

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra informatiky

Mechanické a elektromechanické počítačí stroje

Diplomová práce

Autor: Bc. Marie Stradiotová
Studijní program: N1101 Učitelství matematiky pro střední školy
Studijní obor: Učitelství matematiky pro střední školy
Učitelství pro střední školy - informatika
Vedoucí práce: PhDr. Michal Musílek, Ph.D.

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Marie Stradiotová
Studijní program: N1101 Učitelství matematiky pro střední školy
Studijní obor: Učitelství matematiky pro střední školy
Učitelství pro střední školy - informatika
Název práce: Mechanické a elektromechanické počítací stroje
Název práce v AJ: Mechanical and electromechanical calculating machines

Cíl a metody práce: Cílem teoretické části diplomové práce je popsat historický vývoj mechanických a elektromechanických počítacích strojů od nejstarších mechanických kalkulátorů přes diferenční stroje až po šifrovací stroje a první elektromechanické počítače používané ve druhé světové válce. Bude popisovat jejich principy fungování, osudy jejich tvůrců a jejich využití v dané době či oblasti.

Cílem praktické části diplomové práce bude vytvoření webových stránek zabývajících se historií mechanických a elektromechanických počítacích strojů.

Cílem výzkumné části práce bude realizace dotazníkového průzkum mezi učiteli dějepisu, matematiky a informatiky. Tato část práce se bude zabývat zejména zmapováním znalostí učitelů uvedených tří předmětů z oblasti historie mechanických a elektromechanických počítacích strojů. Zjistí také, zda se s těmito stroji setkali, např. v muzeu, nebo zda o nich alespoň slyšeli. Zajímá mě, jaké povědomí mají učitelé o tomto zajímavém tématu, protože v běžné školské výuce dějepisu, informatiky či matematiky se nevyskytuje, ale může dobře posloužit jako motivace, pro zpestření výuky, nebo jako námět pro zájmovou práci žáků, nebo jako námět pro práci v rámci Středoškolské odborné činnosti. Zejména v informatice by se měli žáci dozvědět, jak dlouhá cesta vedla k vývoji dnešních počítačů.

Garantující pracoviště: Katedra informatiky Přírodovědecké fakulty UHK

Vedoucí práce: PhDr. Michal Musílek, Ph.D.
Oponent: doc. RNDr. Štěpán Hubálovský, Ph.D.
Datum zadání práce: 2. 12. 2013
Datum odevzdání práce:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Marie Stradiotová

Ráda bych poděkovala PhDr. Michalu Musílkovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, ochotu ke konzultacím, trpělivost a cenné rady při zpracování daného tématu.

Anotace

STRADIOTOVÁ, M. *Mechanické a elektromechanické počítací stroje*. Hradec Králové, 2015. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Michal Musílek. 160 s.

Práce popisuje historický vývoj mechanických a elektromechanických počítacích strojů od nejstarších mechanických kalkulátorů přes diferenční stroje až po šifrovací stroje a první elektromechanické počítače používané ve druhé světové válce.

Výstupem jsou webové stránky, na kterých jsou uvedeny informace o některých vynálezcích a jejich strojích, obrázky a videa, která tyto stroje popisují.

Klíčová slova

Mechanický počítací stroj, elektromechanický počítací stroj, šifrovací stroj.

Annotation

STRADIOTOVÁ, M. *Mechanical and electromechanical calculating machines*. Hradec Králové, 2015. Diploma Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Michal Musílek. 160 p.

The thesis describes historical development of mechanical and electromechanical calculating machines from ancient mechanical calculators via differential machines to cipher machines and the first electromechanical computers used in World War II.

The output are websites on which they are given information are about some inventors and their machines, pictures and videos, which describe there machines.

Keywords

Mechanical calculating machine, electromechanical calculating machine, cipher machine.

Obsah

Teoretická část.....	9
Úvod	9
1 Počítací stroje	10
1.1 Starověk.....	10
1.1.1 Mechanismus z Antikythery.....	10
1.2 15. století.....	13
1.2.1 Leonardo da Vinci.....	13
1.3 17. století.....	16
1.3.1 Wilhelm Schickard.....	16
1.3.2 Blaise Pascal.....	18
1.3.3 Samuel Morland.....	24
1.3.4 Gottfried Wilhelm von Leibniz	28
1.4 18. století.....	38
1.4.1 Jacob Leupold	38
1.4.2 Johann Helfrich Müller.....	43
1.5 19. století.....	47
1.5.1 Thomas de Colmar.....	47
1.5.2 Charles Babbage.....	54
1.5.3 Caroline Winter	63
1.5.4 Willgodt Odhner	66
1.5.5 Herman Hollerith.....	72
1.5.6 Alexander Rechner.....	76
1.6 20. století.....	78
1.6.1 Vannevar Bush.....	78
1.6.2 Konrad Zuse	81
1.6.3 John Vincent Atanasoff.....	88
1.6.4 Thomas Harold Flowers.....	91

1.6.5	Howard Hathaway Aiken.....	94
1.7	Závěr	96
2	Šifrovací stroje.....	97
2.1	Edward Hebern	97
2.2	Boris Hagelin	99
2.3	Arthur Scherbius.....	102
2.4	William Fredrick Friedman	107
2.5	Japonské šifrovací stroje.....	111
2.6	Závěr	113
	Praktická část.....	114
3	Webové stránky	114
3.1	Struktura stránek.....	115
3.1.1	Úvod	115
3.1.2	Články	115
3.1.3	Videogalerie	117
3.1.4	O mně.....	118
3.1.5	Fórum	118
	Empirická část.....	119
4	Výzkum.....	119
4.1	Porovnání odpovědí na vybrané otázky v závislosti na vyučovaných předmětech.....	120
4.1.1	Matematika vs. informatika s matematikou	120
4.1.2	Dějepis vs. informatika.....	121
4.2	Otázky a jejich podotázky	121
4.3	Otevřené otázky	123
	Závěr	124
	Zdroje.....	125
	Seznam obrázků.....	133
	Seznam tabulek.....	145

Seznam grafů	146
Přílohy	147
Příloha I.....	147
Příloha II.....	148
Příloha III.....	150
Příloha IV.....	152

Teoretická část

Úvod

Náš svět se rychle rozvíjí a sním i počítačová technologie. Neměli bychom však zapomínat na historii. Na historii bez níž by počítače, tak jak je známe dnes a jak s nimi pracujeme, ani nevznikly. Je dobré vědět, že dnešní počítače jsou založeny na matematických principech, které si dnes už většina lidí ani neuvědomuje, že původní počítače sloužily jen k urychlení výpočtů a tím usnadnění a urychlení práce lidí, kteří dané výpočty potřebovali ke své práci.

Cílem teoretické části práce je podat přehled vývoje mechanických a elektromechanických počítacích strojů a popsat mechanismy a principy, na kterých jsou tyto stroje založeny. Připojeny budou také základní informace o životě jejich tvůrců. Sledovat bude období od starověku (první manuální počítadla) po druhou světovou válku, kde se mimo jiné dozvíte i o šifrovacích strojích.

Cílem empirické části práce je zjistit metodou dotazníkového šetření, jaké povědomí o historii výpočetní techniky mají učitelé informatiky, matematiky a dějepisu.

Cílem praktické části práce je vytvoření webové podpory. Na webových stránkách se budou nacházet různá videa o mechanismech popsaných v teoretické části, ale i něco navíc, co se do diplomové práce nevešlo.

1 Počítací stroje

Počítací stroje se začaly vytvářet jako nástroj pro usnadnění práce. Jak se vyvíjela doba a matematika, tak se vyvíjeli i nástroje a všelijaké pomocné strojky a stroje. Jedním z těchto strojů byly i počítací stroje. Jednak usnadňovaly práci samotným matematikům, protože nápady na výrobu takovýchto strojů pocházely především z jejich hlav, a jednak to pak byli i různí inženýři, kteří si také chtěli usnadnit práci při jednodušších, ale mechanických výpočtech a při složitějších výpočtech. Výpočetní stroje vytvářeli také proto, aby se eliminovalo množství chyb, které se udělaly během výpočtu na papír.

V této práci je uvedeno jen několik počítacích strojů, ale většina z nich je popsána poměrně podrobně. Dokonce zde naleznete snad jedinou ženu, která vytvořila mechanický kalkulátor.

1.1 Starověk

1.1.1 Mechanismus z Antikythery

O tomto mechanismu se také někdy mluví jako o počítači z Antikythery. Tento stroj byl nalezen na dně moře poblíž ostrova Antikythera v roce 1901.



Obr. 1 Mechanismus z Antikythery

Stroj byl postaven kolem konce druhého století před naším letopočtem. Po cca 2000 letech byl nalezen na dně moře v silně zkorodovaném stavu. Jednalo se o soukolí několika ozubených koleček zapouzdřených do částečně bronzové a částečně dřevěné bedýnky (Obr. 1). Vědci se jej snažili vyčistit a pokud možno nepoužít při jeho zkoumání žádnou invazivní metodu, aby jej mohli zachovat pro další generace, protože si byli vědomi, že při-

jdou lepší technologie, které dokáží tento stroj lépe prozkoumat. A skutečně tomu tak bylo. Intenzivně bádali a zkoumali, co by stroj mohl umět, nebo co uměl. V roce

1959 přišel britský vědec Derek de Solla Price s teorií, že nalezený mechanismus byl vlastně počítač, který vypočítával polohu hvězd a planet na obloze. Primitivní analogový počítač, kolečka točící se v miniaturním kalendáři. Tuto tezi zveřejnil v časopise Scientific American v článku „Starořecký počítač“. [5] [6]

V roce 1971 opět profesor Price společně s řeckým profesorem fyziky Charalamposem Karakalosem pustili do dalšího výzkumu. Použili k tomu rentgenové a gama záření, které jim odhalilo strukturu uvnitř zkamenělého torza. Po tomto objevu se Price pokusil odhadnout význam přístroje. Podle něj se ručně vyrobená a nevidaně přesná ozubená kolečka otáčela uvnitř jakéhosi mechanického kalendáře. [5]

Od 2. poloviny 70. let 20. století se vědci snažili postavit několik replik tohoto stroje. V roce 1975 se britský konstruktér orlojů John Gleave pokusil sestavit funkční repliku Antikytherského mechanismu. O další rekonstrukci se postaral australský počítačový expert Allan George Bromley a hodinář Frank Percival v roce 1993, na základě přesnějších rentgenových snímků, které pořídil londýnský vědec Michael Wright.

V roce 2005 se rozběhla spolupráce několika univerzit a společností na projektu Antikythera Mechanism Research Project. Za rok od založení tohoto projektu rozluštili tajemství tohoto stroje. Vědcům se povedlo rozluštit nápisy, které byly umístěné na plochách stroje a přesněji pochopit celý tento mechanismus.

Ukázalo se, že celkový počet ozubených koleček je 37. Překvapivé jsou i rozměry strojku: na výšku měří pouhé 33 cm, šíře mechanismu je 17 cm a hloubka je 9 cm. Bedýnka měla ciferníky z obou stran. Na jedné straně byl pouze jeden ciferník, kdežto na druhé straně byly již dva. V tomto stroji byly využity také diferenciální převody, o nichž se dříve věřilo, že byly poprvé užity až v 16. století.



Obr. 2 Mechanismus z Atikythery uložený v NAM Athény

Kromě kalendářní funkce, kterou již před těmito výzkumy odhalil Price, uměl Antikytherský počítač předpovídat zatmění Měsíce a Slunce. Kalendářní rok měl 365 dnů, dokonce si uměli poradit i s přestupným rokem (pozn. *V pramenech není uvedeno, jakým způsobem si s tímto mechanismem poradili.*). Při tvorbě tohoto stroje si poradili i s eliptickou dráhou Měsíce kolem Země, která zapříčiňuje proměnlivou rychlost jeho pohybu po obloze. Tento pohyb objevil astronom Hipparchos z Rhodu. Někteří vědci si proto myslí, že byl přizván ke konstrukci tohoto zařízení. Uměl zobrazovat roční období, řecký zvěrokruh a fáze Měsíce. Celý stroj byl pak poháněn jakousi klikou. [5] [7] Replika tohoto stroje je uložena v Národním archeologickém muzeu v Athénách (*Obr. 2*).

Podle Wrighta se ve své době nejednalo o unikát. Je přesvědčen, že ten, kdo navrhl a sestrojil tento stroj, věděl, co chce, a také věděl jak toho dosáhnout, což naznačuje, že konstruktér tohoto stroje musel mít již nějakou praxi. [5]

Objev a následný výzkum tohoto stroje ukázal i na několik nejasností. Například dle již zmíněného Michaela Wrighta některé součástky, které byly objeveny až pomocí rentgenového snímání, nepasují do mechanismu. Dle jeho názoru jsou součástí dalšího stroje, který ještě leží někde na dně moře a mohl by navíc pocházet i z jiného vraku lodi. Někteří odborníci se na základě rozmístěné trosky vraku domnívají, že byly potopeny dvě lodě, takže obě dvě mohly vést každá jeden exemplář zmiňovaného stroje, ale zatím jsou to jen domněnky. [5] [6]

Nicméně objev tohoto stroje nám posouvá pomyslný ukazatel vytvoření prvního počítače o cca 2000 let zpět.

1.2 15. století

1.2.1 Leonardo da Vinci



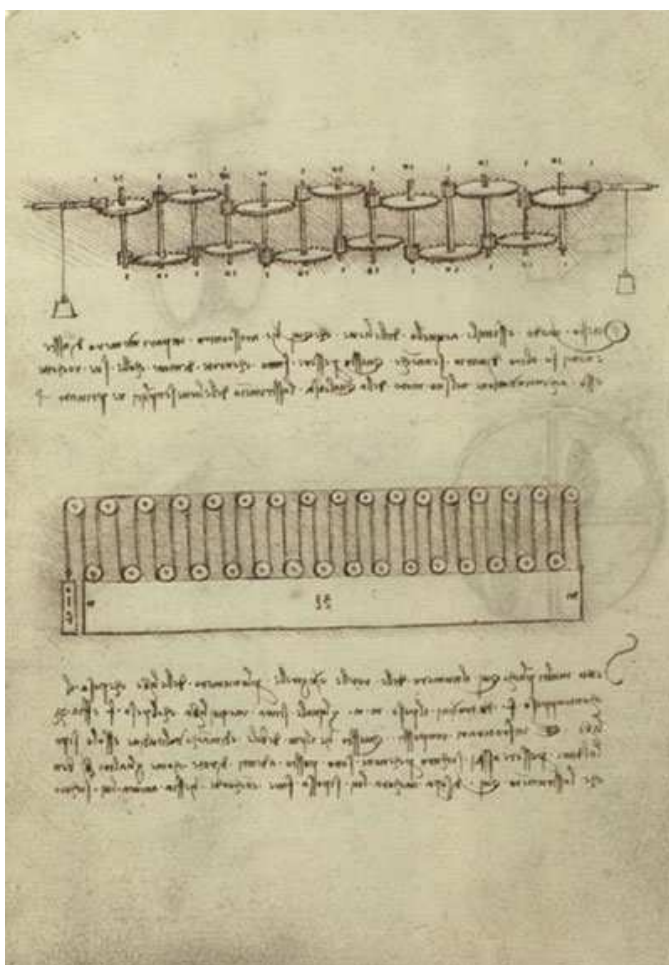
Obr. 3 Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci (*Obr. 3*) je považován za pravděpodobně prvního člověka, který se zabýval myšlenkou mechanického počítačícího stroje, který by umožnil urychlit a zjednodušit běžné početní úkony.

Návrh svého mechanického kalkulátoru zapsal a načrtl do poznámek v 15. stol., které později dostali jméno Codex Madrid I. Tento spis da Vinci sestavil v roce 1493, když sloužil na zámku v Miláně u vévody Ludovica il Mora. Spisy se dostaly až do Španělska do Madridu, kde se později stali tamní součástí Královské knihovny (později Biblioteca Nacional).

Rukopis Codex Madrid I je v podstatě „potěšením“ pro inženýry. Obsahuje pojednání o mechanice. Je plný kreseb důmyslných mechanismů a strojů, ozubených kol a dalších vynálezů. Rukopisu chybí 16 stran, které byly vytrženy a patrně ztraceny, nicméně se zdá, že je to jeden z nejkompletnějších Leonardových rukopisů, jaký byl zatím nalezen.

Na obrázku *Obr. 4* je onen výpočetní mechanismus nakreslen a stručně popsán. Ozubená kola na obrázku jsou číslována takto: malá kolečka jsou očíslována jedničkou, zatímco velká kolečka jsou očíslována desítkou. Je nutno vzít v úvahu, že Leonardo psal zprava doleva, tudíž číslování koleček je provedeno také zprava doleva. Důvod, proč psal tímto způsobem, byl nedostatek důvěry k lidem, navíc, některé jeho texty byly také zašifrované.



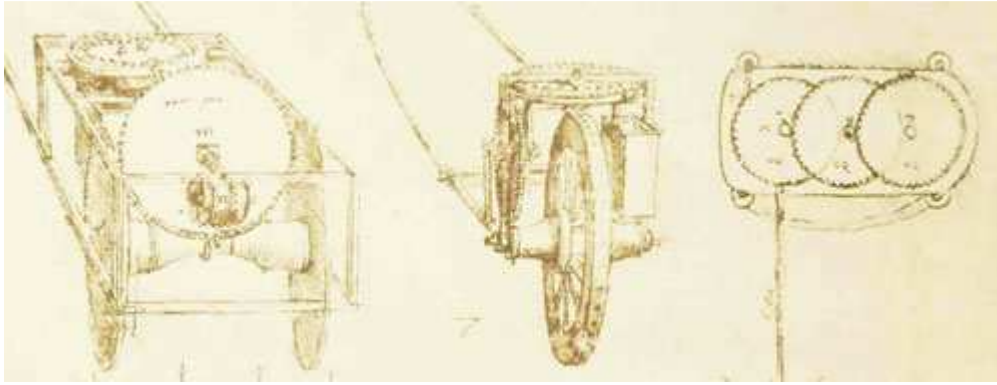
Obr. 4 Popis početního mechanismu v rukopisu Codex Madrid I

Text na obrázku (Obr. 4) vysvětluje princip mechanismu, nicméně Leonardův jazyk není snadné pochopit, je nejasný a jeho spisy jsou spíše soukromými poznámkami než čistými popisy principu jednotlivých mechanismů. Hrubý překlad textu, by mohl vypadat takto: „Tento způsob je podobný jako u páky, i když se liší, protože je vyroben z ozubených kol s pastorky. Může se pohybovat plynule, zatímco páky nemohou.“

Repliku tohoto výpočetního mechanismu se pokusil postavit Dr. Roberto A. Guatelli, italský inženýr z Milána, který žil v New Yorku, USA. Byl to svě-

tově proslulý odborník na Leonarda da Vinciho. Od 30. let 20. stol. se specializoval na sestavování replik Leonardových strojů. Pomáhali mu čtyři asistenti včetně jeho nevlastního syna Josepha Mirabella.

V roce 1968 skutečně tuto repliku sestavil. Použil k tomu jak výkres a popis mechanismu na obrázku Obr. 4, tak také mechanismus popsany na obrázku Obr. 5, který se nacházel v rukopisu Codex Atlanticus.



Obr. 5 Kresba z rukopisu *Codex Atlanticus*

Kresba vlevo a uprostřed je hodometr, nebo jinak řečeno kilometrovník – přístroj pro měření vzdáleností. Kresba vpravo je „mechanismus poměru“. Pro doplnění, Leonardo nebyl vynálezcem ozubeného kola, jen tento mechanismus velmi dobře znal a využíval jej ve svých konstrukcích.

Replika byla vystavena na jedné z putovních výstav firmy IBM (viz *Obr. 6*).



Obr. 6 Replika da Vinciho kalkulátoru

V textu vedle repliky byla popsána funkce stroje.

„Zařízení pro výpočet: raná verze dnešního komplikovaného kalkulátoru. Leonardův mechanismus udržuje konstantní poměr deset ku jedné v každém z 13 očíslovaných ozubených kol pro každou úplnou otáčku první rukojeti. Pro každou úplné otočení první rukojeti se jednotkové kolo nepatrně otočí a přiřadí se mu nové číslo v rozmezí od nuly do devíti. V souladu s poměrem deset ku jedné, desátá otáčka první rukojeti způsobí, že jednotkové kolo dokončí první otáčku a přiřadí se mu nula, která pohání desítkové kolo od nuly k jedné. Každé další kolo značí stovku, tisíc atd. Pracují ve stejném poměru. V Leonardově náčrtu byla provedena drobná vylepšení, aby měl divák jasnější představu o tom, jak je každé ze 13 kol možné

samostatně ovládat a při tom zachovat poměr deset ku jedné. Leonardova skica znázorňuje váhy, aby ukázala vyrovnanost stroje. “

Tento kalkulátor vyvolal velké diskuze a otázku, zda se skutečně jedná o kalkulátor. Odpůrci tvrdili, že se jedná o mechanismus poměrů a navíc takový stroj ani nemohl být postaven vzhledem k obrovskému množství tření, které by se vytvářelo a neumožnila by to ani technologie 15. století, jež byla vůči dnešku velmi primitivní. Nakonec bylo konstatováno, že Dr. Guatelli použil své vlastní intuice a představitivosti a tím překročil rámec Leonardova spisu.

Na základě těchto diskuzí se rozhodla firma IBM tento kalkulátor stáhnout ze své výstavy.

Nicméně závěr ze vzniklé situace byl takový, že pokud byl Leonardův mechanismus určen pro početní účely, pravděpodobně neměl vliv na další vývoj mechanických počítačích zařízení. [8]

1.3 17. století

1.3.1 Wilhelm Schickard

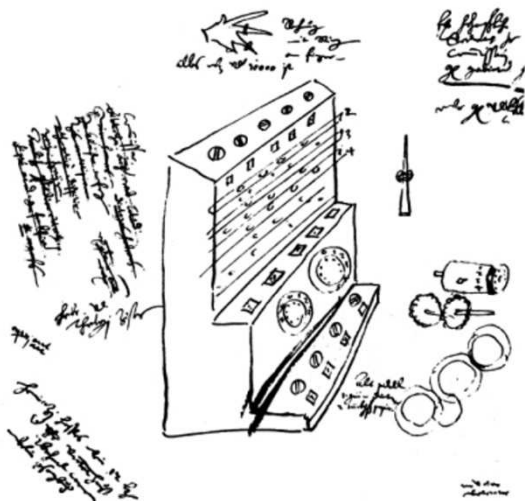


Obr. 7 Wilhelm Schickard

Německý polyhistor Wilhelm Schickard (viz *Obr. 7*) žil v letech 1592 až 1635. Zabýval se lingvistikou, astronomií, geodézií, kreslířstvím, malířstvím a rytečtívím a navíc byl výborným matematikem. „V astronomii vynalezl kuželovou projekci pro hvězdné mapy. Navrhl významné změny pro kartografii, které umožnily vytváření map daleko přesnějších, než ty, které byly do té doby k dispozici.“ [9]

Velmi jej ovlivnil Johannes Kepler. Díky jeho vlivu se začal hlouběji věnovat matematice a astronomii. [10]

V roce 1623 sestrojil stroj, který nazval „Rechenuhr“ neboli počítač hodiny. Tento stroj uměl sčítat, odčítat, násobit a dělit, ale nedělo se tak automaticky, ale stroj vyžadoval kvalifikovanou obsluhu. [3] [9]



Obr. 8 Náčrt Schickardova počítacího stroje I

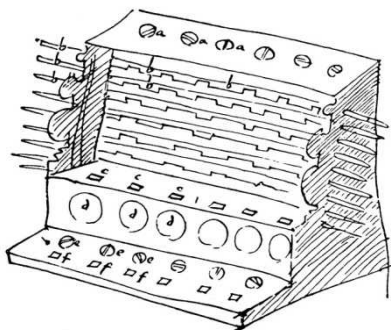
„Ke konstrukci svého stroje použil dické počítací kolečko, které se později objevuje ve všech mechanických strojích. Kolečko má na obvodu deset zubů umožňujících nastavit deset diskrétních poloh. Po otočení o 360° v deseti krocích zaujme opět svoji výchozí pozici. Kromě toho přenosovým zoubkem a mezikolečkem pootáčí dalším dekadickým kolečkem o jednu pozici. Idea dekadického

kolečka s automatickým přenosem do vyššího řádu ve své době znamenala

převratnou novinku.“ [9]

Prameny uvádějí, že sestrojil několik těchto strojů, jenomže se ani jeden nedochoval do dnešní doby. Do roku 1935 nebyly známi ani náčrtý. Teprve v tomto roce se začal zkoumat Keplerův život a v jeho korespondenci se Schickardem se našly náčrtý Schickardova stroje (Obr. 8). V roce 1957 a 1960 se pak povedlo Brunovi von Freytag Löringhoffovi zkonstruovat podle těchto náčrtů funkční Počítací hodiny. Poté otestoval řadu výpočtů, kterými se snažil zjistit přesný účel Schickardova počítacího stroje. Löringhoff tak zjistil, že stroj fungoval dobře a byl zvláště vhodný k provádění astronomických výpočtů, které v době vzniku tohoto stroje byly nezbytné pro astronomy. [10]

Vzniklo tak několik exemplářů, které jsou umístěny ve třech německých muzeích a to v Tübingenu a v Mnichově a další exemplář je možné nalézt Keplerově muzeu ve Weilu. [10]



Obr. 9 Náčrt Schickardova počítacího stroje II

Obrázek *Obr. 9* je náčrt Schickardova kalkulátoru a na obrázku *Obr. 10* je fotografie jedné repliky tohoto stroje.



Obr. 10 Replika Schickardova kalkulátoru

1.3.2 Blaise Pascal



Obr. 11 Blaise Pascal

Blaise Pascal (*Obr. 11*) žil v letech 1623 až 1662 ve Francii. Byl to významný francouzský matematik, fyzik, spisovatel, teolog a náboženský filosof.

Poházel ze zámožné rodiny a vzdělané rodiny, měl dvě sestry. Matka brzy zemřela a otec - Etienne Pascal se o ně staral sám. Svého syna se snažil vychovávat nejprve s pomocí humanitních věd, ačkoli sám byl dobrým matematikem. Chtěl, aby se děti harmonicky rozvíjely a tak se matematika stala na nějakou chvíli „zakázanou“ vědou. Avšak Blaise se dozvěděl o podstatě geometrie, kterou se otec zabýval. Sám si odvodil několik vět Euklidovy geometrie. Otec tedy kapituloval a dal mu k dispozici své knihy pojednávající o matematice a geometrii.

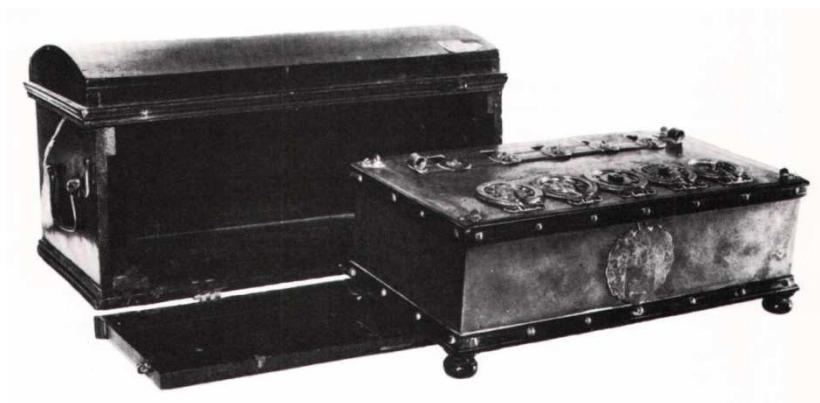
Pascalovi tak vděčíme za mnohé přínosy jak v matematice a geometrii, tak také ve fyzice. Objevil Pascalův trojúhelník, což je geometrické uspořádání binomických

koeficientů do tvaru trojúhelníku. Abychom byli přesní, Pascal nebyl první, kdo tento trojúhelník objevil, ale objevil několik vlastností, který tento trojúhelník má. Ve svých 20 letech vypracoval několik matematických pojednání, demonstroval existenci atmosférického tlaku a vakua. Ve 30 letech vynalezl hydraulický lis a formuloval základní princip hydrauliky. Tento princip je dnes známý jako Pascalův zákon. Spolu s Pierrem de Fermatem, švýcarským matematikem, položil základy teorie pravděpodobnosti. Byla to v podstatě laskavost vůči jednomu šlechtici, který hrál karty a chtěl vědět více o šancích při losování.

Francie ctí Pascala jako jednoho z nejvýznamnějších spisovatelů. V roce 1805 Stendhal napsal: „*Když čtu Pascala, zdá se mi, že čtu sebe.*“ Za tyto verše zaplatil Stendhal životem. [11] [13]

Dalším Blaisovým přínosem bylo zkonstruování mechanického kalkulátoru, jež vytvořil především pro svého otce, aby mu tak usnadnil práci s výpočty, jichž měl ve své práci daňového úředníka opravdu mnoho. Tento početní stroj je znám pod názvem Pascaline (*Pascalina, Pascalino*) nebo Pascalovo koleso. Vytvořil jej v 19 letech. [12] [13]

Blaise byl perfekcionista. Chtěl vytvořit stroj, se kterým by byl spokojený. Experimentoval s mnoha různými provedeními, komponentami a materiály. Trvalo dva až tři roky, než vynalezl stroj, který mu vyhovoval. Jeho otec najal dělníky, aby pod synovým vedením tyto stroje vytvořili. Práce na strojích byla však pomalá, mohla za to nedokonalost zpracovávání kovů. Blaise potřeboval, aby ozubená kolečka, na kterých byl stroj postaven, byla co nejpřesnější. Nakonec přišel s proveditelnou variantou a designem. Vytvořil pětimístný počítací stroj o velikosti krabice od bot. Na přední straně se nacházelo pět ciferníků pro zadávání čísel. Zadávání příslušných čísel probíhalo podobně jako u starých vytáčecích telefonů s kruhovým zadáváním čísel. Uvnitř tohoto strojků se nacházela ozubená kolečka pro výpočty, které se zobrazovaly v malých okýnkách na přední straně. Tato okýnka se nacházela nad zadávacími ciferníky, jak to ukazuje *Obr. 14*. Pascal chtěl také vědět, jak je jeho stroj odolný. Vzal jej do kočáru a projel se s ním po tamních hrbolatých cestách. I když se zdálo, že je robustní, jeho pětimístná kapacita byla zjevně nedostačující, proto se Blaise rozhodl vytvořit šesti a osmimístný počítací stroj. [12]

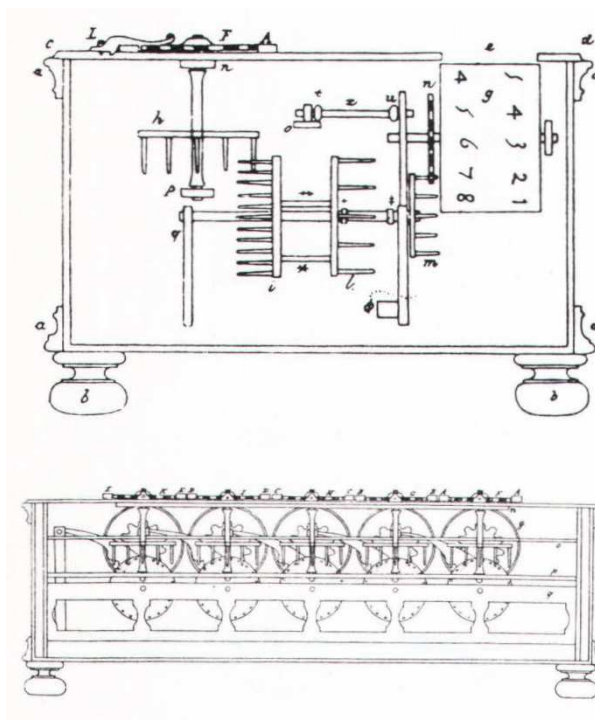


Obr. 12 Pětimístný Pascaline s poudzrem

Pascalově kalkulátoru se mluvilo jako o elegantní mašince. Vypadal mnohem lépe, než fungoval. Pascaline byl pouze pro základní doplnění. Sčítání se provádělo jednoduše – vytáčíte čísla a výsledky se ukazují v malých okýnkách na přední straně strojku. Odčítání už tak jednoduché nebylo. Pascal navrhl zařízení tak, že kolečka se mohla otáčet pouze jedním směrem, což znamená, že odčítání muselo být provedeno metodou „kruhového objezdu“ známou jako devítkový doplněk. Tento starobylý trik převede pomocí devítkového doplňku odčítání na sčítání. Ze základních operací nám zbývá násobení a dělení. To se pomocí Pascaline provedlo opakovaným sčítáním a odčítáním. [12]

Popis strojku

Stroj se sestává z pěti až osmi náprav (os), z pěti až osmi otočnými bubny s čísly. Na každé nápravě se nachází tři ozubená převodová kola velikosti mince. Čtvrté ozubené kolo je posazeno na svislé nápravě kolmé na nápravu se třemi ozubenými koly a spojuje tento převod s číselníkem, který je umístěn na přední straně Pascaline. Tento popis a funkci tohoto strojku velice dobře ilustruje obrázek *Obr. 13*.



Obr. 13 Vnitřní pohled na Pascaline

Jak se zadávala čísla?

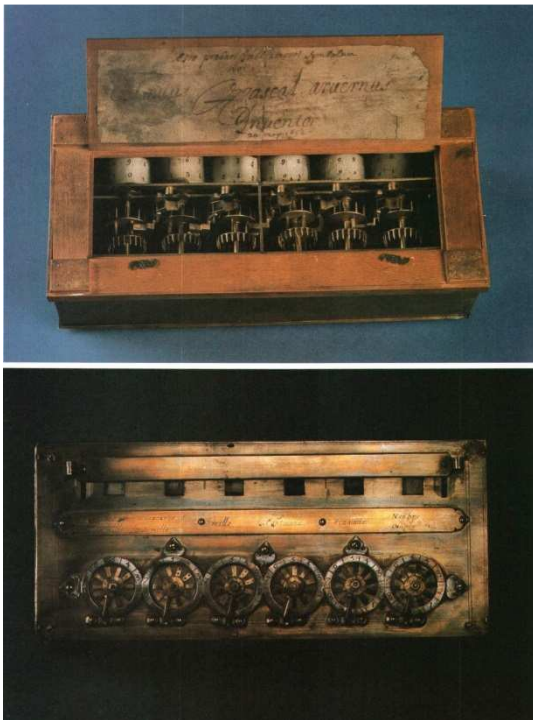
Zvolme číslo 28. Toto číslo musíme na Pascalinu zadat od nejvyššího řádu. To znamená, na Pascalinu si najdeme číselník v řádu desítek, vytočíme číslo 2. Poté se přesuneme na řád jednotek a vytočíme číslo 8. Kolmo dolů je umístěna jakási západka, která nás zastaví ve vytáčení jako u klasického telefonu s kulatým číselníkem. V okýnkách nad číselníky se zobrazí vytočená čísla.

Jak se sčítala dvě čísla?

K našemu již zvolenému číslu přičteme číslo 35. Na Pascaline máme vytočeno číslo 28. Přesuneme se opět na řád desítek a zvolíme číslo 3, vytočíme jej. V okýnku nad číselníkem se objeví číslo 5, čili součet čísel 2 a 3. Poté se přesuneme na řád jednotek a vytočíme číslo 5. Na tomto místě se při přičítání pětky dostaneme přes desítku. V řádu jednotek se v okýnku nad číselníkem objeví číslo 3 a druhý číselník se přetočí o jednotku výš, čili ukáže se číslo 63 a to je výsledek sčítání čísel 28 a 35.

Jak se Pascaline vynuloval?

Abychom mohli kalkulátor vynulovat, musíme na všech číselnících nastavit číslo 9, poté se vrátit k prvnímu zleva a vytočit číslo jedna. Tím se ve všech okýnkách nastaví číslo nula a my můžeme pokračovat v dalších počtech.



Obr. 14 Šestimístná verze Pascaline. Horní obrázek zobrazuje vnitřek přístroje. Na dolním obrázku se nachází přední strana se 6 ciferníky a stejným počtem oken.

Jak se na kalkulátoru odčítalo?

U odčítání použijeme metodu devítkových doplňků. Chceme odečíst číslo 600 od 800. Nejprve se odstraní tenká lišta, která se nachází nad okénky s výsledky. Tato lišta je dobře vidět na obrázku *Obr. 12*. Odstraněním této lišty se objeví nová sada čísel na otočných bubnech – devítkové doplňky. Poté se „vytočí“ číslo 600, jehož devítkovým doplňkem je číslo 399. Pak lišta se vrátí zpět do své původní polohy a k číslu 399 se přičte číslo 800, výsledek tedy je 1199. Pak „v duchu“ odstraníme nebo odstříháme číslici úplně vlevo, v našem případě je to číslo 1 a přičteme ji ke zbylému číslu, k číslu 199. Tímto dostaneme výsledek 200. Což je výsledek běžného odčítání $800 - 600 = 200$. S tímto devítkovým doplňkem pracují i dnešní počítače. Pomocí tohoto mechanismu mohou počítače provádět jak sčítání a odčítání tak i násobení a dělení se stejnými obvody.

Všechny tyto výpočty a princip funkce mechanického kalkulátoru Pascaline velmi dobře ilustruje video, které naleznete na serveru Youtube.com pod názvem *How the Pascaline Work*.

Pascalův mechanický kalkulátor s osmimístnou kapacitou byl mnohem ambicióznější než Schickardovy „Počítací hodiny“. Ale zatímco Schickardův kalkulátor fungoval perfektně, Pascalův stroj už na tom tak dobře nebyl. Jeho hlavním nedostatkem byly ráčny, které měli tendenci se zasekávat. Kromě toho, ráčny bránily ozubeným kolečkům se otáčet ve více než jednom směru. Následek tohoto technického řešení byl takový, že odčítání muselo být realizováno pomocí již zmíněného devítkového doplňku.

Nicméně, i přes tento technický nedostatek měl Pascaline historický úspěch, protože ukázal, že zdánlivě intelektuální proces, jakým byla aritmetika, mohl být prováděn pomocí stroje.

Pascaline byl senzací pro francouzské obyvatelstvo. Blaise a jeho otec vzali tento svůj „mechanický zázrak“ do Paříže, kde jej ukázali Royal Society, podnikatelům, vědcům a vládním úředníkům. S propagací kalkulátoru jim pomáhal rodinný přítel Pierre de Ferval, profesor matematiky na Royal College ve Francii. Pascaline vystavoval ve svém bytě každou sobotu dopoledne a odpoledne. Mohl jej i prodávat, samozřejmě za provizi. Kromě toho učil i případné zákazníky, jak tento stroj používat. Blaise mezitím psal reklamní letáky. Jeho další přítel a básník, Charles Vion Dalibray, sestavil reklamní sonet: [12]

*„Dear Pascal, you who understand with your subtle insight
What is most admirable in mechanics
And whose skill gives us today
A lasting proof of your marvelous genius,*

*After your great intelligence, what is the point of having any?
Calculating was the action of a reasonable man.
And now your inimitable skill
Has given power to the slowest of wits.*

*For this art we need neither reason nor memory
Thanks to you, each of us can do it without fame or pain
Because each of us owes you the fame and the result.*

*Your mind is like that fertile soul
Which runs everywhere inside the world
And watches over and makes good whatever is lacking in all that is done.“ [12]*

Překlad toho sonetu se nachází v příloze *Příloha I*.

Jak už to tak bývá, na trhu se záhy objevily padělek Pascaline. Vzhledem k tomu, že konstruktér neměl ponětí o geometrii a mechanice, byl jeho padělek špatný. Byl pěkný na pohled, ale absolutně neplnil původní funkci. Přesto se dostal do sbírky jednoho tamního sběratele.

Blaise požádal o patent, nebo, jak se tehdy říkalo, požádal o privilegium. Naneštěstí pro něj, vydávání patentů bylo řízeno úřadem kancléře Seguiera, který stál v čele zasedání bouřlivých investorů v roce 1638 a bohužel pro Pascala měl dlouhou paměť. Pascalovi se ho pokoušeli usmířit tím, že mu poslali jeden ze svých prvních kalkulátorů. Bohužel Segurier se nedal ovlivnit a o jejich patentové přihlášce nechtěl jednat až do roku 1649.

Ať už byl stroj patentovaný nebo ne, nepodařilo se jej prodat. Jeden z důvodů mohl být špatný stav numerické gramotnosti v 17. století ve Francii. Ovšem existovali i jiné důvody. Pascaline byl náchylný na poruchy a měl omezené matematické schopnosti, takže pro účetní, úředníky, podnikatelé a další osoby, které potřebovali dobrý početní nástroj, nebyl zrovna užitečný. Pascalovi předpokládali, že by stroj mohli prodat Royal Society, ale aristokraté pohrdali aritmetikou a intelektuálními záležitostmi obecně. Tvrdili, že účetnictví je jen pro služebnictvo. Není známo, ko-

lik kusů prodali, ale zřejmě jich nebylo více než deset nebo patnáct, ovšem vyrobili jich přes padesát různých typů. [12]

1.3.3 Samuel Morland



Obr. 15 Samuel Morland

Sir Samuel Morland (*Obr. 15*) (1625 – 1695) syn britského generála v první světové válce Thomase Morlanda. Byl Anglický akademik, diplomat, špión, vynálezce a matematik, polyhistor, jenž se zasloužil o rozvoj výpočetní techniky, hydrauliky a parní energie.

Studoval ve Winchester College, Magdalene College v Cambridge, kde později v roce 1649 sám pracoval. Matematika ho velmi zajímala, proto jejímu studiu věnoval mnoho času. Stal se také výborným latinistou, byl zběhlý v řečtině a francouzštině. [14]

V roce 1653 vstoupil Morland do státní služby, kde byl vybrán do družiny Jamese Whitelocka. Účastnil se britské diplomatické mise k tribunálu švédské královny Kristýny, aby uzavřeli vojenské spojenectví. Whitelock se o Morlandovi zmiňuje jako o humanistovi, vynikajícím učenci, skromném a uctivém člověku, o člověku dokonale zvládající latinský jazyk a také jako o geniálním mechanikovi. [14] [15]

Švédská královna byla známá mecenáška vědy a pravděpodobně, to bylo poprvé, kdy se Morland setkal s Pascalinem, již zmiňovaným výpočetním kalkulátorem Blaise Pascala, který Pascal poslal královně Kristýně. Toto setkání se také mohlo stát důvodem pro to, že asi o 10 let později zahájil výrobu svých tří počítacích zařízení. [16]

Myšlenka těchto strojů se však objevila již v roce 1660. V roce 1662 vyrobil první stroj – pro násobení a dělení. Další vytvořil v roce 1663. Ten sloužil pro trigonometrické výpočty. Poslední vytvořil v roce 1666. Ten pro změnu sloužil pro sčítání a odčítání. Morlandovi počítací stroje se staly poměrně populárními a prodávaly se až do roku 1710. Tyto stroje byly předvedeny králi Charlesi II. a široké veřejnosti. [16]

Morland také napsal knihu, která popisuje dva mechanické kalkulátory. Kniha nese název *The description and used of two arithmetick instruments*. Publikována byla roku 1673. Je to první kniha o kalkulátoru napsaná v angličtině a první samostatná práce na toto téma po Napierově *Rabdologiae*. Navíc Morlandovu knihu můžeme také považovat za první komplexní knihu v počítačové literatuře.

Kalkulátor pro sčítání a odčítání



Obr. 16 Sčítací kalkulátor

Zařízení bylo, co do velikosti, podobné dnešním kalkulačkám. Měřilo pouhé 4 x 3 palce a byl méně než palec tlustý (122 x 71 x 8 mm). Bylo vyrobené ze stříbra a mědi.

Na přední straně přístroje se nachází osm párů stříbrných odstupňovaných číselníků. Váhy jednotlivých číselníků jsou umístěny v kruhu kolem nich. Na spodní části jsou umístěny tři větší číselníky, jejichž škály jsou (zleva dle obrázku Obr. 16) 20, 12 a 4 díly. Jsou popsány a použity pro výpočty v anglických měnových

jednotkáchⁱ 17. století. Horních pět větších číselníků má rozsah 10 dílů a jsou popsané slovy (zprava na Obr. 16): jednotky, desítky, stovky, tisíce a desetiny.

Každý stříbrný číselník obsahuje příslušný počet malých otvorů, do kterých lze zabodnout jehlu a kolečko tak otáčet. Během tohoto otáčení se v malém okénku nad příslušným číselníkem zobrazí číslo, do kterého jsme bodly jehlu a otočili jím k tomuto otvoru. Pod každým zobrazovacím okénkem je umístěn zobáček (stop-in mechanismus), který se používá pro omezení otáček během operace sčítání. Nad každým větším číselníkem se nachází o poznání menší číselník, který slouží jako čítač otáček většího číselníku. Pro tento účel má větší číselník kolečko s jedním zubem a čítač otáček má 10 zubů. Takže při úplném otočení většího spodního číselníku se provede 1/10 otáčky menšího vrchního číselníku.

ⁱ Tehdejší měnová jednotka byla guinea, sestávala se z 20 šilinků (shillings). Jeden šilink byl 12 pencí (pennies) a jedna pence měla 4 haléře (farthings).

Operace sčítání se provede otočením příslušného číselníku ve směru hodinových ručiček. Čili zabodneme jehlu do námi zvoleného čísla a otáčíme číselníkem, dokud se nedostaneme k stop-in zobáčku.

Zařízení nemělo automatizované přenosy. Přenosy evidovaly právě ty čítače otáček, které byly umístěné nad každým číselníkem. Jakmile provedeme příslušný výpočet, musíme hodnoty nastavené v těchto čítačích ručně přičíst k číselníkům nalevo od nich.

Odčítání provedeme tak, že budeme číselník otáčet proti směru hodinových ručiček. [16] [17]

Díky absenci automatického přenosu do vyššího řádu se tento kalkulátor téměř vůbec neprodával.

Násobící kalkulátor

Toto zařízení je založeno na principu Napierových kostí. Tento kalkulátor (viz obrázek *Obr. 17*) byl popsán ve výše uvedené knize pod názvem *Cyclogica*.

Morland si výrobu tohoto strojku objednal u věhlasných mechaniků Henriho Suttona a Samuela Knibba. Tento kalkulátor Morlando věnoval velkovévodovi Cosimovi III. de Medici v roce 1679.

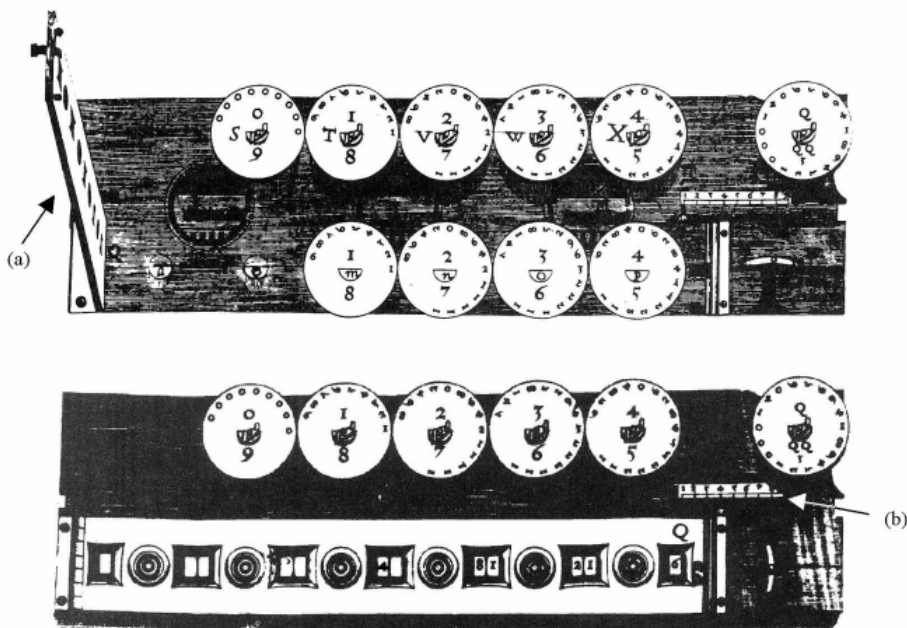


Obr. 17 Násobící přístroj (© Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florencie)

Přístroj je zpracován ze stříbra, zlacené a stříbrné mosazi, dřeva a křišťálu. Jeho rozměry jsou 18 x 55,5 cm.

Přístroj opět nemá žádný automatický přenos do vyššího řádu. Je vytvořen na základě principu Napierových hůlek, kde čísla z hůlek jsou vyryta po obvodu na deseti kovových discích, tak že jednotkové a desítkové tyče jsou umístěny na opačných koncích kruhu. Číslo Napierovy hůlky je pak umístěno uprostřed disku. Disky jsou umístěny na horní nepohyblivé ose, zatímco ve spodní části přístroje se nachází další osa, na kterou se umísťují disky příslušných čísel pro jejich násobení. Tato osa je již pohyblivá. Na obrázku *Obr. 18* je tato osa vidět. Je zakryta kovovým páskem s okénky (viz obrázek *Obr. 18* bod (a)), který se vždy odklopí, osa se osadí příslušnými disky a poté opět kovový pás zaklopí zpět.

Pokud budeme chtít násobit číslo 1234 s číslem 4, tak dolní osu osadíme disky s příslušnými hodnotami. Zaklopíme víko (kovový pásek). Poté začneme otáčet klikou, která se nachází na přístroji zcela vpravo, dokud se na ose označené písmenkem (b) na obrázku *Obr. 18* neposune zobáček pod číslo 4. Jakmile se tak stane, přestaneme točit klikou a podíváme se na čísla, která se objevila v okénkách. Na obrázku *Obr. 18* to jsou čísla zleva: 40 81 21 6. Tyto číselné dvojice sečteme: $4 + 0 = 4$, $8 + 1 = 9$, $2 + 1 = 3$. Můžeme použít, buď tužku a papír nebo Morlandův sčítací kalkulátor. Takže nakonec nám vyjde číslo 4 936, což je výsledek násobení čísla 1234 číslem 4. Celý princip je dobře vidět na již několikrát zmiňovaném obrázku *Obr. 18*. [16] [17]



Obr. 18 Výpočet 1234 x 4



Obr. 19 Příklad pro trigonometrii

Posledním mechanismem, který Morland vynalezl je přístroj pro trigonometrické výpočty nazvaný *Maccina Cyclologica Trigonometrica* (viz obrázek *Obr. 19*). Vynalezl jej v roce 1663. Jednalo se o sadu tří pravítek umístěných v kruhu. Pomocí těchto pravítek bylo možné vytvořit trojúhelník jakéhokoli typu a nebyla k tomu potřeba tužka a papír.

Morlandovy vynálezy byly velmi dobře provedeny, ale přes tento klad nebyly pro praktické potřeby příliš užitečné, navíc ani někteří z jeho současníků neshledávali tyto přístroje příliš fascinujícími.

Samuel Pepys ve svém deníku z let 1667 – 1668 napsal, že Morlandův stroj je velmi pěkný, ale moc užitečný není. Naproti tomu se slavný vědec Robert Hook ve svém deníku z 31. ledna 1673 vyjádřil velmi nelichotivě. Napsal, že aritmetický stroj sira S. Morlanda je velmi hloupý. Avšak Morlandovi přístroje byly oceněny králem Charlesem II a velkovévodou toskánským Cosimou de Medici. [16]

1.3.4 Gottfried Wilhelm von Leibniz



Obr. 20 Gottfried Wilhelm von Leibniz

Gottfried Wilhelm Freiherr Baron von Leibniz (*Obr. 20*) se narodil v Lipsku 1. července 1646 a zemřel 14. listopadu 1716 v Hannoveru. Měl nevlastního bratra a sestru z otčova prvního manželství a sestru z otčova třetího manželství. Byl to vědec, matematik, logik, historik, filozof, teolog a jazykovědec. Díky tomuto bohatému výčtu disciplín je považován za polyhistora. Psal převážně v latině a francouzštině. Gottfried velice brzy přišel o svého otce. Matka se musela o něho a jeho dvě sestry postarat sama. Byla to velmi inteligentní a vzdělaná žena, což mělo na Gottfrieda velký vliv. [18]

[19] [20]

Byl poslán na tehdy velmi populární školu Nicolai v Lipsku. Do 12 let se naučil latinsky a poté začal studovat řečtinu. Ve svých 14 letech nastoupil do lipské univer-

zity, kde ve 20 letech své studium ukončil. Specializoval se na práva, na osvojení si standardních kurzů v klasice, logice a scholastické filozofii. V roce 1666 napsal svoji první knihu. Jednalo se o habilitační práci ve filozofii *De Arte Combinatoria* (Umění kombinace).

Jeho první pracovní pozice byla pozice sekretáře u společnosti alchymistů v Norimbergu. V té době byl alchymii velmi zaujat. Věřil, že nově objevený fosfor by mohl být klíčem ke kameni mudrců. Později pak přišel na to, že alchymie je pouhá pověra a většinu svých dokumentů zničil.

Mimo jiné se Leibniz věnoval diplomatické kariéře, také pracoval jako knihovník.

V roce 1672 byl francouzskou vládou pozván do Paříže. Strávil tam čtyři roky. Tato léta byla pro Leibnize velmi poučná a konstruktivní. Tehdy byla Paříž centrem filozofické činnosti v Evropě. Leibniz si tam vytvořil celou řadu známých včetně filozofů Arnaulda a Malebranchea, matematika Christiana Huygense a fyzika Edmeho Mariottea. Pod Huygensovým vedením udělal v matematice značné pokroky. vytvořil jeden z největších objevů matematiky a to infinitezimální počet. [19] Lidé znalý této historie mohou namítnou, že tento objev učinil jako první Isaac Newton, což je pravda. Nicméně Leibniz přišel z mnohem „stravitelnější“ verzí tohoto problému z hlediska terminologie a značení. Jeho notace se používá do dnes.

V roce 1672 se Leibniz seznámil s Pascalovým kalkulátorem a rozhodl se jej vylepšit. V roce 1673 byl poslán do Londýna, kde mj. činností prezentoval Royal Society svůj prototyp počítacího stroje.

Kromě matematiky a fyziky se ve Francii věnoval i různým technologickým nápadům, jako zlepšení systému setrvačnicku v hodinkách, určení zeměpisné polohy bez použití kompasu, plánem podvodního plavidla. Leibniz také uvažoval o možnosti letu do vesmíru, ale odmítl jej kvůli řídkosti vzduchu. Dokonce si představoval stroj, ve kterém byla binární čísla reprezentována kuličkami a řízena primitivním druhem děrných štítků. V podstatě snil o binárním univerzálním počítači.

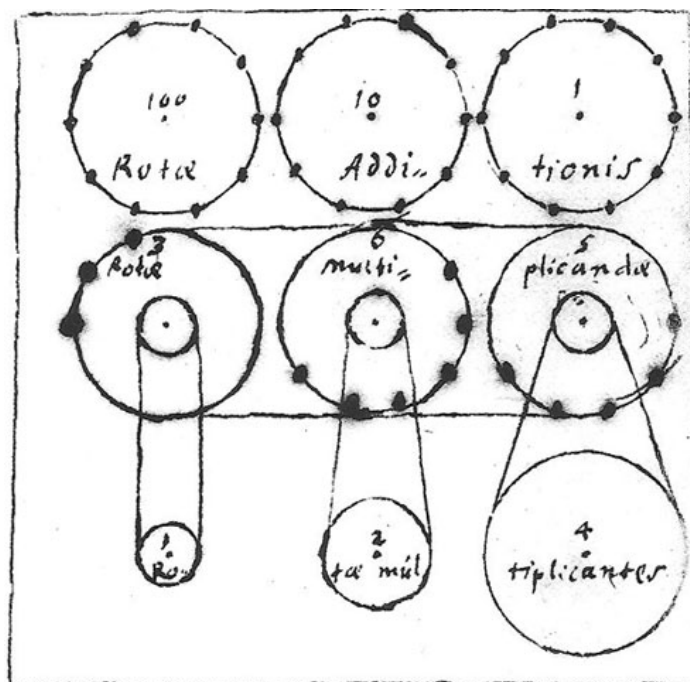
V roce 1676 se Leibniz stal členem Státní rady spravedlnosti vévody Hanoverského po zbytek svého života sloužil třem po sobě jdoucím vládcům domu Brunswicků v Hanoveru jako historik, politický poradce a knihovník vévodské knihovny. Mimo to měl možnost vést rozsáhlou korespondenci s některými významnými učenými.

Je považován za jednoho z významných logiků. Formuloval základní vlastnosti termínů, které dnes označujeme pojmy konjunkce, disjunkce, negace, identita, množinová inkluze a prázdná množina. [19]

Leibnizův krokový kalkulátor

Myšlenka o počítačím stroji se pravděpodobně zrodila v roce 1670 nebo 1671, když uviděl krokoměr. Avšak průlom nastal v roce 1672, kdy se přestěhoval do na několik let do Paříže, kde se dostal k nezveřejněným spisům dvou největších filozofů – Pascala a Descartese. V tomto roce se také pravděpodobně seznámil Pascalovým kalkulátorem – Pascalinem, který se rozhodl vylepšit, aby bylo možné provádět nejen sčítání a odčítání, ale i násobení a dělení.

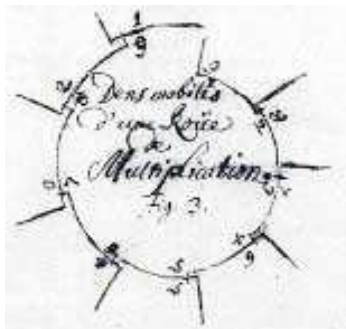
Na počátku svého tvoření se pokusil použít stejný mechanismus jako Pascal, ale brzy si uvědomil, že pro násobení a dělení je třeba vytvořit zcela nový mechanismus, který umožní násobenci a dělenci být jednou zapsán a pak akci opakovat (otočením rukojeti), aby dostal požadovaný výsledek. Vytvořil několik projektů, než dospěl ke správnému řešení, tím byl slavný krokový válcový mechanismus s odstupňovaným ozubeným válcem. Tento válec byl nazván Leibnizovo kolo. [20]



Obr. 21 Skica Leibnizova raného počítačícího stroje

Na obrázku Obr. 21 je zachycen pravděpodobně raný design Leibnizova počítačícího stroje. Na tomtéž obrázku je vidět vstupní mechanismus. Jsou to kruhy, které mají

vepsané sousloví Rota multiplicantes a nacházejí se nejnižše. Zde je nutné zadat koeficienty. Dále následuje výpočetní mechanismus, což jsou tři kruhy uprostřed s vepsaným souslovím Rota multiplicanda, kde je třeba zadat násobitel. Poslední tři kruhy nacházející se nejvýše, jsou kruhy s vepsaným souslovím Rota additionis, kde se zobrazí výsledek násobení. Pohyb ze vstupních kol do výpočetních je přenášen pomocí řetězů. Výpočetní mechanismus je založen na kolu s čepy nikoli na ozubeném válci.



Obr. 22 Detailní pohled na kolo s čepy

Mechanismus kola s čepy je také popsán na náčrtku Obr. 22 z jiného Leibnizova rukopisu, který lépe přiblížil Leibnizův nápad výpočetního mechanismu. Uvnitř kola s čepy je napsáno: „Dens mobile d'une roue de Multiplication“ (posunující se zuby násobícího kola).

Je očividné, že prototyp a první konstrukce kalkulátoru byla založeny právě na jednom z výše uvedených mechanismů kola s čepy.

Na počátku konstrukce prvního prototypu čelil Leibniz stejné překážce jako Pascal. Díky špatné řemeslné zručnosti, nemohl vytvořit jemnou mechaniku potřebnou pro svůj stroj. I přes tento nedostatek se mu podařilo vytvořit první dřevěný dvou číslicový prototyp krokového kalkulátoruⁱⁱ.

V lednu 1673 byl poslán do Londýna na diplomatickou misi, kde předvedl prototyp svého počítacího stroje Royal Society. Demonstrace se pravděpodobně příliš nezdařila. Leibniz přiznal, že jeho stroj nepracoval příliš dobře a slíbil, že jej po návratu do Paříže vylepší.

V jedné ze svých korespondencí Johannu Friedrichovi, Leibniz popsal účel aritmetického stroje jako stroje, který provede výpočty snadno, rychle a spolehlivě. Také dodal, že teoreticky vypočtená čísla mohou být tak velká, jak je třeba ovšem v závislosti na nastavení stroje.

Po návratu do Paříže najal zručného hodináře Oliviera, který dovedl pracovat s jemným mechanismem. Vznikl tak první kovový (mosazný) prototyp stroje. Vypadá to, že první správně fungující kalkulátor byl vyroben až v roce 1685, ale nedochoval se. Stejně tomu bylo i u druhého zařízení z let 1686 – 1694.

ⁱⁱ Krokový kalkulátor je dnešní název. Původní název, jak je nazval Leibniz, byl *Instrumentum Arithmeticum*.

Stroj, který vytvořil, byl zcela odlišný od Pascaline. Uměl násobit a dělit velká čísla bez užití sčítání nebo odčítání. V roce 1676 jej opět předvedl Royal Society v Londýně. Zatím se však jedná o malý stroj s několika číselnými pozicemi.

Není známo, kolik strojů vyrobil. Do dnes se dochovalo velmi málo exemplářů a také replik. Jednu z replik můžete vidět na obrázku *Obr. 23*. Jeden z původních strojů se našel na univerzitě v Göttingenu v roce 1879 při opravě střechy. V současné době existují dva staré stroje, které byly pravděpodobně vyrobeny za Leibnizova života. Jeden je umístěn ve Státní knihovně v Hannoveru a druhý v Deutches Museum v Mnichově. [20]



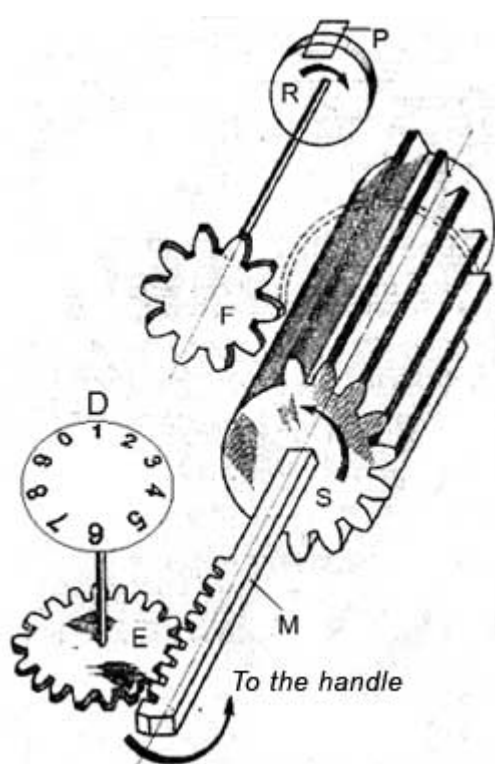
Obr. 23 Replika krokového kalkulátoru

Stroj je 67 cm dlouhý, 27 cm široký a 17 vysoký. Původní stroj byl umístěn ve velké dubové bedýnce o rozměrech 97 x 30 x 25 cm (*obr. 24*). [20]



Obr. 24 Leibnizův kalkulátor v dřevěném boxu

Nyní se podívejme blíže na princip válce s odstupňovanými zuby. Tento válec neboli Leibnizovo kolo byla vskutku převratná novinka a z Leibnizova kalkulátoru



Obr. 25 Princip ozubeného válce

učinila velmi pozoruhodný stroj. Ozubený válec tvořilo devět vodorovných řad zubů. První řada byla dlouhá jednu desetinu délky válce, druhá dvě desetiny, třetí tři desetiny až do devíti desetin délky válce deváté řady. Kalkulátor obsahuje osm těchto odstupňovaných válců, to vše je pak spojeno s centrální hřídelí. Jediné otočení hřídele otočilo všechny válce, které zase otočily kola, jež zobrazovala odpovědi. [21]

Nyní se podívejme na detailnější princip tohoto mechanismu. Použijeme k tomu skicu na obrázku *Obr. 25*.

Ozubený válec (v nákresu označený písmenem S) je propojen se čtyřstrannou osou (M), na které jsou z jedné strany zuby. Na tento pás navazuje ozubené kolečko (E) spojené se vstupním diskem (D), na jehož povrchu jsou napsána čísla od 0 do 9. Jestli-

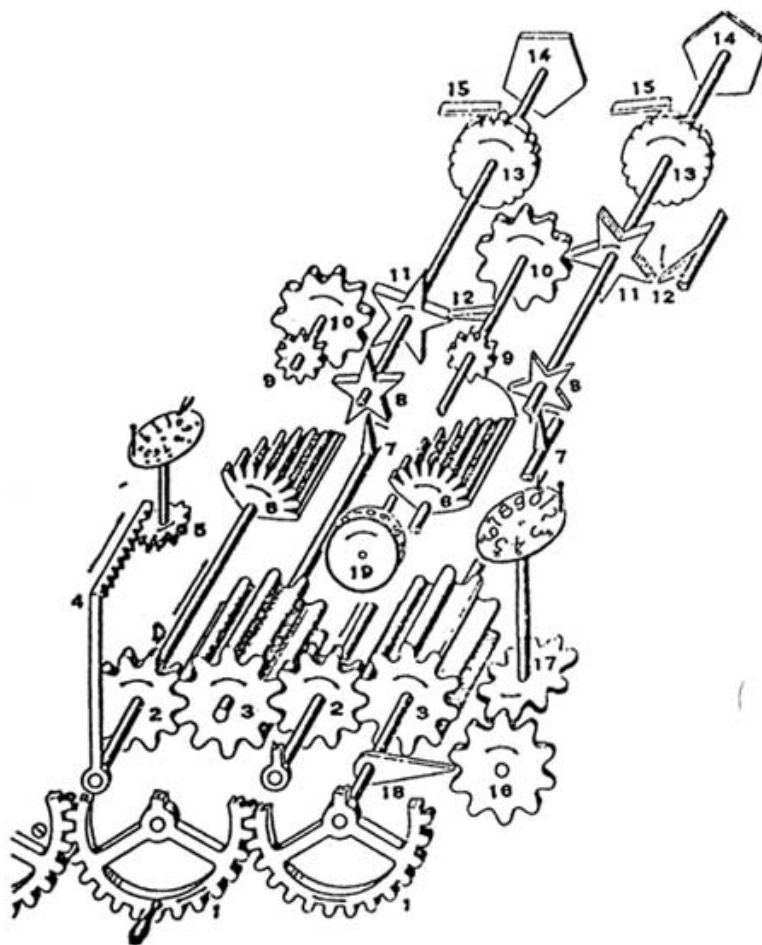
že obsluha otočí vstupním kolem, v otvorech na přední straně mechanismu se zobrazí čísla, a zároveň ozubený válec pohne s ozubeným kolečkem (F), které má 10 zubů. Jestliže válec otočí kolem (F) o celou otáčku, bude se zabývat jiným počtem zubů daného číslem na vstupním disku a kolo (F) bude otočeno o příslušný úhel. Společně s kolem (F) se otočí s ním spojený číselný disk (R), jehož číslice je možné vidět v okně (P) na víku stroje. V průběhu další otáčky válce se na čítač opět přeneše stejné číslo.

Vstupní mechanismus stroje je 8-poziční, to znamená, že má 8 odstupňovaných válců. Zadáním čísla na vstupním kole a otočením rukojeti (tzv. Magna Rota), která se nachází na přední straně stroje, se všechny válce pokaždé jednou otočí a v čítačích se nastaví čísla na příslušné pozice. Výstupní mechanismus je 12-poziční. Výsledek (čísllice napsané na očíslovaném kole) uvidíme v malých otvorech nad vstupními koly. Na obrázku *Obr. 26* na tyto otvory ukazuje bílá šipka s písmenkem O. [20]



Obr. 26 Replika Leibnizova kalkulátoru

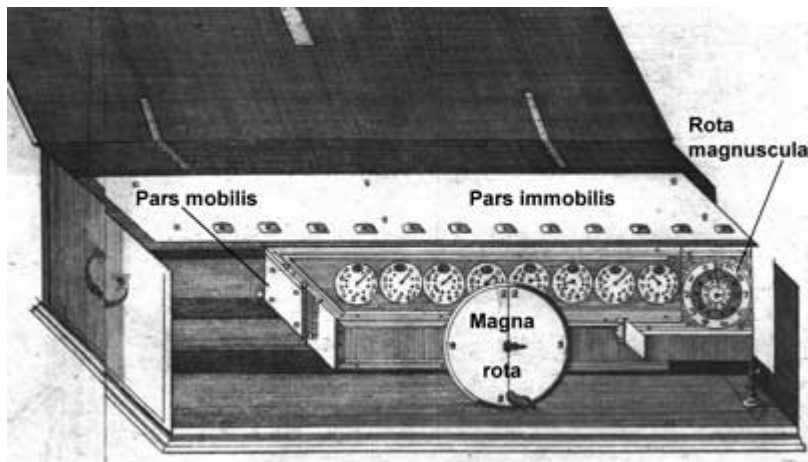
Jeden z hlavních nedostatků Leibnizova kalkulátoru je, že mechanismus desítkového přenosu není plně automatický. Bylo nutné tento přenos uskutečňovat ručně. Následující obrázek *Obr. 27* ilustruje, proč tomu tak je. V náčrtu jsou uvedeny mechanismy dvou sousedních číselných poloh. [20]



Obr. 27 Převodový mechanismus (© Aspray, W., *Computing Before Computers*)

Válce s odstupňovaným ozubením jsou označeny číslem 6, části, které tvoří mechanismus desítkového přenosu, jsou označeny čísly 10, 11, 12, 13 a 14. Je-li proveden přenos, tyč (7) se dá do pohybu společně s hvězdicovým kolem (8). To dá do pohybu osu, na níž je umístěno hvězdicové kolo (11), které dá do pohybu ozubené kolo (10). Ozubeným kolem (10) prochází tyč (12), která se otáčí a pohybuje ozubeným kolem (10) k nastavení další číselné pozice a o jedničku zvýší její číselnou hodnotu. Tímto je proveden přenos. Avšak pohyb přenosu bude v tomto bodě zastaven. Tedy jakmile se vstupní kolo dostane do polohy 9, mělo by dojít k automatickému přenosu na nulu. To se však nestane, neboť tento mechanismus není k dispozici. Nicméně je tu řešení, které je ovšem závislé na ruční obsluze. K mechanismu jsou připojeny pětiúhelníkové disky (14). Ty mají dvě polohy: pětiúhelník je postaven tak, že jeho horní okraj je v horizontální poloze, v tomto případě se ručně provede přenos (Obr. 27 disk umístěný na levé straně); vrchol disku směřuje nahoru, přenos není proveden (Obr. 27 disk umístěný na pravé straně náčrtu). [20]

Mechanismus stroje lze rozdělit na 2 části: horní nepohyblivou část nazvanou Pars immobilis a spodní pohyblivou část zvanou Pars mobilis. Velmi dobře toto rozdělení ilustruje obrázek *Obr. 28*.



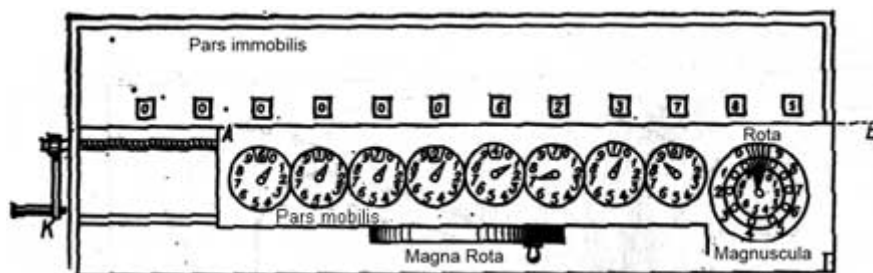
Obr. 28 Vnější skica (na základě výkresu z Leupoldova díla Theatrum arithmetico-geometricum)

Jak na stroji počítat?

Sčítání je velmi jednoduché. První sčítanec se zadá na kolech zobrazujících výsledky (okénko). Druhý sčítanec se zadá na vstupních kolech v Pars mobilis. Poté se jednou zatočí rukojetí (Magna rota) a výsledek si můžeme přečíst v okénkách v části Pars immobilis.

Odčítání lze realizovat podobným způsobem, jen všechny hodnoty se musí vzít z červených odčítacích číslic na kolech výsledků.

Pro násobení obsahuje Leibnizův kalkulátor ještě několik maličkostí. Za prvé je to velký ciferník, který se nachází úplně vpravo dole pod názvem Rota magnuscula. Skládá se ze dvou kruhů a středu. Střed a vnější kruh jsou očíslovány, zatímco vnitřní kruh je obarvený na černo a obsahuje deset otvorů pro vložení čepu. Za druhé se na kalkulátoru na levé straně nachází druhá klika, označená písmenem K, která slouží pro posouvání části Pars mobilis (viz *Obr. 29*).



Obr. 29 Skica kalkulátoru

Při násobení jednociferným číslem se násobenec (první činitel) zadá do vstupních ciferníků v části Pars mobilis. Pro zadání druhého činitele – násobitele, použijeme kolo Rota magnuscula. V něm vložíme čep do otvoru s číslem násobitele a poté jednou otočíme klikou Magna Rota. [20] [21]

Při násobení víceciferným číslem bylo nutné zadávat příslušného násobitele postupně a odzadu. Následující příklad objasní toho násobení.

Budeme-li chtít násobit libovolné číslo číslem 358, tak nejprve libovolné číslo zadáme do ciferníků v části Pars mobilis, poté vložíme čep do otvoru s číslem 8 černého kruhu uvnitř velkého ciferníku a jednou otočíme klikou Magna rota. Tím otočíme černým kruhem, dokud čep nenarazí na zarážku, která se nachází mezi číslicemi 0 a 9. Výsledek po násobení si můžeme přečíst v okénkách v části Pars immobilis. V druhém kroku necháme všechna čísla, tak jak jsou, jen posuneme část Pars mobilis o jedno místo doleva. To provedeme pomocí kliky (K). Jednou s touto klikou otočíme. Poté vložíme čep do otvoru s číslem 5, a opět otočíme klikou Magna rota. Tímto jsme vynásobili libovolné číslo číslem 58 a výsledek si můžeme opět přečíst v okénkách v Pars immobilis. Pars mobilis opět posuneme o jedno místo doleva, čep vložíme do otvoru s číslem 3 a opět otočíme klikou. Tímto jsme libovolné číslo vynásobili zadaným číslem 358, jehož výsledek se zobrazí v okénkách v Pars immobilis. [20] V podstatě je to mechanicky provedené násobení pod sebe na papíře. Mechanismus posouvání pohyblivé části Pars mobilis společně s ozubeným válcem se dostal do mnoha různých kalkulátorů a také psacích strojů. [21]

Dělení se provádí nastavením dělence v oknech s výsledky a dělitel se nastaví na číselnicích. Pak se otočí rukojetí Magna rota a podíl lze přečíst ze středu velkého ciferníku vpravo. [20]

Leibnizovi se podařilo sestavit mnohem lepší stroj, než sestavil Pascal, ale měl jednu velkou nevýhodu a tou nebyla pouhá absence automatického přenosu do

vyššího řádu. Nevýhoda byla, že stroj nefungoval. Leibnizovy ambice předběhli jeho inženýrské dovednosti. Není známo, zda Leibniz vynalezl další stroj, který pracoval bezchybně. Pravděpodobně zůstal u jednoho stroje, který se snažil zdokonalit, protože výroba jednoho stroje byla velmi nákladná. [20] [21]

Kolem roku 1924 se firma Brunsviga pokusila zhotovit repliky Leibnizova stroje. Ukázalo se, že byl problém v kontinuitě přenosů, takže ani tyto repliky nefungovaly. Až v roce 1990 se podařilo N. J. Lehmannovi vytvořit velmi precizní kopii. Díky této replice mohla být dokázána bezchybná funkce Leibnizova konceptu. [2]

1.4 18. století

1.4.1 Jacob Leupold



Obr. 30 Jacob Leupold

Narodil se 22. července 1674 v Planitzu a zemřel 12. ledna 1727. Jeho otec, George Leupold, byl truhlář, soustružník, sochař a hodinář. Matka se jmenovala Magdalena Leupold. Jacob Leupold (*Obr. 30*) byl významný vědec, výrobce nástrojů, fyzik a matematik.

Již od útlého dětství projevoval velký zájem o různé mechanické věci. V roce 1693 začal v Jeně studovat teologii, ale svého zájmu o mechaniku se nevzdal. Navštěvoval přednášky známého astronoma a matematika Erharda Weigela.

Možná z nedostatku peněz odešel z Jeny a šel studovat na univerzitu ve Wittentbergu, ale brzy ze stejného důvodu odešel i z této školy.

Nakonec byl v roce 1696 zapsán na univerzitě v Lipsku, kde se vyučil výrobcem nástrojů a od roku 1698 začal vyrábět glóby, kvadranty, sluneční hodiny, měřicí a rýsovací potřeby. Byl natolik úspěšný, že přerušil studium, aby si postavil vlastní dílnu. Pomáhal navrhovat a stavět řadu nástrojů potřebnou pro studium experimentální fyziky.

V roce 1701 pracoval jako strážný ve vojenské nemocnici George Military Hospital. Získával tak pravidelný příjem, ale neměl tolik volného času pro mechaniku. V tomtéž roce se také oženil s Annou Elisabethou. Měli tři syny a tři dcery. Téměř všech-

ny děti zemřely v útlém mládí až na jedinou dceru. Jeho manželka zemřela také poměrně mladá v roce 1714. V roce 1704 Leupold onemocněl tehdy neznámou nemocí, pravděpodobně měl mozkovou příhodu. Ovlivnila jeho sluch a paměť.

V roce 1714 rezignoval na svou funkci v nemocnici. Místo toho si zřídil obchod s nástroji, kde zaměstnal několik asistentů. Obchod vyráběl jak vědecké tak i hudební nástroje. V tomto období byl také v kontaktu s univerzitou v Lipsku jako mechanik.

V roce 1715 se stal členem Berlínské Akademie věd. Leupold je mj. označen za raného vynálezce vzduchových čerpadel. První čerpadlo navrhl v roce 1705 a v roce 1707 vydal knihu *Antlia pneumatica illustrata*. Jedno jeho čerpadlo získal i Wilhelm Leibniz.

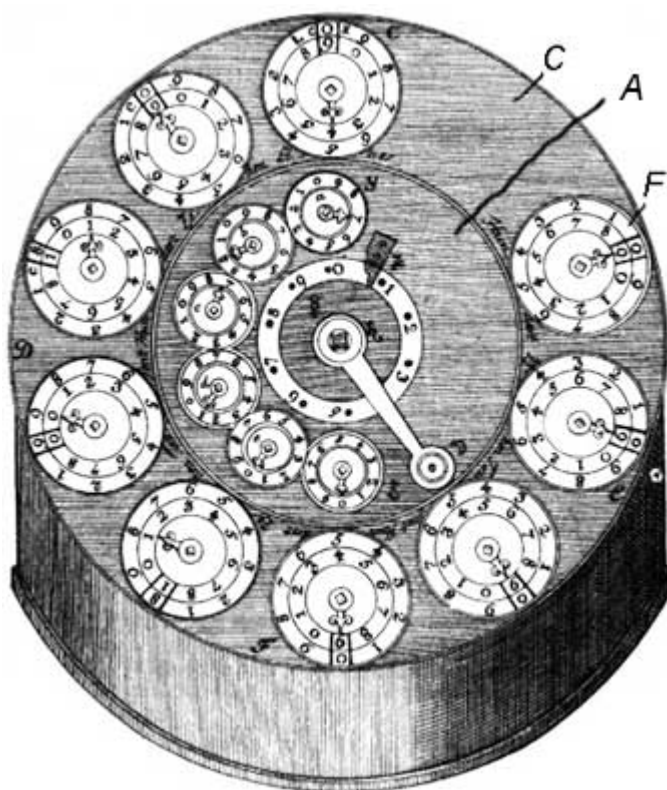
V roce 1720 začal Leupold pracovat na své významné encyklopedii *Theatrum machinarum*. Encyklopedie má 9 svazků. Nachází se v ní ilustrace různých strojů a technologií. Jednalo se o první systematickou analýzu strojírenství ve světě. Encyklopedie byla určena především běžným mechanikům, nikoli vzdělané elitě. Bohužel Leupold nestihl encyklopedii dokončit. Těsně před ukončením osmého svazku vážně onemocněl a v roce 1727 zemřel. [22] [23]

Ve svazku s názvem *Theatrum arithmetico-geometricum* se nachází popisy a ilustrace počítacích zařízení a strojů pánů Kirchera, Grilleta, Leibnize, Poleniho. Nachází se tam také popis Napierových válců a několik Napierových tabulek s výpočty. Zajímavostí je, že se v tomto spisu nenachází Pascalův počítací stroj. Mimo další skutečnosti se v tomto svazku nachází i popis a ilustrace stroje, který vynalezl sám Leupold.

Leupold tento stroj však nikdy nevyrobil, pravděpodobně kvůli jeho brzké smrti (1727). Princip tohoto stroje později využil Anton Braun, ale stejně jako Leupold jej nemohl vyrobit, protože také brzy zemřel (1728). Braunův stroj nakonec vyrobil mechanik Phillippe Vayring v roce 1736.

Popis Leupoldova počítacího stroje

Počítací stroj měl tvar kruhu. Sestával se z 9 větších a 6 menších ciferníků. Uprostřed stroje se nacházel poslední ciferník s čísly 0 – 9 a uprostřed tohoto ciferníku se nacházela klika (viz obrázek *Obr. 31*).

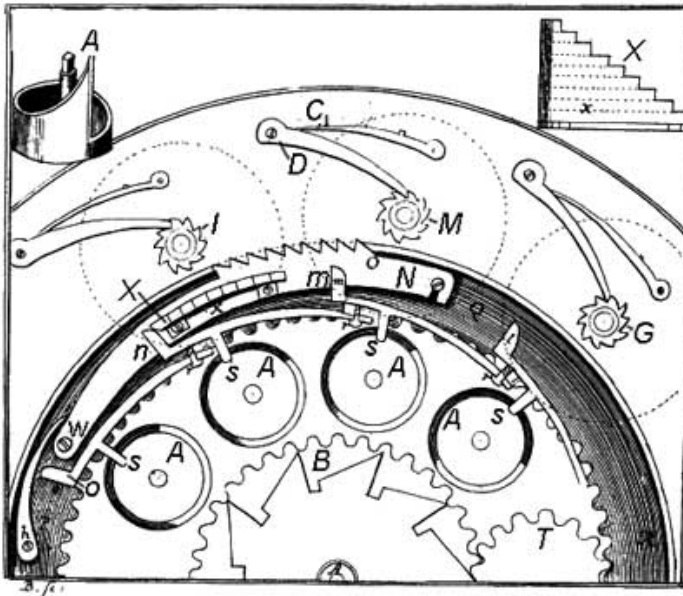


Obr. 31 Leupoldův počební stroj

Čísla se zadávají pomocí 6 malých ciferníků umístěných kolem kliky. Otočením kliky o úplnou otáčku proti směru hodinových ručiček se zadaná čísla ve středovém kruhu přenesou na 6 malých ciferníků. Tyto ciferníky představují jednotky, desítky, stovky atd. Zbývajících 9 větších ciferníků slouží jako výstupní mechanismus, čili na těchto cifernících se zobrazují výsledky (na *Obr. 31* označeny písmenem F). Tyto ciferníky mají dvě stupnice: první se používá při sčítání a násobení, druhá při odčítání a dělení. Čísllice výsledků ukazuje speciální ukazatel – šipka, která se otáčí na ose ve středu ciferníku.

Na stejné ose, na které je umístěna šipka, ale uvnitř stroje se nachází ozubené kolečko s 10 zuby, tzv. stopovací kolečko – mechanismus ráčny (viz obrázek *Obr. 32* písmena G, M, I). Kolečka se otáčejí pouze v jednom směru a to ve směru hodinových ručiček a mohou být zastaveny pomocí malé tyčky D a pružinové tyčky C.

Pohyb ze vstupu (6 menších ciferníků) k výsledku (9 větších ciferníků) se přenáší pomocí pásu N, který obsahuje 9 zubů a otáčí se okolo osy w.



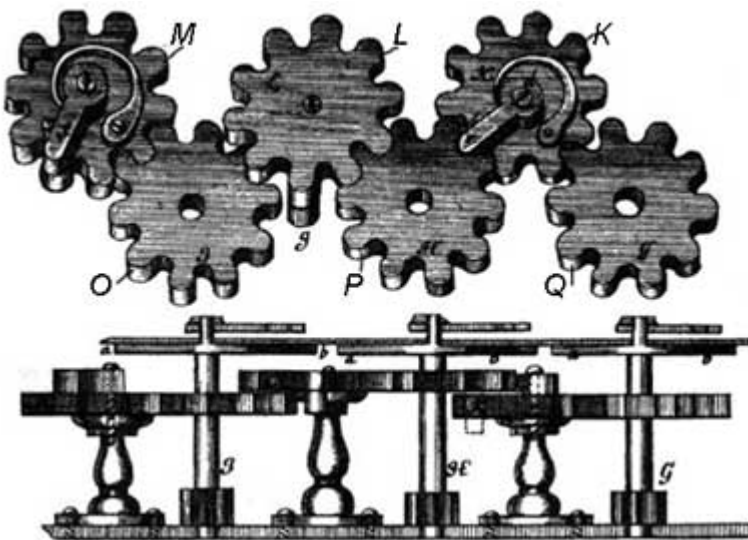
Obr. 32 Vnitřní pohled do Leupoldova stroje

Na pásu N, na jeho ploše, je umístěná tenká deska X. Na obrázku Obr. 32 je její boční náčrt umístěn úplně vpravo nahoře. Má 9 schodů. Tato tenká deska má zvýšit pás se zuby N, který bude pracovat s mechanismem výsledků a otočí ho. Toto se provede takto:

Pod každým ze vstupních kol je umístěn kroužek se spirálou nakloněnou šikmo k hornímu povrchu. Spirála je znázorněna v levé horní části obrázku Obr. 32. Každá poloha ciferníků na vstupu má vystředěnou (excentrickou) tyč (na Obr. 32 označené písmenky m, n, o), která má na své horní části vyboulení, které se dotýká desky X. Další vyboulení se nachází v její spodní části dotýkající se spirálové plochy kruhu. Otočením jednoho z 6 vstupních kol se otočí odpovídající kroužek A, dají se do pohybu i vystředěné tyče (excentry), ty se buď posunou výš, nebo níž v závislosti na jakém schodu desky X se nachází a tím se také dají do pohybu ozubená kola G, M, I.

Ve středu stroje je umístěný pomocný čítač, jehož stupnice se nachází na vrchní desce stroje okolo kliky. Čítač slouží pro počítání otáček rukojeti.

A jak je to s mechanismem desítkového přenosu? Na stejných osách, na kterých jsou umístěny ozubená kola G, M, I, jsou umístěny také kola s 10 zuby O, P, Q. Mezi nimi jsou umístěna přechodová kola K, L, M. Každé přechodové kolo je spojeno s páčkou fixovanou pružinou (d, e, g, j). Na lichých kolech jsou tyto páčky umístěny na vrchní straně kol, zatímco na sudých kolech jsou páčky umístěny pod koly (viz obrázek *Obr. 33*).



Obr. 33 Mechanismus desítkového přenosu

Leupoldův mechanismus se na konci 19. století stal velmi populárním. Do svých strojů jej umístili např. Dietzschold a Büttner. Mechanismus v němčině dostal název Schaltlinke. V angličtině měl tento mechanismus několik názvů switching latch



(spínací zámek), intermittent contact (náhodný kontakt), adjustable pawl (nastavitelná západka) a selectable ratchet (volitelná ráčna).

Na obrázku *Obr. 34* můžeme vidět moderní repliku Leupoldova stroje, která se nachází v Deutsches Museum v Mnichově. [23]

Obr. 34 Moderní replika Leupoldova stroje

1.4.2 Johann Helfrich Müller



Obr. 35 Johann Helfrich Müller

Johan Helfrich Müller (*Obr. 35*) se narodil v Cleve v Německu 16. ledna 1746 do rodiny Lorenza Friedricha Müllera, architekta a inženýra a Marie Magdaleny Josephy. Zemřel 12. června 1830 v Darmstadtu.

Počátky jeho studií započaly v malých soukromých školách. Poté byl poslán na gymnázium v Darmstadtu. Na jaře roku 1762 se stal kadetem dělostřeleckého sboru hessenské armády v Giessenu, kam se jeho rodina přestěhovala.

Když byl ještě na gymnáziu, chtěl se stát malířem, poté na univerzitě chtěl být profesorem matematiky a fyziky. Poté však zjistil, že nejzajímavější povolání pro něho bude povolání inženýra. Tomuto oboru věnoval spoustu času, četl mnoho knih o statistice, hydraulice a mechanice.

V roce 1769 byl dělostřelecký sbor nucen redukovat stav svých zaměstnanců, tím přišel Müller o zaměstnání a musel si hledat nové. Našel je u prince George Wilhelma. Byl zaměstnán jako inženýr. Pro svého pána vytvářel různé architektonické a mechanické konstrukce a zabýval se také různými finančními výpočty.

V roce 1774 se stal stavebním inspektorem v Darmstadtu. Působil také jako poradce při mimořádných událostí (např. povodně). V roce 1778 se vrátil zpět do vojenské služby jako kapitán dělostřelectva, aby se dostal do pozice podplukovníka (1779) a plukovníka (1800).

Johann Müller byl člověk s velmi kreativní myslí. Svě vynálezy začal vytvářet od 70. let 18. století. Prvním vytvořeným vynálezem bylo divadlo pro princovy děti. Bylo vybavené optickými a mechanickými efekty. Později vytvořil sluneční hodiny, vzduchové čerpadlo, vzduchovou pistoli, barometr, zařízení „dálkoměru“ a další. Ale nejzajímavějším zařízením byl určitě jeho početní stroj.

V letech 1776 – 1790 byl architektem v Giessenu. Od roku 1792 až do svého odchodu do důchodu v roce 1820 sloužil jako Homfistr a major v Darmstadtu. Za své úsilí a přínos byl v roce 1810 pasován na velkovévodu hessenského.

V roce 1781 se Müller oženil s Catherine Fabrice Johanettou von Westerfeld. Měli spolu pět dětí, dvě dcery a tři syny. Kromě jedné dcery všechny ostatní děti zemřeli v raném mládí. [24]

Johann Müller je bezesporu zajímavou postavou ve světě mechanických kalkulátorů a to nejen díky svému početnímu stroji, ale díky svému plánu vytvořit difference engine (diferenciální stroj). Dle historických záznamů je možné, že je toto první člověk, který přišel s myšlenkou stroje, který později navrhl Charles Babbage.

Počátkem roku 1780 byl Müller požádán úřadem místního dozorce, aby zkontroloval a přepočítal některé tabulky týkající se objemu stromů. Aby si tento úkol zjednodušil, přišel s myšlenkou účelového stroje. Při vymýšlení tohoto stroje zjistil, že pokud na něm provede ještě několik menších změn, bude umět jeho stroj ještě odčítat, násobit a dělit. Při vymýšlení tohoto stroje narazil na článek o počítacím stroji svého krajana Philippa Hahna, jež se rozhodl použít jako prototyp a pokusit je ho nějakým způsobem vylepšit.

Stroj navrhoval asi tři měsíce. V roce 1782 konečně zadal výkres hodináři v Darmstadtu s poznámkou, že jeho stroj musí být vyroben z kovu. O dva roky později byl stroj vyroben a demonstrován v Akademii věd v Göttingenu, která Müllera jmenovala jako dopisovatele.

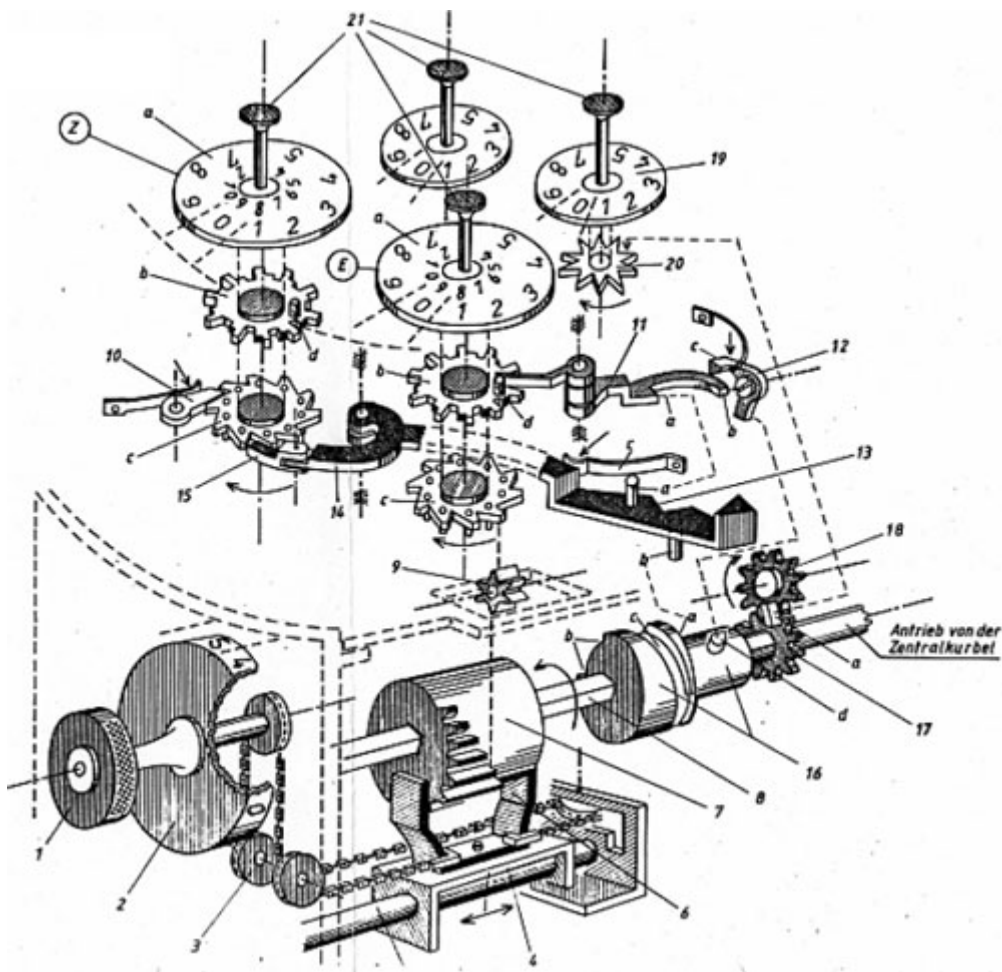
Stroj o průměru 285 mm, výšce 95 mm a hmotnosti 15,4 kg je velmi podobný Hahnově počítacímu stroji. Je uložen v kulatém kovovém pouzdru. Uprostřed stroje se nachází rukojeť a kolem ní množství soustředně uspořádaných ciferníků. Těchto ciferníků je 2 x 14. Princip stroje je založen na Leibnizově odstupňovaném válci. Stroj mohl počítat s 14 číslicemi a jeho čísla a ozubená kola mohla být upravena tak, aby mohl stroj pracovat i s jiným než desítkovým číselným systémem. Obrázek *Obr. 36* ilustruje princip Müllerova stroje.

V porovnání s Hahnovým počítacím strojemⁱⁱⁱ má ten Müllerův tři významná vylepšení:

1. Osy odstupňovaných válců z Hahnova stroje, které se používají pro zadávání čísel, již nejsou nastaveny směrem nahoru (což vyžaduje velkou přesnost), ale jsou nastaveny pomocí otáčejících se číselníků nacházejících se po obvodu stroje. Obsahují čísla 0 – 9.

ⁱⁱⁱ Pokud byste si chtěli prostudovat Hahnův stroj, můžete tak učinit na webových stránkách history-computer.com, kde je tento stroj velmi pěkně popsán. Do této práce jsem ho neuváděla proto, že z hlediska této práce a chronologicky zpracovaných vynálezů je vhodnější Müller a jeho myšlenky.

2. Na osách jsou umístěny pastorky kol s různým počtem zubů. Těmi osy lze snadno měnit. Tyto pastorky poskytují možnost výpočtů v různých číselných soustavách.
3. V mechanismu strojku je zahrnut také zvonek, který zazvoní v případě přečtení během sčítání nebo záporného výsledku při odčítání (jestliže se operátor pokusí odečíst větší číslo od menšího).



Obr. 36 Kresba počítacího stroje (autor Werner Lange)

Müller měl v úmyslu na svém stroji vydělat. Chtěl vytvořit další kopii. Mimoto chtěl ještě také postavit několik jednodušších počítacích strojů pro sčítání a odčítání a doufal, že tyto stroje prodá v Anglii. Tyto myšlenky vylíčil v dopise svému příteli Goergovi Christopherovi Lichtenbergovi, mj. mu v dopisech popsal svůj vynález. Později si velkovévoda Hesse -Dermstadt Ludwig I. koupil první ze strojů za 4000 Guldenů a začlenil jej do své sbírky vědeckých přístrojů.

Müller chtěl, aby se jeho stroj využíval pro výpočty tabulek. Napsal: „Jak snadné bylo opravit a rozšířit logaritmické tabulky.“ Ve skutečnosti však početní stroj později použil pro výpočet sady tabulek *Tafeln der Kubischen Gehalts des Bauholz*^{iv}, které byly publikovány ve Frankfurtu v roce 1788.

V jiném dopise Lichtenbergovi vylíčil typ jiného stroje, který byl schopen tisknout inkoustem výsledky a celý aritmetický postup na papír a který by byl schopen sám sebe zastavit, pokud by došel papír nebo by při tisku došel na konec stránky. Jediné, co by bylo nutné v tomto případě udělat, by bylo otočit nebo vložit nový papír.

Müller nikdy tento stroj nepostavil. Místo toho dále rozvíjel a zdokonaloval svůj nápad a společně se svým univerzálním počítacím strojem jej publikoval v knize vydané ve Frankfurtu a Mohuči v roce 1786. Tuto 50 stránkovou brožuru sestavil Müllerův přítel Philipp Engel Klipstein. Kromě vyčerpávajícího popisu způsobu provozu a designu stroje obsahovala také diskuze o jeho výhodách ve srovnání s ručním výpočtem a obsahovala i podrobný rozpis zahrnutých zvláštních bezpečnostních mechanismů (korekcí). Nakonec pod nadpisem „*Další vynálezy vynikajících počítacích strojů a aritmetický tiskařský stroj*“ byl představen nový stroj. Müllerův stroj uměl (tedy jen na papíře) řešit diferenciál do třetího řádu. V tomto spise však není zmínka o tom, jaké mechanismy by použil, aby dosáhl svého cíle. Nicméně je z tohoto dokumentu jasné, že Johann Müller pojal myšlenku diferenciálního stroje už roku 1786, tedy o téměř 40 let dříve, než byl stroj vytvořen Charlesem Babbagem.

Je známo, že některé kapitoly dokumentu si Babbage nechal přeložit. Otázkou však zůstává, zda byly některé Müllerovy nápady použity pro Babbageovy stroje. [25]

Na obrázku *Obr. 37* můžete vidět repliku početního stroje z roku 1784, která je vystavena v muzeu Paderborn v Německu.

^{iv} Z něm.: Tabulky kubického obsahu dřeva



Obr. 37 Replika početniho stroje z roku 1784

1.5 19. století

1.5.1 Thomas de Colmar



Obr. 38 Thomas de Colmar

Thomas de Colmar (*Obr. 38*), vlastním jménem Charles-Xavier Thomas, se narodil 5. května 1785 ve městě Colmar ve Francii a zemřel 12. března 1870 v Paříži. Do dějin vstoupil nejen jako francouzský vynálezce, ale také jako úspěšný podnikatel v pojišťovnictví a projektant. [26] [27] Byla to také první člověk, jehož patentovaná mechanická kalkulačka měla ve světě velký komerční úspěch. [27]

Jeho otec byl sir Joseph Antoine Thomas, lékař, a matka Françoise-Xavier Ansel.

Jen co Thomas ukončil svá studia, vstoupil v letech 1809 – 1811 do francouzské armády. V roce 1809 se stal generálním pokladníkem pro zásobování

v Portugalsku a Španělsku. Poté se stal generálním ředitelem dodávek armádního velitelství v Seville v roce 1810. Poté byl povýšen na inspektora zásobování pro celou francouzskou armádu.

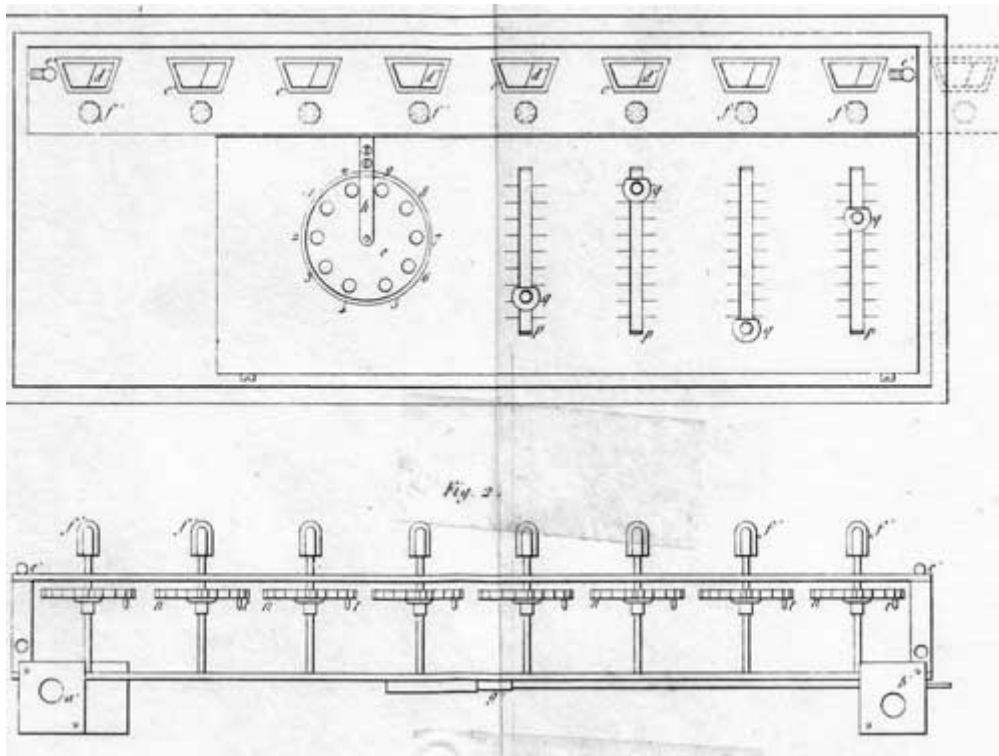
Během svého pobytu s vojsky maršála Soult, kde prováděl velké množství výpočtů, dostal nápad na sestrojení výpočetního stroje. Tato myšlenka ještě zesílila, když založil pojišťovnu Phoenix a později společnosti Soleil (Sun) a Aigle (Eagle), která se pojišťovacích skupinách ve Francii stala číslem jedna. Thomasův obchodní úspěch mu dovolil investovat jak do neziskových organizací, tak do výroby výpočetních strojů.

V roce 1814 se v Seville oženil s mladou ženou z jednoho z nejstarších rodů v Andalusii – s Franciscou (Frasquitou) Garcíí de Ampudia Alvarezovou, která se mu v životě stala jeho věrnou společnicí a dala mu sedm synů a tři dcery.

Thomas byl dokonce několikrát oceněn. V roce 1821 byl jmenován rytířem Řádu čestné legie za svůj výpočetní stroj – Arithmometr. Na to se začal podepisovat jako Thomas de Colmar, v roce 1852 rytířem Řádu Couronne de Chêne. V tomtéž roce se stal velitelem Řádu svatého Řehoře Velikého (Ordre de Saint Grégoire le Grand). V roce 1857 se stal důstojníkem Řádu čestné legie a výčet by mohl pokračovat dále.

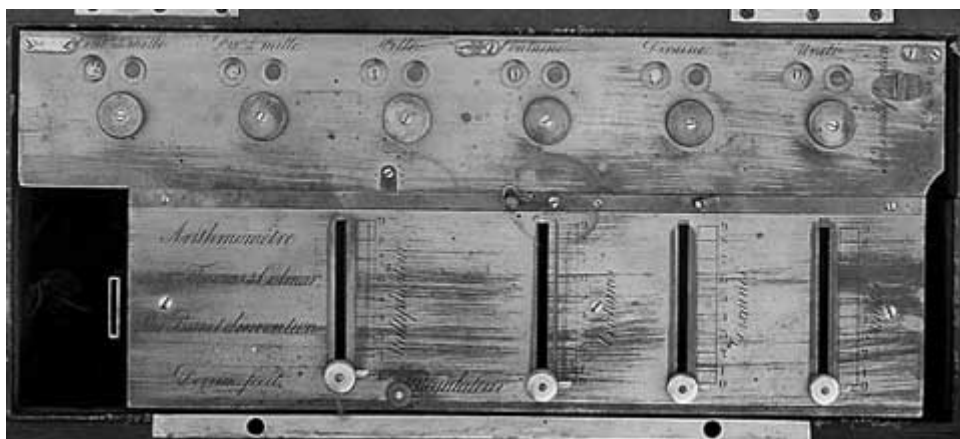
Nicméně jak se zdá, tak byl Thomas úspěšný jak ve svém osobním životě, tak také jako podnikatel a vynálezce. Otázkou je, jak se mu takový úspěch povedl, když jiným před ním se to nepodařilo? Důvody jsou velmi jednoduché. Prvním důvodem byly znalosti. Mnoho vynálezců před ním, zmiňme například Schickarda, Pascala, Leibnize, vytvářeli a zdokonalovali své počítací stroje, tudíž Thomas čerpal právě od těchto vynálezců a technologií, které byly dostupné. Dalším důvodem byl stále se rozvíjející společnost. Ocitáme se v časech průmyslové revoluce, kdy se rozvíjely nejrůznější instituce. Vzniká stále více podniků, vědeckých, vojenských a vládních institucí, které toužily po zařízeních usnadňujících a urychlujících práci. Tak přišel Thomas se svým bezchybným početním zařízením.

Thomas svůj výpočetní stroj nazval Arithmometr a poprvé jej zveřejnil v roce 1820. Na to mu byl udělen pro tento stroj pětiletý patent (viz *Obr. 39*).



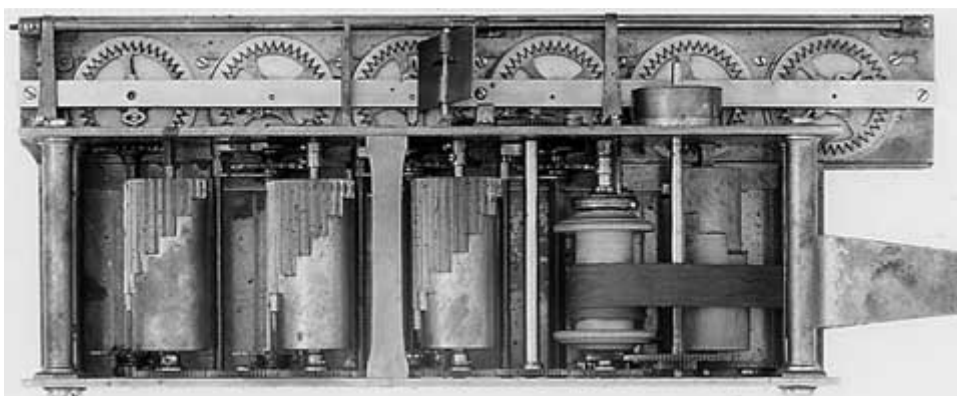
Obr. 39 Skica Thomasova patentu z roku 1820

Mechanismus byl založen na Leibnizově mechanismu – válci s odstupňovanými zuby. Patent ovšem představoval pouze přechodný prototyp, Thomas svoje zařízení neustále zdokonaloval a v roce 1821, kdy jej měl předložit k posouzení *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*^v, se návrh už podstatně změnil.



Obr. 40 nejstarší dochovaný Arithmometr z roku 1822 (pohled zepředu)

^v Z fran. Společnost pro podporu domácího průmyslu



Obr. 41 Nejstarší dochovaný Arithmometr z roku 1822 (vnitřní pohled ze shora)

V letech 1822 až 1878 bylo vyrobeno asi na 1500 strojů (viz obrázek *Obr. 40* a *Obr. 41*), poslední modely stály 500 franků, což na tehdejší dobu byla velká spousta peněz. V Thomasově propagační knize v roce 1855 Jacomy Régnier oznámil, že Thomas investoval do rozvoje arithmometru 300 tis. franků v porovnání s Leibnizem, který do svého stroje investoval 100 tis. franků a Babbagem, kde vládní dotace do jeho stroje činila 17 tis. liber (ekv. 425 tis. franků).

Sériová výroba arithmometru začala až v roce 1851 a byla ukončena kolem roku 1914. 40% produkce bylo prodáno ve Francii a zbytek se vyvážel do celého světa. Až do roku 1878 byla Thomasova „dílna“ jediná v tomto oboru, která dodávala výpočetní stroje do celého světa.

První stroj z roku 1820 měl pásku k vytažení (v pozdějších strojích se místo pásky objevila kliky), druhá řada zobrazování výsledků při odčítání a dělení a převod pro násobení, nastavený pomocí prvního jezdece zleva, což umožnilo „přidat násobek“ jedním „tahem“, a současně ukázat počet otáček výpočetního mechanismu. Stroj měl kapacitu 3 číslic na vstupu a 6 číslic na výstupu.

Druhý model z roku 1848 (*Obr. 42*) už obsahuje kliku, která se nachází na přední straně přístroje. Může se otáčet v obou směrech podle hodnoty násobitele/dělitele. Tento stroj má ještě převod pro násobení. Druhá řada zobrazování výsledků je pryč. Přechod od sčítání a násobení na odčítání a dělení byl proveden pomocí páky. Uvnitř přístroje byl počet odstupňovaných zubů na válci snížen z 18 na 9 zubů. Kapacita zadávaných čísel se zvýšila na 5 čísel a kapacita výsledkových číslic se zvýšila na 10. Každá číselná pozice je znázorněna vždy v jednom okénku, protože přepínání mezi násobením a dělením bylo provedeno pomocí páky (umístěné na

levé straně násobící páky), která měnila směr převodu z početního do výsledkového mechanismu.



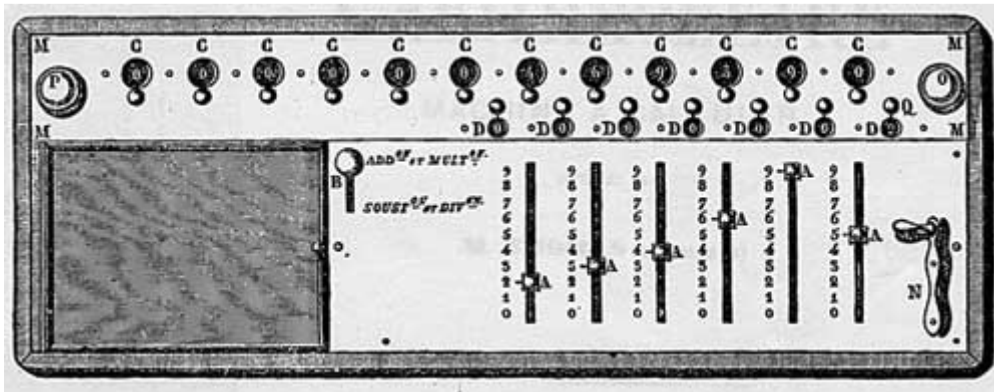
Obr. 42 Thomasův arithmometr z roku 1848

Ve třetí verzi stroje o roku 1858 byl hlavním vylepšením druhý početní mechanismus bez desítkového přenosu (otočný početní mechanismus), který zjednodušil násobení/dělení. Stroj také obsahoval nulovací zařízení, jedno pro všechna okna v mechanismu výsledků a druhý pro všechna okna otáčkoměru. Dříve musely být všechny očíslované disky nastaveny na nulu individuálně otočením knoflíku umístěného pod jednotlivými okny. Nyní je nulovací mechanismus také ve tvaru otočného knoflíku, už je to jen jeden knoflík pro všechna výsledková okna a jeden pro otáčkoměr. Knoflíkem se otočí doprava, dokud ve všech oknech nenaskočí nula. Mechanismus pro vynulování pro výsledková okna je umístěn na pravé straně vozíku, zatímco pro otáčkoměr je umístěn na levé straně.

Ve čtvrtém modelu z roku 1878 jsou jezdcí opatřeni malými pružinami, které, když je jezdec nastaven na určitou číslici, způsobí, že jezdec vklouzne do zářezu naproti té číslici. Podstatně se také zlepšil mechanismus desítkového přenosu.

Princip práce mechanismu arithmometru

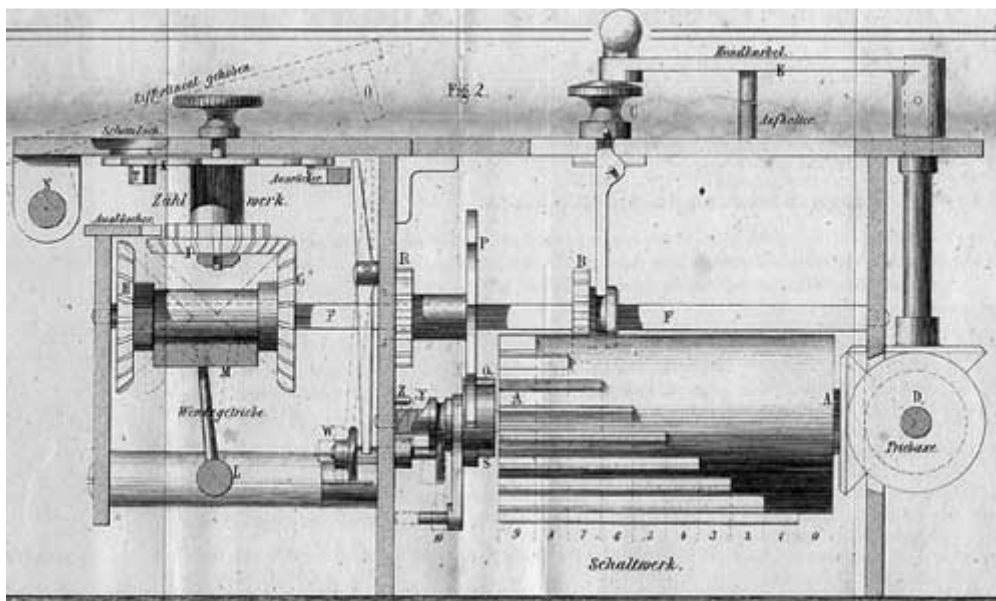
Následuje popis stroje, který je ilustrován na obrázku *Obr. 43*.



Obr. 43 Arithmometr, jak je uveden v návodu k obsluze z roku 1865

Stroj je rozdělen na dvě části, fixní deska s řadou jezdců pro zadávání čísel (A) a pohyblivý vozík, kde se objevují výsledky (M). Číslo, nastavené posuvníkem, je otočením rukojeti mechanicky přeneseno na výsledkové číselníky na vozíku (C). Tento je vytvořen pomocí Leibnizova odstupňovaného válce a tvoří základ všech arithmometrů.

Vnitřní mechanismus velmi dobře ilustruje obrázek *Obr. 44*, dle něhož je uveden následující popis.



Obr. 44 Vnitřní mechanismus stroje z roku 1842

Každý válec (A) obsahuje 9 zubů, jejichž délka se postupně zvyšuje. Válec se zuby je spojen s pastorkem (Obr. 43 písmeno B), jehož poloha je řízena nastavením posuvníku (C). Čím vyšší je číslo, u které se posuvník zastaví, tím větší je počet zubů na válci spojeného pastorkem. Když se rukojeť otočí, otočí se i válec a otočí se také čtvercová hřídel (F) pastorku obloukem úměrným hodnotě nastavené posuvníkem. A je to právě toto otočení, které určí výsledek na číselníku (K) pomocí kuželového kola (G). Jedno otočení rukojeti přidává hodnotu číselníkům výsledků nastavenou posuvníkem neboť násobení je jednoduché opakované sčítání. Například, otočíme-li 8-krát rukojetí násobíme dané číslo 8. Pokud bychom chtěli násobit číslem 38, není nutné otočit 38-krát rukojetí, stačí pouze otočit 8-krát, posunout vozík o jeden krok vpravo a otočit rukojetí ještě 3-krát.

Pomocí zpětného přepínače (B), lze stroj nastavit tak, aby odčítal a dělil. Po stisknutí přepínače se M posune dopředu, odblokuje se kuželové kolo G od I (na ose výsledku, je to číselník K) a u H dojde ke kontaktu s I. Nyní, když se otočí rukojeť, otočí se i hřídel F, I - a tedy výsledkový číselník se otočí v opačném směru a výsledek se tím snižuje. Otočením rukojeti se odečte číslo nastavené posuvníky ze vstupních čísel na výsledkový číselník.

Jako je násobení opakované sčítání, tak i dělení je opakované odčítání s kvocientem uvedeným v menší sadě číselníků na vozíku (Obr. 43 písmeno D). Tyto kvocientové číselníky jsou jednoduché čítače: každé otočení rukojeti navýší číselník, který je v kontaktu s počítacím mechanismem, o jednu jednotku. Kvocientové číselníky jsou také užitečné při násobení, protože poskytují vizuální kontrolu hodnoty násobitele. Nakonec, když je výpočet kompletní, se může vozík s číselníky vynulovat: každá sada číselníků má svůj vlastní nulovací mechanismus provedený kroucením jednoho ze dvou vroubkovaných knoflíků na obou koncích vozíku (Obr. 43 písmena O a P).

Thomas se svým arithmometrem účastnil několika výstav, ale pokaždé z nich vyšel jen s čestným uznáním. Vždy ho předběhl některý z dalších vynálezců. Nakonec se rozhodl vytvořit obří přístroj speciálně pro výstavu (viz obrázek Obr. 45). Byl asi 6 stop dlouhý, vybavený 15 posuvníky a 30 výsledkovými číselníky, provedený ve skvělé stolní konstrukci. Ale ani za tento stroj nezískal medaili, jen čestné uznání.



Obr. 45 Obří „Piano“ stroj z roku 1855

Přestože za dlouhou historii výroby získal Thomasův arithmometr řadu ocenění, byl velmi často zanedbáván na úkor sofistikovaných a moderních přístrojů, které však nikdy na trhu nedosáhly takových výrobních úspěchů jako arithmometr.

Thomasův stroj se stal základem pro mnoho dalších strojů: Burkhardt, Bunzel, Saxonia, Tate-Layton, Archimedes další. [28]

1.5.2 Charles Babbage



Obr. 46 Charles Babbage

Charles Babbage (*Obr. 46*) se narodil 26. prosince 1791 v Londýně a zemřel 18. října 1871. Byl to anglický matematik, filozof, vynálezce a strojní inženýr. [29]

Charles byl vzděláván nejprve doma a poté byl poslán do školy. Jeho dětství bylo poznamenáno chronickou chorobou. V roce 1803 byl poslán do školy v Devonu. Zde pobyl tři roky. Učitel v této škole byl amatérský astronom a v Charlesovi probudil zájem o přírodní vědy a matematiku.

Poté byl poslán do malé školy poblíž Cambridge, kde pobyl několik málo let.

V 16 nebo 17 letech se vrátil domů do Devonu, kde žil se svými rodiči. Díky lektorovi se naučil latinu a řečtinu a také mnoho času strávil samostudiem matematiky. Doslova hltal každou knihu, která se zabývala algebrou. Poté v roce 1810 začal studovat na Trinity College v Cambridge. Potkal zde mnoho přátel, kteří mu vydrželi po celý život. Jeho přáteli byli John Frederick William Herschel, jeden z předních vědců v Anglii 19. století, slavný matematik George Peacock a Edward Ryan, slavný anglický právník. V roce 1812 se tito pánové rozhodli, že založí malý spolek - Analytical Society (Analytická společnost). Jejím cílem bylo představit kontinentální matematické metody konzervativní Cambridge. Na jaře roku 1814 Babbage získal titul B. A^{vi}.

V tomtéž roce se oženil s Georgianou Whitmore. Měli spolu osm dětí, 7 synů a jednu dceru. Do dospělosti přežili pouze tři synové.

V roce 1815 se Babbage stal členem Royal Society. Celá studia ho otec živil. Charles chtěl dokázat otci, že se dovede uživit sám a v roce 1816 požádal o místo profesora matematiky v East India College v Hartfordu, ale bezvýsledně. Místo dostal někdo jiný. Podobně dopadl i s žádostí na místo profesora v Edinburghu v roce 1819. V tomtéž roce požádal místo v Board of Longitude, ale i toto skončilo neúspěchem.

Nakonec v témže roce odcestuje do Paříže na setkání Francouzských vědců, kde dostane první inspiraci pro Difference Engine. Postaral se o ni Baron Gaspard de Prony.

Ke konci roku 1820 byl Charles bez jakékoli práce, ale jak se zdálo, rodina si žila celkem pohodlně.

Prováděl intenzivní matematické výzkumy a publikoval značné množství článků. V přednáškách představil několik svých zjištění společnosti Royal Society, kde se mu povedlo se prosadit.

Vedle jeho celoživotního angažmá na strojích Difference Engine a Analytical Engine se také pohyboval v jiných odvětvích. V roce 1824 byl přizván některými investory k založení životní pojišťovny. V roce 1826 vydal knihu o životě pojišťovnictví – *A Comparative View of the Various Institutions for the Assurance of Lives*. V podstatě se jednalo o příručku, která porovnávala různé pojišťovny tehdejší doby a pomáhala tak lidem vytvářet rozhodnutí, která vyhovovala jejich potřebám.

^{vi} Titul B. A. je akademický titul obvyklý především ve Velké Británii a dalších anglosaských zemích. Lze jej přirovnat k českému bakalářskému titulu Bc. [48]

V roce 1827 se Babbage rozhodl publikovat logaritmické tabulky. Shromáždil všechny dosud publikované tabulky, tam kde se lišily, udělal opravu a vytvořil tak zcela bezchybné tabulky, které pak vydal. Pro tuto práci zaměstnal „armádu“ inženýrů. Jeho tabulky byly přetištěny několikrát i po roce 1900. Tabulky byly sestaveny pro přirozená čísla od 1 do 108 tis. a staly se vzorem přesnosti až do 20. století.

V roce 1828 byl Charles jmenován lukasiánským profesorem matematiky v Cambridge. Byla to pro něho veliká pocta, protože toto místo před ním zastával Isaac Newton. Funkci zastával deset let.

Babbage byl velmi čínorodý člověk a každou zkušenost, kterou získal, dokázal vhodně využít. Například ze svých návštěv dílen a továren v Anglii i na kontinentu se snažil vyvodit obecné principy. V roce 1832 tyto principy sestavil do více než 30 kapitol své knihy o ekonomice strojů a výroby – *On the Economy of Machinery and Manufactures*. Tato kniha byla tak úspěšná, že byla opakovaně citována Marxem v knize *Capital* a Johnem Stuartem Millem v knize *Principy politické ekonomiky*.

V průběhu 30. let 19. století se více zapojil do rozvoje činnosti železniční dopravy. Se svým synem Herschelem vytvořil speciální zařízení, něco jako černou skříňku, která měřila rychlost vlaku a jeho stupeň vibrací.

Zbytek Charlesova života byla rutina. Ráno a odpoledne se věnoval psaní nebo práci na analytickém a diferenciálním stroji, večery pak trávil večeremi, po kterých následovaly večírky, hry nebo opera.

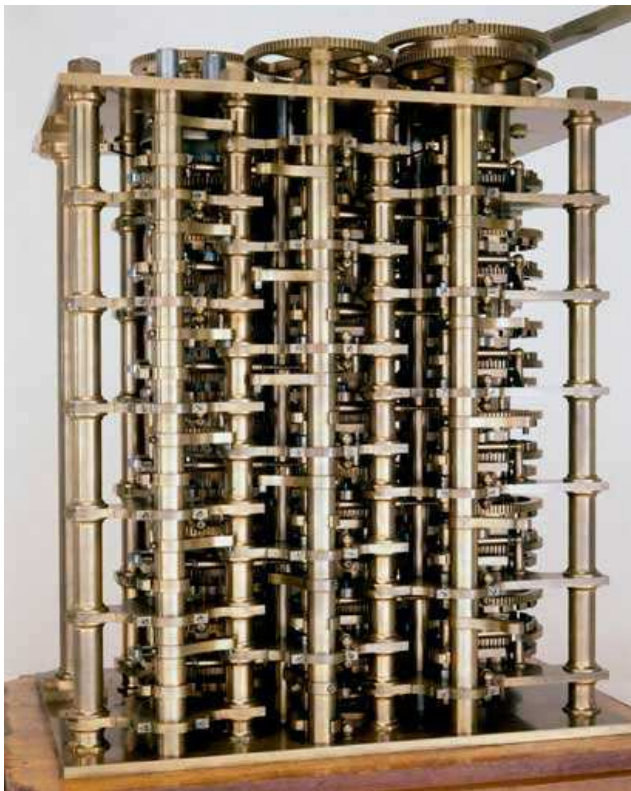
Postupem času si uvědomoval své stáří a rozhodl se sepsat sbírku vzpomínek. Jeho autobiografie vyšla v roce 1864 pod názvem *Passages from the Life of a Philosopher* (Pasáže ze života filozofa).

Není pochyb o tom, že Babbage byl vynikající génius, který si zasloužil titul otce počítače. Jeho diferenciální stroj byl velmi sofistikovaný specializovaný počítačový stroj. Ale nebyl v podstatě ničím ve srovnání s analytickým strojem. Babbage se odvážil navrhnout univerzální počítač, kterým o 100 let předběhl svou dobu. V jeho době nebylo možné tento stroj vyrobit, neexistovala tolik potřebná technologie, kterou tento stroj přímo vyžadoval.

Přes všechny jeho úspěchy zemřel jako životem zklamaný a zahořklý muž, protože se mu nepovedlo dokončit své stroje. Jeho mozek uložen v Science Museum v Londýně. [31]

Difference Engine

Nejprve to začalo jako myšlenka, sen. Přemýšlel o stroji, který by dokázal rychle a přesně počítat. V roce 1820 se rozhodl nezůstat jen u myšlenky onoho stroje, ale pustil se i do nákresů. Konstrukce stroje, který nazval Difference Engine (diferenční či diferenciální stroj viz *Obr. 47*), mu trvala dva roky. Stroj obsahoval 96 koleček na 24 osách. Byl vybaven hodinovým mechanismem, který zprostředkoval vlastní výpočty a přes mosaznou destičku s číslicemi umožňoval tabulky s výslednými ciframi tisknout. Stroj vzbudil v Royal Society velký zájem. Díky tomuto zájmu získal od ministerstva financí grant ve výši 7 500 liber. V té době to byla obrovská suma. Royal Society tehdy předsedal chemik Humphry Davy, zakladatel elektrochemie, který byl Babbageovi nakloněn. Na vyšších místech se za něho ovšem přimlouval jiný vlivný muž a to vévoda Wellington, jenž u Waterloo porazil císaře Napoleona. Vévoda Wellington měl o tomto stroji poněkud jinou představu. Využil by jej pro vojenské účely, zejména pro pozemní a námořní dělostřelectvo a navigaci. Přišel s prohlášením, že počítačací stroj je součástí národní obrany a prosadil tak Charlesovu myšlenku na vládní úrovni. [33]



Obr. 47 Část Difference Engine z roku 1832

„V současnosti nám může připadat podivné, že se o něco takového zajímalo námořnictvo, důvod je však ve skutečnosti prostý: při námořní navigaci se tehdy používaly tabulky udávající polohy hvězd na obloze v závislosti na zeměpisné šířce a na čase. Tyto tabulky se počítaly ručně, a proto obsahovaly obrovské množství chyb, které mohly způsobit – a také způsobovaly – ztroskotání lodí.“ [34]

Cesta k výrobě tohoto stroje nebyla zrovna jednoduchá. První verze obsahovala aritmetickou jednotku s 1000 ozubenými kolečky a datovou paměť pro 1000 padesátimístných čísel. Zařízení bylo poháněno parním strojem. Důležitou součástí výpočetního zařízení byla řídicí část s programem činnosti, který byl zapsán na řetězci papírových děrných karet. Inspiraci děrnými kartami pojal Babbage u Josepha Jacquarda, jenž děrované karty používal jako vzory pro své tkalcovské stavy.

Aby mohl diferenční stroj spatřit světlo světa, bylo nutné vyřešit řadu problémů, které s sebou nesla tehdejší doba. Jednak byl problém v přesném opracování materiálu, dalším problémem byl jazyk, ve kterém měl stroj pracovat, a poslední problémy souvisely s jeho výpočetní funkčností.

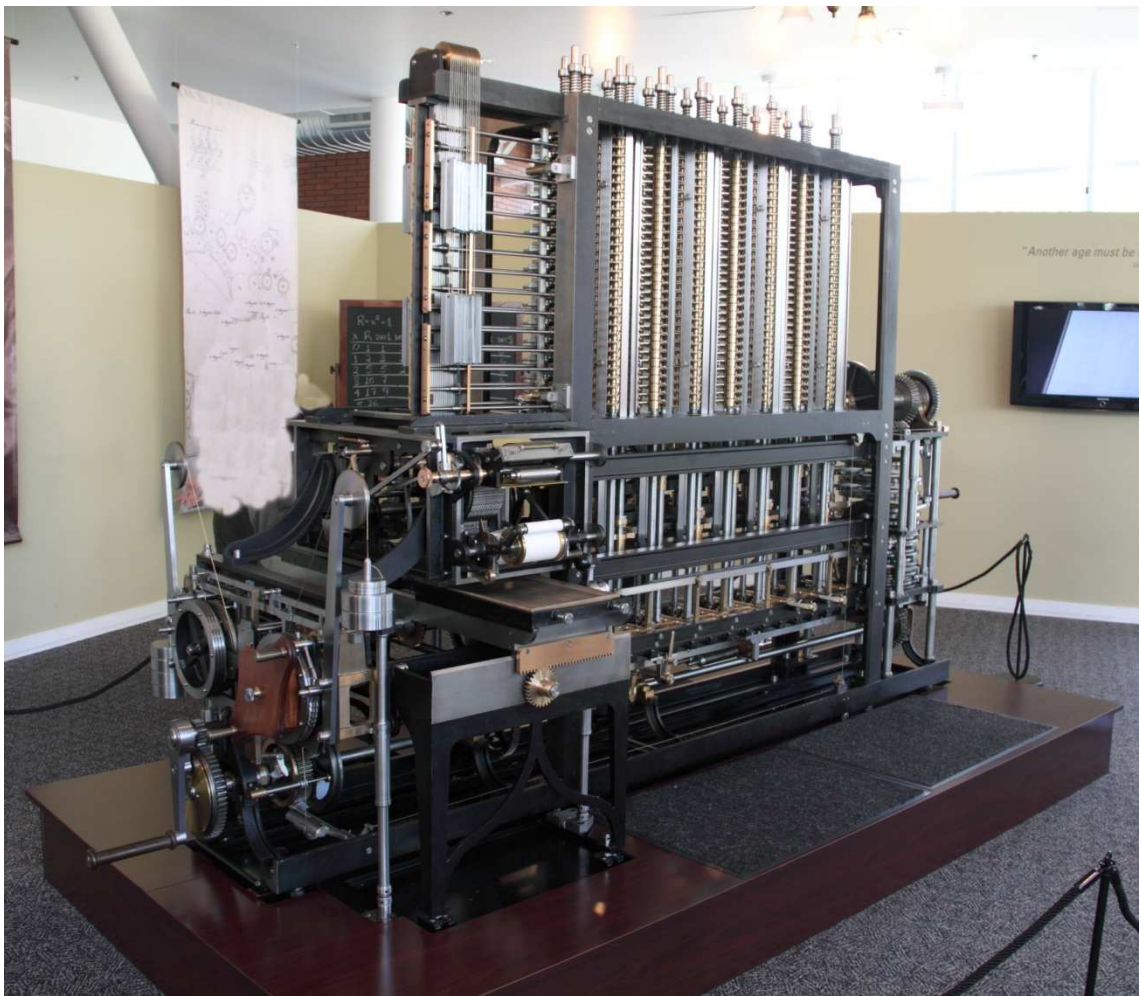
Co se týče programovacího jazyka stroje, vyvinul Babbage vlastní jazyk: jakousi kombinaci čísel a typografických znaků, s jejíž pomocí chtěl stroj programovat, protože běžný jazyk byl pro tyto účely rozvláčný, komplikovaný a mnohdy nelogický.

Další problém byl materiál a jeho opracování. Vzhledem k tomu, že se nacházíme v době litiny a mosazi, nebyl zrovna jednoduchý úkol tyto materiály opracovat tak, aby obrobky vyhovovaly Babbageově požadavku. Technici prostě nebyli schopni sestavit ozubená kolečka s takovou přesností. Nakonec Babbage našel řemeslníka, který byl schopen dosáhnout kvality, kterou Charlese potřeboval. Byl jím Joseph Clement. Kvůli tomuto požadavku byl nucen vyvinout nové speciální obráběcí nástroje, novou technologii přesného obrábění. Díky tomuto se stal Clement předním evropským výrobcem obráběcích nástrojů. Nicméně ani s jeho umem se nepovedlo uvést diferenční stroj do chodu. V roce 1833 se Babbage s Clementem pohádali o zdánlivě banální věc. Babbage chtěl přesunout Clementovu dílnu blíže ke svému domovu. Výsledkem byla ukončení spolupráce, zastavení veškeré práce a roztavení 12 tisíc součástek a v neposlední řadě zklamání vlády z neúspěšné investice. Vláda totiž tomuto projektu věnovala 17 500 liber. [33] [34] [35]

Stroj dokázal vypočítat hodnoty pro téměř jakoukoli polynomickou funkci. Využívala se metoda konečných rozdílů. Díky této metodě se bylo možné vyhnout potřebě násobení a dělení. Rovnice je možné zjednodušit na sérii sčítacích operací, po-

mocí první, druhé ... derivace, která je pak pro každý krok stejná. Derivace se pak musela nastavit ručně na základě ručního výpočtu. [30][35]

Stroj se podařilo sestavit až o 182 let později v roce 2002. První stroj, který byl vytvořen, je umístěn v Muzeu přírodních věd v Londýně. Muzeum kromě tohoto stroje vlastní i pozůstalost po Charlesu Babbageovi. Druhý pětistupňový kolos je umístěn v Computer Museum v Kalifornii. Jeho rekonstrukci si objednal Nathan Myhrvold z firmy Microsoft. Jeden stroj obsahuje přes osm tisíc součástek a všechny tyto součástky jsou mechanické.



Obr. 48 Replika Difference Engine umístěná v Computer History Museum v Mountain View California

Stroj umí ovládat jen několik málo lidí. „Není to jen tak, točit klikou. Je to umění. Někdy se soukolí zasekne a je potřeba celý výpočet přerušit, součástky odblokovat a pak počítat znovu,“ vysvětluje bývalý učitel matematiky ve Stanfordu a nadšený průvodce v kalifornském muzeu a jeden z těch, co stroj umí ovládat.

Při rekonstrukci vědci vycházeli z originálních nákresů. Analýze podrobili také součástky, které Babbage využil při stavbě svého stroje, aby získali jasnější představu o tom, jakým způsobem byly součástky vyrobeny. Tam, kde chyběly přesné nákresy, využili vědci poznámky tehdejších hodinářů a řemeslníků. Součástky byly vyrobeny metodami 19. století. Jedna součástka však byla vyrobena dnešními metodami. Jednalo se o součástku, která sloužila ke správnému převádění desítek. Často se lámala a její spotřeba byla ohromná, proto jako jediná byla vyrobena současnými technologiemi. [35]

Analytical Engine

O analytickém stroji Babbage přemýšlel ještě před tím, než navždy ukončil výrobu diferenčního stroje. V roce 1837 již navrhl první univerzální mechanický počítač, který pracovníčně nazval Analytical Engine – analytický stroj. Nikdy však tento stroj nedokončil kvůli konfliktům s jeho hlavními inženýry a nedostatečnému financování. Dokončit tento stroj bylo možné až v roce 1940. [36]

První výkresy analytického stroje byly vytvořeny v září 1834. Existuje více než dvě stě detailně vyvedených kreseb stroje a jeho částí a navíc nakreslených v měřítku. Pracovali na nich velmi kvalifikovaní kreslíři. Byla to velmi nádherná a také nákladná práce. K dispozici je také více než 400 značení různých částí, využívající Babbageův systém mechanické notace. [38]

Analytický stroj obsahuje aritmetickou jednotku, nazvanou mlýn. Tato jednotka je schopná provádět všechny čtyři aritmetické operace, porovnávání a výpočet druhé odmocniny. Dále obsahuje úložiště (paměť) schopné pojmout až 1000 padesátimístných čísel, vstupní a výstupní zařízení využívající děrné štítky a operační jednotku řízenou programem zapsaným na děrných štítcích. Na výstupu měla být tiskárna a zvon. Ve své podstatě se jednalo o první Turing-kompletní^{vii} stroj.

Stroj pracuje s čísly o základu deset a s pevnou řádovou čárkou. Kromě základních početních operací měl být stroj schopen řešit i algebraické a numerické rovnice, vyhodnotit výsledky a podle nich pak samostatně měnit průběh dalšího výpočtu. Aby toto mohl realizovat, navrhl Babbage systém tří programovacích karet, opatřených děrováním^{viii}. Jednalo se o operační kartu, která dodávala instrukce stroji

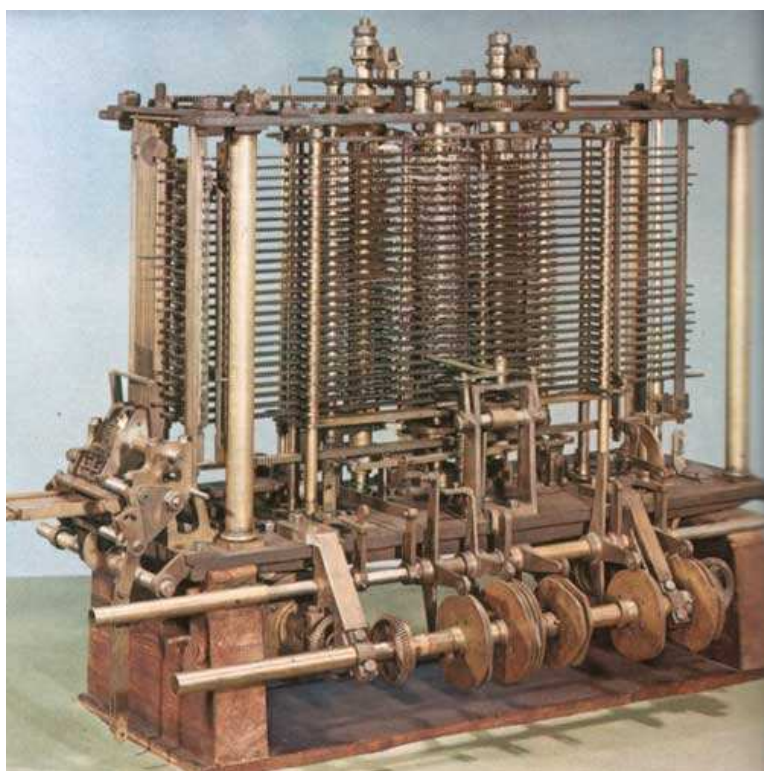
^{vii} Turing-kompletní nebo turingovsky kompletní je stroj (počítač) nebo programovací jazyk, který má stejnou výpočetní sílu jako Turingův stroj, což je teoretický model popsáný Alanem Turingem, který se skládá z procesorové jednotky, tvořené konečným automatem, programem a pravostranně nekonečné pásky pro zápis mezivýsledků. [39] [40]

^{viii} Tyto karty byly předchůdkyněmi Hollerithových karet a paradoxně byly mnohem dokonalejší než ty, které Hollerith využil při sčítání lidu v USA. [37]

(zastupovala jakýsi operační kód). Další karta byla číslicová, která obstarávala informace o hodnotě čísel, a třetí variační karta zprostředkovávala druh výpočtu. Každý druh karet byl rozlišený svoji velikostí a také měl každý druh svoji samostatnou čtečku. [36] [37]

V analytickém stroji byl použit vlastní programovací jazyk, který se velmi podobal dnešnímu jazyku symbolických adres.

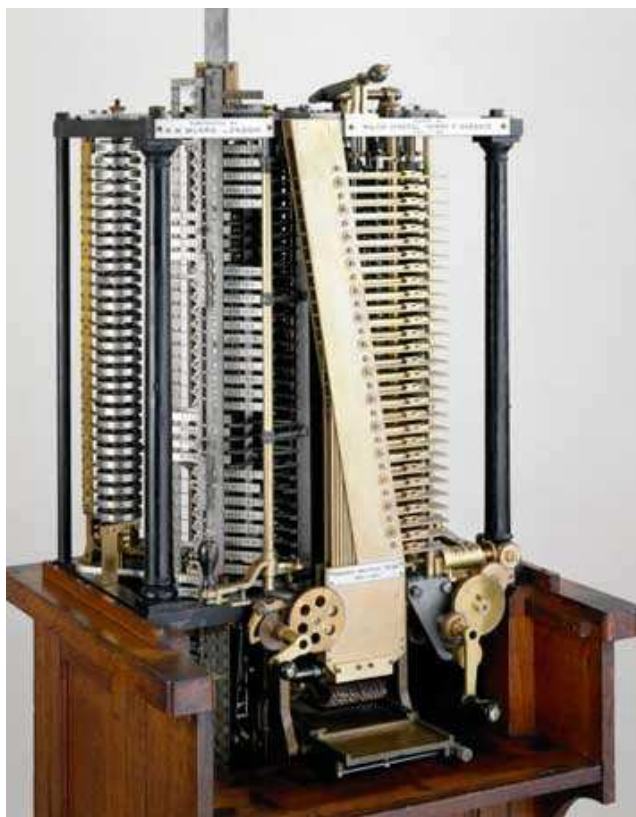
V roce 1842 napsal italský matematik Luigi Menabrea článek ve francouzštině, který popisoval Babbageův stroj. Babbage sám se s tímto matematikem setkal na svých cestách po Itálii. V roce 1843 Augusta Ada King, hraběnka z Lovelace, dcera romantické básníka Gordoba Byrona, přeložila tento článek a opatřila jej značnými poznámkami. Objevují se tam poznámky o algoritmizaci, zavedla pojmy jako podmíněný a nepodmíněný skok, cyklus a podprogram. Díky těmto poznámkám byla nazvána prvním počítačovým programátorem. V jejich poznámkách se také objevil způsob, jak vypočítat Bernoulliho čísla pomocí analytického stroje. Ona nejenom, že spolupracovala na Babbageově stroji, ale také přiměla svého manžela, aby projekt Analytical Engine finančně podporoval. Když Augusta zemřela, byla to pro Babbage velká rána. Nicméně se poté snažil najít jiné sponzory, a přesto, že objížděl se svým synem různé průmyslové výstavy a podniky celé Evropy, nepodařilo se mu oslovit jediného podnikatele či finančníka. Nikdo o tento stroj neprojevil zájem. [36] [37]



Obr. 49 Model mlýny analytického stroje konstruovaného asi v roce 1870

V roce 1847 ukončil práci na návrhu analytického stroje a vrátil se k návrhu diferenciálního stroje II. Využil vylepšené a zjednodušené aritmetické mechanismy vytvořené pro analytický stroj. V roce 1857 se opět vrátil k návrhu analytického stroje. Logický návrh byl poněkud zjednodušený, ale co je důležité, byly navrženy mnohem jednodušší a levnější metody pro implementa-

ci základních mechanismů. Babbage postavil mnoho experimentálních modelů mechanismů. V roce 1871, v době kdy Charles Babbage zemřel, byl k dokončení tohoto stroje velmi blízko. Světlo světa spatřil model jednoduchého mlýnu a tiskového mechanismu (viz obrázek *Obr. 49*). [38]



Obr. 50 Část mlýnu a tiskový mechanismus analytického stroje, zkonstruované Henrym Babbagem

Po smrti Charlese Babbage se pokusil tento stroj sestavit jeho syn, Henry Prevost Babbage. Postavil experimentální čtyř-funkční kalkulačku pro mlýn (*Obr. 50*) analytického stroje a dokončil ji v roce 1910. Součástí této kalkulačky byl i tiskový přístroj. Jak se zdá, tak stroj nikdy správně nefungoval. Navíc tato část stroje nebyla programovatelná a neměla úložiště. Henry se rozhodl, že nebude pokračovat v originálním návrhu analytického stroje svého otce, místo toho vytvořil ručně ovládaný stroj pro sčítání, odčítání, násobení a dělení. [36] [38]

Obrázky této části stroje bývají někdy chybně označeny jako celý mlýn, nebo dokonce celý stroj. Stroj na obrázku *Obr. 50* Henryho Babbage je umístěn v Science Museum v Londýně. [36]

Projekt Analytical Engine nebyl za Babbageova života nikdy dokončen. Toto dokázal až v roce 1853 švédský právník Georg Scheutz a jeho syn Edvard. [38]

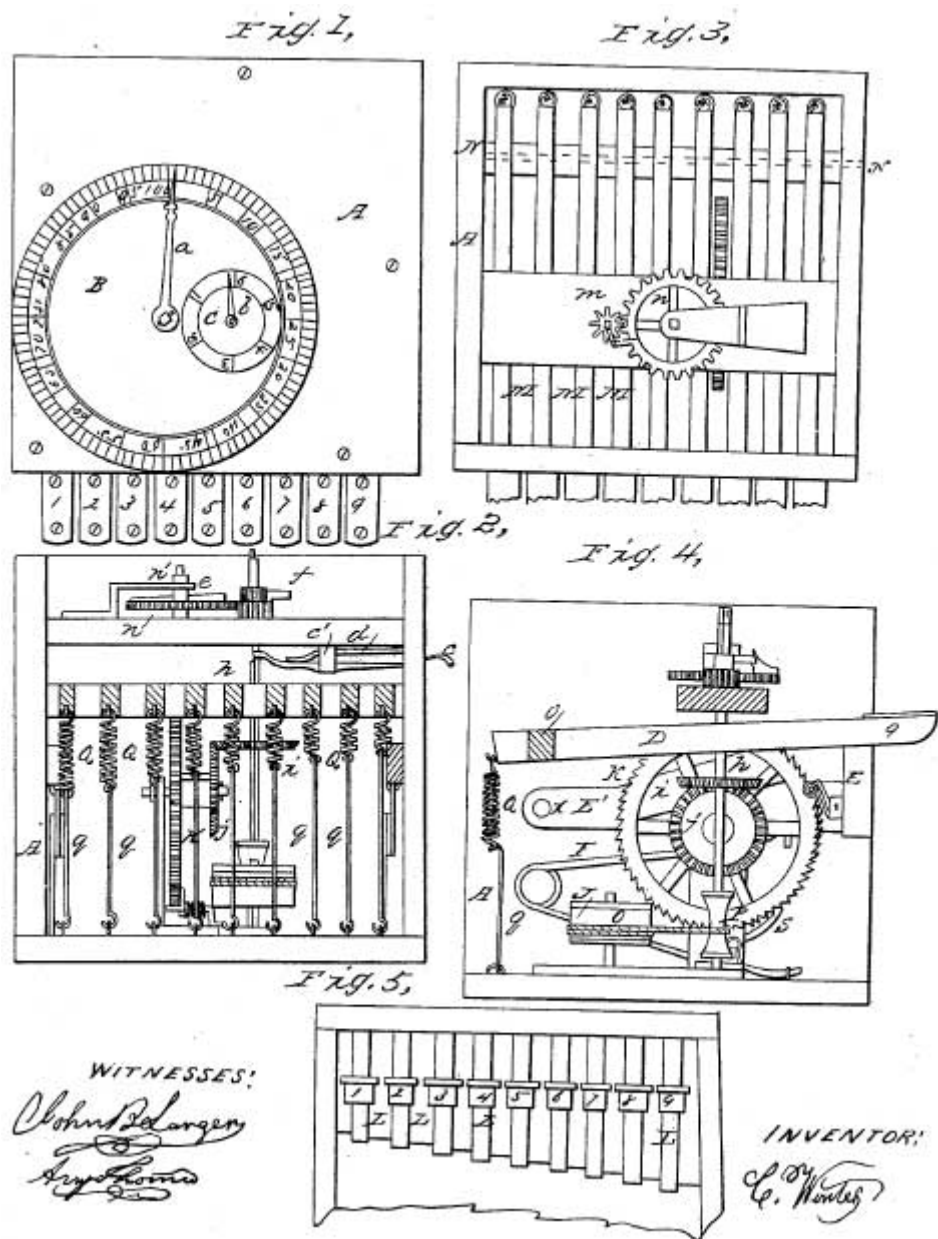
Další repliku tohoto stroje sestrojila skupina britských mechaniků v roce 1960 podle dochovaných nákresů. Řetězec karet pro tkalcovské stavy nahradili dřernými štítky, používanými v té době při zpracování dat. K překvapení všech účastníků experimentu stroj fungoval. Součet dvou čísel trval přesně podle Babbageových výpočtů jednu vteřinu, násobení a dělení necelou minutu. [37]

1.5.3 Caroline Winter

Caroline Winter byla pravděpodobně jediná žena v historii, která sestrojila počítací stroj. Ani o této ženě není k dispozici mnoho informací. Víme jen to, že byla dcerou Johna Wintera, zemřela 6. listopadu 1875. Byla vedena v obchodních adresářích ve městě Piqua (stát Ohio, USA) v letech 1859 – 1860 a v letech 1860 – 1861 byla vedena jako hlavní majitelka obchodu v Piqua.

Vytvořila sčítací stroj, pro který 12. dubna 1859 získala tři americké patenty (*Obr. 51*). Je pravděpodobné, že je to čtvrtý klávesový sčítací stroj v USA (po strojích Parmelee, Castle a Nutz) a šestý na světě (po strojích Torchiho a Schwilgué).

Caroline vymyslela tento stroj pro to, aby usnadnila nudné a zdlouhavé výpočty ve svém obchodě. V patentu se píše: „Je vidět, že čísla mohou být sečtena rychle a vždy s perfektní přesností.“ Svědky jejího patentu byli Augustin Thoma a John baptista Larger, jež měli na jejím patentu také zájem. Oba dva byli obchodníci. Pan Larger byl bohatý obchodník, který byl jako mladý člověk zabit v občanské válce v roce 1862. Pan Thoma byl zakladatel úspěšného klenotnictví v Piqua, jež provozovali jeho potomci až do roku 2010. Navíc pan Thoma byl šikovný klenotník a hodinář a tak je možné, že se nějakým způsobem podílel na výrobě stroje Winterové.



Obr. 51 První strana z patentové kresby stroje Caroline Winterové

Na rozdíl prvních klávesových strojů ten Winterové přežil až do současnosti a to díky tomu, že při podávání žádosti o patent, bylo nutné vytvořit i funkční model. V současné době byl kolem roku 2000 majetkem akce Team Breker v Kolíně (Německo) a byl prodán v aukci v roce 2009 za 46 480 dolarů specializovanému evropskému muzeu.



Obr. 52 Pohled zepředu (© 2009 by Auction Team Breker, Koeln, Germany)



Obr. 53 Pohled na zadní stranu stroje (© 2009 by Auction Team Breker, Koeln, Germany)

Velikost stroje je 27 x 22 x 25 cm. Stroj je vyroben z dubového dřeva se slonovinovými klíčovými závitníky a dvěma číselníky na vrchní straně stroje. Základní část vnitřního výpočetního mechanismu tvoří kolo se západkou (viz *Obr. 51* písmeno K), které je opatřeno 100 zuby, kuželovým kolem j a i, se západkami s a z, šňůrou o a řemenicí P. Velký číselník je rozdělen na 100 dílků, zatímco menší číselník C je rozdělen do 6 dílků. Výpočetní kapacita stroje je až do 699. [41]

1.5.4 Willgodt Odhner



Obr. 54 Willgodt Theophil Odhner

Willgodt Theophil Odhner (*Obr. 54*) se narodil ve Westby v severní provincii Wärrmland ve Švédsku 10. srpna 1845 a zemřel 2. září 1903. Byl to švédský mechanik a vynálezce. Jeho otec Theophil Dynamiel Odhner zemřel poměrně brzy v 46 letech a jeho matka Frederika Sofia Wall se musela o Willgodta a jeho pět sourozenců postarat sama.

V letech 1854 – 1856 Willgodt navštěvoval školu Karlstad. Poté se odstěhoval do Stockholmu, kde pracoval v obchodě s lampami svého strýce Arona Odhnera. V září roku 1864 Willgodt imatrikuloval na Kungliga tekniska högskolan (Královský institutu technologie ve Stockholmu) z praktické mechaniky a mechanické technologie.

V roce 1868 byla ve Švédsku špatná finanční situace a bylo těžké najít práci, proto se Odhner rozhodl, že zkusí své štěstí v Petrohradě v Rusku. Neznal slovo rusky a v kapse měl jen 8 rublů. Docházel na švédský konzulát, kde mu tamní sekretář Damberg, který se později stal konzulem, zařídil práci v malé mechanické dílně Macpherson. Dostával 1, 1 rublů denně. Po několika měsících změnil práci. Začal pracovat pro svého krajana Ludviga Nobela, jednoho z nejvýznamnějších členů Nobelovi rodiny. Byl to pozoruhodný inženýr, známý podnikatel a humanista. Odhner pracoval v jeho továrně na výrobu pušek. Doba, po kterou Odhner pracoval u Nobela, byla důležitá pro jeho pozdější kariéru. Odhner v tomto zaměstnání velice rychle postupoval vpřed, nejprve se stal mistrem a později předákem.

V roce 1871 se oženil s Almou Skånberg, měli spolu 8 dětí. Jejich život nebyl zrovna jednoduchý. Po jejich svatbě, neměli takřka žádné finance, kdyby jim jeho tchýně nevypomohla malým obnosem, neměli bezprostředně po svatbě co jíst. Byť byl Odhner technickým géniem, nebyl zrovna hospodárný. Měl problém s výdaji jeho rodiny a později měl problém platit svým zaměstnancům.

Svůj Arithmometr pravděpodobně navrhl v roce 1874 a dokončil jej v roce 1875. Kalkulačku začal vyrábět v Nobelově továrně. Po zahájení výroby se Odhner setkal s mnoha problémy a to jak osobními tak úředními. Jeho vztahy s řediteli továrny byly docela špatné. Odhner se musel zadlužovat, aby měl na živobytí. Politická a ekonomická situace v Rusku nebyla nejlepší, protože se Rusko dostalo do otevřené

války mezi ním a Tureckem, a tak Nobel začal ztrácet zájem o projekt kalkulačky. Odhner se tedy rozhodl najít jiného mecenáše, byl jím jistý energický podnikatel Königsberger. Učinil tak pod podmínkou, že všechny patenty budou jeho, uhradí všechny náklady a se ziskem se rozdělí. Odhner souhlasil. A nastaly problémy i zde. Karl Königsberger byl vážený podnikatel, jehož účelem nebylo vyrábět, ale prodávat. První prodej po patentování vynálezu směřoval do USA, kde měl Königsberger obchodního partnera, ale kalkulačka tu nebyla úspěšná. Poté se jim podařilo prodat licenci německé firmě Grimme, Natalis & Co.

V roce 1878 začal Odhner pracovat v továrně v Oddělení na výrobu cenných papírů, kde zůstal dalších 14 let. Odhner získal zlatou medaili za inovaci. Mimo to, byl na oddělení velmi vážený, a ačkoli byl zaregistrován jako hlavní technik, dostával vyšší plat jako inženýr.

V roce 1882 si Odhner založil vlastní firmu na výrobu papíru řezaného v různých formách. Učinil tak spolu se svým bratrem Sanfridem, Angličanem, pracujícím v Oddělení. Odhner navrhl a vyrobil různá zařízení pro řezání papíru. Není známo, co se s touto firmou stalo, ale asi s tím mnoho štěstí neudělal. Ve stejném roce zkonstruoval turniket pro počítání a kontrolu prodeje vstupenek, který se později široce využíval pro osobní parní lodě provozované na kanálech v Petrohradě a také v zábavních parcích.

V roce 1886 oddělení najalo inženýra Ivana Ivanoviče Orlova, který vyvinul novou tiskárnu schopnou vyrobit vícebarevné obrazy za použití pouze jedné tiskové desky. Oddělení tuto novou metodu okamžitě realizovalo a Odhner byl vybrán jako výrobce těchto tiskovin.

V roce 1887 dostal Odhner oficiální povolení k otevření vlastní dílny, která se později stala Odhnerovou továrnou v Petrohradě. V této továrně pracoval Odhnerův bratranec Valentin Odhner, který stejně jako Willgodt vystudoval Královský institut technologie ve Stockholmu, a Willgodtův syn Alexander, který pracoval jako obchodní asistent. Továrna se poměrně rychle rozrůstala. V roce 1890, kdy začala výroba Arithmometru, měla dílna 20 zaměstnanců a jeden parní stroj a roční produkce byla 11 tis. rublů. O dva roky později měla dílna jeden ropný motor, 20 různých soustruhů, 25 dělníků a 10 dětí a roční produkce se vyšplhala na hodnotu 30 tis. rublů.

V roce 1890 si vzal zpět od Königsbergera veškerá práva na svůj stroj a byl mu udělen nový ruský patent na vylepšený stroj. Tyto patenty pak byly zaregistrovány v různých zemích Evropy. V roce 1893 vystavoval arithmometr na Columbijské

výstavě v Chicagu, nutno dodat, že s úspěchem. Ve stejném roce začal s velkou reklamní kampaní na podporu kalkulačky a masovou produkci.

Do roku 1895 bylo vyrobeno 1500 kalkulaček. O dva roky později se počet vyšplhal až na 5000 strojů a kalkulačka začala získávat ocenění a medaile na různých výstavách. Výroba strojů typu Odhner pod různými názvy a v různých zemích pokračovala až do roku 1970.

Roku 1892 Odhner opustil práci na Oddělení a svůj čas výhradně věnoval své dílně. Pro růst výroby byl třeba větší prostor a také kapitál. Vzhledem k tomu, v jak míznější finanční situaci Odhner byl, vzal k sobě jako partnera Angličana Franka Hilla a založili spolu mechanickou továrnu Odhner & Hill. Firma se velmi rychle rozrostla. V roce 1895 se Odhner rozhodl toto partnerství přerušit. Jak je vidět, tak Odhner nebyl moc kooperativní člověk, jeho tehdejší projekty s Nobelem a Königsbergem také neměly dlouhého trvání. V roce 1892 prodal licenci na výrobu vylepšeného stroje z roku 1890 firmě Grimme, Natalis & Co. do Braunschweigu v Německu. Kalkulátor pak nesl název Brunsviga. Brunsviga byl velmi úspěšný. Do roku 1912 se jich vyrobilo přes 20 tis. a ve výrobě zůstala až do roku 1958. Úspěch kalkulačky Brunsviga byl dosažen díky jednoduché konstrukci, spolehlivosti a celkem rozumné ceně.

Odhnerova továrna měla poměrně široký záběr výroby. Například vyráběla automaty na cigarety, Orlovovi tiskařské lis, drobné mechanické a přesné nástroje, odlitky z mosazi, hliníku a litiny. Kromě tohoto vyráběla turnikety pro lodě a zábavní parky, řídicí systémy pro vlaky, dálkoměry a municí pro dělostřelectvo. Co je zajímavé, nejprodávanějším výrobkem Odhnerovy továrny nebyl arithmometr, ale Orlovův tiskařský lis.

Výroba strojů se postupně zvyšovala. Před Rusko-Japonskou válkou obdržela Odhnerova továrna poměrně velké vládní zakázky na jemné strojní zařízení spojené s pistolemi. Díky těmto zakázkám se z Odhnera stal poměrně bohatý člověk.

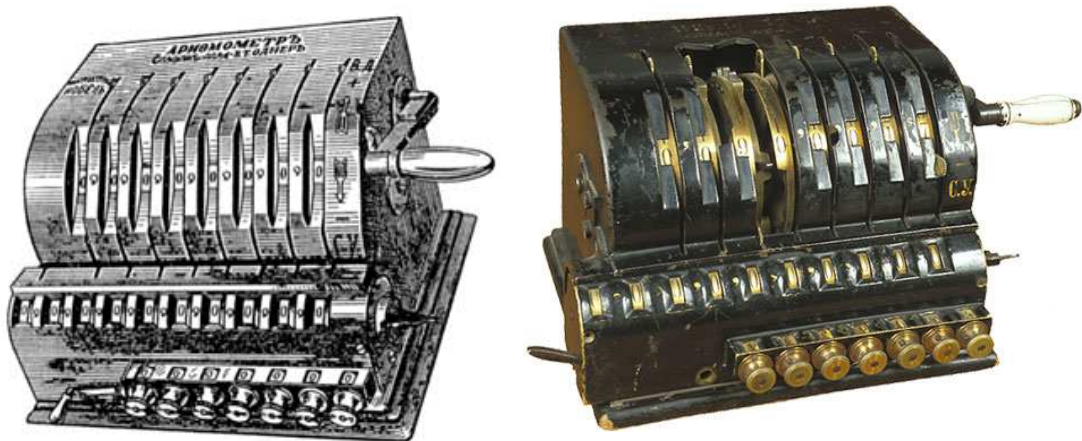
Po Odhnerově smrti ve výrobě pokračovali jeho synové Alexander a Georg a jeho zeť Karl Siewert. Výroba pokračovala až do roku 1918, kdy byli nuceni továrnu zavřít. Produkce k roku 1918 činila asi 23 tis. kalkulaček. [42]

Arithmometer

Existuje několik legend, jak se Odhner začal zajímat ve svém mladém věku o počítací stroje. Jedna tvrdí, že měl Odhner možnost v roce 1871 opravit Thomasův počítací stroj a zjistil, že je možné vyřešit problém mechanického výpočtu jednoduše-

ším a vhodnějším způsobem. Druhý příběh vypráví o tom, že v roce 1875 četl Odhner článek ve věstníku Dingers Polytechnisches o Thomasově Arithmometru, a přemýšlel o tom, že by bylo možné postavit jednodušší počítací stroj. [43]

Bez ohledu na to, kdy Odhner začal se svým Arithmometrem, prototyp byl dokončen na konci roku 1875. Zařízení bylo založeno na principu ozubeného kola s proměnným počtem zubů, které bylo umístěno v obdélníkové dřevěné krabici. Kapacita tohoto stroje byla 8 míst. Odhner však toto zařízení nepovažoval za své první zařízení, tím byl až druhý prototyp vyrobený v roce 1876. [43] [44]

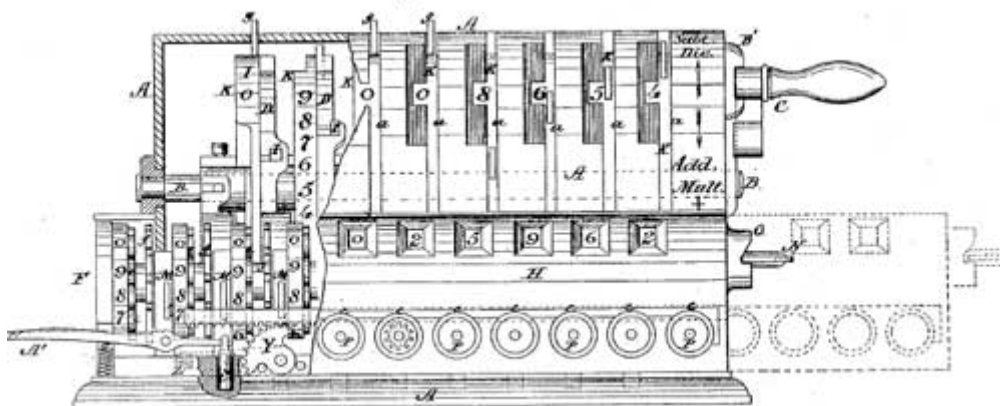


Obr. 55 Kresba a vyrobený stroj Odhnerova arithmometru z roku 1877

Na konci roku 1876 Odhner přesvědčil svého šéfa, Luviga Nobela, aby zahájil výrobu kalkulátoru. Nobel se s Odhnerem dohodl na výrobě 14 počítacích strojů. Prvních devět modelů mělo kapacitu 10 míst. Nobel vyčlenil na Odhnerovu práci menší část své továrny. Výroba začala počátkem roku 1877. Nobel s Willgodtem uzavřeli dohodu. Nobel bude tento projekt financovat a zisk si rozdělí na půl. Odhner souhlasil a výroba tak započala a skončila ještě téhož roku v jeho druhé polovině. Skutečně bylo vyrobeno 14 strojů (*Obr. 55*). Nobel však později ztratil zájem a výroba byla zastavena úplně.

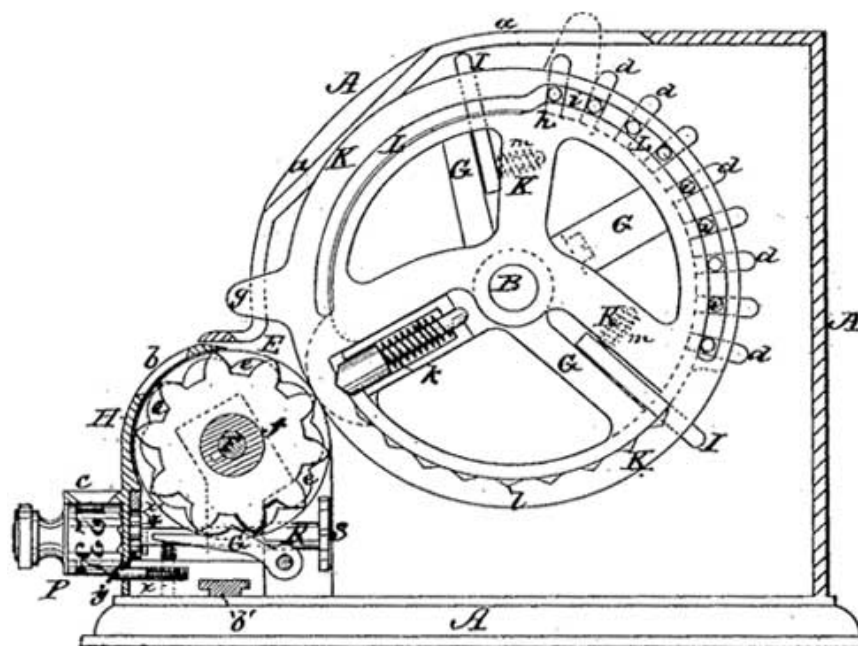
Jeden Odhnerův arithmometr se dostal až před Carskou ruskou technickou společností. Odhner doufal, že dostane státní cenu jako jeho předchůdci Slonimski a Staffel, oba dva vynálezci kalkulátorů. Komise se k tomuto stroji vyjádřila poměrně obsáhlým spisem, kde sepsala nejrůznější chyby kalkulátoru. Odhner se tímto spisem řídil a opravil všechny chyby, které kalkulátor měl. V roce 1878 si nechal kalkulátor v Americe patentovat (*Obr. 56*). Patentní proces byl vyřízen tak rychle, že

se rozhodl společně se svým obchodním partnerem Königsbergerem požádat o patent i v dalších zemích. Patent byl poskytnut v Německu, Švédsku a Rusku.



Obr. 56 Kresba amerického patentu z roku 1878

Historie stroje byla již popsána výše. Nyní se podívejme na princip tohoto kalkulátoru (viz Obr. 57).



Obr. 57 Kolo s proměnným počtem zubů

Mechanismus se skládá ze dvou disků. Větší disk (tzv. počítací kolo) obsahuje 9 drážek, v nichž se mohou pohybovat posuvné zuby (d). Přes tento disk je umístěn tenký disk - prstenec (vstupní disk) s drážkou (L). Vstupní disk je možné otáčet

pomocí kliky. Pohybem prstence vůči kolu se zuby vysouvají a zasouvají a tak se nastavuje číslice. Chceme-li například zadat číslo 5, musíme otočit prsteneček tak, že se 5 zubů vysune ven.

Jestliže máme zadané všechny číslice, pak otočíme klikou umístěnou v pravé části stroje a s tím se otočí i disky v závislosti na počtu vysunutých zubů. Zápisový disk (E), který je připojen k 10-zubému pastorku bude v záběru se zuby a otočí se ve správném směru. Během této rotace spolu otočí vstupní disk a čítač a tak se ukáže zadané číslo. Novější modely mají páky pro resetování vstupních disků a registračních mechanismů. Zuby (I) jsou součástí mechanismu desítkového přenosu. K oválným klávesám (P), které je možné vidět v přední dolní části těla stroje, jsou připojeny čítače otáček pro příslušné počty a vstupní kola. Mechanismus s registračním kolem je umístěn jako samostatný blok a lze s ním pohybovat doprava a doleva pomocí posuvníku. Je to nutné při násobení a dělení.

Operace sčítání se provádí tak, že sčítance jsou zadány postupně pomocí pák vstupních kol. Tak je zadané číslo vidět v horní řadě okének a otočením hlavní kliky jsou tato čísla převedena směrem dolů do registračního kola a výsledek se zobrazí v dolní řadě okének.

Odčítání se provádí podobným způsobem. Menšeneček se přenesení do registračního kola a menšitel je součástí vstupního kola. Kliky se musí otočit v opačném směru oproti sčítání.

Násobení se provádí po sobě jdoucím sčítáním. První (větší) číslo se zadá pomocí vstupních kol, pak se kliky otočí tolikrát, kolik je velikost jednotlivých cifer daného čísla. To znamená, registrační mechanismus se nejprve otočí tolikrát, kolik je jednotek druhého čísla, pak se pomocí jezdcy pohne doprava a kliky se otočí tolikrát, kolik je desítek druhého čísla, a tak dále až do velikosti daného čísla. Výsledek je pak vidět v nižších oknech.

Dělení se provádí po sobě jdoucím odčítáním. Chceme vydělit číslo 285 582 číslem 8654. Jeho výsledek je 33 čili $285\,582 \div 8654 = 33$. Nejprve zadáme dělenec (číslo 285 582). Ten se přenesení do registračního mechanismu, potom nastavíme dělitele tak, že se posuvník (H) posune o jedno místo doprava, dokud se první číslice 8 dělitele nezastaví nad druhou pozicí dělence (druhá pozice je číslo 8). Potom otočíme klikou (C) zpět, dokud první číslice dělitele - 8 nebude odečtena od číslice v dělenci, které je za ní a nalevo od ní. Číslo 3, což je první číslo, se pak objeví na druhém válci (P) a dělenec bude snížen na 25 962. Posuvník H se posune o jedno další místo doleva nebo zpět a kliky se opět otočí, dokud dělenec nezmizí a na jeho místě se neob-

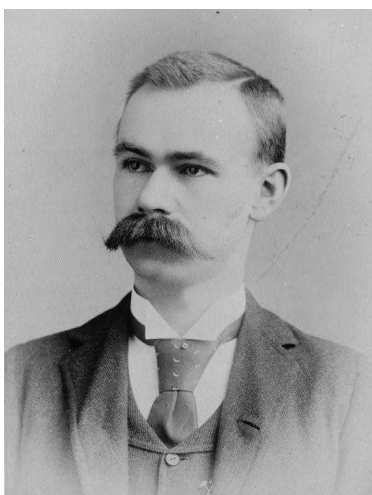
jeví řada nul. Údaj – číslo 3 se pak objeví na prvním válci (P) a vytvoří druhý údaj požadovaného čísla – číslo 33. Výsledek tedy ukazuje, že dělitel 8654 je obsažen třikrát v prvních pěti číslech dělence a třikrát v novém nebo druhém dělenci – 25962. [43]

Jak je vidět Odhner si dal na svém stroji záležet a díky tomu, že byl malý poměrně kompaktní, byl po dlouhou dobu komerčně úspěšný a na jeho základě bylo postaveno mnoho podobných strojů od dalších vynálezců.



Obr. 58 Jedny z nejstarších přeživších arithmometrů z roku 1890 (vlevo) a z roku 1891 (vpravo)

1.5.5 Herman Hollerith



Obr. 59 Herman Hollerith

Herman Hollerith (*Obr. 59*) se narodil 29. února 1860 v Buffalo v New Yorku a zemřel 17. listopadu 1929 ve Washingtonu D. C. na srdeční zástavu. Byl to americký statistik a vynálezce.

Jeho rodiče byli Němci, kteří utekli do Ameriky kvůli revolučním nepokojům v roce 1848. Jeho otec byl učitelem klasických jazyků. Tragicky zahynul, když bylo Hermanovi sedm let. Rodinu tedy živila matka, která si založila domácí výrobu klobouků.

V roce 1875 na základě stipendia vstoupil do City College v New Yorku, kde jej zaujala zejména matematika a technické obory. Stipendium získal navzdory svým problémům s pravopisem. Traduje se, že ve škole vyskočil z okna, aby se vyhnul pravopisnému diktátu. Nicméně v dalším studiu mu tento nedostatek nebránil a v roce 1879, tedy v jeho 19 letech absolvoval na Columbia School of Mines. Získal titul inženýra. [45] [46]

V roce 1880 uváděl sám sebe jako důlního inženýra. V témže roce Hollerith nastoupil jako statistik do amerického úřadu pro sčítání lidu - *Cenzus* na základě skvělého doporučení, které dostal od svého profesora matematiky.

Mezitím v roce 1882 vstoupil do Massachusetts Institute of Technology (MIT), kde vyučoval strojírenství a prováděl své vlastní pokusy s děrnými štítky. Úřad měl poměrně velké problémy se sčítáním lidu. Obrovská země, jakou byla Amerika, lákala ohromné množství přistěhovalců, díky nimž se zrodilo různorodé multirasové společenství, které bylo „nesmírně materialistické, zároveň však i neskonale idealistické, milující novinky a deroucí se vpřed, společenství chamtivé, neodbytné, hlučné, zvědavé a posedlé touhou jednat správně, konat dobro, zbohatnout a učinit všechny lidi šťastnými,“ dle britského historika Paula Johnsona. Aby bylo možné zemi spravovat v demokratickém duchu, bylo třeba věnovat značnou pozornost statistickým údajům. Vzhledem k nárůstu populace bylo problémem i samotné sčítání lidu. A tak Holleritha napadlo, zda by nebylo možné statistické údaje zpracovávat pomocí stroje. Od myšlenky již nebylo daleko k její realizaci. V roce 1890 spatřil světlo světa Hollerithův stroj pro zpracování statistických dat, s jehož myšlenkou mu pomohl John Billings. [46]

V roce 1890 dokončil doktorské studium na Columbia University, získal titul Ph.D. Jako disertační práci uvedl popis Elektrického tabelového systému.

V roce 1896 založil Hollerith vlastní firmu Tabulating Machine Company, ve které vyráběl a prodával stroje pro sčítání lidu. Byl velmi populární. Jeho stroje si kupovaly nejrůznější země Evropy, ale i Kuba a Filipíny.

V roce 1911 se čtyři podniky včetně Hellerithovy firmy sloučily do jedné a vytvořily tak jednu firmu Computing Tabulating Recording Company (CTR), která byla později v roce 1924 přejmenována na International Business Machines Corporation (IBM), a která funguje do dnes. [45]

Mechanický tabulátor

Hollerith v rámci svého působení pro statistický úřad měl navrhnout a vytvořit stroj, který by dokázal zpracovat získaná data z dotazníků určených pro sčítání lidu. Což se mu také na konec povedl a se svým strojem vyhrál i před dalšími dvěma účastníky výběrového řízení v rámci sčítání lidu, které vypsal Úřad.

Hollerith si byl vědom, že lze informace poměrně jednoduše převést na číselný kód, který je pak možné zaznamenat a zpracovat. Byla to jednoduchá úvaha, ale jak

ji uvést v praxi? Další otázky byly nasnadě: jakou použít technologii a je vůbec možné při tak obrovském množství dat toto uskutečnit?

Traduje se, že první nápad dostal, když cestoval vlakem. Všiml si, že průvodčí při kontrole jízdního dokladu kleštičkami procvakává na jízdence číslo aktuálního dne v týdnu. Krátce na to jej John Shaw Billings, otec jeho přítelkyně, upozornil na tkalcovský stav, který dokázal tkát i bezchybně i ty nejsložitější vzory. Jednalo se o tzv. žakárový stroj Josepha Jacquarda, který využíval řídicího mechanismu, jež se sklá-

dal z listu papíru, do něhož byl vytlačen děrovaný vzor. [45]

1	2	3	4	CM	UM	Jp	Ch	Oc	In	20	50	80	Dv	Un	3	4	3	4	A	E	L	a	g
5	6	7	8	CL	UL	O	Hs	Qd	Mo	25	55	85	Wd	CY	1	2	1	2	B	F	M	b	h
1	2	3	4	CS	US	Mb	B	M	0	30	60	0	2	Mr	0	15	0	15	C	G	N	c	f
5	6	7	8	No	Hd	Mr	W	F	5	35	65	1	3	Sg	5	10	5	10	D	H	O	d	k
1	2	3	4	Fh	Ff	Fm	7	1	10	40	70	90	4	0	1	3	0	2	St	I	P	e	l
5	6	7	8	Hh	Hf	Hm	8	2	15	45	75	95	100	Un	2	4	1	3	4	K	Un	f	m
1	2	3	4	X	Un	Pt	9	3	i	e	X	R	L	E	A	6	0	US	Ir	So	US	Ir	So
5	6	7	8	Ot	En	Mt	10	4	k	d	Y	S	M	F	B	10	1	Gr	En	Va	Gr	En	Va
1	2	3	4	W	R	CK	11	5	l	e	Z	T	N	G	C	15	2	Sw	FC	EC	Sw	FC	EC
5	6	7	8	7	4	1	12	6	m	f	NG	U	O	H	D	Un	3	Nv	Bo	Hu	Nv	Bo	Hu
1	2	3	4	8	5	2	Oc	O	n	g	a	V	P	I	AL	Na	4	Dk	Fr	It	Dk	Fr	It
5	6	7	8	9	6	3	0	p	o	h	b	W	Q	X	Un	Pa	5	Ru	Ot	Un	Ru	Ot	Un

Obr. 60 Děrný štítek z roku 1890



Obr. 61 Replika děrovačky

Obě dvě tyto skutečnosti ho inspirovaly nejprve k návržení vlastních papírových štítků (Obr. 60), jejichž velikost byla srovnatelná s velikostí dolarových bankovek. Na štítky, na kterých byly vytištěny řady a sloupce čísel, se údaje (jako pohlaví, rok narození počet dětí atd.) zaznamenávaly číselným kódem pomocí děrovačky (Obr. 61), což byl jakýsi psací stroj, který do štítku vysekal otvory. [45] [46] Informace do štítků

zaznamenávaly pracovnice úřadu. Školená pracovnice mohla tímto způsobem vyplnit až 300 karet za hodinu. Data, která byla takto zapsána, byla snadno zpracovatelná. To zajišťovala třídící štítků, která pomocí změn elektromagnetického pole na děrovaných polích vytřídila odpovídající karty. A nakonec byl použit tabulátor děrných štítků, který mohl s vybranými štítky provádět další operace. Např. chceme vyhledat ženy narozené před rokem 1850. Údaje zadáme do třídící, ta vytřídí všechny příslušné karty, a pokud bychom chtěli dále spočítat například, kolik tyto ženy měly dohromady dětí, použily bychom tabulátor děrných štítků. [47]



Obr. 62 Replika Hollerithova prvního mechanického tabulátoru (děrovačka, kontaktní mechanismus, čítače a třídiče)

Než však toto zařízení použil při sčítání lidu, otestoval je Baltimore, New Yorku a New Jersey při statistikách úmrtnosti. Poté tedy uspěl ve vyhlášeném konkurzu a *U. S. Cenzus* (Statistický úřad) si objednal první řadu jeho tabulátorů (*Obr. 62*) pro celonárodní sčítání lidu v roce 1890. Úspěch tohoto stroje byl ohromující. [45] Poslední sčítání lidu v roce 1860 trvalo celých sedm let. Kdežto sčítání pomocí Hollerithova stroje se zkrátilo pouze na tři měsíce a ušetřilo se tím tak pět miliónů z veřejného rozpočtu. [46]

Princip svého vynálezu popsal v práci *Elektrický tabulační systém*, díky němuž obdržel zmíněný doktorát. Poté za svůj tabulátor obdržel Zlatou medaili na Světové výstavě. [46]

Herman svůj vynález nadále zlepšoval. V roce 1900, pro další sčítání lidu, představil nový tabulátor. V tomto stroji již zautomatizoval některé operace, které se dosud prováděly ručně. Šlo především o mechanismus na vkládání štítků. Stroj byl navíc také o něco rychlejší než původní.

Vylepšené tabulátory se používali nejen pro sčítání lidu, ale i pro záznamy či vedení účetnictví. [45]

Pro zajímavost je v příloze Příloha II umístěn postup, jak se provádělo sčítání lidu v roce 1890.

1.5.6 Alexander Rechnitzer



Obr. 66 Alexander Rechnitzer

Alexander Rechnitzer (*Obr. 66*) se narodil kolem roku 1880 v Pressburgu v Rakousku-Uhersku (dnes Bratislava, Slovensko) a zemřel v dubnu 1922 v New Yorku. Byl to rakousko-maďarský vynálezce v oboru výpočetních strojů.

Rechnitz byl židovského původu, své mládí prožil ve Vídni. Již brzy ukázal svůj talent pro mechaniku. Jeho první experimentální počítací stroj sestrojil v 19 letech. V roce 1904 získal patent na „Automaticky pracující kalkulátor“.

Absolvoval studium Technické vysoké školy, pravděpodobně ve Vídni. V letech 1905 – 1909 působil v Berlíně, Vídni a New Yorku. V roce 1906 v New Yorku demonstroval svůj první plně automatický výpočetní stroj s elektrickým pohonem nazvaný Autarith. Prodávala je firma Keuffele and Esser v New Yorku. Prodali jich pouze deset. Stroj však nebyl komerčně úspěšný. Nicméně jej Rechnitz neustále zdokonaloval.

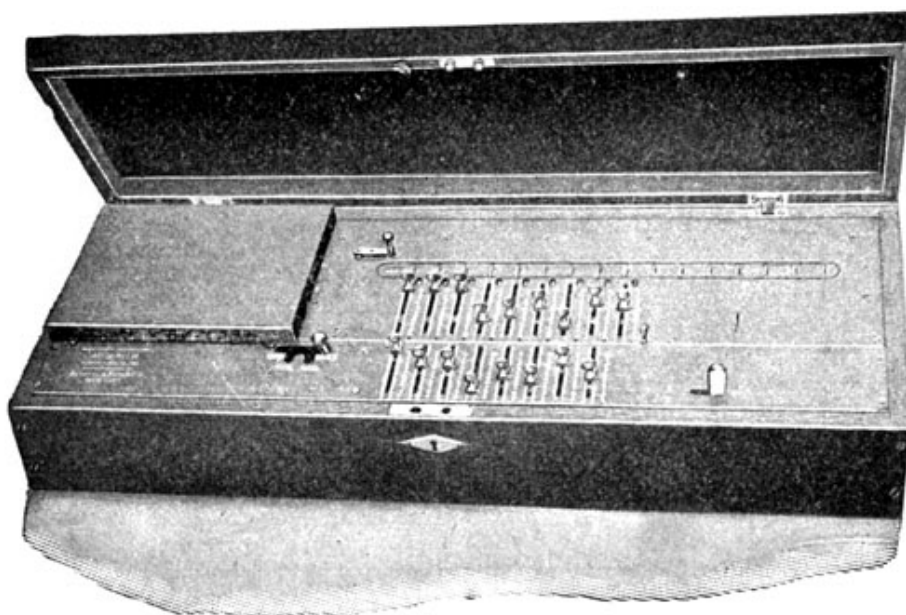
Rechnitz vymyslel další prototypy svého stroje, na jejich výrobu však potřeboval peníze. Vrátil se zpět do Vídně, kde v roce 1909 založil firmu Autarit Gesellschaft mbH se základním kapitálem 220 tis. korun.

V roce 1921 Rechnitz opět odcestoval do New Yorku. Pokusil se se svými stroji prosadit, ale nepodařilo se mu. Bylo to také dáno tím, že se mu nepodařilo udržet celkovou koncepci a nechtěl přijmout žádný prozatímní kompromis. A tak v roce 1922 spáchal sebevraždu. Jeho tělo našli v řece East River v New Yorku. [49]

Autarith

Jak již bylo zmíněno autarith (*Obr. 67*) byl první počítací stroj poháněný motorem a také první stroj s plně automatickým násobením a dělením. Svůj první experimentální model postavil ve svých 19 letech.

Jeho první patentová přihláška byla akceptována v roce 1900 ve Vídni, v níž popsal počítací stroj s odstupňovaným válcem s motorovým pohonem. Patent byl udělen v roce 1904. Nechal jej vyrábět společností Autarit GmbH. Stroj se vyráběl od roku 1910 do roku 1914.



Obr. 67 Rechnitzův první kalkulátor - Autarith

Kalkulátor byl vyroben na základě Thomasova arithmometru. Obsahoval válce s odstupňovanými zuby, 2 řady nastavovacích jezdců – jeden v dolní části a druhý v pohyblivé kazetě pod výsledkovými okny. V kalkulátoru byl také použit automatický násobící a dělicí mechanismus, který se Rechnitzer nechal patentovat, a později byl úspěšně použit ve strojích jako byl Madas.

Při sčítání je první číslo zadáno v nižší řadě jezdců. Pomocí malé páčky umístěné na levé straně přístroje se přístroj nastaví na sčítání a stiskne se tlačítko pro motor, který má cca 1/16 koní. Číslo se poté převede do výsledkového mechanismu.

Při odčítání se zadá větší číslo do výsledkového mechanismu (numerická kola). Pomocí stejné páčky, která se jen přesune jinam, se přístroj nastaví na odčítání, opět se stiskne tlačítko pro start motoru a výsledek po odčítání se zobrazí ve výsledkovém mechanismu.

U násobení se násobenec zadá na výstupních numerických kolech, poté se stroj přepne pomocí páčky na násobení a nastaví se násobitel na vstupu pomocí nastavovacích jezdců. Pak se spustí motor a stroj automaticky dokončí výpočet. S každou otáčkou hřídele se jezdec umístěný v prvním místě zprava posune o jednu číslici směrem k nule. Když se přesune jezdec na nulu, vozík se automaticky posune o jedno místo. Nyní se jezdec v tomto místě začne automaticky pohybovat směrem k nulové pozici a tak jde dále, dokud není násobení kompletní. Výsledek se zobrazí ve výsledkových oknech.

Dělení se provede následovně. Dělenec se nastaví na výstupu na numerických kolech, dělitel se nastaví pomocí níže umístěných jezdců, pak se přesune ovládací páčka do polohy pro dělení a stroj automaticky dokončí výpočet.

Stroj se vyráběl v 16-místném provedení s výsledky získanými do 20 sekund. Svůj stroj si nechal patentovat a představil jej v několika člancích amerických časopisů včetně časopisu Business World v roce 1905. Stroj v USA prodávala firma Keuffel and Esser Co.

Ačkoli byl Rechnitzer brilantní technik, byl chudý obchodník. Nepodařilo se mu své stroje uvést na trh. [50]

1.6 20. století

1.6.1 Vannevar Bush



Obr. 68 Vannevar Bush

Vannevar Bush (*Obr. 68*) se narodil 11. března 1890 v Everettu v Massachusetts a zemřel 28. června 1974 v Belmontu v tomtéž státě. Byl americkým vědcem, státním úředníkem, vizionářem a profesorem elektronického inženýrství.

Své jméno dostal po Johnu Vannevarovi, rodinném příteli, v tehdejší době nebylo nic neobvyklého takto pojmenovávat děti. Studoval na Tufts College, jeho studium však bylo přerušeno první světovou válkou. Tak začal pracovat ve společnosti General Electric, poté byl povolán k armádě. Pracoval v armádním výzkumu. Tato práce mu umožnila studium ve speciálním vzdělávacím programu, nejprve na Harvardské univerzitě a poté na MIT. [51]

Jakmile válka skončila, vrátil se do civilního výzkumu na MIT, kde působil čtyři roky jako asistent profesora na fakultě Elektrického inženýrství. Poté byl jmenován profesorem a začal práci na analogovém počítači. Navázal tak na práci Charlese Babbage. [52]

Ve dvacátých letech 20. století se zabýval výpočty související s přenosem elektrické energie, protože ve Spojených státech se začalo velmi investovat do elektrifikace měst a obcí na venkově.

Mimo to, přemýšlel nad otázkou, zda by mohlo nějaké výpočetní zařízení zprostředkovat řešení diferenciálních rovnic. A tak se svými spolupracovníky vytvořil stroj nazvaný diferenciální analyzátor. Poprvé jej představil na MIT v roce 1929.

V roce 1932 se stal děkanem elektrotechnické fakulty na MIT a současně jejím také viceprezidentem i tak se ale věnoval výzkumu. Zabýval se otázkou organizace informací a společně s Johnem Howardem vyvinuli zařízení pro rychlou orientaci v mikrofilmových depozitářích, nazvané Rapid Selector.

Nicméně nadále pokračoval ve vylepšování analogových počítačů. Od Rokefellovy nadace získal potřebné finance a se svým týmem vyvinul vylepšené elektromechanické výpočetní zařízení nazvané Rockefellerův diferenciální analyzátor. [52]

Za druhé světové války stál v čele U. S. Úřadu pro vědecký výzkum a vývoj (OSRD), vedl jej od roku 1941. Je také znám ve strojírenství díky práci o analogových počítačích, založení Raytheonu a díky systému *memex*, což byl hypotetický systém, který měl v podstatě sloužit jako databáze s hypertextovým vyhledáváním. Vycházel z představy lidského myšlení, které je tvořeno na základě asociací. [51] [52]

Tuto vizi poprvé představil v článku *As We May Think* (Jak asi myslíme) z roku 1945. Bohužel v této době byla jeho vize neuskutečnitelná, ale principy uvedené v článku, se staly do jisté míry základem pro vznik World Wide Webu. [52]

Bush se zabíral různými úvahami, stál v různých dozorčích radách či agenturách, získal různé tituly a úspěch. Byl to člověk, který po sobě zanechal hodnotný odkaz do počítačové budoucnosti.

Diferenciální analyzátor

Toto výpočetní zařízení spatřilo světlo světa ve 20. letech 20. století. Jak již bylo zmíněno, poprvé bylo představeno na MIT v roce 1929. Stroj byl velký jako menší laboratoř. Byl pouze mechanický. Výpočty diferenciálních rovnic prováděla ozubená kola s otáčející se hřídelí. Stroj muselo obsluhovat množství lidí. Pokud chtěli změnit propojení součástí, řekněme, že ho chtěli naprogramovat, museli k tomu použít šroubováky, klíče a kladívka. Nastavení stroje bylo tedy pracné, ale na druhou stranu, diferenciální analyzátor dokázal v několika minutách vypočítat rovnice, které by člověku zabraly několik dnů. [52]

Námět pro tuto konstrukci dostal od svého studenta Harolda Hanzena. Hanzen pak pod Bushovým vedením tento stroj v roce 1927 zařízení sestrojil. A jak to tak bývá, oceněn byl Bush. Nicméně nešlo o zcela originální práci, protože před tímto stro-

jem zkonstruoval jiný z jeho studentů analyzátor diferenciálních rovnic prvního řádu. [53]

Na obrázku *Obr. 69* můžete vidět diferenciální analyzátor. Jak je vidět, zabral opravdu velký prostor.



Obr. 69 Diferenciální analyzátor z roku 1938, který na základě Bushova návrhu postavily v laboratoři un. v Cambridge

1.6.2 Konrad Zuse



Obr. 70 Konrad Zuse

Konrad Zuse (*Obr. 70*) se narodil 22. června 1910 v Berlíně a zemřel 18. prosince 1995 v Hünfeldu. Byl německý inženýr a počítačový průkopník.

Dětství prožil v Braunsbergu ve východním Prusku. Navštěvoval zde základní školu. V roce 1923 nastoupil na gymnázium v Hoyerswerdu, kde v roce 1928 složil maturitní zkoušku. Věnoval se studiu latiny a starořečtiny. Učinil tak na přání svého otce, který z něho chtěl mít univerzitního profesora. Ovšem více Zuseho zajímalo výtvarné umění a technika.

Poté studoval na Technické univerzitě v Berlíně. Na svá studia si přivydělával malováním a prodejem svých obrazů. Měl výtvarný talent a o malířství se zajímal celý život. V roce 1935 promoval v oboru Stavební inženýrství.

Poté chvíli pracoval ve firmě Ford Motor Company. Na to pracoval jako konstruktér v továrně na letadla Henschel. Zde prováděl mnoho rutinních výpočtů, které Zuseho velmi nudily. A tak se začal zabývat myšlenkou, zda by tyto výpočty nemohl provádět nějaký stroj. A tak v roce 1936 spatřil světlo světa binární kalkulátor Z1. [54] [55]

V roce 1939 byl povolán do vojenské služby, kde mu byly poskytnuty zdroje k postavení počítače Z2. Asi v této době získal velmi cenného společníka Helmuta Schreyera, elektrického inženýra. S ním v roce 1940 založil společnost Zuse Apparatebau. Záměrem této společnosti byl vývoj a výroba výpočetních strojů pro vědecké účely.

Společně pak pracovali na konstrukci v pořadí třetího počítače Z3. Patrně se jednalo o první funkční programovatelný počítač. Byl však zničen při spojeneckém bombardování Berlína v roce 1944. Poté na základě konceptu Z3 sestrojil jednodušší verze počítačů S1 a S2, které sloužily pro balistické výpočty navádění raket V1.

Od roku 1942 pracoval na konceptu vyspělého programovacího jazyka Plankalkül a na dalším počítači Z4.

Těsně po válce žil Zuse s manželkou a svým synem v Hintersteinu. Aby rodinu uživil, vyráběl a prodával dřevoryty, na kterých vyobrazil okolní krajinu.

Krátce na to jej navštívil Eduard Stiefer, profesor matematiky na Technické univerzitě v Curyychu. Nadchli ho možnosti Z4 a stroj od Zuseho odkoupil. Zuse díky částce, kterou za stroj obdržel, založil společnost Zuse KG. Přestože že situace nebyla nijak pro podnikání příznivá, podařilo se mu nějaké počítače na základě Z4 prodat. K vylepšení situace došlo až v 50. letech, kdy Zuseho firma začla velice dobře prosperovat. Nakonec po několika letech již nebyla firma schopná konkurovat novým a větším firmám a tak se jí rozhodl prodat. V roce 1969 se stala součástí průmyslového konglomerátu Siemens AG.

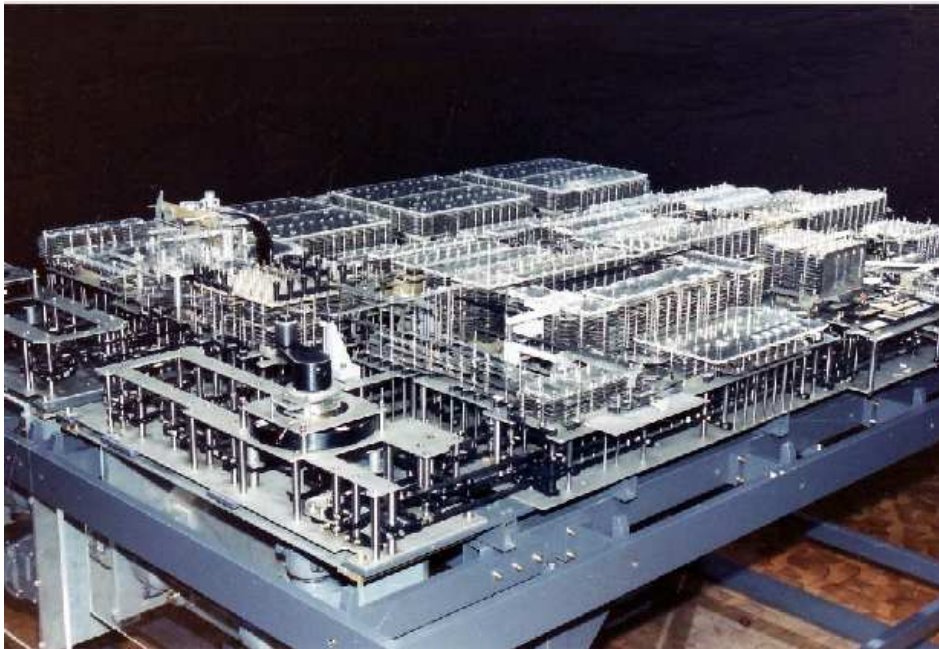
Zuse se pak věnoval publikační a přednáškové činnosti a našel si i čas na svůj druhý koníček – malířství. [55]

Zuseho počítače

Z1

„Zet jedničku“ sestrojil v domě svých rodičů v roce 1936. Byl to mechanický binární kalkulátor s pohyblivou řádovou čárkou a omezenou programovatelností. „Instrukce byly načítány s děrované 35 mm folie. Dokončil jej v roce 1938. Obsahoval 30 tisíc kovových částí a elektromotor. Ovšem stroj nepracoval zcela správně. Problém byl v aritmetické jednotce přístroje, která se permanentně zasekávala. Během druhé světové války byl zničen společně s původními plány. [54] [55]

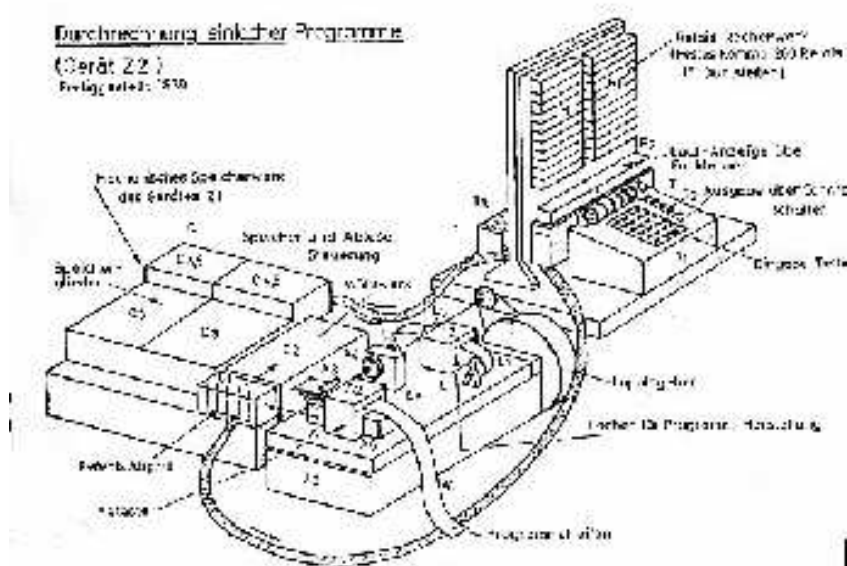
Replika „Zet jedničky“ (*Obr. 71*) je umístěna v německém Technologickém muzeu v Berlíně.



Obr. 71 Rekonstrukce počítače Z1

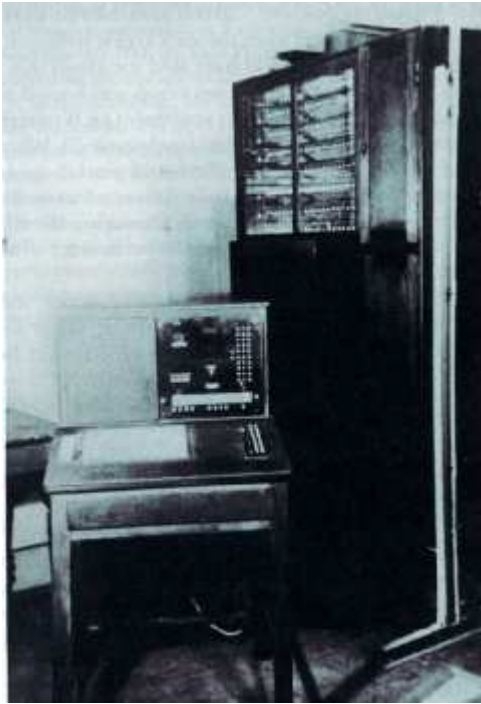
Z2

„Zet dvojku“ postavil ze součástek Z1, kterou před tím rozebral. Obsahoval vylepšenou mechanickou paměť a obvody na bázi telefonních elektromagnetických relé. Ale ani s tímto strojem nebyl zcela spokojen. S prací na tomto stroji mu pomáhal již zmíněný Helmut Schreyer, ten se také přimluvil, aby Zuseho propustili z vojny. Tak se stalo a oni mohli pokračovat ve svém projektu v rámci utajení, protože o projekt projevila zájem i německá vláda. Z2 (*Obr. 72*) byla hotova v roce 1939. Aritmetická jednotka byla schopná pojmut slovo dlouhé 16 bitů. Numerická jednotka obsahovala 600 relé. Byla plně funkční. [55] [57]



Obr. 72 Princip počítače Z2

S1 a S2



Na výrobu těchto strojů obdržel příkaz od firmy Henschel. Stroje měly za úkol počítat aerodynamické korekce křidel rádiově řízených létajících pum, jednoduše řečeno byly využívány pro balistické výpočty navádění raket V1, kterými nacisté na konci války ostřelovali Londýn. Dle Zuseho knihy pamětí skončili tyto počítače v roce 1945 v rukou sovětské armády. Podle všeho však neodhalila, k čemu tyto stroje sloužily.

S1 (*Obr. 73*) byl připraven v roce 1942. Obsahoval přibližně 600 relé a program pevně daný konstrukcí hardwaru.

Obr. 73 Počítač S1

Společnost si poté objednala další stroj, který byl připraven v roce 1944. Obsahoval 800 relé a integrovaný analogově digitální převodník ovládaný programem. Tímto se stal prvním procesy řízeným počítačem. [54] [55] [56]

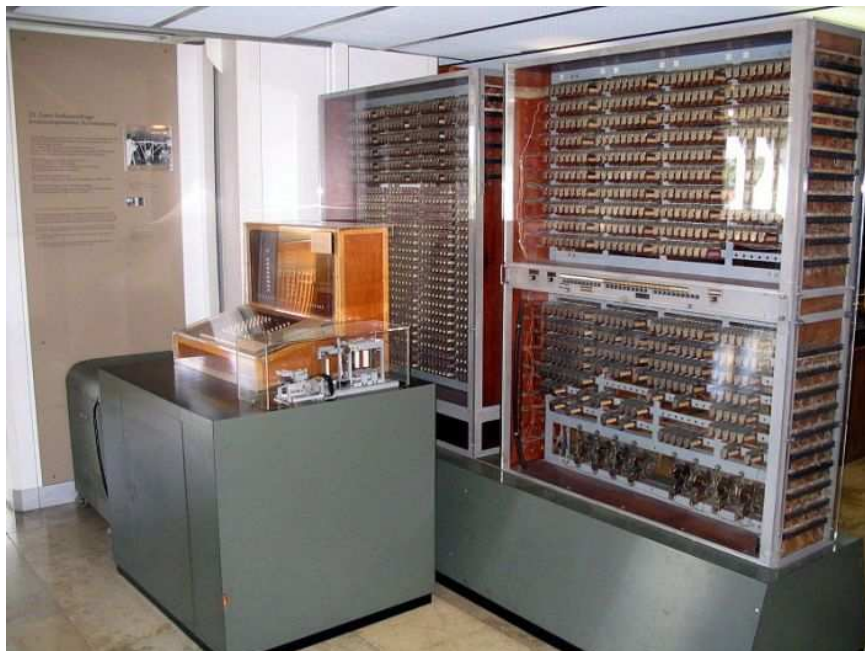
Z3

Vzhledem k tomu, že se Z2 nebyl Zuse spokojen, soustředil se se Shreyerem na vývoj dalšího stroje – Z3. „Zet trojka“ byla dokončena v polovině května 1941. Byl to první zcela funkční programovatelný počítač zabírající asi půlku místnosti. Obsahoval 2 400 elektromagnetických relé. Přístroj pracoval ve dvojkové soustavě. V paměti mohlo být 64 slov dlouhých 22 bitů. Pracoval s čísly s plovoucí desetinnou čárkou a matematické operace prováděl s překvapivou rychlostí. Programy byly načítány z děrovaného filmu.

Tento stroj předvedl se svými spolupracovníky vědcům z Německého výzkumného ústavu letectva. Dočkal se konečně uznání, ale pouze od vědců, vedení Luftwafe nepochopilo, jaký potenciál by stroj mohl ukrývat.

Nakonec Z3 našel využití při konstrukční práci v leteckém průmyslu pro statistickou analýzu vibrací křídel letadel. Bohužel i tento počítač byl zničen spojeneckým bombardováním Berlína v roce 1944.

O dvacet let později vznikla přesná replika Zuseho Z3 (*Obr. 74*), kterou lze dnes najít v Deutsche Museu v Mnichově. [55]



Obr. 74 Rekonstrukce počítače Z3

Z4

Na tomto dalším typu pracoval od roku 1942, ale sám bez podpory Schreyera. Ten byl odvolán už při projektu Z3. „Zet čtyřka“ měla téměř dvacetinásobnou kapacitu paměti než Z3 a také byla vylepšená schopnost programovatelnosti. Když byl počítač v roce 1944 téměř zkompletován, musel být neustále převážen z místa na místo kvůli bombardování. Nakonec části Z4 ukryl společně se svoji manželkou ve stodole v alpském městečku Hinterstein. Díky tomuto manévru stroj zachránil před americkou posádkou, která po počítači pátrala.

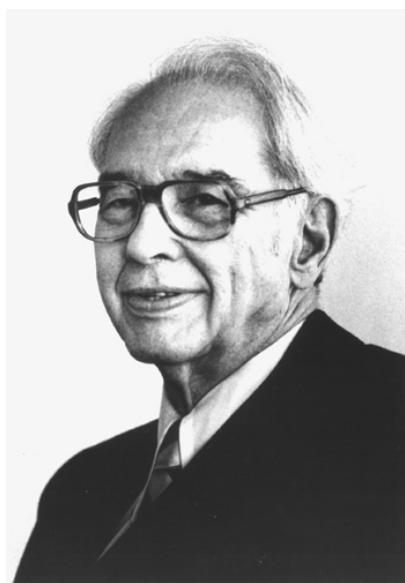
Jak již bylo zmíněno, počítač odkoupil Eduard Stiefer pro univerzitní účely. [55]

V dnešní době by se počítač Z4 (Obr. 75) měl nacházet v Detschces Museu v Mnichově.



Obr. 75 Počítač Z4

1.6.3 John Vincent Atanasoff



Obr. 76 John Vincent Atanasoff

John Vincent Atanasoff (Obr. 76) se narodil 4. října 1903 v Hamiltonu v New Yorku a zemřel 15. června 1995 ve Fredericku v Marylandu. Byl to americký fyzik a vynálezce.

Byl to člověk s bulharskými, francouzskými a irskými předky. Jeho otec Ivan Atanasoff, elektroinženýr, zemřel ještě, když byl John velmi malý. Jeho matka, učitelka matematiky, se musela o rodinu postarat sama.

Dětství prožil v Brewsteru na Floridě. Už v devíti letech uměl používat logaritmické pravítko. Následně se věnoval studiu logaritmů. Střední školu Mulberry High School vystudoval po pouhých dvou letech. Ve 22 letech, tedy v roce 1925 získal magisterský titul z matematiky. Poté studoval na univerzitě University of Wisconsin-Madison a v roce 1930 získal titul Ph. D. z teoretické fyziky, jehož doktorandská práce nesla název *The Dielectric Constant of Helium*. Následně přijal nabídku asistujícího profesora na Iowa State University v oboru fyziky a matematiky. Na této univerzitě se rozhodl vytvořit elektronické počítačové zařízení, které by bylo schopné řešit i komplikované matematické výpočty. [58]

Po druhé světové válce zůstal u práce pro vládu a rozvíjel specializované seismografy a mikrobarografy pro dálkovou detekci výbušnin. V roce 1952 vedl společnost Ordnance Engineering Corporation.

V roce 1945 se americké námořnictvo dalo na radu John von Neumanna a rozhodlo se postavit velký počítač. Na tomto projektu se účastnil i Atanasoff. Byla mu svěřena i odpovědnost za návrh akustického systému pro sledování testů atomových bomb.

V roce 1960 se Atanasoff společně s manželkou přestěhoval do New Market v Marylandu. V roce 1961 založil společnost Cybernetics Incorporated ve Fredericku v Marylandu, která na trhu působila 20 let.

V roce 1970 získal Atanasoff svoji první národní cenu. Bylo ocenění Řádu svatého Cyrila a Metoděje za vědecké úspěchy.

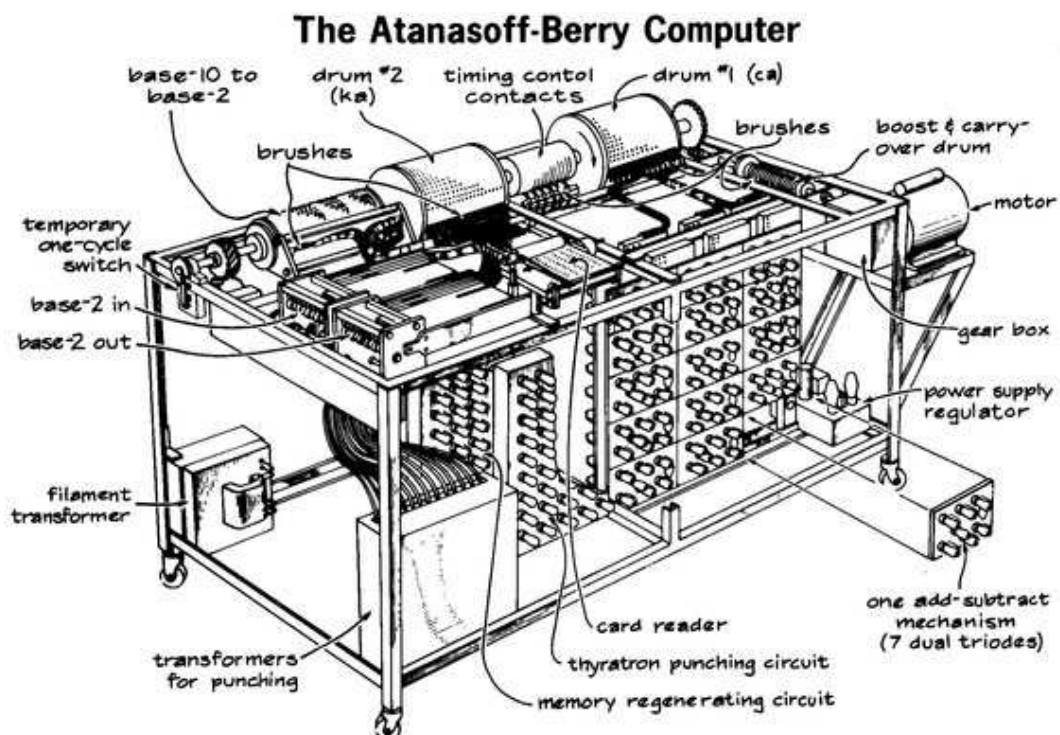
V roce 1990 byl oceněn prezidentem Georgem H. W. Bushem. Dostal nejvyšší americké vyznamenání – United States National Medal of Technology, za úspěchy v souvislosti s technologickým pokrokem.

Atanasoff zemřel v roce 1995 ve svém domě. Postihla ho mrtvice. [59]

ABC

Pro sestavení počítače, který vešel do dějin jako počítač ABC (viz kresba ABC Obr. 77), dostal univerzitní grant ve výši 650 dolarů. Na počítači pracoval se svým studentem Cliffordem Berrym, odtud název počítače: Atanasoff-Berry Computer = ABC. První prototyp byl vytvořen v roce 1939. [61]

Hlavním cílem počítače ABC bylo přesné řešení různých soustav rovnic. Poprvé byly použity elektronky. Paměť počítače byla rozdělena do dvou samostatných jednotek. Tyto jednotky tvořily dva otáčející se bubny, které byly osazené kondenzátory, jejichž výpočetní kapacita byla 2 x 30 padesáti-bitových čísel. Taktovací frekvence byla 60 Hz. Součet dvou čísel mu trval jednu vteřinu, ale při každém otočené bubnu bylo třeba náboje v kondenzátorech obnovit. Pro udržení informace používal obnovovací cykly, jako je tomu v dnešních dynamických pamětech. Pro vstup a výstup dat používal děrné štítky, jejichž otvory nebyly mechanicky děrovány, ale vypalovány. Tyto děrné štítky pak Atanasoff ručně vkládal do snímačů.

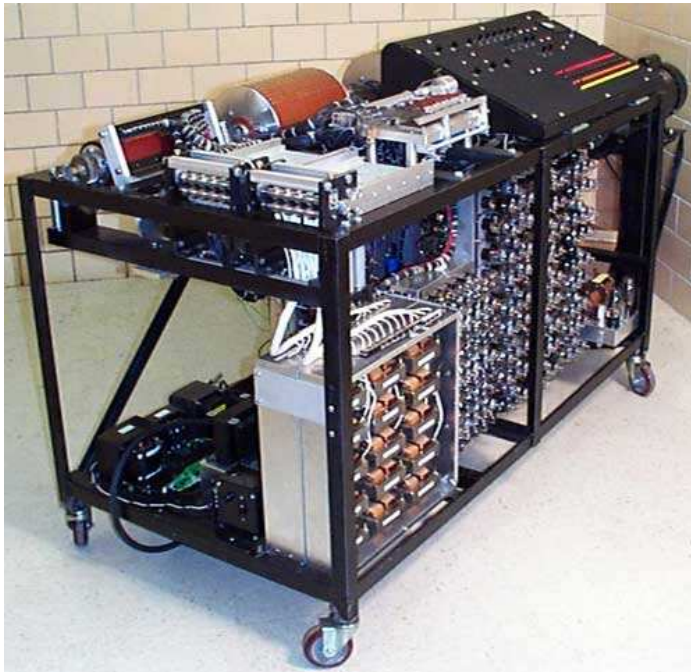


Obr. 77 Popis počítače ABC

Principy, které Atanasoff a Berry pro ABC vytvořili, popsali v manuálu nazvaném *Computing Machines for the Solution of Large Systems of Linear Algebraic Equations* (Počítačí stroje na řešení systémů lineárních algebraických rovnic).

Stroj byl dokončen v roce 1942 a během druhé světové války zničen. Na obrázku *Obr. 78* můžete vidět jeho repliku. Díky zmatku, který v té době panoval, nezískal na svůj počítač patent, což se pak nečekaně promítlo do souboje dvou velkých společností – firmy IBM a Remington Rand, které bojovaly o patent na elektronický počítač.

Vzhledem k tomu, že se používal jen pro určité typy úloh, nemohl být považován za univerzální počítač. [60] [61]



Obr. 78 Replika počítače ABC sestavená na Iowa State University

1.6.4 Thomas Harold Flowers



Obr. 79 Thomas H. Flowers

Thomas H. Flowers (*Obr. 79*) se narodil v roce 22. prosince 1905 v Londýně a zemřel 28. října 1998 v Londýně. Byl to anglický inženýr a technický genius.

Studoval inženýrství na London University. Po absolvování v roce 1926 nastoupil do telekomunikačního oddělení General Post Office (GPO), které bylo zodpovědné za všechnu telekomunikaci ve Spojeném království. Poté se v roce 1930 přešel do výzkumné stanice GPO, kde pracoval na elektronickém řešení dálkových telefonních systémů.

V roce 1935 se oženil s Eileen Margaret Greenovou, se kterou měl dvě děti.

Po válce se vrátil zpět do GPO. Za práci pro válečné účely byl odměněn 1000 librami, kterými sotva stačil poplatit dluhy, které mu vznikly při práci na stroji Colossus. Poté přijal práci v MBE, tam zůstal až do roku 1964. Poté pracoval pro International Telegraph and Telephone, kde zůstal až do důchodu, do kterého odešel v roce 1969.

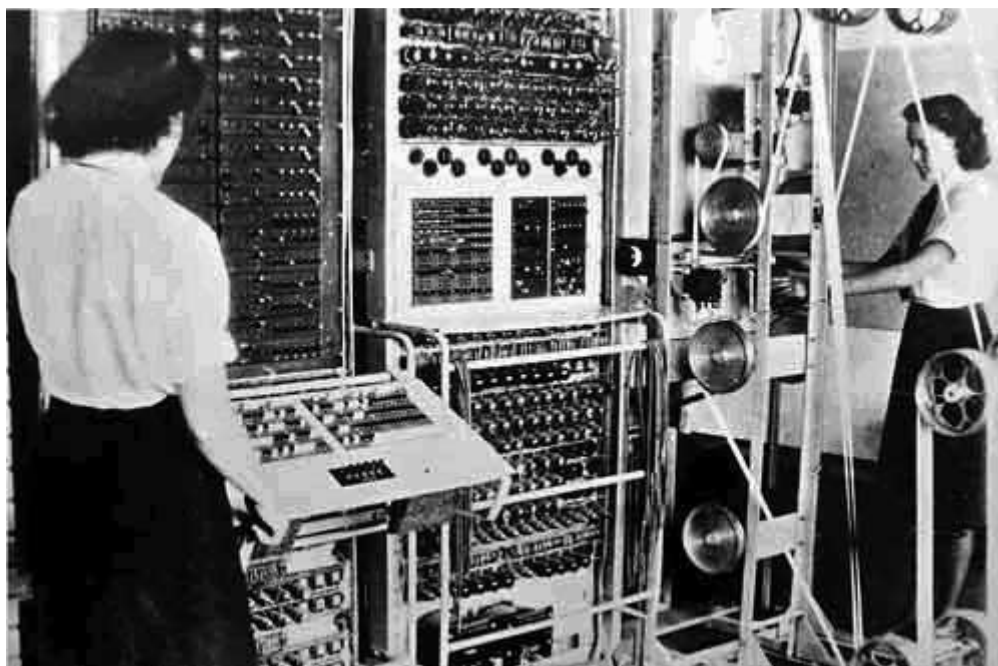
Jeho práce byla uznána až od roku 1970, protože do té doby podléhala utajení. Dokonce svoji práci musel tajit i před rodinou. Rodina pouze věděla, že pracuje na něčem tajném a důležitém.

V roce 1977 přijal čestný doktorát z Newcastle University a další z De Montfort University v Leicesteru.

V roce 1998 zemřel na srdeční selhání ve svém domě v Mill Hill v Londýně. [62]

Colossus

Colossus (později Colossus Mark I – viz *Obr. 80*) byl zkonstruován v Bletchley Parku v roce 1943. Byl to první elektronicky programovatelný počítač na světě. Jeho hlavní náplní bylo prolomení kódu šifrovacího stroje Enigma a armádních dálhopisů. Uveden do provozu byl v roce 1944. [63]



Obr. 80 Colossus Mark I

Colossus používal elektronky, thyatrony a fotonásobiče (photomultipliers) pro opticky čitelnou papírovou pásku a používal programovatelnou logickou funkci pro každý znak a pro počítání, jak často tato funkce vracela hodnotu „true“. [64]

Flowers pro svůj počítač použil elektronky, ačkoli mezi kolegy panoval negativní postoj k těmto součástkám. Na elektronkách byl postaven celý šifrovací systém. Colossus jich obsahoval celkem 2400. [63]

Počítač dokázal přečíst až 5000 znaků za sekundu z pásky pohybující se rychlostí 50 km/h a zkrátil tak čas na prolomení šifry dálkopisu Lorenz z týdnů na hodiny.

V roce 1944 byla vyvinuta vylepšená verze Mark II. Postaveno bylo osm strojů. Mark II obsahoval 2500 elektronek a 800 relé. Byl schopen číst 25 000 znaků za sekundu díky kombinaci paralelního zpracování a vyrovnávací paměti (registrů). Také obsahoval obvod pro automatickou změnu programu, byl-li objeven pravděpodobný kódový vzor.

Každý počítač zabíral velký prostor. Obsahoval osm regálů dlouhých 2,3 m různě vysokých. Byly uspořádané do dvou bloků dlouhých 5,5 m. Navíc k tomu byla připojena čtečka papírové pásky a páskový manipulátor. Vstupní data byl zašifrovaný text vyražený na papírové pásce s 5 dírami. Výstup byl vyrovnávací paměť na relé a vytisknut byl na psacím stroji. Procesor si pamatoval pět 5-bitových znaků umís-

těných v posuvném registru, obsahoval také zásuvná hradla a 20 desítkových čítačů. Taktovací frekvence byla vysoká 5 kHz odvozená z otvorů na děrované vstupní pásce. Programování křížového korelačního algoritmu (cross correlation algorithm) bylo dosaženo kombinací telefonních jack konektorů, kabelů a přepínačů.

V 80. letech Flowers a někteří konstruktéři podali poměrně obecný popis zmíněného počítače. [64]

Po skončení druhé světové války skončili i počítače třídy Colossus. Nebylo pro ně již žádné využití. Navíc zprávy o těchto počítačích vyšly najevo až po roce 2000, kdy byly záznamy odtajněny.



Obr. 81 Colossus Mark II - replika

grafie, záznamy a svědectví původních účastníků projektu. Replika (*Obr. 81*) tohoto stroje je umístěná v Národním muzeu v Bletchley Parku ve městě Milton Keynes. [63]

Winston Churchill podepsal dekret k jejich zničení, nicméně některé počítače Colossus Mark II byly v 50. letech použity pro školení a pomocné úlohy, ale i tyto počítače do konce 50. let zničeny. S nimi byly zničeny i veškeré výkresy a diagramy použité ke konstrukci. Nicméně přeci jen se něco málo dochovalo, protože v roce 1994 se skupina inženýrů, kterou vedl Tony Sale, rozhodla sestavit kopii

stroje Colossus Mark II. Použili k tomu dochované foto-

1.6.5 Howard Hathaway Aiken



Obr. 82 Howard H. Aiken

Howard H. Aiken (*Obr. 82*) se narodil 8. března 1900 v Hobokenu v New Jersey a zemřel 14. března roku 1973 v St. Louis v Missouri. Byl průkopníkem v oblasti výpočetní techniky.

Studoval na univerzitě ve Wisconsin-Madison a později na Harvard University v roce 1939 získal doktorát z fyziky. V této době se setkal s diferenciálními rovnicemi, řešil je pouze numeric-ky. Představil si elektromechanickou výpočetní za-řízení, které by za něho mohlo vyřešit mnoho práce. Tento počítač původně nazval ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator), později byl pře-jmenován na Harvard Mark I. Stroj byl za podpory

financování firmou IBM dokončen a instalován v Harvardu v únoru 1944. Do pro-jektu se zapojil i Grace Hopper, zadní admirál amerického námořnictva a počítačo-vá vědkyně. Byla jednou z prvních programátorů počítače Harvard Mark I. Na to začal Aiken pracovat na počítači Harvard Mark II, jehož práci dokončil v roce 1947. Pak pokračoval v práci na počítačích HM III a HM IV. Ve své práci se nechal inspi-rovat analytickým strojem Charlese Babbage.

Aiken získal několik čestných doktorátů na Wisconsin-ské univerzitě, na Wayne State a na Technische Hochschule v Darmstadtu. V roce 1947 byl zvolen členem Americké akademie umění a věd. Získal také spoustu ocenění, mj. i cenu IEEE Edi-son Medal v roce 1970.

Krom své práce na sérii počítačů třídy Mark přispěl i k zavedení magisterského programu pro počítačové vědy na Harvardské univerzitě v roce 1947, téměř deset let před tím, než se začaly tyto programy objevovat i na dalších univerzitách.

Aiken se oženil celkem třikrát. Mj. byl také záložním důstojníkem v Námořnictvu spojených států.

Poté co ve svých 60 letech odešel do důchodu na Floridu, pokračoval se svými pří-spěvkami k technologii. Založil Howard Aiken Industries Incorporated, která pomá-hala obnovit podniky, kterým se nedařilo. Během svého pobytu na Floridě nastou-pil na Universitu v Miami jako význačný profesor informatiky.

Aiken zemřel v roce 1973 během své poradenské cesty do St. Louis. [65]

Harvard Mark I

Harvard Mark I byl obecně použitelný elektromechanický počítač, který byl použit při válečném úsilí v poslední části druhé světové války.

Aiken svůj původní koncept představil firmě IBM v listopadu 1937. Inženýři provedli studii proveditelnosti, na to Thomas Watson Sr. osobně schválil projekt a jeho financování. Stalo se tak v únoru 1939.

Jak již bylo zmíněno výše, Aiken se nechal inspirovat analytickým strojem Charlese Babbage, jehož odkaz zanechal Harvardské univerzitě Babbageův syn.

Ocelový rám počítače 16 m dlouhý a 8 m vysoký držel kalkulátor, který se skládal ze zabezpečovacího panelu malých ozubených kol, čítačů, přepínačů a kontrolních obvodů. V ASCC se nacházelo 800 km drátu s 3 miliony spojení, 3 500 vícepólových relé s 35 tisíci kontakty, 2 225 čítačů, 1 464 deseti-pólových přepínačů a 72 řad střádačů (akumulátorů), každý s 23 významnými čísly. Jednalo o největší průmyslový elektromechanický kalkulátor.

Počítač Harvard Mark I (viz *Obr. 83*) byl zapojen do projektu Manhattan. V roce 1944 chtěl John von Neumann pomocí tohoto počítače studovat implozi atomové bomby.

Mark I měl 60 sad 24 přepínačů pro manuální zadávání dat a mohl uložit 72 čísel, každé o délce 23 dekadických míst.

Násobení mu trvalo 6 sekund, dělení 15,3 sekundy. Logaritmus nebo geometrické funkce mu trvaly minutu. Instrukce vykonával jednu po druhé. Neměl podmíněné větvení instrukce, což znamenalo, že složité programy byly na děrované dlouhé pásce. Smyčka se provedla spojením konců papírové pásky, která obsahovala program zpět na začátek pásky. Doslova se fyzicky vytvořila smyčka. Tato separace dat a instrukcí je známá jako harvardská architektura.

První programátoři na Mark I byli Richard Milton Bloch, Robert Campbell a Grace Hopperová.

Aiken zveřejnil ziskovou zprávu, ve které se uvedl jako jediný vynálezce, ačkoli na stroji pracovalo více lidí.

Po své zasloužené práci odešel Mark I oficiálně do důchodu v roce 1959. Nakonec byl Mark I rozebrán. Část tohoto stroje zůstalo v Harvardu ve Vědeckém centru. [66]



Obr. 83 Harvard Mark I

1.7 Závěr

Jak je možno vidět, mechanické a elektromechanické počítačové stroje se ubíraly v podstatě třemi směry. V počátcích šlo o stroje pro jednoduché počítání, pro použití čtyř základních aritmetických operací. Později s rozvojem matematiky se stroje stávaly sofistikovanějšími. Bylo třeba řešit stále složitější úkoly a ty vyžadovaly stále lepší a lepší výpočetní stroje až rozvoj dospěl do té míry, že z výpočetních strojů se staly univerzální stroje pro použití nejen při matematických výpočtech, ale staly se každodenně užívaným zařízením, bez kterého si už dnes nedovedeme život představit - počítač.

Druhým směrem, kterým se výpočetní stroje ubíraly, byl obchodní směr. Z jednoduchých výpočetních strojů se stávaly výpočetní zařízení, tzv. „kasy“, které bylo a je možno vidět v některých malých prodejnách a mnohem sofistikovanější výpočetní zařízení – kalkulačky, které používáme v nejrůznějších obměnách do dnes.

A samozřejmě nesmíme zapomenout ani třetí směr, jež by mnoho lidí nečekalo, a tím je vývoj výpočetních strojů pro astrologie, které se od starověkých civilizací

zdokonaloval. Zpočátku měli své vlastní stroje. Dnes již toto řeší zmiňovaný univerzální stroj pro výpočty a jiné použití – počítač.

2 Šifrovací stroje

Konstrukce šifrovacích strojů byla další obdoba mechanický či elektromechanických počítačích strojů. Tvorba a vývoj šifrovacích strojů jako jiných zařízení je a byla dána dobou a potřebou. Jak se vyvíjela společnost, tak se vyvíjeli i stroje. V oddíle Šifrovacích strojů se zabývám stroji vytvořených ve 20. století. V tomto století byla potřeba vytvářet zařízení tohoto typu asi největší, protože se svět dostal do druhé světové války a potřeba uchovat tajné informace hrála velkou roli ve vývoji války.

2.1 Edward Hebern



Obr. 84 Edward Hebern

Edward Hebern (*Obr. 84*) se narodil 23. dubna 1869 v Illinois a zemřel 10. února 1952. Působil v USA. Byl to jeden z prvních vynálezců rotorových šifrovacích strojů. [67] [68]

Edward měl 4 sourozence, dvě sestry a dva bratry. Ve svých šesti letech byl přijat k illinoiským Soldiers' and Sailors' home (domov pro vojáky a námořníky). V roce 1883 byl z tohoto domova propuštěn a šel do Odinu v Illinois, kde pracoval na farmě.

V roce 1922 začal stavět továrnu v Oaklandu, jako reakci na rostoucí poptávku od armády a námořnictva. Továrna to byla velká, ale prodal jen několik málo strojů, dvanáct jich prodal námořnictvu a několik jich prodal dalším odběratelům. Nakonec mu byla továrna odejmuta. Nakonec byl souzen a odsouzen za podvod. [68]

Šifrovací stroj

V roce 1919 dostal patent na svůj stroj. Krátce po něm následovali Scherbius, Koch a Damm. [67]

Hebernův rotorový stroj byl elektromechanický šifrovací stroj, který kombinoval mechanické části standardního psacího stroje a elektrické díly elektrického psacího stroje spojené pomocí kodérů (scrambler). Jedná se o první příklad z třídy stro-

jú známé jako rotorové stroje, které se staly základním typem šifrování během druhé světové války.

Základním prvkem Hebernova návrhu byl disk s elektrickými kontakty, které se nacházely na obou stranách, dnes známý jako rotor. Propojení těchto kontaktů zajišťovaly dráty. Každé písmeno na jedné straně bylo náhodně spojeno s dalším písmenem na druhé straně.



Obr. 85 Jedno-rotorový šifrovací stroj

Když operátor stiskl klávesu na klávesnici psacího stroje, z baterie se vyslalo malé množství proudu, které proteklo klávesou do jednoho z kontaktů na vstupní straně disku a odešlo ven přes jiný kontakt. Výkon pak ovládali mechanici elektrického psacího stroje, aby zapsaly šifrovaný dopis anebo jednoduše rozsvítili žárovku nebo použili razidlo na papírovou pásku z dálnopisného stroje.

Rotor v Hebernově stroji byl spojen s klávesnicí na psacím stroji. Po každém stisku klávesy se rotor otočil a substituční abeceda se tak mírně změnila. Tento princip otočil základní substituci do polyalfabetické, podobné Vigeněrově šifře, s výjimkou, nevyžadoval ruční vyhledávání klíčů nebo šifrový text. Operátoři jednoduše obrátili rotor do předem zvolené pozice a začali psát. Pokud bylo třeba dešifrovat text, musel se rotor ve své zásuvce obrátit. Operátoři tak psali šifrovaný text a ven šel holý text. [69]

Zařízení však nemělo velký úspěch. Mohlo to být například i kvůli tomu, že William F. Friedman analyzoval Hebernův stroj a zjistil, že je rozluštitelný, což ovšem Hebern nevěděl. Nebo za neprodejnost stroje mohl tehdejší prezident USA Herbert Hoover respektive jeho ministr zahraničí Henry Stimson, který pronesl legendární výrok „*gentleman nečte cizí dopisy*“. Z toho patrně bylo usouzeno, že „stát, který věří, že není správné číst cizí dopisy, časem začne věřit i tomu, že jeho korespondenci také nikdo nečte, takže nevidí důvod pro pořízení kvalitních šifrovacích strojů“. [67]

2.2 Boris Hagelin



Obr. 86 Boris Hagelin

Boris Hagelin (*Obr. 86*) se narodil 2. července 1892 a zemřel 7. září 1983. Byl to švédský obchodník a vynálezce šifrovacích strojů.

Narodil se švédským rodičům v Ázerbajdžánu. Navštěvoval internátní školu Lundsberg a později studoval strojní inženýrství na Royal Institute of Technology ve Stockholmu, kterou absolvoval v roce 1914. Poté pracoval ve Švédsku a ve Spojených státech, tím získal spoustu zkušeností pro svou další činnost.

Boris také pracoval ve firmě svého otce, kde zastupoval rodinné investice. V roce 1925 tuto firmu převzal. Později jeho stroje soutěžily s Scherbiusovými stroji Enigma. V prodeji byl Hagelin o něco úspěšnější než Scherbius.

Na začátku druhé světové války se Hagelin přestěhoval do Švýcarska, kde založil společnost Crypto AG v Zug. Návrh šifrovacího stroje byl malý, levný a přiměřeně bezpečný. Povedlo se mu přesvědčit americkou vládu, aby jej přijala. Firma vyrobila mnoho desítek tisíc strojů a Hagelin se tak stal poměrně bohatým člověkem.

Historik David Kahn tvrdí, že Hagelin byl jediný výrobce šifrovacích strojů, který se kdy stal milionářem. [70]

Šifrovací stroje

B-21 a B-211



Obr. 87 Šifrovací stroj B-21

V roce 1925 kontaktoval firmu AB Cryptograph Švédský generální štáb, aby navrhla stroj, který by byl lepší než německé Enigmy. Hagelin vyvinul prototyp s názvem B-21 (Obr. 87). Šifrovací stroj byl pro generální štáb schválen a Hagelin prodal několik těchto strojů i dalším zemím.

Jeho princip je založen na Dammově zjednodušených rotorech. Rotory byly umístěny v síti 5x5 rotorů. Stroj obsahoval klávesnici, 2 rotory, u nichž bylo krokování kontrolováno dvěma páry kol s čepy (pin-wheel) a display s 25 žárovkami, které prezentovaly výstup zašifrování a dešifrování.

Stroj pracoval s napětím 110 V nebo 220 V a panel s žárovkami byl poháněn baterií. Stiskem klávesy se spojily dva kontakty, každý kontakt v jedné ze dvou skupin pěti kontaktů. Signál pak procházel přes dva rotory k 25 žárovkám. Kdykoli bylo možné vyměnit zapojení vodičů s rotory.

Tento šifrovací stroj byl první, na kterém bylo aplikováno kolo s čepy, následně bylo aplikováno i v jeho nástupcích. Kolo s čepy je disk s axiálními otvory, ve kterých jsou umístěny čepy. Tyto čepy se mohou pohybovat buď na levé, nebo na pravé straně disku. Na jedné straně jsou aktivní, na druhé neaktivní. S každým krokem se kolo s čepy posune o jednu pozici.

V roce 1932 se o stroj zajímala francouzská armáda a požádala o dvě důležité úpravy. Stroj měl být přenosný a měl umět tisknout text.

Hagelin na tento popud vyvinul stroj s označením B-211, který mohl být ovládán buď pomocí elektrického pohonu anebo ručně pomocí kliky. Původní panel se žárovkami nahradil tiskovým mechanismem a šifrovací obvody byly poháněny baterií. Těchto strojů bylo vyrobeno asi na 500.

Stroje typu C

V roce 1934 byl Hagelin požádán tentokrát francouzským šifrovacím představenstvím, aby vytvořil kompaktní stroj, který by mohl i tisknout. Hagelin dostal nápad.

Upravil výpočetní mechanismus z peněžního měniče do malého šifrovacího zařízení a tak vznikly neslavné pin-and-lug stroje.

První stroj s označením C-35 se skládal z 25 tyčí, 5 čepových kol (identické s B-21) z tiskového mechanismu.

Pomocí recipročního šifrování bylo velmi snadné přepínat mezi šifrováním a dešifrováním. Text byl vytištěn na malé papírové pásce.

Zařízení mělo velikost malého „obědového balíčku“, vešla se do postranní kapsy uniformy vojenského personálu.

Poté vytvořil vylepšenou verzi C-36, která měla ochranné pouzdro a jinak uspořádané výstupky. Jeho nástupcem se pak stal stroj C-38. Ten obsahoval šest čepových kol. Výstupky se mohly posunovat po válcové tyči v jedné z pěti aktivních či neaktivních pozic. Toto zlepšení spolu s větší periodou kola poskytlo větší prostor pro tvorbu klíče.

Dalším provedením byl stroj BC-543, který obsahoval klávesnici.



Obr. 88 Šifrovací stroj M-209

V roce 1940 odjel Hagelin do USA, aby své stroje podporoval. Americká armáda si vybrala stroj C-38 jako taktické šifrovací zařízení a označila jej jako M-209 (*Obr. 88*). Ke konci války bylo vyrobeno přes 14 tisíc těchto strojů.

Ačkoli byl Hagelin úspěšný, nebyly tyto jeho dosavadní stroje vhodné pro šifrování zpráv na vysoké úrovni. Rozhodl se, že vytvoří ještě lepší stroj, který by mu otevřel dveře na

trh vysoké úrovni. Chtěl uspět ve vojenském a diplomatickém šifrování.

Podle všeho byl úspěšný. Vytvořil mnoho verzí různých dokonalejších strojů, které byly více či méně úspěšné. [71]

2.3 Arthur Scherbius



Obr. 89 Arthur Scherbius

Arthur Scherbius (Obr. 89) se narodil 20. října 1878 ve Frankfurtu nad Mohanem a zemřel 13. května 1929. Byl to německý elektrotechnik.

Jeho otec byl obchodník. Arthur studoval elektřinu na Technické univerzitě v Mnichově, pak pokračoval ve studiu na univerzitě v Hannoveru, dokončil je v roce 1903. Rok na to dokončil disertační práci s názvem *Proposal for the Construction of an Indirect Water Turbine Governor* a byl mu udělen doktorát v oblasti inženýrství.

Scherbius následně pracoval pro řadu elektrických podniků v Německu a ve Švýcarsku. V roce 1918 založil firmu Scherbius & Ritter.

Vytvořil několik vynálezů, např. asynchronní motory, keramické topné části. Díky příspěvkům z výzkumů bylo jeho jméno spojováno s Scheribusovým principem asynchronních motorů.

V roce 1918 požádal Scherbius o patent pro šifrovací stroj založený na rotujících kabelových kotoučích, což je nyní známo jako rotorový stroj. Scherbiusova společnost koupila práva i na další patent na rotorový stroj Huga Kocha, patentovaný v roce 1919.

Firemní šifrovací stroje prodávané pod názvem Enigma byly původně určeny pro komerční trh. Ovšem jeden z těchto komerčních modelů v roce 1926 si vybrala německé námořnictvo (v upravené verzi). O několik let později si německá armáda vybrala stejný model také v modifikované verzi, ale poněkud odlišné od námořnictva.

V roce 1929 by Scherbius zabit při nehodě v koňském povoze. [72]

Šifrovací stroj Enigma

Šifrovacích strojů Enigma byla vytvořená celá řada. Nejdříve se vyráběly komerční modely. Ty pocházejí z roku 1920. Německá armáda začala používat Enigmu od druhé poloviny 20. let dvacátého století. Na strojích provedla řadu změn, které souviseli s její bezpečností. Ovšem nejen německý trh disponoval těmito stroji. Ně-

které z nich se vyvážely i do jiných zemí, které si je pak také upravili pro vlastní potřeby. Odhaduje se, že strojů šifrovacích strojů Enigma bylo vyrobeno asi na 100 tisíc kusů. [73] [74]

Po skončení druhé světové války prodali spojenci několik strojů rozvojovým zemím, sovětskému svazu a Izraeli. Díky tomu, že se Britům podařilo utajit, že jsou schopni Enigmu rozluštit, byla používána ještě v 50. letech jak ona sama, tak i její upravené verze, což mělo pro britskou špionáž obrovskou výhodu. Nicméně v Izraeli nebyla nikdy v armádě nasazena a to díky britsko-židovskému matematikovi z Turignova týmu, který si byl informace o prolomení Enigmy vědom.

Roku 1918 požádal Scherbius o patent na šifrovací stroj založený na rotorech a s Richardem Ritterem založil firmu Scherbius & Ritter. Se svými stroji se obrátili na Německé námořnictvo a ministerstvo zahraničí, ale ani jeden z nich nejevil žádný zájem. Roku 1923 Scherbius & Ritter přidělili patentová práva Chiffriermaschinen Aktien-Gesellschaft (Chiffriermaschinen AG) a stali se součástí jejího představenstva. [74]

„Enigma je založena na kombinace elektrického a mechanického systému. Mechanický systém je složen z klávesnice, sady rotujících disků (rotory), které jsou řazeny za sebou na jedné ose. Dále pak krokového mechanismu, který otáčí postupně jedním nebo několika rotory s každým stiskem klávesy.“ [73]

„Šifrování probíhá takto: po stisku klávesy se uzavře elektrický obvod. Proud prochází různými komponenty, až se nakonec rozsvítí jedna z mnoha žárovek na panelu, čímž indikuje výsledné zašifrované písmeno. Například při šifrování zprávy ANX... operátor nejdříve stiskne A, rozsvítí se třeba Z, potom Z bude prvním písmenem zašifrovaného textu. Poté operátor stiskne N a stejným způsobem pokračuje.“ [73]

Komerční Enigma

Chiffriermaschinen AG začala rotorový šifrovací stroj Enigma model A nabízet. Firma jej v letech 1923 – 1924 vystavila na kongresu Mezinárodní poštovní unie. Stroj byl těžký, objemný a obsahoval psací stroj. Jeho rozměry byly 65x45x35 cm a vážil cca 50 kg.

V roce 1925 zavedli Enigmu model B. Konstrukce byla podobná modelu A. Jinak se oba modely velmi lišily. Lišily se ve fyzické velikosti a tvaru, kryptograficky a postrádaly reflektory^{ix}.

V roce 1926 se začal vyrábět model C. U tohoto modelu se již reflektor vyskytl, navrhl jej Scherbiusův kolega Willi Korn. Model C byl menší a přenosný než jeho předchůdci. Postrádal ovšem psací stroj, musel se spoléhat na provozovatele. Objevil se i neformální název „glowlamp Enigma“^x.

V roce 1927 nahradila Enigma D verzi C. Tento model by široce používán u zásilek do Švédska, Nizozemí, Velké Británie, Japonska, Itálie, Španělska, Spojených států a Polska.

Italské námořnictvo nazvalo Enigmu jako Námořní šifra D. Španělsko používalo komerční Enigmu během občanské války. Britští lamači kódů uspěli v prolomení stroje Enigma, protože Enigma postrádala děrovanou tabulku (plugboard).

Armádní Enigma

První vojenská pobočka, která Enigmu přijala, byla Reichsmarine. Tato verze pojmenovaná Funkschlüssel C^{xi} byla uvedena do výroby roku 1925 a zavedena do provozu 1926.

Klávesnice a deska se žárovkami obsahovaly 29 písmen: A – Z, Ä, Ö, Ü, které byly na rozdíl od QUERTZU uspořádány abecedně. Rotory obsahovaly 28 kontaktů s připojeným písmenem X, aby obešli nezašifrované rotory.

^{ix} Komponenta, jejíž funkce je podobná rotoru, jen se neotáčí. Slouží ke kódování a dekodování zpráv stejným nastavením.

^x Mohli bychom to přeložit jako: Enigma, tlumená záře lampy.

^{xi} Možno přeložit jako Radiová šifra C.

V roce 1928 představila Německá armáda svou vlastní exkluzivní verzi stroje Enigma a to Enigma G (Obr. 90). Tento stroj používala německá vojenská zpravodajská organizace Abwehr. Tato varianta Enigmy obsahovala čtyři kola s mnoha zářezy na rotorech. Model byl vybaven čítačem, který se navyšoval při každém stisknutí tlačítka. Tento stroj je také známý jako „počítadlo“.



Obr. 90 Enigma G (4 rotory)

V roce 1930 byla Enigma G modifikována na šifrovací stroj Enigma I. Byla hojně používána německými státními službami a jinými státními organizacemi a to jak před druhou světovou válkou, tak i v jejím průběhu. Tato verze je také známá jako Wehrmacht Enigma nebo Služební Enigma.

Hlavní rozdíl mezi Enigmou I a komerčními modely bylo přidání děrované desky, která měnila dvojice písmen, což výrazně zvyšovalo šifrovací sílu. Další rozdíly zahrnovaly použití pevného reflektoru a přemístění krokového zářezu z těla rotoru do pohyblivých znakových kroužků. Přístroj měřil 28x34x15 cm a vážil okolo 12 kg.

V roce 1935 zavedly vzdušné síly Wehrmacht Enigmu do své komunikace.

V roce 1930 Reichswehr navrhl, aby námořnictvo přijalo jejich stroj s odvoláním se na výhody zvýšené bezpečnosti a jednodušší komunikace mezi jednotlivými službami. Reichsmarine souhlasila a v roce 1934 uvedla provozu námořní verzi armádní Enigmy označenou Funkschlüssel nebo M3. Armáda používala pouze tři rotory, kdežto námořnictvo mělo na výběr tří z pěti možných.

V roce 1938 vydala armáda dva další rotory, takže se mohly vybrat tři rotory z pěti. V témže roce námořnictvo přidalo další dva a pak další v roce 1939, což umožnilo výběr tří rotorů z osmi možných.



Obr. 91 Enigma II - 8-rotorový model

milovníků počítačové historie. [74]

Na principech Enigmy bylo postaveno mnoho dalších šifrovacích strojů.

Námořnictvu pro U-lodní dopravu v roce 1942 byla představena čtyř rotorová ma, kterou nazvaly M4. Rotor navíc byl opatřen rozdělením odrazek do kombinace tenké odrazky a tenkého čtvrtého rotoru.

Objevil se i stroj Enigma II (*Obr. 91*), osmi rotorový tisknoucí model. Polský šifrovací úřad v roce 1933 zjistil, že byla použita pro vysokou úroveň vojenské komunikace, ale že byla brzy zaslána zpět kvůli její nespolehlivosti a častým zásekům.

Do 70. let nebyla snaha o prolomení Enigmy zveřejněna. Jakmile se tato zpráva dostala ven, vzrostl o Enigmu zájem. Některé stroje tohoto typu jsou vystaveny v muzeích po celém světě, jiné jsou v rukou

2.4 William Fredefick Friedman



Obr. 92 William F. Friedman

William F. Friedman (Obr. 92) se narodil 24. září 1891 a zemřel 12. listopadu 1969. Byl to americký kryptograf.

Narodil se v Kišinevi v Besarábii jako Wolf Friedman. V roce 1882 rodina uprchla z Ruska, aby se tak vyhnula zhoubnému antisemitismu. Dostali se až do Pittsburghu v Pennsylvanii. O tři roky později mu změnili jméno z Wolfa na Williama.

S kryptologií se seznámil, když četl krátkou povídku od E. A. Poea Zlatý brouk. Studoval na Zemědělské akademii v Michiganu. V letech 1911 – 1914 studoval genetiku na Cornell University v New Yorku. Od roku 1915 pracoval v laboratořích v Riverbanku u George Fabyana. Jeho laboratoře se zabývaly akustikou, chemií, genetikou a také kryptografií. Friedman do těchto laboratoří původně nastoupil jako genetik, ale díky tomu, že uměl pracovat s kamerou, pomáhal kryptologům se zvětšováním starých textů. Při jedné takové práci se seznámil se svoji budoucí ženou Elizabethou Wells Gallup. Oženil se s ní v roce 1917 a ona se pak po jeho boku stala profesionální kryptoložkou.

V témže roce Friedman napsal svoji první kryptologickou úvahu pod názvem „Metoda rekonstrukce primární abecedy z jedné ze série sekundárních abeced“. Poté roku 1918 odjel do Francie, kde pracoval pod vojenskou zpravodajskou službou. Byl zařazen k luštitelům do tzv. „Rozhlasové zpravodajské sekce“. V roce 1920 publikoval svoji osmou monografii s názvem *The Index of Coincidence and Its Applications in Cryptographic Analysis* (Index shody a její aplikace v kryptografii).

Od roku 1921 začal společně s manželkou pracovat jako civilní kryptoanalytik pro armádu ve Washingtonu. V tomtéž roce se stal vedoucím kryptoanalytiky ministerstva války a později vedl Signals Intelligence Service (SIS). V této pozici cca 25 let. V roce 1924 vydal knihu *Element of Cryptanalysis* (Základy kryptoanalýzy) a *Military Cryptanalysis, Part I, II, III, IV*. Základy kryptoanalýzy se staly hlavní učebnicí ve výuce kryptoanalýzy. [75] [76]

Sestrojil šifrovací stroj M-134-T2. Poté jej vylepšil a tuto verzi nazval SIGMYC (M-134-A). V roce 1936 sestrojil konečnou verzi předešlých strojů, a to SIGABA (M-

134-C), u pozemních vojsk označovaná jako ECM Mark II, v námořnictvu CSP-888/889).

V roce 1934 se mu povedlo společně s jeho spolupracovníky rozluštit depeši zašifrovanou německým šifrovacím strojem KRYHA. V roce 1940 se jim povedlo rozluštit kód japonské stroje, který je znám jako „purpurový kód“. [73]

V roce 1941 byl Friedman hospitalizován kvůli nerovnováhu zhroutení. K tomuto stavu patrně přispěla práce na PURPLE.

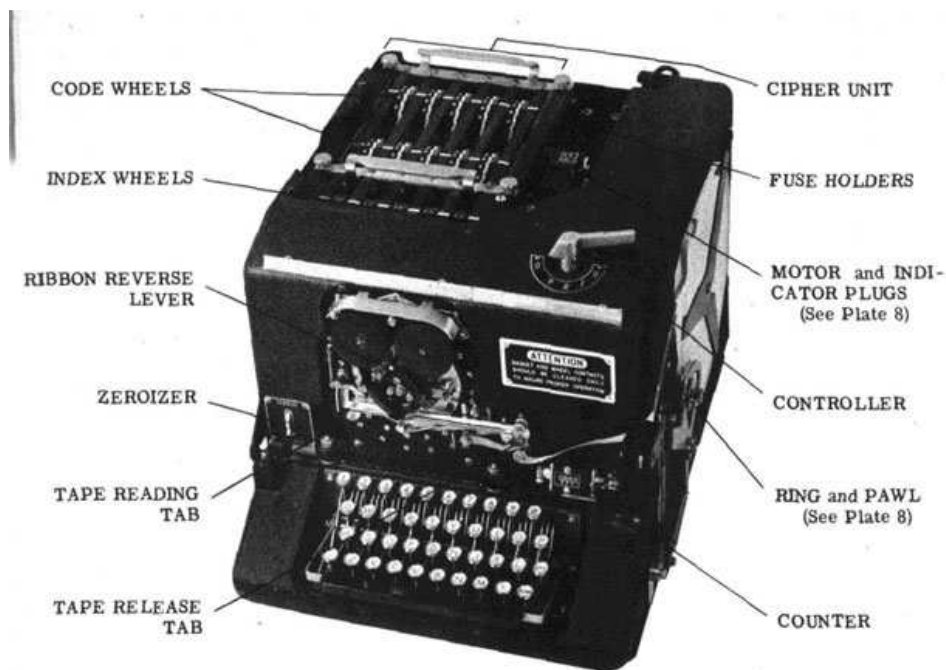
V roce 1949 se stal vedoucím kryptografického oddělení nově vytvořené Armed Forces Security Agency (AFSA) a v roce 1952 se stal vedoucím kryptologem National Security Agency (NSA).

Friedman zemřel v roce 1969. Poté byl uveden do Vojenské zpravodajské síně slávy. [75]

Šifrovací stroj SIGABA

Friedman studoval Hebernův stroj. V průběhu let vyvinul několik principů analýzy strojů a objevil několik závažných chyb. Sám se snažil vyvinout stroj, který by neobsahoval dosavadní chyby. Světlo světa tak spatřil krom jiných stroj SIGABA, který se později stal v USA nejbezpečnějším šifrovacím strojem v druhé světové válce. Vytvořil jej společně s Frankem Rowletem.

Původní označení stroje SIGABA bylo ECM Mark II. Vojsko používalo označení M-134 a námořnictvo jej označilo jako CSP-888/889, modifikovaná verze pak měla označení CSP-2900.



Obr. 93 Šifrovací stroj SIGABA

SIGABA (Obr. 93) využíval pro šifrování zpráv elektromechanický systém rotorů, ale vůči předchozím strojům byl vybaven lepším zabezpečovacím zařízením. Během jeho působení se nepovedlo stroj rozluštit. Stalo se tak díky náhodnému pohybu rotorů.

Stroj obsahoval čtečku děrné pásky z dálnopisného stroje připojené k malému zařízení s kovovými „tykadly“, které sloužili pro přenos elektřiny. Po stisku písmena na klávesnici se signál poslal přes otvory děrné pásky a všechny otvory děrné pásky nastavené v aktuální pozici otočily rotorem a ten pak postupně otočil děrnou pásku o jednu pozici. Výsledný model šifrovacího stroje šel do výroby jako M-134. Součásti zpráv zahrnovaly pozici pásky a nastavení desky s otvory, která určovala, jaká řada otvorů na pásce řídila jaké rotory. Přes toto všechno se přeci jen vyskytl problém, a tím byl problém využitelnosti křehké papírové pásky v polních podmínkách.

Friedmanův spolupracovník, Frank Rowlet, poté přišel s odlišným způsobem nastavení rotorů, přidal další řadu rotorů. V Rowletově provedení musel být každý rotor konstruován tak, mezi rotory jedna a čtyři byly vygenerovány výstupní signály krokovaním jednoho nebo více rotorů. Vzhledem k tomu, že před válkou bylo v USA se vydávalo málo peněz na podporu vývoje šifrování, tak Friedman a Rowlett vytvořili jen přídavné zařízení nazvané SIGGO (nebo M-229), které bylo

použito v již existujících strojích M-134 v místě čtečky děrné pásky. Jednalo se o externí boxy, které obsahovaly nastavení tří rotorů, ve kterých bylo pět živých vstupů, jako kdyby někdo na Enigmě stiskl pět kláves najednou, a výstupy se shromažďovaly také do pěti skupin. Tedy cesta pěti signálů na vstupní straně vedla přes rotory náhodně, vyšla na druhé straně s napětím na jedné z pěti linek. Díky tomuto mechanismu mohl být pohyb rotorů řízen denním kódem a děrná páska tak byla odstraněna.

V roce 1935 představili svoji práci americkému námořníku kryptoграфovi Josephu Wengerovi. Wenger neprojevil velký zájem o tento stroj, nicméně jej ukázal veliteli Laurancovi Saffordovi, Friedmanově protějšku Seilerovi v Námořním úřadu pro námořní rozvědku. Ten okamžitě viděl ohromný potenciál stroje. Seiler stroj ještě trochu vylepšil, přidal několik funkcí, aby se stroj dal jednodušeji postavit. Konečná verze dostala název Electric Vode Machine Mark II (ECM Mark II), kterou pak námořnictvo produkovalo jako CSP-889 (nebo 888).

SIGABA byla v základní myšlence podobná Enigmě. Používala řadu rotorů k zašifrování každého znaku otevřeného textu do jiného znaku šifrovaného textu. Na rozdíl od Enigmy, která měla tři rotory, jich SIGABA měla 15 a nepoužívala odrážející rotor. SIGABA měla tři boxy po pěti rotorech, akci dvou boxů ovládalo krokování třetího.

SIGABA posunovala pseudonáhodně jeden nebo více rotorů v komplexu. To znamená, že útoky, které mohly prolomit další rotorové stroje s mnoha jednoduchými krokováními (např. Enigma), byly mnohem složitější. I když měl člověk v ruce otevřený text, bylo tu stejně mnoho možných vstupů do šifrování. Bylo těžké přijít na nastavení.

Ačkoli byla v mnohém ohledu lepší než Enigma, přeci jen v něčem byla Enigma lepší než SIGABA. Enigma byla praktické zařízení, celkem snadno přenositelné. SIGABA byla velká, těžká, drahá, obtížně fungovala, byla mechanicky složitá a křehká. V důsledku toho nebyla mnoho využívána.

SIGABA byla také upravena pro součinnost s upraveným britským strojem Typex. Stroj byl znám jako Combined Cipher Machine (CCM) a používal se od roku 1943. [77]

2.5 Japonské šifrovací stroje

Japonské námořnictvo s japonskou armádou zrovna nespolupracovalo na předválečném vývoji šifrovacích strojů a nijak se to nezměnilo ani během druhé světové války. Námořnictvo věřilo, že šifrovací stroj Purple je těžké prolomit, a tak neměla důvod k jeho přepracování. Námořnictvo dodalo Red a Purple Ministerstvu zahraničních věcí. Nikdo z japonského úřadu si nevšiml, že ob stroje mají svá slabá místa. Ovšem těsně před koncem války armáda námořnictvo varovala před slabými místy šifrovacích strojů, nicméně námořnictvo varování nebralo v potaz.

Armáda v letech 1932 až 1941 vyvinula vlastní šifrovací stroje, které pracovaly na stejném principu jako Enigma, a to: 92-shiki injiky, 97-shiki injiki a 1-shiki 1-go injiki. Také usoudila, že jsou méně bezpečné než námořní návrh Purple, z čehož vyplynulo, že dva armádní šifrovací stroje byly velmi málo využity.

Prototyp šifrovacího stroje Red vytvořil hlavní konstruktér Kazuo Tanabe^{xii} a námořní velitel Genichiro Kakimoto. Jednalo se o šifrovací stroj s klávesnicí v latince. Prototyp obsahoval děrovanou tabulku, pracoval na stejném principu jako šifrovací stroj Kryha. Prototyp Red použilo japonské námořnictvo a Ministerstvo zahraničních věcí při jednání s London Naval Treaty^{xiii} v roce 1930.

Prototyp byl dokončen v roce 1931 pod názvem 91-shiki^{xiv} injiki nebo „Type 91 print machine“. Tento stroj s klávesnicí používalo také Ministerstvo zahraničních věcí jako Angōki A-kata, nebo „Šifrovací stroj typ A“ s kódovým označením „Red“, které používali kryptoanalytici Spojených států.

Šifrovací stroj Red byl velmi nespolehlivý, bylo nutné každý den čistit spínače rotorů. Šifrování probíhalo tak, že samohlásky a souhlásky se šifrovaly odděleně, patrně kvůli snížení nákladů na telegram, což se ukázalo jako výrazná slabina.

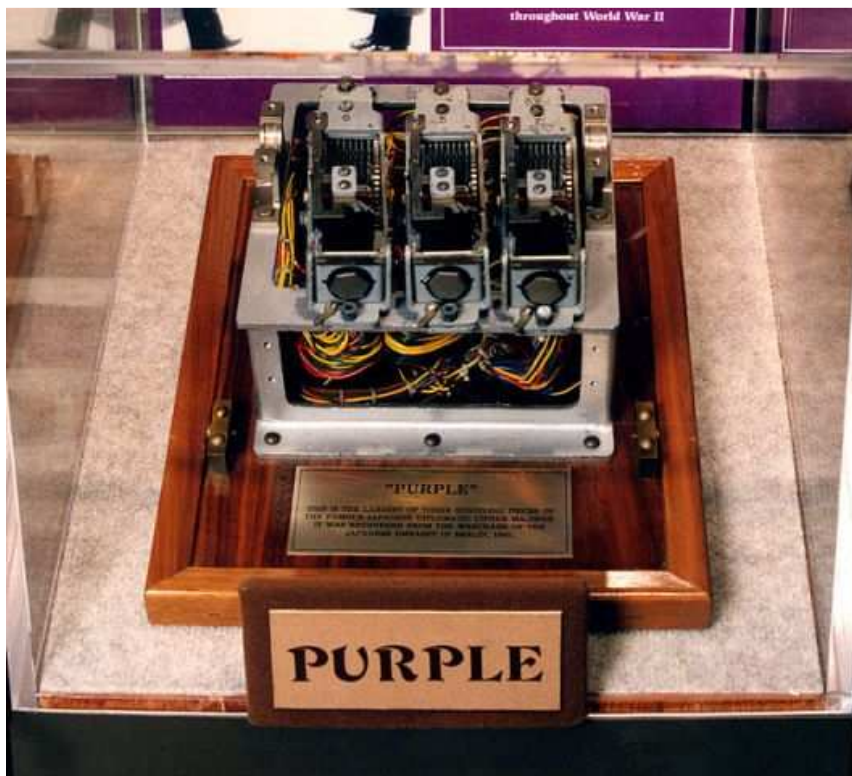
V roce 1937 Japonci dokončili další generaci šifrovacího stroje s označením 97-shiki injiki, neboli „Type 97 print machine“. Ministerstvo zahraničních věcí jej používalo pod označením Angōki B-kata. [78] „Název Purple (*Obr. 94*) zvolili zaměstnanci kryptoanalytické jednotky Magic, společného projektu armády a námořnic-

^{xii} O tomto tvůrci se mi nepovedlo najít žádné informace.

^{xiii} Jednalo se o dohodu mezi Spojeným královstvím, Japonskou říší, Francií, Itálií a Spojenými státy, podepsanou 22. 4. 1930, která upravovala podmorské válčení a omezovala námořní lodě. [79]

^{xiv} Předpona 91-shiki je rok, ve kterém byl stroj vyroben. V našem kalendářním systému je to rok 1931 v japonském je to rok 2591. [78]

tva USA, neboť se jednalo o kombinaci barev Red a Blue, což byla kódová označení dvou předchozích šifrovacích strojů“. [80]



Obr. 94 Fragment šifrovacího stroje Purple

Hlavním konstruktérem byl opět Kazuo Tanabe, spolupracovníci pak inženýr Masaji Yamamoto a Eikichi Suzuki. Poslední jmenovaný navrhl použít krokové spínače místo přepínačů rotorů. Stroj Purple byl o něco bezpečnější než Red, ale zdědil jeho stejnou vadu jako jeho předchůdce. Tou byla vada v podobě odděleného šifrování šesti písmen abecedy.

Šifrovací stroj přijal strojově psaný vstup v latině a ven šel zašifrovaný text. Tímto mohl být systém potenciálně bezpečný. Nicméně šifrovací stroj obsahoval spoustu operačních chyb, které tento stroj udělaly méně bezpečným a sdílel tak stejný osud jako Enigma.

Kód byl prolomen v roce 1940 týmem z americké armádní Signals Intelligence Service, kterou vedl W. F. Friedman. Rekonstrukce šifrovacího stroje Purple byla založena na myšlenkách Larryho Clarka. Postupy v chápání klíčových postupů byly navrženy poručíkem amerického námořnictva Francisem A. Ravenem. Raven zjistil-

tl, že Japonci dělí měsíc do deseti denních cyklů a v každém cyklu použili klíče s prvního dne s malou předvídatelnou změnou. [78]

Japonci si celou válku myslely, že je šifra neprolomitelná, dokonce i několik let po ní. O prolomitelnosti šifry je informoval přes německého ministra zahraničí Joachima von Ribbentropa velvyslanec komunistického Sovětského svazu v USA Konstantin Umansky. I přesto Japonci dál používali své šifrovací stroje. [80]

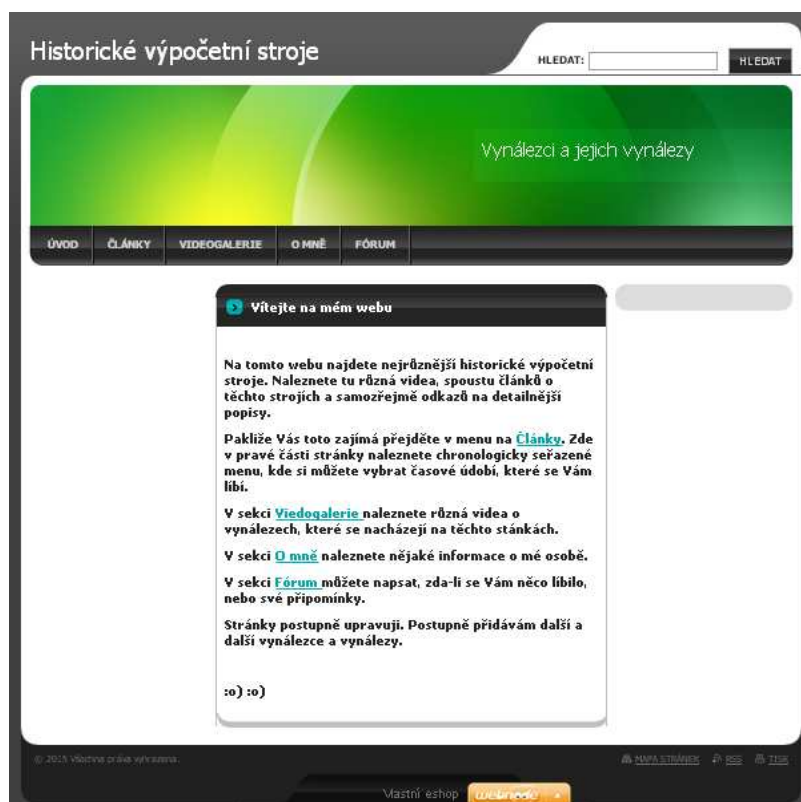
2.6 Závěr

V období před a během druhé světové války vznikla celá řada různých šifrovacích strojů, které byly snáze i hůře prolomitelné, založené na nejrůznějších šifrách a principech fungování. Nejčastěji se však jednalo o rotorové šifrovací stroje s různým počtem rotorů a s různým zapojením. Nicméně i tyto stroje jsou svým způsobem mechanické či elektromechanické počítačí stroje, protože pracují mj. s kombinační logikou.

Praktická část

3 Webové stránky

Pro podporu diplomové práce jsem vytvořila webové stránky zabývající se touto tématikou.



Obr. 95 Hlavní stránka

Web se jmenuje **Historické výpočetní stroje** s podtitulem **Vynálezci a jejich vynálezy**. Webové stránky jsem vytvářela pomocí online nástroje pro tvorbu webových stránek – Webnode. Webová adresa, na které uživatel nalezne moji tvorbu, je vypocetni-stroje.webnode.cz.

Jakmile uživatel zadá do svého webového prohlížeče zmíněnou adresu, objeví se před ním stránka, která je zobrazena na obrázku *Obr. 95*. Je to základní stránka, na které je zobrazeno úvodní okno. Na tuto stránku se lze z jakékoli části webu dostat tlačítkem **Úvod** v horní části stránky.

3.1 Struktura stránek

Struktura stránek je téměř stejná u jednotlivých oken. Mění se jen hlavní okno, a to jen nepatrně.

Stránka je dělena takto:

Hlavička stránky se skládá z hlavního nadpisu a podnadpisu. Na pravé straně se nachází vyhledávací okénko s tlačítkem. Toto vyhledávání slouží pro vyhledávání v příslušném webu, v jeho člancích.

Pod hlavičkou webu se nachází menu, které je tvořeno tlačítky s názvy: Úvod, Články, Videogalerie, O mně, Fórum.

Pod nimi se nachází hlavní okno. To je přizpůsobeno dané sekci, čili v každé sekci se bude nepatrně lišit jeho členitost.

A nyní představím jednotlivé sekce webu:

3.1.1 Úvod

Na stránce s názvem **Úvod** se uživatel dozví, o čem jsou webové stránky, které navštívil. Tyto informace mu sdělí hlavní článek s názvem *Vítejte na mém webu*.

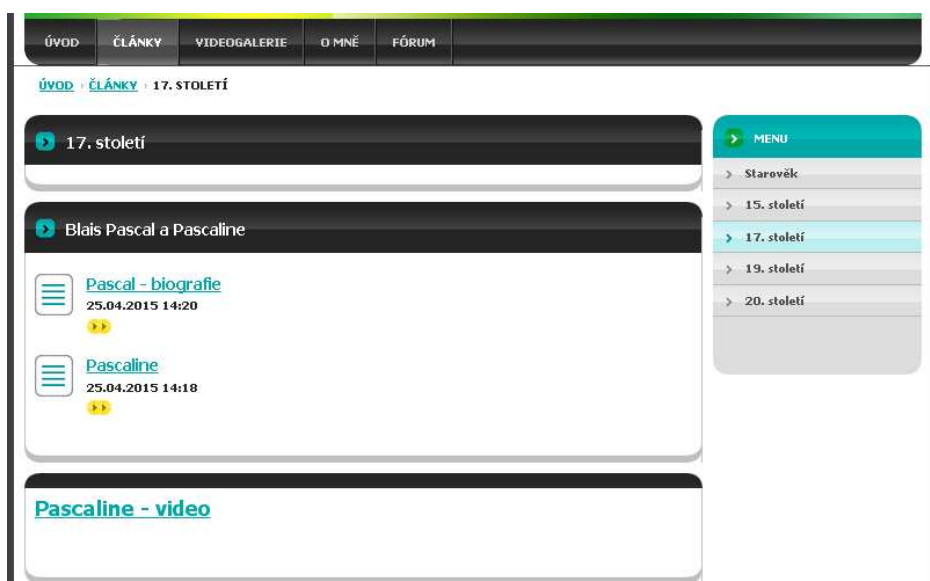
3.1.2 Články



Obr. 96 Sekce Články

V této sekci (Obr. 96) se nachází články s nejrůznějšími vynálezci a jejich vynálezy. Po kliknutí na tlačítko **Články** se před uživatelem objeví nová stránka, jejíž hlavní okno je rozčleněno na dvě části. V levé části se nachází hlavní článek s názvem **Články**, ve kterém je jednoduchý popis toho, čeho se ona sekce týká. Na pravé straně se nachází menu s chronologicky uspořádanými tlačítky, které odkazují na další část webu.

Pokud si tedy uživatel kliknutí vybere například možnost 17. století objeví se před ním nová stránka (viz Obr. 97), která obsahuje jednotlivé články a odkazy na vynáleze a jejich zařízení z doby 17. století.



Obr. 97 Sekce Články - jednotlivé odkazy v menu

Stránka, jako ostatní stránky v sekci **Články**, se skládá z jednotlivých článků, ve kterých se nacházejí odkazy na jednotlivé stránky s textem o vynálezcích a jejich vynálezech. Téměř pod každým vynálezcem se nachází odkaz na video či videa daném stroji. Tyto odkazy vedou do sekce **Videogalerie**.

Menu nacházející se na pravé straně, se vyskytuje na každé stránce v rámci sekce Články, tudíž uživatel má možnost kdykoli se přepnout do jiného století a vyhledat si jiný článek.

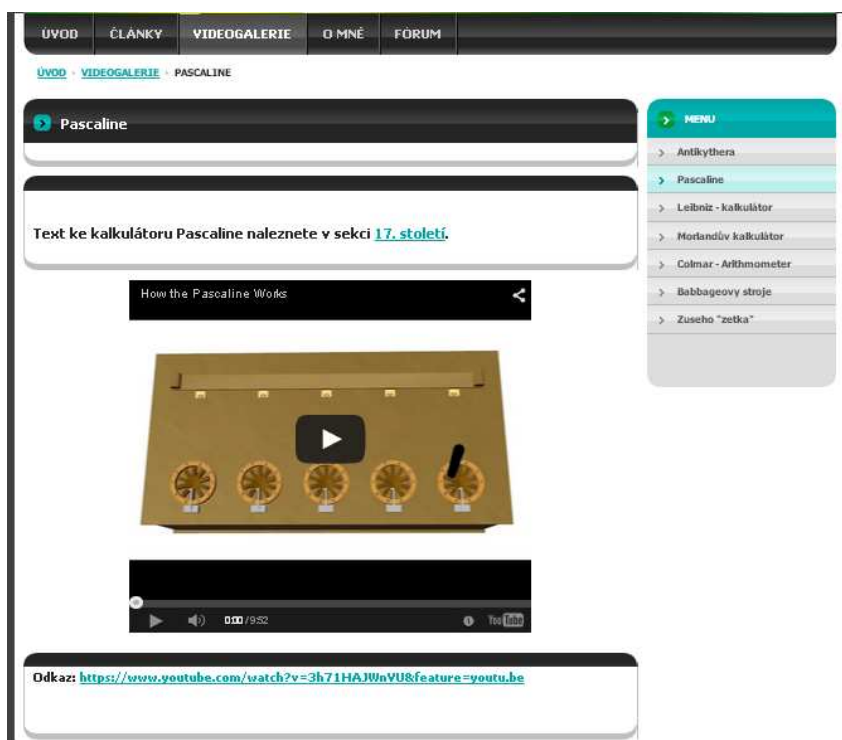
Texty v jednotlivých článcích obsahují jak čistý text, tak i obrázky. Vše je náležitě popsáno a odcitováno. V rámci citací se nacházejí odkazy na stránky, ze kterých bylo čerpáno. Tyto odkazy jsou živé, čili uživatel má možnost kdykoli dané webové

stránky navštívit, rovněž má možnost zobrazit obrázky z původního odkazu, ze kterého byly staženy.

Citace zdrojů a obrázků jsou umístěny vždy na konci celého textu.

3.1.3 Videogalerie

Přepne-li se uživatel do sekce *Videogalerie*, nalezne tam opět hlavní okno, které je členěno na dvě části. V levé části se nachází větší okno, ve které je zobrazen opět informační text o této sekci a vpravo se nachází opět menu, ale tentokrát jednotlivé odkazy menu uživatel zavedou na stránky, na kterých jsou vložena videa o daných strojích (viz *Obr. 98*).



Obr. 98 Sekce Videogalerie

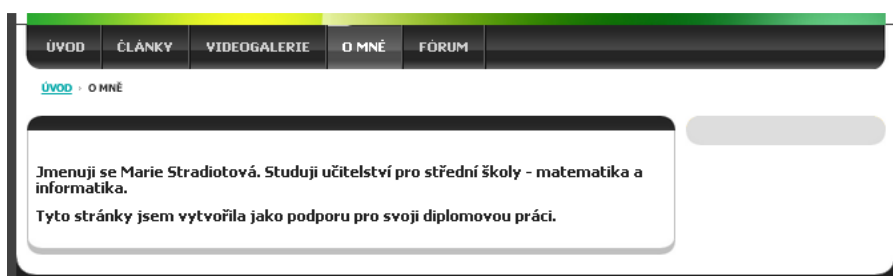
Pod jednotlivými odkazy v menu se nachází stránky s videoklipy. Video jsou na stránce přímo vložena, čili uživatel nemusí klikat na žádný odkaz, aby se mohl na video podívat.

Jednotlivá videa jsou vybrána ze serveru youtube.com, protože webnode nedovolí vkládat videa z jiného zdroje. Pod jednotlivými videoklipy jsou umístěny odkazy na původní soubory na YouTube. Je to z toho důvodu, kdyby videa na mých strán-

kách přestala z nějakého důvodu fungovat, uživatel má pak ještě možnost kliknout na daný odkaz a video si zobrazit na jeho domovské stránce, pokud je tedy funkční.

3.1.4 O mně

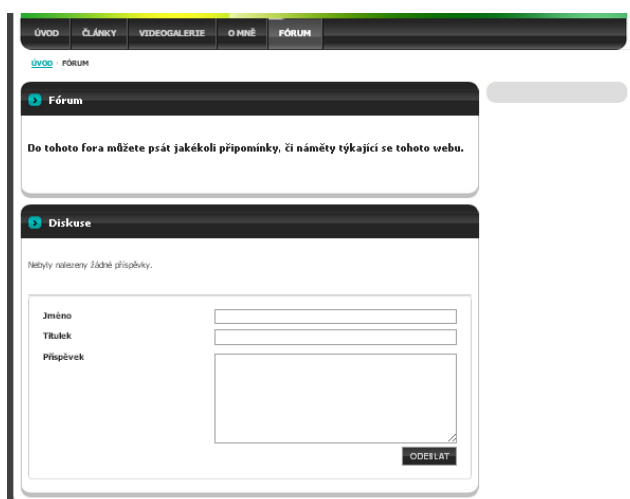
V této sekci se nachází informace o mé osobě, kdo jsem a proč jsem tyto stránky vytvořila.



Obr. 99 Sekce O mně

3.1.5 Fórum

V této sekci se nachází možnost pro podání námětů na rozvoj webu, případné opravení chyb aj.



Obr. 100 Sekce Fórum

Webové stránky jsou jednoduché, přehledné. Cílem těchto stránek je informovat uživatele/čtenáře o různých historických výpočetních vynálezech, případně odkázat jak tyto vynálezy vypadají a pokud je možnost, tak formou videa ukázat, jakým způsobem pracují.

Empirická část

4 Výzkum

Pro empirickou část diplomové práce jsem využila dotazníkové šetření.

Dotazník obsahuje 18 otázek: 12 otázek uzavřených (z toho 3 otázky obsahovaly po jedné podotázce, 3 otázky otevřené (doplňovací), 3 otázky informační (na začátku dotazníku). Kompletní dotazník a grafické zpracování souborů odpovědí na jednotlivé otázky naleznete v přílohách – *Příloha III* a *Příloha IV*.

Uzavřené otázky obsahovaly otázky typu „Věděli jste, že...“. Podotázky měly různý charakter, jedna byla doplňovací, v dalších dvou se respondenti měli rozhodnout mezi třemi odpověďmi typu: ano, věděl/a jsem o tom; ano, slyšel/a jsem o tom; ne, nevěděl/a ani neslyšel/a jsem o tom. Tento charakter odpovědí se objevoval téměř ve všech otázkách. V otázkách, na které navazovaly podotázky, bylo možné vybrat odpověď typu ano/ne. V doplňovacích otázkách měli respondenti napsat příslušnou odpověď.

Dotazník vyplnilo 23 učitelů z 66 oslovených. Návratnost dotazníků byla 35%.

Základní statistické údaje

Informace	Počet
Počet žen	15
Počet mužů	8
Počet učitelů s praxí 0 – 5 let	22
Počet učitelů s praxí 6 – 10 let	1

Tab. 2 Základní statistické údaje

4.1 Porovnání odpovědí na vybrané otázky v závislosti na vyučovaných předmětech.

4.1.1 Matematika vs. informatika s matematikou

<i>Porovnávané předměty:</i>	matematika	informatika a matematika
<i>Počet respondentů:</i>	4	7

Ot. č. 4 „Věděli jste, že základem pro dnešní počítače se staly „obyčejné“ matematické počty a jednoduché mechanické kalkulátory, které se vymýšlely po staletí?“

Lidé vyučující pouze matematiku ve třech případech věděli o této skutečnosti a v jednom případě o tom jen slyšeli.

Naproti tomu lidé vyučující matematiku s informatikou v pěti případech věděli o této informaci a ve dvou případech o tom slyšeli.

Ot. č. 9 „Věděli jste, že první logaritmické pravítko mělo tvar kruhu?“

Lidé vyučující pouze matematiku ve dvou případech nevěděli, v jednom věděli o této skutečnosti a v jednom o ní jen slyšeli.

Ovšem lidé, kteří vyučují matematiku a informatiku ve třech případech věděli a slyšeli o této informaci a pouze jeden nevěděl.

Ot. č. 13 „Věděli jste, že jedním z dalších úspěšných matematiků, který sestrojil počítačí stroj, byl Gottfried Wilhelm von Leibniz (17. stol.)?“

Lidé vyučující pouze matematiku v jednom případě věděli, že Leibniz vytvořil početní stroj, dva respondenti o tom slyšeli a jeden nevěděl ani neslyšel.

Naproti tomu lidé, kteří vyučují matematiku a informatikou, v pěti případech slyšeli a ve dvou tuto informaci věděli.

Závěr

Vybrala jsem otázky záměrně se týkající informací z matematiky. Je vidět, že i „matikáři“, kteří informatiku nevyučují, mají určité povědomí o některých historických skutečnostech týkajících se mechanických výpočetních pomůcek.

4.1.2 Dějepis vs. informatika

Porovnávané předměty:	dějepis	informatika
Počet respondentů:	4	15

Ot. č. 7 „Věděli jste, že Leonardo da Vinci (15. stol.) sestrojil mechanickou početní pomůcku?“

Dva vyučující dějepisu o da Vincim vědí a dva nikoli.

Vyučující informatiky v 11 případech alespoň slyšeli o této skutečnosti, z toho v 6 vyučujících tuto informaci vědělo. Čtyři lidé naproti tomu o da Vinciho početní pomůcce neslyšeli.

Ot. č. 12 „Nedávno byl objeven mechanismus, který by mohl být považován za první počítač – mechanický stroj z Antikythéry. Byl to nejen kalendář, ale uměl předpovídat zatmění Měsíce a Slunce, kalendářní rok měl 365 dnů a dokonce si uměl poradit i s výpočtem přestupného roku. Věděli jste, že tento mechanismus byl sestrojen už ve 2. století př. n. l.?“

Dva vyučující dějepisu tuto informaci nezaregistrovali, jeden o ní slyšel a jeden i věděl.

Pouze ve dvou případech vyučující informatiky věděli o mechanismu z Antikythéry, 13 vyučujících o tomto mechanismu nic neví.

Závěr

Dle daných informací mají jak učitelé dějepisu, tak i učitelé informatiky určité povědomí o historických zkušenostech, které by možná někdo v předmětu informatika nehledal.

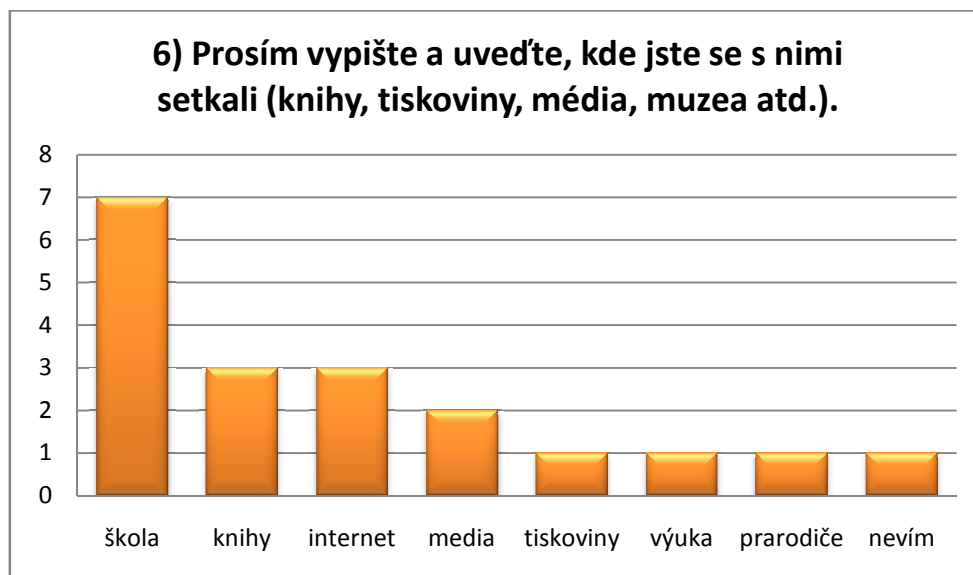
4.2 Otázky a jejich podotázky

Výzkum těchto otázek se týkal všech odpovídajících respondentů.

Respondenti měli odpovědět na otázku č. 5 „Znáte nějaké historické mechanické kalkulátory či výpočetní pomůcky?“ pouze ano/ne. Pokud odpověděli kladně, ote-

vřela se jim podotázka č. 6 „Prosím vypište a uveďte, kde jste se s nimi setkali. (knihy, tiskoviny, média, muzea atd.)“.

Na otázku č. 5 kladně odpovědělo 15 respondentů a pouze u jednoho z nich byla odpověď na otázku č. 6 „nevím“. V níže uvedeném grafu jsou zaznamenány jednotlivé odpovědi a jejich četnosti.



Graf 6: Otázka číslo 6

Na otázku č. 10 „Slyšeli jste o význačném fyzikovi a matematikovi Blaisu Pascalovi (17. stol)?“ respondenti odpovídali opět ano/ne. Pokud odpověděli kladně, zobrazila se jim otázka č. 11 „Věděli jste, že kromě objevů v matematice a fyzice sestrojil počítačový stroj zvaný Pascaline?“.

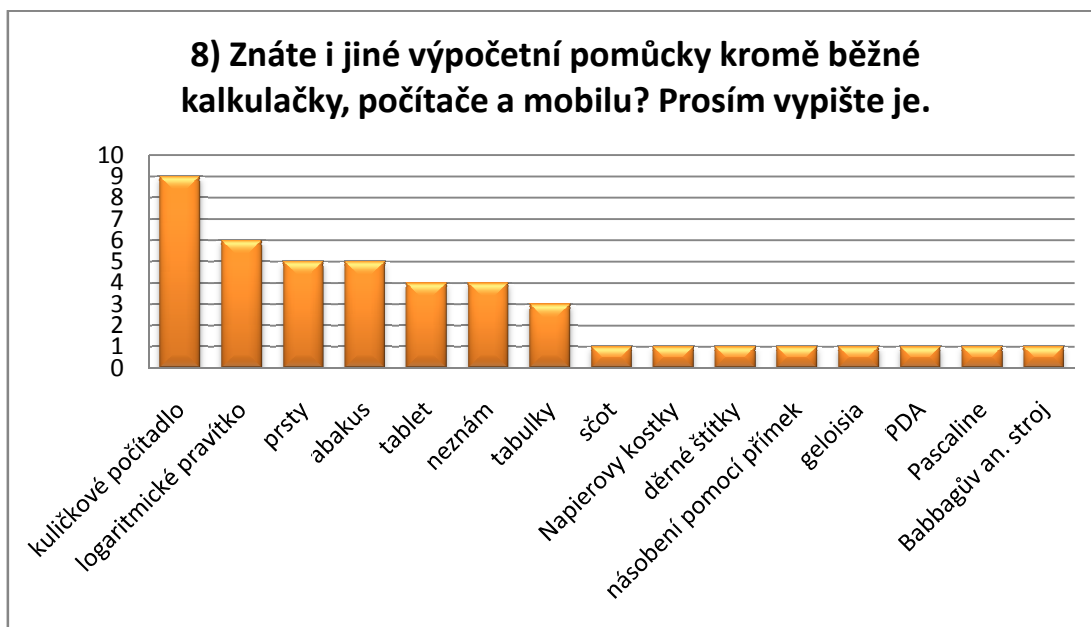
Na otázku č. 10 kladně odpovědělo 22 respondentů, z toho 9 respondentů netušilo, že Pascal vytvořil početní stroj, naproti tomu 8 respondentů toto vědělo a 5 o tom slyšelo.

Na otázku č. 17 „Věděli jste, že za první programátorku je považována Augusta Ada King (19. stol.), dcera lorda Gordona Byrona, anglického básníka?“ opět respondenti odpovídali ano/ne. Pokud odpověděli kladně, otevřela se otázka č. 18 „Věděli jste, že byl po výše jmenované ženě pojmenován programovací jazyk – Ada?“.

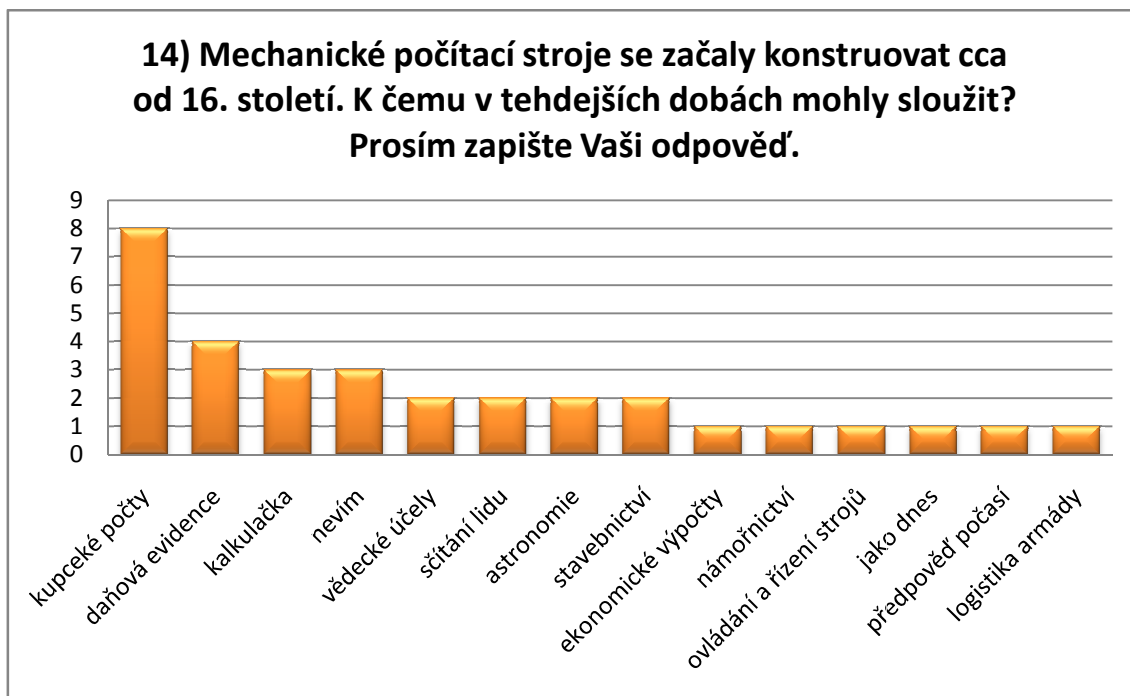
Na otázku č. 17 odpovědělo kladně pouze 8 respondentů a z toho 6 respondentů o programovacím jazyku vědělo, jeden o tom slyšel a jeden o tom nevěděl.

4.3 Otevřené otázky

Otevřené otázky byly celkem tři. Graf otázky číslo 6 je již uveden. Zbývající dva jsou uvedeny pod tímto textem. Z grafu je dobře patrné, kolik a jak rozmanité odpovědi respondenti vymysleli.



Graf 8: Otázka číslo 8



Graf 14: Otázka číslo 14

Závěr

Jak je vidět, vývoj počítačích strojů se ubíral různými směry. Každá doba si žádala své. Jakmile někdo vymyslel nový stroj, musel jej uvést do praxe. S tím ovšem vystala spousta problémů. Jedním z těchto problémů byla technologie výroby. Nevyvíjela se dostatečně rychle, aby uspokojila vynálezce. Tak se stalo, že některé stroje bylo možné sestrojít až o mnoho let, desetiletí a někdy i století později, protože svoji dobu prostě předběhly. Dalším problémem byla finanční otázka. Ne vždy se povedlo sehnat bohatého mecenáše ochotného investovat do nejistého podniku. Nicméně toto byla převážně otázka platná do konce 19. století. Ve dvacátém století tomu bylo trochu jinak. Počátkem 20. století nastala první světová válka, což si vyžádalo nové technologie a výpočty a poté přišla druhá světová válka, která s sebou nesla rozmach výroby šifrovacích strojů a s nimi ruku v ruce strojů pro jejich prolomení. Technologie v těchto desetiletích se vyvíjela velmi rychle a díky válkám bylo celkem dostatek finančních prostředků pro výzkum a vývoj.

Bohužel se všechny stroje nedochovaly v originále do dnešních dnů. Nicméně spousta strojů jmenovaných v této práci byla znovu sestrojena ať už podle dobových záznamů, či pamětníků a jejich vzpomínek, jako tomu bylo u počítačů typu Colossus. Stroje nalezneme v různých muzeích po celém světě, některé jsou dokonce umístěny i v soukromých sbírkách.

Závěr z empirické části diplomové práce je takový, že učitelé mají určité povědomí o historických výpočetních strojích a to jak lidé vyučující informatiku, tak také učitelé informatiky a matematiky, ale i někteří učitelé dějepisu mají základní znalosti z této části kulturní historie lidstva. Své informace většinou získali ve škole při výuce, v mizivém případě se o tom dozvěděli z knih či dalších médií. Vzhledem k mému výzkumu, se jedná o učitele s délkou praxe do pěti let, čili mají stále možnost se nějakým způsobem sebevzdělávat a dané informace udržet či nabýt nové.

Zdroje

Literatura

[1] ZELENÝ, Jaroslav a Božena MANNOVÁ. *Historie výpočetní techniky*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2006, 183 s. Stručné dějiny oborů. ISBN 80-869-6004-8.

[2] NAUMANN, Friedrich. *Dějiny informatiky: od abaku k internetu*. Vyd. 1. Překlad Michaela Voltrová. Praha: Academia, 2009, 422 s. Galileo, sv. 40. ISBN 978-802-0017-307.

[3] MUSÍLEK, Michal. *Kapitoly z dějin informatiky: od abaku k internetu*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011, 193 s. Galileo, sv. 40. ISBN 978-80-7435-129-7.

[4] SINGH, Simon. *Kniha kódů a šifer: tajná komunikace od starého Egypta po kvantovou kryptografii*. Praha: Dokořán, 2003, 382 s. ISBN 80-865-6918-7.

Internetové zdroje

[5] Vědci odhalili tajemství 2000 let starého počítače. *Technet.cz* [online]. 2. prosince 2006 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/vedci-odhalili-tajemstvi-2000-let-stareho-pocitace-fuu-/tec_technika.aspx?c=A061201_135826_tec_technika_dno

[6] Stroj, který neměl existovat - počítač z Antikythéry. *ExtraStory.cz* [online]. 23. 09. 2014 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.extrastory.cz/stroj-kter%C3%BD-nem%C4%9Bl-existovat-%E2%80%93-po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D-z-antikyth%C3%A9ry.html>

[7] Mechanismus z Antikythéry. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Mechanismus_z_Antikyth%C3%A9ry

[8] DALAKOV, Georgi. The Skatch of Leonardo da Vinci. *History of Computers* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/Pioneers/Leonardo.html>

[9] Wilhelm Schickard. *eProjekt* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: www.eprojekt.gjs.cz/Services/Downloader.ashx?id=895

- [10] Počítací hodiny Wilhelma Schickarda. *eProjekt* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: www.eprojekt.gjs.cz/Services/Downloader.ashx?id=881
- [11] Blaise Pascal. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal
- [12] 1.7 Pascal and the Pascaline. *Haverford Libraries* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://ds.haverford.edu/bitbybit/bit-by-bit-contents/chapter-one/1-7-pascal-and-the-pascaline/>
- [13] Blaise Pascal. *Věda.cz* [online]. 26. 8. 2005 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.veda.cz/article.do?articleId=11063>
- [14] Samuel Morland. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Morland
- [15] DALAKOV, Georgi. Biography of Samuel Morland (1625-1695). *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/MorlandBio.html>
- [16] DALAKOV, Georgi. The Calculating Machines of Sir Samuel Morland. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/Pioneers/Morland.html>
- [17] PRECLÍK, Jan. Počítače: cesta od starověku do konce 19. století. In: *Czech Digital Mathematics Library* [online]. 2001 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/402126/DejinyMat_16-2001-1_7.pdf
- [18] Gottfried Wilhelm von Leibniz. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Gottfried_Wilhelm_Leibniz
- [19] Biography of Gottfried Leibniz (1646 – 1716). *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/LeibnitzBio.html>

- [20] DALAKOV, Georgi. The Spepped Reckoner of Gottfried Leibniz. In: *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/Pioneers/Lebniz.html>
- [21] Leibniz and the Stepped Reckoner. *Haverford Libraries* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://ds.haverford.edu/bitbybit/bit-by-bit-contents/chapter-one/1-8-leibniz-and-the-stepped-reckoner/>
- [22] DALAKOV, Georgi. Biography of Jacob Leupold (1674–1727). *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/LeupoldBio.html>
- [23] DALAKOV, Georgi. The Calculating Machine of Jacob Leupold. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/Leupold.html>
- [24] DALAKOV, Georgi. Biography of Johann Helfrich Müller. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/MullerBio.html>
- [25] DALAKOV, Georgi. The calculating machines of Johann Helfrich Müller. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/Muller.html>
- [26] Thomas de Colmar. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Thomas_de_Colmar
- [27] DALAKOV, Georgi. Biography of Thomas de Colmar. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/ColmarBio.html>
- [28] DALAKOV, Georgi. The arithmometer of Thomas de Colmar. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/Colmar.html>
- [29] Charles Babbage. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Charles_Babbage

- [30] Charles Babbage. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 – 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Babbage
- [31] DALAKOV, Georgi. Biography of Charles Babbage. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/BabbageBio.html>
- [32] BA (Hons). *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/BA_%28Hons%29
- [33] KAPOUN, Jan. Průkopníci informačního věku (1.): Charles Babbage. *PCWorld* [online]. 04. 07. 2011 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://pcworld.cz/hardware/prukopnici-informacniho-veku-1-charles-babbage-20539>
- [34] Diferenční stroj. *eProjekt* [online]. 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: www.eprojekt.gjs.cz/Services/Downloader.ashx?id=997
- [35] Počítač se povedlo postavit až po 182 letech. Tvoří ho pět tun koleček. *Tech-net.cz* [online]. 13. srpna 2013 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/babbageuv-pocitaci-stroj-0xl-/tec_tehnika.aspx?c=A130812_150921_tec_tehnika_pka
- [36] Analytical Engine. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Analytical_Engine?oldid=450098018
- [37] KAPOUN, Jan. Průkopníci informačního věku (1.): Charles Babbage. *CIO Business World.cz* [online]. 15. 03. 2010 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/ostatni/prukopnici-informacniho-veku-1-charles-babbage-5756>
- [38] DALAKOV, Georgi. The Analytical Engine of Charles Babbage. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://history-computer.com/Babbage/AnalyticalEngine.html>
- [39] Turingovská úplnost. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Turingovsk%C3%A1_%C3%BAplnost

- [40] Turingův stroj. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Turing%C5%AFv_stroj
- [41] DALAKOV, Georgi. The Calculating Machine of Caroline Winter. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/Winter.html>
- [42] DALAKOV, Georgi. Biography of Willgodt Odhner (1845 – 1903). *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/OdhnerBio.html>
- [43] DALAKOV, Georgi. The arithmometer of Willgodt Odhner. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/Odhner.html>
- [44] Willgodt Theophil Odhner. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Willgodt_Theophil_Odhner
- [45] Herman Hollerith. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Herman_Hollerith
- [46] KAPOUN, Jan. Průkopníci informačního věku (2.): Herman Hollerith. *CIO Business World.cz* [online]. 06. 04. 2010 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/ostatni/prukopnici-informacniho-veku-2-herman-hollerith-5926>
- [47] Procvakni a sečti. *Respekt* [online]. 15. 11. 2009 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://respekt.ihned.cz/c1-39056200-procvakni-a-secti>
- [48] KASÍK, Pavel. Sčítání lidu odpíchlo příchod prvních počítačů. *Technet.cz* [online]. 5. ledna 2008 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/scitani-lidu-odpichlo-prichod-prvnich-pocitacu-fra-/tec_technika.aspx?c=A080104_172231_tec_technika_pka
- [49] Alexander Reznitzer. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: http://de.wikipedia.org/wiki/Alexander_Reznitzer

- [50] DALAKOV, Georgi. Autarith of Alexander Rechner. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/20thCentury/Rechner.html>
- [51] Vannevar Bush. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Vannevar_Bush
- [52] KAPOUN, Jan. Průkopníci informačního věku: (4.): Vannevar Bush. *CIO Business World.cz* [online]. 10. 06. 2010 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/ostatni/prukopnici-informacniho-veku-4-vannevar-bush-6402>
- [53] TRONNER, Pavel. Vannevar Bush: Ten, kdo viděl budoucnost počítačů. *Zive.cz* [online]. 25. 2. 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/vannevar-bush-ten-kdo-videl-budoucnost-pocitacu/sc-3-a-177221/default.aspx>
- [54] Konrad Zuse. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Konr%C3%A1d_Zuse
- [55] KAPOUN, Jan. Průkopníci informačního věku (5.): Konrad Zuse. *CIO Business World.cz* [online]. 16. 07. 2010 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/cio-bw-special/prukopnici-informacniho-veku-5-konrad-zuse-6630>
- [56] DALAKOV, Georgi. Konrad Zuse – the first relay computer. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://history-computer.com/ModernComputer/Relays/Zuse.html>
- [57] Z2. *Horst Zuse* [online]. 2011 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/Konrad_Zuse_index_english_html/rechner_z2.html
- [58] John Vincent Atanasoff. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/John_Vincent_Atanasoff

- [59] John Vincent Atanasoff. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/John_Vincent_Atanasoff
- [60] ABC (Atanasoff-Berry Computer). *eProject.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.eprojekt.gjs.cz/EntityDisplay.aspx?id=204>
- [61] BITTO, Ondřej. Siločáry, ABC a komerční počítač. *Živě.cz* [online]. 11. 6. 2007 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/silocary-abc-a-komercni-pocitac/sc-3-a-136416/default.aspx>
- [62] DALAKOV, Georgi. Biography of Thomas Harold Flowers (1905-1998). *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://history-computer.com/People/FlowersBio.html>
- [63] Colossus (počítač). *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Colossus_\(po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Colossus_(po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D))
- [64] DALAKOV, Georgi. Colossus computer of Max Newman and Tommy Flowers. *History of Computer* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Colossus.html>
- [65] Howard H. Aiken. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Howard_H._Aiken
- [66] Harvard Mark I. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Harvard_Mark_I
- [67] VONDRUŠKA, Pavel. První rotorové šifrovací stroje. *Crypto-World* [online]. 3/2005 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://crypto-world.info/casop7/crypto03_05.pdf
- [68] Edward Hebern. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Edward_Hebern

- [69] Hebern rotor machine. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Hebern_rotor_machine
- [70] Boris Hagelin. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Boris_Hagelin
- [71] RIJMENANTS, Dirk. History of the Hagelin Cipher Machines. *users.telenet.cz* [online]. 2004 – 2014 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://users.telenet.be/d.rijmenants/en/hagelin.htm>
- [72] Arthur Scherbius. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Scherbius
- [73] Enigma. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Enigma>
- [74] Enigma machine. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Enigma_machine
- [75] William F. Friedman. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/William_F._Friedman
- [76] William Frederick Friedman. *janeckovokrypto.cz* [online]. 13. srpna 2009 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://janeckovokrypto.blogspot.cz/2009/08/kryptogalerie1.html>
- [77] SIGABA. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/SIGABA>
- [78] Purple (cipher machine). *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Purple_\(cipher_machine\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Purple_(cipher_machine))

[79] London Naval Treaty. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/London_Naval_Treaty

[80] ERBEN, Lukáš. Úsvit hackerů: Japonská „Enigma“, kód JN-25 a „plán AF“. *root.cz* [online]. 9. 4. 2013 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/usvit-hackeru-japonska-enigma-kod-jn-25-a-plan-af/>

Seznam obrázků

Obr. 1 Mechanismus z Antikythery

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupný na WWW: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_1.jpg

Obr. 2 Mechanismus z Antikythery

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupný na WWW: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_5.jpg

Obr. 3 Leonardo da Vinci

AUTOR NEUVEDEN. *Leonardo di Vinci Speaks About Life* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupný na WWW: <http://theloveforhistory.com/wp-content/uploads/2011/08/da-vinci-223x300.jpg>

Obr. 4 Popis početního mechanismu v rukopisu Codex Madrid I

AUTOR NEUVEDEN. *The Skatch of Leonardo da Vinci* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/LeonardoMachine.jpg>

Obr. 5 Kresba s rukopisu Codex Atlanticus

AUTOR NEUVEDEN. *The Skatch of Leonardo da Vinci* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/LeonardoAtlanticus.jpg>

Obr. 6 Replika da Vinciho kalkulátoru

AUTOR NEUVEDEN. *The Skatch of Leonardo da Vinci* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/LeonardoReplica.jpg>

Obr. 7 Wilhelm Schickard

AUTOR NEUVEDEN. *Великие ученые* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupný na WWW: http://computerhistory.narod.ru/galereja_istor_licnostei/Shikkard.png

Obr. 8 Náčrt Schickardova počítačícího stroje I

AUTOR NEUVEDEN. *Počítací hodiny Wilhelma Schickarda* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupný na WWW: <http://www.eprojekt.gjs.cz/ImageView.aspx?id=884&guid=ee6927ea2df84849a57cb1239d4601f2>

Obr. 9 Náčrt Schickardova počítačícího stroje II

AUTOR NEUVEDEN. *Počítací hodiny Wilhelma Schickarda* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupný na WWW: <http://www.eprojekt.gjs.cz/ImageView.aspx?id=883&guid=614a909d0383450f9f85957dccc1a766>

Obr. 10 Replika Schickardova kalkulátoru

AUTOR NEUVEDEN. *Počátky počítačů* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupný na WWW: <http://www.historie.sokolici.eu/images/schickard.jpg>

Obr. 11 Blaise Pascal

AUTOR NEUVEDEN. *Blaise Pascal* [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupný na WWW: <http://www.etsisi.upm.es/sites/default/files/bLAISE%20pASCAL.jpg>

Obr. 12 Pětimístný Pascaline s pouzdrém

AUTOR NEUVEDEN. *1.7 Pascal and the Pascaline* [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupný na WWW: http://ds.haverford.edu/bitbybit/wp-content/uploads/2012/07/Chapter_1-24.jpg

Obr. 13 Vnitřní pohled na Pascaline

AUTOR NEUVEDEN. *1.7 Pascal and the Pascaline* [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupný na WWW: http://ds.haverford.edu/bitbybit/wp-content/uploads/2012/07/Chapter_1-28.jpg

Obr. 14 Šestimístná verze Pascaline. Horní obrázek zobrazuje vnitřek přístroje. Na dolním obrázku se nachází přední strana se 6 ciferníky a stejným počtem oken.

AUTOR NEUVEDEN. *1.7 Pascal and the Pascaline* [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupný na WWW: http://ds.haverford.edu/bitbybit/wp-content/uploads/2012/07/Chapter_1-26.jpg

Obr. 15 Samuel Morland

AUTOR NEUVEDEN. *Biography of Samuel Morland (1625-1695)* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/People/images/samuel_morland.gif

Obr. 16 Sčítací kalkulátor

AUTOR NEUVEDEN. *The Calculating Machines of Sir Samuel Morland* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/Morland_machine1.jpg

Obr. 17 Násobící přístroj (© Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florencie)

AUTOR NEUVEDEN. *The Calculating Machines of Sir Samuel Morland* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/MorlandMachineMultiply.jpg>

Obr. 18 Výpočet 1234×4

AUTOR NEUVEDEN. *Počítače: cesta od starověku do konce 19. století* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupný na WWW: http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/402126/DejinyMat_16-2001-1_7.pdf

Obr. 19 Přístroj pro trigonometrii

AUTOR NEUVEDEN. *The Calculating Machines of Sir Samuel Morland* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/MorlandTrygonometric.jpg>

Obr. 20 Gottfried Wilhelm von Leibniz

AUTOR NEUVEDEN. *El dominio del los misterios del movimiento* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: <http://www.librosmaravillosos.com/matematicalife/imagenes/106b.gif>

Obr. 21 Skica Leibnizova raného počítačícího stroje

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/Leibniz_1672_skect.jpg

Obr. 22 Detailní pohled na kolo s čepy

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/Leibniz_pin_wheel.jpg

Obr. 23 Replika krokového kalkulátoru

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/Leibniz_replica.jpg

Obr. 24 Leibnizův kalkulátor v dřevěném boxu

AUTOR NEUVEDEN. *The Great Humming God* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: <http://en.chessbase.com/portals/4/files/images2/2003/hannover-lb06.jpg>

Obr. 25 Princip ozubeného válce

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/Leibniz_stepped_drum.jpg

Obr. 26 Replika Leibnizova kalkulátoru

AUTOR NEUVEDEN. *Haverford Libraries* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: http://ds.haverford.edu/bitbybit/wp-content/uploads/2012/07/Chapter_1-32.jpg

Obr. 27 Převodový mechanismus (© Aspray, W., *Computing Before Computers*)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/Leibniz-machine-carry.jpg>

Obr. 28 Vnější skica (na základě výkresu z Leupoldova díla *Theatrum arithmetico-geometricum*)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/LeibnitzMachineOutsideSketch.jpg>

Obr. 29 Skica kalkulátoru

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/images/LeibnizLid.jpg>

Obr. 30 Jacob Leupold

AUTOR NEUVEDEN. *Jacob Leupold* [online]. [cit. 2015-04-08]. Dostupný na WWW: [http://en.wikipedia.org/wiki/Jacob_Leupold#/media/File:Jacob_Leupold_1674-1727_\(01\).JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/Jacob_Leupold#/media/File:Jacob_Leupold_1674-1727_(01).JPG)

Obr. 31 Leupoldův početní stroj

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-08]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/Leupold-Maschine-1.jpg>

Obr. 32 Vnitřní pohled Leupoldova stroje

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-08]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/Leupold-Maschine-2.jpg>

Obr. 33 Mechanismus desítkového přenosu

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-08]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/Leupold-Maschine-3.jpg>

Obr. 34 Moderní replika Leupoldova stroje

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-08]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/Leupold-Maschine-4.jpg>

Obr. 35 Johann Helfrich Müller

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-09]. Dostupný na WWW: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Johann_Georg_M%C3%BCller_\(Schulherr\).jpg/220px-Johann_Georg_M%C3%BCller_\(Schulherr\).jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Johann_Georg_M%C3%BCller_(Schulherr).jpg/220px-Johann_Georg_M%C3%BCller_(Schulherr).jpg)

Obr. 36 Kresba počítačového stroje (autor Werner Lange)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-09]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/MullerMacine1784drawing1.jpg>

Obr. 37 Replika početního stroje z roku 1784

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-09]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/MullerMacine1784drawing1.jpg>

compu-
ter.com/MechanicalCalculators/18thCentury/images/MullerMacine1784.jpg

Obr. 38 Thomas de Colmar

AUTOR NEUVEDEN. *Thomas deColmar, Charles Xavier* [online]. [cit. 2015-04-11].

Dostupný na WWW:

http://www.tugurium.com/gti/images/T/Thomas_de_Colmar.jpg

Obr. 39 Skica Thomasova patentu z roku 1820.

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: [\[compu-\]\(http://history-compu-\)](http://history-</p></div><div data-bbox=)

[ter.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarPatent1820_fig1.jpg](http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarPatent1820_fig1.jpg)

Obr. 40 Nejstarší dochovaný Arithmometr z roku 1822 (pohled zepředu)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: [\[compu-\]\(http://history-compu-\)](http://history-</p></div><div data-bbox=)

[ter.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarOldestMachine.jpg](http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarOldestMachine.jpg)

Obr. 41 Nejstarší dochovaný Arithmometr z roku 1822 (vnitřní pohled ze shora)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: [\[compu-\]\(http://history-compu-\)](http://history-</p></div><div data-bbox=)

[ter.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarOldestMachine.jpg](http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarOldestMachine.jpg)

Obr. 42 Thomasův arithmometr z roku 1848

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: [\[compu-\]\(http://history-compu-\)](http://history-</p></div><div data-bbox=)

[ter.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarMachine1848.jpg](http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarMachine1848.jpg)

Obr. 43 Arithmometr, jak je uveden v návodu k obsluze z roku 1865

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: [\[compu-\]\(http://history-compu-\)](http://history-</p></div><div data-bbox=)

[ter.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarDrawing1865.jpg](http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarDrawing1865.jpg)

Obr. 44 Vnitřní mechanismus stroje z roku 1842

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarDrawing1842.jpg>

Obr. 45 Obří „Piano“ stroj z roku 1855

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/ColmarMachine1855.jpg>

Obr. 46 Charles Babbage

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupný na

WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Charles_Babbage_1860.jpg

Obr. 47 Část Difference Engine z roku 1832

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/Babbage/Images/DifferenceEngine1.jpg>

Obr. 48 Replika Difference Engine umístěná v Computer History Museum

V Mountain View, California

CRONIN, J. Allan. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 13. 4. 2015]. Dostupný na

WWW:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Difference_engine.JPG

Obr. 49 Model mlýnu analytického stroje konstruovaného asi v roce 1870

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupný na

WWW: http://history-computer.com/Babbage/Images/analytical_engine1.jpg

Obr. 50 Část mlýnu a tiskový mechanismus analytického stroje, zkonstruované

Henrym Babbagem

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupný na

WWW: http://history-computer.com/Babbage/Images/analytical_engine2.jpg

Obr. 51 První strana z patentové kresby stroje Caroline Winterové

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/WinterPatent1859.jpg>

Obr. 52 Pohled zepředu (© 2009 by Auction Team Breker, Koeln, Germany)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupný na

WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/Winter_adding_machine_1859.jpg

Obr. 53 Pohled na zadní stranu stroje (© 2009 by Auction Team Breker, Koeln, Germany)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupný na

WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/Winter_adding_machine_1859_rear_view.jpg

Obr. 54 Willgodt Theophil Odhner

AUTOR NEUVEDEN. *Science and Society* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupný na

WWW: <http://lowres-picturecabinet.com.s3-eu-west-1.amazonaws.com/43/main/11/89918.jpg>

Obr. 55 Kresba a vyrobený stroj Odhnerova arithmometru z roku 1877

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/OdhnerMachine1877.jpg> a <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/OdhnerFirstMachine.jpg>

Obr. 56 Kresba amerického patentu z roku 1878

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/OdhnerPatent1878USA.jpg>

Obr. 57 Kolo s proměnným počtem zubů

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupný na

WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/OdhnerPatentPinWheel.jpg>

Obr. 58 Jedny z nejstarších přeživších arithmometrů z roku 1890 (vlevo) a z roku 1891 (vpravo)

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/images/OdhnerOldestMachine1891.jpg>

Obr. 59 Herman Hollerith

BELL, C. M. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hollerith.jpg>

Obr. 60 Děrný štítek z roku 1890

AUTOR NEUVEDEN. *Technet.cz* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://technet.idnes.cz/scitani-lidu-odpichlo-prichod-prvnich-pocitacu-fra-tec_technika.aspx?c=A080104_172231_tec_technika_pka

Obr. 61 Replika děrovačky

AUTOR NEUVEDEN. *HNF - Heinz Nixdorf MuseumsForum* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://www.hnf.de/uploads/tx_templavoila/Stanzer.jpg

Obr. 62 Replika Hollerithova prvního mechanického tabulátoru (děrovačka, kontaktní mechanismus, čítače a třídiče)

AUTOR NEUVEDEN. *HNF - Heinz Nixdorf MuseumsForum* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://www.hnf.de/uploads/tx_templavoila/Hollerith_Maschine.jpg

Obr. 63 Obsluha děrovačky

AUTOR NEUVEDEN. *HNF - Heinz Nixdorf MuseumsForum* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://www.hnf.de/uploads/tx_templavoila/HNF-Hollerith-0304.jpg

Obr. 64 Práce se strojem

AUTOR NEUVEDEN. *Technet.cz* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://technet.idnes.cz/scitani-lidu-odpichlo-prichod-prvnich-pocitacu-fra-tec_technika.aspx?c=A080104_172231_tec_technika_pka

Obr. 65 Budíky

AUTOR NEUVEDEN. *HNF - Heinz Nixdorf MuseumsForum* [online]. [cit. 2015-04-

18]. Dostupný na WWW: http://www.hnf.de/uploads/tx_templavoila/Zaehluhren-2.jpg

Obr. 66 Alexander Rechnitzer

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/20thCentury/images/Rechnitzer_Business-World_November_1905.jpg

Obr. 67 Rechnitzův první kalkulátor – Autarith

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/20thCentury/images/Rechnitzer_Autarith.jpg

Obr. 68 Vannevar Bush

AUTOR NEUVEDEN. *KerryR.net* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: http://www.kerryr.net/images/pioneers/gallery/bush3_lg.jpg

Obr. 69 Diferenciální analyzátor z roku 1938, který na základě Bushova návrhu postavily v laboratoři un. v Cambridge

AUTOR NEUVEDEN. *Zive.cz* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: <http://www.zive.cz/clanky/vannevar-bush-ten-kdo-videl-budoucnost-pocitacu/sc-3-a-177221/default.aspx>

Obr. 70 Konrad Zuse

AUTOR NEUVEDEN. *Konrad Zuse* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/_wp_generated/wp4292f468_05_06.jpg

Obr. 71 Rekonstrukce počítače Z1

AUTOR NEUVEDEN. *Horst Zuse* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: <http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/fotos.html>

Obr. 72 Princip počítače Z2

AUTOR NEUVEDEN. *PixGood.com* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/Konrad_Zuse_index_english_html/_wp_generated/wp3e47b09f_05_06.jpg

Obr. 73 Počítač S1

AUTOR NEUVEDEN. *Konrad Zuse* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/Konrad_Zuse_index_english_html/_wp_generated/wpe1b6468b_05_06.jpg

Obr. 74 Rekonstrukce Zuseho Z3

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Z3_Deutsches_Museum.JPG

Obr. 75 Počítač Z4

PFEIFFER, Clemens. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zuse-Z4-Totale_deutsches-museum.jpg

Obr. 76 John Vincent Atanasoff

AUTOR NEUVEDEN. *archive.computerhistory.org* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: http://archive.computerhistory.org/resources/still-image/Atanasoff/Atanasoff.Atanasoff_headshot.102618826.lg.jpg

Obr. 77 Popis počítače ABC

AUTOR NEUVEDEN. *The New York Times* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: <http://graphics8.nytimes.com/images/2010/11/28/books/review/28schulz/28schulz-articleLarge.jpg>

Obr. 78 Replika počítače ABC sestavená na Iowa State University

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Images/ABCreplica.jpg>

Obr. 79 Thomas H. Flowers

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: http://history-computer.com/People/images/Tommy_Flowers.jpg

Obr. 80 Colossus Mark I

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Images/ColossusMarkI.jpg>

Obr. 81 Colossus Mark II – replika

AUTOR NEUVEDEN. *History of Computer* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: <http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/Images/ColossusRebuild.jpg>

Obr. 82 Howard H. Aiken

AUTOR NEUVEDEN. University of Pittsburgh [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: http://www.sis.pitt.edu/mbsclass/hall_of_fame/images/aiken.jpg

Obr. 83 Harvard Mark I

AUTOR NEUVEDEN. Piero Scaruffi [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupný na WWW: <http://www.scaruffi.com/mind/ai/aiken2.jpg>

Obr. 84 Edward Hebern

AUTOR NEUVEDEN. Cipher Machines [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: <http://ciphermachines.com/pictures/types/hebern.jpg>

Obr. 85 Jedno-rotorový šifrovací stroj

PELLEGRINI, Mark. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hebern_electric_code_machine_3.jpg

Obr. 86 Boris Hagelin

AUTOR NEUVEDEN. *Cipher Machine* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: <http://ciphermachines.com/pictures/Hagelin/hagelin.jpg>

Obr. 87 Šifrovací stroj B-21

ALEXANDER, John. *The Hagelin B-21 Cipher Machine* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: <http://users.telenet.be/d.rijmenants/pics/hagelin-b21.jpg>

Obr. 88 Šifrovací stroj M-209

ALEXANDER, John. *The Hagelin B-21 Cipher Machine* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: <http://users.telenet.be/d.rijmenants/pics/hagelin-m209.jpg>

Obr. 89 Arthur Scherbius

AUTOR NEUVEDEN. Enigma [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupný na WWW: <http://enigma.umww.pl/index.php?page=Scherbius>

Obr. 90 Enigma G (4 rotory)

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupný na WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Enigma-G.jpg>

Obr. 91 Enigma II – 8-rotorový model

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Enigma-8-rotor.jpg>

Obr. 92 William F. Friedman

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:William-Friedman.jpg>

Obr. 93 Šifrovací stroj SIGABA

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SIGABA-labelled-1.jpg>

Obr. 94 Fragment šifrovacího stroje Purple

AUTOR NEUVEDEN. *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupný na WWW: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Type_97_cypher_machine.jpg

Obr. 95 Hlavní stránka

Obr. 96 Sekce Články

Obr. 97 Sekce Články – jednotlivé odkazy v menu

Obr. 98 Sekce Videogalerie

Obr. 99 Sekce O mně

Obr. 100 Sekce Fórum

Seznam tabulek

Tab. 1 Napierovi kosti

Tab. 2 Základní statistické údaje

Seznam grafů

Graf 1: Otázka číslo 1

Graf 2: Otázka číslo 2

Graf 3: Otázka číslo 3

Graf 4: Otázka číslo 4

Graf 5: Otázka číslo 5

Graf 6: Otázka číslo 6

Graf 7: Otázka číslo 7

Graf 8: Otázka číslo 8

Graf 9: Otázka číslo 9

Graf 10: Otázka číslo 10

Graf 11: Otázka číslo 11

Graf 12: Otázka číslo 12

Graf 13: Otázka číslo 13

Graf 14: Otázka číslo 14

Graf 15: Otázka číslo 15

Graf 16: Otázka číslo 16

Graf 17: Otázka číslo 17

Graf 18: Otázka číslo 18

Přílohy

Příloha I

Překlad sonetu básníka Charlese Vion Dalibraya

*„Vážený Pascale, Vy kdo s jemným vhladem rozumíte,
Co je nejvíce obdivuhodného na mechanice
A jehož dovednost nám dnes poskytuje
Trvající důkaz Vaší nádherné geniality.*

*Po Vaší vysoké inteligenci, jaký smysl je nějakou mít?
Výpočet byla akce rozumného muže,
A nyní Vaše neopakovatelná dovednost
Dala sílu nejpomalejšímu důvtipu.*

*V tomto oboru je třeba jak důvod, tak paměť
Díky Vám, to každý z nás může udělat bez slávy nebo bolesti
Protože každý z nás dluží slávu a výsledek.*

*Vaše mysl je ráda, že plodná duše
Běžící kdekoli po světě
A střeží a činí dobré bez ohledu na to, co jí chybí v tom, co dělá.“*

Příloha II

Pro zajímavost zde uvádím, jakým způsobem se provádělo sčítání lidu v roce 1890:

1. Sběr dat

Sběr dat se prováděl pomocí dotazníků. V této fázi žádná novinka nebyla.

2. Kontrola a přepis dat

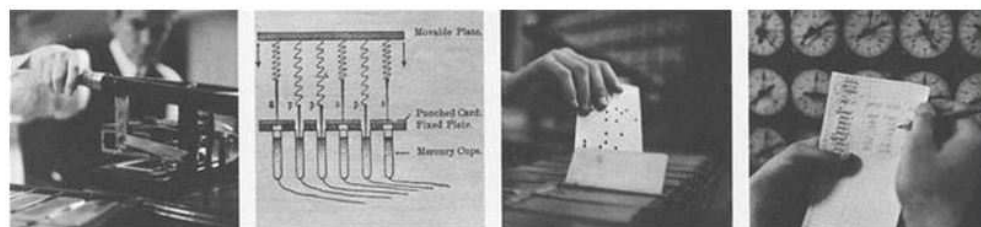
V této fázi se dotazníky přepsaly do děrných štítků. Každé políčko dotazníků mělo určitý počet možností. Pracovníci či pracovnice přepisovali data z dotazníku do děrných štítků (*Obr. 63*).



Obr. 63 Obsluha děrovačky

3. Strojové sčítání

Jakmile přepsali všechny dotazníky, čekala pracovníky další mechanická práce, kartičku po kartičce vkládali do stroje. Jakmile se karta vložila do stroje, uzavřel se elektrický obvod, ale jen v místech, kde byla na štítku díra. Seply se odpovídající kontakty a elektromagnetický mechanismus posunul příslušné mechanické počítadlo o políčko vpřed (viz obrázek *Obr. 64*).



Obr. 64 Práce se strojem

Budíky, které jsou vidět na obrázku *Obr. 65*, nahrávaly příslušné hodnoty simultánně. Na konci směny pak operátor z příslušných ciferníků odečetl hodnoty, zanesl je do výkazů a ručně budíky vynuloval. [48]



Obr. 65 Budiky

Příloha III

Dotazník

Dobrý den,

tento dotazník je určen pro učitele matematiky, informatiky a dějepisu.

Je zaměřen na historické výpočetní stroje. Má za úkol zmapovat povědomí o těchto strojích mezi učiteli s určenými aprobacemi. Dotazník bude sloužit jako podpůrný materiál pro diplomovou práci.

Předem děkuji za vyplnění.

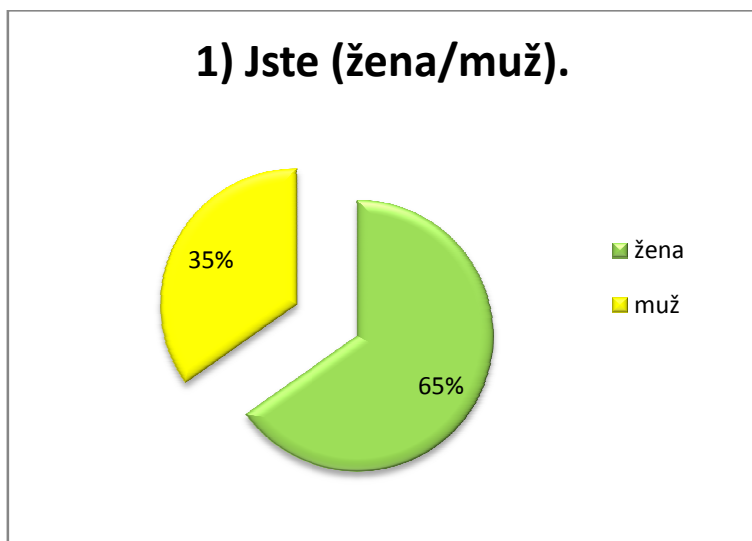
1. Jste (žena/muž).
2. Vyberte předmět/y, které vyučujete.
3. Vyberte, jak dlouho učíte.
4. Věděli jste, že základem pro dnešní počítače se staly „obyčejné“ matematické počty a jednoduché mechanické kalkulátory, které se vymýšlely po staletí?
5. Znáte nějaké historické mechanické kalkulátory či výpočetní pomůcky?
6. Prosím vypište a uveďte, kde jste se s nimi setkali. (knihy, tiskoviny, média, muzea atd.).
7. Věděli jste, že Leonardo da Vinci (15. stol.) sestrojil mechanickou početní pomůcku?
8. Znáte i jiné výpočetní pomůcky kromě běžné kalkulačky, počítače a mobilu? Prosím vypište je.
9. Věděli jste, že první logaritmické pravítko mělo tvar kruhu?
10. Slyšeli jste o významném fyzikovi a matematikovi Blaisu Pascalovi (17. stol)?
11. Věděli jste, že kromě objevů v matematice a fyzice sestrojil počítací stroj zvaný Pascaline?

12. Nedávno byl objeven mechanismus, který by mohl být považován za první počítač – mechanický stroj z Antikythéry. Byl to nejen kalendář, ale uměl předpovídat zatmění Měsíce a Slunce, kalendářní rok měl 365 dnů a dokonce si uměl poradit i s výpočtem přestupného roku. Věděli jste, že tento mechanismus byl sestrojen už ve 2. století př. n. l.?
13. Věděli jste, že jedním z dalších úspěšných matematiků, který sestrojil počítačový stroj, byl Gottfried Wilhelm von Leibniz (17. stol.)?
14. Mechanické počítačové stroje se začaly konstruovat cca od 16. století. K čemu v tehdejších dobách mohly sloužit? Prosím запиšte Vaši odpověď.
15. Thomas de Colmar sestrojil stroj nazvaný Arithmometr nebo také Thomasův kalkulátor? Znáte jej?
16. Věděli jste, že Charles Babbage (přelom 18. a 19. stol.) – první konstruktér počítačů, sestrojil několik výpočetních strojů?
17. Věděli jste, že za první programátorku je považována Augusta Ada King (19. stol.), dcera lorda Gordona Byrona, anglického básníka?
18. Věděli jste, že byl po výše jmenované ženě pojmenován programovací jazyk – Ada?

Příloha IV

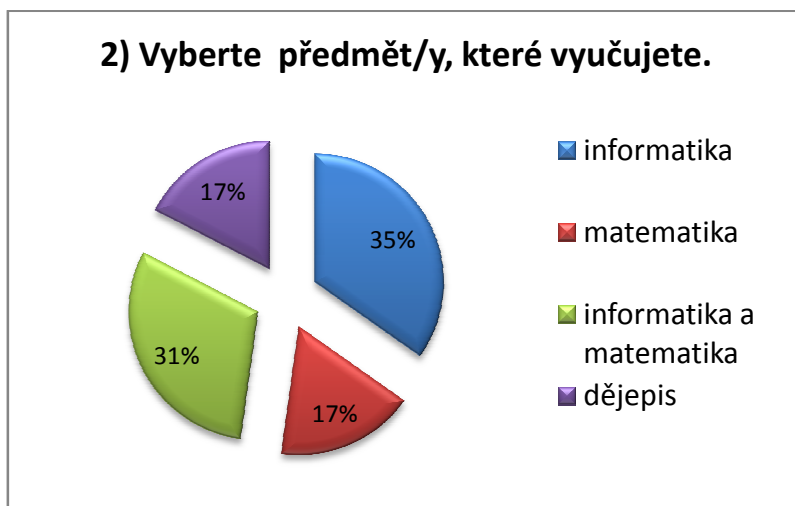
Grafické zpracování výsledků dotazníkového šetření

1. Jste (žena/muž).



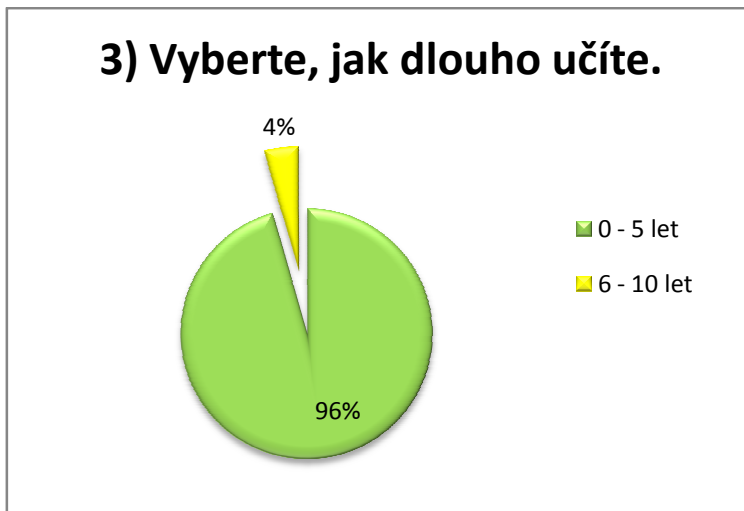
Graf 1: Otázka číslo 1

2. Vyberte předmět/y, které vyučujete.



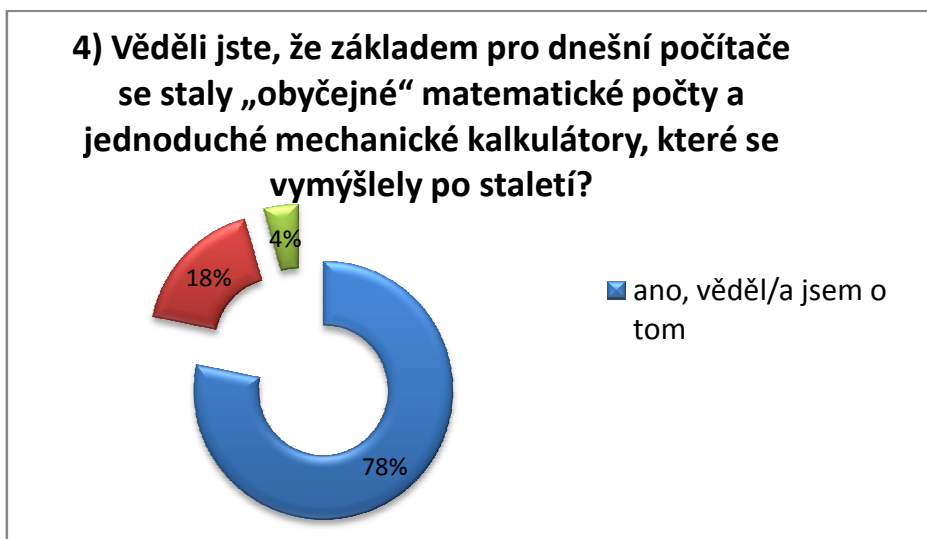
Graf 2: Otázka číslo 2

3. Vyberte, jak dlouho učíte.



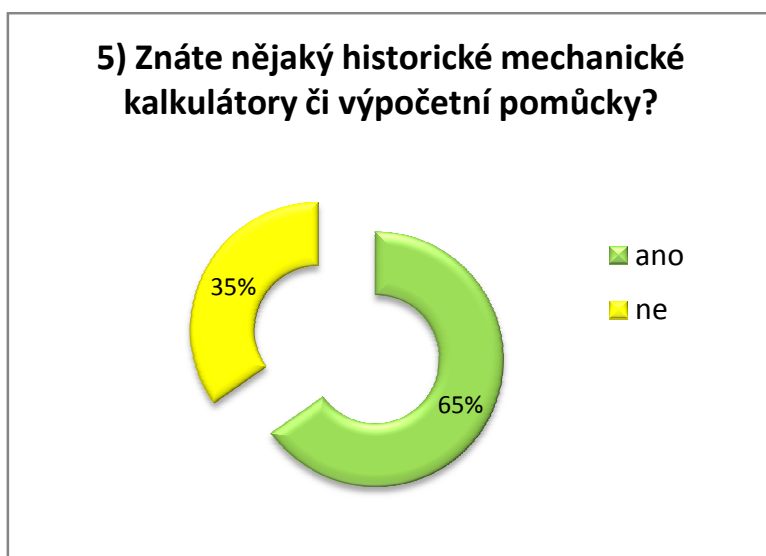
Graf 3: Otázka číslo 3

4. Věděli jste, že základem pro dnešní počítače se staly „obyčejné“ matematické počty a jednoduché mechanické kalkulátory, které se vymýšlely po staletích?



Graf 4: Otázka číslo 4

5. Znáte nějaké historické mechanické kalkulačky či výpočetní pomůcky?



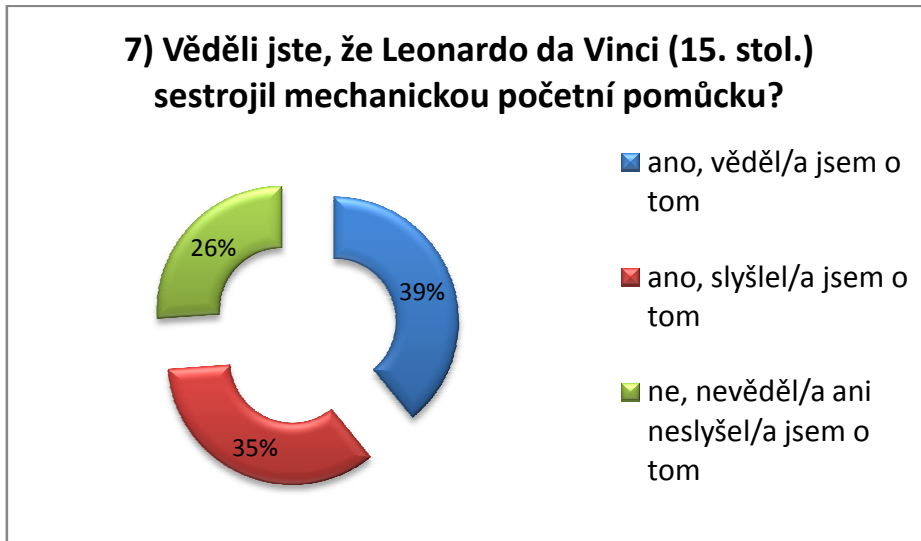
Graf 5: Otázka číslo 5

6. Prosím vypište a uveďte, kde jste se s nimi setkali. (knihy, tiskoviny, média, muzea atd.).



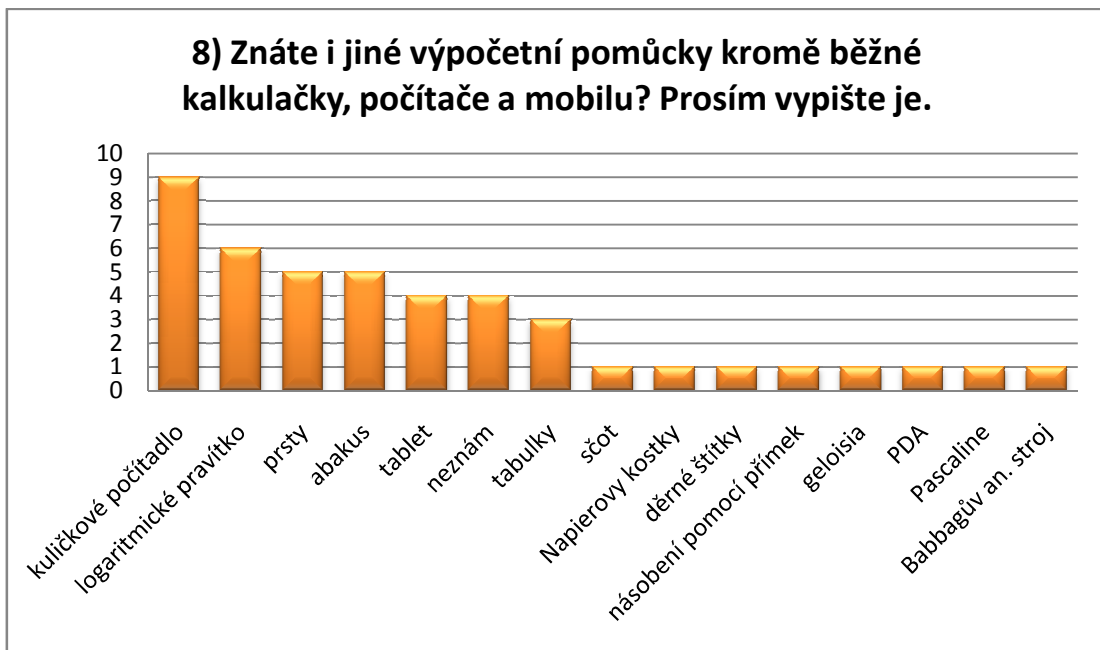
Graf 6: Otázka číslo 6

7. Věděli jste, že Leonardo da Vinci (15. stol.) sestrojil mechanickou početní pomůcku?



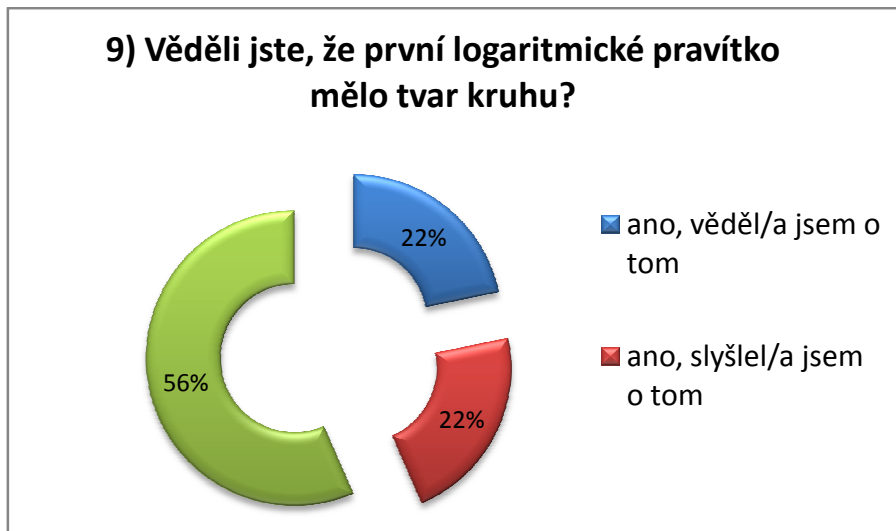
Graf 7: Otázka číslo 7

8. Znáte i jiné výpočetní pomůcky kromě běžné kalkulačky, počítače a mobilu? Prosím vypište je.



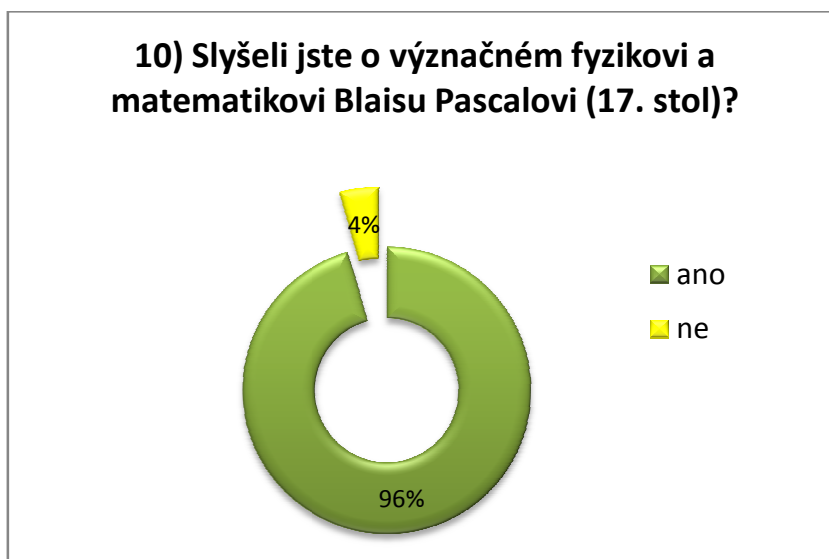
Graf 8: Otázka číslo 8

9. Věděli jste, že první logaritmické pravítko mělo tvar kruhu?



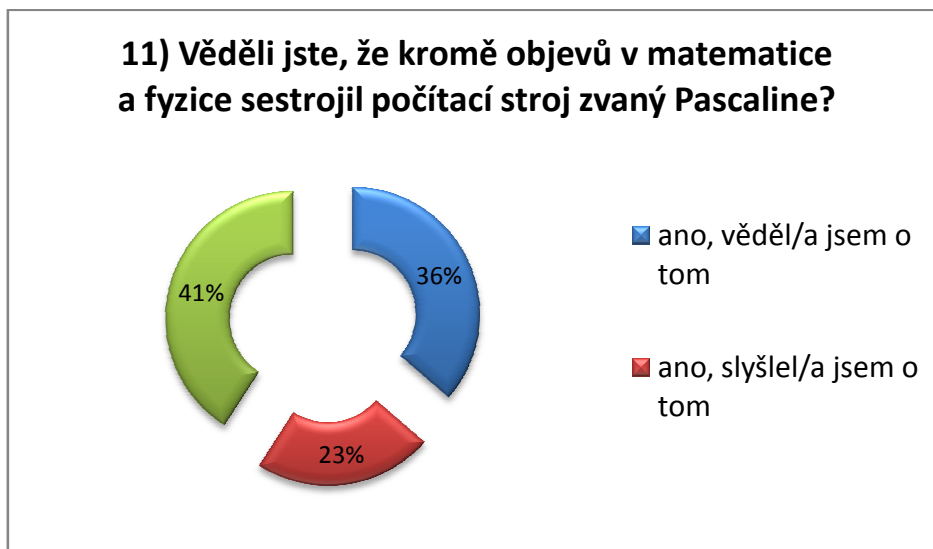
Graf 9: Otázka číslo 9

10. Slyšeli jste o význačném fyzikovi a matematikovi Blaisu Pascalovi (17. stol)?



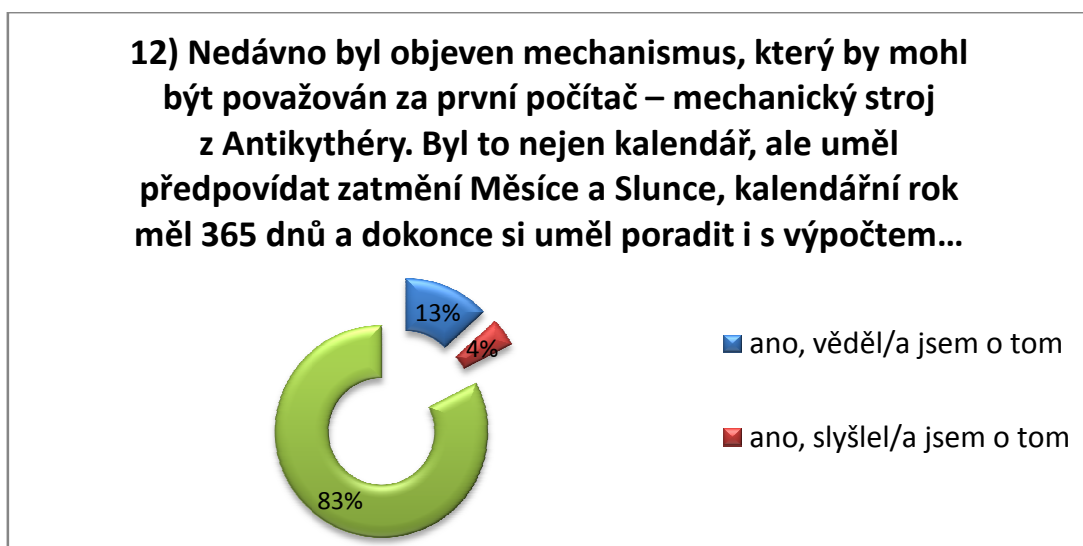
Graf 10: Otázka číslo 10

11. Věděli jste, že kromě objevů v matematice a fyzice sestrojil počítačí stroj zvaný Pascaline?



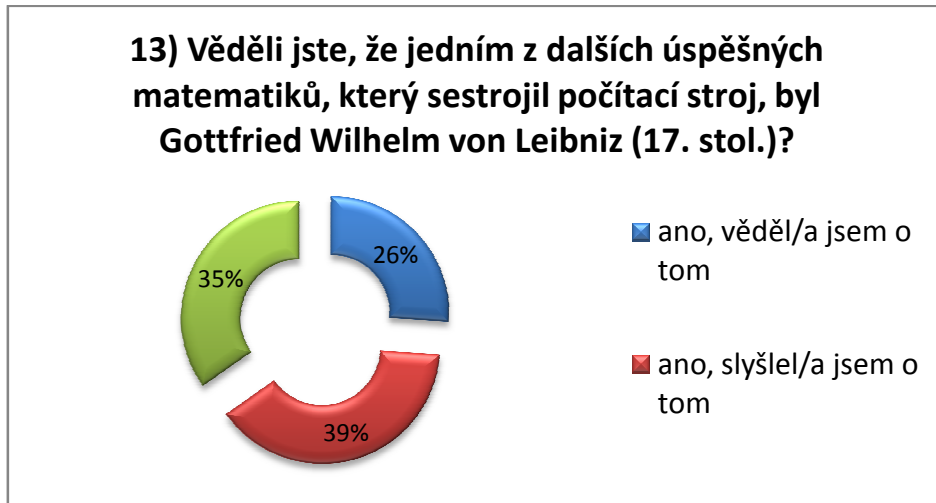
Graf 11: Otázka číslo 11

12. Nedávno byl objeven mechanismus, který by mohl být považován za první počítač – mechanický stroj z Antikythéry. Byl to nejen kalendář, ale uměl předpovídat zatmění Měsíce a Slunce, kalendářní rok měl 365 dnů a dokonce si uměl poradit i s výpočtem přestupného roku. Věděli jste, že tento mechanismus byl sestrojen už ve 2. století př. n. l.?



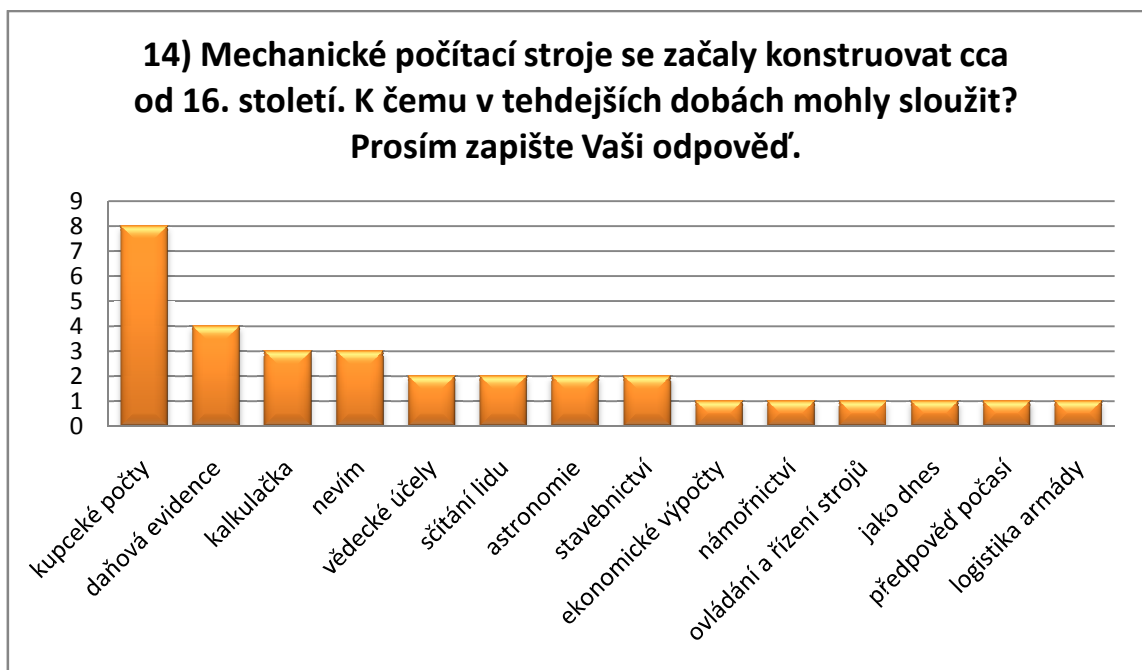
Graf 12: Otázka číslo 12

13. Věděli jste, že jedním z dalších úspěšných matematiků, který sestrojil počítačový stroj, byl Gottfried Wilhelm von Leibniz (17. stol.)?



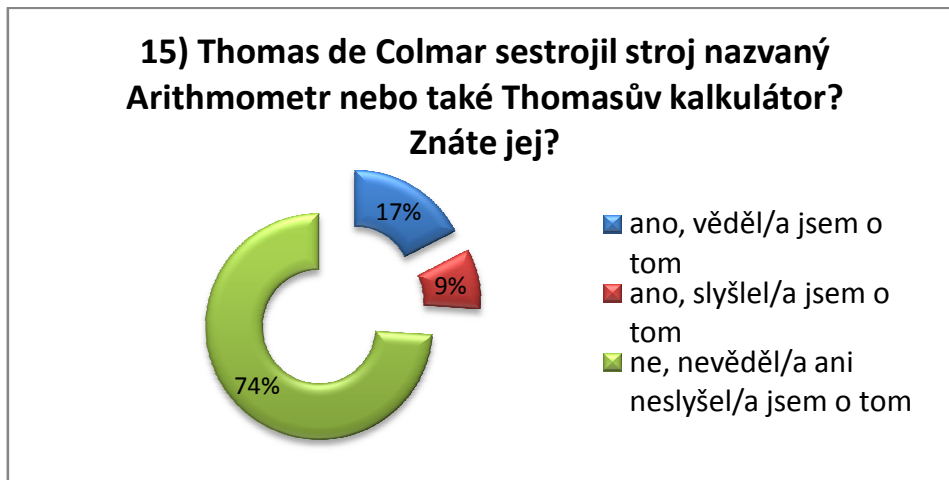
Graf 13: Otázka číslo 13

14. Mechanické počítačové stroje se začaly konstruovat cca od 16. století. K čemu v tehdejších dobách mohly sloužit? Prosím запиšte Vaši odpověď.



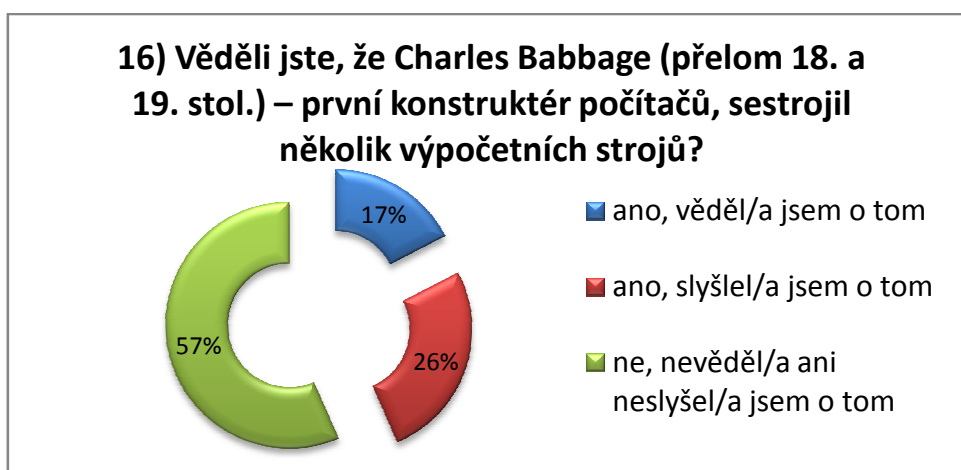
Graf 14: Otázka číslo 14

15. Thomas de Colmar sestrojil stroj nazvaný Arithmometr nebo také Thomasův kalkulátor? Znáte jej?



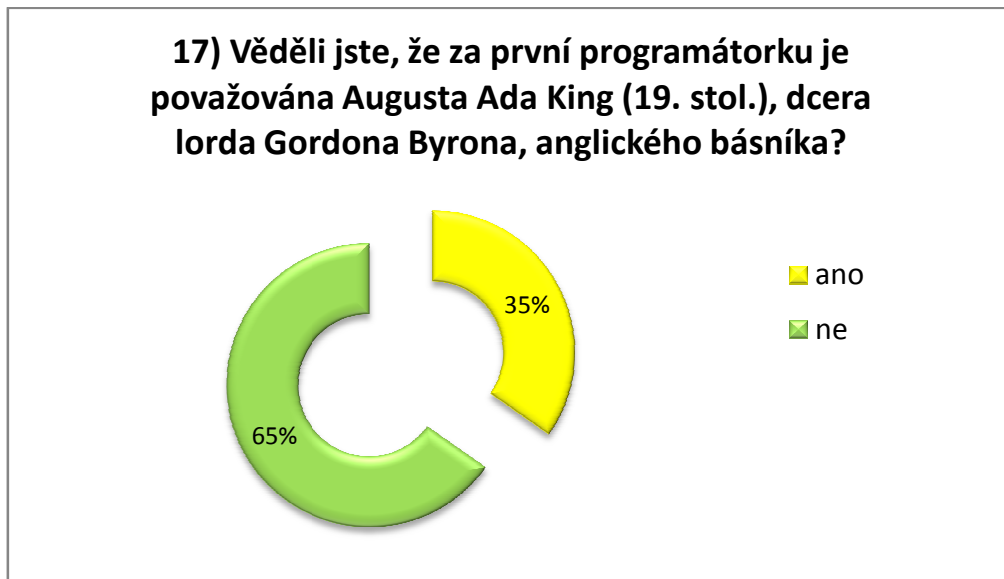
Graf 15: Otázka číslo 15

16. Věděli jste, že Charles Babbage (přelom 18. a 19. stol.) – první konstruktér počítačů, sestrojil několik výpočetních strojů?



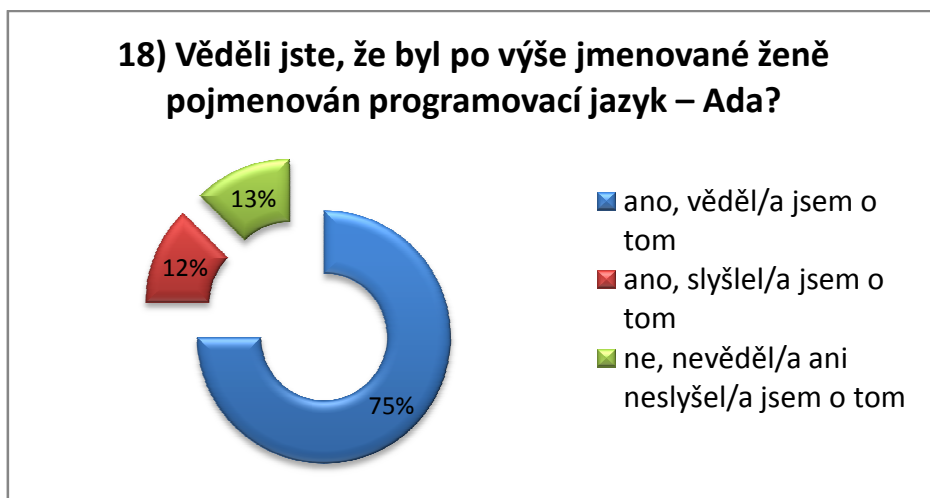
Graf 16: Otázka číslo 16

17. Věděli jste, že za první programátorku je považována Augusta Ada King (19. stol.), dcera lorda Gordona Byrona, anglického básníka?



Graf 17: Otázka číslo 17

18. Věděli jste, že byl po výše jmenované ženě pojmenován programovací jazyk – Ada?



Graf 18: Otázka číslo 18