

# ARCHIMÉDÉS



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



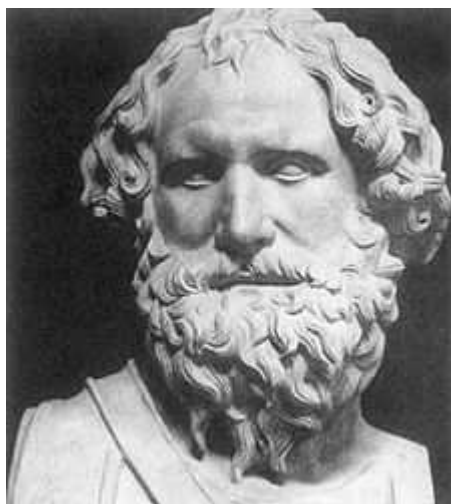
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Archimédés



Archimédova busta ze [3. století př. n. l.](#)

Archimédés ze Syrakus

Narozen [287 př. n. l.](#), [Syrakusy](#), [Sicílie](#) ([Velké Řecko](#)).

Zemřel [212 př. n. l.](#), Syrakusy, Sicílie.

Obor [Matematika](#), [fyzika](#) (zvláště [mechanika](#)). Známý díky [Archimédovu zákonu](#) a dalším pracím v [hydrostatice](#), principu [páky](#), [šnekovému čerpadlu](#) atd.

**Archimédés ze Syrakus** byl řecký [matematik](#), [fyzik](#), [filozof](#), [vynálezce](#) a [astronom](#). Je považován za jednoho z nejvýznamnějších vědců klasického [starověku](#), za největšího matematika své epochy a jednoho z největších matematiků vůbec. Použil vykrývací metodu k výpočtu [plochy segmentu paraboly](#) (využil součtu nekonečné [geometrické řady](#) pravidelných ploch, kterými segment vyplnil), a předjal tak myšlenky [integrálního počtu](#). Zabýval se metodou výpočtu délky kružnice a na svou dobu přesně odhadl číslo [π](#). Také [definice spirály](#) nesoucí jeho jméno a vzorce pro výpočet [objemů](#) těles byly na tehdejší dobu převratné.

Na poli [fyziky](#) patří mezi jeho nejslavnější objevy ve [statice](#) (mechanická rovnováha, vysvětlení principu [páky](#)) a [hydrostatice](#) ([Archimédův zákon](#)). Navrhl a sestrojil mnoho vynálezů, sloužících pro potřeby jeho rodného města Syrakus, včetně [šnekového čerpadla](#), kterým byla vybavena největší loď starověku Syrakusia.

Některé legendární obranné stroje, které Archimédés vynalezl, byly v moderní době zrekonstruovány a ukázalo se, že mohly být funkční. Zrcadla, kterými měl podle legend zapalovat římské lodě, mezi ně ale nejspíše nepatří; pravděpodobnější teorie, kterou

podporoval i [Leonardo da Vinci](#) a [Galén](#), je, že Archimédés použil k zapálení lodí parní kanón.

o

## Život



Bronzová socha Archiméda od Gerharda Thiema (1972)

Archimédés se narodil roku 287 př. n. l. v sicilském přístavním městě Syrakusy. Datum jeho narození je založeno na byzantském letopisci [Janu Tzetzovi](#), podle něhož Archimédés žil 75 let.<sup>[7]</sup> Archimédovým otcem byl údajně astronom jménem Feidias (Phedia). [Plútarchos](#) ve svých *Životopisech slavných Řeků a Římanů* tvrdí, že Archimédés byl příbuzný syrakuského krále [Hieróna II.](#) Nedochovaný Archimédův životopis byl sepsán jeho přítelem Herakleidem. Z této biografie cituje [Eutokiovo Měření kruhu](#), avšak žádné další podrobnosti se o Archimédově životopisu ani o životopisci nedochovaly. V mládí Archimédés studoval v [alexandrijském múseionu](#), kde poznal [Eukleida](#), [Eratosthena z Kyrény](#) či [Konóna ze Samu](#).[http://cs.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A9d%C3%A9s\\_-\\_cite\\_note-13](http://cs.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A9d%C3%A9s_-_cite_note-13) Ačkoliv Archimédés po studiích odešel zpět do Syrakus, není vyloučeno, že se do Alexandrie někdy vrátil.

V rodném městě působil Archimédés jako stavitel válečných strojů ve službách krále Hieróna. Nezajímal se však o praktické využití svých strojů ani o válku, jeho zájmem bylo technické řešení. Když Syrakusy během [druhé punské války](#) oblehli Římané, jeho válečné stroje, které naháněly Římanům hrůzu, se účastnily obrany města. [Marcus Claudius Marcellus](#) nakonec město dobyl po dvouletém obléhání, a poté byl Archimédés Římany zabit. Plútarchos nabízí dvě podání: podle jednoho římský legionář poručil Archimédovi jít s ním za generálem Marcellem, ale Archimédés odmítl jít dříve, než vyřeší svůj matematický problém. To vojáka rozzuřilo a Archiméda svým mečem probodl. Druhá Plútarchem nabízená možnost říká, že voják k Archimédovi přistoupil s úmyslem ho zabit, ale ten ho žádal, aby ještě počkal, než vyřeší svou matematickou úlohu. Voják ale neposlechl a zabil ho. Podle Valeria Maxima Archimédés vojáka požádal: „Žádám tě, neruš mi mé kruhy,“ voják ale Archiméda probodl, aniž by věděl, o koho se jedná. Dalším možnou verzí je, že se Archimédés chtěl vzdát a odejít k Marcellovi, ale vojáci ho zabili, když si mysleli, že ve svých zavazadlech má cennosti. Marcellus byl zprávou o Archimédově smrti rozezlen, považoval ho za cenného a předem nařídil, aby se mu neubližovalo.

Podle [Cassia Diona](#), citovaného Janem Tzetzem, byl Archimédés Marcellem pohřben v rodinné hrobce a na pohřbu se účastnili významní Syrakusané a Římané. římský řečník [Cicero](#) popisuje Archimédův pomník jako sloup, na jehož vrcholu je zobrazen válec s vepsanou koulí; podle Plútarcha si to sám Archimédés přál mít na náhrobku. Když v roce

75 př. n. l. sloužil Cicero jako kvestor na Sicílii, ze zvědavosti začal pátrat po Archimédově hrobce, kterou po několika pokusech objevil poblíž Agrigentské brány v Syrakusách zanedbanou a zarostlou křovím. Cicero nechal hrobku a její okolí vyčistit a zrestaurovat. Ciceronův popis hledání hrobky i hrobky samotné je nejstarší její popis a také jediný, jehož autor ji viděl na vlastní oči.

O obléhání Syrakus Římany a smrti Archiméda se zmiňuje 70 let po Archimédově smrti [Polybios](#), z něhož čerpali Plútarchos a [Livius](#). Prvním antickým autorem popisujícím Archimédovu smrt je Cicero, mezi dalšími pak jsou např. [Vitruvius](#) a [Valerius Maximus](#), z [východořímských](#) pak Jan Tzetzes či [Jan Zoranas](#).

Archimédés byl zabit během druhé punské války římským vojskem pod vedením [Marca Claudia Marcella](#) při obraně svého rodného města. O jeho smrti se nám dochovala legenda, podle které odmítl po dobytí Syrakus následovat římského vojáka dříve, než dořeší matematický problém. To vojáka rozzuřilo a Archiméda zabil. Římský řečník Cicero o tři století poté údajně našel a popsal Archimédův hrob.

## Dílo

Archimédés uskutečnil mnoho objevů v matematice a fyzice. Zatímco jeho ryze teoretické objevy byly známy jen úzkému kruhu odborníků, všeobecnou pozornost budil svými užitečnými technickými vynálezy. Archimédovi se připisuje kolem 40 vynálezů. Je po něm např. nazýván kladkostroj nebo vodní [šnekové čerpadlo](#) – uvádí se však, že znalost těchto mechanismů spíše obnovil. Proslul i svou konstrukcí planetária. Jeho objevy přežily až dodnes, i když řada jeho knih se během času ztratila. Archimédés zřejmě mnoho neexperimentoval, spíše se oddával myšlení.

## Fyzika

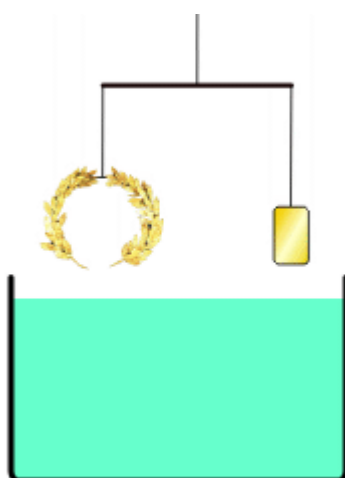
Archimédés zkoumal zákonitosti mechanické rovnováhy, a položil tak základy statiky pevných těles. Pod [Eukleidovým](#) vlivem se snažil o její [axiomatizaci](#). Definoval řadu důležitých pojmů, jako [těžiště](#) nebo [statický moment](#). Zabýval se principy činnosti jednoduchých strojů – [páky](#), [kladky](#), [nakloněné roviny](#), [klínu](#) a [ozubeného kola](#) a objevil a formuloval zákonitosti jejich rovnováhy.<sup>[30][28]</sup>

Archimédés je považován i za zakladatele hydrostatiky. Zkoumal zákonitosti [plování](#) a hydrostatického [vztlaku](#). Uvědomoval si nestlačitelnost vody a dokázal ji pravděpodobně využít pro zjišťování objemu nepravidelných těles. Pochopil význam pojmu [hustota](#), přesně jej formuloval a pravděpodobně našel metodu jejího měření dvojnásobným vážením. Formuloval [Archimédův zákon](#). Ve svém díle *O plovoucích tělesech* též zkoumal stabilitu plování. Zejména se věnoval stabilitě plování ponořeného paraboloidu, který považoval za idealizaci lodního trupu.



Archimédés běhal zcela nahý syrakuskými ulicemi a volal „Heuréká!“

Jeho objevy týkající se hustoty a vztlaku jsou tradovány i v anekdotické historce o zlaté koruně syrakuského krále.



Archimédés možná použil princip [vztlaku](#) k ověření pravosti koruny

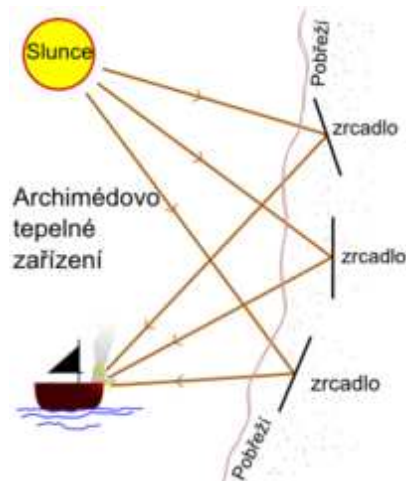
Podle [Vitruvia](#) si nechal král [Hierón II.](#) zhotovit novou zlatou korunu ve tvaru vavřínového věnce a požádal Archiméda, aby zjistil, je-li vyrobena z ryzího zlata, a zda do ní nepoctivý zlatník nepřidal méně ušlechtilé kovy. Archimédés musel vyřešit problém bez poškození koruny, takže ji nemohl přetavit do pravidelného geometrického tvaru, u kterého by mohl spočítat [objem](#), z [hmotnosti](#) pak určit i jeho [hustotu](#) a porovnat s hustotou zlata. Řešení ho prý napadlo při koupeli, když si všiml, že hladina stoupla, když se ponořil do vody. Uvědomil si, že může využít nestlačitelnost vody, a ponoří-li korunu do nádoby naplněné vodou až po okraj, bude objem přeteklé vody rovný objemu koruny. Podle legendy vyskočil z koupele, zcela nahý probíhal syrakuskými ulicemi a volal „Heuréká“, což znamená „Nalezl jsem!“). Poté zjistil, že koruna byla vyrobena převážně z obyčejného [kovu](#). To stálo zlatníka život.

Příběh o zlaté koruně se nenachází v žádném z dochovaných Archimédových děl. Navíc proveditelnost popsané metody bývá zpochybňována, vzhledem k extrémní přesnosti, se kterou by musel být změřen objem přeteklé vody. Spekuluje se, že Archimédés mohl namísto toho použít jiné řešení, založené na [Archimédově zákonu](#). Podle něj je těleso ponořené do kapaliny nadlehčováno silou rovnou tíze kapaliny tělesem vytlačené. Mohl tedy např. na vzduchu vyvážit na pákových vahách korunu ryzím zlatem a ponořit korunu i zlaté závaží do vody (viz obrázek vpravo). Kdyby koruna měla menší hustotu, měla by větší objem a byla více nadlehčována. Taková metoda by přitom byla dostatečně citlivá. Již [Galileo Galilei](#)

považoval za pravděpodobnější, že právě tuto metodu Archimédés použil, neboť kromě její velké přesnosti je navíc založena na zákoně objeveném a popsáném Archimédem.

### Zapalování lodí na dálku

Ve 2. století syrský spisovatel Lúkianos napsal, že při obléhání Syrakus (asi 214–212 př. n. l.) Archimédés zapaloval nepřátelské lodě na dálku. Z pozdější doby se dochovalo Anthémiovo tvrzení, že k tomu použil zrcadel.



Archimédés mohl použít k zapalování nepřátelských lodí zrcadla

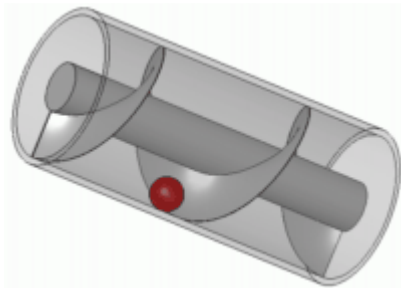
O funkčnosti této zbraně se diskutovalo již v dobách renesance. Matematik René Descartes tehdy označil tvrzení za lživé. Moderní vědci zrekonstruovali pokus pouze za pomoci prostředků, které Archimédés mohl mít k dispozici a došli k názoru, že využití principu odrazu slunečních paprsků zrcadly a jejich zaměření do jediného bodu na lodi mohlo za určitých podmínek způsobit vzplanutí lodí.

Praktickou zkoušku provedl roku 1973 řecký vědec Ioannis Sakkas. Pokus uskutečnil u námořní základny Skaramagas poblíž Athén. Použil 70 měděných zrcadel o rozměrech  $1,5 \times 1$  metru. Zaměřil je na model římské válečné lodi z překližky ve vzdálenosti 50 metrů. Poté, co byla všechna zrcadla přesně zaměřena, začala loď hořet během několika sekund. Další praktickou zkoušku uspořádala v roce 2005 skupinka studentů z MIT. K pokusu použili 39 čtverečních metrů zrcadel, která zaměřili na dřevěný model lodi. Ten vzplanul jen tehdy, když bylo nebe bez mráčku a loď se asi deset minut nepohybovala. Nakonec učinili závěr, že za těchto podmínek mohla být zbraň funkční, ale vzhledem k tomu, že je moře od Syrakus směrem na východ, nemohlo být dosaženo energie potřebné k zapálení lodí. Na takto krátkou vzdálenost by bylo výhodnější použít jednodušších prostředků (např. zápalných šípů nebo katapultu). Proto bylo Lúkianovo tvrzení zpochybněno.

Za pravděpodobnější dnes vědci považují možnost, že Archimédés použil k zapalování římských lodí parní kanón, vystřelující projektily na bázi látky známé jako řecký oheň. Tato teorie by více odpovídala Plútarchovu tvrzení, že Archimédova zbraň byla protáhlá, a zpráve Galéna, mluvící o pálícím zařízení, nikoliv o zrcadle; zastával ji pak též Leonardo da Vinci, který načrtl, jakou by zbraň měla mít podobu. Podle Cesare Rossiho z Neapolské univerzity mohl Archimédés vytvořit kanón, který by dokázal vystřelit asi šestikilové projektily rychlostí okolo 60 metrů za sekundu na vzdálenost až 150 metrů.

Další zbraní, o které se dochovaly legendy, je Archimédův dráp, jenž byl rovněž navržen k obraně města [Syrakusy](#) před nepřátelskými loděmi. Byl tvořen [jeřábem](#), na kterém byl přivázaný kovový hák. Poté, co se za [lodí](#) plovoucí poblíž [hradeb](#) zahákl, hák ji zvedl nahoru a tím ji převrátil. Současné pokusy potvrdily, že Archimédův dráp mohl být funkčním zařízením.

### [Archimédův šroub](#)



[Archimédův šroub](#) umožňuje efektivnější čerpání vody

Většina Archimédových prací z oboru [strojírenství](#) vznikla k uspokojení potřeb domovského města Syrakus. Řecký spisovatel [Athenaeus z Naucratis](#) popsal, jak král [Hiéron II.](#) pověřil Archiméda návrhem obří lodi [Syracusie](#), která by mohla být použita pro luxusní cestování a převážení zásob. Syracuse byla údajně největší loď postavená v klasickém starověku. Podle Athenaeuse byla schopna pojmout 600 lidí a byla vybavena okrasnými záhony, tělocvičnou a chrámem zasvěceným bohyni [Afrodité](#). Velmi důležitým prvkem na lodi byl [Archimédův šroub](#), jehož úkolem bylo odstranění [odpadní vody](#). Tvořila ho šikmo postavená trubka se zabudovanou spirálou těsně uloženou na [hřídeli](#). Voda byla v kapsách tvořených závitů držena gravitací a čerpání bylo prováděno otáčením hřídele. Čerpadla na principu Archimédova šroubu se užívá dodnes. Jeho velkou výhodou je jednoduchost a spolehlivost i při čerpání silně znečištěných kapalin. Příkladem mohou být [šneková čerpadla](#) v pražské [čistírně odpadních vod](#).

### [Matematika](#)

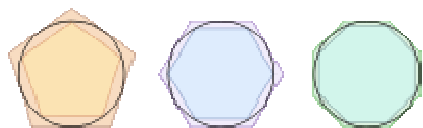
Z [matematiky](#) znal Archimédés vzorec pro součet nekonečné [geometrické řady](#). Zjistil, že [koule](#) určitého průměru, válec a kužel, jejichž průměry základen a výšky jsou stejné jako průměr stejné koule, mají objemy v poměru 2:3:1. V [geometrii](#) zavedl původně negeometrické pojmy: [těžiště](#) a [těžnice](#).

## Archimédovská tělesa



Jedno z archimédovských těles, [kubooktaedr](#)

[Archimédovské těleso](#) je druh polopravidelného konvexního tělesa (z každého vrcholu vychází stejný počet hran) složeného ze dvou nebo více pravidelných mnohoúhelníků setkávajících se ve stejném vrcholu. Od [platónského tělesa](#) se odlišuje tím, že je složeno z více druhů mnohoúhelníků, od [Johnsova tělesa](#) tím, že se mnohoúhelníky setkávají ve stejném bodě. Těmito tělesy se Archimédés zabýval v jedné z nyní ztracených prací, které zmiňuje řecký matematik [Pappos z Alexandrie](#) ve svém díle *Synagogé*. Později se jimi zabýval i německý matematik a astronom [Johannes Kepler](#), který ve svém díle *Harmonices Mundi* sepsal přehled třinácti archimédovských těles. Jeho definice hovoří o polopravidelných, trojrozměrných tělesech [euklidovského prostoru](#), jejichž stěny tvoří pravidelné mnohoúhelníky dvou či více typů.



Archimédés použil vyčerpávací metodu k přibližnému určení čísla  $\pi$

### Výpočet čísla $\pi$

Archimédés se zabýval určením přibližné hodnoty [čísla  \$\pi\$](#)  (pí) – [konstanty](#) udávající poměr obvodu [kruhu](#) k jeho [průměru](#), také nazývané Ludolfovo číslo

### Odkaz

Po Archimédovi byla pojmenována řada objektů, na Měsíci například [kráter](#) (29,7 ° s.š., 4.0 ° W) a pohoří [Montes Archimédés](#) (25,3 ° s.š., 4.6 ° W). Také je po něm pojmenován asteroid [3600 Archimedes](#). Archimédův výkřik: „Heuréka!“ je mottem [Kalifornie](#), zde ovšem připomíná objev [zlata](#) v tomto regionu roku 1848.



### Odpověz na otázky:

1. Z které země pocházel?
2. Žil před Kristem či po Kristu?
3. Proč vykřikl „Heuréká“ a co tento výkřik znamená?
4. Kterým objevem přispěl k námořnímu válečnictví?
5. Jaký další Archimédův objev Tě zaujal?

### ZDROJE TEXTU A OBRÁZKU:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A9d%C3%A9s>

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Archimedes\\_naples\\_statue.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Archimedes_naples_statue.jpg)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/25/Gerhard\\_Thieme\\_Archimedes.jpg/220px-Gerhard\\_Thieme\\_Archimedes.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/25/Gerhard_Thieme_Archimedes.jpg/220px-Gerhard_Thieme_Archimedes.jpg)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Archimedes\\_bath.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Archimedes_bath.jpg)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Archimedes\\_water\\_balance.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Archimedes_water_balance.gif)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/04/Archimedovo\\_tepelne\\_zaruzeni\\_2.png/200px-Archimedovo\\_tepelne\\_zaruzeni\\_2.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/04/Archimedovo_tepelne_zaruzeni_2.png/200px-Archimedovo_tepelne_zaruzeni_2.png)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Archimedes-screw\\_one-screw-threads\\_with-ball\\_3D-view\\_animated\\_small.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Archimedes-screw_one-screw-threads_with-ball_3D-view_animated_small.gif)

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ab/Cuboctahedron.gif/150px-Cuboctahedron.gif>

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Archimedes\\_pi.svg/220px-Archimedes\\_pi.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Archimedes_pi.svg/220px-Archimedes_pi.svg.png)