lonem z Thyany[77] *jako výsledky vnitřního proplétání ploch všech druhů a vykazují řadu úžasných vlastností.* [...] *Další křivky tohoto druhu jsou spirály, kvadratrix, konchoidy a kisoidy.* [Tho80a, str.347–350]

Z Pappova textu je patrné, že mnohé znalosti o křivkách se nám ze starověku bohužel nedochovaly.

Komentování klasických spisů bylo v té době hlavní náplní učenců, nové práce vznikaly ojediněle a byly to spíše kompiláty – např. Serenus napsal dvě krátká kompilovaná pojednání *O řezu válce* a *O řezu kužele.* Z mnoha komentátorů ještě připomeňme alespoň Theona z Alexandrie, který komentoval *Základy* a *Almagest.*

V prvním období Byzantské říše se pěstovala matematika v Athénské a Alexandrijské škole. Vynikající komentátor řeckých klasiků Proklos vedl až do své smrti Athénskou akademii a jeho žák Ammonios vedl až do své smrti roku 515 Alexandrijskou školu. Žákem Ammonia byl významný komentátor Apollóniova spisu *O kuželosečkách* Eutokios z Askalónu. Z jeho komentářů k první knize Eukleidových základů se dozvídáme i mnohé historické údaje.[78]

2.3. Přínos antiky k teorii křivek

Nejjednodušší křivky – ***přímka*** a ***kružnice***, geometrické objekty z nich vytvořené, jejich vlastnosti a vzájemné vztahy byly předmětem zájmu všech starověkých geometrů. Dnes to dosvědčují v geometrii běžně užívané termíny – např. Thaletova kružnice, Thaletova věta, Pythagorova věta, Hippokratovy měsíčky, věty Eukleidovy, Apollóniovy úlohy apod. Mnohé bylo už ve 3. stol. př. Kr. zahrnuto do axiomaticky budovaných Eukleidových *Základů*, ale převedením kružnice na část přímky (úsečku) stejné délky – tzv. rektifikací kružnice – pomocí pravítka a kružítka se zabývalo mnoho starověkých geometrů bez úspěchu (viz poznámka na straně 40).

Kromě přímky a kružnice byly ve starověku (během zhruba tisíce let) popsány některé speciální křivky – ***Hippiova kvadratrix, parabola, hyperbola, elipsa, Nikomedova konchoida, Dioklova kisoida, Archimedova spirála*** a několik málo křivek prostorových

[77]Bohužel nic dalšího o těchto autorech není známo. Pouze Demetria zmiňuje Dyogenes Laertius jako filozofa–cynika, který žil kolem roku 300 př. Kr. Viz [Tho80a, str. 349].

[78]Morrow, G. R.: *Proclus. A Commentary on the First Book of Euclid's Elements*, Princeton University Press.

(viz odstavec 2.2.8). Na první pohled by se mohlo zdát zarážející, že nebyly popsány žádné poměrně jednoduché (z našeho dnešního pohledu) křivky jako je např. kubická parabola, ale na druhé straně byla objevena transcendentní kvadratrix a jiné složitější křivky. Navíc až na kuželosečky byly velmi málo vyšetřovány vlastnosti objevených křivek. Z dnešního pohledu je překvapivý i fakt, že Řekové popisovali (v převážné většině případů) jen část toho, co pod těmito křivkami vidíme v dnešní době – např. část Hippiovy kvadratrix uvnitř čtverce, část Dioklovy kisoidy uvnitř kružnice apod. Tuto konečnou část chápali jako jeden objekt nikoliv jako nekonečnou množinu bodů, kterou těmito křivkami rozumíme dnes.

Zvláštní postavení mezi popsanými křivkami zaujímají elipsa, hyperbola a parabola, u nichž došlo k jistému zobecnění – všechny byly popsány jako řezy na kuželi a byla vybudována teorie kuželoseček završená dílem Apollónia (str. 50). Téměř dva tisíce let se nedostalo teorii kuželoseček žádného dalšího rozpracování ani odezvy v praxi (viz str. 118). Podle dochovaných pramenů k pokusům o zobecnění u jiných křivek či dokonce k úvahám o pojmu křivka jako takovém nedošlo, ačkoliv pojmová logika byla zvláště v některých školách velmi pěstovaná. Jediná věta pozoruhodně obecného charakteru se vyskytuje v Eukleidových *Základech*
2. Čára pak délka bez šířky. [Ser07, str. 1]

Tato věta, jak jsme ukázali v odstavci 2.2.1, může být považována za první obecnou definici křivky a ještě se k ní budeme vracet.

Pokusme se nyní objasnit charakteristiky studia křivek v období antiky. V předcházejících odstavcích této kapitoly jsme mimo jiné popsali podněty, které vedly k objevení téměř všech speciálních křivek ve starověku. Tímto společným podnětem byla snaha najít řešení některého ze tří proslulých problémů (str. 40). Omezená část, kterou starověcí geometři popisovali, byla pak postačující k dosažení cíle – k řešení daného problému. Dále si musíme uvědomit, že se starověkým učencům nepodařilo vyjádřit v logice pojmů rozpor mezi pohybem, prostorem a časem, na který narazil Zenon už v 5. stol. př. Kr. (str. 38), tj. v době, kdy byla popsána první známá křivka po kružnici a přímce – Hippiova kvadratrix. Snažili se proto v precizně budované geometrii pohybu vyhýbat. Je zřejmé, že tato skutečnost příliš nepodporovala studium křivek, z nichž mnoho, jak jsme ukázali, bylo konstruováno právě mechanicky – na základě pohybu a nebylo možno je sestrojit euklidovkou konstrukcí. To bylo s největší pravděpodobností také důvodem, proč nebyla teorie kuželoseček zařazena do Eukleidových *Základů*, ačkoliv byla v té době již bezesporu rozpracována. I když někteří s pohybem „pracují" (např. Archimedes, definice spirály pomocí pohybu apod.), ostré kritiky mechanických úvah v geometrii se objevují po celé období antiky (např. Sporus kritizoval ve 3. stol. po Kr. Hippiovu kvadratrix – str. 47 apod.) Podobný postoj jako k pohybu zaujímali i k nekonečnu. V neposlední řadě jejich představa křivky odpovídá jejich pojetí všech geometrických objektů (viz str. 38).

Tomuto přístupu odpovídá i rozdělení křivek na geometrické a mechanické, které kritizoval až Descartes v 17. století (viz str. 113).

Ačkoliv během starověku nedošlo k žádnému systematickému zkoumání křivek, jednotlivě popisované křivky a zejména teorie kuželoseček se staly základem pro obrození geometrie v době renesance. Především z těchto poznatků vycházejí kořeny Descartovy geometrie a následného expanzivního studia křivek v 17. století.

Na závěr shrneme hlavní aspekty studia křivek ve starověku do několika bodů (viz tabulka 2.4) a v dalších kapitolách budeme sledovat, jak se tyto charakteristiky budou během vývoje měnit.

1. Snaha najít řešení některého ze tří proslulých starověkých problémů je (téměř) jediným podnětem, který vedl k objevení křivek.
2. Popisována většinou jen část křivky.
3. Navzdory vysoké úrovni geometrických znalostí systematicky vyšetřovány vlastnosti křivek jen u přímky a kružnice (později u kuželoseček – Apollónios).
4. Z geometrických úvah o křivkách dlouho vylučován pohyb.
5. Křivky chápány (až na výjimky) jako konečné objekty nikoliv jako nekonečné množiny bodů.
6. Až na teorii kuželoseček nevytvořeno žádné zobecnění.

Tabulka 2.5: Hlavní charakteristiky studia křivek během starověku

Literatura

[Apo90] Apollónius z Pergy. *Apollonius Conics Books V to VII (The Arabic Translation of the Lost Greek Original in the Version of the Banú Músa).* Springer-Verlag, New York, 1990. (překlad a komentáře G. J. Toomer).

[Beč01] Bečvář, J. a kol. *Matematika ve středověké Evropě*, svazek 19 v *Dějiny matematiky.* Prometheus, Praha, 2001.

[Beč02] Bečvářová, M. *Eukleidovy Základy, jejich vydání a překlady*, svazek 20 v *Dějiny matematiky.* Prometheus, Praha, 2002.

[Des37] Descartes, R. *The geometry of Rene Descartes.* Leiden, 1637. (z francouzštiny a latiny přeložil do angličtiny David Eugene Smith a Marcia L. Latham, Chicago 1925; přetisk: Dover Publications, New York, 1954).

[Far50] Farrington, B. *Věda ve starém Řecku a její význam pro nás I. Od Thaleta k Aristotelovi.* Rovnost, Praha, 1950.

[Fuc93] Fuchs, E.–Bečvář, J., ed. *Historie matematiky I*, svazek 1 v *Dějiny matematiky.* JČMF, Praha, 1993.

[Gel04] Geldard, R. G. *Esoterické Řecko.* Eminent, Praha, 2004. (překlad Souček J.).

[Gra94] Grattan–Guinness, I., ed. *Companion Encyklopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences.* Routledge, London, 1994.

[Hei33] Heidel, W. A. *The Heroic Age of Science.* Washington, 1933.

[Hra98] Hradečný, P.–Dostálová, R. *Dějiny Řecka.* Lidové noviny, 1998.

[Kat98] Katz, V. J. *A history of mathematics: an introduction.* Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., 2. vydání, 1998.

[Kli14] Kliem, F. *Archimedes' Werke.* Berlin, 1914.

[Koč03] Kočandrlová, M. O kružnici. *Učitel matematiky*, 1, 10–16, 2003.

[Kol68] Kolman, A. *Dějiny matematiky ve starověku.* Academia, Praha, 1968.

[Neu49] Neugebauer, O. The astronomical origin of the theory of conic section. *Isis*, 40, 124, 1949.

[Pla93] Platon. *Ústava*, svazek 65 v *Antická knihovna.* Svoboda – Libertas, Praha, 1993. (přeložil Radislav Hošek, 1990).

[Sar93] Sarton, G. *Ancient Science Through The Golden Age Of Greece.* Dover Publications, Inc., New York, 1993. 1. vydání 1952, The Harvard University Press, Cambridge.

[Ser07] Servít, F. *Eukleidovy Základy (Elementa).* Nákladem Jednoty českých mathematiků, Praha, 1907.

[Str63] Struik, D. J. *Dějiny matematiky.* Praha, 1963. (z angl. originálu A Concise History of Mathematics, G. Bell and Sons Ltd., London, 1956, přeložili Nový, L.-Folta, J.).

[Tho80a] Thomas, I. *Greek Mathematics (From Thales To Euclid)*, svazek 1. Harvard University Press, London, 1939 (reprinted 1951, 1957, 1968, 1980).

[Tho80b] Thomas, I. *Greek Mathematics (From Aristarchus to Pappus)*, svazek 2. Harvard University Press, London, 1941 (reprinted 1951, 1957, 1968, 1980).

[Vit79] Vitruvius. *Deset knih o architektuře.* Svoboda, Praha, 1979.

[Vop89] Vopěnka, P. *Rozpravy s geometrií.* Academia, Praha, 1989.