

HISTÓRIA POČÍTAČOVEJ TECHNIKY

1 ÚVOD. POČÍTAČOVÁ REVOLÚCIA.

Revolúcie spravidla prichádzajú nečakane – ale počítačová revolúcia bola očakávaná. Jej predzvesťou bolo rozširovanie osobných počítačov, vytváranie obrovských počítačových sietí vrátane mobilných a optických, masové zavedenie internetu, rozvoj multimedialných systémov, zavedenie informačných a komunikačných technológií do všemožných odvetví správy, priemyslu, služieb, výchovy a vzdelávania, voľného času atď.

Počítačovou (dnes skôr dávame prednosť pojmu informačnou) revolúciou mienime proces premeny spoločnosti, ľudských vzťahov, životného štýlu a intelektuálnej klímy doby. Teda proces, ktorý je uvedený do pohybu prítomnosťou systémov na pamätanie, spracovanie a prenos informácie, v ktorých počítače hrajú kľúčovú úlohu. Počítačovú revolúciu teda nechápeme ako revolúciu v technológii pamätania, spracovania a prenosu informácie, zapríčinenú revolúciou napr. v polovodičovej technológii. Táto *revolúcia v technológii* podmieňuje *počítačovú revolúciu* najmä tým, že prináša výrazné zväčšenie výkonu, miniaturizáciu, pokles cien príslušných zariadení a systémov, vývoj programovateľných riadiacich a automatických systémov, robotických pracovísk a pod.

Technológiu však môžeme chápať aj širšie – ako súhrn poznatkov, metód a technických prostriedkov. Do technológie počítame teda aj matematické poznatky, algoritmy, programy v umelej inteligencii, softwarové systémy atď.

K technologickým zmenám, ktoré bezpochyby výrazne ovplyvnili vývoj ľudskej spoločnosti, patrí používanie ohňa, vznik reči, písma, kníhtlače atď.

Používaním ohňa začala éra energotechnológie, v ktorej človek, zo začiatku pomocou ohňa, začal umocňovať výkonnosť svojich svalov a zmyslov a začal pretvárať neživú hmotu zemskej kôry a vytvárať si nové prostredie a nové prostriedky, ktoré mu spríjemňujú a uľahčujú život. Vznik parného stroja, výbušného a elektrického motora mal za následok nevídaný kvalitatívny skok v tomto procese, ktorý dnes vtesnávame pod názov **priemyselná revolúcia**.

Plnšie pochopenie významného obdobia vo vývoji spoločnosti nastáva obvykle až keď toto obdobie končí a začína kvalitatívne nové. Zdá sa, že sa práve nachádzame v takej situácii. Priemyselná revolúcia prerastá v počítačovú revolúciu, ktorou vrcholí éra energotechnológie a súčasne asi začína éra biotechnológie, v ktorej očakávame, že človek, pomocou molekulárnej elektroniky, bude umocňovať výkonnosť svojho mozgu, zmyslov a svalov a bude pretvárať živú hmotu zemskeho povrchu a vytvárať si nové, živé aj neživé prostredie a prostriedky, ktoré mu budú spríjemňovať a uľahčovať život.

Na priemyselnú revolúciu sa môžeme dívať ako na revolúciu, ktorá vznikla emancipáciou a exponenciálnym umocnením fyzickej sily ľudských svalov. Priemyselná revolúcia nielen priniesla podstatné zmeny v organizácii spoločnosti a živote jednotlivca, ale

zmenila aj názory na svet. Hmota sa stala základnou kategóriou a svet sa začal chápať ako "hmota v pohybe".

Na druhej strane, na začínajúcu **počítačovú revolúciu sa môžeme dívať ako na revolúciu, ktorá vznikne emancipáciou a exponenciálnym umocnením intelektuálnej sily ľudského mozgu**. Už táto zjednodušená charakteristika naznačuje, že počítačová revolúcia by mala mať podstatne väčší vplyv na život spoločnosti a jednotlivca a názory na svet, v ktorých asi informácia bude mať kľúčovú úlohu.

Istú predstavu o možnom priebehu a dôsledkoch počítačovej revolúcie získame, ak si uvedomíme hlavné črty vzniku, priebehu a dôsledkov priemyselnej revolúcie:

- Revolúcii predchádzala predrevolučná fáza (hromadenie vynálezov a pod.), v ktorej sa navonok nič nedialo.
- Nástup vlastnej revolúcie si jej súčasníci neuvedomovali. Revolúcia trvala asi 100 rokov, prebiehala stále rýchlejšie a priniesla obrovské zmeny v celom živote spoločnosti: ovplyvnila život jednotlivca, rodiny, inštitúcií, ekonomiku, politiku, ideológiu, výchovu, vzdelanie, využívanie voľného času, stravu, odev a dokonca aj spôsoby pôrodu a pochovávaní.
- Nikto, ani filozofia, ani politici, ani vedci, ani technici si na začiatku revolúcie nedokázali predstaviť, v akom smere, ako rýchle a s akým dopadom sa bude revolúcia vyvíjať. Revolučný proces bolo ťažké podstatne ovplyvňovať. Pokusy o jeho zoslabenie, resp. usmernenie skôr do oblastí, kde by priniesol permanentnejší úžitok pre ľudstvo, ako do oblastí prinášajúcich okamžitý zisk, boli len lokálne úspešné.
- Po revolúcii nasledovala porevolučná fáza, v ktorej je spoločnosť opäť ustálená – ale celkom iná ako predtým.

(Je povšimnutia hodné, že skupina expertov britskej vlády odhadovala v r. 1948, že Veľká Británia bude celkove potrebovať asi 5 počítačov (typu ENIAC)).

Na počítače sa už dnes musíme dívať oveľa komplexnejšie, ako na veľmi výkonné a (v budúcnosti) inteligentné systémy na uchovávanie, spracovanie a prenos informácie. Až takto komplexne chápané a používané počítače sú v podstate základom vzniku počítačovej revolúcie. Z tohto hľadiska, ktoré je v značnej miere pôvodné, sa pozrieme v ďalšom na vznik, technologické predpoklady a dopad počítačovej revolúcie.

2 HISTÓRIA PAMÄTANIA, PRENOSU A SPRACOVANIA INFORMÁCIE

Vznik reči a súbežný vznik myslenia vytvorili z prvotného človeka najdokonalejší živý systém pre pamätanie, spracovanie a prenos informácie. Z človeka sa stal vládca prírody.

Pre ľudstvo je príznačné, že od pradávna sa snažilo tieto schopnosti človeka umocňovať. Od pradávna sa rozvíjali technológie pamätania, prenosu a spracovania informácie a so vznikom modernej vedy začala sa rozvíjať aj teória.

Postupný vývoj počítačov zo systémov na spracovanie informácie cez systémy na pamätanie a spracovanie informácie až k systémom na pamätanie, spracovanie a prenos informácie, ktoré budú vybavené "inteligentným softwarom", dáva vznik kvalitatívne novým systémom, ktoré sú základom počítačovej revolúcie.

V tejto kapitole sa sústreďíme na niektoré významné udalosti, objavy a idey v technológiách pamätania, prenosu a spracovania informácie a na vznik príslušnej teórie. Pokúsime sa zodpovedať otázky: prečo sa to stalo, kto to urobil, aké to malo dôsledky. Obmedzíme sa pritom na obdobie približne do roku 1950 – do vzniku von Neumannovho a von Neumannovského počítača.

2.1 PAMÄTANIE INFORMÁCIE

Vznik písma ako spôsobu formalizácie reči bol prvým veľkým skokom v oblasti pamätania a prenosu informácie a začiatkom historickej doby ľudstva.

O česť tohto najgeniálnejšieho objavu v dejinách ľudstva súťažia v dnešnej dobe tri staroveké civilizácie: [mezopotámska](#), [egyptská](#) a civilizácia [Harappy](#) a [MohendžaDára](#) (na území dnešného [Pakistanu](#)). Archeologické objavy naznačujú pomerne rozvinuté používanie písma už v 4. tisícročí pred n. l., takže samotný vznik písma treba klásť do ešte skorších čias.

Písmo samotné samozrejme nemohlo vzniknúť bez nájdenia vhodného zapisovacieho média (kameň, hlinené tabuľky atď.). Až toto zapisovacie médium umožnilo vlastnú konzerváciu (pamätanie) informácie a tým aj jej prenos v priestore, z jedného miesta na druhé, a v čase, z generácie na generáciu. Tým sa umožnila akumulácia poznatkov.

Zaujímavou ilustráciou dôležitosti akumulácie poznatkov pre rozvoj civilizácie je skutočnosť, že skvelé africké civilizácie udržovali krok s ostatným civilizovaným svetom, alebo ho dokonca vo vzdelanosti predčili, len do tých čias, kým sa bolo možné uspokojiť s pamätaním informácie v hlavách jednotlivcov a s ústnym prenosom tejto informácie. Akonáhle množstvo vedomostí začalo prevyšovať tieto schopnosti (a potrebovalo teda byť ináč pamätané) došlo k stagnácii a úpadku. [Univerzita v Timbuktu](#) (dnešné [Mali](#)) a aj ostatné strediská africkej vzdelanosti, nepoznali písmo – a nielen že zanikli, ale aj na dlhú dobu upadli do zabudnutia.

Akumuláciou poznatkov sa začala umocňovať výkonnosť ľudského mozgu. **Kvalitatívny skok v tomto procese však nastal až keď sa začali používať [papyrus](#) a papier ako zapisovacie (pamäťové) médiá.**

Na papyrus, ktorý bol lacný, dostupný, prenositeľný a trvanlivý, sa písalo spočiatku štetcom, neskôr rákosovým perom. Písať sa dalo už pomerne rýchlo takže obrázkový charakter písma začal zdržovať. Pisári začali vymýšľať skratky, zjednodušenia. Tu niekde začal proces, ktorý viedol **od obrázkového písma k abecedám**. "Vynález" abecedy sa dnes pripisuje moreplavbe a obchodu holdujúcim – a teda flexibilné písmo vyžadujúcim – [Feničanom](#), od ktorých ju prevzali (a upravili) [Gréci](#) a neskôr [Rimania](#).

Papyrus zásadne prispel k rozvoju staroegyptskej vzdelanosti a **Egypt'ania ako monopolní výrobcovia papyrusu si skoro uvedomili, že je to strategický materiál**. Od dynastie [Ptolemaiovcov](#) bol každý kusok papyrusu vyhlásený za majetok faraóna a mohol byť používaný len v štátnom zaujme a len k tomu oprávnenými pisármi. Zároveň bol uzákonený zákaz vývozu papyrusu, aby bolo nadostač písacieho materiálu pre kráľovské archívy, a predovšetkým pre alexandrijské knižnice, kde sa sústreďovali všetky vedomosti vtedajšieho sveta.

Uvalením embarga (pravdepodobne prvého v dejinách ľudstva týkajúceho sa "hardwaru" informačnej techniky) sa dostalo do neprijemnej situácie Grécko a hlavne Rím. Rímske vydavateľstvá, v ktorých desiatky až stovky pisárov podľa diktátu paralelne prepisovali predčítavaný text, neboli schopné kryť požiadavky boháčov, ktorí, podľa gréckeho vzoru, zhromažďovali cenné zvitky papyrusu.

Dočasné riešenie sa našlo vo forme [pergamenu](#), čo je vlastne dokonale vypracovaná a vybielená koža jahniat, oviec, kôz alebo teliat. Pergamen súčasne umožnil, ako sa o tom zmieňuje aténsky filozof a historik Plubarchios, jeden z prvých dômyselných spôsobov kódovania. Úzky pruh pergamenu sa navinul šikmo po dĺžke na drevenú tyč. Správa, ktorá mala byť utajená, sa potom napísala po dĺžke tyče na pergamen. Rozvinutý pruh pergamenu mohol dekódovať len adresát vybavený tyčou o rovnakom priemere.

Papier, ako zatiaľ hlavné zapisovacie médium pre medzil'udskú komunikáciu, **vynašiel, prakticky v dnešnej forme, čínsky minister orby Ts'ai-Lun okolo roku 100 n. l.** Do tej doby písali Číňania na tenké bambusové plátky, pospájané čapmi, čo bolo nešikovné a nákladné. Z Číny sa papier pomaly rozšíril cez Kóreu do Japonska a na druhú stranu – hlavne ako prostriedok šírenia koránu – cez [Samarkand](#), [Bagdad](#) (r. 794), [Jemen](#), [Egypt](#), [Palestínu](#), Severnú Afriku až na Pyrenejský polostrov, ktorý bol vtedy v moci [Maurov](#). Tým sa dostal papier do Európy.

Už v roku 1370 povolal [Karol IV.](#) papierenských majstrov z Talianska do [Chebu](#), kde tak vznikla prvá papieraň v Strednej Európe a severne od Alp vôbec. Pre porovnanie, v Nemecku začali vyrábať papier v roku 1390, vo Švajčiarsku v roku 1411, v Anglicku 1494, v Rusku 1576, v Amerike 1690 a v Turecku 1745. Prvá slovenská papieraň vznikla v roku 1530 v Levoči.

Na papier sa písalo ako kedysi na papyrus a popísané hárky sa viazali do [knihy](#). **Za objav knihy tiež vd'áčime Číňanom** (aj slovo kniha je odvodené z čínskeho "king"). Ručne písané knihy boli tiež často vzácne a drahé umelecké diela (ich hodnota predstavovala aj cenu stáda dobytky alebo domu). Preto boli knihy v knižniciach bežne pripútané reťazou k čítaciemu pultu (tzv. libri catenati).

Používanie papyrusu a papiera umožnilo exponenciálne zväčšenie množstva informácií uchovávanej a prenášanej ľudskou spoločnosťou, čím nastala prvá informačná explózia, čo dalo vznik **prvej informačnej revolúcií**. Táto revolúcia mala za následok prudký rozvoj kultúry a vedy a viedla postupne k prevratným zmenám v živote spoločnosti a jednotlivca.

Novonastupujúcej dobe už nestačil stredoveký rytier, ktorý sa vedel šikovne oháňať mečom, po nociach drsne zabávať a namiesto podpisu otŕčajúci svoj palec, ani jeho prototyp – zbožný mních. Nastupujúca renesancia vytvorila ideál "homo universale" – všestranne rozvinutého človeka, ktorý ovláda niekoľko jazykov, literatúru, dejiny, základy vtedajšej vedy, politiku, obchod, hru na hudobné nástroje atď.

Je nesporné, že tieto prevratné zmeny v živote spoločnosti a jednotlivca boli v podstate dôsledkom relatívne bezvýznamnej skutočnosti: podstatnej miniaturizácii, podstatného zrýchlenia a zlacnenia výroby a podstatného zväčšenia prenositeľnosti základných pamäťových médií pre alfanumerickú informáciu (papyrusu a papiera) a zjednodušenia spôsobu zapisovania (abeceda).

Prudký rozvoj kultúry, vedy a techniky, podnietený prvou informačnou explóziou (najmä v astronómii, matematike, lekárstve, baníctve, literatúre atď.), však čoskoro **začal naliehavo potrebovať vhodnejší, rýchlejší, flexibilnejší a lacnejší prostriedok na zápis a šírenie informácie, ako boli pisárne kláštorov alebo vydavateľstiev**. Tento prostriedok sa čoskoro našiel a bola ním **kníhtlač**.

Myšlienka tlačiť a nie práčne písať a kresliť je prastará. Väčšina starovekých civilizácií používala **razidlá a pečatidlá** – na tlač do tvárneho podkladu – na ktorých boli okrem firemných značiek často celé vety zaklínadiel, dlhé tituly a pod. Tlač obrázkov na rovný povrch porcelánu poznali Číňania už v 11. storočí odkiaľ bol už len krok k tlači na papier. Dôležitým ďalším krokom bola **doskotlač**. V 14. storočí začali ľudia vyrezávať obrázky na drevené doštičky, tieto natierať sadzami v oleji, a otláčať znova a znova na papier. (Je príznačné, že prvé aplikácie doskotlače slúžili pre zábavu – na tlač hracích kariet. Zaujímavú analógiu vidíme pri nástupe mikroelektroniky.) Okolo roku 1400 už boli doskotlačou vydávané aj malé knižičky – akési "instanty" – napr. stenčené, ilustrované výňatky z biblie, stručná gramatika latinčiny a pod.

Johann Gutenberg [2]

Kníhtlač vynašli Číňania, ale Európa o tom nevedela. A musela čakať na [Johanna Gutenberga](#) (1398 – 1468), mohučského rodáka a vyučeného zlatníka, ktorý sa stal otcom modernej kníhtlače. Gutenberga napadlo vyrezať jednotlivé písmená abecedy z bukovej kôry, odliať ich do cínu (z každého písmenka veľa exemplárov) a z písmen skladať slová, vety a celé stránky kníh! Navyše vylepšil aj tlačiarenskú čerň. Prvou skutočnou knihou, ktorá roku 1452 vyšla z Gutenbergovho tlačiarenského lisu, bola znamenitá tzv. [Tridsaťšesťriadková biblia](#).

Je zaujímavé, že ciele, ktoré viedli Gutenberga k **zostrojeniu tlačiarenského stroja**, boli celkom iné než masová tlač kníh. Jeho pôvodným cieľom bolo tlačiť len "medziprodukty" – tlačené predlohy pre pisárov. Sľuboval si od toho podstatné zmenšenie počtu chýb v opisoch v porovnaní s paralelnými opismi na základe predčítavania. (Je tiež možné, že v tej dobe si bolo ťažko predstaviť, že tlačenie (posvätných) kníh sa dá zveriť stroju!)

K rozšíreniu kníhtlače prispela vojna medzi biskupmi Ditrichom z Isenbergu a Adolfom Nasavským o pohodlné biskupské sídlo. Žoldnieri Nasavského zapálili Mohuč. **Gutenbergove tlačiarne vyhoreli a majstri s tovarišmi sa rozutekali do celej Európy**.

Prvá česká kniha – biblia – bola vydaná v Plzni r. 1467. Všimnime si, že tak isto ako korán – oficiálna "ideológia" vládnucej triedy – prispel k rozšíreniu papiera vo svete, tak aj biblia prispela k rozšíreniu kníhtlače.

Kníhtlačiarne začali rásť ako huby po daždi. V roku 1480 už vyšlo okolo 8000 titulov s celkovým nákladom okolo 1 600 000 kníh. Zo začiatku boli knihy poplatné minulosti: ručne ilustrované a zdobené, v koži viazané a teda značne drahé. Skutočný rozvoj kníhtlače preto nastal, až keď vydavatelia pochopili, že kniha nie je prepychový, ale úžitkový predmet širokých mas a knihy sa stali triezvejšie, menšie a lacnejšie.

Kníhtlač umožnila ďalšie exponenciálne zväčšenie množstva informácií. Nastala druhá informačná explózia, čo dalo **vznik druhej informačnej revolúcie**, ktorá viedla k priemyselnej revolúcii.

Všimnime si, že tieto revolučné zmeny boli v podstate opäť dôsledkom podstatného zrýchlenia a zlacnenia výroby, ďalšej miniaturizácie a zlepšenia prenositeľnosti základného pamäťového média – knihy. Tieto zmeny neboli síce kvantitatívne tak veľké ako pri prechode od kameňa a hlinených tabuliek k papyrusu a papieru, ale predsa len umožnili skok, ktorým sa umožnilo, po prvýkrát, masové používanie a šírenie zapamätanej informácie potenciálne každým členom spoločnosti – a to bol základ revolučných zmien v spoločnosti.

Masová produkcia kníh umožnila a súčasne si aj vynútila zavedenie povinnej výučby čítania a písania a súčasne povinnej školskej dochádzky.

Po dobu vyše 500 rokov bol tlačený text prakticky hlavným masovým prostriedkom pre pamätanie informácie, medziľudskej komunikácie a získavanie poznatkov. Až v posledných rokoch nastáva zmena. Štatistiky hovoria, že priemerné dieťa v USA strávi týždenne 25 hodín pri tlačenom materiáli, ale 28 hodín pri elektronických učebných prostriedkoch.

Jacquardov tkáčsky stroj

História pamäťových médií pre komunikáciu človeka so strojmi začína asi v 14. storočí, keď sa začali používať rôzne médiá ako "rotating pegged cylinder" na riadenie hracích skriniek a hudobných nástrojov – organy a pod. (V r. 1736 Vaucauson zostrojil automat, ktorý simuloval pohyb perí a prstov s presnosťou dostatočnou na hranie na flaute.)

Najdôležitejší však bol vývoj pamäťových médií pre riadenie tkáčskych strojov. Začal ho [B. Bouchon](#), ktorý v r. 1725 použil na tento účel diernu pásku. J. B. Falcon ju nahradil diernymi štítkami. Keď v r. 1765 zomrel, bolo asi 40 takých tkáčskych strojov v používaní. Podstatné vylepšenie urobil [Joseph Marie Jacquard](#) (1752 – 1834).



Jeho tkáčsky stroj patrí k veľkým vynálezom, ktorým v r. 1805 začala revolúcia v tkáčskom priemysle. (Už v r. 1812 bolo 11 000 Jacquardových tkáčskych strojov vo Francii.)

Ako uvidíme v ďalšom, dierne štítky boli aj prvým pamäťovým médium pre styk človeka s počítačom.

Význam objavov Bouchona a Falcona spočíva v poznaní, že pre komunikáciu so strojom stačí binárna informácia. Vznik magnetickej pásky bol potom už len prirodzenou reakciou na novú technológiu.

Pre úplnosť spomeňme ešte **pamäťové médiá pre zvukovú informáciu** (Edisonov fonograf, gramofónové platne a magnetofónové pásky) a **obrazovú informáciu** (fotografiu r. 1839 a film r. 1890).

2.2 PRENOS INFORMÁCIE

Hlavné zapisovacie materiály, **papyrus a papier, umožňujú jednorazový zápis informácie a ľubovoľný počet čítaní (tzv. read-only memory)**. Až do objavenia kníhtlače bol

"zapisovacím procesorom" človek a až tlačiarenský stroj ho zbavil, tejto úlohy a umožnil vytvárať prakticky ľubovoľné množstvo kópií tej istej informácie.

Pamäť takého druhu (ako je napr. kniha) slúži teda hlavne ku konzervácii informácie. Dá sa však použiť aj **na prenos informácie – prenášaním, resp. posielaním**. Od pradávna sa s týmto účelom používali poslovovia, kuriéri, poštové holuby a dokonca aj včely. Tento spôsob prenosu informácie bol však odjakživa pre vojenské účely neúnosne pomalý a postupne sa to začalo pociťovať aj v obchode a žurnalistike. (Rýchly prenos informácie umožňuje nielen rýchlejšiu akumuláciu poznatkov, ale aj ich efektívnejšie využívanie.)

Pre svoje potreby tento problém uspokojivo vyriešili už dávno v Afrike (žeby kompenzácia za neznalosť písma?), kde ešte doteraz využívajú domorodci na šírenie správ siet' špeciálnych obrovských bubnov (tzv. [lokali](#)), pomocou ktorých dokážu cvičení bubeníci prenášať ľubovoľné správy na veľké vzdialenosti veľkou rýchlosťou.

Svet novoveku sa s týmto problémom čiastočne vysporiadal až keď v roku 1837 [S. F. B. Morse](#) (1791 – 1872) vynášiel **zapisovací telegraf**. (Predtým však už boli vynájdené: optický telegraf, elektrolytický telegraf, ihlový telegraf, ručičkový telegraf - pozn. JV.) Prvá prevádzka začala v roku 1844 na 64 km dlhej linke medzi [Washingtonom a Baltimorom](#) a už v r. 1858 bola spojená Európa s Amerikou prvým [podmorským káblom](#).

Telegraf mal však podobnú nevýhodu ako africké bubny – používať ho vedeli len "zasvätení". Hoci tento nedostatok sa neskôr odstránil a telegraf sa vyvinul až do formy dnešného d'alekopisu, jeho masovému rozšíreniu bránila nutnosť špeciálneho kódovania a dekódovania správ.

V roku 1861 predviedol nemecký učiteľ [Filip Reis](#) vo fyzikálnom spolku mesta Frankfurt **aparát na prenos ľudského hlasu na diaľku (telefón)** – bez väčšieho účinku na pánov profesorov. O tom sa dozvedel [Alexander Graham Bell](#) (1847 – 1922), učiteľ hluchonemých v Bostone, USA. Myslel si, že taký prístroj by sa mu zišiel pri výučbe hluchonemých. Ale čoskoro vytušil, že telefón je čosi oveľa významnejšie. Na svetovej výstave vo Philadelphii r. 1876 je už Bell so svojim telefónom atrakciou číslo jedna. (poznámka JV: Súčasne s Bellom podal patent v USA na telefón aj Elisha Gray...)

Do roku 1901 bol telefón luxusným prostriedkom komunikácie pre bohatých a dôležité úrady a podniky. Okolo roku 1900 začala firma Bell Company obrovskú kampaň s cieľom dostať telefón do masového užívania a do "každej domácnosti". Kampaň bola úspešná a masové používanie telefónu malo podstatný vplyv na urýchlenie priemyselnej revolúcie.

Ďalším veľmi významným krokom v oblasti prenosu informácie bol **vynález bezdrôtovej telegrafie** ([A. S. Popov](#) a [G. Marconi](#) 1896) a **rádia**. Prvú vysielачku mala vzducholod' [Zeppelin](#) v r. 1911 a prvú rádiovú stanicu dali do prevádzky v Pittsburgu v r. 1920. V roku 1923 (presnejšie 18.5.1923 o 20:15) už vysielal aj oficiálny československý rozhlas.

Súčasne s prenosom akustickej informácie sa ľudia pokúšali aj o prenos obrazovej informácie. Zo začiatku po drôtoch ([A. Bain](#), 1843), neskôr bez drôtov ([J. Baird](#), 1908). Princíp televízora objavil [P. Nipkow](#) r. 1884 a prvé televízne vysielanie sa uskutočnilo v r. 1926 vo Veľkej Británii – teda len štyri roky po založení [BBC](#). Prvé televízne vysielanie v Československu sa uskutočnilo v r. 1953.

Prostriedky na prenos informácie, ktoré sme tu uviedli, stáli buď pri zrode priemyselnej revolúcie, prípadne podstatne prispeli k jej rozvoju a **tvoria technologickú základňu tretej informačnej explózie a tretej informačnej revolúcie**, ktorej sme už priamymi svedkami a aktérmi.

Donedávna nám však chýbali prostriedky, ktoré by spájali prednosti zariadení na pamätanie a prenos informácie, t. j. v ktorých by sa dala informácia konzervovať a akumulovať, prenášať z jedného zariadenia na druhé a navyše efektívne vyhľadávať pre bezprostredné použitie, resp. transformovať na "odvodenú" informáciu.

2.3 SPRACOVANIE INFORMÁCIE

Tisícročia bol človek najdokonalejším a najvýkonnejším systémom pre spracovanie informácie, ktorý sám seba zdokonaľoval.

Prehistória strojov na spracovanie informácie začína keď človek zistil, že môže fyzicky reprezentovať (pamätať) čísla. **Za prvý prístroj na počítanie, t. j. na skracovanie numerickej informácie, sa považuje [abakus](#)**, aj keď v podstate je to len prvá read-and-write pamäť, s ktorou človek dokázal obratne manipulovať. Abakus, starý asi 5000 rokov, sa prekvapujúco používa dodnes, napr. v krajinách bývalého [ZSSR](#).



Abakus a logaritmické pravítko.

Modernejšia história začína asi u iránskeho astronóma a matematika [Jamshid ben Mas'ud ben Mahmud Ghiath ed-Den al-Kashiho](#) (1390 – 1450), ktorý zostrojil celý rad dôvtipných (analógových) prístrojov na uľahčenie astronomických výpočtov.

Ďalej je tu skvelý matematik a vynálezca, Škót [John Napier](#) (1550 – 1617). Ako vynálezca vraj zostrojil zbraň "*schopnú zabiť všetok dobytok v okruhu jednej míle*". Zhrozený Napier odmietol zbraň ďalej vyvíjať a upadla do zabudnutia. Komerčne úspešné bolo zariadenie nazývané **Napier Bones**, v ktorom, **na drevených cylindroch, boli uložené multiplikatívne tabuľky a otáčaním cylindrov sa dali vykonávať aritmetické operácie**.

J. Napier sa zaoberal históriou pozičných číselných sústav, poznal binárnu sústavu a bol vraj asi prvým, kto pochopil používanie desatinnej čiarky v aritmetických operáciách. Jeho hlavným prínosom je **objavenie logaritmov** a publikovanie, po 25 rokoch úmornej práce, logaritmických tabuliek.

Je pozoruhodné, že vynálezca Napier objavil logaritmy, ale nevynašiel **logaritmické pravítko**. Zostrojil ho v r. 1632 [W. Oughtred](#). **Logaritmické pravítko** je prvým viacúčelovým analógovým strojom na spracovanie informácie, ktorý sa dosiaľ používa všade tam, kde ho ešte nevytlačili elektronické kalkulačky.

História číslicových strojov na spracovanie informácie začína začiatkom 17. storočia. To nie je náhoda. Rok 1600 sa považuje za prelom v histórii vedy. [Galileo Galilei \(1564 – 1642\)](#) **dokázal matematizovať fyziku**, spojiť praktické a experimentálne poznanie s matematikou, dať výsledkom fyzikálnych experimentov "*magický dotyk matematických formúl*". Nastal veľký rozvoj fyziky a matematiky a vedy vôbec a tým aj potreba rozsiahlejších výpočtov.

Ako uvidíme v ďalšom, zásadný pokrok v oblasti strojov na spracovanie informácie nastával vždy vtedy, keď nejaký ľudský génus si uvedomil akútnu spoločenskú potrebu kvalitatívne nových výpočtových prostriedkov a dokázal pre tento účel využiť novú technológiu.

Dnes sa už zabúda, že počas niekoľkých storočí bola astronómia vedou s najväčšími praktickými aplikáciami, najmä pre moreplavbu, a že potreba presných astronomických výpočtov, najmä presných tabuliek mesačných pozícií, bola hnacou silou ako pre rozvoj matematiky, tak aj pre rozvoj výpočtovej techniky.

Schickardovej kalkulačka



Rekonštrukcia Schickardovej kalkulačky

Prvú číslicovú kalkulačku zostrojil [W. Schickard](#) (1592 – 1535), profesor astronómie, matematiky a hebrejčiny v [Tübingene](#). Historicky významnejšie boli kalkulačky zostrojené geniálnymi deťmi, výnimočnými matematikmi a filozofmi, B. Pascalom a G. Leibnizom. Všetky tieto kalkulačky boli založené na idei známej už v 1 storočí n. l. [Heronovi z Alexandrie](#),

t. j. že číslo môžeme reprezentovať postupnosťou desiat'zubových koliesok a pričítanie jednotky realizovať tak, že plné otočenie jedného kolieska zapríčini otočenie kolieska pre vyšší rád o jeden zub.

Schickardova kalkulačka zostrojená (v jedinom kuse?) v roku 1623 automaticky sčítavala a odčítavala a poloautomaticky násobila a delila. Schickard zomrel na mor a kalkulačka zapadla do zabudnutia. (Jej náčrty boli objavené v r. 1957 v Schickardovom liste J. Keplerovi.)

Kalkulačka Pascaline

[Blaise Pascal](#) (1623 – 1662) sa vraj nemohol dívať, ako jeho otec, daňový kontrolór, sa tráпил nad stĺpcami čísiel a "*zriedka šiel spať pred druhou v noci*". Pascal navrhol asi 50 modelov, kým zostrojil definitívny model kalkulačky v r. 1645. Získal patent a jeho kalkulačka,



Pascaline, v cene 100 [livres](#), bola na trhu v r. 1652. Jeden z exemplárov je v [Conservatoire National des Arts et Métiers](#) v Paríži.

Vstup čísiel bol vytáčaním číslic. Kalkulačka automaticky sčítavala a odčítavala. Násobenie a delenie sa realizovali opakovaným sčítaním a odčítaním. (Bola teda menej dokonalá ako

Schickardova.) Výstup bol daný pozíciou koliesok v malom okienku. Pascaline bola komerčným neúspechom. Práca počtára bola vtedy lacná a výkon Pascaline nevyvážil jej cenu a údržbu.

Pascaline nadchla [Gottfrieda Wilhelma Leibniza](#) (1646 – 1716), ktorý súčasne videl aj jej slabú stránku – **ťažkopádne násobenie a delenie. Tento problém Leibniz vyriešil a jeho veľkým prínosom, ktorý prežil asi 300 rokov v mechanických kalkulačkách, bolo zavedenie špeciálneho kolieska s desiatimi zubmi rôznej veľkosti.** V roku 1671 Leibniz navrhol kalkulačku, ale zostrojená bola až v r. 1694. Jej tretiu kópiu vyrobili pre ruského cára [Petra Veľkého](#), ktorý ju daroval čínskemu cisárovi, aby mu ukázal výsledky vedy a výroby v Európe a tým zlepšil obchod medzi Východom a Západom.

Na rozdiel od Pascaline, ktorá výpočty len uľahčovala, Leibnizova kalkulačka ich aj zrýchľovala. Ako mnohí géniovia, po zistení "principiálneho riešenia" stratil Leibniz o kalkulačku záujem a nesnažil sa o jej manufaktúrnú výrobu.

Isté obdobie bol Leibniz fascinovaný jednoduchosťou a eleganciou [binárnej aritmetiky](#) a v r. 1679 ho napadlo zostrojiť kalkulačku na binárnej aritmetike, ale hlbšie sa touto ideou nezaoberal. Dnes sa zdá, že by to bol býval veľký vynález, ktorý by bol viedol k vytvoreniu výkonnej kalkulačky na parný pohon v 18. storočí, čo by bolo asi urýchlilo vznik a priebeh priemyselnej revolúcie. Leibniz, žijúci v dobe a prostredí, v ktorom sa cenili idey viac ako praktické zariadenia, zrejme nevidel dostatočný dopad binárnej kalkulačky a dal prednosť filozofii, logike, kombinatorike, diferenciálnemu a integrálnemu počtu a založeniu [Berlínskej akadémie vied](#).

Po Leibnizovi prišli ďalší konštruktéri kalkulačiek, ale skutočný komerčný úspech dosiahol až [Arithmometer](#) v polovici 19. storočia. Prvý patent získal Francúz Thomas de Colmar v roku 1820. Bol to fakticky prvý mechanický digitálny kalkulátor, ktorý dokázal sčítať a odčítať dve čísla a pomocou vhodného algoritmu aj deliť a násobiť. Arithmometre sa začali komerčne vyrábať od roku 1851.



Praotcom univerzálnych počítačov

je [Charles Babbage](#) (1791 – 1871) jedna z najpozoruhodnejších a najrozpornejších postáv modernej vedy. Bol všestranne aktívny, napísal asi 80 prác v matematike, fyzike, astronómii, geológii, ekonómii, štatistike, politike a teológii. Patril k zakladateľom [Analytical society](#),

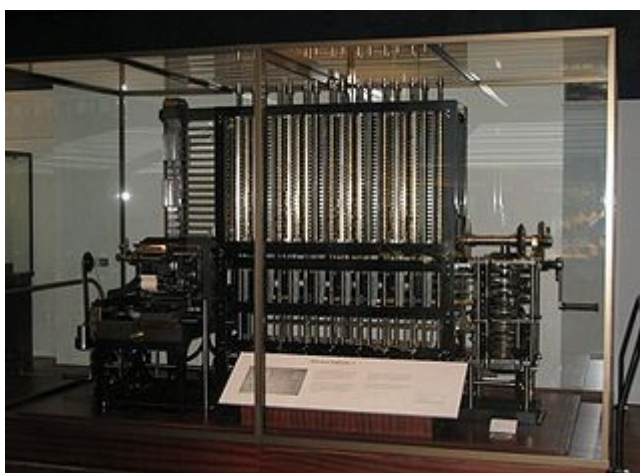
ktorej cieľom bolo presadzovať Leibnizove a nie [Newtonove](#) označovanie v diferenciálno-integrálnom kalkule.

Babbage bol geniálny, ale excentrický muž, okolo ktorého bolo všetko sporné. Tvrdil, že sa narodil v r. 1792 v Londýne, ale narodil sa v r. 1791 v Borough of Southwark. Už ako študent v [Cambridge](#) urobil s priateľmi dohodu, že sa budú snažiť "zanechať svet lepším ako ho našli". Dostal miesto profesora matematiky (1827 – 1839) v Cambridge, ktoré voľakedy patrilo Newtonovi, ale v Cambridge nežil ani neučil. Stýkal sa s vynikajúcimi ľuďmi: [Duke of Wellington](#), [Browning](#), [Darwin](#), [Dickens](#), [Fourier](#), [Humboldt](#) – ale nevedel vyjsť ani s veľikánmi, ani s jednoduchými ľuďmi. Mal skvelé nápady, ale máločo dokončil. Komisia, ktorá po Babbageovej smrti mala za cieľ zistiť, čo s jeho pozostalosťou konštatovala, že "všetko je príliš neúplné, aby sa to dalo na niečo použiť". Zomrel ako sklamaný muž, považovaný za čudáka. O jeho genialite však súčasníci nepochybovali. Jeho mozog podrobne preskúmali a možno ho vidieť v múzeu [Royal College of Surgens](#) v Londýne.

Babbage žil v dobe, keď už značne vzrástla potreba rozsiahlych výpočtov, najmä v astronómii a nebeskej mechanike. Centrálnym problémom bolo určenie pozície Mesiaca ako funkcie času. Newton urobil prvý veľký pokrok v určení pohybu Mesiaca a skoro všetci veľkí matematici 18. storočia sa pokúšali jeho teóriu vylepšiť. Dôležitosť presných tabuliek pozícií Mesiaca bola tak veľká pre námorníctvo, pre určovanie polohy lodí, že niekoľko vlád vypísalo odmenu na ich presné zostrojenie. Prvé tabuľky, nepresné, zostrojil [L. Euler](#) v r. 1746. Nasledovali ďalšie a ďalšie. Veľmi presné tabuľky zostrojil [Ch. E. Delaunay](#) v r. 1860. K ďalším veľkým výpočtom Babbageovej doby patrilo určenie dráhy a veľkosti planéty [Neptún](#), ktorá bola objavená v r. 1846.

V Babbageovej dobe mali tabuľky, či už matematických funkcií alebo nameraných údajov, ohromný význam. Boli jedným z hlavných prostriedkov, ktorými vedci zaznamenávali svoje poznatky a skúsenosti tak, aby z nich ďalší mali úžitok. **Babbage vydal logaritmické tabuľky a jeho hlavným životným cieľom sa stalo vytvoriť stroj, ktorý by uľahčil a spresnil výpočty (logaritmických) tabuliek, v ktorých bývalo vždy veľa chýb.**

Prvým cieľom Babbageho bolo zostrojiť stroj, tzv. [Difference Engine](#), ktorý by diferenčnou metódou vypočítaval hodnoty polynómov a tlačil príslušné tabuľky. (V tom čase už bol známy [Weierstrassov výsledok](#), že každú spojitú funkciu možno s ľubovoľnou presnosťou aproximovať polynómom.) Všimnime si, že podobne ako u Gutenberga, Babbageovým cieľom nebolo nahradiť vtedajších výpočtárov, ale len urýchliť a skvalitniť výrobu ich pomôcok – tabuliek.



Difference Engine v Londýnskom múzeu vedy

V roku 1822 Babbage zostrojil zjednodušený prototyp, ktorý umožňoval tabulovať polynómy druhého stupňa s celočíselnými koeficientmi, úspešne ho demonštroval a získal podporu vlády (postupne až do 17 000 £), ktorá verila vo využitie stroja pre námorníctvo, a pustil sa do stavby kompletného stroja, ktorý mal umožniť tabuľkovanie polynómov šiesteho stupňa a tlač tabuliek na papier (resp. kreslenie grafov vypočítavaných funkcií).

Babbageov projekt, ktorý bol rádovo zložitejší než čokoľvek do tej doby zostrojené, skončil neúspešne – oficiálne pre nedostatok financií, v r. 1833. Malo to však ešte ďalšie tri príčiny. Prvou bola technológia. Hoci pracoval so špičkovými majstrami, s vtedajšou technológiou bolo prakticky nemožné doceliť stabilitu stroja, zaistiť požadovanú presnosť a synchronizáciu obrovského počtu tak primitívnych elementov, akými boli ozubené kolesá. Druhou bol Babbage. Pracoval nesystematicky, neustále menil plány, ťažko sa s nim spolupracovalo. Treťou bol samotný "Difference Engine", jeho malá rýchlosť, ktorá nemohla zrevolucionizovať vtedajšie výpočty.

Babbageov projekt inšpiroval švédskeho právnika, redaktora, a prekladateľa [Georga Scheutza](#) a jeho syna, ktorí v r. 1854 zostrojili, za podpory švédskej akadémie, modifikáciu **Difference Engine, pre tabulovanie polynómu štvrtého stupňa**, a vystavovali ju, za pomoci Babbagea, aj v Londýne. Stroj potom zakúpilo [Dudley Observatory](#) v [Albany](#) (USA).



Scheutzov stroj - modifikácia Difference Engine

Keby bol Babbage býval "rozumný muž" (alebo mal aspoň rozumnú manželku) bol by sa z neúspechu poučil a uvedomil si, že príliš predbieha dobu. Jeho geniálny duch však reagoval, na šťastie potomkov, pravé opačne. Babbage sa pustil do ešte ambicióznejšieho projektu,

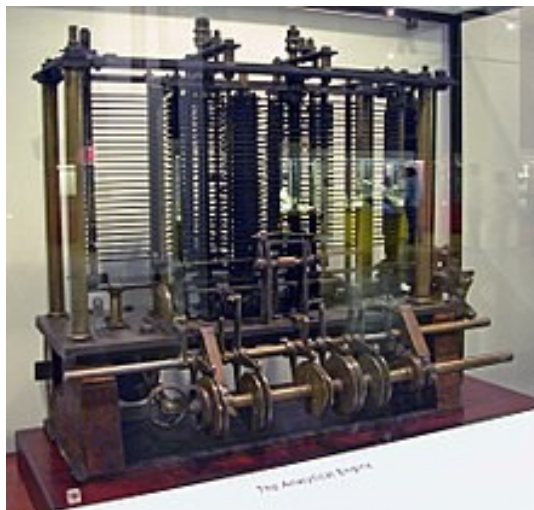
Na novom projekte [Analytical Engine](#) začal pracovať už počas "dokončovania" Difference Engine a v r. 1837 sa v podstate dopracoval k myšlienke univerzálneho číslicového počítača, ktorý mal obsahovať vstup a výstup (na diernych štítkoch), pamäť (v ktorej malo byť 50 riadkov po 100 ozubených kolies), aritmetickú jednotku (nazývanú "mill" a vytvorenú z ozubených koliesok a prevodov). Riadenie výpočtov malo byť prostredníctvom diernych štítkov. Analytical Engine mal spracovávať *programy* zostavené zo

-štítkov pre premenné,

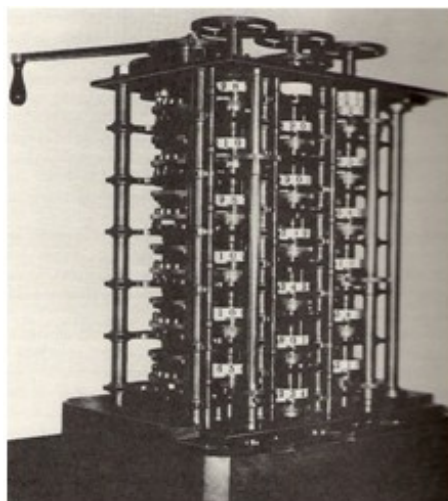
-štítkov pre operácie a

-špeciálnych "indexových" a "kombinatorických" štítkov pre riadenie cyklov.

Babbage strávil veľa času vylepšovaním svojho "mlynu" (aritmetickej jednotky) na efektívnu realizáciu aritmetických operácií (+,-,*,/). Uvažoval aj o dvojnásobnej aritmetike. Analytical Engine mal byť na ručný pohon, aj keď Babbage uvažoval o parnom pohone.



Prototyp Analytical Engine, uložený v Londýnskom múzeu vedy



Babbageov "mill" zostrojený jeho synom

Babbageove názory na Analytical Engine sa neustále vyvíjali. V podstate vytvoril, v zámeroch, celú sériu stále dokonalejších Analytical Engines. Významný je článok, ktorý na základe Babbageovho výkladu a nákresov, napísal taliansky inžinier [L. F. Manebrea](#). Tento článok preložila a doplnila významnými poznámkami jeho priateľka, krásna a múdra (aj ako matematicka vychovávaná de Morganom) a nezávislá [Augusta Ada](#), dcéra [Lorda Byrona](#), neskoršie lady Lovelace. Adine poznámky, dvakrát tak dlhé ako Manebreaov článok, sa rodili v zložitej spolupráci s Babbageom. (Poznámky sa týkali hlavne principiálnych možností a ohraničení navrhovaného stroja. Ada však prehľad doplnila aj programom na výpočet [Bernoulliho čísiel](#).) Počas tejto spolupráce si obaja uvedomili potrebu podmienených príkazov pre realizáciu cyklov. Adine poznámky ukazujú, ako fantasticky predbehli dobu tak Babbage, ako aj Ada.

Babbage považoval Analytical Engine za stroj na zostrojovanie tabuliek, ale uvedomoval si jeho ďalekosiahle možnosti, napríklad "*riešiť ľubovoľnú algebrickú rovnicu*" a dokonca "*pripravovať (a dierovať) vlastné programy*". Napísal: "*Analytical Engine splňa podmienky, ktoré umožňujú konečnému stroju vykonávať neohraničené výpočty*". Nedá sa však povedať, že by Babbage mal úplne jasnú predstavu programu s cyklami alebo, že by si uvedomoval tak jasne univerzálnosť navrhovaného stroja, ako to urobil o 100 rokov neskoršie jeho krajan A. Turing.

Návrh na zostrojenie Analytical Engine predložil Babbage vláde. Vládna komisia návrh veľmi priaznivo posúdila, vyjadrila len svoju neschopnosť odhadnúť spoľahlivosť a cenu navrhovaného stroja a konštatovala: "*We do not consider that the possibilities of its misuse are any serious drawback to its use or value*" čo je asi prvý oficiálny názor na dnes bežnú otázku, či počítače nepredstavujú nebezpečenstvo pre ľudskú spoločnosť.

Zostrojená časť "Difference Engine" je v [Science Museum](#) v [South Kensingtone](#) (Londýn). Babbage upadol na dlhú dobu do zabudnutia.

Analytical Engine inšpiroval ďalších. Na jeho návrhu pracoval škótsky účtovník [P. E. Ludgate](#) (1883 – 1922), ktorý už mal jasnú predstavu programu ako postupnosti štvoradresových inštrukcií na diernej páske. Ďalej úspešný tvorca automatov, prezident

španielskej akadémie vied, [L. Torres](#) (1852 – 1936), ktorý už rozpracoval schému pre podmienený príkaz, uvedomoval si možnosť zostrojiť elektromechanickú verziu Analytical Engine a asi by bol býval projekt dotiahol do konca, keby v prostredí, v ktorom žil, bola bývala dostatočná potreba pre univerzálny počítač. Torres ale zostrojil prvý plne automatický automat ([El Ajedrecista](#)), aj s mechanickou rukou na premiestňovanie figúr, na šachovú koncovku kráľ a s vežou proti kráľovi. Nasledujúci citát zo [Scientific American](#) (1915) o tomto automate je asi jedným z prvých zamyslení sa o možnostiach umelej inteligencie: *"There is no claim that (the chess player) will think or accomplish things where thought is necessary, but its inventor claims that the limits within which thought is really necessary need to be better defined and that automaton can do many things that are popularly classed with thought"*.

Je zaujímavé, že poprední fyzici 19. storočia sa neinšpirovali Babbageovými ideami, ale obrátili svoju pozornosť na konštrukciu podstatne rýchlejších, aj keď jednoúčelových, analógových strojov na základe vtedajšej technológie. Patrí sem Maxwellov integrátor (1855) a [Kelvinov harmonický analyzátor](#), ktorý bol prvým strojom (na výpočet [Fourierových koeficientov](#)), ktorý veľmi výrazne urýchlil výpočty (neskoršie vylepšený [Michelsonom](#) a [Strattonom](#)) a tiež Kelvinove a [Bushove diferenciálne analyzátory](#) (1876 a 1930).

Z praktického hľadiska veľmi významným prínosom bol **diernoštítkový stroj, ktorý zostrojil Herman Hollerith (1860 – 1929) v roku 1888**. Jeho vznik je typickým prípadom, že postavenie veľkých cieľov mobilizuje ľudstvo a prináša často prekvapujúce riešenia s dopadom podstatne prevyšujúcim pôvodný cieľ.

Kongres USA rozhodol, že počnúc rokom 1830 bude štatistický úrad vykonávať každých 10 rokov sčítanie ľudu. Čoskoro sa ukázalo, že je to úloha presahujúca hranice vtedajšej technológie spracovania informácie. Ani v roku 1887 neboli ešte spracované výsledky sčítania ľudu z roku 1880. Bolo zrejmé, že existujúcou technikou by bolo sčítanie plánované na rok 1890 nezvládnuteľné. Rozhodli sa vypísať súťaž. Do posledného kola sa dostali tri návrhy. V skúšobnej prevádzke na 10 000 ľuďoch sa ukázal [Hollerithov stroj](#) deväť násobne rýchlejší ako ďalšie dva systémy. Pomocou diernoštítkového stroja boli výsledky sčítania ľudu v USA v r. 1890 spracované za 6 týždňov s výsledkom 62 622 250. Diernoštítkové stroje objednala pre sčítanie ľudu v r. 1897 aj cárska vláda.



Hollerithov stroj

Ťažkosti s censusom (sčítaním ľudu) v r. 1890 predstavujú asi prvý prípad, kedy si skupina ľudí uvedomila, že svet sa stáva príliš zložitý a že presahuje schopnosti ľudského mozgu analyzovať ho bez pomoci strojov. Nie je tiež bez zaujímavosti, že sa ozvali hlasy proti používaniu Hollerithových strojov pre census – tak dôležité údaje vraj nemožno zveriť stroju.

Hollerith sa hrdo považoval za "prvého štatistického inžiniera", založil veľmi úspešnú spoločnosť Tabulating Machine Company. Tá sa v roku 1911 zlúčila s ďalšími dvomi spoločnosťami a vytvorili [Computing Tabulating Recording Corporation](#). Pod vedením [Thomasa J. Watsona](#) sa v roku 1924 spoločnosť premenovala na [International Business Machine Corporation](#) (na Kanadský trh však s týmto názvom prišla už v roku 1917).

Vznik a úspech diernoštítkových strojov, 50 rokov potom, čo Babbage dostal nápad zostrojiť univerzálny počítač, boli podmienené zmenami, ktoré v priebehu 50 rokov nastali. Priemyselná revolúcia mala za následok podstatné zlepšenie technológie, objavil sa nový zdroj energie – elektrina, podstatne vzrástla potreba, aj nenumerných, výpočtov.

Diernoštítkové stroje, pôvodne určené pre nenumerné a štatistické výpočty, sa postupne začali používať a adaptovať aj na numerické výpočty. V r. 1928 [L. J. Comrie](#) na diernoštítkových strojoch zostavil nové tabuľky polohy Mesiaca a v r. 1937 IBM zriadila [Thomas J. Watson Astronomical Computing Bureau](#).

Plne fungujúce programovateľné počítače vznikli až v období druhej svetovej vojny a prvý z nich [Z₃](#), zostrojil v Berlíne, v r. 1941, [Konrad Zuse](#) (1910 – 1995), vychádzajúc zo svojho patentu z r. 1936.



Zuseho programovateľný počítač Z₃ (1941-43)

Prvé modely [Z₁](#) a [Z₂](#) zostrojil Zuse na kolene, v byte rodičov. V r. 1943 dostal objednávku ministerstva letectva na [Z₃](#) a založil firmu, zamestnávajúcu 15 mužov. Vyrobili tri [Z₃](#).

Počítač Z₃ bol riadený programom (presnejšie lineárnym aritmetickým programom – bez podmienených príkazov), ktorý sa skladal z 8 bitových jednoadresových inštrukcií na diernej páske. Aritmetická jednotka pracovala v binárnej sústave, v pohyblivej rádovej čiarke s dĺžkou slova 22 bitov a so zabudovanými operáciami +, -, *, /, $\sqrt{\quad}$ a násobenie konštantami 2, 0.5, 10, 0.1, -1. Pamäť mala 64 slov, vstup bol klávesnicou, výstupom bol lampový display so 4 desiatkovými ciframi a desatinnou bodkou. [Z₃](#) mal 2600 elektromechanických relé a používal sa, veľmi utajovaný, pre balistické výpočty pre nemecké [V-rakety](#).

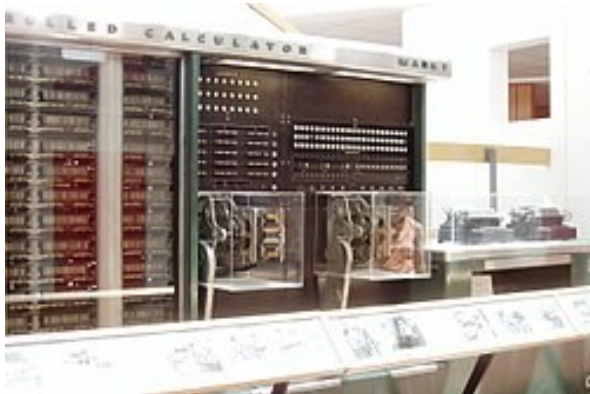
Počítače [Z₁](#)–[Z₃](#) boli zničené pri bombardovaní v r. 1944. Model [Z₄](#) s 32 bitovým slovom a mechanickou pamäťou vyviezol Zuse v r. 1945 do Švajčiarska a používali ho na [ETH v Zürichu](#) (1950 – 1955).

Zuse bol priekopníkom v počítačovej architektúre aj v programovacích jazykoch. Rozpracoval metódu popisu logiky počítača, čo mu umožnilo ľahko meniť súčiastkovú bázu. Modely Z₁ a Z₂ mali mechanické prepínače a pamäť. V r. 1945 rozpracoval programovací jazyk [Plankalkül](#) s viacrozmernými poľami, priradovacími, podmienenými a iteratívnymi príkazmi a procedúrami, ktorý ovplyvnil konštrukciu jazyka [ALGOL 58](#) a jeden z prvých kompilátorov pre ALGOL 58 zostrojil M. Paul pre Zuseho Z₂₂.

Blízkym spolupracovníkom Zuseho bol H. T. SCHREYER, ktorý získal v r. 1938 doktorát za prácu, v ktorej ukázal, že **na elektrónkach je možné postaviť super rýchly počítač**. Zuse sa použitia elektróniek, pre ich cenu a nespoľahlivosť, vzdal. Spolu so Schreyerom však (v r. 1940) navrhli projekt super rýchleho jednoúčelového počítača pre dekódovanie správ, ktorý by pracoval na elektrónkach. Projekt bol zamietnutý. Jeho realizácia mala trvať viac než rok a v tom čase [Hitler](#), si istý bleskovým víťazstvom, nedával priestor dlhodobjším, na vojenské účely zameraným, projektom.

Na druhej strane britská vláda, neschopná priamo vojensky čeliť nemeckej armáde, videla šancu v preľstvení nepriateľa a vytvorila team z mladých elektrotechnikov a (geniálnych) matematikov–šachistov. Tento tzv. [Bletchley team](#) pracoval v izolácii a veľkej tajnosti a zostrojil v r. 1943 prvý elektronický (kryptografický) počítač [Colossus](#), na dekódovanie správ, v ktorom sa všetky výpočty robili na **2000 elektrónkach**. Colossus vraj významne prispel k úspechu mnohých vojenských operácií západných spojencov. Jedným z členov teamu bol A. Turing.

Zuse nepoznal Babbageove práce. Inšpiroval sa však nimi v r. 1936 [HOWARD H. AIKEN](#) (1900 – 1973), fyzik z Harvardu. Pre svoj návrh počítača získal [T. J. WATSONA](#), vtedajšieho šéfa IBM, ktorý návrh podporil finančne (milión dolárov) aj spolupracovníkmi – čo urobila aj armáda – a tak **Aiken zostrojil elektromagnetický počítač – monštrum – 15 m dlhý nazývaný stručne [Harvard Mark I](#)**. (Prvá verzia, zostrojená v laboratóriách IBM v januári 1943 nemala podmienený príkaz – zdá sa, že Aiken nepoznal Adine idey. Druhá verzia, ukončená v roku 1944 v Harvarde už podmienený príkaz mala.)



Harvard Mark I - pravý koniec s čítačkami programov a písacími strojmi

Mark I mal 72 registrov na zapamätanie 23 ciferných čísiel a 60 registrov pre manuálne uloženie konštánt. Násobenie trvalo asi 6 sekúnd a počítač bol riadený inštrukciami na diernej páske. [Mark II](#) už vykonal násobenie za 0.75 s. Hlavným prínosom celého projektu sa nakoniec ukázalo zapojenie IBM do výroby počítačov.

Aikenova motivácia vychádzala z potrieb vedy. Vo svojej dizertácii narazil na obyčajné diferenciálne rovnice, ktoré sa dali riešiť len zložitými výpočtami. Na druhej strane vyložene



vojenské potreby boli za projektom [ENIAC](#) (Electronic Numerical Integrator And Computer), ktorý v [Ballistic Research Laboratory](#) v [Moore School of Electrical Engineering](#) na [univerzite v Pensylvánii](#) v júni 1943 začali [J. W. MAUCHLY](#) a [J. P. ECKERT](#). Po intenzívnej práci, vo veľkej tajnosti, **prvý univerzálny elektronický počítač ENIAC bol daný do prevádzky (vo februári 1946)**. Pracoval s číslami v desiatkovej sústave. Mal 20 akumulátorov (pre sčítanie a odčítanie) a ručne nastavovanú pamäť pre 312

"tabuľkových hodnôt". Vstup a výstup bol na diernych štítkoch (zostavený v spolupráci s IBM). Mal 18000 elektróniek (chladených prúdom vzduchu z vrtulí dvoch leteckých motorov), 70 000 odporov, 10 000 kondenzátorov, bol 30 m dlhý, 3 m vysoký a široký, vážil 30 ton, spotreboval 140 kW. Bol neuveriteľne rýchly – 5 000 sčítaní za sekundu, násobenie bolo 14 krát, delenie 143 krát pomalšie. **Bol to prvý elektronický počítač na spracovanie informácie.**

Ballistic Research Laboratory malo v r.1944 200 zamestnancov, 176 reléových, jednoúčelových "balistických počítačov", 10 diferenciálnych analyzátorov, 14 integrátorov a rad diernoštítkových strojov. Hlavnou úlohou bolo počítať "firing and bombing tables". Konštrukcia jednej tabuľky, pri dvojsmennej prevádzke, trvala tri mesiace. V r.1944 laboratórium dostávalo denne v priemere 6 požiadaviek na nové tabuľky. Konštrukcia ENIACu bola príliš odvážnym a priekopníckym činom a niet preto divu, že prebehla, najmä ku koncu, v napätej atmosfére. Riskantnosť projektu si autori uvedomovali a v žiadosti o schválenie projektu sa píše: "*...This is a development project and there is no certainty that the desired result can be achieved It is, however, a reasonable chance*". Podstatou ťažkosti bola skutočnosť, že k tomu, aby ENIAC mohol pracovať 12 hodín bez poruchy bolo potrebné, aby pravdepodobnosť zlyhania elektrónky bola 10^{-14} , čo bola bezprecedentná požiadavka. (Už v decembri 1945 mal ENIAC za sebou 120 hodín bez poruchy!) Z toho dôvodu odborníci v elektrotechnike na univerzite považovali projekt za nereálny.) Termín na konštrukciu bol príliš krátky (v septembri 1945 boli stanovené pracovné hodiny cez týždeň na ENIACu od 8:00 do 00:30). Projekt vyžadoval viac peňazí než sa predpokladalo (105 000 \$) čo znervózňovalo vedenie univerzity. V období ukončovania prác na ENIACu už bolo jasné, že je možné zostrojiť ďaleko lepší počítač. Vo veľmi pracovnej atmosfére vznikol celý rad významných nápadov, nebol však čas ich spísať, a tak vznikli spory ohľadom patentových práv. Nakoniec toho mal každý dosť, aj univerzita aj konštruktéri. Odovzdanie ENIACu prebehlo s veľkou slávou, ale žiadnemu z konštruktérov neponúkla univerzita profesúru. Team sa rozpadol.

Veľkým nedostatkom ENIACu bolo veľmi zložitá programovanie, ktoré v podstate spočívalo v "predrôtovaní". ENIAC bol pritom paralelný počítač, každý register mal vlastné riadenie, ktorá bolo treba zosynchronizovať, na riadenie cyklov bola špeciálna jednotka tzv. "Master Programmer", pamäť bola minimálna, po ukončení medzivýpočtov bolo treba "predrôtovať". Hlavnými programátormi boli [ADELA GOLDSTINE](#) (ktorá napísala prvý manuál) a jej

manžel [H. H. GOLDSTINE](#). Vedúcim programátorského teamu šiestich žien, (väčšinou manželiek mužov z ENIACovho teamu) bol J. V. Holberton. Prvý veľký problém pre [Los Alamos](#) (zdá sa, že pre [E. Tellera](#)) sa počítal už v decembri 1945.

Nedostatok centrálného riadenia v ENIACu odstránili v r. 1947, keď **ENIAC prerobili na akýsi jednoduchý počítač so zapamätanými programami. Zväčšilo to rýchlosť ENIACu ale podstatne uľahčilo programovanie. V podstate to bol akýsi prvý "operačný systém"**. Bola to idea J. von Neumanna.

H. Goldstine ktorý bol jeden z vedúcich ENIACovho teamu, sa v lete 1944, čakajúc na vlak na stanici v [Aberderne](#), náhodou stretol s JOHNOM VON NEUMANNOM, jedným z matematikov 20. storočia. Von Neumann, ktorý vtedy spolupracoval na [atómovej bombe](#) a zaujímal sa o projekt vodíkovej bomby, silne postrádal počítač na riešenie parciálnych diferenciálnych rovníc. Bol tak nadšený očakávanou rýchlosťou ENIACu, že hneď začal spolupracovať, ako konzultant s ENIAC-ovým teamom a stal sa vedúcou postavou v diskusiách, z ktorých vznikla predstava nového počítača, nazývaného [EDVAC \(Electronic Discrete Variable Automatic Computer\)](#), so zapamätaným programom a s pamäťou na oneskorovacích linkách (to bola Eckertova idea, ktorá umožnila 100 násobne zredukovať počet elektróniek pre pamäť. Je zaujímavé, že A. TURING, ktorý v r. 1947 von Neumanna navštívil, sa mu pokúšal dokázať, že taká pamäť nemôže spoľahlivo fungovať). Do príchodu von Neumanna sa ENIAC-ov team sústreďoval na technologické problémy. Von Neumann, inšpirovaný prácou [W. S. McCullocha](#) a [W. Pittsa](#) o modelovaní neurónových sietí, obrátil pozornosť ENIACovho teamu na problémy logického návrhu počítača. Výsledkom diskusie bola správa "[First draft of a report on the EDVAC](#)" napísaná von Neumannom (30. 6. 1945), v ktorej sa jasne poukazuje na:

- potrebu používať binárnu aritmetiku
- potrebu sekvenčného spracovania inštrukcií
- potrebu veľkej pamäte ako pre čísla, tak aj pre inštrukcie.

Táto správa, pôvodne v 24 kópiách, sa čoskoro stala známa po celom svete a začala modernú éru počítačov ako systémov na pamätanie a spracovanie informácie.

John von Neumann

[John von Neumann](#) (1903 – 1957), narodený v Budapešti, matematik a matematický, fyzik, bol veľkou osobnosťou, ako stvorený na začatie novej éry počítačov. Mal ohromnú pamäť s perfektne utriedenými informáciami a perfektný výber z pamäte. Dokázal doslova citovať knihu, ktorú čítal pred rokmi. Udivoval rýchlosťou, s ktorou dokázal, bez papiera, vykonať zložité numerické výpočty a slávny bol rýchlosťou, ktorou dokázal dokazovať. [L. W. Nordheim](#), teoretický fyzik, povedal: "*Hilbert was slow*" ale "*von Neumann had the fastest mind I have ever seen*". Ako šesťročný ovládal gréčtinu, z maďarčiny prekladal rýchlosťou čítania, matematicky myslel v nemčine, udivoval ako perfektný prednášajúci znalosťou angličtiny. Bol skvelý historik, rozprávač anekdot, známe boli jeho "vine parties" raz za týždeň. Bol hrozný vodič, jednu z križovatiek neďaleko univerzity v Princetone nazývali jeho kolegovia von Neumannovou križovatkou. Spolupracoval s Hilbertom na budovaní základov matematiky, s [R. Oppenheimerom](#) na atómovej bombe a skoro na všetkom medzi tým, čo sa týkalo matematiky a teoretickej fyziky. Od roku 1933 pôsobil v [Institute for Advanced Study](#) v [Princetone](#), čo bolo hlavné centrum svetovej matematiky a teoretickej fyziky s [T. Veblonom](#) a [A. Einsteinom](#) ako prvými profesormi. Začal tou najčistejšou

matematikou, končil ako odborník v parciálnych diferenciálnych rovniciach, automatoch, "shock and detonation waves", hydrodynamike a ako riaditeľ projektu konštrukcie prvého "von Neumannovského" počítača. Zomrel na rakovinu.

Ďalší vývoj v oblasti počítačov bol rapídny. Pripomína šírenie kníhtlače a históriu [Silicon Valley](#). Na základe projektu EDVAC začal ako prvý pracovať počítač [EDSAC](#) (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) v Cambridge v r. 1949 zostrojený [M. V. Wilkesom](#) – bol teda prvý "stored program computer". Eckert a Mauchly založili v októbri 1946 vlastnú spoločnosť, ktorá v r. 1950 zostrojila [BINAC](#) (Binary Automatic Computer) a v r. 1951 dodala [UNIVAC I](#) (UNIVersal Automatic Computer I) pre [Bureau of the Census](#). A. Turing začal v r. 1945 práce na počítači [ACE](#), ktorý sa stal známy veľmi komplikovanou logikou. Turing chcel zostrojiť rýchly počítač, čo viedlo k zložitému kódovaniu. Malá verzia, tzv. [Pilot Ace](#) bola zostrojená v r. 1950, celý ACE v r. 1958. **Vlastný EDVAC bol ukončený v r. 1951.**

V tomto počítači sa už používali po prvý raz aj tranzistory.

Najvýznamnejší však bol projekt počítača [IAS](#), ktorý v marci 1946 začal von Neumann a ktorý sa stal, na veľa rokov modelom pre ďalší vývoj počítačov. Termín **von Neumannovský počítač** sa dnes používa ako na označenie počítača IAS, tak aj všetkých ďalších budovaných podľa jeho vzoru. **Zatiaľ čo ENIAC bol paralelný počítač (niekoľko aritmetických operácií prebiehalo súčasne), štvoradresový EDVAC bol dokonale sériový počítač – v každom okamžiku sa vykonávala najviac jedna aritmetická operácia. IAS bol moderný, mal sériové vykonávanie inštrukcií, ale paralelné vybavovanie jednotlivých operácií.** Správa "*Planning and coding problems for an electronic computing instrument*", ktorú začiatkom 1947 napísali von Neumann a M. Goldstine, je historicky asi najvýznamnejším článkom o konštrukcii počítačov. Obsahuje popis "von Neumannovského počítača", základnú analýzu problémov spojených s programovaním, základy programovania použitím blokových schém atď. (Von Neumann počítal s tým, že pri budovaní veľkých súborov sa budú používať magnetické pásky a že funkcie sa budú



zobrazovať graficky na obrazovke.) Jednoadresový IAS, vytvorený do tej doby v čisto teoretickom ústave, riaditeľom ktorého bol R. Oppenheimer, bol ukončený v r. 1952. Mal 2000 elektróniek, pamäť 1024 40-bitových slov, násobenie za 600 μ s a výber z pamäti za 25 μ s. Bol vzorom pre počítač [IBM 701](#), ktorým začala séria IBM počítačov.

IBM 701 - procesorová skriňa s 1071 elektrónkami (1952)

Von Neumann bol roky chválený a zaslúžene, za vytvorenie modelu sériového počítača. Dnes je "hanený", ale nezaslúžene, za vytvorenie modelu sériového a nie paralelného počítača. Už v "*First draft...*" píše: "*(computer) should never perform two operations simultaneously... at lest not until we have become thoroughly and practically familiar with the use of very high*

speed devices of this kind, and also properly understood and started to exploit the entirely new possibilities for numerical treatment of complicated problems which they open up."

Prvé materiály o ENIACu boli impulzom k zostrojeniu prvého sovietskeho počítača [MESM](#) (МЭСМ, Малая Электронно-Счетная Машина, Small Electronic Calculating Machine), ktorý začal zostrojovať v r. 1943 [S. A. Lebedev](#) (1902 – 1974), a ktorý bol uvedený do prevádzky 25. 12. 1951. Prvý československý (reléový s bubnovou pamäťou) počítač [SAPO](#) (SAmočinný POčítač) zostrojený [A. Svobodom](#) (1907 – 1980) vo VÚMS bol daný do prevádzky 25. 2. 1958 a vyhorel 22. 3. 1960. Bol to súčasne jeden z prvých "[fault-tolerant computer](#)" (odolný voči poruchám) na svete.

Prvý československý elektronický počítač EPOS1 bol zostrojený opäť vo VÚMS, A. Svobodom v r. 1963 (fault-tolerant, multiprogramovanie, zdieľanie času).

2.4 VZNIK INFORMATIKY

Objav pozičných číselných sústav, ako spôsobu zápisu čísiel v logaritmickom čase a priestore, bol prvým veľkým skokom v informatike a začiatkom vedeckej doby ľudstva.

Primitívna forma pozičnej číselnej sústavy bola známa už starým [Babylončanom](#). Dôležitým prínosom pri vývoji pozičnej číselnej sústavy bol "vynález" nuly (cca v 9. storočí), za ktorý vdáčíme [Hindom](#). (Indom)

Za prvých "informatikov" považuje [D. E. Knuth](#) starých Babylončanov. Hlinené tabuľky z obdobia [Chamurappiho dynastie](#) (1800 – 1600 p. n. l.), sú jedinečným svedectvom o úrovni ich algoritmického myslenia. Babylonští matematici zapisovali algoritmy (na riešenie algebrických rovníc, prakticky motivovaných geometrických problémov, na výpočet úrokov a pod.) vo forme procedúr, ktoré však nenarábali s premennými ale s konkrétnymi, pre daný problém "typickými" hodnotami (v [60-kovej číselnej sústave](#)). Každá procedúra končila stereotypným explicitne uvedeným konštatovaním: "Toto je procedúra".

Al-Chorezmi

Prvou veľkou postavou v dejinách informatiky bol [Al-Chorezmi](#) (plným menom Abū 'Abd Allāh Muhammad ibn Mūsā al-Khwārizmī), matematik, ktorý žil v [Chorezme](#), dnešný [Uzbekistan](#), na prelome 8. a 9. storočia. V rozsiahlej učebnici aritmetiky (ktorá sa zachovala hlavne v opisoch) popísal algoritmy pre abakus, základných aritmetických operácií nad číslami zapísanými v desiatkovej sústave. Cez túto prácu sa dostala desiatková číselná sústava do arabského sveta a do Európy. Svojou "Aritmetikou" a "Algebrou" ovplyvnil Al-Chorezmi rozvoj európskej matematiky na niekoľko storočí.

S Al-Chorezmim súvisí termín "[algoritmus](#)". Je to skomolenina latinskej formy jeho mena Al-gorizmi. V stredovekých matematických manuskriptoch bola totiž formula "Dixit Algorizmi" (po slovensky "tak riekol Algorizmi") zárukou kvality, jasnosti a spoľahlivosti a súčasne "argumentom", o ktorom sa nedalo pochybovať.

Pre ďalšie významne objavy v informatike sa musíme preniesť, na koniec 16. a začiatok 17. storočia, keď nastal prudký rozvoj matematiky.

Obrovský význam malo zavedenie písmen na označovanie premenných a neznámych, o čo sa zaslúžil [François Viète](#) (1540 – 1603) okolo roku 1580, a čo dalo vznik algebre. Ďalším míľnikom v dejinách vedy bolo vytvorenie analytickej geometrie v r. 1637 [René Descartesom](#) (1596 – 1650), ktorou spojil do jedného prúdu dva paralelne sa rozvíjajúce sa matematické smery, algebru z Indie a Číny a geometriu z Grécka. Súčasne to bol posledný veľký krok potrebný k vytvoreniu diferenciálneho a integrálneho počtu Newtonom a Leibnizom. V algebre, analytickej geometrii a diferenciálno–integrálnom kalkule malo vytváranie algoritmov, dostatočne všeobecných, veľký význam.

Leibnizom, ktorý bol posadnutý myšlienkou univerzálnej charakterizácie všetkých vied pomocou logiky, začali snahy o formalizáciu logiky samotnej pomocou matematických techník, čo malo pre informatiku kľúčový význam.

Leibniz nielenže zostrojil kalkulačku, ale bol asi prvý, ktorý si jasne uvedomil potrebu automatizácie výpočtov.

Leibniz napísal: "*Astronómovia nebudú musieť preukazovať trpezlivosť, ktorá je potrebná pre výpočty. Tieto výpočty ich odpútavajú od vytvárania a opráv tabuliek, od konštrukcie astronomických almanachov, od práce s hypotézami a od vzájomných diskusií pozorovaní. Je škoda, aby vynikajúci muži strácali hodiny, ako otroci, na výpočtoch, ktoré sa dajú zveriť hocikomu, ak sa na výpočty použije stroj.*"

Gottfried Wilhelm von Leibniz

V roku 1666 napísal Leibniz dielo "[De Arte Combinatoria](#)", ktoré charakterizoval ako "všeobecnú metódu, ktorou by sa všetka pravda rozumu dala redukovať, na istý druh výpočtov". Leibnizovou ideou, dosiaľ len málo realizovanou, bolo použiť, stroje na testovanie hypotéz. Môžeme teda povedať, že u Leibniza sú začiatky používania počítačov na dedukciu a v umelej inteligencii.

Leibnizova kombinatorika zaujala samouka [Georga Boolea](#) (1815 – 1864), o ktorom B. Russel napísal: "*Čistá matematika bola objavená J. Booleom v jeho práci publikovanej v roku 1854. Bola to práca: 'An investigations of the laws of thought, on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities'*". Boole vo svojej práci matematizoval logiku, formuloval axiómy a dal jej zákonom algebrickú formu. Booleova algebra a funkcie sa neskôr stali hlavným matematickým aparátom, ktorý umožnil logickú konštrukciu počítačov.

Ďalší veľký krok urobil [F. L. G. Frege](#) (1848 – 1925), matematik a filozof v [Jene](#), ktorý vybudoval predikátový počet, čím položil základy formalizácie matematiky, ako deduktívnej teórie, v ktorej sa z formálnych axióm a pravidiel odvodzovania dajú mechanicky odvodzovať pravdivé tvrdenia. Na predikátovom počte dnes stojí moderná matematika, informatika aj umelá inteligencia. Historický vznik predikátového počtu viedol prirodzeným spôsobom k formulácii problému, ktorý mal pre informatiku a umelú inteligenciu kľúčový význam: existujú algoritmy schopné rozhodnúť pravdivosť (matematických) tvrdení?

V procese formalizácie matematiky započatom Frége pokračoval [G. Peano](#), ďalej [A. N. Whitehead](#) a [B. Russel](#) a vyústil v ambicióznom programe, ktorý v r. 1926 vytýčil Hilbert a cieľom ktorého bolo vybudovanie celej klasickej matematiky ako formálnej teórie.

Formálnu definíciu sémantiky predikátového počtu rozpracoval [Alfréd Tarski](#) (1902 – 1983), ktorý začal rozlišovať medzi jazykom a metajazykom, čo mu umožnilo oddeliť syntax a sémantiku a formalizovať pojem pravdivosti. Položil základy teórie modelov, na ktorej dnes stojí sémantika programovacích jazykov, teória abstraktných typov dát a báz dát atď.

[David Hilbert](#) (1862 – 1943), matematik a matematický fyzik na [univerzite v Göttingene](#), je jednou z najväčších postáv modernej matematiky. Vo svojej dobe mal unikátne postavenie a fakticky určoval štýl a smer v matematike a teoretickej fyzike na celom svete. K jeho žiakom patrili K. Gödel, J. von Neumann, [W. Heisenberg](#), R. Oppenheimer a celý rad ďalších.

Hilbertovým cieľom bolo zachrániť a zintegrovať klasickú matematiku. Ukázalo sa že [Cantorova teória množín](#) vedie k paradoxom. Riešenie, navrhované [L. E. J. Browerom](#) a jeho školou, tzv. [intuicionistami](#), spočívalo v tom, že odmietali považovať tvrdenie za pravdivé alebo nepravdivé, pokiaľ nie je daná metóda (algoritmus), ktorá to rozhodne, a odmietali zákon vylúčenia tretieho. Intuicionizmus síce viedol k vylúčeniu paradoxov, ale robil veľkú časť matematiky, hlavne analýzy, ktorá bola dovtedy "bez protirečení" buď neplatnou alebo ťažkopádnu. Hilbert, ako teoretický fyzik intuicionizmus rozhodne odmietol a ako logik sa pokúsil už spomínaným programom, t. j. v podstate na báze intuicionizmu (!), ukázať bezospornosť klasickej matematiky.

[Kurt Gödel](#) (1906 – 1978), v roku 1930 dokázal, pri použití šikovného kódovania formúl číslami, že každý konzistentný formálny systém obsahujúci Peanovu aritmetiku je neúplný (von Neumann sa pokúšal dokázať opak). Tento výsledok, dnes známy ako Gödelova veta, znamenal v podstate, že Hilbertov plán je nereálny. Gödelov výsledok súčasne ukazuje na ohraničené možnosti formalizácie matematiky (a tým aj poznania vôbec) čím sú dané ohraničenia aj pre umelú inteligenciu.

Ďalším Hilbertovým cieľom bolo nájsť, rozhodovací algoritmus pre elementárnu teóriu čísiel. Skutočnosť, že sa taký algoritmus nedarilo zostrojiť, viedla k prirodzenej hypotéze, že neexistuje. Dokázať neexistenciu algoritmu si však vyžadovalo formalizovať do tej doby intuitívny pojem algoritmu. V roku 1936 [A. Church](#), [S. C. Kleene](#), [E. L. Post](#) a A. Turing vytvorili, nezávisle rôzne formálne definície vypočítateľnej funkcie, ktoré sa ukázali byť ekvivalentné. To viedlo k formulovaniu tzv. Churchovej tézy, že ak nejaká funkcia je vypočítateľná, potom je vypočítateľná algoritmom v zmysle Churcha, Kleeneho, Posta aj Turinga.

Kleeneho a Churchove spresnenie pojmu algoritmu bolo založené na ideách logiky. Algoritmicky vypočítateľné funkcie definovali ako funkcie, ktoré sa dajú vytvoriť z daného malého počtu jednoduchých funkcií jednoduchými operáciami. Tým vznikla teória rekurzívnych funkcií, ktorá sa stala základom teórie vyčísliteľnosti.

Netradičné, na báze automatov, bolo Postove a Turingove spresnenie algoritmu.

[Alan Mathison Turing](#) (1912 – 1954) v práci "*On computable numbers with an application to the [Entscheidungsproblem](#)*", ktorá sa často považuje za najvýznamnejšiu v teoretickej informatike, definoval automat, dnes známy ako [Turingov stroj](#). Dá sa dokázať, že funkcia je vypočítateľná v zmysle Churcha alebo Kleeneho práve vtedy, ak je vypočítateľná na Turingovom stroji. Turing dokázal, modifikujúc dôkaz Gödelovej vety, že pre tzv. problém zastavenia pre Turingov stroj neexistuje algoritmus (a tým dokázal existenciu nerozhodnuteľných problémov), z čoho už ľahko vyplynulo, že ďalší Hilbertov cieľ, nájsť

rozhodovaciú procedúru pre elementárnu teóriu čísiel, je nereálny. Turing ďalej dokázal, pri použití vhodného kódovania Turingových strojov, existenciu univerzálneho Turingovho stroja a tým ukázal, že v princípe je možné zostrojiť, univerzálny počítač. Ukázal tiež, že množina splniteľných booleovských formúl je úplná v rámci rekurzívne spočetných množín (vzhľadom na tzv. Turingovu redukovateľnosť), čo viedlo [S. A. Cooka](#) v r. 1970 k dôkazu existencie [NP-úplných problémov](#). Turingove výsledky boli základom teórie automatov s neohraničenou pamäťou.

Turing bol veľkou postavou aj v umelej inteligencii. Diskusie o možnostiach a ohraničeniach strojov začali už počas jeho pobytu v Bletchley. Zvlášť ho zaujala idea počítačov hrajúcich šach, GO atď. Preslávil sa však hlavne prácou "*Can a machine think?*" a testom pre určovanie inteligentného chovanca. Jeho koniec bol smutný. Ako homosexuál sa dostal do rozporu s vtedajšími zákonmi a v depresii sa otrávil.

Na počesť A. M. Turinga udeľuje americká spoločnosť [Association for Computing Machinery](#) každoročne, od roku 1966, tzv. [Turingovu cenu](#) významným osobnostiam, ktoré svojou odbornou prácou vytvorili príspevok veľkej a trvalej hodnoty v oblasti informatiky a umelej inteligencie. Pre zaujímavosť uvedme mená všetkých nositeľov týchto cien, v chronologickom poradí, v ktorom ceny obdržali, počnúc rokom 1966 až po rok 1982: A. J. Perils, M. W. Wilkes, R. W. Hamming, M. Minsky, J. H. Wilkinson, J. McCarthy, E. W. Dijkstra, C. W. Bachman, D. E. Knuth, A. Newell a H. A. Simon, M. O. Rabin a D. Scott, J. Bakus, R. W. Floyd, K. E. Iverson, C. A. R. Hoare, E. F. Codd, S. A. Cook. Každé z týchto mien je späté s časťou modernej histórie informatiky alebo umelej inteligencie.

Teória konečných automatov vzišla z práce W. S. McCullocha s V. Pittsa "*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*" z r. 1943 o vzťahu algebry a neurónových sietí. Je zaujímavé, že von Neumann hodnotil ich výsledky ako "*probably the most significant result obtained with axiomatic method up to now*", ktorý ukazuje, že "*any functioning which can be defined at all logically, strictly and unambiguously in a finite number of words can also be realised by such a formal neural network*". Týmito slovami dnes obvykle charakterizujeme Turingov výsledok, ktorý von Neumann poznal. Znamená to, že ani takému géniovi, akým bol von Neumann, nebol vtedy dostatočne jasný rozdiel medzi tým, čo dnes nazývame konečným a nekonečným automatom.

Do teórie automatov významne zasiahol v dvoch smeroch aj von Neumann. Vychádzajúc z prác McCullocha a Pittsa rozpracoval teóriu spoľahlivých automatov, zložených z nespoľahlivých elementov. Táto teória, motivovaná potrebami raketového priemyslu, upadla na čas do zabudnutia a oprášila sa až pri prácach o "fault-tolerant computers".

Jedným z tých, ktorí pokračovali v teórii spoľahlivých automatov, bol ďalší velikán [C. E. Shannon](#) (1916 – 2001). Už vo svojich "*master's thesis*" majstrovsky ukázal (čo je možno najvýznamnejšia diplomovka v informatike), ako použiť Booleovu algebru na analýzu logických obvodov. Neskôršie (1949) položil základy teórie informácie a stal sa tak priekopníkom modernej teórie prenosu informácie.

V súvislosti s úvahami o možnostiach a ohraničeniach strojov sa von Neumann začal v r. 1947 zaoberať otázkou, či existujú samoreprodukujúce sa automaty. Tak vznikla biologicky motivovaná teória celulárnych automatov, v ktorej dal pozitívnu odpoveď na túto

netriviálnu otázku a ktorá sa stala základom teórie paralelných automatov, systolických systémov a moderných paralelných počítačov.

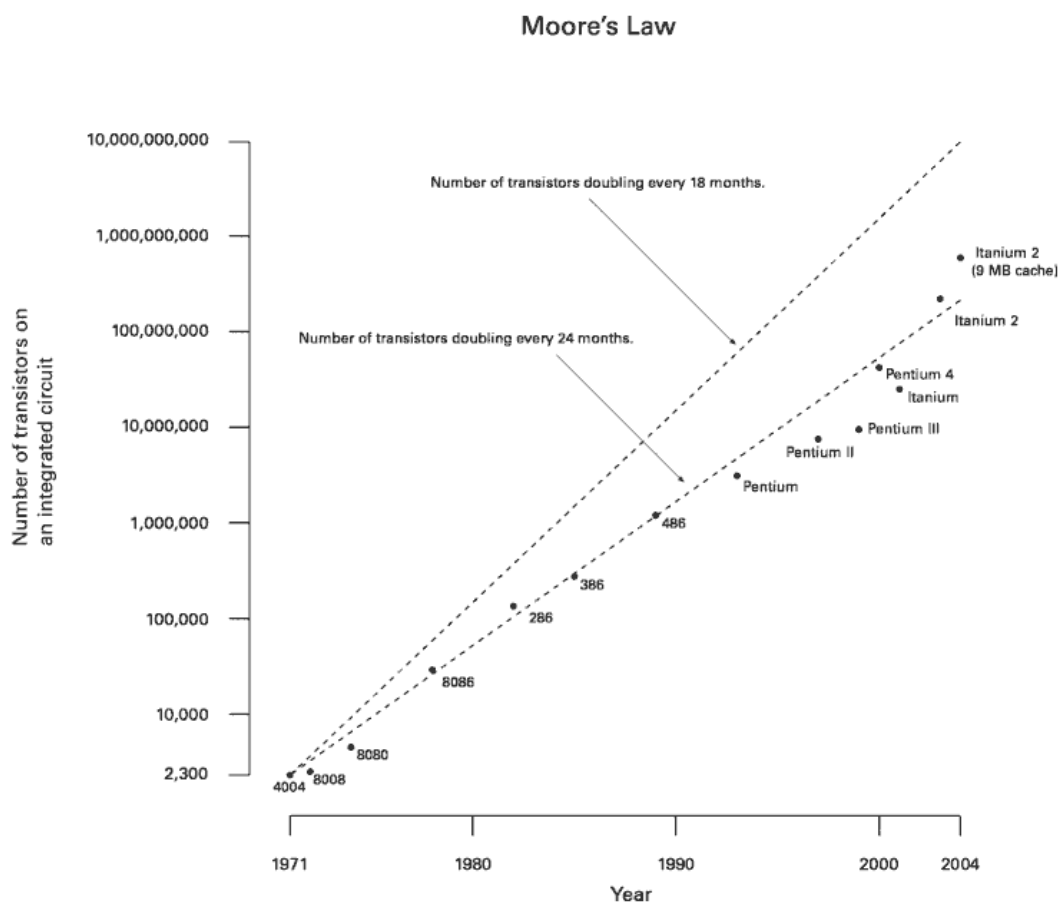
Teória automatov bola posledným veľkým záujmom von Neumanna, v ktorom sa spojili jeho záujmy o logiku, neurofyziológiu a počítače. Pripisoval jej veľký význam. Pracoval na nej sám, čo bolo u neho neobvyklé, mala sa asi stať jeho monumentom. Ako teoretického fyzika, ktorý poznal silu matematickej analýzy, ho však neuspokojovala "diskrétnosť" automatov. Plánoval rozpracovať teóriu spojitých automatov, v ktorej očakával, že "*a system of non-linear partial differenetial equations will be used*". (V roku 1963 Nobelovu cenu za medicínu získali [A. L. Hodgkin](#) a [A. F. Huxley](#), ktorí opísali chovanie nervových vlákien nelineárnymi parciálnymi diferenciálnymi rovnicami).

3 VÝPOČTOVÁ TECHNIKA NA PRAHU POČÍTAČOVEJ REVOLÚCIE

Úvodom niekoľko číselných údajov. Rýchlosť výpočtu pomocou prostriedkov výpočtovej techniky sa za posledných 30 rokov zvýšila 10^5 -krát, zatiaľ čo počas predchádzajúcich 2500 rokov iba 10-krát. Naproti tomu cena vykonania jednej inštrukcie súčasne klesla z niekoľkých dolárov na 10^{-6} centov. Rozmery [centrálnej jednotky počítača](#) (CPU), o výkone porovnateľnom s počítačom pred 25-timi rokmi sa zmenšili taktiež miliónkrát, spoľahlivosť CPU však vzrástla 120-krát. Ak by sa letecký priemysel vyvíjal obdobným spôsobom, potom by súčasná cena lietadla [Boeing 767](#) bola 500 dolárov, lietadlo by obletelo zemeguľu za 25 sekúnd a spotrebovalo by 5 litrov paliva.

Nič zatiaľ nenasvedčuje tomu, že by sa doterajšie tempo rozvoja znížilo. Cena logických obvodov počítačov klesá vo svetovom merítku o 25% ročne, cena pamäťových obvodov dokonca o 40% a to navzdory existujúcej inflácii. Zatiaľ čo v r. 1975 bola odhadovaná rýchlosť počítača pre hromadné spracovanie údajov v roku 2000 na 41.7 miliónov inštrukcií za sekundu (MIPS), už teraz existujú laboratórne vzorky procesorov s rýchlosťou 3 – 5 BIPS (10^9 inštrukcií za sekundu) a známy projekt 5. generácie z Japonska predpokladá v 90. rokoch špičkový výkon počítačov až 1000 BIPS .

Miniaturizácia počítačových obvodov tiež zaznamenáva nevídaný rozmach. Často sa to ilustruje tzv. **Moorovým zákonom**. Jeho grafické vyjadrenie je na obrázku - závislosť počtu tranzistorov v integrovanom obvode od času.



3.1 POLOVODIČE – ZÁKLAD POČÍTAČOVÉHO BLAHOBYTU

Výrobky výpočtovej techniky sú v absolútnej väčšine zložené z polovodičových mikroelektronických súčiastok. Preto neprekvapuje, že práve búrlivý rozvoj technológie [polovodičov](#) v posledných 30-tich rokoch je základom úspešného uplatnenia a rozšírenia výpočtovej techniky. Okamžite ako bolo zistené, že pomocou tranzistorov je možné realizovať logické funkcie i pamäťové prvky, vývoj výpočtovej techniky sledoval v tesnom závесе prudký vývoj polovodičovej technológie.

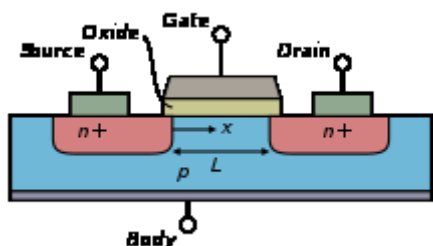
Za začiatok polovodičovej revolúcie sa považuje objav [tranzistoru](#) v r. 1947 pracovníkmi [Bell Telephone Laboratories](#).

Význam tohto objavu ocenil výstižne P. Haggerty v r. 1977: "*Som presvedčený, že [John Bardeen](#), [Walter Brattain](#) a [William Shockley](#) objavením tranzistoru neodiskutovateľne prispeli k prospechu ľudstva. Ich príspevok s dlhotrvajúcim pôsobením bude mať väčší význam pre ľudstvo než Gutenbergov objav tlače. Verím, že ich práca začala revolúciu oveľa vzrušujúcejšiu a produktívnejšiu vo svojich dôsledkoch pre budúcnosť ľudstva, ako bola prvá priemyselná revolúcia začatá objavom [Wattovho parného stroja](#)". (Toto ocenenie vychádzalo už z ďalšieho vývoja polovodičovej technológie.)*

Tranzistor bol zavedený do výroby na začiatku 50-tých rokov. Ešte celé ďalšie desaťročie ovládali trh diskkrétne polovodičové súčiastky (1 súčiastka = 1 tranzistor). Až koncom 50-tých rokov došlo ku trom významným objavom, ktoré dali základ dnešným zložitým polovodičovým prvkom. V r. 1959 bol zavedený [integrovateľný obvod](#) (IO) – postup, ktorý umožňoval vyrobiť v polovodiči v rámci jediného výrobného procesu všetky aktívne i pasívne prvky požadované k zostaveniu rôznych obvodov. Ďalším významným prínosom sa stal planárny proces, zavedený firmou [Fairchild Semiconductor](#) v r. 1961. Umožňoval plošné vytváranie polovodičového [P–N prechodu](#) a tým súčasnú výrobu viac tranzistorov na jednej plochej podložke – čipe. Uplatnenie planárneho procesu na integrovateľný obvod (vrátane vytvárania spojov medzi tranzistormi) bolo tretím objavom, ktorý viedol k praktickému uplatneniu integrovateľných obvodov (IO).

Integrovateľné obvody 60-tých rokov boli obvody malej integrácie (SSI – small scale integration) – do 10 hradiel v puzdre a neskôr strednej integrácie (MSI) – 10^1 až 10^2 hradiel v jednom puzdre. Typickým príkladom IO strednej integrácie sú 4-bitové čítače, akumulátory, posuvne registre atd.

Zatiaľ čo 60-te roky boli obdobím obvodov v jednom puzdre, charakteristickým rysom obdobia 1970 – 1980 je zavedenie výroby celého systému v jednom puzdre. Tieto IO sú označované ako obvody veľkej integrácie (LSI – large scale integration) a počet hradiel sa pohybuje v rozmedzí 10^3 až 10^4 v jednom puzdre. Zvýšenú hustotu súčiastok v IO umožnilo hlavne zavedenie tzv. [MOS tranzistorov](#), ktoré zaberali menšiu plochu na čipe, i ďalšie zlepšenia jednotlivých krokov v celom procese výroby IO.



The **metal–oxide–semiconductor field-effect transistor (MOSFET, MOS-FET, or MOS FET)** is a type of [field-effect transistor](#) (FET). It has an insulated gate, whose voltage determines the conductivity of the device. This ability to change conductivity with the amount of applied voltage can be used for amplifying or switching electronic [signals](#). A metal–insulator–semiconductor field-effect transistor or MISFET is a term almost synonymous with MOSFET. Another synonym is IGFET for insulated-gate field-effect transistor.

The basic principle of the [field-effect transistor](#) was first patented by [Julius Edgar Lilienfeld](#) in 1925.

Použitá zdroje:

- [1] J. Gruska, I. M. Havel, J. Wiedermann, J. Zelený, "Počítačová revolúcia." In: SOFSEM'83, 1983, pp. 7-64
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Gutenberg.jpg>

- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Gutenberg.jpg>
(18. 01. 2007)
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Jacquard.loom.hooks.jpg>
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Jacquard.loom.hooks.jpg>
(18. 01. 2007)
- [4] <http://www.thocp.net/timeline/timeline.htm>
http://www.thocp.net/hardware/pictures/calculators/schickard_calculator_b.gif
(18. 01. 2007)
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Arts_et_Metiers_Pascaline_dsc03869.jpg
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Arts_et_Metiers_Pascaline_dsc03869.jpg
(18. 01. 2007)
- [6] http://www.lahosken.san-francisco.ca.us/departures/wash_dc/1/01_scheutz.html
http://www.lahosken.san-francisco.ca.us/departures/wash_dc/1/01_scheutz.jpg
(18. 01. 2007)
- [7] <http://www.apogeevr.com/2005/08/21/reviews/>
http://www.apogeevr.com/wp-content/apogeevr_babbage_mill_computer_affair.jpg
(18. 01. 2007)
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:JohnvonNeumann-LosAlamos.jpg>
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/JohnvonNeumann-LosAlamos.jpg>
(18. 01. 2007)
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Abu_Abdullah_Muhammad_bin_Musa_al-Khwarizmi.jpg
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/26/Abu_Abdullah_Muhammad_bin_Musa_al-Khwarizmi.jpg
(18. 01. 2007)
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Gottfried_Wilhelm_von_Leibniz.jpg
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Gottfried_Wilhelm_von_Leibniz.jpg
(18. 01. 2007)