

Katolícka univerzita v Ružomberku
Pedagogická fakulta

George Boole
(História matematiky)

2006/2007
IV. ročník

Petronela Cicoňová
matematika – informatika

George Boole

Potreba logiky

Už Leibniz, ktorý spadá do obdobia prebúdajúcej sa európskej vedeckej revolúcie 17. storočia, formuloval revolučnú myšlienku, že je potrebné nájsť taký myšlienkový postup, v ktorom vôbec nebude záležať na význame jednotlivých elementov, ale jedine na formálnej schéme, v ktorej vystupujú. Táto geniálna myšlienka zahŕňala poznanie, že prirodzený jazyk nie je vhodný pre vedecké poznanie, ani keby sme ho doplnili o odborné výrazy, a to tým viac, čím abstraktnejší myšlienkový obsah potrebujeme vyjadriť. A práve v 19. storočí pomohli týmto ideám uzrieť svetlo sveta angličan George Boole (1815-1864) a americký bádateľ Charles Sanders Peirce (1839-1914).

Kto bol George Boole

V jednom z textov o Georgovi Booleovi možno nájsť: „*Boole sa narodil v zlom čase, na zlom mieste a v zlej triede – nemal šancu stať sa matematickým géniom, a predsa sa mu to podarilo.*“

George Boole (* 2. november 1815, Lincoln – † 8. december 1864, Cork) bol jedným z významných matematikov, logikov ale i filozofov, pedagógov či všestranne nadaných géniou svojich čias, napriek chudobným a náročným podmienkam, a napriek bezvýznamnému mestečku, ktoré neposkytovalo žiadny priestor pre nadané dieťa, ako bol Boole.

Narodil sa v anglickom priemyselnom meste Lincoln. Aj keď sa zdalo, že George je príliš slabý, aby prežil, vyklŕulo sa z neho zdravé a silné dieťa. Booleho rodina bola pre malého Georgea veľmi vplyvným činiteľom. Otec aj matka mu poskytli to najlepšie nasmerovanie, ktoré si mohol po vedomostnej i povahovej stránke želať.

Rodina bola kresťansky založená, vyznávajúca anglikánsku cirkev, čo spôsobilo Georgeov záujem o teológiu a duchovný život, no naproti obyčajnej bezmyšlienkovej viere jeho logické myslenie mu nedovoľovalo prijať niektoré doktríny.

Matka Mary Ann viedla svoje deti k láske k pravde a kráse, trvala na tom, aby boli slušné a jemné. Otec, hoci bol povoláním len obuvník, prejavoval silné zanievanie pre matematiku a optickú mechaniku. Jeho záľuba, ktorá brala väčšinu z mála financií, ktoré získal, ho neskôr priviedla k bankrotu a strate živnostenskej licencie. Vďaka otcovi teda George dostal dobré základy v matematike a vo veku, keď sú iné sedemročné deti pohrúžené do sveta rozprávok, malý George vchádzal do sveta matematických problémov.

Okrem matematiky mal prehľad aj o ostatných oblastiach. Čítal knihy z geografie, histórie a vedy, a obľuboval klasickú literatúru. Cestu k nej mu ukázal otec, čo viedlo Georgea k tomu, aby sa už v ranom detstve naučil po latinsky. Neskôr k nej pridal gréčtinu. Poznal mnohé filozofické diela, ktoré boli v priebehu celého jeho života častým predmetom záujmu. Po klasických jazykoch nasledovali ďalšie - francúzština, nemčina a taliančina, ktoré ovládal už v 14-tich rokoch, vďaka ktorým mohol už čoskoro čítať mnohé európske vedecké publikácie prv, než boli preložené do angličtiny.

Už od malička bol spätý so školskými zariadeniami, menej ako dvojročný navštevoval zariadenie pre deti živnostníkov. Po roku šiel do školy otcovho priateľa, kde pobudol až do svojich siedmich rokov. Nasledovala základná škola, v štrnástich Bainbridgeská obchodná akadémia. Táto škola neponúkala vzdelanie, aké by George potreboval, ale bola jediná, ktorú si jeho rodičia mohli dovoliť. George už skoro potom, ako nastúpil do školy, absorboval všetko, čo mu škola mohla ponúknuť. Preto väčšinu poznatkov, podobne ako spomínané jazyky, nadobudol samoukou. Naštudoval diela Newtona, Laplaceho, Lagrangeho a iných.

Georgeov otec si želal, aby mal jeho syn vyvážené vzdelanie, preto ho povzbudzoval a pomáhal mu napríklad zostrojovať prístroje ako kaleidoskop, teleskop, a i. Dokonca sa pokúsil zostrojiť počítačový stroj. Toto pozadie praktickej vedy podporilo Georgea, a hoci sa stal jedným z veľkých teoretických matematikov, nikdy nestratil zmysel pre praktickosť, t.j. že poznatky matematiky sú len prostriedkom pre praktické vedecké riešenia.

Popri prekladaní básní pre miestnu tlač sa živil vyučovaním a prácou v knižnici. Stal sa knihovníkom vo vedeckom ústave v Lincolne, čím mu bol umožnený prístup k publikáciám Royal Society, najvýznamnejšej, medzinárodne uznávanej, vedeckej spoločnosti v Anglicku. Mohol teda sledovať aktuálne vedecké problémy a zapojiť sa do ich riešení. Po zanechaní práce sa začal vážne venovať aplikovanej matematike.

George si nemohol dovoliť pokračovať v štúdiu ďalej, na dosiahnutie akademického titulu. Avšak už v 16-tich rokoch mu ponúkli miesto asistenta učiteľa na Heighamskej škole v Doncasteri. K prijatiu tohto miesta ho prinútili najmä okolnosti, predovšetkým otcov finančný bankrot. V dôsledku tejto motivácie prechádzal aj ďalšími učiteľskými miestami, v snahe užiť svoju rodinu. V r.1833 odišiel na nové miesto v Liverpoole, ale ostal tam len 6 mesiacov. V r.1834 sa vrátil späť do svojho mesta a otvoril tu svoju vlastnú školu pre mladých chlapcov a dievčatá, pričom mladý Boole mal vtedy ani nie 20 rokov. V tejto škole mu vypomáhala celá rodina. Bol to edukačne aj finančne úspech, ale ešte stále príliš malý, aby uživil svoju rodinu.

Keď v r.1838 Robert Hall z Waddingtonskej Akadémie zomrel, George Boole bol požiadaný prevziať jeho miesto. George sa rozhodol vziať celú rodinu do Waddingtonu, 4 míle od rodného Lincolnu, kde mu pomáhali so správnym chodom školy. Jeho finančná situácia sa týmto zlepšila. Avšak okolnosti ho v r.1840 prinútili školu opustiť a následne na to založil vlastnú akadémiu. Celá jeho rodina sa vrátila do Lincolnu a pomáhala mu s novou školou. George pokračoval naďalej so svojou vedeckou činnosťou po nociach a pedagogickou cez deň.

Prvú vedeckú prácu napísal v r.1835 a vo veku 24 rokov publikoval svoj prvý spis *Researches on the Theory of Analytical Transformations* v *Cambridge Mathematical Journal*. Počas ďalších desať rokov publikoval okolo 50 článkov. Napriek tomu, že nemal formálne ukončené žiadne vzdelanie, vysoko v mnohom prevyšoval univerzitných študentov i pedagógov. Jeho prvotný záujem patril diferenciálnym rovnicami, pričom do ich riešenia vkladal operátory, v r.1841-1843 rozvinul štúdium

invariantov lineárnych transformácií a v r.1844 sa zameril na kombinovanie algebry a kalkulu. V rovnakom roku prijal cenu Royal Society pre svoje výsledky v analýze.

V tridsiatych až štyridsiatych rokoch britská vláda plánovala založiť nové univerzity v Írsku. Boole požiadal o miesto profesora, ale neúspešne, až v r.1849 po opätovnej žiadosti bol prijatý na miesto profesora matematiky na Kráľovninom kolégiu v Corku. Tu výrazne pomohol pri budovaní novej univerzity a v r.1850 bol zvolený za jej dekana.

V tom istom roku spoznal aj svoju nastávajúcu, Mary Everest, príbuznú istého corkskeho profesora. Boole mal vtedy 35 rokov, ona len 18. Javila výrazný záujem o vedu, podnietený strýkom a otcom. V r.1855, keď zomrel jej otec, ju George vzal pod svoju ochranu a požiadal ju o ruku. S Mary mali päť dcér, ktoré viedol ku vzdelaniu.

George spolupracoval s viacerými vedeckými spoločnosťami. Veľa podpory vložil do Inštitútu mechaniky, inšpirovaný svojím otcom. V r.1857 bol George zvolený za člena Royal Society.

Jeho manželka od začiatku venovala zvýšenú pozornosť jeho zdraviu. Boole totiž už od malička trpel problémami so zrakom v dôsledku prílišného čítania a okrem toho, aj jeho pľúca boli zaťažené dedičnou chorobou. V novembri r.1864 George šiel do školy v ťažkom daždi a prechladol. To zasiahlo aj jeho poškodené pľúca, a následkom choroby po dvoch týždňoch zomrel.

Boole a logika, Booleovská algebra a Booleovská funkcia

De Morgan, s ktorým si Boole začal v r.1842 dopisovať, sa o Booleho prínose do logiky vyjadril nasledovne: „*Booleho systém je jedným z mnohých dôkazov skombinovania génia s trpezlivosťou... Keď Hobbes publikoval svoju "Computation or Logique", mal len vzdialenú predstavu o bodoch, ktoré uzreli svetlo sveta vďaka Boolemu.*“

Boole skoro rozpoznal možnosť aplikovania algebry na riešenie logických problémov. V r.1847 svojou prácou *The Mathematical Analysis of Logic (Matematická analýza logiky)* nielenže naviazal na Leibnizove spomínané špekulácie o prepojení logiky a matematiky, ale dokonca argumentoval, prečo je logika nevyhnutná pre matematiku, ešte viac ako pre filozofiu, dokonca že v matematike predstavuje principiálnu disciplínu.

Boole vo svojom spomínanom spise ukázal, že logika by mala byť práve súčasťou matematiky, pretože môže mať svoj vzorec ako algebra. Snažil sa nájsť spôsob kódovania logických argumentov do indikatívneho jazyka, ktorý by bol manipulovateľný a riešiteľný matematicky. Vytvoril lingvistickú algebru, ktorej tri základné operácie boli AND, OR a NOT. A práve tieto tri funkcie vytvorili základňu jeho systému a boli jedinými nutnými operáciami na vykonanie základných matematických funkcií.

Preniesol tak doterajšie smerovanie britskej školy symbolických vzorcov v algebre a analýze do oblasti logiky, poukazujúc na hlbokú analógiu medzi nimi. V svojich prácach sa zaoberá algebraizáciou logiky. Hlavné dielo *An Investigation of the Laws of Thought, on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities (Skúmanie zákonov myslenia, na ktorých sú*

založené matematické teórie logiky a pravdepodobnosti) ...v ktorom matematizoval logiku, formuloval axiomy a dal jej zákonom algebraickú formu. Booleova algebra a funkcie sa neskôr stali hlavným matematickým aparátom, pri vývoji logiky a jej využitia v praxi.

(z r.1854) Obsahuje konečné rozvoje logických funkcií typu:

$$f(x,y) = f(1,1)xy + f(1,0)x(1-y) + f(0,1)(1-x)y + f(0,0)(1-x)(1-y).$$

Táto funkcia je známa ako Booleova funkcia a rozumie sa pod ňou také zobrazenie, ktoré každej usporiadanej n-tici núl a jedničiek priradí nulu alebo jedničku. Boole tak ako prvý úspešne zvládol program Leibniza z konca 17. storočia – vytvoriť symbolický vzorec, ktorý by nahradil (a zároveň kontroloval) usudzovanie. A práve týmto rokom sa kladú základy Booleovskej algebry, a všetkého, čo to spôsobilo o pár desaťročí neskôr.

Zákony Booleovskej algebry: (+ := OR, . := AND)

	matematický zápis		Názov
1.	$a + b = b + a$	$a.b = b.a$	Komutatívnosť
2.	$a + (b + c) = (a + b) + c$	$a.(b.c) = (a.b).c$	Asociatívnosť
3.	$a + (b.c) = (a + b).(a + c)$	$a.(b + c) = (a.b) + (a.c)$	Distributívnosť
4.	$a + 0 = a$	$a.1 = a$	Neutralita 0 a 1
5.	$a + \text{not } a = 1$	$a. \text{not } a = 0$	Vlastnosti komplementu
6.	$a.0 = 0$	$a + 1 = 1$	Agresivita 0 a 1
7.	$a.a = a$	$a + a = a$	Idempotentnosť
8.	$\text{Not}(\text{not } a) = a$		Dvojitá negácia
9.	$a + a.b = a$	$a.(a + b) = a$	Absorbcia
10.	$a + \text{not } a.b = a + b$	$a.(\text{not } a + b) = a.b$	Absorbcia negácie
11.	$\text{Not}(a + b) = \text{not } a. \text{not } b;$	$\text{Not}(a.b) = \text{not } a + \text{not } b$	de Morganove pravidlá
12.	$a.b + \text{not } a.c + b.c = a.b + \text{not } a.c$	$(a + b).(\text{not } a + c).(b + c) = (a + b).(\text{not } a + c)$	Konsenzus

Booleho pôvodné spracovanie algebry logiky bolo však ešte príliš viazané na číselnú algebru a analýzu. Snažil sa interpretovať v logike i operácie odčítania a delenia, rozvoja logickej funkcie v nekonečné rady, tzv. neurčité výrazy $0:0$ a pod. Neskorší autori nahradili jadro tejto algebry lepšou voľbou základných operácií. V dnešnom poňatí ju spracoval E. Schröder na konci 19. storočia, nazval ju preto právom Booleho menom.

Nová myšlienka, ktorú priniesol Boole, sa na akademickej pôde nestretla okamžite s priaznivou odozvou, ale s kritikou. Našťastie, americký logik Ch.S.Peirce bol o niečo viac otvorený novým myšlienkam, a o dvanásť rokov neskôr Pierce v svojej krátkej reči k vydaniu publikácie opísal Booleho ideu Americkej akadémii umení a vied. Nasledujúcich viac ako 20 rokov strávil jej modifikovaním a rozširovaním, uvedomujúc si potenciál použitia tohto fenoménu pri elektrických

obvodoch, a dokonca navrhol základný elektrický logický obvod. Nikdy ho síce neskonštruoval, ale Booleho algebra bola súčasťou jeho univerzitných prednášok. Boole bol pokrokový už vo svojich časoch, avšak jeho teórie sú dôležité aj v našej dobe.

Súvis booleovská algebry s modernými počítačmi

Booleho myšlienka sa stala základom pre elektronické inžinierstvo– tvorenie logických obvodov a ich použitia takmer vo všetkých nastupujúcich technológiách, dokonca aj satelitné obrázky pochádzajú z jeho práce.

A Boole, hoci prijal medailu od Royal Society, čestný titul doktora práv od univerzity v Dubline, v skutočnosti sa mu nedostalo dostatočného ocenenia za to, čo urobil. Dnes je považovaný za jedného zo zakladateľov informatiky. Bol to génus, ktorý nastavil pozadie pre všetky technologické inovácie, ktoré používame v súčasnej dobe, od digitálneho nahrávania cez televíziu až po internet samotný. Princípy Booleovej algebry boli implementované do elektronických obvodov (v r. 1937 – Claudom Shanonom). Tento spôsob sa nakoniec v roku 1950 stal štandardom v elektrotechnike.

Použitá literatúra:

http://sk.wikipedia.org/wiki/George_Boole

<http://www.tichah.szm.sk/struktury.htm>

<http://www.mcmb.sk/edic/jedinak.pdf>

<http://nika.informacie.sk/historia/historia4.pdf>