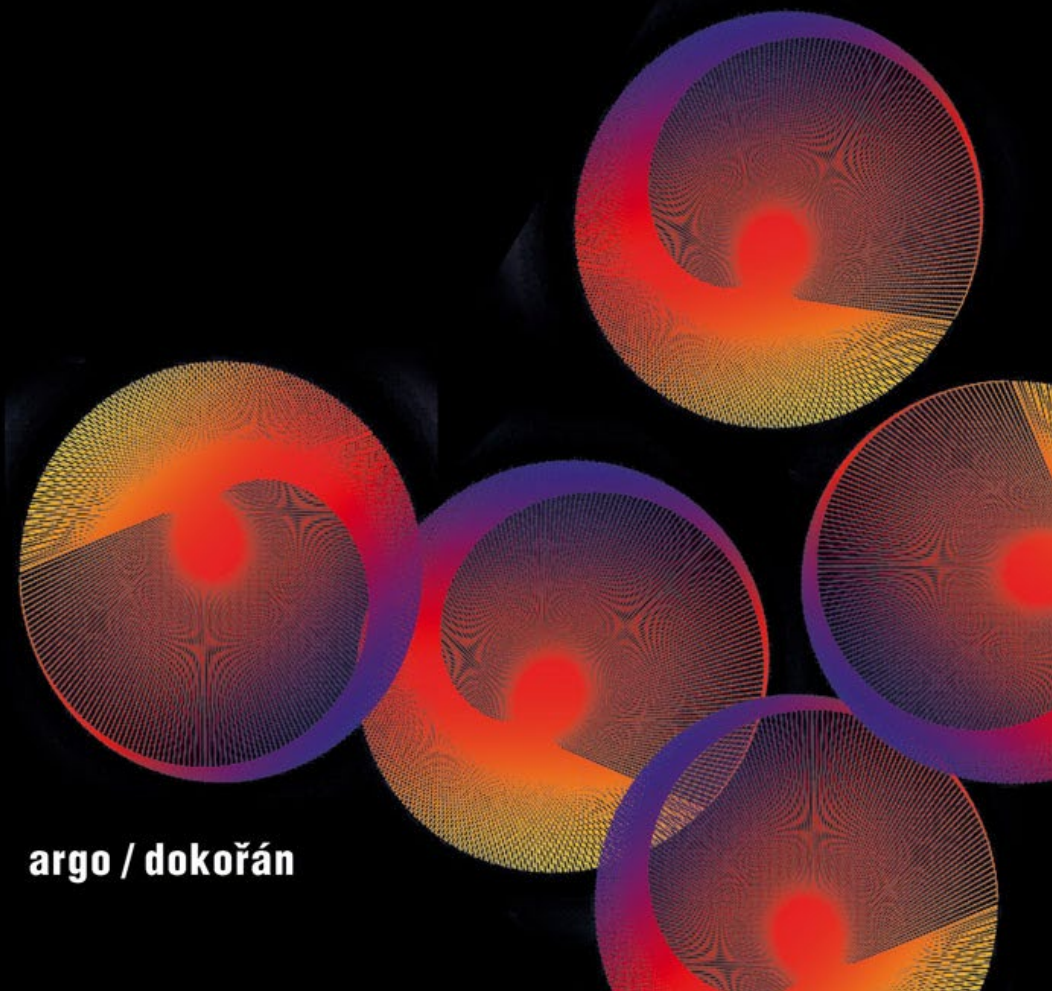
Amir Aczel

DIVOKÁ MYSL

Ze života velkých matematiků



argo / dokořán

Amir Aczel

DIVOKÁ MYSL

Ze života velkých matematiků

ARGO / DOKOŘÁN

Amir Aczel

DIVOKÁ MYSL

Ze života velkých matematiků

A Strange Wilderness © 2011 by Amir D. Aczel
Originally published in 2011 in the United States by
Sterling Publishing Co. Inc. under the title A Strange Wilderness.
This edition has been published by arrangement with Sterling Publishing Co., Inc.,
33 East 17th Street, New York, NY, USA, 10003.

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být
rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez
předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické)
Z anglického originálu *A Strange Wilderness:*
The Lives of the Great Mathematicians
přeložili Jiří Rákosník a Marie Urbanová.
Odpovědní redaktoři Zdeněk a Jan Kárníkovi.
Redakce Klára Soukupová.
Obálka a sazba podle návrhu Pavla Růta
a konverze do elektronické verze Michal Puhač.
Vydalo v roce 2024 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,
Holečkova 9, Praha 5,
dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,
jako svou 1 307. publikaci (447. elektronická).

ISBN 978-80-7675-218-4

Pro Debru

OBSAH

	Předmluva	9
	Úvod	15
ČÁST I.	**ŘECKÉ ZÁKLADY**	
Kapitola 1.	Vše je číslo	21
Kapitola 2.	Platónova akademie	33
Kapitola 3.	Alexandrie	43
ČÁST II.	**VÝCHOD**	
Kapitola 4:	Dům moudrosti	53
Kapitola 5.	Středověká Čína	63
ČÁST III.	**RENESANČNÍ MATEMATIKA**	
Kapitola 6.	Italští rošťáci	71
Kapitola 7.	Kacířství	85
ČÁST IV.	**K INFINITEZIMÁLNÍMU POČTU A JEŠTĚ DÁL**	
Kapitola 8.	Urozený voják	97
Kapitola 9.	Největší rivalita	111
Kapitola 10.	Géniové osvícenství	127
ČÁST V.	**OTŘESY VE FRANCII**	
Kapitola 11.	Napoleonovi matematici	145
Kapitola 12.	Souboj za rozbřesku	159
ČÁST VI.	**K NOVÉ MATEMATICE**	
Kapitola 13.	Nekonečno a duševní choroba	173
Kapitola 14.	Nepravděpodobní hrdinové	185
Kapitola 15.	Nejdivočejší mysl	197
	Poznámky	215
	Seznam literatury	219
	Seznam vyobrazení	227
	Rejstřík	231

PŘEDMLUVA

Do dějin matematiky a životních příběhů matematiků jsem se zamiloval, když jsem si v polovině sedmdesátých let jako student matematiky na Kalifornské univerzitě v Berkeley poprvé zapsal seminář „čisté matematiky". Přednášejícím kurzu reálné analýzy byl známý francouzský matematik Michel Loève. Polský Žid, který se shodou okolností narodil v Jaffě, v osmanské Palestině, pak se přestěhoval do Francie, přežil pobyt v hrůzném koncentračním táboře Drancy (na samém okraji Paříže) a po válce emigroval do Ameriky. Loève byl chodící encyklopedií bohatého intelektuálního života matematiků žijících v Paříži mezi dvěma světovými válkami. Své náročné přednášky – v nichž používal abstraktní matematické prostory a jen vzácně se snížil k tomu, abychom si, jak říkal, „špinili ruce na reálné ose", kde se odehrávaly všechny aplikace – kořenil fascinujícími historkami o životech slavných matematiků, které osobně poznal a s nimiž pracoval. Nové téma otevíral například takto: „Seděli jsme všichni pohromadě v kavárně na bulváru Saint-Michel na levém břehu s výhledem na nádhernou Lucemburskou zahradu, svítilo slunce, když tu Paul Lévy zmínil tajuplnou domněnku od..."

Kromě reálné analýzy nás tak Loève učil i to, že matematici mohou vést vzrušující život, že se rádi scházejí v kavárnách – právě tak jako to dělali Sartre, Simone de Beauvoir a Hemingway – a že tvoří nedílnou součást obecné kultury nebo spíš fascinující subkulturu s vlastními zvláštnostmi a podivnostmi. Natolik mě to zaujalo, že jsem si později, ještě na Kalifornské univerzitě v Berkeley, zapsal seminář o dějinách matematiky vedený věhlasným logikem Jackem Silverem. Tam jsem se dozvěděl, že život matematiků je někdy přímo udivující: třeba se nesmyslně zapletou do velkolepých politických intrik, stanou se obětí vlastního sebeklamu, falšují dokumenty, kradou si navzájem výsledky, vedou odvážné vojenské útoky, mají milostné pletky, umírají v duelu, nebo dokonce provedou ten největší husarský kousek: docela zmizí z povrchu zemského, takže je už nikdo nikdy nenajde. I sám Silver byl poněkud zvláštní matematik: nedbal o svůj zevnějšek, býval rozcuchaný, a když dokončil, co chtěl říct, prostě se otočil na podpatku a odkráčel z posluchárny – žádné „na shledanou", „tak příště", „najdete mě v kabinetu mezi druhou a čtvrtou" ani žádné jiné znamení, že je konec přednášky. Všichni jsme seděli na místě a dívali se jeden na druhého, dokud někdo nebojácný neusoudil, že přednáška skončila, a nezavelel k odchodu. Silver se nejspíš jednoduše vrátil do pracovny a tam pokračoval v práci na své důležité větě z oblasti základů matematiky, kterou téhož roku také dokázal.

Jak postupovala má matematická kariéra, začínal jsem si uvědomovat, že chování, které by se v jiných společenských kruzích mohlo zdát neobvyklé, se v matematickém společenství často považuje za „normální“ a nikdo si na ně neodvažuje stěžovat. Mým rádcem při studiu na univerzitě v Berkeley byl známý topolog John Kelley. Měl jsem Kelleyho jako přednášejícího tak rád, že jsem si nakonec zapsal většinu jeho přednášek. V jeho podání sice vše vypadalo snazší, než doopravdy bylo, ale po jiných stránkách se s jeho přednáškami člověk vyrovnával hůř – mnohé z věcí, které v posluchárně dělal, by mu dnes neprošly. Kelleymu nikdy nechyběla zapálená dýmka v ústech a v sylabu jeho přednášky stálo: „Ve třídě nepřetržitě kouřím, máte-li tedy strach z otravy nikotinem, nezapisujte si můj přednáškový kurs.“ Často si vodil do posluchárny dva obrovské psy (zjevně imunní vůči nikotinu), kteří se před ním složili na podlahu a zahradili uličku, a když se drbali, bylo to jako víření bubnů nebo malé zemětřesení. Kelleyho červená či růžová košile byla vždy poseta politickými plackami a on sám nás nabádal, abychom volili jím preferované kandidáty nebo se angažovali v politických otázkách, na kterých mu záleželo.

Když jsem dostudoval, o několik let později získal doktorský titul a pak strávil jako profesor mnoho let výukou a výzkumem v matematice a statistice, vrátil jsem se ke své rané vášni pro dějiny matematiky. V průběhu posledního desetiletí a půl jsem napsal řadu popularizačních knih o dějinách matematiky a životech matematiků, od Fermata a Descarta po Cantora, Grothendiecka a tajemnou Bourbakiho skupinu. Snažil jsem se v nich ukázat, jak je matematika pevně spjata s obecnou kulturou, vyzdvihnout, co ji dělá jedinečnou, a tudíž odlišnou od jiných disciplín, předvést, jak matematici přemýšlejí a jak vzrušující, zajímavý a dobrodružný mohou vést život. Velmi mě v tomto snažení povzbudilo, když Richard Bernstein, tehdy literární kritik *The New York Times*, popsal v recenzi scénu z pařížské kavárny uvedenou v mé knize *Fermat's Last Theorem* (Velká Fermatova věta) z roku 1996: „Scéna [...] nám připomíná, že na světě je celá řada různých světů, přičemž kněžský kult matematiků, tak tajuplný a většině lidí nepřístupný, patří k těm esotericky zajímavějším.“

Poznání, jak moc mohou být životy matematiků zajímavé, tehdy přilákalo pozornost celé řady autorů beletrie i literatury faktu. Na mezinárodní konferenci ve Vancouveru v roce 2001 se na mne obrátil můj přítel Simon Winchester, autor vynikajících popularizačních knih a oceňovaných bibliografií, a před třemi sty posluchači mi navrhl, abychom společně napsali biografii Évarista Galoise, francouzského matematika z 19. století, který vytvořil pozoruhodnou algebraickou teorii a pak ve dvaceti letech zemřel v nesmyslném duelu. Posluchači nadšeně tleskali, když jsme dohodu stvrzovali potřesením rukou. Kniha se – alespoň zatím – nestala skutečností, Simonovi jsem však nesmírně vděčný, že mi dal podnět zkoumat Galoisův život, o němž obšírně hovořím v jedné z kapitol této knihy.

Na události bohaté životy nejvýznamnějších matematiků zvábily i slavné romanopisce. Když v roce 2006 vyšel italský překlad mé knihy *Descartes's Secret Notebook* (Descartův tajný sešit), Umberto Eco věnoval jeho podrobné kritice svůj týdenní sloupek v italských novinách *L'Espresso* a poukázal v něm na řadu zajímavých otázek. Když jsem mu v dopise odpověděl, pozval mě, abych ho v Miláně navštívil a pohovořil s ním o Descartově životě. Nikdy nezapomenu na zážitek, kdy jsem s ním stál v jeho knihovně, která čítala třicet tisíc svazků a zabírala většinu prostoru v jeho bytě, a při skleničce calvadosu listoval rukopisy o Descartově životě napsanými v 17. století. Tématem jedné z kapitol této knihy je právě tento francouzský filozof.

Tři roky poté, co roku 2000 vyšla má kniha *The Mystery of the Aleph* (Tajemství alefu) o těžkém životě německého matematika Georga Cantora a jeho ohromujícím objevu, že existují různé úrovně nekonečna, napsal vlastní biografii tohoto velikého matematika spisovatel David Foster Wallace. Cantor často pracoval ve stavu jakéhosi šílenství a procházel obdobími deprese. Ve skutečnosti se možná tyto temné nálady příliš nelišily od záchvatů deprese, jaké měl sám Wallace a které údajně zavinily jeho sebevraždu. V rozhovoru pro *Boston Globe* v roce 2003 ovšem Wallace odmítl jakoukoliv spojitost mezi nadáním a šílenstvím a distancoval se od Cantorových duševních problémů s tím, že se nechce řídit mým přístupem a pohlížet na Cantorovu matematiku v souvislosti s psychologií. Řekl, že jeho kniha zkoumá věci z jiného úhlu. Když ale roku 1918 Cantor umíral v Halle v psychiatrické léčebně, byl zrovna uprostřed práce na matematicky nemožném problému zvaném hypotéza kontinua. Jeho psychika byla ve skutečnosti od jeho matematické práce neodlučitelná: Cantor ke konci života povýšil hypotézu kontinua na osobní dogma, „Bohem nařízené". Psychiatrickou kliniku, kde strávil poslední roky života a kde nakonec zemřel, jsem před několika lety navštívil. Po sto letech v budově v hospodářsky méně rozvinuté části Německa stále fungovala nemocnice. Stál jsem přímo v pokoji, kde se Cantor věnoval matematice. Viděl jsem vanu s nohami jako pracky, do níž byl nucen se na dlouhé hodiny ponořovat, aby „léčil" svou depresi. A četl jsem nemocniční záznamy o jeho opakovaném přijímání a propuštění od konce 19. století do roku 1918, kdy v tomto zařízení zemřel vyhladověním. O životě Georga Cantora pojednává další kapitola této knihy a jsem vděčný zesnulému Davidu Fosterovi Wallacovi za to, že upozornil na otázku vztahu mezi psychikou a pokusy rozlousknout nesmírnou složitost nekonečna.

Chvíli poté, co v roce 2006 vyšla má kniha *Umělec a matematik* o životě matematiků Andrého Weila a Alexandra Grothendiecka a také o tajné matematické skupině nazvané Bourbaki, vydala Andrého dcera Sylvie Weilová dojemnou knihu vzpomínek na život se slavným otcem a tetou. Její teta byla filozofka Simone Weilová, která bratra často doprovázela na matematické konference

Bourbakiho skupiny a vysloužila si láskyplnou přezdívku „Bourbakiho matka". Při návštěvě v Bostonu v roce 2011 mi Sylvie laskavě sdělila řadu podrobností, které jsem o životě jejího otce nevěděl. Jsem jí za její vstřícnost vděčný. O Andrém Weilovi se mluví v poslední kapitole této knihy.

Tu jsem případně nazval „Nejdivočejší mysl" a zabývá se také životem Alexandra Grothendiecka – matematika, kterému se podařilo dokonale zmizet z našeho světa, když se schoval kdesi v lesích na úpatích vysokých Pyrenejí, které tvoří hranici mezi Francií a Španělskem. Děkuji Pierru Cartierovi, přednímu francouzskému matematikovi a členu Bourbakiho skupiny, že se se mnou podělil o detaily Grothendieckova života i o fascinující historky o Bourbakiho zrození a společné práci. Další podrobnosti o Grothendieckově životě mi odhalili dva v Paříži žijící matematici, kteří však trvali na anonymitě.

Výzkum nezbytný pro napsání této knihy byl pro mě coby autora jedním z největších dobrodružství v životě. Zavedl mě do vzdálených koutů světa, na ostrov Samos, kde se narodil Pythagoras, do jižní Itálie, Pekingu, Dillí a na nesčetná místa v Evropě – to vše po stopách spletitých detailů týkajících se životů velkých matematiků. Děkuji svým dobrým přátelům matematikům Marině Villeové a Scottu Petrackovi za pomoc a za rozhovory o matematice a životních příbězích některých z matematiků, které v této knize popisuji. Jsem zavázán Barrymu Mazurovi z Harvardu, Akihirovi Kanamorimu z Bostonské univerzity, Goru Shimurovi z Princetonu, Kenu Ribetovi z Berkeley a Saharonu Šelachovi z Hebrejské univerzity za fascinující detaily z matematiky a jejích dějin.

Vřelé díky patří mému příteli a agentovi Albertu Zuckermanovi, předsedovi Writers House, za jeho pobízení, rady a podporu během celého procesu psaní této knihy. Jsem nesmírně vděčný svým redaktorům z nakladatelství Sterling Michaelu Fragnitovi a Melanii Maddenové, kteří jako první přišli s nápadem, abych napsal knihu o životech velkých matematiků. Melaniina vynikající redakce jednotlivých fází rukopisu proměnila hrubý náčrt v celistvou knihu. Melanie má tu správnou vizi, jak zorganizovat spletitou látku do částí, kapitol a oddílů tak, aby příběhy oživly a jejich hrdinové zazářili. Moudře mi ukázala, co potřebuje dovysvětlit nebo rozšířit a co je lepší vynechat, a já jsem jí za její ohromný vhled a talent velice zavázán.

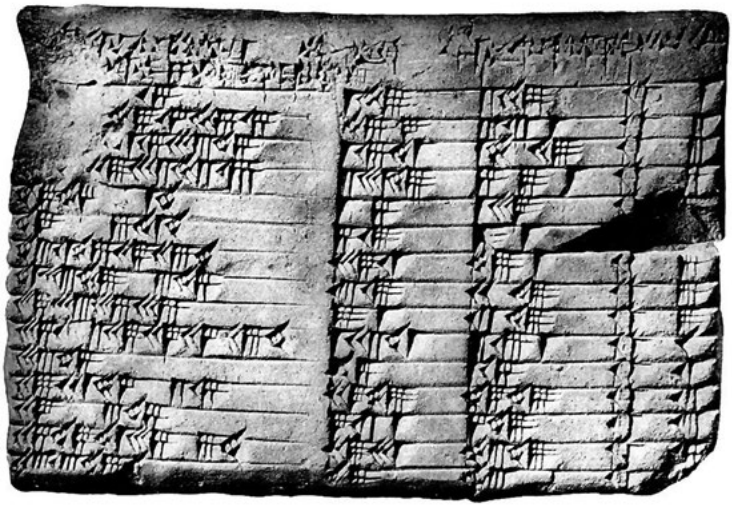
Na závěr děkuji své ženě Debře a dceři Miriam za nadšení pro tento projekt a za mnoho užitečných doporučení a nápadů. Doufám, že se životní příběhy velikých mužů a žen, o kterých se mluví v této knize, tedy největších matematiků historie, budou čtenáři líbit.

Obr. 1: Při návštěvě egyptských pyramid v Gíze v 7. století př. n. l. zformuloval řecký filozof Thales první matematickou větu v dějinách.

ÚVOD

Náš příběh začíná asi před pěti tisíci lety v egyptské a mezopotamské civilizaci. Tato dvě starověká centra lidského osídlení se nazývají říční, protože vznikla v údolích mohutných řek: u velkého Nilu v případě Egypta a u Tigridu a Eufratu v případě Mezopotámie. Tato údolí nabízela úrodnou zem pro rozvoj zemědělství, což byl klíčový technologický pokrok s původem v údolí řeky Jordánu asi před jedenácti tisíci let. První matematici – lidé, jejichž práce spočívala v provádění elementárních odhadů – byli „natahovači lan" z nilského údolí, kteří vytyčovali hranice mezi poli různých vlastníků poté, co Nil ustoupil po každoročních záplavách. V souvislosti s těmito úkoly se rozvinuly první geometrické představy. Natahování lan v plochém terénu, jakým bylo nilské údolí, vedlo k prvním nápadům v oboru, kterému dnes říkáme eukleidovská geometrie podle Eukleida z Alexandrie, jenž žil o mnoho let později. Je to táž geometrie přímek, kterou se dnes učíme ve škole.

Podobně vedla k rozvoji matematiky i pozorování hvězd a planet, která prováděli učenci v Egyptě a Mezopotámii. Babyloňané, Asyřané a další obyvatelé úrodného půlměsíce si vedli rozsáhlé záznamy o astronomických jevech, jako jsou zatmění Slunce, pohyby planet a pozice hvězd. Rozbory těchto dat



Obr. 2: Tabulka s klínovým písmem Plimpton 322 obsahující patnáct pythagorejských trojic byla objevena na místě někdejšího sumerského města Larsa nedaleko města Násiríja v Iráku. Doba jejího vzniku se odhaduje na období kolem roku 1800 př. n. l.

vedly k základnímu rozvoji výpočtů. Kvůli obchodu, penězům a astronomii byla v Mezopotámii zavedena šedesátková soustava. Mezopotámská šedesátková soustava je sice mnohem složitější než naše současná soustava desítková, ale její pozůstatky vidíme dodnes na hodinách a v geometrických a trigonometrických výpočtech (například jedna hodina má šedesát minut, jedna minuta šedesát sekund a kruh má 360 [6 × 60] stupňů). Přes svoji krkolomnost umožnila tato číselná soustava obyvatelům Mezopotámie před tisíci let porozumět druhým mocninám a odmocninám a dalším pojmům.

Na babylonských a asyrských hliněných tabulkách najdeme celou řadu raných matematických objevů. Například na slavné tabulce Plimpton 322 stojí seznam patnácti „pythagorejských trojic" – skupin tří čísel takových, že součet druhých mocnin prvních dvou se rovná druhé mocnině třetího (například $3^2 + 4^2 = 5^2$). Na základě této i dalších tabulek – včetně tabulky vystavené v Louvru, na níž je geometrický nákres pozoruhodně podobný grafickému znázornění toho, co se nazývá Pythagorova věta – nabyli mnozí historikové přesvědčení, že věta, kterou dnes připisujeme Pythagorovi, žijícímu alespoň o dvanáct století později, byla odvozena již ve starověké Mezopotámii.

Zatímco obyvatelé Mezopotámie vytlačovali klínová písmena do měkké hlíny, kterou pak upekli na slunci, Egypťané vynalezli k uchovávání záznamů jinou

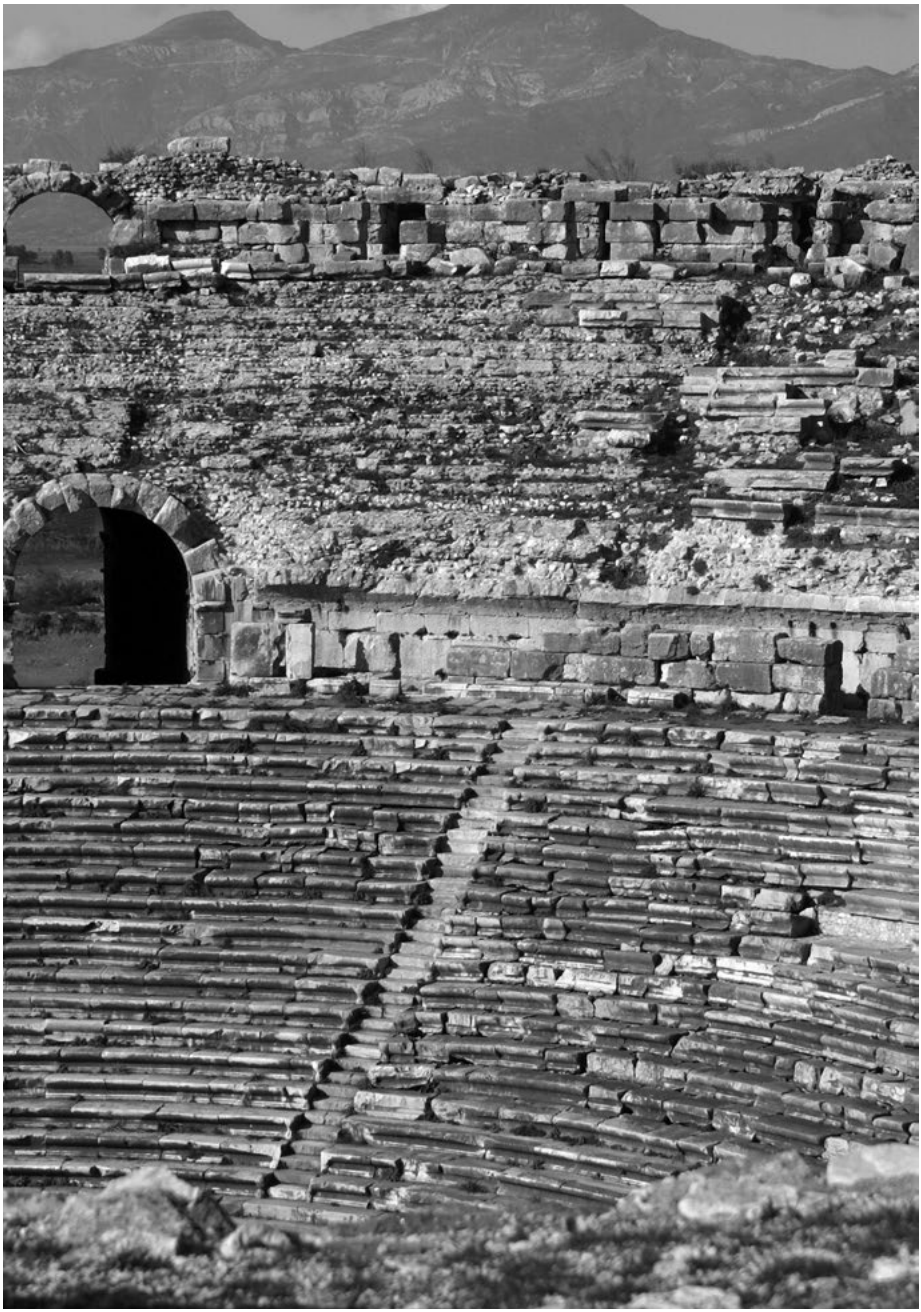
Obr. 3: Ahmesův papyrus byl napsán ve Vasetu, jemuž později Řekové říkali Théby, za druhé přechodné doby dějin Egypta (asi 1650–1550 př. n. l.). V jeho úvodu stojí, že papyrus nabízí „přesné výpočty pro zkoumání a poznání všech věcí".

technologii. Vyráběli papyrus, a sice tak, že stébla šáchoru rostoucího na nilských březích nařezali na proužky, ty poskládali vedle sebe do dvou vrstev, čímž vznikl papyrus, na který psali rákosovým perem a inkoustem na uhelné bázi. Na Ahmesově papyru, pojmenovaném po písaři, který jej napsal (známém také jako Rhindův matematický papyrus podle skotského sběratele, který jej v 19. století koupil od egyptského starožitníka), najdeme mnoho příkladů z aritmetiky, algebry a geometrie, včetně různých řešení rovnic a jednoduchých matematických úloh souvisejících s obchodem a dalšími oblastmi života.

Také starověká Indie měla plodné matematické společenství, které zkoumalo elementární výpočty užitečné v každodenním životě a v astronomii. Číslice, které dnes používáme, se vyvinuly z raných číslic indických matematiků. Ale prvními matematiky, o kterých něco víme a kteří z matematiky udělali abstraktní, mocnou vědu a umění, byli staří Řekové.

ČÁST I.

ŘECKÉ ZÁKLADY



Obr. 4: Milétos ležící na území dnešního Turecka je rodným místem slavného řeckého matematika a filozofa Thaleta. Antické divadlo bylo postaveno ve 4. století př. n. l. a rozšířeno v době Římanů.

KAPITOLA 1

VŠE JE ČÍSLO

Práce řeckých matematiků změnila charakter rané babylonské a egyptské matematiky, odvedla ji dál od řešení praktických úloh, které vyvstávaly v astronomii i každodenním životě, a učinila z ní abstraktní disciplínu. Vytvořením čisté matematiky – matematiky nezávislé na různých potřebných aplikacích, představující čiré poznání – udělali Řekové přelomový a nádherný intelektuální krok vpřed.

THALES Z MILÉTU

Matematika v té podobě, v jaké ji známe dnes, začala u slavného řeckého matematika Thaleta (asi 624–548 př. n. l.). Milétos patřil mezi první svobodné městské státy v řecké oblasti, která zaujímala velkou část východního Středomoří a široce vzato sahala od Anatolie až po jižní Itálii a Egypt, včetně mezi nimi položených ostrovů. Nacházel se na anatolském pobřeží a byl jednou z nejstarších a nejzámožnějších řeckých osad své doby.

Thales bývá často označován za prvního filozofa. Je také znám svým slavným heslem „Poznej sám sebe“, které bylo dokonce vytesáno do kamenného vstupu delfské věštírny, posvátného místa, kam Řekové chodili pro rady od svých bohů. Thales byl také jedním ze sedmi řeckých mudrců, ačkoli podle historika Plutarcha ostatní převyšoval. Plutarchos v knize o Solonovi, dalším ze sedmi mudrců, o Thaletovi říká: „Vůbec se zdá, že v tomto oboru jediný Thales dospěl teoretickým uvažováním za hranice praktické potřeby. Ostatní mudrci dosáhli tohoto čestného pojmenování pro svou zdatnost politickou.“[1]

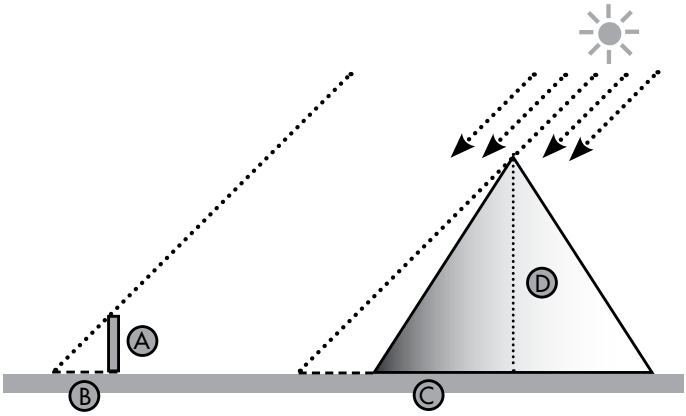
Snadno zapomínáme, jak staré civilizace Egypta a Mezopotámie jsou, a to i v porovnání s tou řeckou, již považujeme za prastarou. V Thaletově době, tedy v 7. století před naším letopočtem, již byly Egypt a Mezopotámie dva tisíce let staré. Tak jako dnes jezdí turisté třeba do Říma nebo do Athén, aby si prohlédli úchvatné ruiny Fora Romana, Kolosea nebo akropolského Parthenonu, cestovali římští a řečtí současníci těchto památek do Egypta podívat se na pyramidy a vstřebat egyptskou kulturu. Například obelisky, které jsou k vidění v Římě, dokládají, jak moc měli Římané v oblibě egyptské artefakty – tak se jim líbily, že se rozhodli přivézt si některé domů. Obelisk na Place de la Concorde v Paříži ukazuje hrabivost mnohem pozdějšího návštěvníka Egypta: francouzského císaře Napoleona, který sem přitáhl na dobyvačné výpravě v roce 1798 (spolu se dvěma matematiky, jak později uvidíme) a zemi vyraboval.

Podobně jako další mladí Řekové se zájmem o filozofii a kulturu se Thales vydal do Egypta, kde měl příležitost uplatňovat důmyslnou matematiku a při návštěvě pyramid navrhnout první známou matematickou větu v historii.[2]

Thales stál u Gízy, v pouštní planině západně od Nilu, a hleděl na ohromující Velkou Cheopsovu pyramidu, pojmenovanou po faraónovi Chufuovi (v Řecku známém jako Cheops), pro jehož pohřeb byla postavena. Obrovitá hrobka byla dokončena okolo roku 2560 př. n. l., takže v době, kdy Thales tuto masivní stavbu navštívil – tehdy stále ještě co do hmoty největší a ještě na dlouho také nejvyšší památku na Zemi –, byla pyramida dva tisíce let stará. Velká pyramida byla jedním ze sedmi divů starověkého světa a je jediným, který stojí dodnes.

Největší a nejvyšší – a jak víme, také nejstarší – ze tří gízských pyramid Thaletovi učarovala. Jako zvědavý návštěvník se přirozeně ptal, jak je pyramida vysoká, ale nikdo nevěděl. Ptal se kněží, ale ani ti neměli ponětí. Thales se tedy rozhodl, že její výšku změří, aniž by přitom musel na pyramidu vylézt. Bylo to v té době něco zdánlivě nemyslitelného. Jak tedy takový výpočet ze země provést?

Velká pyramida má čtvercovou základnu a každá z jejích čtyř stěn je dokonale orientována na jednu ze světových stran, na sever, jih, východ a západ. Hieronymos, žák řeckého filozofa Aristotela, který žil o dvě století později, popsal, co následovalo. Ve 3. století našeho letopočtu ho cituje historik Diogenes Laertios: „Hieronymos o něm praví, že vypočítal výšku pyramid podle jejich stínu, změřiv je právě v tom čase, když náš stín má stejnou velikost jako naše tělo.“[3] Thales věděl, jak je vysoký, takže si počkal na okamžik, kdy se jeho stín přesně rovnal jeho výšce, a tehdy změřil délku stínu vrhaného Velkou pyramidou. Jeho úvaha

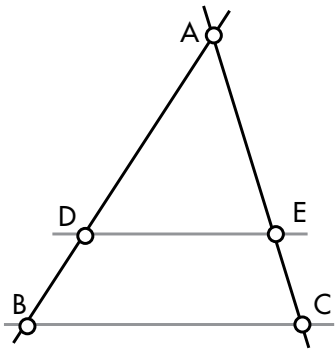


Obr. 5: Na obrázku je znázorněno, jak mohl Thales vypočítat výšku Cheopsovy pyramidy pomocí tyče výšky *A* vrhající stín délky *B*. Po výpočtu poměru *A/B* mohl změřit délku stínu pyramidy a přičíst k ní polovinu základny pyramidy (na obrázku dohromady *C*). K tomu, aby získal výšku pyramidy *D*, pak stačilo *C* vynásobit poměrem *A/B* .

se zdá prostá, ale musíme vzít v potaz jisté překážky. Na rozdíl od stožáru nebo třeba obelisku, jaký Thales nepochybně mnohokrát viděl, má pyramida velkou hmotu. Protože má širokou čtvercovou základnu, pak je-li slunce vysoko na obloze, pyramida nevrhá stín na zem, nýbrž na své úbočí. Jelikož však je jedna z jejích stran obrácena přesně na sever, pak je-li slunce dostatečně nízko nad jižním obzorem, stín přesáhne plochu její základny. A když bude zároveň slunce v zenitu – v nejvyšším bodě své pouti po obloze –, stín bude kolmý k severní straně základny. Kdy však dané podmínky umožní, aby byl stín předmětu roven jeho výšce? K tomu dojde, když sluneční paprsky dopadají pod úhlem 45 stupňů, a to dvakrát za rok. V Gíze je to 21. listopadu a 20. ledna.

Musel však tak skvělý matematik, jako byl Thales, čekat na jeden z těchto dní? Nejspíš ne. Plutarchos v 1. století našeho letopočtu nabízí pravděpodobnější scénář. Ve smyšleném rozhovoru mezi řeckým učencem zvaným Neiloxenos a Thaletem první z nich říká s odkazem na faraóna Ahmose II., který v té době vládl Egyptu: „Kromě dalších tvých činů se mu [faraonovi] obzvlášť líbilo tvé měření pyramidy, když jsi bez obtíží a bez pomoci jakéhokoliv nástroje jednoduše na vrcholu stínu pyramidy vztyčil tyč, čímž jsi působením slunečních paprsků vytvořil dva trojúhelníky a ukázal tak, že pyramida je k tyči ve stejném poměru jako jeden stín ke druhému.“[4] Tento výpočet obchází podmínku, aby byl stín roven výšce předmětu, tj. sluneční paprsky nemusejí dopadat pod úhlem 45 stupňů – ale stín musí být delší než polovina základny pyramidy. K délce stínu pyramidy je třeba ještě přičíst polovinu délky její základny a použít poměrný násobek. Měří-li například stín metrové tyče dva metry, pak výšku pyramidy dostaneme, když délku jejího stínu (zvětšenou o polovinu délky její základny) rozpůlíme. Když Thales uplatnil tuto metodu, došel k výšce 280 egyptských královských loktů, což je přibližně 146,6 metru (od té doby se však pyramida pravděpodobně vlivem eroze trochu zmenšila). Kdyby byl Thales použil prvně popsanou metodu v jednom ze dvou zmíněných dní, kdy sluneční paprsky dopadají pod úhlem 45 stupňů, pak by pyramida při dnešních rozměrech, tj. se základnou o délce 230,4 metru, z čehož polovina dělá 115,2 metru, vrhala stín přesahující základnu o 31,4 metru.

Ale právě Thaletova schopnost provést výpočet v libovolný den, kdy je stín delší než polovina základny, pomocí činitele úměrnosti, ho přivedla k jeho krásné větě – k první matematické větě v dějinách. Byla sice motivována úlohou z reálného světa,



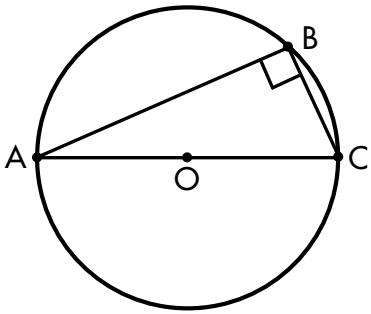
Obr. 6: Znázornění Thaletovy věty na obrázku je zobecněním jeho postupu výpočtu výšky pyramidy: DE/BC = AE/AC = AD/AB.

je však abstraktním matematickým tvrzením. Na obrázku 6 vidíme, že dvě rovnoběžné přímky protnuté dvěma různoběžkami vytnou úsečky, jejichž délky jsou k sobě v témže poměru, a ilustrují tak Thaletovu větu.

Mezi další Thaletovy věty patří také tvrzení, že úhly při základně rovnoramenného trojúhelníku jsou shodné a že kružnici půlí její průměr. Do té doby byly klíčovými prvky geometrie délka, šířka a objem. Thales ovšem větší pozornost než studii čísel věnoval krásným geometrickým větám a byl prvním matematikem, který považoval úhly za důležité pro geometrická zkoumání. Odhalil klíčovou souvislost mezi trojúhelníky a kružnicemi, když ukázal, že každý trojúhelník odpovídá kružnici *opsané*, která prochází všemi jeho vrcholy. Tak dokázal, že třemi body, které neleží na téže přímce, prochází právě jedna kružnice. Navíc ukázal, že úhel sevřený dvěma úsečkami spojujícími koncové body průměru s libovolným dalším bodem na kružnici je pravý.

Kromě toho, že byl Thales první „čistý" matematik v tom smyslu, že navrhl a dokázal abstraktní věty, byl také prvním řeckým astronomem. Jednoho dne se tak pohroužil do pozorování hvězd, že naslepo udělal pár kroků a spadl do studny. „Chytrá a hezká thrácká služka", která šla kolem a pomohla mu vylézt, ho pokárala, „že se snaží znát věci na nebi, ale co je před ním u jeho nohou, mu zůstává neznámo".[5]

Jako astronom byl Thales tak schopný, že dokázal předpovědět zatmění Slunce. Dokonce se mu připisuje, že předpověděl úplné zatmění Slunce, které nastalo v jeho části Řecka 28. května roku 585 př. n. l. Jak ukázal historik řecké matematiky sir Thomas Heath, Thaletova předpověď se pravděpodobně zakládala na poznatcích Babyloňanů, kteří již po staletí zaznamenávali sluneční zatmění, jež se objevovala každých 223 novů. O 223 novů dříve, tedy asi o osmnáct let, zjevně v dané oblasti již zatmění nastalo. O tomto poznatku se Thales pravděpodobně dozvěděl od svých kontaktů v Egyptě. Také se o něm ví, že se věnoval výzkumu slunovratů a rovnodenností.[6]



Obr. 7: Thaletova věta říká, že když body A, B a C leží na kružnici a AC je jejím průměrem, pak je AC přeponou pravoúhlého trojúhelníku ACB.