

# Programování a poetická věda Ady Lovelace

Doc. RNDr. Alena Šolcová, Ph.D.

## 1 ÚVOD

### Výpočetní a numerické metody a automaty v 1. pol. 19. století

Bohaté aplikace metod infitezimálního počtu, zvláště ve fyzice a matematické analýze, ovlivnily v první polovině 19. století i vývoj výpočetní techniky.

Hodně objevů během průmyslové revoluce vedlo k automatizaci toho, co se dříve vykonávalo ručně. Joseph-Marie Jacquard (1752-1834) z Francie v roce 1804 vynalezl automatický tkalcovský stav, navázal na dřívější metodu děrných štítků. Dírky v kartě rozhodovaly, která vrátka jsou otevřená nebo zavřená pro vedení nití. Tento objev byl podstatný pro vývoj moderních počítačů. Ovlivnil matematika Charlese Babbage k návrhu nových počítačích strojů.



Obr. 1. Joseph-Marie Jacquard,  
autor tkalcovského stavu.

### Postavení ženy ve viktoriánské společnosti

Mohlo by se zdát, že ženy ve vyšší společnosti neměly těžký život. Jejich den se skládal ze šití, vyšívání, návštěv spřátelených rodin. K jejich zájmům patřilo čtení, psaní dopisů, společenská konverzace s hosty a tanec i hudba. Vzdělávání žen v abstraktních oborech tehdejší společnost nepovažovala za užitečné. Naše hrdinka Ada, dcera známého romantického básníka Byrona, věnovala hodně času hře na harfu. Během dne ženy střídaly různé činnosti, byly to však zpravidla netvůrčí činnosti, které se stále opakovaly. Když se žena provdala, vycházela s manželem obvykle na večerní party se čtyřmi nebo pěti dalšími manželskými dvojicemi. Důležitý byl pro ni výběr oblečení, které vyjadřovalo majetnost rodiny. Ženy ve vyšší vrstvě se převlékaly až šestkrát denně. Takto mohla trávit čas také Augusta Ada, rozená Byron, po sňatku King, hraběnka z Lovelace. Ada však byla jiná.

### Vliv Augusty Ady Lovelace ve druhé polovině 20. století

Ada se však od dětství neřadila mezi průměrné dívky své společenské vrstvy. Nadšeně se vzdělávala v exaktních oborech a přírodních vědách. Ve druhé polovině 20. století patří mezi významné osobnosti počátků informatiky. Je považována za první programátorku, není divu, že byl po ní pojmenován jeden z programovacích jazyků ADA.

## 2 DĚTSTVÍ A RODINNÉ ZÁZEMÍ

Ada Lovelace se narodila 10. prosince 1815 jako jediná dcera básníka George Gordona Noela lorda Byrona a jeho ženy Annabellly Milbanke.

Obr. 2. Augusta Ada Byron



### Prarodiče a předkové (Richard Lovelace , 16. -17. století)

Babička, matka otce, Catherine Gordon pocházela ze Skotska, dědeček byl kapitán John 'Mad Jack' Byron, syn viceadmirála. Zemřel na tuberkulózu ve 35 letech. Otec Ady se správně jmenoval George Byron, po sňatku převzal otec příjmení matčino Noel Gordon. V roce 1794 zemřel Georgeův prastrýc a budoucí básník v deseti letech (1798) zdědil panství Newstead Abbey (u Nottinghamu) a titul baron Byron z Rochdale. Byl finančně zajištěn, mohl studovat, cestovat a podporovat boj proti nesvobodě v Řecku.

Mezi Adinými předky je několik šlechtických rodů – Lovelace, Noel, Wentworth a Byron. Najdeme mezi nimi námořníky, diplomaty, piráty, básníky nebo guvernéra New Yorku.

### Otec: George Gordon Byron – romantický básník

Otec Ady George Gordon Noel Byron se narodil 22. ledna 1788, zemřel 19. dubna 1824. Trpěl od dětství následky dětské obrny, přesto je znám mnoha generacím jako hrdina. Přelavoval totiž Bosporskou úžinu (Helespont). V závěru života se vypravil na pomoc Řekům při povstání proti Turkům. Vypravil také pro ně z vlastních prostředků dvě lodě. Patří mezi největší evropské romantické básníky. Svou první básnickou sbírku nazval Byron *Hodina zahálky*. Napsal ji ještě jako talentovaný student v Cambridge, ale sklídl kritiku. Slavným se stal v roce 1812 po vydání prvních dvou dílů lyricko-epické skladby o 4 zpěvech *Pout' Childe Harolda*. Hlavní hrdina díla je zahořklý, nemá rád lidi. Jediné, co mu zlepšuje náladu, je putování. Odchází z jistoty lidského společenství a bloudí přírodou. Dílo je v podstatě autobiografické. Na počátku satira rytířského románu přechází v básníkův deník.

Jeho život byl spojen s množstvím výstřelků, milostných skandálů, s dluhy, obviněním z incestu. Jedna z jeho bývalých přítelkyň lady Caroline Lamb, sestřenice Annabellly, na něho vzpomínala slovy: „... je nebezpečné jej znát.”

Byronovo dílo inspirovalo mnoho básníků, např. Adama Mickiewicze, Alexandra S. Puškina, Heinricha Heine, Edgara A. Poea a dalších. Také Karel Hynek Mácha byl ovlivněn Byronem a vytvořil *Máj*.

Když byla Ada tříletá, vzpomněl na ni otec ve verších:

*Is your face like thy mother's, my fair child!  
Ada! Sole daughter of my house and heart?*



Obr. 3. George Gordon Byron

Lord Byron zemřel v Řecku, když bylo Adě 8 let. Ada jej nikdy neviděla.

#### **Matka: Annabella Milbanke – „Rovnoběžníková princezna“**

Matka Augusty Ady Annabella (Anne Isabella) Noel Milbanke Byron, 11. baronesa z Wentworthu, se narodila 17. 5. 1792. Za básníka lorda Byrona se provdala 2. ledna 1815, i když jeho návrh o tři roky dříve, v roce 1812, odmítla. George Byron ji zřejmě velice obdivoval a přezdíval ji „**Rovnoběžníkovou princeznou**“, zabývala se totiž náruživě matematikou.



Obr. 4. Anna Isabella Milbanke, matka Augusty Ady, 1812 Charles Hayter.

Jejich manželství netrvalo dlouho. Necelý měsíc po narození Ady se Annabella odstěhovala k rodičům a básník odecestoval natrvalo do Evropy. S podporou rodičů se rozvedli v roce 1816, v té době byla jejich dcera Augusta Ada jen několik měsíců stará. Později, po smrti Byronově v Řecku 19. dubna 1824, Annabella tvrdila, že se k ní básník chtěl vrátit.

Matka Annabella měla vždy pokrokové radikální názory. Např. podporovala průmyslovou a zemědělskou školu v Ealing Grove (1834 – 1848). Zemřela 16. 5. 1860 a je pohřbena v Londýně na hřbitově v Kensal Green.

# 1 VZDĚLÁVÁNÍ

Od počátku se matka podílela na Adině vzdělávání. Obávala se, aby Ada nezdělala otcovy temné sklony, bohatou představivost a fantazii. Podporovala Adu ve studiu přírodních věd a matematiky a hledala pro ni vhodné učitele.

## První učitelé

V matematice se Ada vzdělávala od dětství. Její první učitelé byli William Frennd, William King a Mary Somerville. Později ji převážně korespondenčně vzdělával Augustus de Morgan.

## Péče babičky

Péče o děti v první polovině 19. století se podstatně lišila od dnešních zvyků. Annabella převážně přenechávala starost o Adu své matce Judith, Lady Milbanke. Nezdá se, že by matka Annabella projevovala mnoho citu ke své dceři. V dopise matce Judith o Adě píše jako o “tom”! *“I talk to it for your satisfaction, not my own, and shall be very glad when you have it under own”*.

Babička Judith zemřela, když Adě bylo šest let, pak se o Adu starala řada chův a vzdělaných učitelů, které matka povolala.

## První odborné zájmy Ady – konstrukce strojů pro létání – pojednání Flyology

Ve věku 12 let se Ada rozhodla zkoumat létání. O projektu uvažovala metodicky. V únoru 1828 učinila první krok, konstruovala křídla. Zkoumala přitom různé materiály a velikosti. Studovala anatomii ptáků, aby zvolila správný poměr mezi křídlem a tělem. Rozhodla se napsat dílo o létání s celostránkovými ilustracemi. Chtěla zachytit výsledky svého studia.

Zabývala se také vybavením k letu. Potřebovala kompas pro zajištění přímé cesty k cíli. Nakonec se rozhodla i zkoumat možnosti využití páry.

# 2 VSTUP DO SPOLEČNOSTI

## Setkání s Mary Somerville (podpora, knihy, zázemí)

Mary Somerville (1780-1872), skotská astronomka a matematická, podporovala Adu od prvního setkání. Dříve se zabývala Laplaceovou Nebeskou mechanikou. Byla členkou Královské astronomické společnosti. Adě poskytovala zázemí, opatrovala a doporučovala knihy, vhodné učebnice. Přispěla také k důležitému setkání s Charlesem Babbagem.

## První seznámení s Charlesem Babbagem a jeho počítacím strojem

V sedmnácti letech na jaře byla Ada představena u královského dvora (v šatech z bílého saténu a tylu, viz známý obraz z roku 1836). Setkala se s králem a královnou, vévody a francouzským diplomatem Talleyrandem. O měsíc později ji poznal Charles Babbage. Přišla k němu na návštěvu s matkou, která chtěla vidět jeho „myslící stroj“, jak ho sama

nazvala. Byl to model diferenčního stroje, který Babbage vystavoval ve svém salónu. Babbage se setkal s okouzující mladou ženou s křehkými rysy a známým jménem, jejíž znalosti matematiky byly větší než znalosti mnohých absolventů univerzit v Oxfordu a Cambridge.

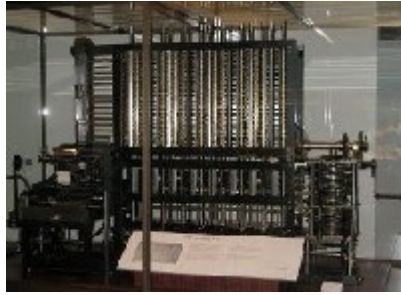
Poznamenejme, že v Anglii (ale i v celé Evropě) nemohly ženy studovat na univerzitách, ani se stát členkami vědeckých společností (kromě botanických a zahradnických oborů). Výše zmíněná Mary Somerville byla zcela mimořádnou výjimkou.



Obr. 5. Augusta Ada King (od r. 1838 hraběnka z Lovelace), autorka obrazu Margaret Sarah Carpenter (1836).

Ada se setkala se čtyřicátníkem s výraznou tváří. Byl vtipný, jeho poznámky nebyly povrchní. By to přesně takový muž, kterého potřebovala pro své diskuse o tématech, kterými se zabývala. Obdivovala i jeho stroj. Jeden z účastníků tohoto mimořádného setkání poznamenal:

*„Návštěvníci zírali na chod tohoto krásného stroje s výrazem – a troufnu si říci i s pocity – jaké prý někteří divoši projevují, když poprvé v životě pohlédnou do zrcadla nebo uslyší výstřel pušky. Slečna Byronová však i ve svém mládí chápala, jak stroj funguje a jak skvělý je to vynález“.*



Obr. 6. Model diferenčního stroje, Science Museum, Londýn.

Při večeri slyšela o Babbageových idejích o „Analytical Engine“ a později přeložila jeho přednášku do angličtiny a přidala poznámky k článku o stroji. Po dlouhé době si dopisovala s Babbagem, uvažovali o možnostech využití stroje. V roce 1843 předpověděla, že stroj může být použit pro vědu, tak i v praxi jako při skládání hudby a v grafické tvorbě. Říká se, že vytvořila první „počítačový program“, protože napsala manuál k výpočtu Bernoulliho čísel.

### **Okouzlení a radost z matematiky,**

#### **Adiny vyučovací zásady (definice, věty, důkazy přímé i nepřímé)**

Ada chtěla uplatnit svůj rozvinutý cit pro matematickou abstrakci a pro krásu vztahů a symbolů. Proto se stala učitelkou dvou dcer přítelkyně své matky. Začala přitom podrobně studovat Eukleidovy *Základy*, dílo, které bylo čteno již dva tisíce let. V dopise jiné učitelce napsala:

*„Nemyslím si, že znám nějaký výrok, dokud si nepředstavím tvar a neprojdou si v duchu konstrukci a znázornění – bez knihy nebo nějaké jiné pomoci.“*

Vysvětlovala definice, uplatňovala přímé i nepřímé důkazy, doporučovala diagramy.

### **Sňatek s Wiliamem Kingem**

Roku 1835 se Ada provdala za Williama Kinga, který se o tři roky později stal, díky předkům Ady, prvním hrabětem z Lovelace (Earl of Lovelace). Proto Ada používala převážně toto příjmení, nikoli King (The Right Honourable the Countess of Lovelace). V době sňatku jí bylo 19 let. Postupně se stala matkou tří dětí. Nejstarší syn se narodil 12. května 1836 a rodiče jej pojmenovali Byron. Po narození dcery Anny Isabelly (Annabelly) 22. září 1837 Ada vážně onemocněla na několik měsíců. Pak se narodil poslední syn Ralph 2. července 1839.

Manžel William Adiny studijní zájmy podporoval. Stal se dokonce členem Královské společnosti (Fellow of the Royal Society, FRS) Oba pěstovali společenské a přátelské vztahy s oduševněnými osobnostmi tehdejší doby, např. s fyzikem Michaelem Faradayem nebo spisovatelem Charlesem Dickensem.

Usadili se na rozsáhlém panství Ockham Park v Ockhamu v hrabství Surrey. Léto trávil v Somersetu.



Obr. 6a. Panství Ockham Park,  
kde Ada s rodinou žila.

V letech 1843 – 44 povolala Adina matka Williama Benjaminu Carpentera, aby vzdělával Adiny děti a stal se “morálním instruktorem” pro Adu. Učitel se do Ady brzy zamiloval, ale Ada rychle přerušila tento vztah. Jiný vztah s Johnem Crossem, synem Andrewa Crosse, však neskončil tak rychle. John Crosse po Adině smrti podle dohody zničil většinu jejich korespondence.

### Rozmluvy se Sirem Davidem Brewsterem, objevitelem kaleidoskopu

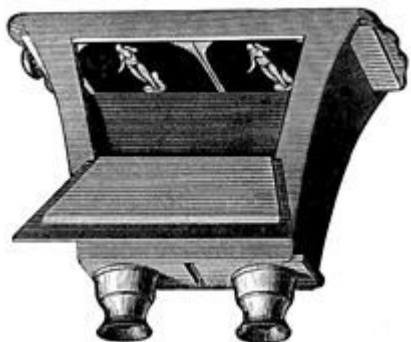


Obr. 7. David Brewster

Sir David Brewster (1781-1868) byl skotský fyzik a vynikající optik, astronom, vynálezce, spisovatel, historik vědy a představitel univerzity ve skotském St. Andrews a Edinburhu. V roce 1815 (rok narození Ady Byron) objevil kaleidoskop. Zažil díky tomuto objevu velký úspěch. Během krátké doby bylo v Londýně a v Paříži prodáno přes 200 000 kaleidoskopů za čtvrt roku. **Kaleidoskop** je optický přístroj, v němž pomocí zrcadel lze otáčením vytvořit stále se měnící symetrické vzory. Z vnějšího pohledu připomíná malý dalekohled. Na konci, který je dál od oka, je tubus naplněn drobnými kousky barevného skla. Uvnitř tubusu jsou upevněna dvě nebo tři zrcadla. Otáčení kaleidoskopem přináší kouzelné zážitky dětem při pozorování mnoha měnících se symetrických vzorů. Tehdy to však byla senzace i pro dospělý svět.

Později Brewster zdokonalil stereoskop, aby mohl být užit při fotografování. Nazýval ho „čočkový stereoskop“. Byl to první kapesní 3D přístroj. Objevil také binokulární kameru (tedy fotografický přístroj) a dva typy polarimetru. Svými objevy přispěl ke zdokonalení britského systému majáků. Přezdívali ho „Otcem moderní optiky“ nebo „Johannem Keplerm v optice“. Vynikal v popularizaci vědeckých výsledků. Je považován za jednoho ze zakladatelů *Britské společnosti pro pokrok ve vědě* (British Association for the Advancement of Science). První setkání této společnosti se konalo

v Yorku roku 1831. Brewster společně s Babbagem a Johnem Herschelem vytvářeli program této společnosti. Byl také editorem 18-svazkové Edinburské encyklopedie. Rozhovory s ním znamenaly pro Adu další potřebnou inspiraci.



Obr. 8. Brewsterův model stereoskopu

**Matematické lekce pro Adu od Augusta de Morgana z maticové algebry a symbolických výpočtů.  
Obtížnost funkcionální analýzy**

Augustus de Morgan (1806 – 1871) byl prvním profesorem matematiky na londýnské univerzitě. Je jedním ze zakladatelů *Londýnské matematické společnosti*.

O svém životě mezi matematiky vtipně poznamenal:

*It is easier to square the circle  
than  
to get round a mathematician.*

(Je snadnější vyřešit kvadraturu kruhu,  
než proniknout mezi matematiky.)

Tehdy mohl jen tušit, že klasická antická úloha, zvaná kvadratura kruhu, tedy sestrojít eukleidovskými prostředky čtverec o stejném obsahu jako má daný kruh, je neřešitelná. Dokázal to až roku 1882 německý matematik Ferdinand von Lindemann. Použití eukleidovských prostředků znamená, že ke konstrukci je možné užít jen kružítko a pravítko.



Obr. 9 a, b. Augustus de Morgan



Inspiroval Adu Lovelace, roz. Byron, k zájmu o Babbageovo dílo. Vyučoval ji převážně korespondenčním způsobem. Posílal jí různá cvičení, Ada mu kladla otázky a svěřovala se mu se svými úvahami a pochybnostmi.

Píše mu např.: „*Přála bych si pokračovat rychleji.*“ „*Je mi líto, ale jsem velmi zatvrzelá v otázce okamžiku, kdy začíná konvergovat.*“ „*Přikládám ukázkou mého pohledu na celou záležitost.*“ „*Funkcionální rovnice mi připadají zcela matoucí.*“ „*Přesto se snažím udržet si svůj metafyzický rozum v dobrém stavu.*“ De Morgan si přes určitou naivitu a Adino nadšení povšiml, jak píše, její „*myšlenkové síly ..., která úplně přesahuje to, co je obvyklé u začátečníků, lhostejno zda u mužů nebo žen.*“ Velmi rychle zvládla trigonometrii i diferenciální a integrální počet. Adině matce prozradil, že kdyby „*takovou sílu myšlení*“ zpozoroval u studenta Univerzity v Cambridgi, považoval by jej za „*rozeného geniálního matematika nejvyššího řádu*“. Ada se nebála pustit se do zkoumání základních principů matematických teorií a vystihla potíže, které byly vážné a opravdu v nich byly.

Roku 1828 se de Morgan stal profesorem matematiky v Londýně.

V roce 1830 vydal „*Elements of Mathematics*“ (Základy matematiky). Byla to oblíbená učebnice, mnohokrát vydaná. Zabýval se rovněž logikou a její symbolikou. Všeobecně jsou známy De Morganovy zákony pro konjunkci a disjunkci výrokových formulí a pro negaci kvantifikovaných výroků.

Měl jistý smysl pro humor. Např.: Když byl tázán na svůj věk, odpověděl otázkou:

„*V roce  $x^2$  jsem  $x$  let star.*“ *Kolik mi je tedy let?*

V roce 1838 definoval a zavedl metodu „*matematická indukce*“. Uvedl ji v článku *Induction (Mathematics)* v *Penny Cyclopaedia*. Do této encyklopedie napsal postupně 712 hesel.

Ve výrokové logice, booleovské algebře a teorii množin se používají **de Morganovy zákony**, které např. v logice vyjadřují dualitu mezi konjunkcí a disjunkcí zprostředkovanou operací unární negace. Pravidla vyjádříme v přirozeném jazyce:

- Negace konjunkce výroků je disjunkce negací jednotlivých výroků.
- Negace disjunkce výroků je konjunkce negací jednotlivých výroků.

Zapišeme si zákony ještě formálně: Jednotlivé výroky si označíme  $P$  a  $Q$ .

De Morganův zákon pro negaci konjunkce:  $\neg (P \& Q) \Leftrightarrow (\neg P \vee \neg Q)$

a pro negaci disjunkce:  $\neg (P \vee Q) \Leftrightarrow (\neg P \& \neg Q)$ .

Díky de Morganovým lekcím Ada porozuměla možnostem symbolického jazyka.

Během jedné zimy Adu zaujal hlavolam zvaný *Solitaire*, tehdy ve společnosti oblíbený. Na desku s 33 otvory máte uspořádat 32 kolíčků. Pravidla jsou jednoduchá: Libovolným kolíčkem můžete přeskočit sousední kolíček, který pak vypadne ze hry. Hra končí posledním možným skokem. Cílem je, aby na desce zůstal jediný poslední kolíček.

Ada adresovala tentokrát vzrušený dopis samotnému Charlesi Babbageovi: „*Lidé se o to pokusí třeba tisíckrát, ale přesto neuspějí. Postupným zkoušením a pozorováním jsem to nakonec dokázala a nyní to dokážu kdykoliv. Chci ale vědět, zda lze tento problém vyjádřit pomocí určitého matematického vztahu vyjádřeného formulí a takto ho vyřešit. ... Musí existovat konečný postup. Představuji si ho jako skladbu číselných a geometrických vlastností, na nichž řešení závisí a je možné je vyjádřit v symbolickém jazyce.*”

Tehdy to byl zcela původní nápad – formalizovat řešení hry a přání vytvořit symbolický jazyk, do něhož by bylo možné zakódovat řešení – právě tak uvažoval i Charles Babbage, nejen nadšená Ada. Uvědomovala si, že její schopnosti jsou především matematické. Matematiku však vnímala jen jako pouhou část většího světa fantazie. Matematické proměny a úpravy jí připomínaly „některé skřítky a víly z knížek, jež v jednom okamžiku stojí před námi v jedné podobě a za minutu v úplně jiné; matematictí skřítkové a víly jsou neobyčejně záluďné, nezvedené a svůdné bytosti, přesně jako jejich vzory, které jsem našla ve světě fantazie“. Ada si skutečně stále pěstovala představivost a v těchto představách uvažovala. Můžeme zvažít, že to bylo její dědictví po otci, kterého ve skutečnosti nikdy nepoznala.

### Korespondence s Michaelem Faradayem (1844)

V dopisech vynikajícímu fyzikovi a chemikovi Michaelu Faradayovi (1791 – 1868), objeviteli elektromagnetické indukce, řešila Ada především obecné otázky. Píše mu např. o své víře v budoucnost výpočetní techniky:

#### “Počítací stroje promění svět.”

Dopisy ale také svědčí o vzájemné přátelské úctě:

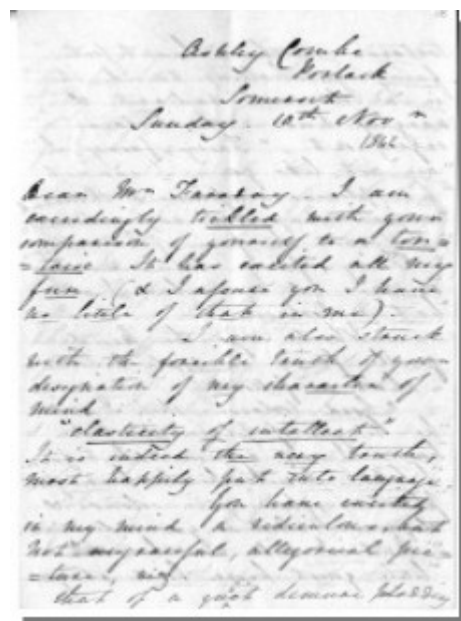
*Dear Mr Faraday,*

*I have never yet thanked you for the little paper you sent me this spring. I read it with the deepest attention & interest, & it has suggested to me some very curious (& perhaps important) considerations for my own future use an Analyst; considerations which fell in with some previous trains of ideas I had been long gradually forming, but which you have called into more tangible existence in my mind.*

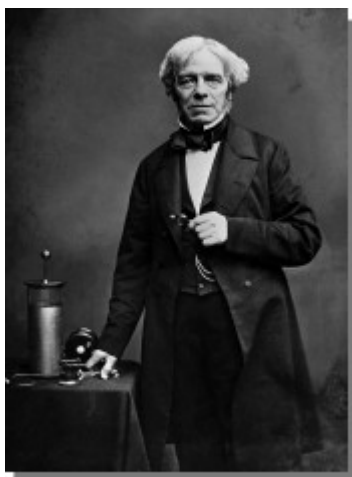
*Perhaps no one has read your paper with such full appreciation as myself of it's practical bearings; or has valued it so justly, both for it's contents, & as presented to me by it's Author; for whom I entertain an esteem little short of reverence.*

Obr. 10. Ukázka rukopisu z dopisu Ady Faradayovi

Ada Lovelace napsala tento dopis 16. listopadu 1844, kdy byl Michael Faraday 53letý a Adě bylo 29 let.



Obr. 11. Michael Faraday.



Později, v roce 1851, navštívila Ada Michaela Faradaye se svými třemi dětmi. Při návštěvě slíbil Adině dceři Annabelle knihu o elektrotechnice. Annabella se hned pustila do studia.

Po návštěvě Adě v dopise blahopřál k dětem:

*“... those young creatures whom I rejoice to know as your children. Their intelligence was astonishing, their manners kind ...”*

Faradoyovy a Adiny dopisy jsou dostupné v rozsáhlém vydání Franka Jamese ‘The Correspondence of Michael Faraday’ (viz [4]).

### 3 CHARLES BABBAGE

#### **Stručně o životě Charlese Babbage (1791 – 1871)**

Vynikající anglický matematik, který se později zabýval systematicky vynalézáním počítačích strojů. Pocházel z rodiny bankéře. V roce 1810 začal studovat na Trinity College Cambridge, kde asi před sto lety působil Isaac Newton. Později zde byl i profesorem. Charles Babbage však byl nadšený vynáleze v různých oborech, např. zjistil, že z velmi starých stromů lze získat poznatky o klimatu dávných dob.

Vynalezl např.: rychloměr, plašič krav (krávoplaš) – zařízení, které se připevňovalo na přední část parní lokomotivy, aby odhánělo dobytek z kolejí. Bylo to důležité a užitečné zařízení v době počínajícího rozvoje železnic.

Navrhl jednotný systém zasílání číselných seznamů pro majáky a rozeslal ho zmocněncům přímořských zemí.

Navrhl jednotnou cenu poštovního bez ohledu na bydliště adresáta. Pošty tento nápad užívají dodnes.

Ke konci života uspořádal neúspěšnou kampaň za vyhnání flašinetářů a potulných muzikantů z Londýna. Hráli pak kolem jeho domu co nejhlasitěji, aby ho potrestali.

Anglická námořní velmoc žádala přesné výpočty drah pohybu dělových střel z plovoucích lodí. Babbage získal na 10 let podporu ke hledání řešení tohoto problému.

Obr. 12. Charles Babbage



V roce 1821 zahájil projekt “Difference Engine No. 1” pro práci na matematických tabulkách. Pokračoval dál, obětoval veškerý čas, štěstí a vládní podporu na vývoj obecného zařízení pro libovolný druh výpočtů a operace se symboly. Svou obecnou “Analytic Engine”, která měla nějaké znaky moderních počítačů, rovněž nikdy nedokončil.

### **Analytický stroj (Analytic Engine, Analytical Engine)**

Struktura stroje obsahovala „sklad“ (paměť) a „mlýnici“ (procesor), což mu umožňovalo činit rozhodnutí a opakovat instrukce – později známé příkazy IF ... THEN ... a LOOP (resp. FOR). Babbage si představoval, že jeho počítač bude pracovat s 50místnými čísly s pevnou desetinnou čárkou. Uvažovaný pohon měl obstarat parní stroj. Pokus o sestavení stroje skončil neúspěšně, když byl nejprve zpomalen hádkami s řemeslníkem nepřesně vyrábějícím ozubená kola a později zcela zastaven kvůli nedostatečnému financování.

*Babbageovým cílem bylo – oživení matematiky a odstranění chyb ve výpočtech.*

### **Vliv Johna Herschela**

John Herschel, astronom, způsobil obrat v Babbageově kariéře. Zabýval se kontrolou matematických tabulek používaných při astronomických, technických a navigačních výpočtech. Spojil se s Babbagem a oba byli znechuceni množstvím chyb, jež v tabulkách našli. Např. *Nautické efemeridy pro nalezení zeměpisné šířky a délky na moři* obsahovaly přes tisícovku chyb!!! Těmto chybám se připisovalo mnoho ztroskotání lodí a technických katastrof.

Babbage se už jako student snažil o oživení anglické matematiky. Společně s Johnem Herschelem a dalším nadaným studentem Georgem Peacockem založili Analytickou společnost „zaměřenou na podporu děček a proti zvrhlosti teček“. Chtěli osvobodit diferenciální počet od Newtonovy terminologie, kde se derivace značí tečkou nad písmenem veličiny ( $\dot{y}$ ), a nahradit Leibnizovým zápisem a jazykem ( $dy/dx$ ).

Obr. 13. Astronom Sir John Herschel, syn Williama Herschela, objevitele planety Uran v roce 1781



Tři studenti se rozhodli udělat vše pro to, aby „svět, až ho budou opouštět, byl moudřejší, než jako ho našli.“ Pronajali si místnosti, četli si o novinkách ve společnosti, ve vědě a vydávali „Zprávy o činnosti“. Jednou, když se Babbage zabýval logaritmy a jejich tabulkami, pak odpověděl příteli Herschelovi: „Tyhle tabulky by mohly počítat stroje.“ A začali pracovat na logaritmických tabulkách pro Astronomickou společnost v Cambridgi.

### **Principy Babbageových návrhů na konstrukci počítačícího stroje – Difference Engines No. 1 a No. 2 (diferenční stroje č. 1 a č. 2)**

Dříve se matematické tabulky sestavovaly ručně, chyby byly důsledkem selhání lidského faktoru. Charles Babbage si představoval: „*Kéž by Bůh dal a tyto výpočty mohla pohánět pára!*“ John Herschel ho v tomto úmyslu podpořil.

Do roku 1823 Babbage navrhl Difference Engine No.1 – sestávající z 25 000 součástek. Stroj měl být postaven za vládní peníze. Babbage ale své geniální projekty nedovedl uvést do života. Po deseti letech první projekt opustil a zahájil práce na Difference Engine No. 2.

Výdaje na první model stály jako dvě bitevní lodě – vláda ztratila důvěru, druhý model nepodporovala. Nezdar spočíval v tom, že tento vědecko-technický projekt byl téměř dvacet let financován „na účet národa a považován za státní majetek“. Zahájil ho v roce 1823 s parlamentní dotací 1500 liber a ukončil v roce 1842, kdy ho ministerský předseda zastavil. Uvažovat o číslech jako o vyráběném zboží pomocí stroje bylo a je neobvyklé.

Čísla existují v mysli ve své nekonečnosti či neomezenosti. K jejich světovým zásobám nemůže žádný stroj přidat další. Čísla, která Charles Babbage vytvářel svým strojem, měla být mimořádná – neměl jim chybět zvláštní význam. Např. číslo 2,096 910 013 má význam logaritmu již známého čísla 125. Význam čísla lze vymezit ve vztahu k jiným číslům nebo jako odpověď na určitou matematickou otázku. Babbage se snažil chápat svůj stroj prakticky – do stroje se vloží čísla a vypadnou z něho jiná čísla. Stroji položíme otázku a očekáváme odpověď. Hlavním úkolem stroje bylo vydávat nebo dokonce tisknout hledaná čísla ve velkém počtu. K zajištění jejich přenosu bylo třeba je tabelovat – vyjádřit v tabulkách a svazovat do knih.

Babbage předpokládal, že svět se skládá z takových numerických dat. Znamenaly pro něho „konstanty přírody a umění“ a stále je všude sbíral. Sestavil např. tabulku konstant třídy saveců – při svých cestách vytrvale počítal dechovou a tepovou frekvenci prasat a krav. Vytvořil také statistickou metodologii pro sestavení tabulek předpokládané délky života pro pochybné podnikání v oboru životního pojištění. Prozkoumal, vypočítal a vydal „Tabulku relativní četnosti příčin rozbití oken s tabulkovým sklem“. Vypsal 464 takových příčin, z nichž nejméně 14 zahrnovalo „opilé muže, ženy nebo chlapce“. Nejraději však tabeloval pouhá čísla, která tak tvořila abstraktní vzory.

Okolní posluchači, když jim vysvětloval funkci stroje, ho příliš nechápali. Sám si na to stěžoval: „*Dvakrát se mě lidé zeptali: ‘Pane, prosím, když do stroje vložíte špatná čísla, objeví se správné odpovědi?’ Jednou se mě zeptal člen Horní sněmovny a podruhé člen Dolní sněmovny. Nedokážu si představit, jak popletené představy musí člověk mít, aby vyvolaly takovou otázku.*“

## Babbage – kryptograf

Babbage se uplatnil také jako kryptograf. Učinil nejvýznamnější průlom v kryptoanalýze od 9. století. O šifrování měl zájem už od dětství:

*„Luštění šifer je podle mého názoru  
tou nejúžasnější ze všech dovedností.“*

*„Starší chlapci vymýšleli šifry,  
ale mně se obvykle už  
z několika slov podařilo najít klíč.  
Důsledky této dovednosti bývaly bolestivé:  
tvůrci takové šifry mě dost často zbili,  
přestože chyba spočívala jen v jejich vlastní hlouposti.“*

Výprasky ale Babbage neodradily. Např. luštil rukopisné poznámky prvního královského astronoma Johna Flamsteeda. Luštil i šifru Henrietty Marie, manželky anglického krále Karla I. Roku 1854 spolupracoval s advokátem a použil kryptoanalýzu k odhalení klíčového důkazu. Shromažďoval si dešifrované zprávy. Pracoval na díle „*The philosophy of decyphering*“. Kniha měla obsahovat dva příklady každého typu: rozluštěný a nerozluštěný. Zůstala nedokončena.

Je málo známo, že Charles Babbage je první, kdo vyluštil slavnou Vigenèrovu šifru – „le chiffre indéchiffrable“. Podle tehdejších představ byla nerozluštitelná.

Obr. 14. Blaise Vigenèr



Vigenèrova šifra je polyalfabetická šifra, odolnější vůči frekvenční analýze než ostatní tehdejší substituční šifry.

Tajné heslo určuje, o kolik se posune každé písmeno zprávy v abecedě. Je-li zpráva delší, heslo se cyklicky opakuje.

K zašifrování a dešifrování lze použít „Vigenèrův čtverec“ – tabulku 26x26 písmen, v níž lze odečítat posunutí.

Šifru zveřejnil roku 1576 Blaise Vigenèr ve svém pojednání „*Traité des chiffres*“.

Charles Babbage šifru prolomil!

### Hledání slabín šifry:

K luštění Vigenèrovy šifry Babbage přivedla korespondence s bristolským zubařem Johnem Thwaitesem. Thwaites našel šifru ekvivalentní s Vigenèrovou šifrou, napsal sdělení do *Journal of the Society of Arts*. Babbage pak napsal, že šifra je velmi stará a dá se najít ve většině knih. Thwaites pak vyzval Babbage, ať se pokusí jeho šifru rozluštit a Babbage začal hledat slabiny ve Vigenèrově šifře. Babbage šifru rozluštil, ale svůj postup z roku 1854 nepublikoval.

Babbageův objev, jak prolomit tuto šifru, byl nalezen až ve 20. století.

Postupoval ve dvou krocích:

1. Studium frekvence bigramů nebo delších opakujících se řetězců – určí se délka klíče.
2. Frekvenční analýza poloh odpovídajících zjištěné periodě.

Za objevitele prolomení šifry byl do té doby považován **Friedrich W. Kasiski**, který nakonec svoji metodu zveřejnil v díle „*Die Geheimschriften und die Gechiffrierkunst*“ (Tajné šifry a umění je dešifrovat) v roce 1863, tedy devět let po Babbageovi.

Friedrich Wilhelm **Kasiski** (1805 – 1881) byl pruský důstojník – major 33. infanterie. Narodil se na území dnešního Polska.

#### **Analytical Engine – Babbageovy záměry v přednášce na Universitě v Turinu, podzim 1840**

Komu byl analytický stroj určen? Určitě ne úředníkům nebo prodavačům, později poznamenal Babbageův syn. Úkolem stroje nebyla obyčejná aritmetika. Nebylo třeba chodit s kanónem na vrabce, jak se obvykle říká. „Bylo by to jako louskat ořechy parním bucharem“, řekl a parafrázoval Gottfrieda W. Leibnize: „Není určen prodavačům zeleniny a rybiček, ale badatelům nebo soukromým pokojům počtářů i všem dalším lidem, kteří potřebují hodně výpočtů a snadno to zaplatí.“

Analytický stroj byl nejen přijímán, ale také zažil Babbage mnoho odmítavých pohledů. Např. Oliver Wendell Holmes st. byl skutečně pohoršen: „*Tento stroj je výsměchem obyčejnému matematikovi! Je to obluda jako Frankenstein, věc bez mozku a srdce, příliš tupá na to, aby se zmýlila. Sype ze sebe výsledky jako drhlík na kukuřici. Nikdy se nepolepší a nezmoudří, ani kdyby té kukuřice nadrhla celé haldy!*“

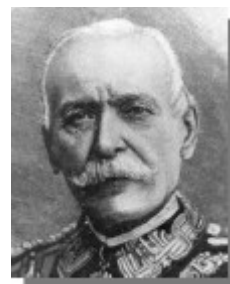
## **4 SPOLUPRÁCE ADY LOVELACE S CHARLESEM BABBAGEM**

Ada Lovelace přijala výzvu přeložit Babbageovu přednášku, kterou zapsal francouzsky Luigi Menabrea.

**Luigi Menabrea (1809 – 1896)** byl vojenský inženýr, matematik, generál, politik a diplomat, později, v letech 1867 až 1869, ministerský předseda Italského království.

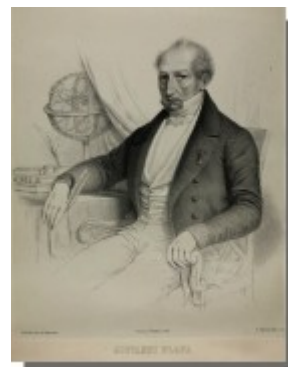
Obr. 15. Luigi Menabrea v pozdějším věku.

V době, kdy zapisoval přednášku, mu bylo 31 let.



V srpnu 1840 přednášel Charles Babbage o svém analytickém stroji na Akademii věd v Turinu. Při příležitosti II. kongresu italských vědců dostal pozvánku jménem krále Karla Alberta. Byl pozván významným italským vědcem baronem Giovannim Planou (1781–1864), a tak Babbage očekával, že Plana přednášku zapíše, aby mohla být později zveřejněna tiskem.

Obr. 16. Giovanni Antonio Plana,  
ředitel hvězdárny v Turinu,  
autor mechanického kalendáře.



Byl to však Menabrea, který byl požádán, aby přednášku zachytil. Babbage byl poněkud zklamán, protože Plana byl respektovaný vědec, ale o Menabreovi nikdy neslyšel. Na Kongresu měl však Babbage s výkladem o analytickém stroji úspěch. Jeho přednáška pokračovala diskusním setkáním o analytickém stroji, kterého se účastnili Babbage, Menabrea a italský astronom, matematik a fyzik Ottaviano-Fabrizio Mossotti (1791-1863). Menabrea pak zapsal přednášku, kterou upravil myšlenkami z bohaté diskuse.

Obr. 17. Ottaviano Mossotti,  
účastník diskuse o analytickém stroji v Turinu



Mossotti měl velké zkušenosti s numerickými výpočty v astronomii. Pro své svobodomyšlné názory musel na čas opustit Itálii. Strávil několik let na universitě v Buenos Aires. Po návratu do Itálie měl mnoho studentů, jedním z nich byl matematik a fyzik Enrico Betti. Mossotti zemřel v Pise.

Obr. 18. Mossottiho náhrobek,  
Camposanto monumentale, Pisa.



Menabrea zahájil krátce pro zpracování a vydání Babbageovy přednášky diplomatickou dráhu. Ani Menabrea a ani Mossotti nepokračovali ve vývoji mechanického počítačového stroje.



## Překlad Menabreaova textu

V roce 1842 Ada souhlasila s překladem textu Babbageovy turinské přednášky, kterou italský inženýr Luigi Menabrea zapsal francouzsky *Notions sur la Machine Analytique de M Charles Babbage* pro švýcarský časopis *Bibliothèque Universelle de Genève*. Článek vyšel v říjnu 1842. Překlad do angličtiny byl Adinými poznámkami podstatně rozšířen.

Charles Babbage ve své přednášce v Turinu uvažuje o přesnosti výsledku v souvislosti s rychostí výpočtu. Ukazuje své představy na výpočtu posloupnosti druhých mocnin a rozdílů mezi jednotlivým rozdíly mezi mocninami. Zvolí tedy čtvercová čísla

1, 4, 9, 16, 25, 36, 64, ... .

Jejich odčítáním dostává První diferenci, kterou tabeluje

3, 5, 7, 9, 11, 13, ... .

Postupným odčítáním členů První diference dostává Druhou diferenci, která je **konstantní**. V tomto případě je rovna dvěma.

K tomuto výpočtu podle Babbage použijeme 3 ciferníky s ozubenými koly, označíme je A, B, C. Na ciferníku A nastavíme vstupní hodnoty, potom z ciferníku A na ciferník B pomocí otáčení ozubených kol zjistíme První diferenci a postupně i Druhou diferenci. Je-li Druhá diference konstantní, lze opačným postupem počítat další druhé mocniny v posloupnosti. K ozubeným kolům jsou připojeny čtecí jehly a informace o hodnotě se mezi ciferníky převádějí registračními kladívky.

Pokud bychom chtěli počítat hodnoty součinu dvou lineárních dvojčlenů,  $(a + bx)(m + nx)$ , polynom si nejprve upravíme do tvaru  $am + (an + bm)x + bnx^2$ . Výpočet zahajuje Babbage nalezením hodnot  $am$ ,  $an$ ,  $bm$ ,  $bn$ , pak pokračuje součty  $(an + bm)$ , nakonec přidává proměnnou  $x$ . Celý postup připomíná Hornerovo schéma, které bylo publikováno v Anglii v roce 1829, a také Newtonovy interpolační úvahy.

## Rozdíl mezi Difference Engine a Analytical Engine

Vlastní Adin výklad tvoří poznámky A až G. Vykládá v nich svoji představu o budoucnosti. Viděla do vzdálené budoucnosti, dále než sám Babbage. Podle Ady analytický stroj může umět více než jen počítat, může provádět operace. Podle jejího vymezení je operace „*jákykoliv proces, který mění vzájemný vztah dvou nebo více věcí*“. K tomu dodala: „Toto je ta nejjobecnější definice, která dokáže zahrnout vše v kosmu.“

Vědu, která se bude zabývat operacemi, Ada písovala takto: „*Je to věda sama o sobě, má vlastní abstraktní pravdu a hodnotu, podobně jako má svou vlastní pravdu a hodnotu logika, bez ohledu k určité věci, na kterou aplikujeme její usuzování a postupy. ... Jeden z hlavních důvodů, proč se o vlastním charakteru této vědy tak málo ví a mluví, je posun významu používaných symbolů.*”

Ve svých poznámkách navrhuje Ada použití symbolické logiky pro analytický stroj takové, kterou se učila užívat od svého učitele Augusta de Morgana.

V poznámce zahajuje vysvětlením výpočtu

$$\Delta^7 u_x = 0$$

na diferenčním stroji. Při výpočtu, který byl důležitý ke zpracování nautických (námořních) a astronomických tabulek, popisuje postup takto:

$$u_z = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6,$$

kde konstanty a, b, c, ... znamenají 7 sloupců disků, z nichž se diferenční stroj v tomto případě skládá. Počet disků je však možné rozšiřovat a zpřesňovat výpočet. Tabelují se pak difference mezi jednotlivými kroky podle Babbageovy metody diferencí.

Analytický stroj naopak není určen k tabelování hodnot jedné funkce, ale jeho použití je obecnější. Ada to zapisuje symbolicky, např. výpočet neurčené funkce libovolného stupně obecnosti a složitosti.

$$F(x, y, z, \log x, \sin y, x^p, \&c.)$$

Pak se zabývá užitím děrných štítků podobně jako v Jacquardově tkacím stroji, užitím vhodné symboliky a zavedením nulového neboli zerového stavu stroje.



Obr. 19. Diferenční stroj

### **Tabulky s mnoha čísly – trigonometrické a logaritmické funkce**

Ada přešla v dalším výkladu od poetického vyjadřování k praktickým úvahám. Postupovala ve výkladu zamýšleného programu (počítačového, v dnešním slova smyslu), kterým by nový Babbageův analytický stroj mohl počítat známou a důležitou nekonečnou posloupnost – Bernoulliho čísla.

Nevybrala si nejjednodušší cestu. Vysvětlila to i sama v poznámce: *“Naším cílem není jednoduchost ..., ale znázornění možností tohoto stroje.”* Navrhla postup, pravidla a posloupnost operací. O sto let později bychom použili slova algoritmus, později bychom mluvili o počítačovém programu. Své úvahy musela pečlivě vysvětlit. Algoritmus byl rekursivní, postupoval zpět ve smyčce, výsledek jedné iterace se stal potravou pro další. Babbage se o tom postupu vyjádřil výstižně: *„stroj pojíždá vlastní ocas“*.

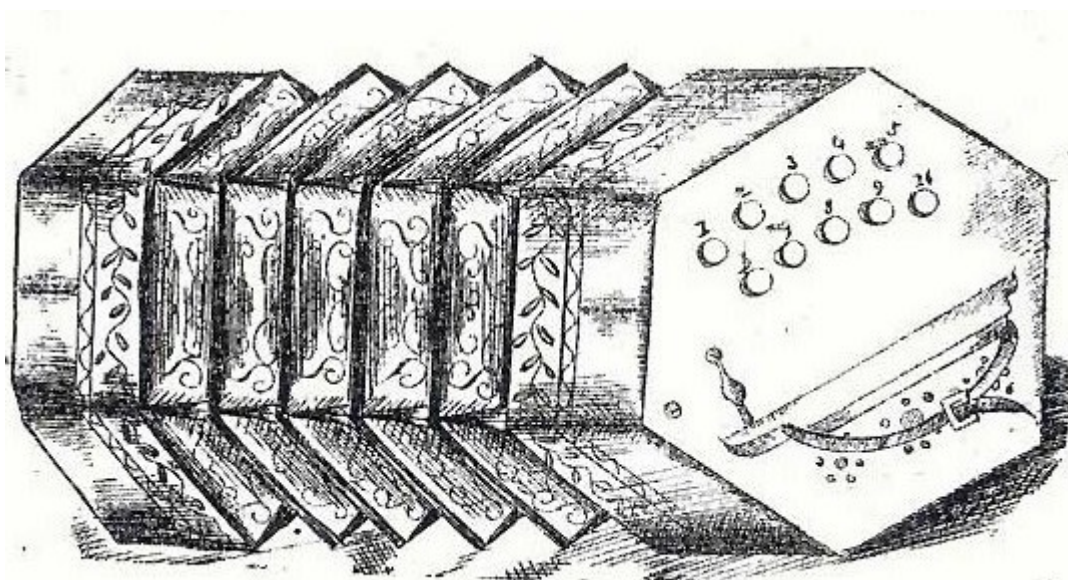
Ada vysvětluje: „Protože každá další funkce je součástí řady, kde se vše řídí podle téhož zákona, snadno nahlédneme, že se objevuje cyklus uvnitř cyklu uvnitř dalšího cyklu atd. ... Otázka je tak neobyčejně složitá, že jí zřejmě porozumí jen málo lidí. ...“  
Ada pokračuje: „Přesto je vnoření cyklů pro stroj velmi důležitý prvek postupu“.

O překlad Menabreova textu Adu požádal Charles Wheatstone (1802 - 1875). Text vyšel v roce 1843. Ada se skromně podepsala pod každou část svého komentáře pouze iniciálami svého jména A.A.L. (Augusta Ada Lovelace). Uvedla při tom, že se k textu nechce přihlásit jako autorka, ale že chce jen autora komentářů individualizovat a ztotožnit ho s jeho dalšími pracemi, které bude podepisovat stejným způsobem - A.A.L.

Obr. 20. Charles Wheatstone

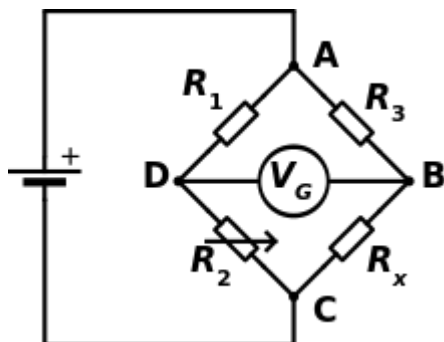


Charles Wheatstone (1802–1875), přítel Babbageův, známý fyzik a vynálezce. Kromě jiného vytvořil v roce 1829 tzv. koncertinu. Je to druh knoflíkové tahací harmoniky – akordeonu. Wheatstoneova koncertina byla diatonická s šestibokým tělem. Nástroj se rychle rozšířil po celé Anglii. Adu to jistě zajímalo, neboť byla také muzikální, náruživě se věnovala hře na harfu.



Obr. 21. Wheatstoneova koncertina

Wheatstone je tvůrce dalších vědeckých vynálezů. Uveďme např. stereoskop (zařízení zobrazující obrázky ve třech rozměrech) nebo kódování „playfair“ (technika šifrování) a vývoj telegrafie. Známy Wheatstonův můstek slouží k měření neznámého elektrického odporu.



Obr. 22. nulové (vyvážený můstek), musí platit:

Pokud je napětí mezi body D a B

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$$

Můstek vynalezl roku 1833 britský vědec a matematik Samuel Hunter Christie (1784-1865), ale zdokonalil jej a popularizoval až roku 1843 britský fyzik a vynálezce Sir Charles Wheatstone.

### Analýza komentářů Ady – obdivuhodné vize do budoucnosti

Obr. 23. Ada, hraběnka z Lovelace, 1840



Dříve se uvažovalo o strojích na zpracování numerických výpočtů, Adina představa byla spojena s tím, že jde o stroj na zpracování informací. Píše:

*„Analytický stroj neznamena pouhý „počítací stroj“. Je zcela zvláštní ... vyvíjí se nový, zcela bohatý působivý jazyk ..., kterým by se mohly řídit tyto pravdy, aby byly rychleji a přesněji v zájmu lidstva použity, než umožňovaly naše dosavadní prostředky. Tak ve světě matematiky k bližšímu a účinnějšímu kontaktu nejen mezi duševní a hmotnou oblastí, ale i mezi teorií a praxí. Výstižně lze říci, že podobně jako Jacquardův tkalcovský stav tká květy a listky tak analytický stroj tká algebraické vzory.“*

Za svoji fantazii převzala odpovědnost: *„To, zda měl vynálezce při sestavování stroje na myslí takové představy nebo je přijal později, opravdu nevíme. Nám se ale do myslí přímo vnutily.“*

Nejdůležitější myšlenkou byla entita, kterou Ada i Babbage označovali „proměnná“. Po technické stránce proměnnými byly sloupce složené z kotoučů stroje. Používali také „proměnné štítky“. Ve slovníku dnešních programátorů bychom spíš našli, že jde o část paměti vyhrazenou pro uložení čísla či složitější struktury, která je označena svým symbolickým jménem. Proměnné byly pro stroj jednotkami informace. Ve srovnání s algebraickou proměnnou je to velký rozdíl. Ada vysvětlila: *„Základ pro toto označení spočívá ve skutečnosti, že hodnoty sloupců se musí obměňovat všemi možnými způsoby, které si jen lze představit.“* Čísla vlastně „cestovala“ od proměnných štítků k proměnným, od proměnných k „mlýnici“ a k „uložišti“. Ada navrhla „choreografii složitěho tance“, aby vyřešila problém výpočtu Bernoulliho čísel. Pracovala celé dny a občas i noci, posílala Babbageovi vzkazy a potýkala se se svou nemocí i velkými bolestmi, ale její mysl se vznášela ve vyšších sférách.

*„ ... Zarputile se deru vpřed a zkoumám vše až k jádru věci, všechny způsoby odvození Bernoulliho čísel. Zápasím s tímto tématem a spojuji ho s jiným.“*

### Návrhy Ady Lovelace – Bernoulliho čísla, instrukce pro výpočty pomocí stroje - algoritmizace výpočtů

- Bernoulliho čísla  $B_k$  - souvisí se součtem  $S_m(n)$   $m$ -tých mocnin prvních  $n$  přirozených čísel (jsou to koeficienty tohoto rozvoje)

$$S_m(n) = \frac{1}{m+1} \sum_{k=0}^m \binom{m+1}{k} B_k n^{m+1-k},$$

Zavádí se konvence:  $B_1 = 1/2$  nebo  $B_1 = -1/2$

- Jacob Bernoulli vyjádřil čísla pomocí řady v 17. stol.:

$$S_n(m) = \sum_{\nu=0}^{m-1} \nu^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} B_{n-k} \frac{m^{k+1}}{k+1}, \quad n \in \mathbb{N}_0, m \in \mathbb{N}$$

- Souvislost s exponenciální funkcí a Riemannovou funkcí

$$\frac{z}{e^z - 1} = \sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{z^n}{n!}, \quad |z| < 2\pi$$

- Bernoulliho čísla vzbuzují zájem programátorů i ve 21. století: Dvumilionté číslo spočítané v únoru 2003 je

$$B_{2000000} = -\frac{1329775613657311363237415859 \dots 3131145227911472514209002960697}{9601480183016524970884020224910}$$

- **Generátor**

I pro současné výpočty se stále vychází ze vzorce

$$\frac{z}{e^z - 1} = \sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{z^n}{n!}, \quad |z| < 2\pi$$

- **Tabulka**

$n$	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$B_n$	1	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$	$-\frac{1}{30}$	$\frac{1}{42}$	$-\frac{1}{30}$	$\frac{5}{66}$	$-\frac{691}{2730}$	$\frac{7}{6}$	$-\frac{3617}{510}$	$\frac{43867}{798}$	$-\frac{174611}{330}$
$\frac{B_n}{n}$			$\frac{1}{12}$	$-\frac{1}{120}$	$\frac{1}{252}$	$-\frac{1}{240}$	$\frac{1}{132}$	$-\frac{691}{32760}$	$\frac{1}{12}$	$-\frac{3617}{8160}$	$\frac{43867}{14364}$	$-\frac{174611}{6600}$

### Aplikace Bernoulliho čísel ve druhé polovině 20. století

Postupně se procesory firmy Intel jmenovaly takto:

8086 , 80286 , 80386 , 80486 ... Další typ byl nazván pentium. Můžeme si položit otázku, proč nové jméno nenavázalo na předchozí? A proč se procesor pentium jmenuje pentium? Jak vysvětluje rozšířený vtíp: Protože procesor pentium počítal  $486 + 100 = 585,99$ .

Ve skutečnosti se chyba procesoru projevila v operaci dělení a podařilo se ji objevit právě při výpočtu Bernoulliových čísel!

Po zjištění chyby firma Intel všem vyměnila vadný procesor.



Zemřela 27. listopadu 1852, **ve stejném věku jako její otec – ve 36 letech**. Příčinou úmrtí byl karcinom dělohy. Poslední nemoc trvala několik měsíců, které Ada strávila pod vlivem matky Annabell. Ta vylučovala z možnosti návštěv všechny přátele. Pod vlivem matky Adinu mysl ovládlo ortodoxní křesťanství. Ztratila kontakt se svým manželem. Navštívil ji u jejího lůžka 30. srpna, obsah rozhovoru zůstal jen mezi nimi. Na svou žádost byla pohřbena v blízkosti svého otce v kostele Sv. Máří Magdaleny v Hucknallu, dnes součásti Nottinghamu.

*“I shall be a better analyst [mathematician] than my father ever was a poet.”*

## **6 ODKAZ AUGUSTY ADY LOVELACE, ROZ. BYRON,**

### **PRO 21. STOLETÍ**

Podíl Ady Lovelace k vývoji výpočetní techniky byl do počátku 50. let zapomenut. Její poznámky k Menabreově zápisu Babbageovy přednášky byly znovuobjeveny světu Bertramem Vivianem Bowdenem. Vydal je znovu roku 1953 ve sborníku symposia *Faster than Thought. A Symposium on Digital Computing Machines*.

Ada Lovelace zdůrazňuje, že stroj může sloužit nejen k numerickým výpočtům – může sloužit k tvorbě hudebních skladeb, grafických obrazů.

*The Analytic Engine “weaves algebraic patterns just as the Jacquard loom weaves flowers and leaves.”*

Ada Lovelace

Myšlenka zcela obecného početního stroje vyžaduje symbolické operace a jasné definice, vytvářet novou terminologii.

Ada zavádí v manuálu pro výpočet Bernoulliho čísel rekurzi a myšlenku cyklu.

Mohou stroje myslet? Svými úvahami připojenými k překladu Menabreova výkladu Babbageových ovlivnila Ada Lovelace Alana Turinga na cestě k rozvoji myšlenek o umělé inteligenci.

### **Programovací jazyk ADA na její počest – U.S. Department of Defence 1979**

Ministerstvo obrany Spojených států amerických pojmenovalo na počest Ady Lovelace programovací jazyk ADA (viz samostatné texty o programovacím jazyku Ada v další části této publikace).

### **Vliv na rozvoj kultury a techniky v dalším století**

Ada Lovelace je příkladem mimořádně zaujaté vědkyně, která se v době, kdy ještě ženy neměly příležitost studovat na univerzitách, dostala na vrchol světového poznání.



Vzepřela se obvyklé představě o životě viktoriánských žen a našla způsob, jak se věnovat svému zájmu o matematiku a příbuzné obory. Při hlední poetické vědy objevila krásu matematických formulí a metod. I když žila v tvůrčí společnosti, ve svých úvahách postupovala samostatně, svobodně a nezávisle. Náleží jí čestné místo mezi osobnostmi, které přispěly k vývoji informatiky.

**Poděkování:** Děkuji kolegovi doc. Ing. Branislavu Lackovi, CSc., za inspiraci zabývat se životem a dílem pozoruhodné Ady Lovelace a prvním čtenářům Mgr. Ing. Jakubu Šolcovi, Ph.D. a RNDr. Antoninu Vrbovi, CSc. za cenné diskuse, které přispěly ke zdokonalení textu po obsahové i jazykové stránce.

## LITERATURA:

- [1] Charles Babbage, *Letter to sir Humphry Davy on the application of machinery to the purpose of calculating and printing mathematical tables*, London, printed by R. and A. Taylor, Shoe-Lane published by J. Booth, Duke-Street, Portland-Place and Baldwin, Cradock, and Joy, 1822.
- [2] Charles Babbage, *Observations on the notation employed in the calculus of functions*, Cambridge, J. Smith, 1820.
- [3] Gleick, James: *Informace. Historie, teorie. Záplava. Z anglického originálu The information. A History. A Theory. A Flood*. Přeložil Jan Kašpar, Dokořán/Argo 2013
- [4] James, Frank, Faraday, Michael: *The Correspondence of Michael Faraday*, Volume 4: 1849-1855, IET 2010, ISBN 0863412483, 9780863412486.
- [5] Kraus, Ivo: *Ženy v dějinách matematiky, fyziky a astronomie*, ČVUT v Praze, Praha 2015
- [6] Maurois, André: *Život lorda Byrona*, Československý spisovatel, Praha 1979.
- [7] Menabrea Luigi, F.: *Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage. With notes upon the Memoir by the Translator Ada Augusta, Countess of Lovelace*. Bibliothèque Universelle de Genève 82 (October 1842). <http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html> .
- [8] Pierson, Joan: *The Real Lady Byron*, Robert Hale, London 1992.
- [9] Turing, Alan M. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433-460.
- [10] Wade, Mary Dodson. 1994. *Ada Byron Lovelace: The lady and the computer*. New York: Dillon Press.

Obr. 25. Část modelu diferenčního stroje, Science Museum, Londýn.



Poznámka k obr. 6 a 2:

Počítač, který Ch. Babbage navrhl, byl mechanický! Přesto měl všechny části samočinného počítače, jak je známe dnes: aritmetickou jednotku – „mlýnici“, pamět „špýchar“ (slova v uvozovkách jsou doslovnými překlady termínů, které používal Ch. Babbage) a mohl se programovat! V té době technické a technologické možnosti strojních zámečnicků a hodinářů neumožnily navržený stroj zrealizovat. Zachovaly se jen některé díly a technické výkresy jeho základních částí. Proto byly dlouho pochybnosti, zda navržený stroj vůbec mohl fungovat a mluvilo se o něm, jako o pouhé myšlence počítače.

Jako první samočinné počítače se uváděly konstrukce, k jejichž realizaci byla použita elektromagnetická relé (v Německu Konrád Zusse, v USA Howard Aiken nebo u nás Antonín Svoboda). Diferenční stroj – počítač se podařilo postavit až po 182 letech s využitím současných výrobních technologií. Tvoří ho pět tun ozubených kol. V roce 2002 ho sestavila skupina nadšenců podle zachované dokumentace. Pět tunové monstrum je funkční a fascinuje odborníky i laiky. Mechanický diferenční počítač nabízí dnes návštěvníkům dvou muzeí nevšední podívanou: kalifornského Muzea počítačové historie a Technického muzea v Londýně, protože replika byla vyrobena na dvou místech.

Po mnoha letech se tak musely „poopravit“ některé články o historii počítačů. Dosud se předpokládalo, že strojírenství stálo jen u zrodu mechanických počítačích pomůcek (Pascaline - sečítáčka B. Pascala s ozubenými koly (1642), krokový kalkulátor s ozubeným válcem G. W. Leibnize (1673), ozubené kolo se stavitelným počtem zubů W. T. Odhnera (1873) apod.) a že teprve elektrické relé umožnilo vznik počítačích strojů, založených na binárních principech. Ukázalo se však, že strojírenství mělo významnou roli i při vzniku fenoménu dnešní doby – samočinného počítače!