

Dějiny vědy a techniky I

4. Technika ve středověku

Tomáš Kučera

DVT I/4 – Technika ve středověku

Věda a technika v raném středověku

křesťanské kláštery – tehdy jediné instituce, kde vedle **gramotnosti** (dovednost číst, psát a počítat, tzv. *trivium*) přežívalo **vědění** předchozích věků

těžiště vědy a techniky – na sklonku 1. tis. BC (přelom letopočtu) se přesunulo na **Dálný východ** (do Asie)

byly přijímány a rozvíjeny stávající, **antické vědecké a technické systémy**, stupeň jejich využití byl však na **Blízkém** (arabské země) i na **Dálném východě** (asijské civilizace) **velmi nízký**

DVT I/4 – Technika ve středověku

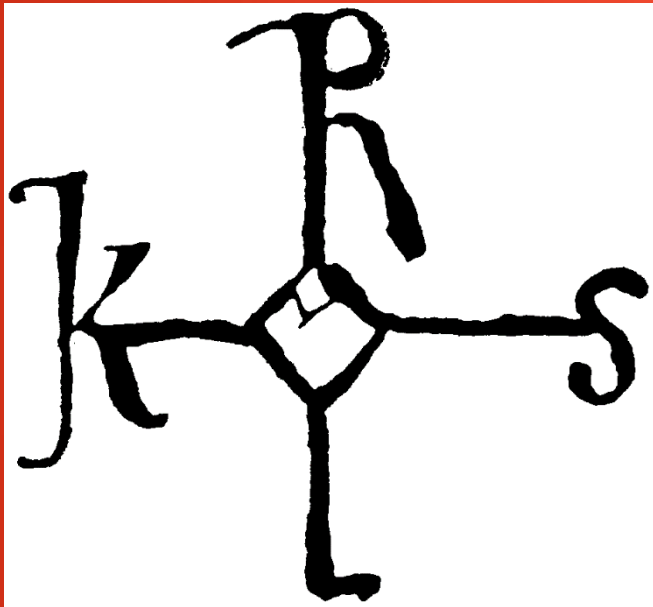
Čína v čele vědeckého a technického pokroku
po celé 1. tis. AD

objevy a vynálezy – výroba papíru, **porcelánu**, cukru, **střelného prachu**, hedvábí, koňského postroje s chomoutem a **kování koní**

zdokonalena **stavba lodí** – **kormidlo** navazující na zádi na **kýl**

další čínské vynálezy – **kompas**, vodní hodiny (vodní pohon), seismograf(!), **diferenciální soukolí**, stavební kolečko/trakař, metoda tisku **výměnnými keramickými** (ne dřevěnými) literami

DVT I/4 – Technika ve středověku



Karolinská renesance a vzestup Evropy

přelomový rok 800 AD – císař **Karel Veliký** (742/7/8 nebo 751–814 AD) obnovil **Západořímské císařství** (později tzv. **Svatá říše římská národa německého**)

DVT I/4 – Technika ve středověku

cechy – řemeslná výroba

obchod – výměna zboží (cirkulace/oběh)

trhy – pravidelné konání ve městech

kolem roku **800 AD** byl **výnos** (poměr zaseté/sklizené obilí) **asi 2 až 2,5 násobek** (za tzv. „agrární revoluce“ **5–7x**, dnes průměrně **30x!**)

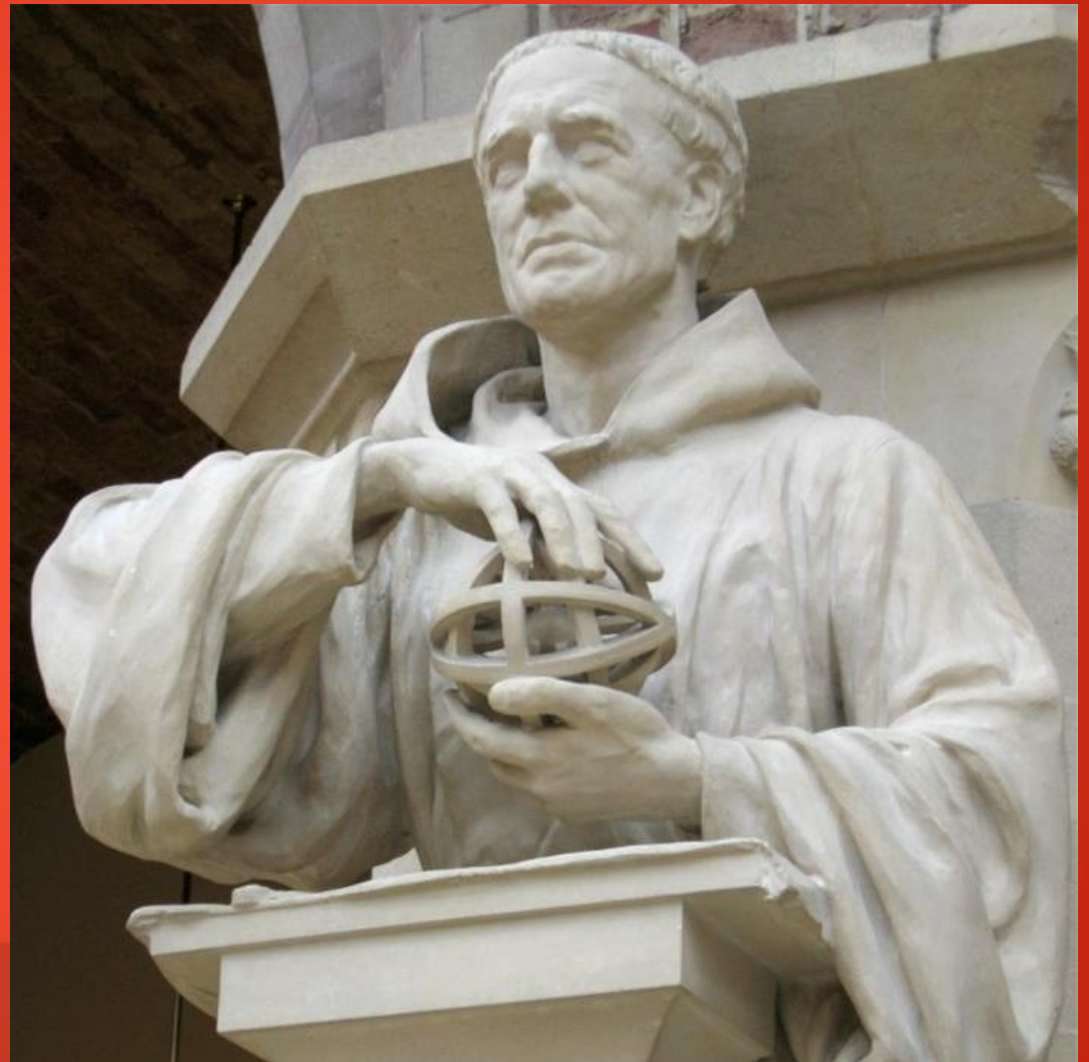
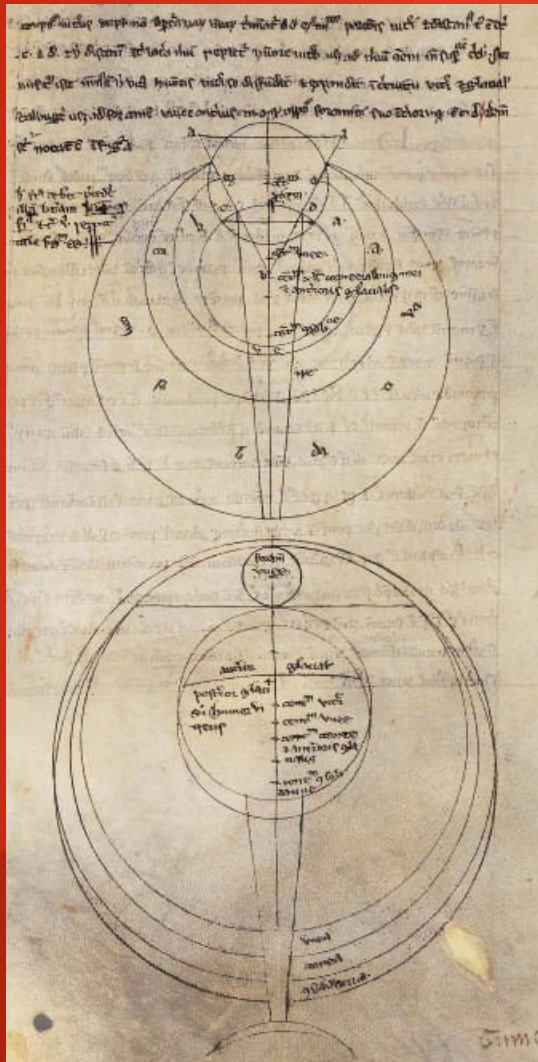
kláštery – rozvoj zejm. **přírodních věd**

novodobé univerzity ve 12./13. stol. – **Bologna** (1088), **Paříž** (1150), **Oxford** (1167), **Palencia** (Španělsko, 1208), **Cambridge** (1229), **Lisabon** (Portugalsko, 1290)

***Praha** (1348), **Krakov** (1364), **Vídeň** (1365), **Pécs** (Dolní Uhry, 1367), **Erfurt** (1379), **Heidelberg** (1385)*

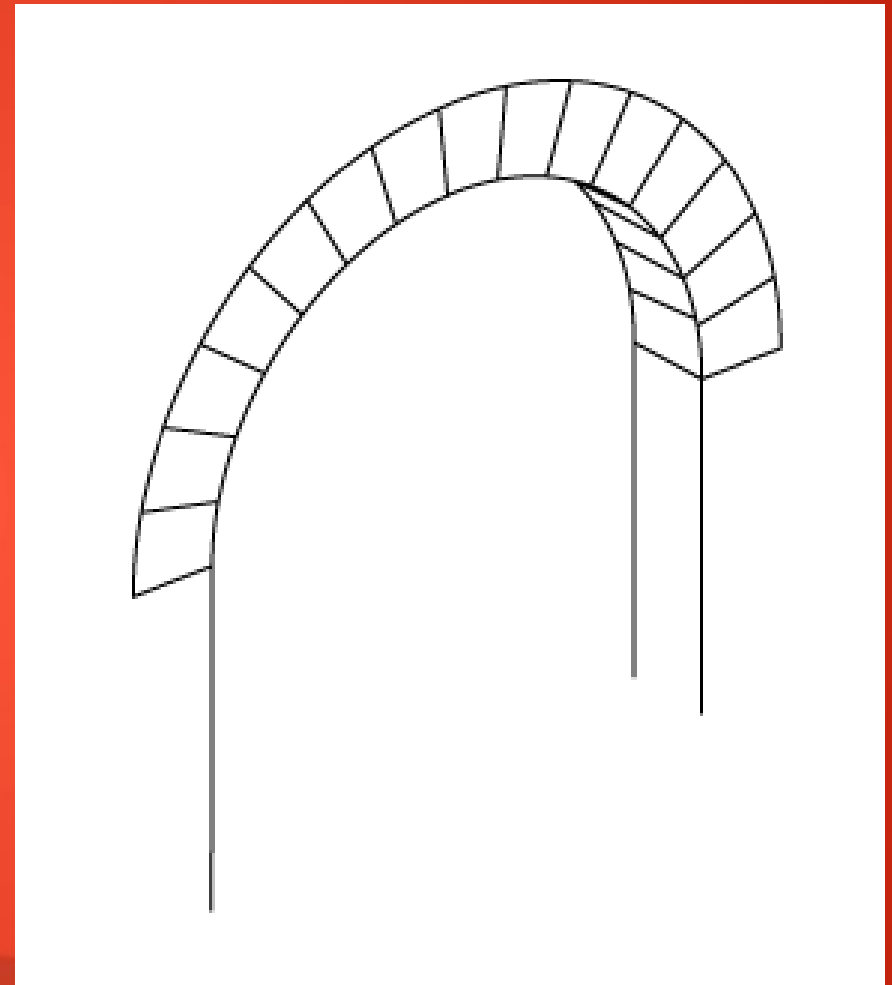
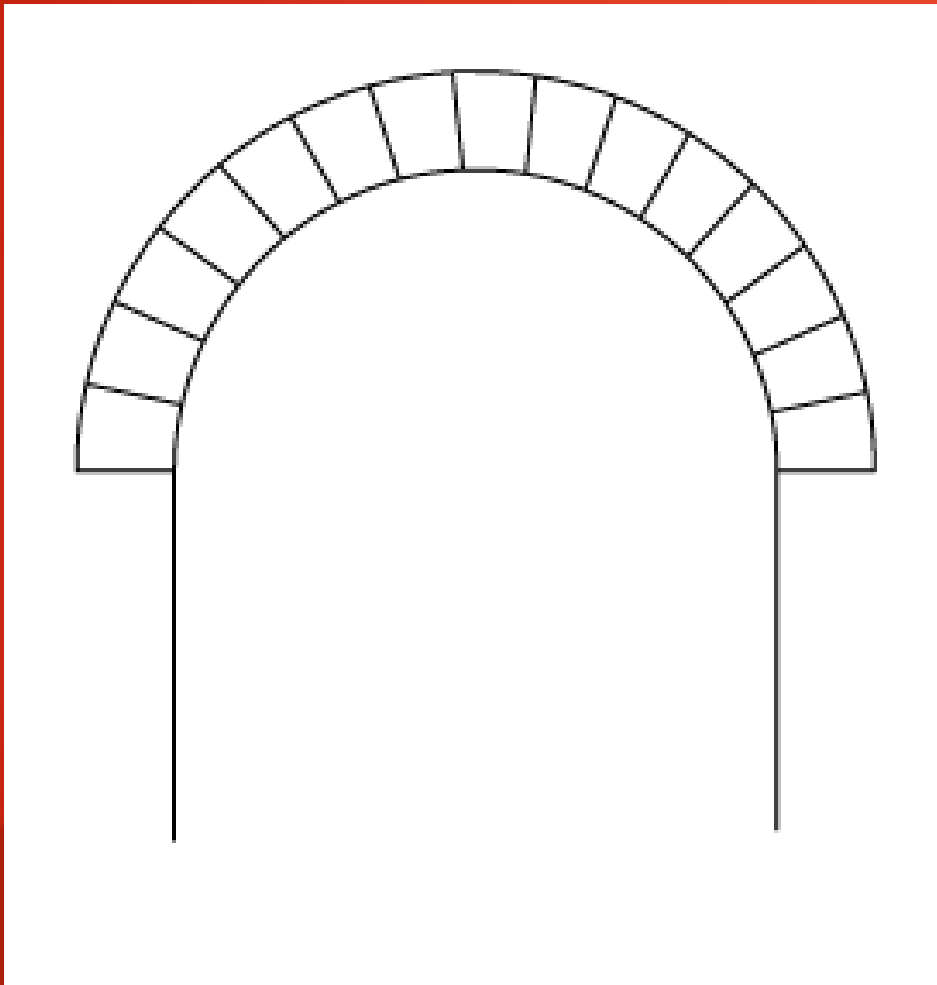
(celkem: XI. stol. – 2, XII. stol. – 4, XIII. stol. – 15)

DVT I/4 – Technika ve středověku



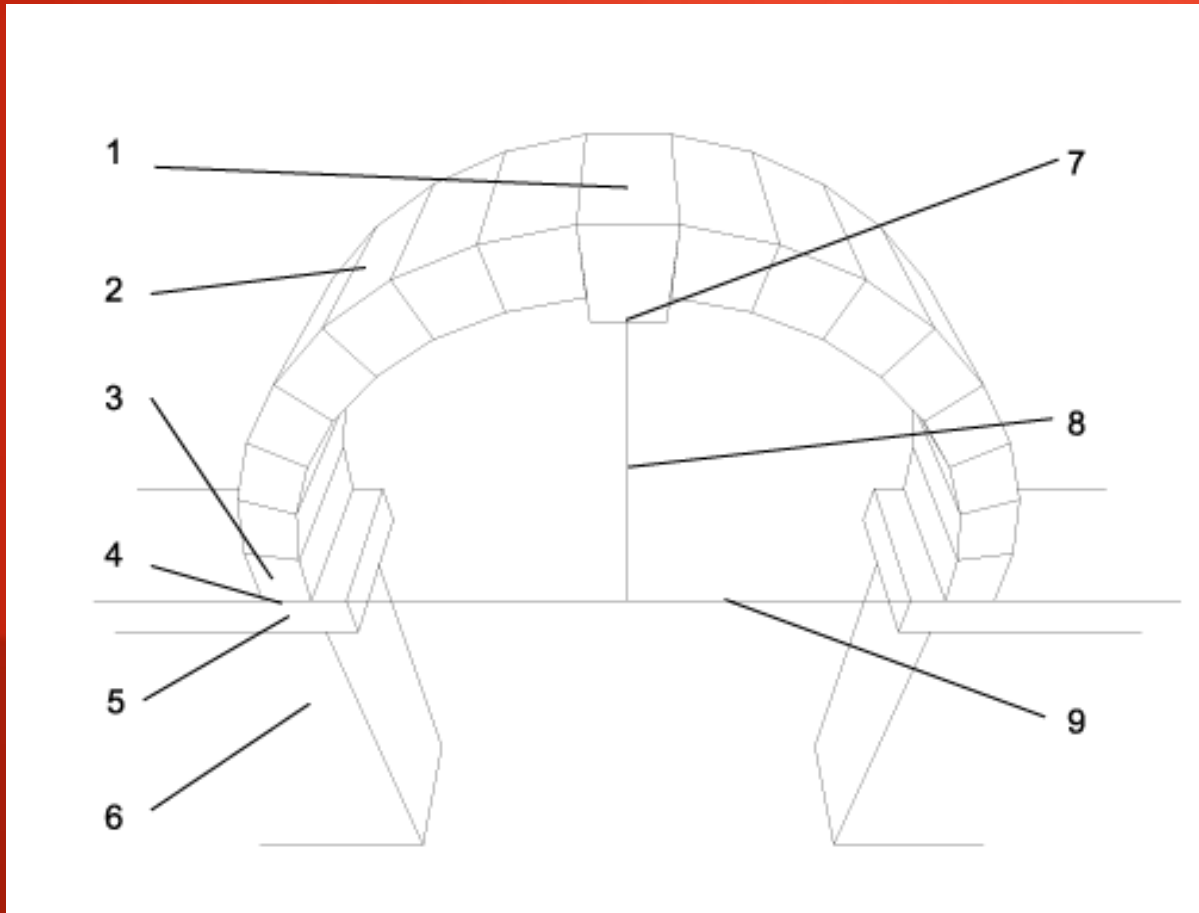
Roger Bacon (1214/20–1294), anglický františkánský mnich, významný **scholastický** filosof a vědec

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Románská architektura – schematické náčrty
klenebních oblouků románského slohu**

DVT I/4 – Technika ve středověku



Schematický popis
valeného oblouku:

1. závěrečný klenák
2. klenák
3. pateční klenák
4. pateční spára
5. pata oblouku
6. nosná zeď
7. vrchol oblouku
8. vzepětí oblouku
9. rozpon oblouku

DVT I/4 – Technika ve středověku



Trojité nelomený oblouk s druženého románského okna
ve **Zdíkově** (dříve Přemyslovském) **paláci** v Olomouci
Biskup **Jindřich Zdík**, 1126–1150

DVT I/4 – Technika ve středověku

Věk gotických katedrál

Francie 1140–1190 – kolébka **gotiky**, vrcholné formy dosáhla až o **100 let později** (1250–1300) ve **stavbách chrámů** – nosný skelet tvořený **sloupy**, statické přednosti **lomených oblouků, žebrových kleneb** (lehká vyzdívka)

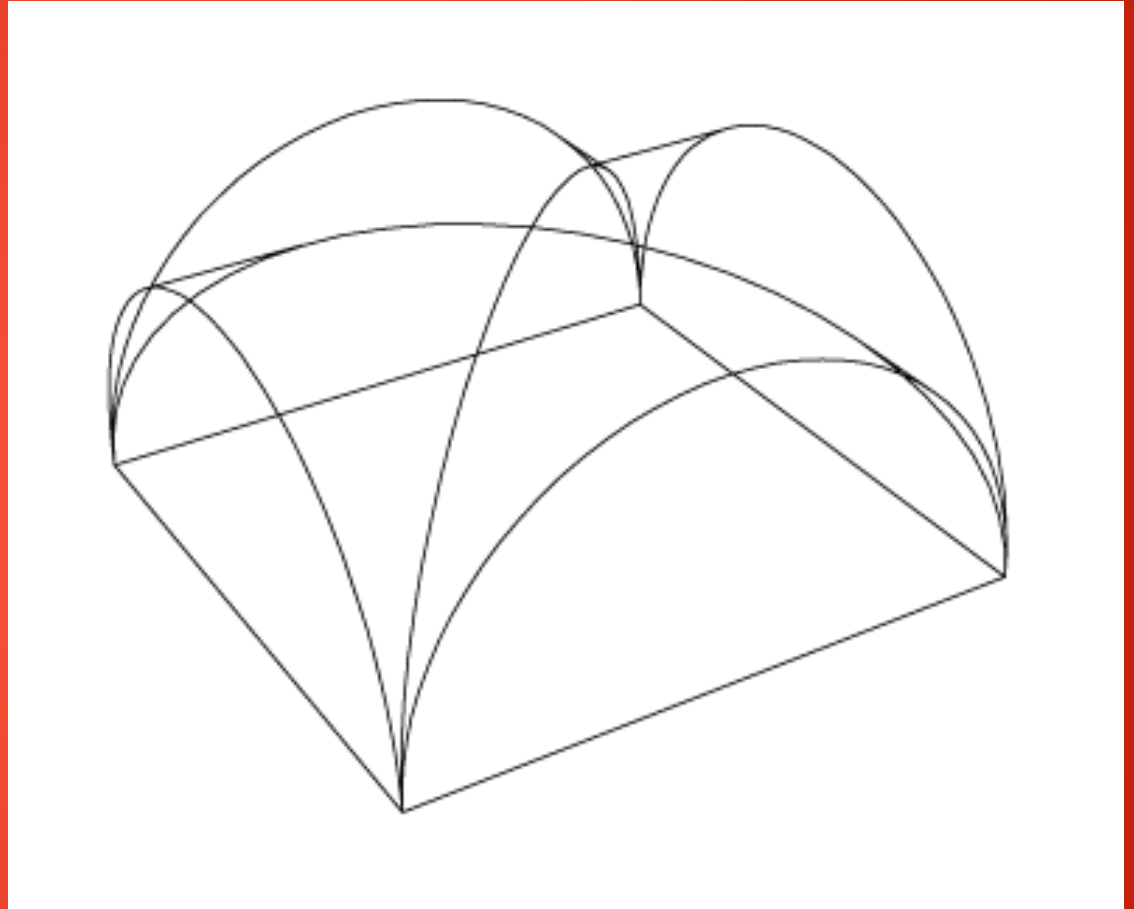
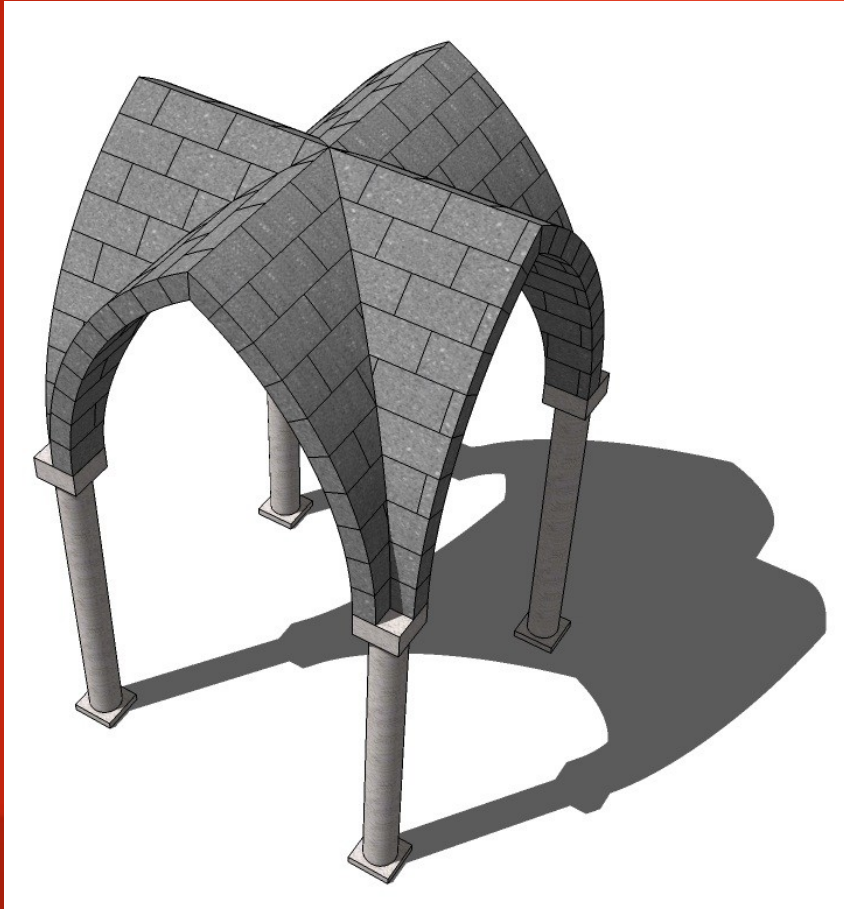
konstrukce – žádné výpočty(!), jen **geometrické plány** (výkresy)

konstrukční náčiní – olovnice, vodováha, úhelník (R) a kružítko (tvary oblouků, kružeb)

překvapivé dodržování **statických zásad** (empirické poznatky)

stavební stroje – od 13. stol. **vrátky**, jednoduché **jeřáby** (pohon často „veverčími“ **šlapacími koly**) k **vertikálnímu transportu** stavebních hmot (**krepna**, kamenné kvádry aj.)

DVT I/4 – Technika ve středověku



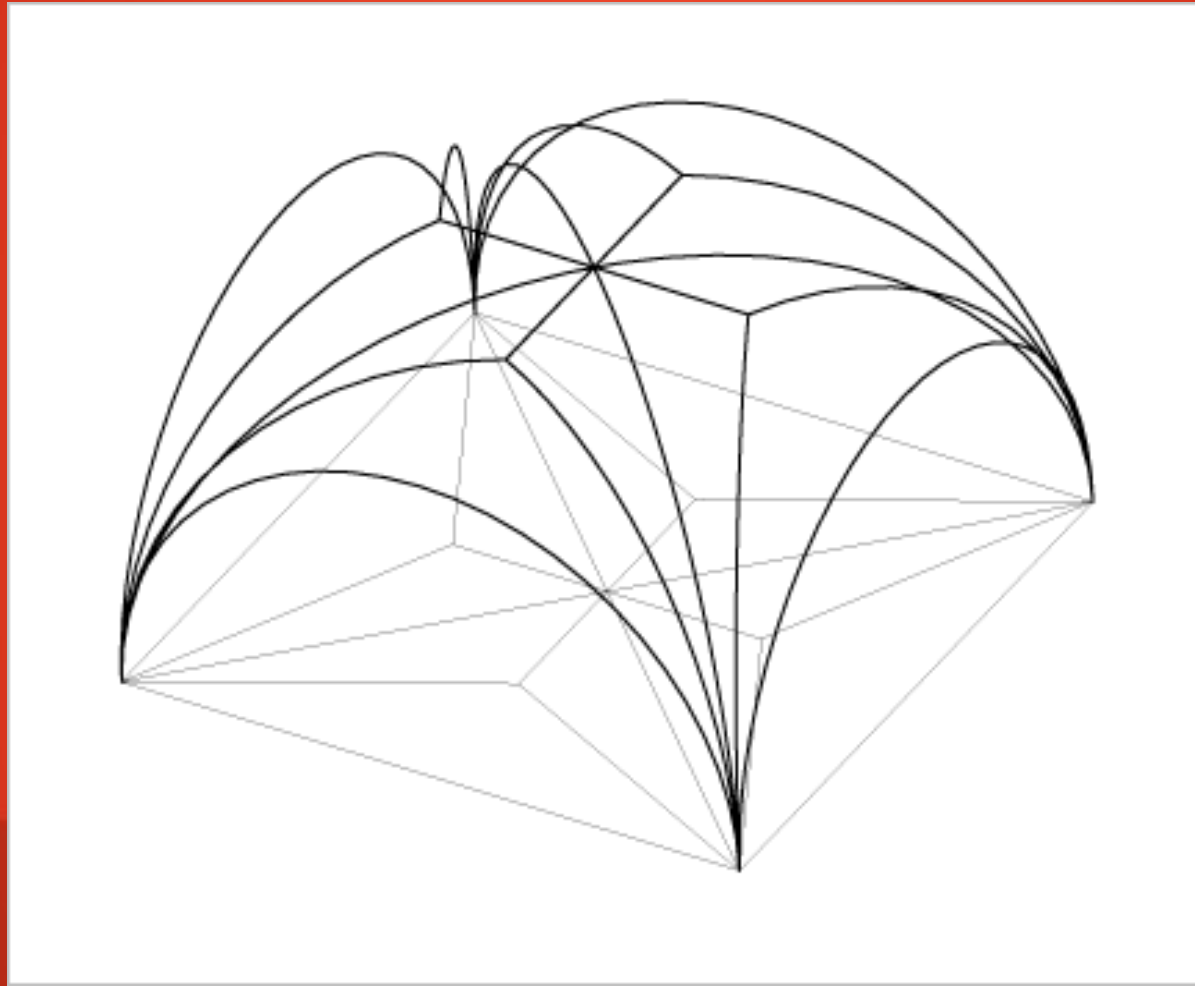
**Gotická klenba – křížová klenba s lomenými oblouky;
vznik křížové klenby jako průniku dvou na sebe kolmých
valených kleneb**

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Klenba kostela Panny Marie, Chełmno, Polsko
(1330–1340)**

DVT I/4 – Technika ve středověku



Vznik hvězdové klenby jako průsečíku několika valených kleneb

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Hvězdová klenba kostela sv. Janů, Toruň, Polsko
(konec 15. století)**

**Kostel sv. Kříže, Švábský Gmünd – síťová klenba
Petra Parléře (od roku 1351)**

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Sít'ová klenba kostela Panny Marie v Leinzingenu,
Německo (1476–1483)**

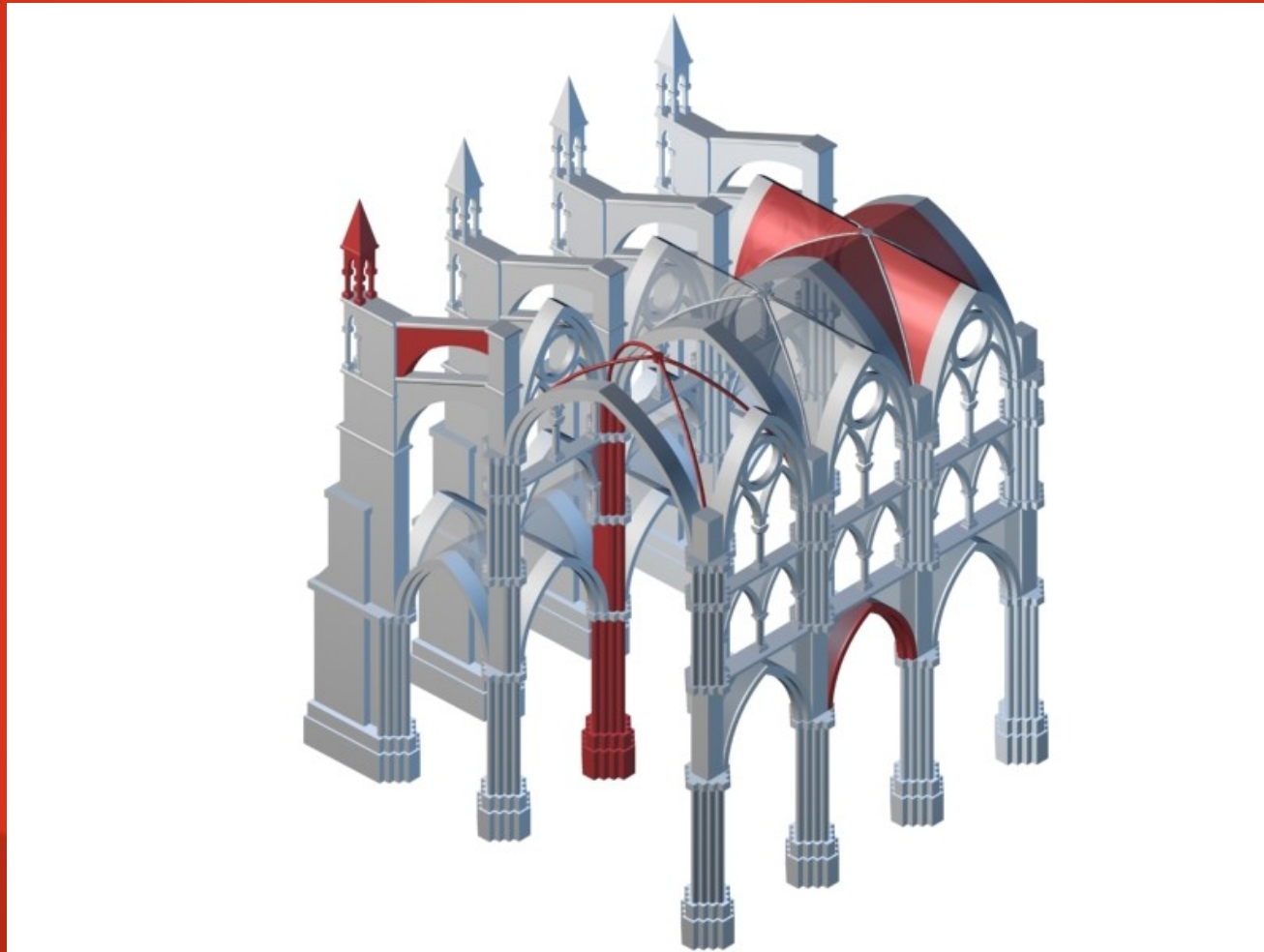
DVT I/4 – Technika ve středověku



Kroužená klenba Vladislavského sálu od Benedikta Rejta (Pražský hrad, 1490–1502)

Klenba Jezdeckých schodů v královském paláci od Benedikta Rejta (Pražský hrad, do 1501)

DVT I/4 – Technika ve středověku



Opěrný systém gotické katedrály – sloupy, pilíře, prampouchy, žebra

DVT I/4 – Technika ve středověku



Milánská katedrála Narození Panny Marie
(stavba 1386–1965, výška lodě 45 m)

DVT I/4 – Technika ve středověku



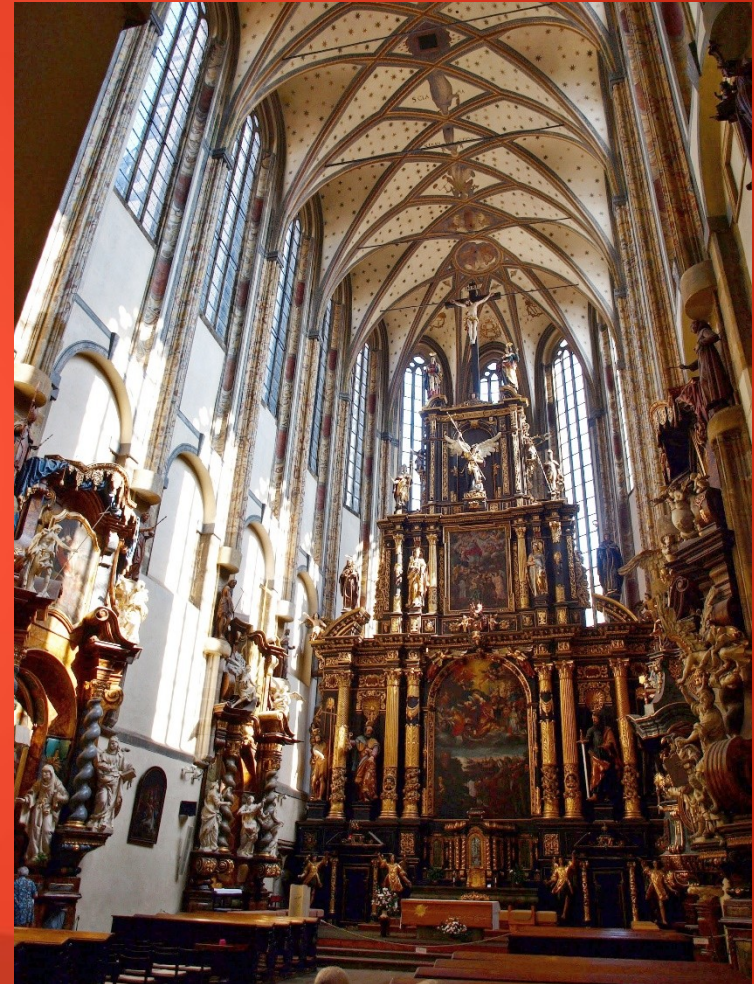
Vnější opěrný systém dómu v Miláně

DVT I/4 – Technika ve středověku



Chrám Panny Marie Sněžné v Praze založil císař Karel IV. dne 3. září 1347, den po korunovaci své a Blanky z Valois (původně zamýšlená délka 100 m, výška střední lodě 40 m; současná výška 31,5 m)

DVT I/4 – Technika ve středověku



Chrám Panny Marie Sněžné v Praze – vstup do kostela a pohled do interiéru chrámové lodě

DVT I/4 – Technika ve středověku



Katedrála v Beauvais, Francie – začátek stavby v roce 1225; stavba chóru završena extrémně protaženými okny a klenbou v rekordní výšce přes 48 metrů

DVT I/4 – Technika ve středověku



Chór dokončen v roce 1272, ale již v roce 1284 se zřítil (důvodem zřícení nebyla **výška stavby, ale konstrukční chyby v opěrném systému)**

DVT I/4 – Technika ve středověku



Chrám sv. Víta, Václava a Vojtěcha na Pražském hradě
– rozměry: délka 124 m, šířka 60 m, výška klenby 33 m,
výška hlavní věže 96,5 m, přední věže 82 m

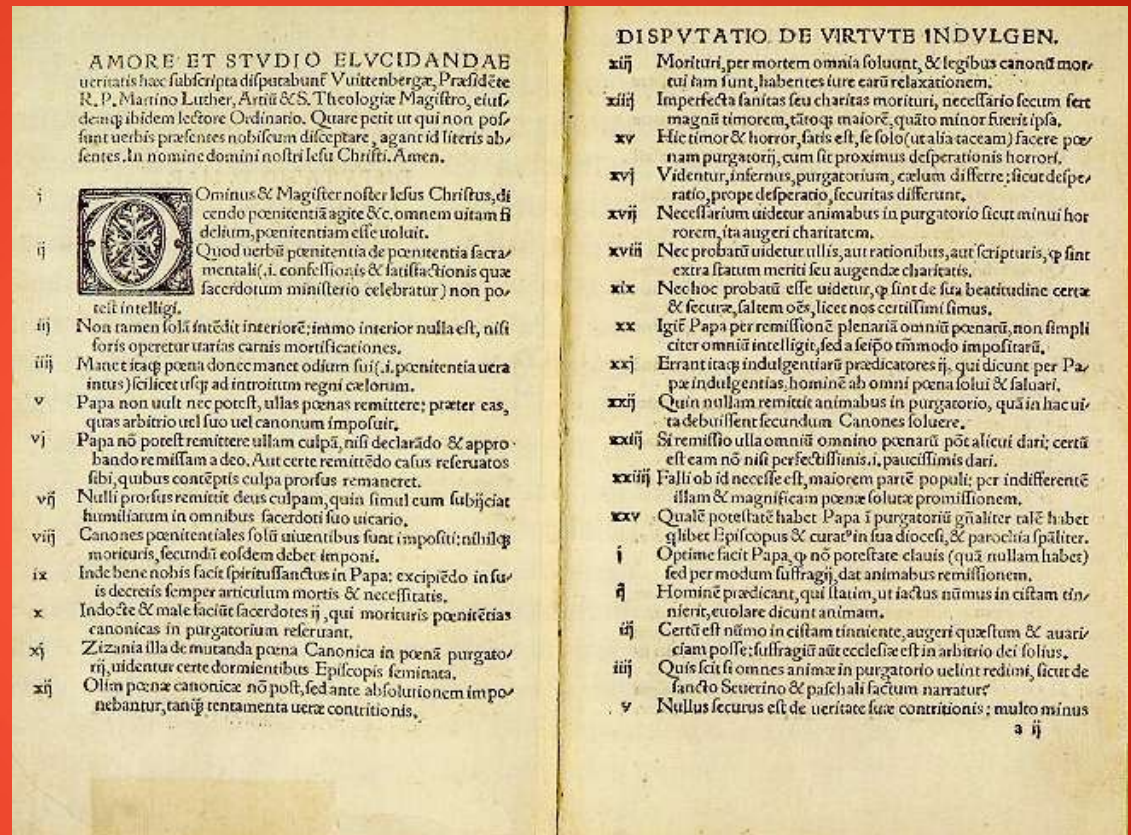
DVT I/4 – Technika ve středověku



Nedostavěný chrám sv. Víta od západu, vpředu slavnostní průvod při korunovaci Ferdinanda V. Dobrotivého českým králem v roce 1836

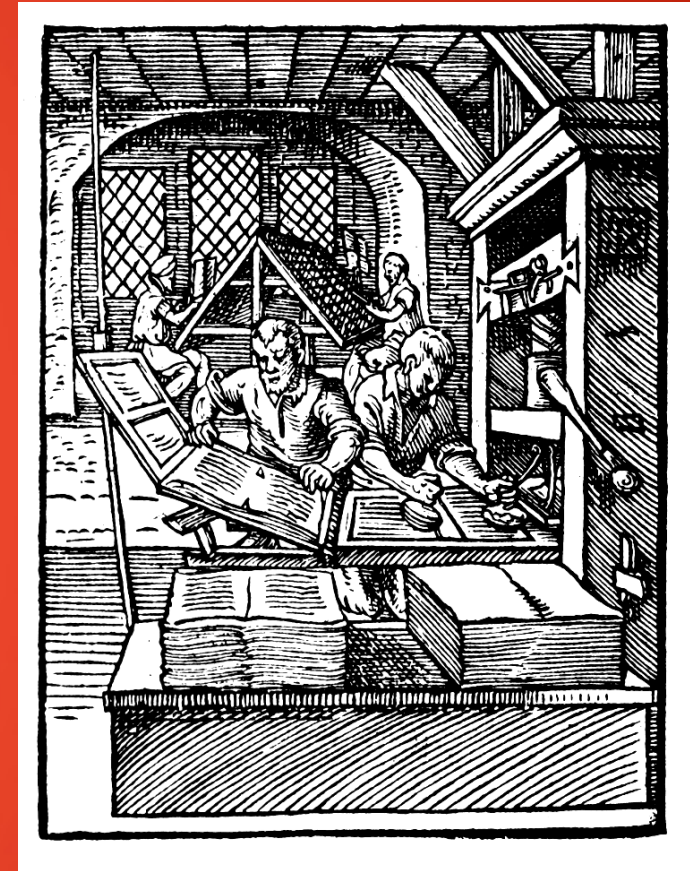
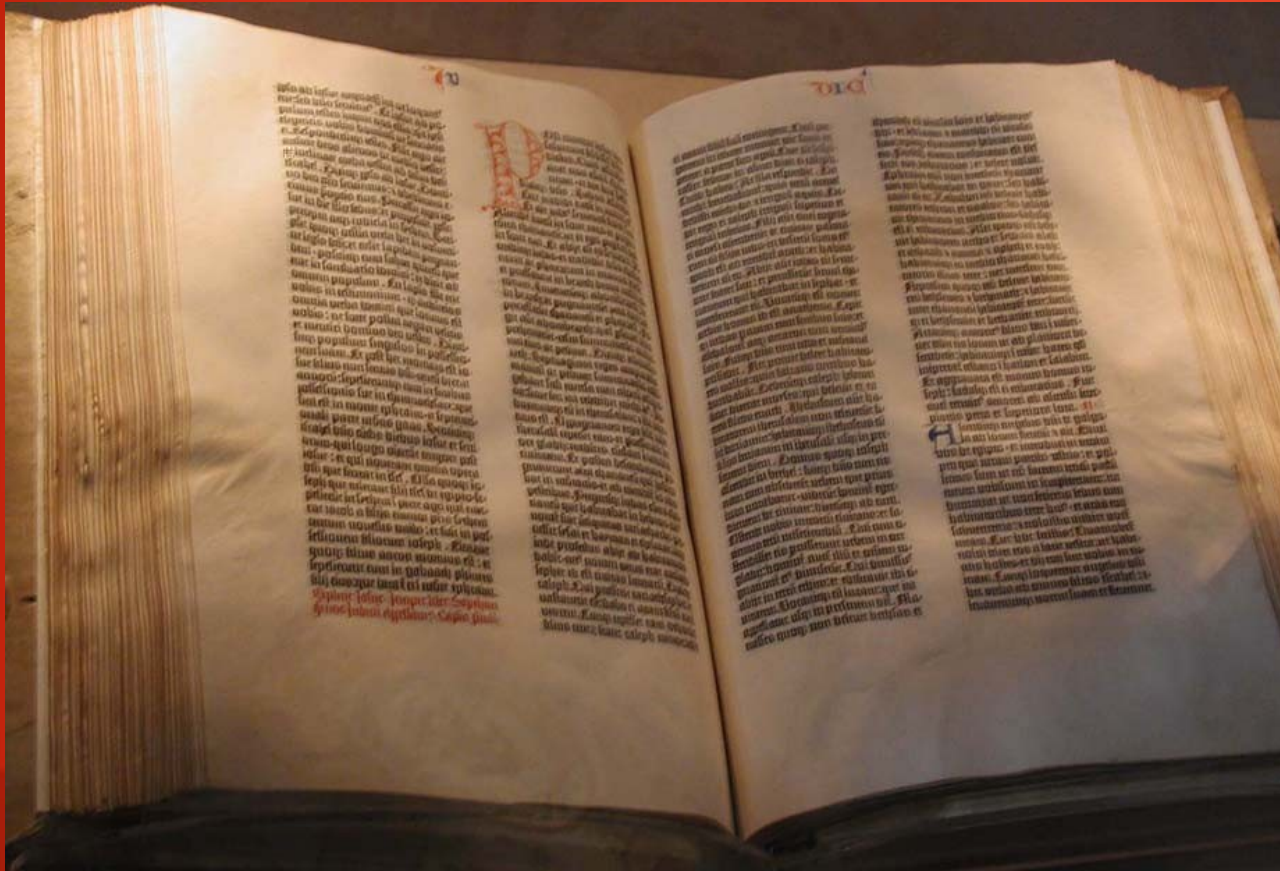
Dostavba hlavního průčelí v roce 1887

DVT I/4 – Technika ve středověku



Johannes Gutenberg (Gensfleisch, 1397/1400–1468) z Mohuče (Mainz) vytiskl kolem roku 1450 první knihy výměnnými literami odlitými z kovu (liteřina); výtisk 95 tezí Martina Luthera, 1522
Evropa se v pol. 15. stol. dočkala „největšího vynálezu“ v oblasti zaznamenávání a šíření informací od vzniku písma – knihtisku

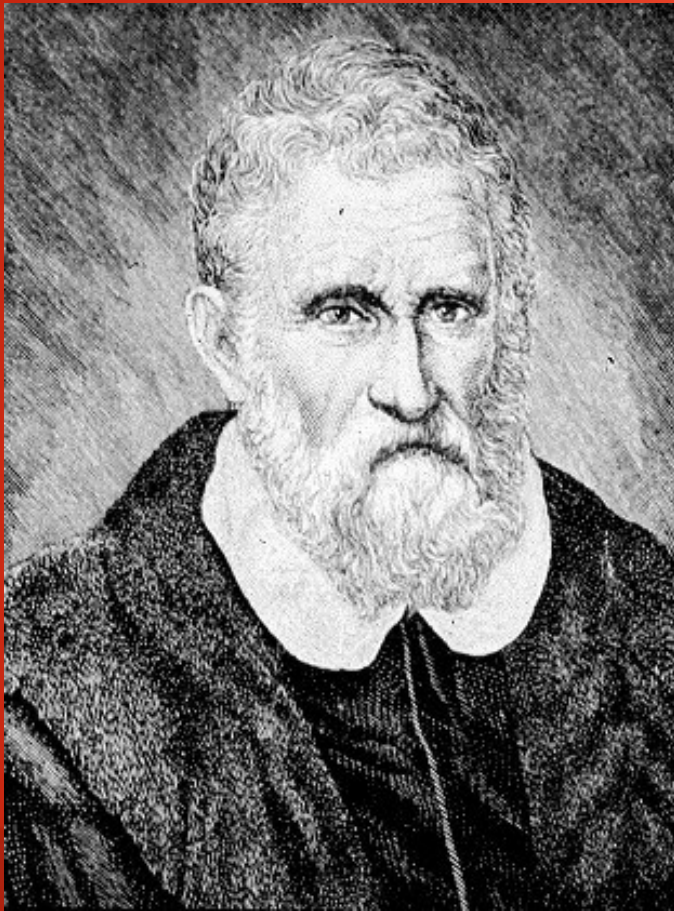
DVT I/4 – Technika ve středověku



Gutenbergova Bible a práce tiskaře v roce 1568

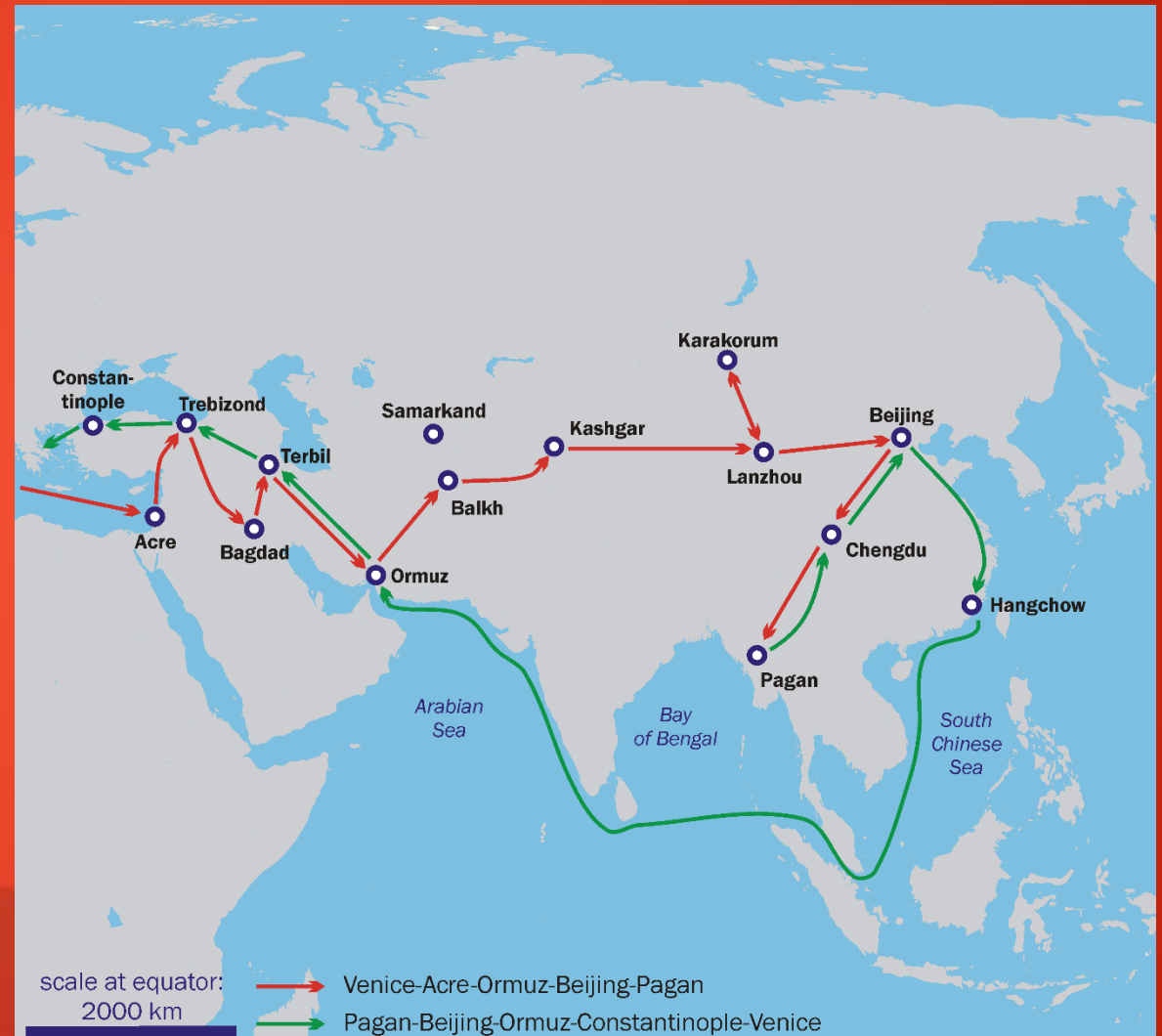
Tištěné slovo se na půl tisíciletí (asi do roku 1950) stalo základním médiem trvalého ukládání a šíření informací

DVT I/4 – Technika ve středověku



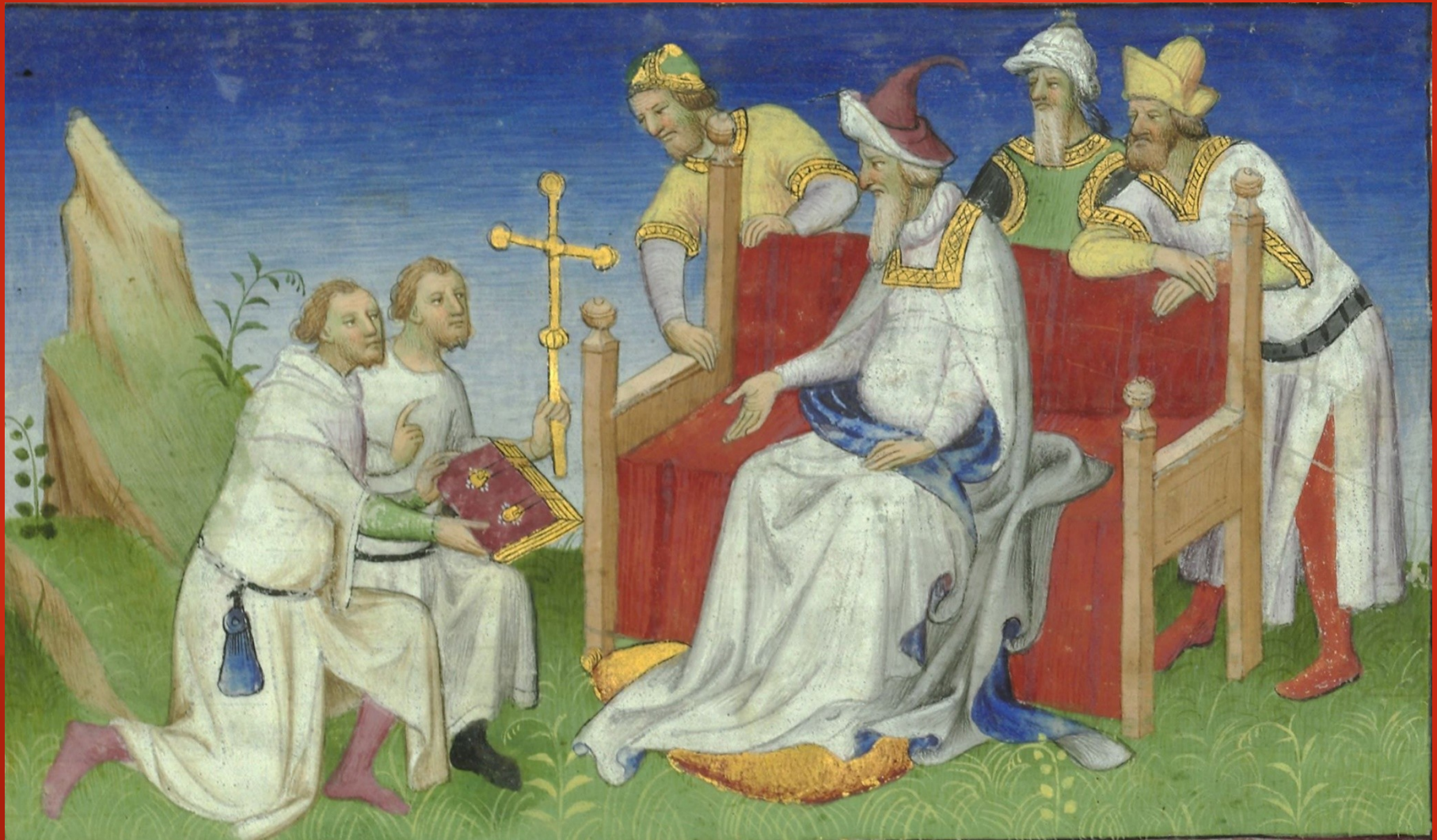
Paolo Toscanelli (1397–1482, florentský lékař) studiem spisů benátského kupce **Marco Pola** (1254–1324, spis *Milion*) došel k závěru, že je-li **Země kulatá**, bude možno dosáhnout **bohaté Číny a Indie** plavbou kolem zeměkoule **na západ**

DVT I/4 – Technika ve středověku



Spis Marca Pola *Milion* a mapka s trasami jeho cest

DVT I/4 – Technika ve středověku



Bratři Polové u chána Kublaje

DVT I/4 – Technika ve středověku

Měření času – mechanické hodiny

po roce 1280 se ve **Středomoří** začal používat **kompas** (importovaný **čínský vynález...**)

podle **postavení Slunce/hvězd** na obloze (výška nad obzorem) je možno určit pouze **zeměpisnou šířku** (tj. polohu na **rovnoběžce**)

stanovit **zeměpisnou délku** (polohu na **poledníku**), tedy **druhou souřadnici** polohy lodě na širém moři, lze pouze **porovnáním okamžitého času s časem v referenčním bodu** o známé souřadnici; k tomu však chybělo potřebné zařízení – **přesné hodiny**

DVT I/4 – Technika ve středověku

Sluneční a jiné hodiny

gnómon – znám v Mezopotámii už ve 3. tisíciletí BC (délka a úhel stínu Sluncem ozářeného předmětu se během dne mění)

sluneční hodiny známy v antickém světě od 3. stol. BC (přesně se dalo určit jen **poledne**, kdy byl sluneční **stín nejkratší**)

stínový ukazatel – *polos* – na počátku 15. stol. situován rovnoběžně se směrem nakloněné zemské osy: **vržený stín se otáčel kolem pola pravidelně** – každou hodinu o 15° ($24 \times 15^\circ = 360^\circ$)

od starověku se používaly další odvozené časoměrné přístroje – vodní, později přesýpací hodiny

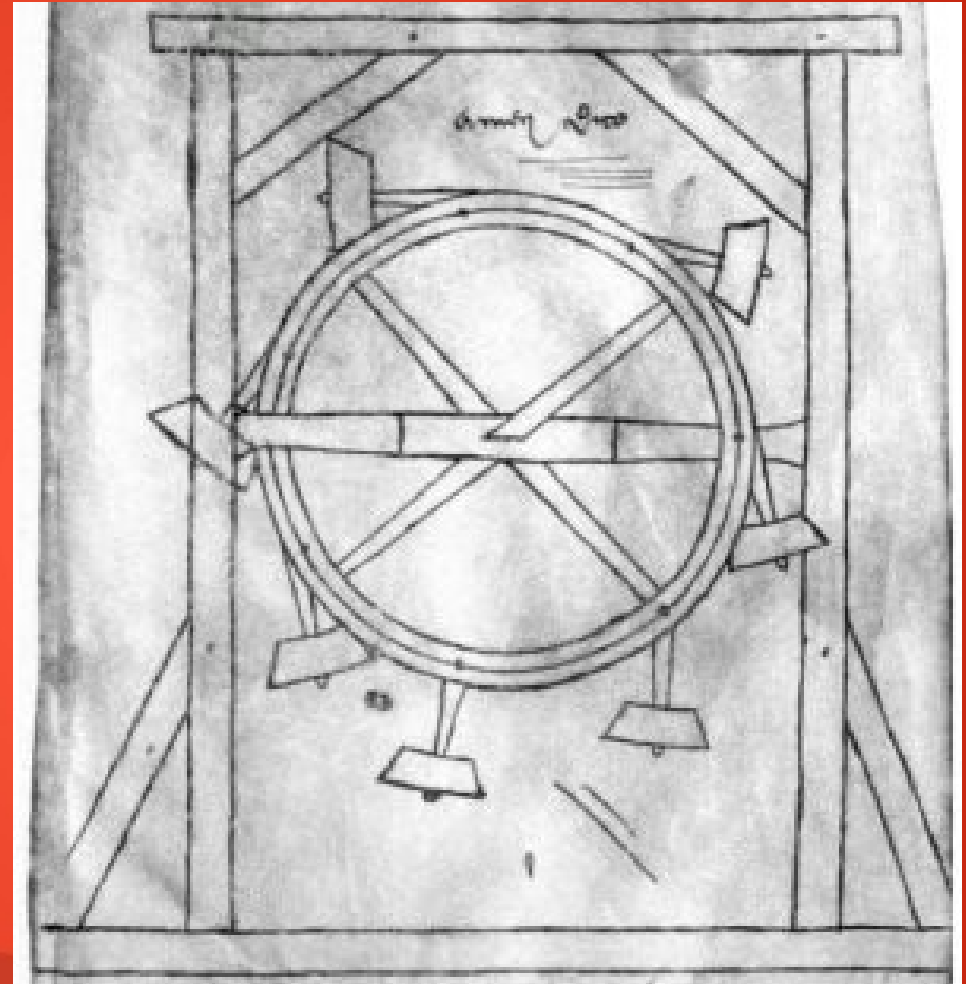
DVT I/4 – Technika ve středověku

Mechanické hodiny s oscilátorem

měření času na zcela **mechanickém principu** – dva základní prvky **kolečkových hodin** jsou **mechanický oscilátor + krok**, tj. zařízení, které **pravidelnými dodávkami energie** udržuje oscilátor ve **stejnoměrném kmitavém pohybu** (pohon)

první oscilátor – lihýř – a **první vřetenový krok** byly údajně objeveny již v 9. stol.; doloženy jsou až na sklonku 13. stol., kdy je v monografii (skicáři) o **technice starověku** popsal architekt **Villard de Honnecourt**

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Villard de Honnecourt – autor skicáře z 13. stol.
Náčrt perpetua mobile (kolem roku 1230)**

DVT I/4 – Technika ve středověku

Mechanické hodiny s lihýřem

první **mechanické hodiny** poháněné závažími byly však velmi **nepřesné** (zprvu méně přesné, než **sluneční hodiny**, podle nichž musely být seřizovány!)

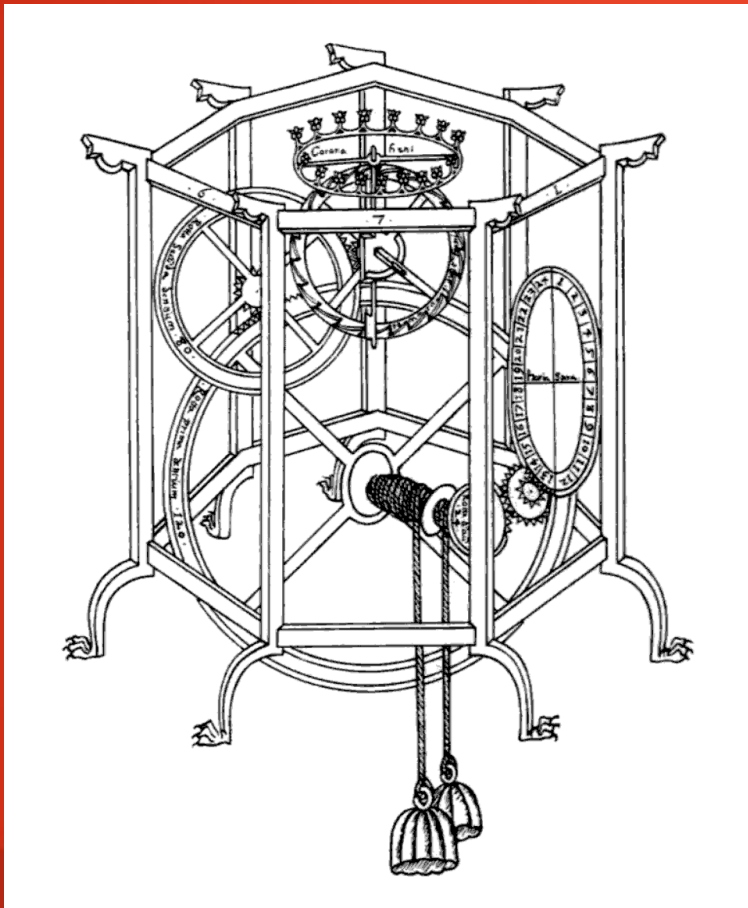
od poloviny 30. let 13. stol. instalovány na **věžích kostelů**, často doplněné **bicím zařízením**

důvod nepřesnosti – lihýř **nebyl oscilátorem** v pravém slova smyslu, **neměl vlastní dobu kmitu** (nebyl schopen samostatných volných kmitů – lze jej nahradit „obyčejným“ setrvačnickem)

takové hodiny se tudíž **nehodily k navigaci** – jak pro **nepřesnost**, tak pro své **nevhodné konstrukční uspořádání**, které vylučovalo **instalaci na lodích**

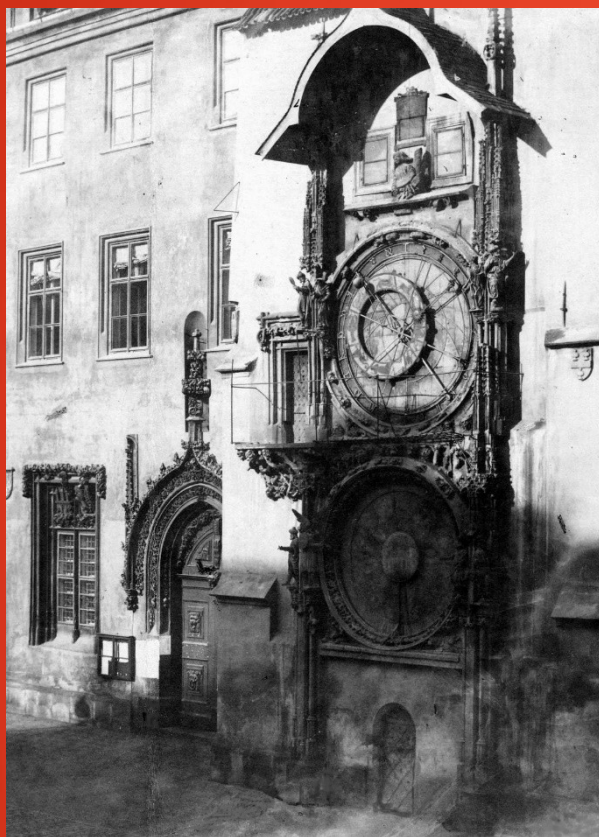
pozdní středověk – vrcholnými výtvořmi **mechaniky** jsou **orloje** – vedle **času** udávaly **dny, měsíce, roky**, znamení **zvěrokruhu**, fáze **Měsíce**, postavení **Slunce** a další **astronomické údaje**

DVT I/4 – Technika ve středověku



Giovanni de Dondi – italský lékař a hodinář v Padově (asi 1330 až 1388), v roce 1364 sestrojil výjimečné **astronomické hodiny** pro **Palazzo del Capitano** – z pohledu **geocentrické soustavy** ukazovaly všech **sedm** tehdy známých „oběžnic“ Země

DVT I/4 – Technika ve středověku



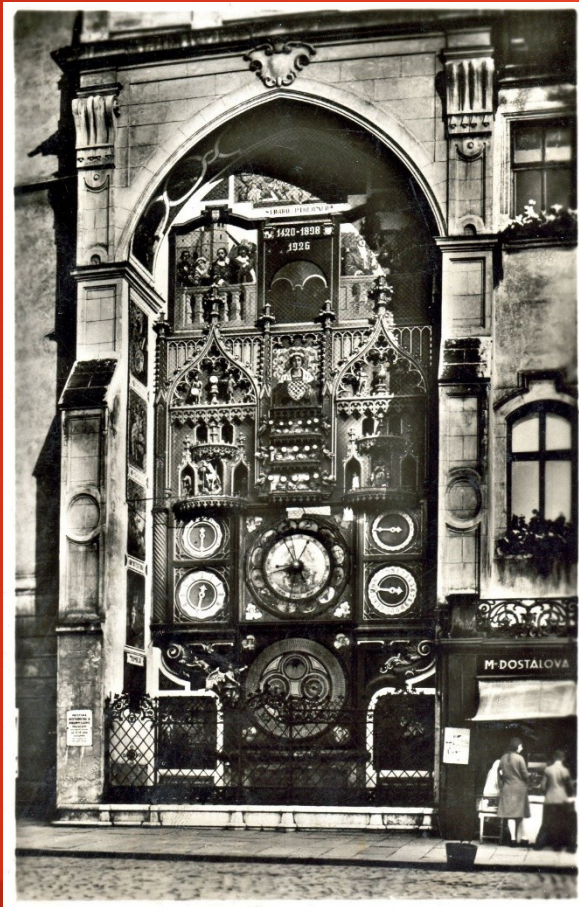
Orloj pod věží **Staroměstské radnice v Praze:**

1402 – nejstarší zmínka o hodinách na věži

1410 – orloj postavil **Mikuláš z Kadaně** ve spolupráci s astronomem **Janem Šindelem**

1490 – orloj upravil hodinářský mistr **Hanuš**

DVT I/4 – Technika ve středověku



Orloj na radnici v Olomouci:

1419–22/1474 – pravděpodobně postaven původní orloj

1519 – první písemná zmínka o orloji

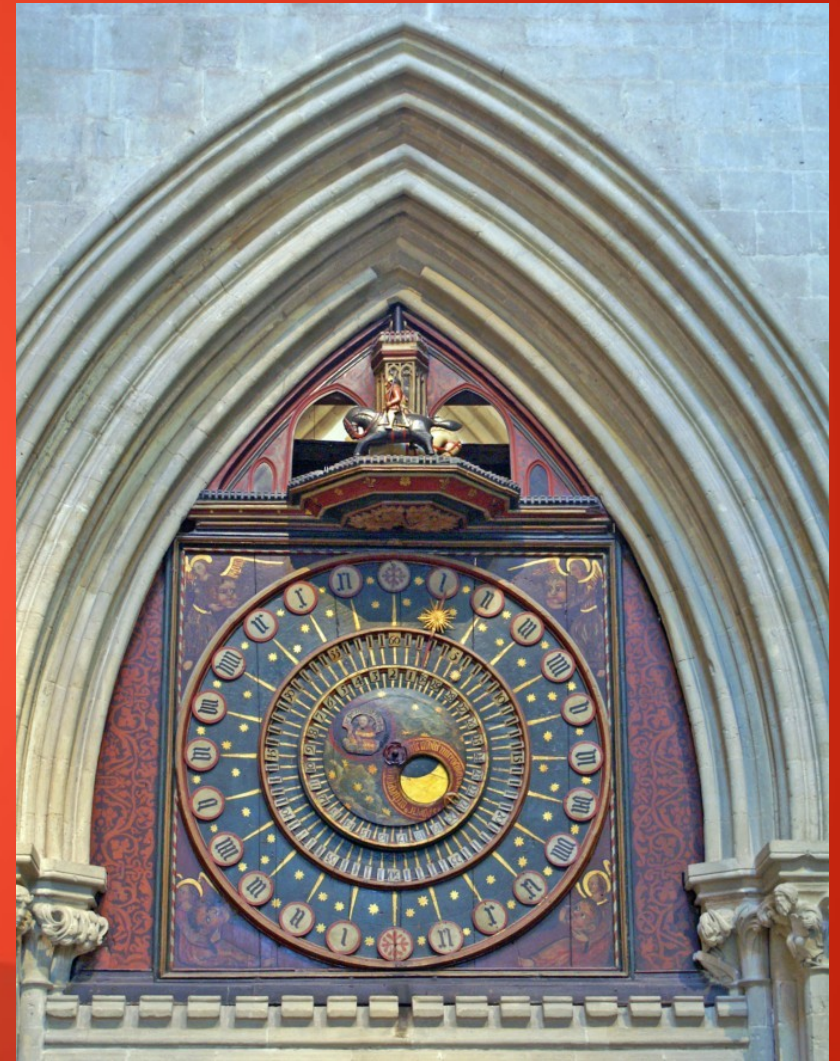
hodináři – Hans Pohl, Pavel Fabricius (planisféra)

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Katedrála v Lundu (jižní Švédsko, založ. 1103)
1380 – dokončen orloj v interiéru**

DVT I/4 – Technika ve středověku



**Katedrála ve Wellsu (jižní Anglie, vybud. 1175–1490)
1390 – práce na původním hodinovém stroji s orlojem**