

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

*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 a podtrženými názvy kapitol.

### DVT\_I\_4 (Technika ve středověku – prezentace 4)

**Věda a technika v raném středověku** (2–9) těžila z odkazu **antických civilizací**. V důsledku historických událostí, zejména v souvislosti se **změnami mocenské politiky a hospodářského vývoje** (zánik Západořímské říše, stěhování národů apod.), se hlavní oblast **vědecké a technické činnosti** přesouvala přes **Blízký východ** (arabské země) na **Dálný východ** (Indie, Čína, Japonsko). **Evropa** tehdy po **vědecké a technické** stránce většinou **stagnovala**, zatímco skutečný **vývoj** obou **oborů probíhal jinde** a omezoval se na **přejímání a rozvíjení starších**, zpravidla **antických** poznatků.

V souvislosti s postupným upevňováním a šířením nového, **křesťanského vyznání** se **vědecké působení učenců** v západní i ve východní části **Římské říše** během několika prvních století našeho letopočtu soustředilo na oblast **teologie**. Od 4. století se setkáváme s fenoménem **poustevnictví**, z něhož se brzy vyvinul život v odloučení **klášterů**. Nejstarší řehole **sv. Benedikta z Nursie** vznikla na počátku 6. století – **první klášter** založil na **Monte Cassinu** (529). Do **českých zemí** se **benediktinská řehole** dostala až v 10. století – krátce po vzniku **pražského biskupství** (973) byl vybudován **ženský konvent u sv. Jiří na Pražském hradě** (976), **první mužský klášter** byl založen v **Břevnově u Prahy** (993).

V závěru 11. století odešel **opat sv. Robert** se svými druhy z **Molesme** do pustého **Cîteaux** u Dijonu, aby tam založil novou komunitu podle **reformované benediktinské řehole** (1098). Tamním **řádovým bratřím** se podle místa začalo říkat **cisterciáci**. Prvním založením tohoto druhu na našem území byl **klášter v Sedlci u Kutné Hory** (1142). Třetím nejznámějším je patrně **řád řeholních kanovníků**, jehož duchovním otcem je **sv. Norbert z Xantenu**, který působil jako kněz, aby nakonec založil nový klášter v severofrancouzském údolí **Prémontré** (1120). Odtud se **premonstrátské fundace** šířily do **celé Evropy**, podobně jako v případě obou předešle jmenovaných řeholí. U nás byl **první premonstrátský klášter založen v Praze na Strahově** (1143).

Protože kláštery vznikaly z podstaty svého účelu zpravidla (ne však bez výjimky) na **odloučených místech**, musely vytvořit **soběstačné hospodářské jednotky**. Od svých **fundátorů** sice dostávaly jak **stavební materiál**, tak určité **finanční prostředky**, ale především **celé vesnice** a rozsáhlý **pozemkový majetek** – **lesy, louky a pole**; později si také zakládaly **rybníky**. Klášterní komunity, které k nám většinou přicházely z **Německa**, s sebou proto přinášely důležité znalosti z oboru **lesnictví a zemědělství**, příp. **vodního hospodářství** a souvisejících **řemesel**.

Kromě toho působily při kláštorech různé **školy** – zejména pro **výchovu vlastních řádových bratří**, ale také obyvatelstva z okolí, které pro klášter pracovalo. Konečně byla v kláštorech tzv. **skriptoria**, tedy **dílny** pro vytváření více či méně bohatě **ilustrovaných rukopisů** pro liturgické účely, ale také pro pracné pořizování **opisů starších**, převážně **antických spisů** s poznatky z různých oborů, často také z oblasti **přírodních věd**. Tak se kláštery přirozeně stávaly **středisky kultury, vědy a vzdělanosti**, ačkoli ruční opisování knih bylo velmi **zdlouhavé a nepříliš efektivní**.

Pokud jde o pěstování **vědy a techniky na Dálném východě**, resp. s tím spojené **objevy a vynálezy**, nelze pominout **raně středověkou Čínu**, kterou spojujeme s některými **vynálezy**, které se později dostaly do **Evropy** a často jich dodnes využíváme. Vedle **papíru**, který se vyráběl ze **starých hadrů**, tedy z **rostlinných vláken**, nikoli **dřevní hmoty** jako dnes, nebo **střelného prachu**, který se používal také k pohonu **primitivních raket** nebo pro **ohňostroje**, je třeba uvést hlavně **porcelán**, který jsme se v **Evropě naučili vyrábět až na začátku 18. století**. S **námořní dopravou** souviselo nejen zdokonalení **stavby lodí**, ale také vynález **kompasu** – důležité pomůcky pro **navigaci**.

Při šíření znalostí na asijském kontinentu sehrál velmi významnou úlohu **knih tisk**, přičemž **technická stránka** tohoto procesu byla odlišná od pozdějšího **evropského**. Číňané sice používali **vyměnitelné litery**, které však místo kovu vyráběli z **porcelánu** – právě díky jeho znalosti. Často však používali

techniky **dřevorytu**, a to nejen pro **obrázky**, ale také pro **celé strany s textem**. Taková „matrice“ byla samozřejmě **jednoúčelová**. Navíc musíme vzít v úvahu odlišný systém **znakového písma**. Další konstrukcí, která se připisuje starým Číňanům, jsou **vodní hodiny – chronometr s vodním pohonem stroje** složeného z **ozubených koleček**. Tím se lišily od vodních hodin známých ze starověkého **antického světa**, kde čas odměřoval **pohyb hladiny** způsobený **vytékající vodou**. Kromě sofistikované technologie **kolečkových** vodních hodin se však používaly i primitivní způsoby – **ohňové hodiny**, kdy plamen postupně přepaloval **šňůrky se závažíčky**, případně na kovovou podložku vypadávaly **kovové kuličky z odhořívající svíce** apod.

Pro obnovu **vědeckého a technického vývoje** v raně středověké Evropě byla přelomovým obdobím tzv. **karolinská renesance** kolem roku 800, kdy **franský král** a pozdější **císař Karel Veliký** položil obnovením **Západořímského císařství** základ **Svaté říše římské** (národa německého), která se udržela až do **začátku 19. století**. S oživením **hospodářství a obchodu** souviselo pravidelné pořádání **trhů**, příp. zakládání **trhových osad a měst**, rozvoj **místní i dálkové dopravy**, včetně budování **cest, mostů** přes vodní toky apod. Důležité bylo také sdružování řemeslníků do **cechů**, které měly sloužit pro jejich **školení**, resp. **ochranu**. Protože **centra vzdělanosti** byla ve zmíněných **klášterech**, vznikaly při nich samozřejmě také **nejstarší univerzity** (Bologna, Paříž, Oxford atd.).

Nepřekvapí tedy, že **učenci**, kteří se zabývali **vědeckou teorií** nebo **technickou praxí**, pocházeli z řad **kněží** nebo **mnichů v klášterech**. Kromě obligátních **teologických** otázek se často zabývali také **filozofií**, do níž musíme ve středověku zařadit i **přírodní vědy**. Nadále sice dominovaly obory **astronomie, geometrie a matematiky**, ale postupně se k nim přidávala i **fyzika** nebo **architektura**, jejichž poznatky se uplatňovaly v **praktickém životě** nejen v rámci klášterů. Nové **znalosti**, stejně jako **zkušenosti z antického světa**, se šířily díky **klášternímu**, později **univerzitnímu školství** v rámci tzv. **scholastického učení**.

Nejstarší **zděné památky církevní i světské architektury**, které se zachovaly na našem území, jsou postaveny v **románském slohu**. Jedním z charakteristických **stavebních prvků**, který umožnil budovat poměrně velké budovy, zejména kostely, byl pravý **klenební oblouk**, resp. **valená klenba**. **Schéma konstrukce**, včetně názvů jednotlivých částí, je vidět z připojených obrázků. Sloužila k **zaklenutí** rozměrných **místností, sálů** nebo **kostelních lodí**, resp. k vytvoření potřebných **otvorů** pro vstupní **dveře, okna** apod. Kromě toho se samozřejmě uplatnila také práce **kameníků**, kteří vytvářeli **sloupy**, zdobené **patky a hlavice**, profilovaná **ostění** apod. Tesali rovněž **reliéfní a sochařskou výzdobu**, příp. další stavební prvky.

S vrcholným obdobím zakládání klášterů a šíření křesťanské církve vůbec je spojeno období vzniku a rozvoje **nového stavebního slohu – gotiky** (10–25). Jedním z jejích účelů bylo budování **monumentálních katedrál**, které by svou **výškou ohromily věřící** a přispěly k **propojení pozemského života s nebeským**. Proto bylo třeba stavět **chrámy a katedrály** mnohem **větší** a hlavně **vyšší** než doposud. K tomu měly posloužit **nové** architektonické **konstrukce**, zejména **lomený oblouk, žebrová klenba**, resp. systém **nosných a opěrných pilířů**. Ty umožnily **roznést velké tlaky** vysokých **kleneb do stran** a také prorazit ve stěnách kostelů **rozměrná okna**, která propouštěla do chrámových lodí **světlo zvenku** a často byla vyzdobena bohatými **barevnými vitrajemi**.

**Stavební nářadí** a pomůcky, které se tehdy mohly použít, byly ovšem poměrně omezené a jednoduché. Kromě **kružítka, olovnice** nebo **úhelníku** šlo především o **ruční nářadí**, většina materiálu se **nosila ručně**, pouze pro **zvedání těžkých břemen** do výšky sloužil **jednoduchý jeřáb**, k jehož pohonu zpravidla sloužilo **šlapací**, tzv. **veverčí kolo**. Replika takového „středověkého“ jeřábu podle **vyobrazení** z doby krále **Václava IV.** byla před několika lety **experimentálně vyrobena** a posloužila např. při **rekonstrukci hradu Točnick** nebo při **opravě hlásky Jakobínka** na hradě **Rožmberk**. Pro **upevnění kamenných kvádrů**, opatřených po stranách **dvěma důlky**, na lano jeřábu se používaly zvláštní „**samosvorné**“ **kleště**, tzv. **krepna**.

Při samotném **navrhování** gotických staveb vycházeli architekti a stavitelé především ze **zkušeností**, konstrukční **výpočty** se prakticky **neuplatnily**. Díky bohaté předchozí **praxi** a vynikající **znalosti materiálů**, především **kamene a dřeva**, se jim poměrně úspěšně dařilo zachovávat zásady **statiky**, díky nimž **stojí většina vznosných gotických katedrál dodnes**. Z připojených **schematických**

**náčrteků** jsou dobře patrné **základní stavební prvky gotických budov**, např. **křížová klenba**, systémem **opěrných pilířů** apod. Na **snímcích** z konkrétních staveb je zase vidět, jak se **gotické klenební systémy** během let vyvíjely od jednoduchých ke složitějším a zdobnějším tvarům. Jejich příklady známe také z **českých zemí**, kde působily významné středověké **stavební a kamenické hutě**. Za **vrcholné období** rozvoje **gotického slohu** u našich církevních i světských staveb můžeme označit 14. a 15. století. Uvedený **Vladislavský sál** na Pražském hradě, který vybudoval **Benedikt Rejt** za vlády **Jagellonců**, patřil ve své době k **největším zaklenutým prostorům na světě**.

Pokud jde o **materiál**, používal se při stavbě ponejvíce ten, který byl v místě dostupný, ale někdy se také **dovážel** z větší vzdálenosti, obvykle **na lodích po řekách**. U nás máme s **gotickými stavbami** asi nejvíc spojené různé druhy **pískovce**, což je sice materiál poměrně **snadno opracovatelný**, avšak **citlivý na klimatické podmínky**. Proto se **kamenné pískovcové památky** musí často pracně a nákladně **opravovat**. V jihoevropských zemích, kde byl jeho dostatek, se na gotické stavby používal **mramor** či různé druhy **vápence**. Naopak tam, kde **nebyla** v okolí **naleziště** vhodného **kamene**, se používalo **rezných cihel**, jak to známe např. z **Německa, Beneluxu** nebo **Polska**.

Jak vidíme z připojených obrázků, **výška klenby** hlavní loď kostela mnohdy **přesahovala 40 metrů**, což je i na dnešní poměry vysoké číslo. Zřejmě nejznámější gotickou katedrálou u nás je **chrám sv. Víta, Václava a Vojtěcha** na Pražském hradě, jehož **klenba** ovšem dosahuje **výšky „jen“ 33 metrů**. Stavba zahájená za **císaře Karla IV.** (1344) byla dokončena až ve **20. století**. Také **chrám P. Marie Sněžné** na Novém Městě pražském patřil po staletí k **nejvyšším** stavbám v Praze, třebaže šlo pouze o **chór zamýšleného kostela**, který založil **Karel IV.** na paměť společné **korunovace** se svou manželkou **Blankou z Valois** (1347) a jehož **hlavní loď** měla mít **výšku 40 metrů**.

V některých případech však středověcí stavitelé své schopnosti přecenili. Smutným rekordmanem je katedrála ve francouzském **Beauvais** (1225–1272), jejíž **klenba v chóru** dosáhla **výšky 48 metrů**. Na tu **opěrný systém** navržený stavitelem už **nestačil**, takže **chór se** v roce 1284 **zřítíl**. Byl však **obnoven** a opěrný systém přebudován. Konstrukce stavby tak monumentálních rozměrů se prostě neobejde bez **vědeckých výpočtů** a dokonalé znalosti **zákonů statiky**.

Za  **vynález a rozšíření knihtisku** (26, 27) vděčíme především **Johannu Gutenbergovi**, který ve své dílně vyvinul **systém výměnných liter** odlévaných z **kovu** (tzv. **liteřiny**), z nichž se daly „vysázet“ libovolné texty, po vytištění „rozmetat“ a jednotlivá písmena použít pro tvorbu nového textu. **První knihy** vytiskl v **polovině 15. století**. Kromě významných knih, v čele s **biblií** a jejími **překlady do národních jazyků**, se tímto způsobem šířily také aktuální zprávy, vyhlášky a provolání, např. v rámci **církevní reformace a protireformace**. Nová technika se rychle šířila po Evropě a brzy se dostala i do **Čech**; naše **nejstarší kniha** byla „**Kronika trojanská**“ vytištěná v **Plzni** (snad 1468).

Na příkladu **Paola Toscanelliho** (28) vidíme, jakým způsobem se **vyvíjela věda a technika ve středověku**. Toscanelli byl, jako mnoho dalších vědců té doby, vystudovaný **lékař**, takže využíval svého hlubokého **odborného vzdělání**. Ostatně **medicína** byla vedle dominující **teologie** zastoupena prakticky na každé **středověké univerzitě**. Obširné vědomosti z tohoto oboru, které kromě **anatomie, chirurgie** a dalších lékařských dovedností předpokládaly rovněž znalosti z **fyziky** nebo **chemie** (přírodní léčiva), byly předpokladem pro další **vědecký rozvoj**. Současně docházelo ke zpětnému **importu poznatků z Orientu**, zejména díky **obchodním cestám** na Střední i Dálný východ.

Jednou z nejznámějších výprav je cesta **Marca Pola** (29, 30) do Asie už ve 13. století, na jejímž základě vznikl známý spis „**Milion**“. I kdyby Polo podnikl jen **část** předpokládané **cesty**, jak se o tom spekuluje v poslední době, představují **zprávy**, které přinesl do Evropy, dostatečný **základ** pro další **vývoj** celé řady **oborů lidské činnosti**. Jedním z motivů pozdějších, tzv. **objevných plaveb** portugalských a španělských mořeplavců byly i **Toscanelliho úvahy** o možnosti dosažení **východoasijských zemí** a jejich **přírodního bohatství po moři**.

**Měření času pomocí mechanických (kolečkových) hodin** (31–40) je asi jednou z nejdůležitějších oblastí, které ve středověku ovlivnily rozvoj lidské společnosti a kultury. Naléhavá potřeba **přesné, spolehlivé** a všeobecně **dostupné časomíry** se týkala nejen běžného **každodenního života** (denní či roční doba), ale také specializovaných **hospodářských** nebo **vědeckých činností**, jako byla např. **navigatione** při námořních plavbách nebo **astronomická pozorování**. Ani v jednom případě nelze

určit **zeměpisné či astronomické souřadnice** bez znalosti **skutečného času** vztaženého k tzv. **referenčnímu bodu**, jehož **souřadnice** jsou **známy**. Ačkoli se **čas měřil** už ve starověké **Mezopotámii** (3. tis. BC), většinou různými druhy **slunečních hodin**, jak je popsáno v prezentaci, pro soudobé středověké účely byly zapotřebí dostatečně **přesné** a současně **přenosné chronometry**, které by se daly **umístit na lodi** spolu s **kompasem** – rovněž **import z Číny** (po roce 1280).

Aby **kolečkové hodiny** správně fungovaly, musely mít **dva základní prvky** – tzv. **oscilátor a krok**, který zajistí jeho **pohon** (pravidelný kmitavý pohyb). První oscilátor – **lihýř** – a nejstarší **vřetenový krok** popsal ve svém spisu středověký **architekt Villard de Honnecourt** (konec 13. st.). V souvislosti s ním se musím zmínit o fenoménu tzv. **perpetua mobile**, tedy stroje, který má **fungovat** (pracovat) **bez přísunu energie** (tj. pohonu) **zvenčí**. Tato myšlenka je samozřejmě už s ohledem na platné **přírodní zákonitosti**, zejména **zákon o zachování energie**, od základu nesmyslná. Přesto po celá staletí zaměstnávala stovky „vynálezců“ a některé artefakty sestrojené s tímto záměrem se jako ukázky dostaly i do **muzejních sbírek**.

**Mechanické hodiny** poháněné **závažími s kyvadlem** jako **oscilátorem** se pochopitelně hodily pouze pro **pevné stavby**, zpravidla **věže kostelů, radnice** apod. Nejen **způsob jejich pohonu**, ale také jejich **rozměry** ani jiný způsob využití nepřipouštěly. Ostatně **středověké hodinové stroje** byly zpravidla prací zručných **kovářů**, kteří je vyráběli na základě požadavků **astronomů** nebo **hodinářů** se znalostmi **přírodních věd**. Rovněž **lihýřové hodiny** byly **nepřesné**, protože lihýř neměl vlastní **dobu kmitu**. Proto byl brzy nahrazen **pružinovým setrvačником**, tzv. **nepokojem**. **Pohon** hodinového **stroje** zajistila ocelová **pružina**. Teprve v této podobě se **přenosné hodiny** dočkaly kýženého a **všestranného využití**, zejména jako **navigační pomůcka**, později v **domácnostech** a konečně jako **kapesní**.

**Vrchol hodinářské práce** ve středověku, o **jemné mechanice** se v té době ještě nedá mluvit, představují **orloje**. Tyto složité přístroje využívají soudobých **nejnovějších astronomických poznatků**, takže kromě nejrůznějších **časových údajů** ukazují třeba **fáze Slunce a Měsíce, denní a roční dobu**, postavení **planet Sluneční soustavy** nebo **polohu souhvězdí**, obsahují **znamení zvěrokruhu** a další informace. Jedním z **nejstarších** známých přístrojů tohoto druhu jsou **astronomické hodiny**, které sestrojil **italský lékař a hodinář Giovanni de Dondi** (1364). Protože se v té době všeobecně uznávala tzv. **geocentrická soustava**, kdy středem známého vesmíru byla **Země**, jsou ostatní planety zobrazeny jako její **oběžnice**. Také orloje se často umísťovaly do významných **kostelů a chrámů**, ačkoli naše nejznámější **orloje v Praze a v Olomouci** jsou na **radnicích**.

*T.Kučera/10.10.2024*