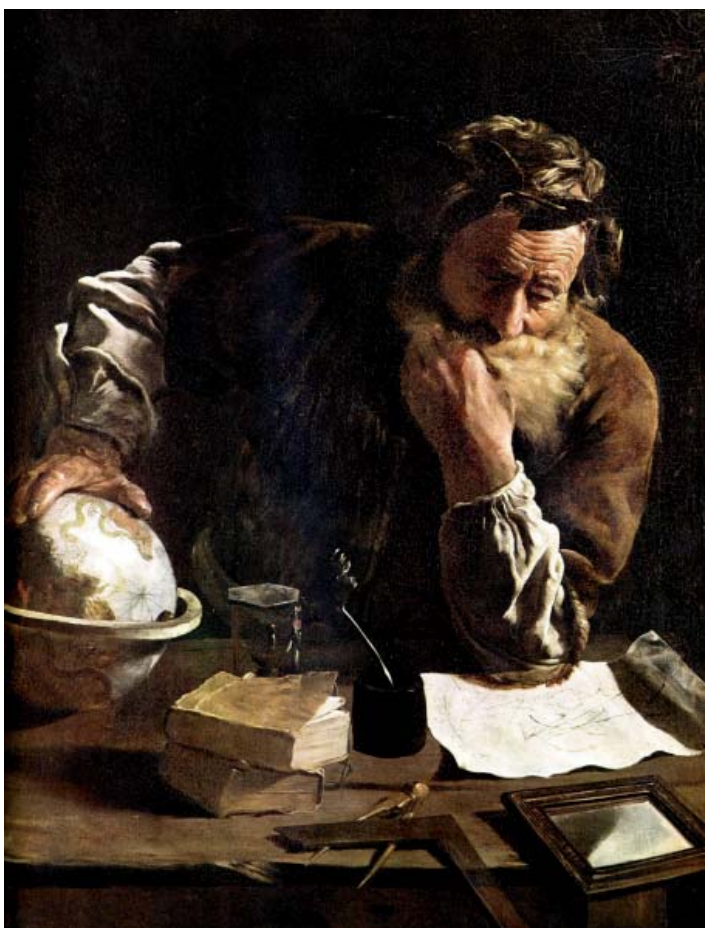


# Od Archimédova šroubu po zmrzlinu



Archimédes, jeden z nejvýznamnějších vědců starověku, také navrhl a sestrojil řadu vynálezů. Obraz od Domenica Fettiho, 1620

**N**ěkteré průkopnické vynálezy předběhly čas, jiné mohly být převratné, ale nebyly dotaženy do zdárného konce, obvykle vinou nedostatečného technologického zázemí nebo třeba jen nezájmu okolí. Velké vynálezce měli ve svých řadách starověcí Číňané, Peršané, Asyřané, Egypťané, Řekové i Římané. Zvláště antické středomořské národy byly v tomto ohledu velmi úspěšné. Ostatně právě Řekové položili základy dnešní západní vědy.

## Praktičtí Římané

Je však poctivé přiznat, že ani Řekové nevymysleli všechny jim přisuzované stroje a zařízení (řec. *méchané*) sami. Mnohé totiž převzali od Babyloňanů a Egypťanů, často je však výrazně vylepšili. Římané sice nebyli tak vynalézaví jako jejich helénský vzor, převzaté vynálezy ale dokázali ještě lépe využít a dále rozvíjet. Zvláště o Římanech, kteří stavěli ohromné a technicky neuvěřitelné náročné stavby, jsou naše znalosti o jejich technic-

**Je obdivuhodné, jak daleko se dostali někteří starověcí myslitelé a konstruktéři při vymýšlení, plánování a v některých případech také realizaci nových technologií a vynálezů. Mnohé z nich předběhly svoji dobu doslova o celá staletí, například primitivní parní stroj. Bádali však i v jiných oblastech, třeba Alexandr Veliký si pochutnával na „zmrzlině“**

kých prostředcích stále nedokonalé. Zdá se, že to, co o jejich strojích (lat. *machina*) dnes víme, nemůže být vyčerpávajícím obrazem skutečného technologického potenciálu někdejší středomořské supervelmoci.

Dlouho si také historikové kladou otázku, proč až právě Římané dokázali využít vědecký a technologický potenciál své doby ke stavbě tisíců kilometrů kvalitních silnic, ohromných vodovodů, obřích arén a triumfálních oblouků. Jiné starověké národy sice měly srovnatelný potenciál v podobě dostatečného počtu vlastních vynálezců, matematiků a geometrů, podobná velkolepá díla u nich však většinou nevznikala (s výjimkou megalomanské stavby typu pyramid). Důvodem byl v tomto případě nejspíš nedostatek „kvalifikované“ pracovní síly, jejího organizačního i materiálního zabezpečení, a nakonec rozsahu i kvality práce. Právě dostatek až nadbytek lidských zdrojů v antickém světě však nakonec možná vývoj zpomalil. S tím, jak rostla římská říše a dalšími výboji získávala statisíce otroků, ubýval prostor pro využívání sofistikovaných složitých strojů. Otroci, jejichž osobní práva byla značně omezena, představovali levnou pracovní sílu a obvykle jim jejich páni nedůvěřovali do té míry, aby jim světili drahé stroje. Převládala obava, že by je mohli ze vzteku či pomsty záměrně poškodit. Navíc životnost jakýchkoliv stavebních nebo zemědělských strojů té doby nebyla vysoká a závisela do značné míry na tom, jak šetrně s nimi lidé zacházeli. I přes značný pokrok v mnoha oblastech vědy a techniky proto lpěli na zastaralých a tradičních výrobních postupech, které sice byly pomalé a pracné, ale poskytovaly otrokářům mnohem větší pohodlí a jistotu vykonané práce.

Za příklad takového setrvání na primitivních pracovních postupech bývá uváděno zemědělství v jižní Itálii a na Sicílii, kde Římané sklízeli osetá pole ručně srpem, tedy postupem známým už mnoho tisíc-

letí. Je přitom nepochybné, že žatvu mohli urychlit nasazením nějakého jednoduchého sklízecího stroje, který tehdy již nepochybně existoval. Podobný žací stroj byl dokonce ve stejné době použit na území Galie (v oblasti dnešní Belgie), kde zrychloval sklizeň snad až desetinásobně. Proč ale nebyl použit v jižních oblastech římského impéria? Jednoduše ho v této teplejší a úrodnější krajině nebylo třeba. S dostatkem otroků byla práce sice pomalá, ale skýtala jistý výtěžek. Naproti tomu nepříznivé klimatické podmínky severní Evropy si vynutily racionalizaci práce a technologickou inovaci, kterou pak Římané pod tlakem okolností rychle a bez problémů zavedli. Důvodem byla jednak krátká doba umožňující sklizeň a zejména nedostatek otroků. Kdyby obyvatelé římské říše nelpěli na tradičních postupech tam, kde se technologická inovace na první pohled jevila jako nebyrokratická, mohly snad antické státy stanout na prahu jakési malé vědeckotechnické revoluce již před dvěma tisíciletími.

## Teoretičtí Řekové

Dalším dokladem schopností starověkých vynálezců a inženýrů je také překotný vývoj válečné techniky, zejména u Římanů. K té měli otroci z pochopitelných důvodů jen velmi omezený přístup a válečné stroje se tak u Makedonců, Řeků i Římanů vyvíjely velmi úspěšně. O tomto pokroku se zmiňuje i sám velký filozof Aristoteles ze Stageiry (384–322 př. n. l.), když ve svém díle *Politika* píše: „...jest třeba pokládat nejsilnější pevnost hradeb za oprávněný válečný prostředek, zvláště v dnešní době, kdy v metacích a obléhacích strojích byly učiněny tak dokonalé vynálezy.“ V této souvislosti čtenáře nejspíš napadne, jak velká škoda je, že se nezachovaly popisy a nákresy obranných zařízení, která vymyslel Archimédes (asi 287–212 př. n. l.) při obléhání Syrakus

v roce 212 př. n. l. Otázka, zda skutečně dokázal sestavit systém zrcadel a usměrnit sluneční paprsek tak silný, že zapaloval nepřátelské lodě, je stále živě diskutována (mohlo však jít o pouhý výmysl). Každopádně s postavou Archiméda je spojováno na 40 různých vynálezů a je mu přisuzován například i kladkostroj nebo jednoduché planetarium. Stejně jako většina jeho současníků však spíše filozfoval a teoretizoval, než aby prováděl vědecké experimenty.

U Řeků pramenilo omezené využívání objevených technologií také z jejich racionalismu, který byl obecně rozšířeným rysem. Řekové měli

**Astroláb, přístroj používaný na určování a předpovídání poloh hvězd, zřejmě poprvé sestrojil Hipparchos v polovině 2. stol. př. n. l.**



smysl spíše pro teoretická bádání, která kladli mnohem výše než potom samotnou aplikaci vynálezů pro potřeby praktického života. Proto také nejoblíbenějšími disciplínami tehdy byly matematika, filozofie nebo geometrie. Mnohé geniální vynálezy tak vznikly vlastně

bitva s rozpořbovanými lodičkami). Podobné stroje znali dobře také staří Číňané. Tyto jednoduché automaty jsou někdy dokonce považovány za historicky první „roboty“, to je však nejspíš značně přehnané označení.

### Zcela zásadní válečnictví

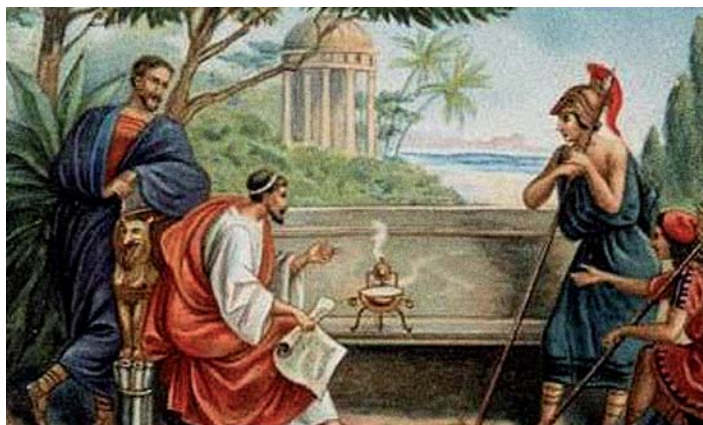
Starověcí lidé hodně experimentovali v oblasti válečnictví, kde jakákoliv technologická výhoda před nepřítelem mohla mít zásadní význam.

Podobné inovace můžeme spatřovat již v zavádění válečných vozíků ve starém Egyptě a Chetitské říši nebo třeba ve využití válečných slonů dávnými

Indy a Kartaginci. Sofistikovanější přístup však

zvolili až Římané, kteří přišli se skutečnými válečnými stroji, jež Řekové obvykle znali pouze „na papíře“. Již zmiňovaný Ktésibios vynalezl dokonce funkční vrhací stroj, vystřelující šípy na principu stlačeného vzduchu. Bohužel se

s ním obtížně manipulovalo, proto nebyl hromadně zaveden jako součást armádního vybavení a jako mnoho jiných inovací zůstal brzy zcela zapomenut. Římané měli množství různých



Hérón Alexandrijský předvádí svůj pamí přístroj, detail je patrný na kresbě



byly strojní luky na metání šípů i balvanů nebo koulí z různého materiálu (kamenné či olověné). Přestože se tyto stroje poměrně často porouchaly a jejich využití nebylo možné na všech bojištích, při dobrém taktickém nasazení dokázaly způsobovat nepříteli velké ztráty. Starověk poznal dokonce i předchůdce moderního plamenometu, takzvané vrhače plamenů, využívané jak obránci, tak i útočníky. Skladiště různých projektilů a mechanických či jednoduchých chemických zbraní byla umístěna na strategických místech, v Řecku zejména na vyvýšených akropolích.

Nepřekvapí, že Římané převzali podobu metacích strojů od Řeků a dále je rozvíjeli a vylepšovali. Těmto strojům přezdívali „tormenta“, od slovesa „torqueo“, neboli

## Staří Řekové objevili princip parního stroje, ale nedokázali ho využít v praxi

jen jako teoretická možnost, která však nebyla dostatečně testována ani zaváděna do praxe. Asi nejvýznamnějším příkladem tohoto faktu je vznik prvního primitivního parního stroje, který předběhl svou dobu o celá dvě tisíciletí.

Když byl poznán význam tlaku vzduchu, vody a vodní páry, sestrojili na základě těchto poznatků řecký vynálezce a matematik Ktésibios z Alexandrie (asi 285–222 př. n. l.) první vodní varhany, vodní hodiny klepsydry a dokonce i dvojčinnou tlakovou pumpu. Tu později prakticky využili Římané u svých hasičských stříkaček. Princip vynálezu však ustrnul jen na základních aplikacích a nepokračoval k žádným dalším využitím ve větším měřítku. Vynálezce Hérón Alexandrijský (asi 10–70 n. l.) přišel se svojí slavnou baňkou – jakýmsi primitivním parním strojem – ovšem pouze v podobě jakési kuriozity a hříčky fyzikálních sil. Asi těžko by si on i kdokoliv jiný tehdy dovedl představit, jak se stejným principem naloží v 18. století Brit James Watt a další průkopníci využití parního stroje.

Princip tlaku vody a vzduchu nicméně Řekové i Římané běžně využívali, a to například ve vodotryscích a fontánách nebo při stavbě jakýchsi jednoduchých pohyblivých hraček (pohybující se divadelní figurky, cvrlikající omléti ptáci či miniaturní námořní

útočných i obléhacích strojů, které úspěšně využívali při válečných taženích za hranice říše i během občanských válek a nepokojů na vlastním území. V podstatě všechny ale znaly a využívaly již dřívější starověké národy, některé z nich také Asyřané (například obléhací věže).

Útočné metací stroje byly samozřejmě známé již Řekům, a to nejspíše od 4. století př. n. l. Stroj na metání šípů, zvaný *katapultés*, vymyslel údajně již syrakuský důstojník Dionýsios kolem roku 400 př. n. l. Tyto jednoduché, ale účinné zbraně se pak udržely ve vylepšené podobě hluboko do středověku. Dalšími nebezpečnými zbraněmi

„kroučiti“. Sílu a rychlost totiž střele dodávala roztácející se silně zkroucená tětiva z pevného materiálu (střev nebo žíní). V přední části byla umístěna kuše, středem pak vedl žlábek, kterým procházel při výstřelu projektil, tedy šíp nebo kámen. Jak prokázaly novodobé pokusy, tyto velké mechanické praky dokázaly dostřelit až na vzdálenost kolem 700 metrů. Nejběžnější typy těchto zbraní byly zvané *ballista* (kamenomet), *catapulta* (šípomet, pozor nezaměňovat s pozdějším katapultem) a *onager* (divoký osel).

### Počátky zmrzlinářství

Vedle velkých vynálezů vznikaly už ve starověku věci, které zpřijemňují život, například „zmrzlina“, tedy spíš zmrzlé zákusky a nápoje, připravované tak, že se směs ovocných šťáv, cukru a vody přelávala přes sníž napěchovaný do pohárů a hliněných nádob. Alexandr Veliký měl údajně velmi rád sníž a led smíchaný s medem a nektarem. Ještě dříve, v 7. století př. n. l., vytvořili Číňané pravděpodobně jako první

směs ledu a mléka, která se podobala dnešnímu šerbetu. Římsíí císaři, například Nero, byli vášnivými konzumenty mraženého ovoce a šťáv. Led získávali v blízkých horách a uchovávali v izolovaných jámách.

Řecké osvěžení



## Hudba

Kořením každodenního života byla také hudba. První zmínky o starověkých strunných nástrojích, jako citery, lry a harfy, jsou doloženy v oblasti od Nilu po Mezopotámii kolem roku 3000 př. n. l. Ještě dříve se objevily flétny. Řekové a Římané tyto nástroje zdokonalili a vytvořili jejich četné varianty. Zvláštní roli v jejich životě hrála lyra, která byla silně symbolickým instrumentem. Zhotovovala se z želvího krytýře (reprezentoval spojení mezi nebem a zemí), pružné kůže (symbol obětí) a dvou rohů (symbol božského býka), na které byly připojeny struny. Ve svém celku tak lyra symbolizovala oltář a spojovala nebe se zemí.

Apollon s lyrou, římská freska z augustovské éry ze Scalae Caci na římském Palatinu



### Vynálezy pro běžný život

Velmi významné byly také vynálezy strojů ve stavitelství a dopravě, zejména pak lodní přepravě. Tam se uplatnily dřevěné stroje zdvihací (různé kladkostroje a jeřáby), které dokázaly přemístit až několikatonové břemeno. Řekové používali na stavbách jednoduché jeřáby nejpozději od konce 6. století př. n. l. Římské jeřáby typu *polypastos* obsluhovalo osm mužů. Jejich prostřednictvím dokázali manipulovat s břemeny o hmotnosti až šest tun. Moderní pokusy s věrnými kopiemi původních strojů dokázaly, že byly plně funkční a na svou dobu velmi výkonné.

Stroje se uplatnily také v zábavě, kterou bylo v antickém světě zejména divadlo. V mnoha dějepisných dílech z doby prvních císařů se dočteme, že diváci byli nadšení podívanou, při které do děje hry vstoupilo jakési vysouvací zařízení, jeřáb nebo stroj na vyzvedávání herců z podzemí či zákulisí. Podobných triků často využívali také organizátoři gladiátorských zápasů nebo naumachií (námořních bitev na umělém kanále nebo v zaplavené aréně). V samotném Koloseu bylo zřejmě pod podlahou umístěno důmyslné mechanické zařízení na vyzvedávání gladiátorů, herců i šelem do arény. Ostatně známé rčení *deus ex machina*

má původ právě v této době, kdy rozhodující obrát v ději hry přineslo náhlé vyzvednutí klíčové postavy na jeviště. Antičtí divadelní „technici“ znali také mechanismy k otáčení nebo vysouvání zákulisní části pódia.

V zemědělství a potravinářství se hojně využívaly stroje, jako byl masivní kamenný mlýn, kterým otáčeli osli nebo koně (takové byly objeveny například v troskách pekařství v Pompejích), či hnětač. Významnou roli mělo několik druhů lisů, z nichž některé se používaly k lisování vína, jiné k výrobě oleje a další ve valchářství. Široké využití při vyměřování silnic, polností a pozemků měla takzvaná groma, jednoduchý měřicí přístroj římských zeměměřičů (*gramatiků*). Šlo o úhelník, který měl na kolmém podstavci umístěn čtvercový rám, vyvážený ve vodorovné poloze, a na jeho rozích byly zavěšeny olovnice, určující právě úhly pozemků.

Mezi řecké vynálezy, které byly později značně rozšířené, patřil takzvaný Archimédův šroub (či šnek). Ačkoliv je vynález tohoto jednoduchého čerpadla připisován Archimédovi, znali jej už staří Egypťané o celá staletí dříve

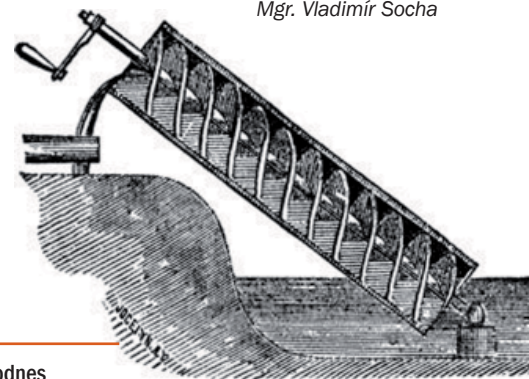
Archimédův šroub – jeho princip se používá dodnes

(je možné, že řecký vynálezce si přivezl návod na jeho výrobu právě ze země pyramid). Pomocí tohoto důmyslného zařízení odčerpávali vodu z přírodních zdrojů k zavlažování polí a zahrad, ale také ze staveb a dolů, což byla často nezbytná podmínka další práce na takových místech. Princip Archimédova starověkého čerpadla se běžně užívá dodnes. Princip vodního (kolového) mlýnu byl znám již nejpozději ve 2. století př. n. l., ale plošně se začal zavádět až v pozdní době císařské. Také tento vynález značně předběhl svoji dobu, do středověké Evropy se totiž znovu dostal až za křížových výprav z Orientu. Na našem území se zřejmě objevil až během 12. století.

### Nezbytné a zbytečné

Samostatnou kapitolou by byly vynálezy a postupy ve starověkém lékařství a přírodních vědách. Starověk byl nepochybně dobou velkých změn a tento trend dobře ilustruje také fakt, že šlo o období doslova plné vynálezů. Mnohé z nich měly zcela zásadní význam a neobešli bychom se bez nich ani dnes (kolo, písmo, klenba), jiné byly naopak zcela zbytečné a nesmyslné. O mnoha takových se jistě ani nedochovaly žádné záznamy. Některé vynálezy se sice také neuplatnily nebo nebyly ve své době plně doceněny, a tak je jednoduše „znovuobjevil“ až někdo v mnohem pozdější době. Nic to však nemění na skutečnosti, že starověké vynálezy nás ani dnes nepřestávají fascinovat svojí promyšleností i svým často neslavným osudem. ■

Mgr. Vladimír Socha



Otázka, zda Archimédes dokázal sestavit systém zrcadel a usměrnit sluneční paprsek tak silný, že zapaloval nepřátelské lodě, je stále živě diskutována

