

## 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\_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 často se omezoval na přejímání a rozvíjení starších, zpravidla **antických** poznatků.

V zájmu postupného upevňování a šíření 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 (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). Třetí nejznámější 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 fundace **premonstrátů** rozšiřovaly 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, pole, později zakládaly také rybníky. Klášterní komunity, které k nám většinou přicházely z Německa, proto s sebou 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, avšak rovněž 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 technologiemi, 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**, tedy chronometr s vodním pohonem stroje složeného z ozubených koleček. Tím se lišily od *klepsydry*, 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., a také sdružování řemeslníků do **cechů**, které měly sloužit pro jejich školení, resp. ochranu. Protože centra vzdělanosti byla ve zmíněných kláštrech, vznikaly při nich samozřejmě i nejstarší středověké **univerzity** (Bologna, Paříž, Oxford atd.).

Nepřekvapí tedy, že také učenci, kteří se zabývali vědeckou teorií nebo technickou praxí, pocházeli z řad kněží nebo mnichů v kláštrech. 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 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 prvků, je vidět na připojených obrázcích. Sloužila k zaklenují 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 tím nebeským. Proto bylo třeba stavět mnohem větší a hlavně vyšší chrámy než dosud. K tomu měly posloužit nové architektonické konstrukce, zejména **lomený oblouk**, **žebrová klenba**, 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 používal „samosvorný“ nástroj, 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 náčrtků jsou dobře patrné základní stavební prvky gotických staveb, např. křížová klenba, systém 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 nakonec také z českých zemí, kde působily významné středověké stavební a **kamenické hutě**. Za vrcholné období rozvoje gotického slohu u 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 světským 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, současně však citlivý na klimatické podmínky. Proto je nezbytné kamenné pískovcové památky 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 je chrám sv. Víta, Václava a Vojtěcha na Pražském hradě, jehož klenba ovšem dosahuje výšky „jen“ 33 metrů. Stavba zahájena za císaře **Karla IV.** (1344) byla dokončena až ve 20. století (1929). 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 dosáhla v chóru 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 statických zákonů.

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 biblí a jejími překlady do národních jazyků, se tímto způsobem šířily také aktuální zprávy, vyhlášky a provolání, např. v rámci církevní reformace i protireformace. Nová technika se rychle šířila po Evropě a brzy se dostala také do Čech – naše nejstarší kniha byla „Kronika trojánská“ 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. Obšírné vědomosti z tohoto oboru, které kromě anatomie, chirurgie a dalších lékařských dovedností zahrnovaly také 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 každodenního běžného života (denní či roční doba), ale také specializovaných hospodářských nebo vědeckých činností, jako byla např.

navigace při námořních plavbách nebo astronomická pozorování. Ani v jednom případě totiž nelze určit zeměpisné či astronomické souřadnice bez určení skutečného času vztaženého ke známému, 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 mechanické (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** (34, konec 13. stol.). 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 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**. Rovněž 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 této době ještě nedá mluvit, představují **orloje**. Tyto složité přístroje využívají soudobých nejnovějších astronomických poznatků, takže kromě nejrůznějších časových údajů ukazují také 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** (36, 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, 2022**