

# Archimédés

---

Jindřich Bečvář

Archimédés – život a dílo

In: Zdeněk Halas (editor); Jindřich Bečvář (author); Martina Bečvářová (author); Zdeněk Halas (author); Tereza Bártlová (author); Vlasta Moravcová (author): Archimédés. Několik pohledů do jeho života a díla. (Czech). Praha: MATFYZPRESS, Vydavatelství Matematicko-fyzikální fakulty v Praze, 2012. pp. 9–[22].

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/402374>

## Terms of use:

- © Matfyzpress
- © Halas, Zdeněk
- © Bečvář, Jindřich
- © Bečvářová, Martina
- © Bártlová, Tereza
- © Moravcová, Vlasta

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

**I.**

**ARCHIMÉDÉS**

**A JEHO DÍLO**



## ARCHIMÉDÉS – ŽIVOT A DÍLO

JINDŘICH BEČVÁŘ

Archiméda ze Syrakús můžeme považovat za největšího vědce starověku. Jeho spisy mají – i v dnešním slova smyslu – charakter původních vědeckých prací. Jsou zcela věcné, oproštěné od veškerých spekulativních či mytologických prvků. Patří k vrcholům antické vědy.

O Archimédově životě mnoho spolehlivých informací nemáme. Narodil se v Syrakúsách asi roku 287 př. Kr., prožil v nich skoro celý život a zemřel při jejich dobytí Římany roku 212 př. Kr.<sup>1</sup> Jeho otcem byl patrně Feidiás, astronom působící na dvoře syrakúskeho vládce Hieróna II. (asi 306–215).<sup>2</sup> S ním byl snad Archimédés v nějakém nepříliš blízkém příbuzenském vztahu, přitom však byl mužem nízkého původu (*humilis homunculus*). Uvádí se, že byl spřátelen jak s Hierónem II., tak s jeho synem Gelónem (asi 270–216).

Archimédés studoval nějakou dobu v Alexandrii, kde byl ve styku s generací Eukleidových žáků (Konón ze Samu,<sup>3</sup> Dositheus z Pelusie,<sup>4</sup> Eratosthenés z Kyrény (275–195)<sup>5</sup>). Není dokonce vyloučeno, že Alexandrii navštívil vícekrát. Osvojil si tam Eukleidův exaktní přístup k budování matematické teorie, k přesnému formulování a dokazování poznatků. Jeho pobyt v Alexandrii se však na jeho jazyku neprojevil; Archimédés nepoužíval obecnou řečtinu *koiné*, stále psal dialektem, který byl užíván v Syrakúsách. S matematiky alexandrijské školy byl v kontaktu, posílal jim své práce.

První Archimédův životopis, který se bohužel nedochoval, sepsal Hérakleidés<sup>6</sup>, jeho současník a patrně přítel. O něco později psal o Archimédovi historik Polybios (asi 200 až 120) ve spise *Historiái*, z jehož informací o Archimédovi pak vycházel Plútarchos (asi 46 až 126) i Titus Livius (59 př. Kr. až 17 po Kr.).

Řecký historik Diodóros Sicilský (1. stol. př. Kr.) publikoval některé informace o Archimédovi v práci *Bibliothéké historiké*, Plútarchos, jeden z nejpłodnějších řeckých autorů doby římské, psal poměrně podrobně o Archimédovi v kapitole *Pelopidás a Marcellus* svých *Životopisů slavných Řeků a Římanů*. Další informace o Archimédovi a jeho díle přinesli Pappos (konec 3. stol.), jeden z posledních významných matematiků antiky, Proklos (asi 410 až 484), novoplatónský filozof, vzdělanec a komentátor, ve 12. století pak Ióánnés Tzetzés, řecký gramatik a komentátor.

<sup>1</sup> Rok jeho narození se odvozuje z informace byzantského autora Ióannese Tzetzése (asi 1110 až 1180), který uvedl, že se Archimédés dožil 75 let.

<sup>2</sup> Hierón byl roku 275 vojskem povolán stratégem (vojevůdcem s velkým politickým vlivem), zmocnil se vlády a roku 265 se stal králem.

<sup>3</sup> Archimédés se o jeho smrti zmiňuje v úvodu své práce *O kvadratuře paraboly*.

<sup>4</sup> Archimédés mu věnoval své práce *O kouli a válci*, *O kónoidech a sféroidech*, *O kvadratuře paraboly* a *O spirálách*.

<sup>5</sup> Archimédés se na něho obrací v úvodu své práce nazývané *O metodě*.

<sup>6</sup> Také nazývaný Hérakleios; dochovaná podoba jména není jednotná.

Archiméda můžeme směle i v dnešním slova smyslu označit za matematika, fyzika a technika.

Jako matematik intenzivně rozvíjel zejména infinitesimální postupy. Výrazně rozpracoval a v řadě situací geniálně využil Eudoxovu exhaustivní metodu.<sup>7</sup> Vymyslel řadu originálních postupů, s jejichž pomocí počítal obsahy rovinných útvarů ohraničených křivkami a objemy těles omezených různými plochami. Tyto myšlenky rozpracoval zejména v pracích *Měření kruhu*, *O kvadratuře paraboly*, *O spirálách*, *O kouli a válci*, *O kónoidech a sféroidech*. V jeho postupech nalézáme hluboké myšlenky, které úzce souvisejí s moderní teorií integrace. Těmito idejemi inspiroval matematiky 17. století, kteří připravovali nástup infinitesimálního počtu. Byli to zejména Johannes Kepler (1571–1630), Paul Guldin (1577–1643), Grégoire de Saint Vincento (1584–1667), René Descartes (1596–1650), Bonaventura Cavalieri (1598–1647), Pierre de Fermat (1601–1665), John Wallis (1616–1703), Isaac Barrow (1630–1677), Christian Huyghens (1629–1695) a posléze Isaac Newton (1643–1727) a Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716). Zatímco Archimédés musel pro každou situaci nápaditě vymýšlet, jakým způsobem použít exhaustivní metodu, Newton a Leibniz přišli s metodou obecnou.

Jako fyzik se Archimédés zabýval problematikou jednoduchých strojů, zejména rovnoramenné i nerovnoramenné páky, kladky, kladkostroje a šroubu. Podal přesný matematický výklad rovnováhy založený na principu páky, exaktně zpracoval problematiku těžiště rovinných obrazců, věnoval se hydrostatice, jeho jméno dnes nese známý zákon o vztahové síle. Myšlenku rovnováhy na páce a rovněž pojem těžiště využíval i při ryze matematických úvahách. Tato témata rozvíjel hlavně v pracích *O rovnováze neboli těžištích rovinných obrazců I., II.*, *O metodě a O plovoucích tělesech I., II.*

Jako technik rozpracoval ideje jednoduchých strojů až do bezprostředního technického provedení. Známy Archimédův šroub byl jistě používán již dříve, Archimédés se s ním patrně v nějaké podobě seznámil v Egyptě a technicky jej zdokonalil. Jeho vynálezy – válečné stroje a obranné mechanismy – došly svého využití při obraně Syrakús proti římskému vojsku.

Na Archimédovy plodné myšlenky navazovala po mnoha staletích novověká matematika a fyzika.

## 1 Heuréka

Archimédés byl vždy plně zaujat problémy, které právě řešil. Vše ostatní nebylo důležité, ať již to byla strava či hygiena. Stručně a výstižně to popisuje Plútarchos v životopise římského vojevůdce Marcella<sup>8</sup>:

<sup>7</sup> Eudoxos z Knidu (asi 405 až 355) byl vynikající matematik, astronom, lékař a zákonodárce. S jeho jménem je spojena kromě exhaustivní metody i tzv. teorie proporcí a teorie homocentrických sfér.

<sup>8</sup> Plútarchovo hodnocení je ovlivněno jeho filosofickými názory, zejména dualismem duše a těla, Plútarchovým vlastním pojetím démonologie, v níž intelekt jakoby nepatří člověku, ale je démonem.

Proto také jsou věrohodné anekdoty, které se o Archimédovi vypravují, že jej vždy očarovala jakási vlastní vnitřní Síréna, takže zapomněl na jídlo a zanedbával péči o tělo, často ho násilím přivedli ke koupeli a natřeli, v popelu krbu kreslil geometrické obrazce, podobně když byl po koupeli natřen olejem, prstem kreslil po svém těle křivky, ja úplně omámen pocitem štěstí a posedlý matematickou vášní. Ačkoli objevil mnoho krásných věcí, prosil prý své přátele a příbuzné, aby mu po smrti postavili na hrob válec, do něhož je vepsána koule a číselný údaj, o kolik je opsané těleso větší než vepsané. ([P1], str. 526)

Výkřik *heuréka*<sup>9</sup> je spojován buď s Archimédovým zákonem, nebo s historkou o tzv. „koruně krále Hieróna“.<sup>10</sup> Ve skutečnosti se jednalo o zlatý vavřínový věnec (*stefanos*), který byl určen bohům jako *dar*.

Římský architekt a stavitel Marcus Vitruvius Pollio (1. stol. př. Kr.) napsal ve svém díle *Deset knih o architektuře* (*De architectura libri decem*)<sup>11</sup> slova, která na jedné straně ukazují Archimédův zápal pro vědecké bádání, na druhé straně však jeho roztržitost:

*Ačkoliv Archimédových objevů bylo mnoho a podivuhodných, zdá se, že největším důmyslem a bystrostí ze všech se vyznačuje ten, který uvedu. Když se totiž Hierón v Syrákúsách povznesl ke královské moci, rozhodl se, že za štěstí, které měl při svém počínání, obětuje v nějaké svatyni zlatý věnec, který zaslíbil nesmrtelným bohům. Dal jej udělat na zakázku a zlato na něj výrobci přesně odvážil. Za nějaký čas předložil výrobce králi vkusně provedené dílo svých rukou k jeho úplné spokojenosti, přičemž se zdálo, že dodržel přesně váhu věnce.*

*Když přišlo později ovšem udání, že zlata bylo ubráno a že do zpracovávaného věnce bylo přimíšeno stejné množství stříbra, požádal Hierón, rozmrzelý nad tím, že byl takhle podveden, a že nemohl přijít na to, jak by se mohla zpronevěra prokázat, Archiméda, aby se pro něho ujal prozkoumání této záležitosti. Archimédés, který toho měl plnou hlavu, přišel náhodou do lázni a při vstupování do vany si všiml, že z ní vytéká takové množství vody ven, jak se do ní ponořovalo jeho tělo. Když mu to poskytlo vysvětlení dané otázky, nemeškal, nýbrž vyskočil samou radostí z vany, pospíchal nahý domů a všem lidem zvěstoval jasným hlasem, že objevil, po čem pátral. Vykřikoval totiž v běhu a stále řecky *heuréka*, *heuréka* (našel jsem to, našel jsem to).*

*Vycházeje potom z tohoto objevu, dal prý udělat dva kusy stejné váhy, jako měl věnec, a to jeden ze zlata, druhý ze stříbra.*

Na tomto místě chybí v českém překladu dvě věty. Uvedeme je z anglického překladu:<sup>12</sup>

<sup>9</sup> Archimédovo *heuréka* je používáno jako stručný a výstižný výraz, který symbolizuje náhlou intuici: „Našel jsem to, přišel jsem na to!“.

<sup>10</sup> Nahého Archiméda osviceného nápadem znázornil na fresce ve Florencii (Galleria degli Uffizi, Stanzino delle Matematiche) Giulio Parigi (1571–1635) roku 1599 nebo 1600.

<sup>11</sup> Devátá kniha, odst. 9–12.

<sup>12</sup> Vitruvius: *The Ten books on architecture*, translated by Morris Hicky Morgan, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1914; 9. kniha, 11. odstavec. Český překlad by zněl: *Když*

*After making them, he filled a large vessel with water to the very brim, and dropped the mass of silver into it. As much water ran out as was equal in bulk to that of the silver sunk in the vessel.*

*Potom zas kus vyňal a úbytek vody dolil, odměřiv jej sextariem, takže právě tak jako dříve byla nádoba rovná až po okraj. Tímto postupem zjistil, jak váha stříbra odpovídá určitému objemu vody.*

*Vyzkoumav to, vnořil podobně do nádoby kus zlatý a po jeho vynětí dolil týmž způsobem míru a zjistil z menšího počtu sextariů, oč má kus zlata při téže váze menší objem než kus stříbra. Načež znovu naplnil nádobu a vnořil do téže vody samotný věnec a shledal, že při věnci vyteklo více vody než při kusu zlata téže váhy. Výpočtem z toho, oč bylo při věnci více vody než při kusu zlata, prokázal ve zlatě příměs stříbra a očividnou výrobceovu zpronevěru. ([Vi], str. 293–295)*

## 2 Využití jednoduchých strojů

Jak již bylo řečeno, Archimédés nebyl jen teoretik. Dobře si uvědomoval dosah a sílu teoretických poznatků a uměl je velmi dobře prakticky využít. Jeho slavný výrok<sup>13</sup>

*Dos moi pú stó kai kinó tén gén.*

*Dej mi, kde bych stanul, a pohnu Zemí.<sup>14</sup>*

můžeme chápat nejen jako reklamní slogan propagující páku, ale i jako oslavu jednoduchých strojů vůbec.<sup>15</sup>

Archimédés si však v duchu tehdejších názorů vzdělanců více cenil svých teoretických výsledků, jejich praktická využití považoval jen za jednoduché „důsledky“ teorie, za činnost druhořadou, z hlediska teorie méně významnou. Technické aplikace poznatků geometrie a mechaniky byly řeckými mysliteli přezírány a zařazovány zejména do stavitelství, vojenství apod. O tom, jak dobře uměl Archimédés užít jednoduché stroje a jaký byl jeho vztah k jejich technickému využití, psal již Plútarchos:

*Archimédés však z toho nepovažoval nic za předmět vážného zájmu, nýbrž většina těchto věcí vznikla jako výsledek vedlejší činnosti s matematickými hříčkami, přičemž nejprve král Hierón ze ctižádosti přemluvil Archiméda, aby aspoň část své vědy přenesl z oblasti abstraktních poznatků do hmotného světa a svou vědu spojil s praktickými potřebami a tak s ní názorně seznámil i ostatní.*

*byly hotové, naplnil velkou nádobu k samému okraji vodou, do níž spustil stříbrný kus. Jaká byla velikost stříbrného kusu ponořeného do nádoby, tolik vyteklo vody.*

<sup>13</sup> Uvádíme jej v podobě, v jaké se dochovala v Pappově *Sbírcce* (VIII,11), viz [Pap], str. 1060. Dvě mírně odlišné verze jsou uvedeny v rozsáhlé básni *Chiliades* (II,130 a III,62), kterou složil byzantský učenec Ióánnés Tzetzés (1110–1180).

<sup>14</sup> Méně přesně se překládá takto: *Dejte mi pevný bod a pohnu Zemí.*

<sup>15</sup> Na řadě obrázků a karikatur je znázorněn Archimédés, který pákou zvedá zeměkouli. Uvedme například obálku 2. ročníku časopisu *Mechanic's Magazine* z roku 1824. Freska s motivem zeměkoule a páky je i v galerii Uffizi ve Florencii (Stanzino delle Matematiche), autorem je Giulio Parigi.

... byla mechanika oddělena od geometrie a také po dlouhý čas byla přezírána i filosofii a pokládána za odvětví válečné techniky.

Přesto však Archimédés, který byl příbuzný a přítel krále Hieróna, napsal mu v dopise, že danou silou je možné zvednout každé dané břímě, a v mladicky odvážené víře v sílu svého důkazu prý prohlásil, že kdyby měl jinou Zemi, přemístil by se na ni a odtud by hnul naši Zemi. Hierón se tomu podivil a žádal Archiméda, aby problém prakticky uskutečnil a ukázal mu, jak velké těleso může být uvedeno v pohyb malou silou. Archimédés dal na královský nákladní trojstěžník, který jen s velkou námahou množství rukou vytáhlo na břeh, naložit velký počet mužstva a obvyklý náklad, sám seděl opodál a bez námahy a lehce uváděl rukou v pohyb konec kladkostroje, takže loď běžela lehce a bez nárazu jako po moři. Užaslý král zajisté pochopil význam vědy a přiměl Archiméda k tomu, aby sestrojil stroje vhodné pro každý způsob obléhání, a to pro obranu i pro útok. ([P11], str. 523–524)

Plútarchos se pak ještě jednou vrátil k Archimédovu postoji k praktickému využití teoretických poznatků.

Archimédés při svém velikém nadání, hloubce ducha a bohatství teoretického vědění neměl v úmyslu písemně zaznamenat to, co mu přineslo jméno a slávu nejen lidského, nýbrž i božského důmyslu, protože praktické využití mechaniky a vůbec veškerého umění a vědy považoval za nízké vykonávání řemesla. Jeho vlastní ctižádost jej pudila jedině tam, kde krása a dokonalost je nesmíšená, v oblast čisté vědy, která nepřipouští srovnání s ostatním světem hmoty a při vědeckém podání je k němu v protikladu; neboť u tohoto se projevuje velikost a vnější krása, u oné přesnost a mimořádná síla. Vždyť nikde v oblasti geometrie není možno obtížnější a důležitější poučky vyjádřit v jednodušších a čistších prvcích, než to udělal Archimédés. ([P11], str. 525–526)

### 3 Obrana Syrákús

Král Hierón II. byl za punských válek spojencem Říma proti Kartágu.<sup>16</sup> Po jeho smrti však jeho vnuk Hierónymos (230–214), nový syrákúský vládce, vystoupil proti Římanům a snažil se o spojení s Kartágem, jehož vojsko tehdy vedl proslulý Hannibal (247–183), a s Egyptem. Roku 214 byl Hierónymos zavražděn. Syrákúsy však již oblehlo římské válečné loďstvo, před hradbami rozložil své legie významný římský politik a vojevůdce Marcus Claudius Marcellus (asi 268 až 208).<sup>17</sup> Syrákúsané vedeni vojevůdcem Hippokratem plně využili při obraně města Archimédovy obranné mechanismy. Plútarchos líčí boj o Syrákúsy takto:

*Když Římané zaútočili ze dvou stran, zavládlo v Syrákúsách zděšení a úzkostné ticho, protože se každý ve svém strachu domníval, že proti tak hrozně*

<sup>16</sup> První punská válka proběhla v letech 264 až 241, druhá v letech 218 až 201, třetí v letech 149 až 146. Po první punské válce se Sicílie stala římskou provincií.

<sup>17</sup> Roku 222 se stal poprvé římským konsulem, spolu s Gnaem Corneliem Scipionem Calvou (zemřel 211) bojoval proti předalpským Galům, roku 208 padl v boji proti Hannibalovi u Venusie v Apulii.



síle není možný odpor. Nyní spustil Archimédés svoje stroje. Na pozemní vojsko létaly střely různého druhu a obrovské kamenné bloky, které dopadaly s hlukem a neuvěřitelnou rychlostí, rozdrtily svou vahou všechny, kteří se nekryli, a působily zmatek v řadách vojska. Současně se z hradeb proti lodím vysoko vysunuly berany a silou obrovského tlaku shora je potápěly do hlubin nebo železnými chapadly či kleštěmi podobnými zobanům jeřábů uchopily loď, zvedly ji přídi do výše, takže stála na zádi, a ponořily ji, jinou loď lany a háky z vnitřku přitahovali k břehu a točili jí do kruhu, až narazila na skaliska pod hradbami, takže posádka lodi byla většinou zničena a zahynula. Často se stávalo, že některá loď byla úplně vyzdvižena z moře, točila se jako ve víru a vznášejíc se ve výši skýtala hrůznou podívanou; nakonec námořníci z lodi vypadli nebo byli vymrštěni a prázdná loď narazila na hradby, anebo když chapadlo povolilo, spadla do moře.

Strojové zařízení, s kterým Marcellus postupoval k městu, se pro podobu s hudebním nástrojem nazývalo sambuka. Bylo ještě ve značné vzdálenosti od hradeb, když přiletěl balvan deset talentů těžký, po něm druhý a třetí; některé z nich dopadly s hrozným hřmotem a silným vlnobitím na strojové zařízení, rozbily jeho podstavec, uvolnily a roztrhly spojení lodí, takže bezradný Marcellus vydal rozkaz, aby lodi co nejrychleji odpluly a pozemní vojsko aby ustoupilo.

Na válečné poradě bylo rozhodnuto ještě v noci, bude-li to možné, přiblížit se až k hradbám; neboť jak se domnívali, vlivem veliké síly strojů, kterých užíval Archimédés, byla dráha střel vysoká a dlouhá, zatímco v blízkosti hradeb byly stroje pro krátkou vzdálenost neúčinné. Avšak Archimédés, jak se ukázalo, už dávno upravil své stroje pro pohyby a střely s krátkou drahou letu, vhodné pro každou vzdálenost, a protože po celé délce hradeb byly souvisle ve velikém počtu neveliké střelné, stály v nich malé metací stroje přizpůsobené pro krátké vzdálenosti a nepřítelům neviditelné.

Římané se přibližovali v domnění, že nejsou pozorováni, ale znova se ocitli v dešti šípů a jiných střel, kameny jim padaly přímo na hlavu, z hradeb se sypaly šípy, takže byli nuceni ustoupit zpět. Když se jejich jednotky rozvinuly do větší vzdálenosti, i tam je dostihovaly a zasahovaly střely, jak se vzdalovali, a způsobovaly jim značné ztráty. Současně docházelo k častým srážkám lodí. Římané však nebyli nijak schopni oplátit nepřítelům jejich údery, protože většina strojů, které Archimédés sestrojil, byla skryta za hradbami a Římané se podobali bojovníkům, kteří bojují s bohy, ježto z neviditelných prostorů se na ně valily nesčíslné pohromy.

Marcellovi se přesto podařilo ustoupit. Svým technikům a zbrojířům řekl ironicky: „Nedovedeme umlčet tohoto matematického Briarea? Vždyť ten klidně sedí na moři a v žertu nám na posměch vyzdvihuje naše lodi a množstvím střel, které na nás vrhá současně, překonává mýtické storuké obry.“

Ve skutečnosti byli zajisté všichni ostatní Syrákúsané tělem Archimédovy obrany, zatímco on sám byl jedinou duší, která vše uvádí v pohyb a všemu dává směr; ostatní zbraně odpočívaly, kdežto město používalo tehdy jen jeho zbraní, a to k obraně i k útoku.

*Nakonec Marcellus pozoroval, že Římané jsou tak přestrašeni, že kdykoli viděli, že se přes hradby vysunuje nějaký provaz nebo kus dřeva, začali křičet, že Archimédés zas na ně zaměřuje nějaký stroj, obraceli se a prchali. Rozhodl se proto zdržet se boje a zastavit útok a úspěch obléhání ponechal času. ([P11], str. 524–525)*

Někdy se dokonce uvádí, že Syrákúsané podle Archimédova návodu zapalovali dřevěné římské galéry pomocí vyleštěných kovových štítů, kterými odrazili sluneční paprsky na zvolenou loď. Tato informace však asi není pravdivá. Ve 2. století se sice známý řecký lékař a logik Galénos z Pergamonu (129–199) zmiňuje o zapalování římských lodí u Syrákús, ale nikoli o odražení slunečních paprsků. Teprve ve 12. století to uvádějí I. Tzetzés a I. Zónarás.<sup>18</sup> Pochybnosti, zda je to vůbec možné, rozptýlil roku 1973 řecký badatel Ióánnés Sakkás experimentem, kdy s pomocí padesáti vyleštěných kovových štítů zapálil dřevěný model lodi vzdálený čtyřicet metrů.

Plútarchovo líčení obrany Syrákús a účinků Archimédových strojů je zcela jistě zveličené. Obležení Syrákús sice trvalo zhruba dva roky, boje však jistě neprobíhaly soustavně. Marcellus postupně dobýval a obsazoval Sicílii, je pravděpodobné, že by byl přivítal kapitulaci města bez boje. Není vyloučeno, že úmyslně posílal do Říma zveličené zprávy o potížích, s nimiž se u Syrákús potýká, aby zdůvodnil svoji malou aktivitu při dobývání města. A ty se pak mohly stát základem pozdějších textů, které byly o dobývání Syrákús a jejich statečné obraně sepsány.

#### 4 Archimédova smrt

Po dlouhém obléhání se Římanům nakonec podařilo obránce města přelstít a do města proniknout. Bylo to roku 212 př. Kr. Plútarchos líčí Marcellovo dobytí Syrákús takto:

*... vyčíháv si vhodnou chvíli, kdy Syrákúsané slavili slavnosti k počtě Artemidině a oddávali se pití vína a veselí, nepozorovaně obsadil nejen věž, ale ještě před rozedněním dokola po hradbách rozestavil vojáky a prolomil budovu Hexapýl. Syrákúsané to zpozorovali a tu se teprve probudili. ([P11], str. 526–527)*

Při dobytí města přišel Archimédés o život. Jeho smrt se připomíná po staletí a tisíciletí zhruba ve stejné podobě. Plútarchos ji líčí takto:<sup>19</sup>

*Archimédés byl právě zabrán úvahou nad nějakým obrazcem, k jehož vyřešení soustředil mysl i oči tak, že ani včas nepozoroval, že Římané podnikli útok a že města je dobyt. Když před ním náhle stanul římský voják a kázal mu, aby ho následoval k Marcellovi, Archimédés odepřel, dokud nevyřeší problém a nedovede důkaz do konce. Tu se voják rozhněval, vytáhl meč a probodl ho.*

<sup>18</sup> Zapálení římské lodi pomocí zrcadla znázornil na fresce v galerii Uffizi (Stanzino delle Matematiche) Giulio Parigi. V monumentálním italském filmu režiséra Giovanniho Pastronea (1882–1959) nazvaném *Cabiria* (1914) je necelých pět minut věnováno Archimédovi a jeho zápalným zrcadlům; hrál ho Enrico Gemelli (1841–1926).

<sup>19</sup> Tuto událost popisuje též Titus Livius v 25. knize (kap. 31) svých dějin *Ab urbe condita*.

*Jiní však vypravují, že římský voják se již před něho postavil s obnaženým mečem s úmyslem jej probodnout; Archimédés, který ho spatřil, prý ho úpěnlivě prosil, aby jen chvilku počkal, aby hledané řešení nebyl nucen nechat nedokončené a nezdůvodněné, avšak voják prý na to nedbal a probodl ho.*

*Podle třetí zprávy Archimédés nesl Marcellovi matematické přístroje jako sluneční hodiny, koule a kvadranty, jimiž se měří velikost slunečního kotouče vzhledem k tomu, jak se nám jeví. Vojáci, kteří ho potkali, se domnívali, že ve skřínce nese zlato, a zabili ho. ([P11], str. 527–528)*

Traduje se, že Archimédés odbyl římského vojáka slovy:

*Noli tangere (turbare) circulos meos!*<sup>20</sup>

*Nedotýkej se mých kruhů!, resp. Neruš mé kruhy!*

Mohlo by se zdát, že je tato historka vymyšlená. Není však vyloučeno, že není daleko od pravdy. Dříve se uvádělo, že při vykopávkách v Herculaneu byla odkryta nevelká římská mozaika (51 × 43 cm, Städtische Galerie Liebieghaus, Frankfurt am Main), která představuje smrt Archiméda ve shodě s výše uvedeným textem. Připomeňme, že Pompeje, Herculaneum a Stabie byly zničeny roku 79 při obrovském výbuchu Vesuvu. Mozaika by tedy musela být vytvořena mezi roky 212 př. Kr. a 79 po Kr. Dnes je však spíše považována za falzifikát z 18. století, možná dokonce již ze 16. století.

## 5 Archimédův hrob

Marcus Tullius Cicero (106–43), slavný římský politik, státník, filozof, spisovatel a řečník, se stal roku 75 př. Kr. na Sicílii kvéstorem (místodržícím) a našel v Syrákúsách Archimédův hrob. V *Tuskulských hovorech* (*Tusculanae disputationes*) sepsaných v letech 45 a 44 uvádí, že byl místními obyvateli zcela zapomenut.<sup>21</sup>

*Když jsem byl kvéstorem, objevil jsem jeho hrob kolem dokola zarostlý a zakrytý trnitým křovím. Syrákúsané o něm nevěděli, dokonce tvrdili, že vůbec neexistuje. Pamatoval jsem si totiž několik veršů, které měly být, jak jsem slyšel, napsány na jeho náhrobku, a z nich bylo jasné, že nahoře na jeho náhrobku je koule a válec.*

*Když jsem si vše důkladně prohlédl – u Agrigentské brány je totiž velké množství náhrobků –, zpozoroval jsem sloupek, který jen trochu vyčníval nad křoví, a na něm byla podoba koule a válce. Hned jsem řekl Syrákúsánům (přední občané ze Syrákús byli totiž se mnou), že si myslím, že to je to, co hledám. Poslali tam pak mnoho lidí se srpy a ti to místo vyčistili a vyklidili.*

*Když bylo místo přístupné, přiblížili jsme se k přední straně podstavce. Bylo vidět nápis, konce veršů skoro až do poloviny byly však zničeny. A tak nejvznešenější obec Velkého Řecka, kdysi i nejučenější, by nebyla znala hrob svého*

<sup>20</sup> Řecky: *Apostéthi, ó anthrópe, tú diagrammatos mú!*

<sup>21</sup> 5. kniha, odst. 23,64–66.

*nejbystřejšího občana, kdyby se to nebyla dozvěděla od člověka z Arpina.*<sup>22</sup> ([Ci], strana 231)

Dnes je v Syrákúsách v rámci turistického ruchu označována jedna z hrobek jako Archimédova. S Archimédem však nemá nic společného.

## 6 Inspirace Archimédem

Nejnámější podoba, která je s Archimédovým jménem spjata, je odvozena z busty pocházející ze 3. století př. Kr., která je v Národním archeologickém museu v Neapoli. V poslední době se však má za to, že se jedná o bustu Archidama III., spartského krále ze 3. století př. Kr.

Archimédova osobnost, využití jeho technických vynálezů při obraně Syrákús, jeho smrt či objevení jeho hrobu, to vše inspirovalo po celá staletí řadu umělců. Připomeňme jen některá díla:

- Dřevoryt Josta Ammana (1539–1591) je v knize *Titi Livii Romanae historiae principis* (1568, Wingandus Gallus, Frankfurt).
- Velmi známá rytina Archiméda plánujícího obranu Syrákús je v knize francouzského historika André Theveta (1516–1590) nazvané *Les vrais portraits et vies des hommes illustres*, která vyšla v Paříži roku 1584.
- Italský malíř Domenico Fetti (1589–1624) je autorem obrazu *Archimédés* (1620, 98 × 73,5 cm), který se nachází v Drážďanech (Gemäldegalerie alte Meister).
- Španělský malíř a rytec José (Jusepe) de Ribera (lo Spagnoletto, 1591–1652) je autorem obrazu *Archimédés* z roku 1630 (125 × 81 cm, Museo del Prado, Madrid).
- Italský malíř Pier Francesco Mola (1612–1666) ztvárnil Archimédovu smrt roku 1660 (122 × 135 cm, soukromá sbírka).
- Italský malíř Giovanni Battista Langetti (1635–1676) je autorem obrazu, na němž je Archimédés s alegorickými postavami Válka a Mír (117 × 235 cm, soukromá sbírka).
- Italský barokní malíř benátské školy Sebastiano Ricci (1659–1734) se rovněž inspiroval smrtí Archiméda (42,5 × 60,5 cm, Hannover State Museum).
- Italský malíř Giuseppe Nogari (1699–1766) je autorem obrazu *Archimédés* (44 × 55 cm), který je v Moskvě (Puškinovo muzeum).
- Litografie představující Archiméda se objevila v knize Phillipa Daniela Lipperta (1702–1785) *Dactyliotheca*.
- Italský rytec Giovanni Battista Leonetti (18. stol.) je autorem rytiny *Meditující Archimédés*.
- Anonymní rytina představující smrt Archiméda je v knize Giovanni Maria Mazzucchelli (1707–1765): *Notizie istoriche e critiche intorno alla vita, alle invenzioni, ed agli scritti di Archimede Siracusano*.

<sup>22</sup> Cicero se narodil na statku nedaleko Arpina – píše proto o sobě jako o *člověku z Arpina*.

- Rakouský barokní malíř Martin Knoller (1725–1804) zobrazil okamžik, kdy Cicero objevuje Archimédův hrob. Jeho obraz (23,5 × 30 cm) je z roku 1775 (soukromá sbírka, Mannheim).
- Francouzský malíř Hubert Robert (1733–1808) ztvárnil Ciceronův objev Archimédova hrobu (v průvodci *Voyage pittoresque ou description des royaumes de Naples et de Sicile* vydaném v Paříži mezi roky 1781 a 1786).
- Francouzský malíř Pierre Henri de Valenciennes (1750–1819), který roku 1787 zobrazil Cicerona, jak objevuje Archimédův hrob (119 × 162 cm, Toulouse Musée des Augustins).
- Rytina na titulní stránce Archimédových spisů, které editoval Joseph Torelli roku 1792. Stala se inspirací pro pozdější rytiny a pro stříbrnou medaili vydanou roku 1826 společností New England Society for Promotion of Manufacturers and Mechanic Arts (průměr 63,6 mm); rytcem medaile byl Christian Gobrecht (1785–1844).
- Benjamin West (1738–1820) ztvárnil Ciceronův objev Archimédova hrobu. Jeho obraz (124,5 × 180,5 cm) je z roku 1797 (Yale University Art Gallery, New Haven, Connecticut, USA).
- Francouzský malíř a spisovatel Charles Paul Landon (1760–1826) zhotovil rytinu představující poprsí Archiméda (5,7 × 9,2 cm). Je v knize *Galerie historique des hommes les plus célèbres de tous les siècles et de toutes nations* (13 svazků, Paris, 1805–1809).
- Anglický rytec George Cooke (1781–1834) ztvárnil Archiméda v knize *The historic gallery of portraits and paintings* (1. svazek, London, 1807).
- Sicilský malíř Giuseppe Patania (1780–1852) je autorem obrazu *Archimédés*, který se nalézá v Palermu (Biblioteca Comunale).
- Rytina na titulním listu německého překladu Ciceronových *Tuskulských rozhovorů* z roku 1806 (přeložil Xaver Weinzierl) představuje nalezení Archimédova hrobu.
- Německý malíř Carl Rottmann (1797–1850) je autorem obrazu *Archimédův syrakúský hrob*.
- Francouzský malíř Eugène Delacroix (1798–1863) zpodobnil smrt Archiméda na fresce v jedné z kupolí knihovny Palais Bourbon v Paříži.
- Francouzský malíř Honoré Daumier (1808–1879) je autorem obrazu *Archimédova smrt* z období 1848 až 1850 (Szépművészeti Museum of Fine Arts, Budapest).
- Italský malíř Niccolò Barabino (1832–1891) je autorem obrazu *Archimédés*, který se nachází v Terstu (Civico Museo Revoltella). Podle něj zhotovil M. Weber rytinu, která se objevila v knize E. Cobham Brewer: *Character sketches of romance. Fiction and drama* (1. svazek, New York, 1892, str. 60–61).
- Francouzský umělec Edouard Vimont (1846–1930) je autorem obrazu představujícího Archimédovu smrt. Pochází ze dvacátých let 20. století, je v knize Johna Lorda (1810–1894) *Beacon lights of history*.
- Gustave Courtois (1853–1923) ztvárnil Archimédovu smrt na obraze, který motivoval následnou rytinu.

- Anglický portrétista Henry Wyatt (1794–1840) je autorem obrazu Archiméda, který byl poprvé vystaven roku 1832 (76 × 63 cm). Nyní je v Londýně (Tate Britain Museum).
- Sicilský sochař Luciano Campisi (1859–1933) vyhotovil Archimédovu bustu, která je dnes v Syrákúsách (Latomia dei Cappuccini).
- Sicilský sochař Giuseppe Villa vyhotovil Archimédovu sochu (asi 1870), která je v Syrákúsách (Liceo Scientifico „Corbino“).
- Rytina představující Archimédovu poslední hodinu je v knize Charlotte Mary Yonge: *A Pictorial History of the World's Great Nations from the Earliest Dates to the Present Time* (1. svazek, 1882).
- Maďarský malíř István Farkas (1887–1944) je autorem tempery (1930, 80 × 99 cm), která je protestem proti vraždě Archiméda a varováním proti hrozbám 20. století (Národní galerie, Budapest).
- Německý sochař Gerhard Thiele (nar. 1928) je autorem sochy Archiméda z roku 1972 (Trepower Park, Archenhold-Sternwarte, Berlín).

Některé z výše uvedených děl se objevily jako ilustrace v knihách, na jejich obálkách, ale i na poštovních známkách (Španělsko 1963, Francie 1963, Nicaragua 1971, DDR 1973, Itálie 1983, Řecko 1983, Paraguay 1984, San Marino 1982, Rusko 1993, Malawi 2008, Guinea-Bissau 2008, Mali 2011, Rumunsko, Gabon, ...).

Archimédés je stále velmi populární postavou, do jisté míry i magickou osobností, jeho podobizny se objevily i na obalech čokolád, na balíčcích doutníků apod.<sup>23</sup> Některé události Archimédova života (objev Archimédova zákona, Heureka) jsou popularizovány i formou více či méně podařených karikatur a komixů.

Archimédovo jméno nese velký kráter na Měsíci.<sup>24</sup> Archimédova fiktivní podoba je i na Fieldsově medaili, kterou od roku 1950 pravidelně uděluje Mezinárodní matematická unie (International Mathematical Union) na Mezinárodních kongresech matematiků (International Congress of Mathematicians) matematikům mladším 40 let, kteří výrazně přispěli k rozvoji oboru.<sup>25</sup>

Roku 1938 inspiroval Archimédův osud i Karla Čapka (1890–1938). V apokryfu *Smrt Archimédova líčí*, jak k Archimédovi dorazil římský setník Lucius a přemlouval ho ke spolupráci s Římany.

<sup>23</sup> Štítek na krabici s doutníky z let 1895–1915 je barevnou litografií (10,4 × 11,7 cm). Jedna ze stovky tabákových karet vkládaných do balíčků cigaret (6,0 × 8,8 cm, vydána roku 1938 společností Cigarette Oriental de Belgique) znázorňovala Archiméda; na její zadní straně byl jeho stručný životopis ve francouzštině a holandštině. Roku 1965 vydala firma Jacques Superchocolat of Belgium jednu z 240 karet s podobiznou Archiméda (5,0 × 6,8 cm); karty byly vkládány do balíčků čokolády.

<sup>24</sup> Nedaleko tohoto kráteru dopadla 14. září 1959 sovětská sonda Luna 2 a 30. července 1971 v této oblasti přistálo americké Apollo 15. Blízké krátery Aristillus a Autolycus jsou pojmenované po řeckých astronomech 3. století př. Kr., dále Montes Archimede a Rimae Archimedes.

<sup>25</sup> John Charles Fields (1863–1932) byl kanadský matematik, který dal podnět ke vzniku tohoto významného ocenění.

„Poslyš, Archimede, nechtěl bys pracovat s námi? Nemáš ponětí, jaké ohromné možnosti by se ti otevřely v Římě. Stavěl bys ty nejsilnější válečné stroje na světě –“

„Musíš odpustit, Lucie; jsem starý člověk, a ještě bych chtěl vypracovat jednu nebo dvě ze svých myšlenek. – Jak vidíš, zrovna si tady něco rýsuju.“

„Archimede, neláká tě dobývat s námi vlády nad světem? – Proč mlčíš?“

„Promiň,“ brumlal Archimedes nad svou destičkou. „Co jsi řekl?“

„Že člověk jako ty by mohl dobývat světovlády.“

„Hm, světovláda,“ děl Archimedes zahmloubaně. „Nesmíš se zlobit, ale já tady mám něco důležitějšího. Víš, něco trvalého. Něco, co tu opravdu zůstane.“

„Co to je?“

„Pozor, nesmaž mi mé kruhy! To je způsob, jak se dá vypočítat plocha kruhové výšeče.“

Později byla vydána zpráva, že učený Archimedes přišel o život náhodou.

## 7 Archimédovo dílo

Z Archimédova díla se dochovalo třináct spisů. Deset z nich badatelé seřadili do následujícího soupisu podle pravděpodobné doby jejich vzniku. V závěru připojili tři další, které se serióznímu zařazení vymykají.

- O rovnováze neboli těžištích rovinných obrazců, kniha I. (*Epipedón isorropión é kentra barón epipedón  $\alpha'$* )
- O kvadratuře paraboly (*Tetragónismos parabolés*)
- O rovnováze neboli těžištích rovinných obrazců, kniha II. (*Epipedón isorropión é kentra barón epipedón  $\beta'$* )
- Archimédův dopis Eratosthenovi o mechanických větvách; Metoda (*Archimédús peri tón méchanikón theóreatón pros Eratosthenén; Efodos*)
- O kouli a válci, kniha I., II. (*Peri sfairás kai kylindrú  $\alpha'$ ,  $\beta'$* )
- O spirálách (*Peri helikón*)
- O kónoidech a sféroidech (*Peri kónoeideón kai sfairoeideón*)
- O plovoucích tělesech, kniha I., II. (*Peri tón hydati efistamenón é peri tón ochúmenón; De iis, quae in humido vehuntur I, II*)
- Měření kruhu (*Kyklú metrésis*)
- Počítání písku (*Psammítés*)
- Kratochvíle (*Stomachion*)
- Poučky (*Liber assumptorum*)
- Problém dobytka (*Probléma boeikon*)

Podle dochovaných zpráv je Archimédés autorem ještě několika dalších děl, která se bohužel nedochovala. Sám Archimédés se na několika místech svých

práci stručně zmiňuje o dřívějších spisech, jmenuje například tituly *Základy mechaniky* a *Rovnováha*, které byly sepsány dříve než jeho dvě knihy *O rovnováze*. V *Počítání písku* se odkazuje na svoji starší práci *Principy (Archai)* věnovanou Zeuxippovi.

Pappos zmiňuje Archimédovy výsledky o vlastnostech polopravidelných mnohostěnů, uvádí názvy jeho dalších spisů – *O váhách (Peri zygón)* a *O těžišti (Kentrobarika)*. Theón z Alexandrie ve 4. století a Olympiodóros (6. stol.) připomínají Archimédův optický spis *Katoptrika (Peri katoptrikón)*.

Ke třem Archimédovým spisům se nám dochovaly komentáře Eutokia z Askalónu (asi 480–540): *O kouli a válci I., II., Měření kruhu, O rovnováze*.

Další informace nacházíme v dílech arabských matematiků, kteří se s Archimédovým dílem seznámili dříve než středověká Evropa; připomínají Archimédovy práce o doteku kružnic, o vlastnostech trojúhelníků, o rovnoběžkách, o základech geometrie, definicích apod. Např. Thábit ibn Qurra (asi 830 až 901) zmiňuje Archimédův spis o konstrukci pravidelného sedmiúhelníka.<sup>26</sup>

Archimédés prý též napsal spisy o konstrukci sféry (planetária) pod názvem *O stavbě nebeské sféry (Peri sfairopoiás)* a o vodních hodinách. Připomeňme v této souvislosti ještě jeden krátký úryvek z Ciceronových Tuskulských hovorů:

*Vždyť když Archimédés uzavřel do koule pohyby Měsíce, Slunce a pěti planet, dokázal totéž, co v Tímaiovi onen Platónův božský stvořitel světa, že totiž u něho jediné otočení řídilo pohyby naprosto odlišné svou menší nebo větší rychlostí. Jestliže se toto nemůže v našem světě dát bez božstva, ani Archimédés by nemohl v oné kouli tytéž pohyby znázornit bez božského nadání.* ([Ci], str. 57)

Kromě klasických textů (řeckých a latinských, např. [Hei]) máme dnes k dispozici Archimédovy spisy v řadě překladů. Nejznámější je patrně volný anglický překlad [Hea]; nejnovějším velmi doslovným anglickým překladem je nedávné vydání [Ne], zahrnující zatím pouze spis *O kouli a válci* s Eutokiovým komentářem. V němčině je již klasický překlad Heathovy verze pořízený Fritzem Kliemem (1887 až asi 1943) – viz [Hea], dále překlady [Czw1]–[Czw6] Arthura Gottlieba Czwaliny (1884–1963) a např. [Rud]. Ve francouzštině existují vydání [Ee] a [Mu], v ruštině kvalitní souborné vydání [Ve] a překlad [Rud].

Archimédovy myšlenky jsou podrobně vyloženy jednak v některých souborných vydáních překladů jeho děl (např. [Hea]), jednak v řadě knih, např. [Dij], [Sch], [Cl1] a [Cl2]. V české verzi máme tyto Archimédovy spisy:

- *Archimedovo měření kruhu* [Va1],
- *Archimeda Syrakusského Počet pískový* [Va2],
- *Archimédův výklad Eratostenovi* [Vr],
- *Problém dobytka* [St], [Ma].

Podrobněji o nich pojednává článek M. Bečvářové uvedený v této knize a [BeM3].

<sup>26</sup> Jeho pojednání vyšlo v německém překladu až roku 1927.



