

## Dějiny vědy a techniky I – komentáře (PS 2022)

*Pozn.:* Soubory obrázkových prezentací (.ppt) jsou označeny v záhlaví **odstavců** jako „DVT\_I\_...“, **komentáře** a vysvětlující poznámky k jednotlivým snímkům jsou pro lepší orientaci označeny čísly v závorkách za tučně zvýrazněnými **názvy podkapitol**.

### DVT\_I\_3 (Antická vzdělanost – prezentace 3)

Pojem antické vzdělanosti máme pevně spojen zejména se starověkým Řeckem, resp. s územím, jež ovládalo, a kulturou, která se na něm pěstovala. Přestože se vědecké a technické disciplíny rozvíjely i v jiných oblastech, např. v antickém Římě nebo v arabských zemích kolem Středozemního moře, představují řecké znalosti, objevy a vynálezy pevný základ a tvoří pilíře evropské vzdělanosti v následujících epochách, přinejmenším po celý středověk. Při určitém zjednodušení můžeme určit dvě hlavní centra, v nichž se soustřeďovali řečtí učenci, aby se věnovali odborné činnosti a vychovávali své následovníky. Shodou okolností ležela obě tato místa mimo území dnešního Řecka:

**Centrum v Miletu** (2–7) leželo na území Malé Asie (dnešní Turecko) a působili tu filozofové známých jmen, jejichž poznatky a závěry jsou dodnes platné. Můžeme s jistotou předpokládat, že téměř každý, kdo absolvoval alespoň základní stupeň vzdělání, zná pojem „Pythagorova věta“ nebo slyšel něco o „Démokritově atomismu“, ačkoli je třeba nedovede přesně definovat nebo si nevzpomene na jejich vzorce. Spíš, než jména a životopisné údaje těchto učenců, jsou důležité informace o tom, jak na sebe navazovalo jejich působení a čím vším se už tito „staří Řekové“ zabývali. Vedle astronomie a technických pomůcek (přístrojů) k pozorování hvězd (kvadrant) tu najdeme zmínky o elektrických jevech, gnoseologii, metafyzice nebo atomistické teorii.

Účelem a cílem všech těchto počínů byla potřeba či touha poznat okolní svět, získat nové poznatky a následně jich využít v praktickém životě. Znalosti z geometrie tak posloužily při zeměpisných měřeních a pořizování map, astronomická pozorování umožnila sestavení nebo zdokonalení kalendáře, matematika byla důležitá pro účetnictví a bádání atomistů se pokusilo odhalit podstatu hmoty, která nás obklopuje. U věhlasného **Pythagora** (4) by se ještě slušelo poznamenat, že kromě geometrie a matematiky se zabýval také **hudební teorií**, neboť víme, že např. výška tónů se dá číselně vyjádřit a také hudební skladba stojí na matematických zásadách.

Kromě samotných osobností a jejich rozmanité činnosti bych tu rád upozornil na jednotlivé portréty, které jsou provedeny mnoha různými technikami a často pocházejí od významných starověkých, středověkých nebo novověkých umělců. Například uvedený **Donato Bramante**, italský architekt a malíř z přelomu 15. a 16. století, působil při budování baziliky sv. Petra v Římě s půdorysem ve tvaru tzv. řeckého kříže – další odkaz na řecké prostředí.

Druhým významným střediskem antické vzdělanosti byla **ptolemaiovská Alexandrie** (8–17), resp. tamní *Músaion* doplněný o největší starověkou knihovnu. Už jsem se zmínil jak o ní, tak o blízkém námořním majáku. Také výsledky práce techniků a vědců, kteří tam působili, dobře známe a využíváme i v dnešní době. **Ktesibiův** (10) vynález dvojčinné pístové pumpy našel uplatnění při čerpání vody a sehrál významnou úlohu třeba při vývoji hasičských stříkaček v 18. a 19. století. Pozoruhodné jsou jeho mechanické vodní hodiny, kde malé vodní kolo pohánělo převody s ozubenými koly. Vedle nich ovšem známe z antiky i „klasické“ vodní hodiny (*klepsydra*), které odměřovaly čas volně vytékajícím proudem.

**Filón Byzantský** (14) se zabýval zejména mechanikou, o níž sepsal systematické dílo. Bývá však také považován za vynálezce křížového, tzv. Cardanova závěsu, jehož původním účelem bylo bezpečné uložení svíček, příp. olejových lampiček na kymácejících se lodích a později se uplatnil zejména pro funkční upevnění lodního kompasu. Na vysvětlenou k názvu Cardanův závěs, resp. Cardanův (stejnoběžný) kloub je třeba dodat, že **Girolamo Cardano** byl italský filozof a matematik, který působil v době renesance v 16. století a v rámci své vědecké činnosti jako první popsal mj. zmíněná technická řešení.

**Hérón Alexandrijský** (15) se jako starověký „inženýr“ kromě jiného zabýval využitím páry jako hnacího média pro různé účely. Známa Hérónova baňka (*aeolipile*) byla pokusným zařízením a z dnešního pohledu ji můžeme označit spíš za hračku. Principu parního pohonu však použil i k praktickým účelům, jako bylo otevírání chrámových dveří nebo konstrukce parních varhan. Hérón se prosadil také v oblasti mechaniky, když zkonstruoval vrátek s ozubenými převody (*barulkos*), tedy mechanický hnací stroj. V této souvislosti bych rád připomněl tzv. mechanismus z Antikythéry, jenž byl zřejmě vyroben ve 2. století před Kristem a počátkem 20. století vyzdvižen z potopené římské lodě poblíž zmíněného řeckého ostrova. Přestože se podařilo celý přístroj zrekonstruovat, jeho skutečný účel není dosud přesně znám. Mohlo jít o mechanický počítač, kalendárium, orloj či podobné kombinované zařízení.

Jméno **Eukleidés** (9) je spojeno hlavně s oblastí geometrie, o níž sepsal třináctisvazkové „Základy“. Odtud pochází pojem „eukleidovská geometrie“. Rovněž **Apollónius z Pergé** (11) se zabýval matematikou a geometrií, byl však zřejmě také vynálezce astrolábu, přístroje určeného k měření úhlů, který našel využití v astronomii, při navigaci i zeměměřičství (triangulace). Kromě toho vytvořil teorii kuželoseček, tedy křivek, jež vznikají při vedení různých řezů kuželem, jak je patrné z připojeného obrázku. Arabský překlad jeho spisu „Kónika“, v němž navázal na svého předchůdce Eukleida, je výmluvným příkladem toho, jak se antická vzdělanost šířila do arabského světa a odtud zpátky do středověké Evropy v důsledku arabské expanze na náš kontinent.

**Archimédés ze Syrakus** (18–26) je typickým představitelem rozmáchlé osobnosti, kterou zpravidla označujeme jako renesanční. Znamená to, že se na vysoké úrovni zabýval celou řadou oborů, stejně jako mnohem později **Leonardo da Vinci**. Z jeho bohatého odkazu mohu připomenout Archimédův zákon, Archimédův šroub, kladkostroj nebo okřídlenou větu „Dejte mi pevný bod (roz. ve vesmíru) a pohnu zeměkouli“. K jednotlivým pojmům krátké vysvětlení. Archimédův šroub je druh čerpadla na ruční pohon, jež původně sloužilo k odstranění prosakující vody z lodí. Vzhledem k jednoduché a bytelné konstrukci se používá dodnes, mj. k přečerpávání odpadních vod bohatých na mechanické nečistoty. Výhody kladek, resp. kladkostrojů není třeba rozvádět. Pro úplnost bych však dodal, že úměrně počtu kladek se zmenšuje síla potřebná ke zvednutí stejného břemene, ale současně se násobně prodlužuje činná délka provazu. Pověstné „hýbání zeměkouli“ spadá do mechanické statiky (působení sil na páce), kdežto Archimédův zákon je základní poučkou oboru hydrostatiky a na jeho základě fungují všechna plavidla.

Bohužel musím konstatovat, že některé Archimédovy vynálezy spadají do oblasti válečnictví. Není se co divit, Syrakusy leží na Sicílii a Středomoří bylo vždycky dějištěm četných válečných konfliktů. U parního kanónu, jehož konstrukce mu bývá připisována, šlo o využití rozpínavosti plynů. Do masivní komory, rozpalené žářem ohně, se vstříkla studená voda, která se okamžitě vypařila. Protože objem plynu (páry) je mnohonásobně větší, než objem téhož množství kapaliny (vody), vznikl značný přetlak, který vypudil kuli z hlavně. Daleko hrůzostrašnější zbraní k ničení nepřátelských lodí byl tzv. řecký oheň. Jednalo se vlastně o starověký plamenomet a fungoval na principu, který objasňuje připojený obrázek: do tlakové nádoby (kotle), naplněné směsí oleje se snadno zápalnými přísadami (např. smola), se pumpoval vzduch a současně se pod ní intenzivně topilo. Po otevření ventilu pak z otočné trysky stříkal mohutný proud vysoce hořlavé kapaliny, který byl zapálen plamenem z kahanu. Účinky musely být fatální.

**Marcus Vitruvius Pollio** (27), krátce Vitruvius, je zástupcem římské vzdělanosti. Působil jako architekt a stavební inženýr mj. za časů **Julia Caesara**. Díky tomu mohl sepsat „Deset knih o stavitelství“, v nichž shrnul dosavadní poznatky o technice používané v těchto oborech. Známe rovněž pojem „vitruviovská mechanika“. Na jeho odkaz navázal v renesanci **Leonardo da Vinci**. Podobně souborným dílem byla „*Historia naturalis*“ z pera **Plinia staršího** (28). Přestože název odkazuje k přírodě, popisuje v něm Plinius všechny dosavadní způsoby obrábění materiálů, včetně souvisejících nástrojů a strojů. Stejně jako řada jiných antických prací, dočkala se i tato kniha vydání tiskem na počátku novověku, kdy vzrůstal zájem lidstva zejména o přírodní vědy.

**Ballista** (29, 30) je ukázkou mohutné a sofistikované chladné zbraně, která využívala zkrutné (torzní) síly svazku houževnatých, ale pružných vláken, která nahradila dřevěnou tětivu luku nebo samo-

střílu. Z připojeného obrázku je patrná velikost podobných mechanických praků, takže nepřekvapí, že se z nich daly vystřelovat kamenné či kovové koule o hmotnosti desítek kilogramů (1 talent = 21 až 150 kg). Sloužily především k boření kamenných hradeb nepřátelských pevností. Pojízdna ballista na voze taženém válečnými koňmi už připomíná moderní tank, příp. samohybnou houfnici.

Římský **Pantheon** (31, 32), čili Chrám všech bohů, je ukázkou vyspělosti římského stavitelství. Za pozornost stojí dvě skutečnosti: rozměry kupole, která vznikla při přestavbě po požáru, a hlavně použitý materiál, jímž se stal litý beton, který nahradil dosud běžné kamenné nebo cihlové zdivo. Díky použitému plnivu, jímž byl velmi lehký sopečný popel (tuf), a stavební konstrukci s odlehčovacími výdutěmi se podařilo vybudovat samonosnou polokulovou klenbu o průměru přes 40 metrů.

Na příkladu vodních **obilních mlýnů** (33, 34) si můžeme podrobněji objasnit základní prvky jejich konstrukce, které zachycuje obrázek vpravo: A – vodorovná hlavní hřídel (val), na níž je připevněno rovněž vodorovné B – palečné kolo, které svými palci zabírá do C – cévového kola na svislé hřídeli. Tato hřídel otáčí E – vrchním mlecím kamenem (běhoun), zatímco pevný spodní mlecí kámen (ležák) na obrázku není vidět. Zrno se do mlecího složení dostávalo pomocí D – násypky, která byla zpravidla spojena s rozměrnějším zásobníkem. Celé zařízení sloužilo ke zpracování různých druhů obilnin, jejichž produkce se s rozvojem zemědělské výroby neustále zvyšovala, zatímco lidských či animálních sil se na přelomu letopočtů nedostávalo.

Mlýny byly zpravidla poháněny **vodními koly**, zpočátku se spodním, později také s vrchním náhonem. Rozdíl spočíval jak v jejich funkci, tak ve způsobu ovládní. Kola na spodní vodu se stavěla přímo na březích vodních toků, příp. na tzv. **lodních mlýnech**. V obou případech byla ponořena do vodního toku přímo, přičemž u prvního typu kolísala hloubka ponoru v závislosti na výšce hladiny, kdežto u plovoucích lodních mlýnů byla stálá. Proud vody se ovšem nedal nijak regulovat ani zastavit. Smysl otáčení byl opačný, než směr vodního proudu. U vodních kol na svrchní vodu tomu bylo jinak. Voda se na ně přiváděla zvláštním náhonem a tzv. **vantrokami**, dřevěným žlabem, který měl hradítka, jimiž se dal vodní proud snadno regulovat, příp. zcela zastavit. Kola se otáčela ve směru proudící vody, navíc kromě pohybové energie se díky spádu využila také její polohová energie. Vodní kola se svrchním náhonem byla tedy účinnější, než kola na spodní vodu.

Závěrem se vracíme k legendárnímu **Barbégalu** (35–38), římskému komplexu vodních mlýnů na akvaduktu do Arles ve Francii. Z mapky je patrné trasování vodovodu, přičemž jeho část byla na zděných obloucích, kdežto těsně před vlastní soustavou bylo třeba prokopat zářez vápencovou skálou. Vytěžený materiál bezpochyby posloužil k vybudování opěrných zdí a především zmíněných šestnácti obilních mlýnů poháněných koly na svrchní vodu. Po odevzdání své pohybové a polohové energie pokračovala voda do města, aby tam napájela kašny. Můžeme mít ovšem pochybnosti o její kvalitě, ale s ohledem na zanedbatelnou míru znečištění starověkého životního prostředí, resp. hygienické nároky tehdejšího obyvatelstva lze předpokládat, že využití pitné vody k pohonným účelům žádné problémy nepřineslo.