

# 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

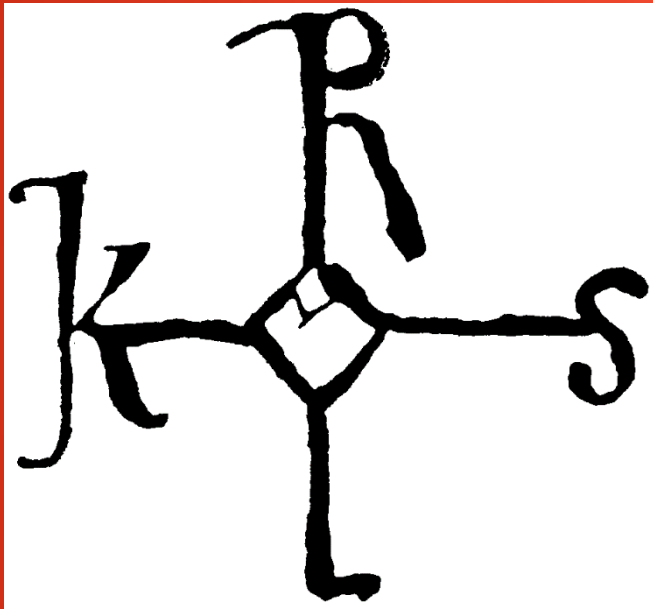
**Čína v čele vědeckého a technického pokroku**  
po celé 1. tis. AD

**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!**)

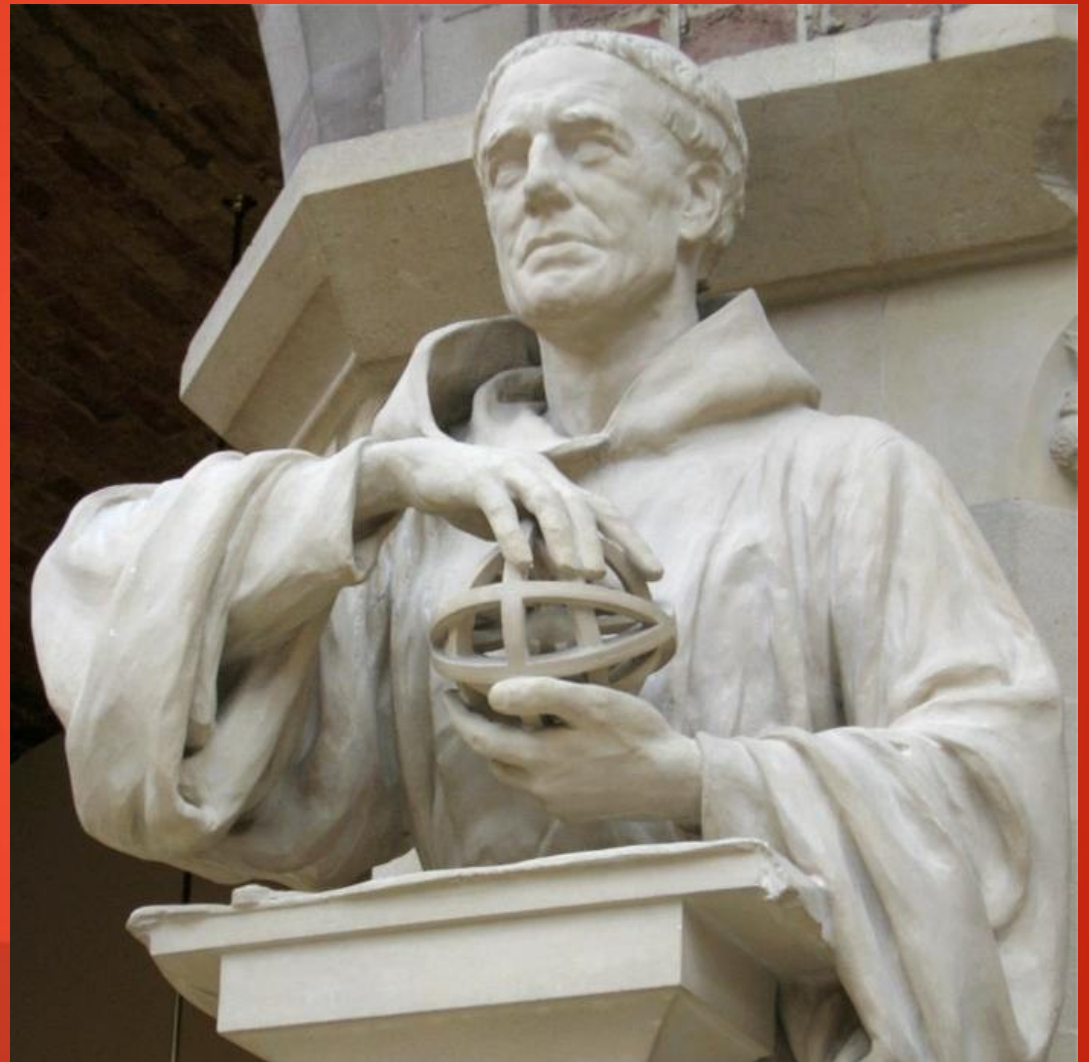
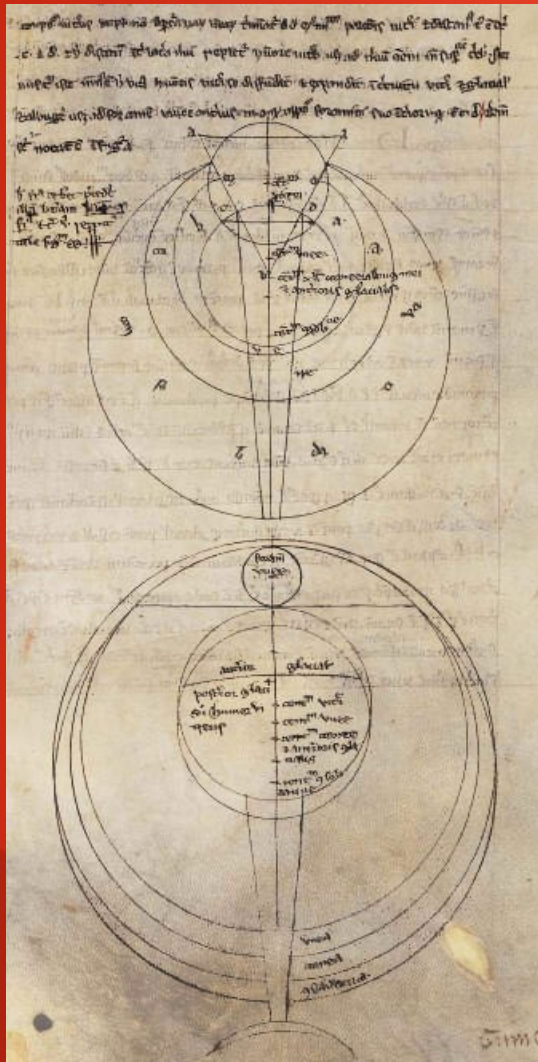
**kláštery** – rozvoj zejm. **přírodních věd**

**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)

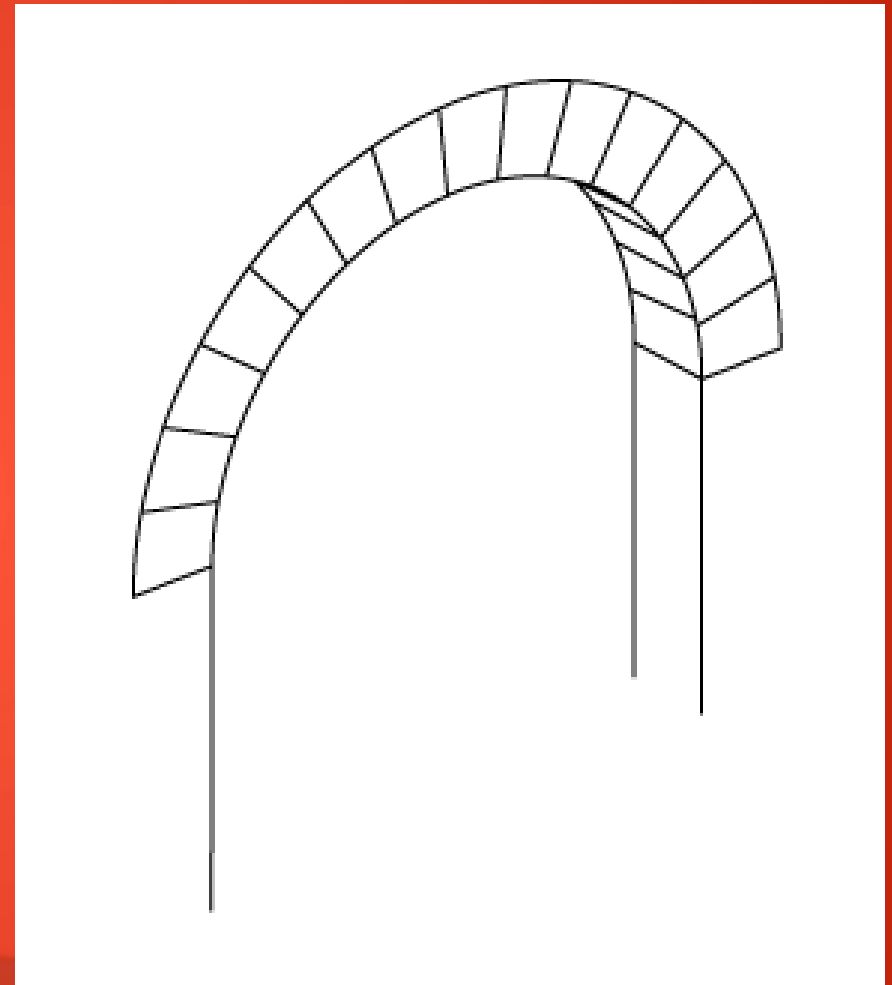
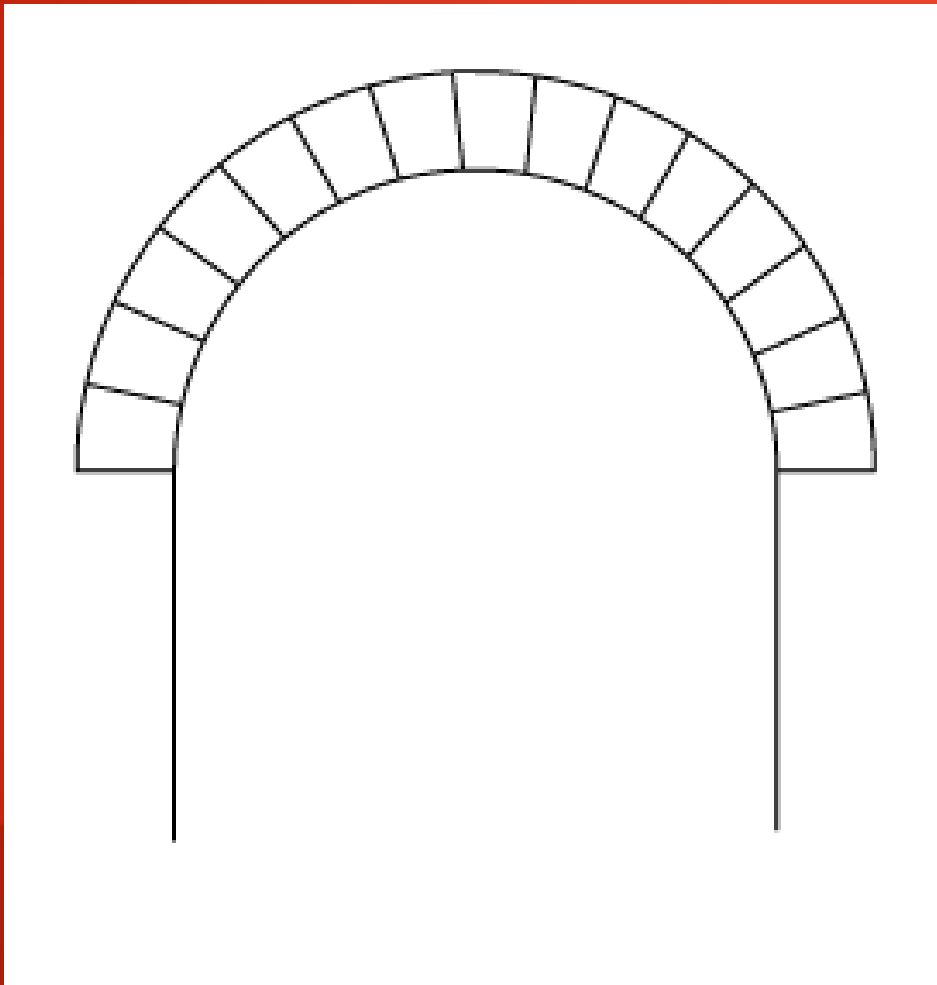
(celkem: XI. stol. – 2, XII. stol. – 4, XIII. stol. – 15)

# DVT I/4 – Technika ve středověku



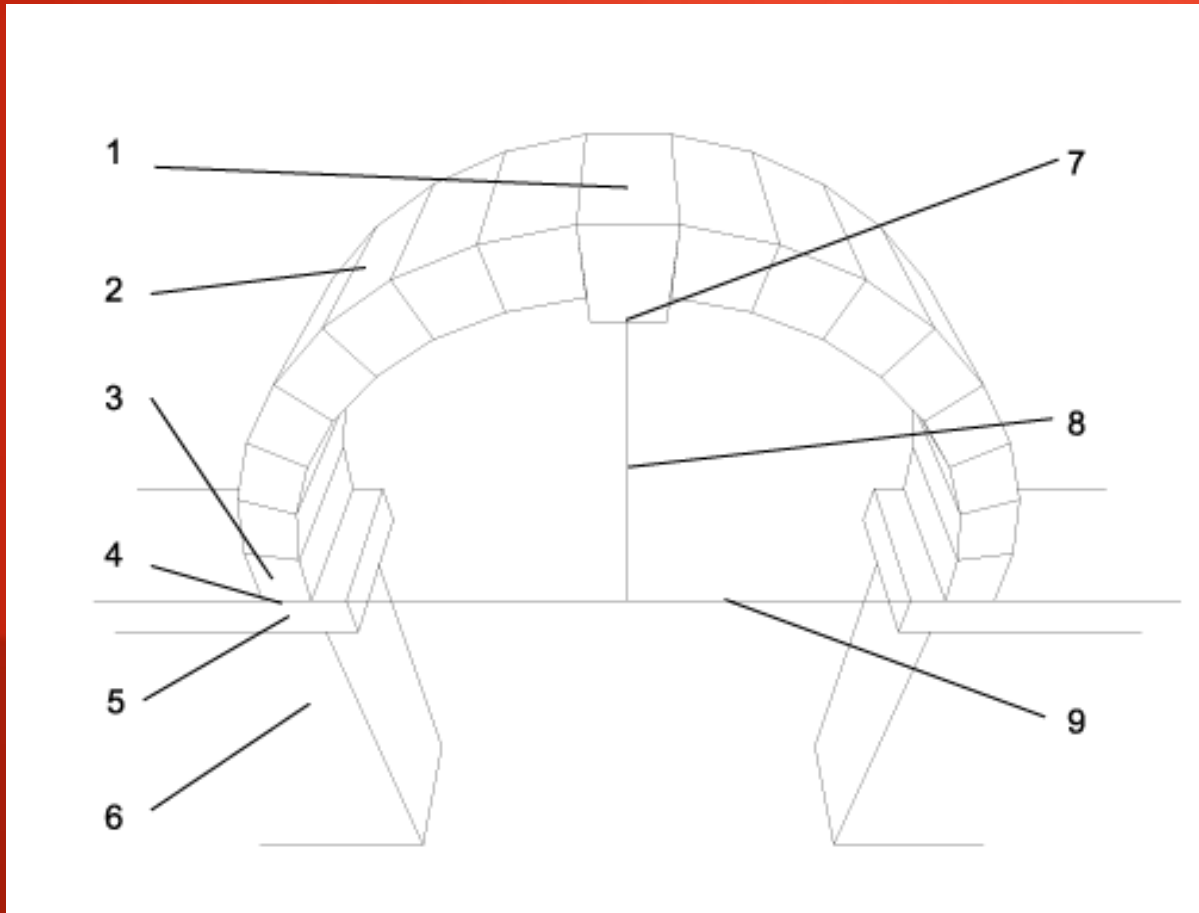
**Roger Bacon (1214/20–1294)**, anglický františkánský mnich, významný **scholastický** filosof a vědec

# 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)

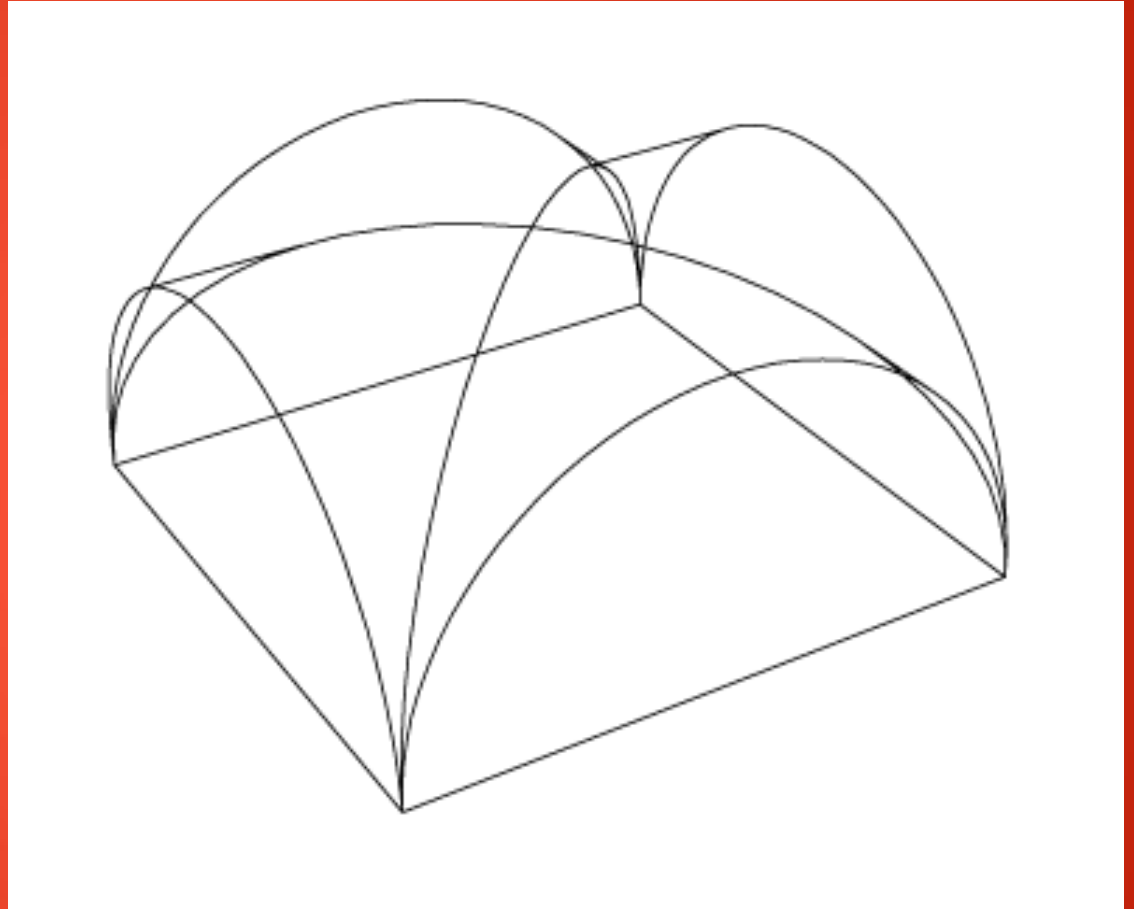
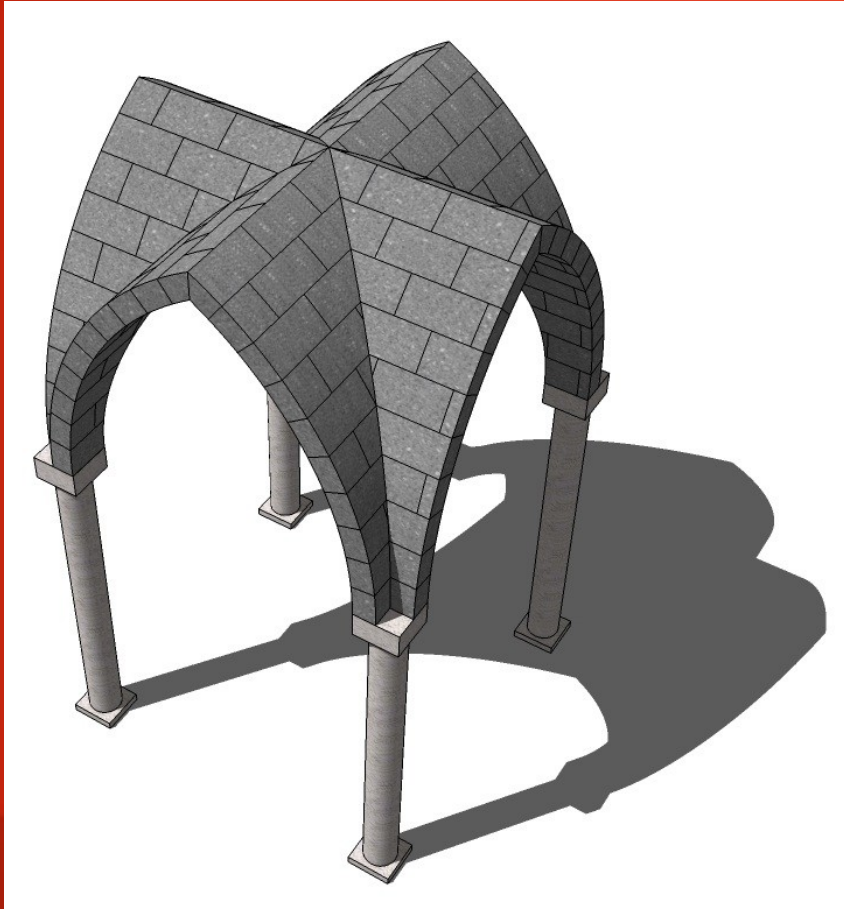
**konstrukce** – žádné výpočty(!), jen **geometrické plány** (výkresy)

**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



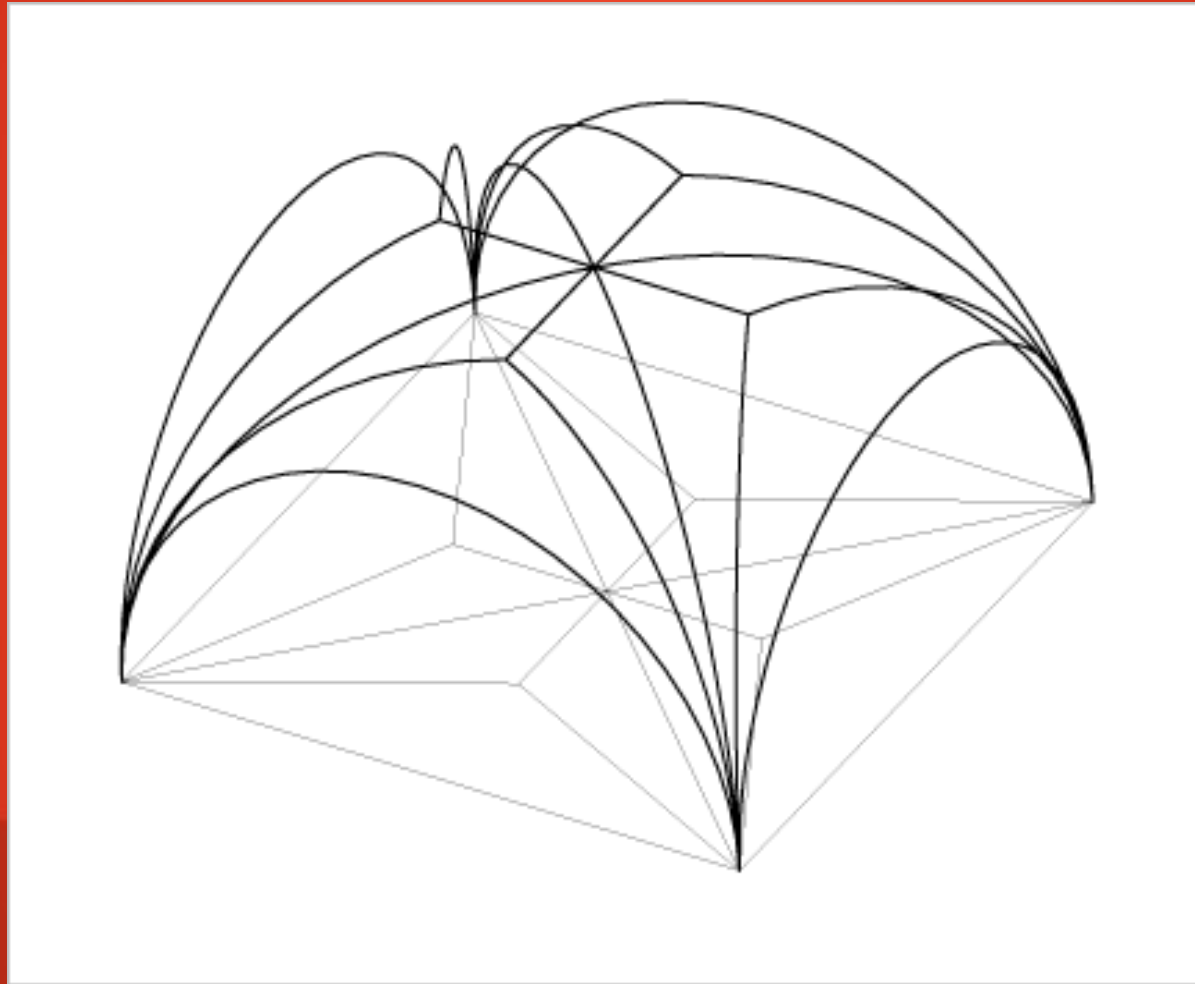
**Gotická klenba – křížová klenba s lomenými oblouky;  
vznik křížové klenby jako průniku dvou na sebe kolmých  
valených kleneb**

# 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

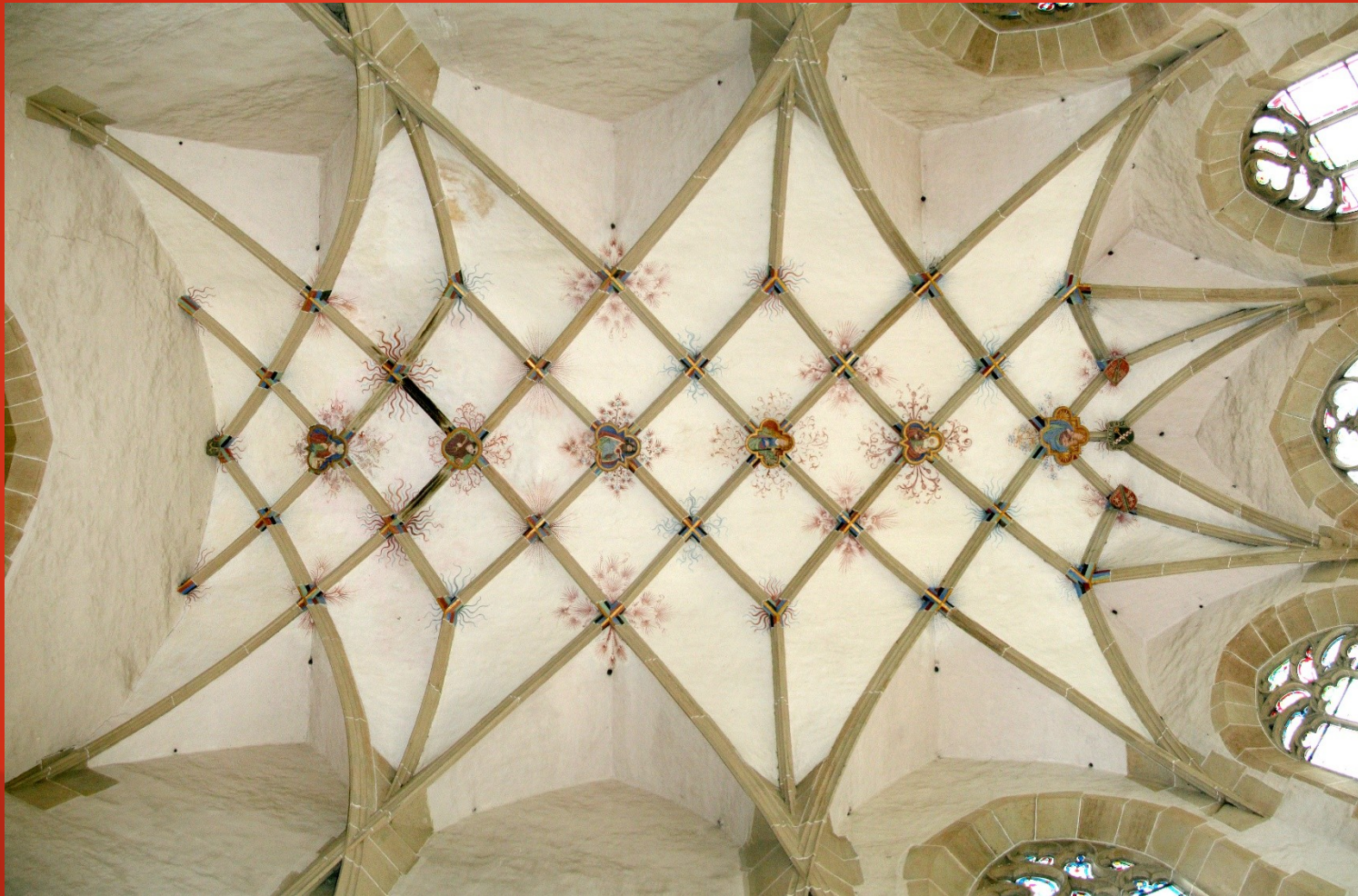


**Hvězdová klenba kostela sv. Janů, Toruň, Polsko  
(konec 15. století)**

**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)**



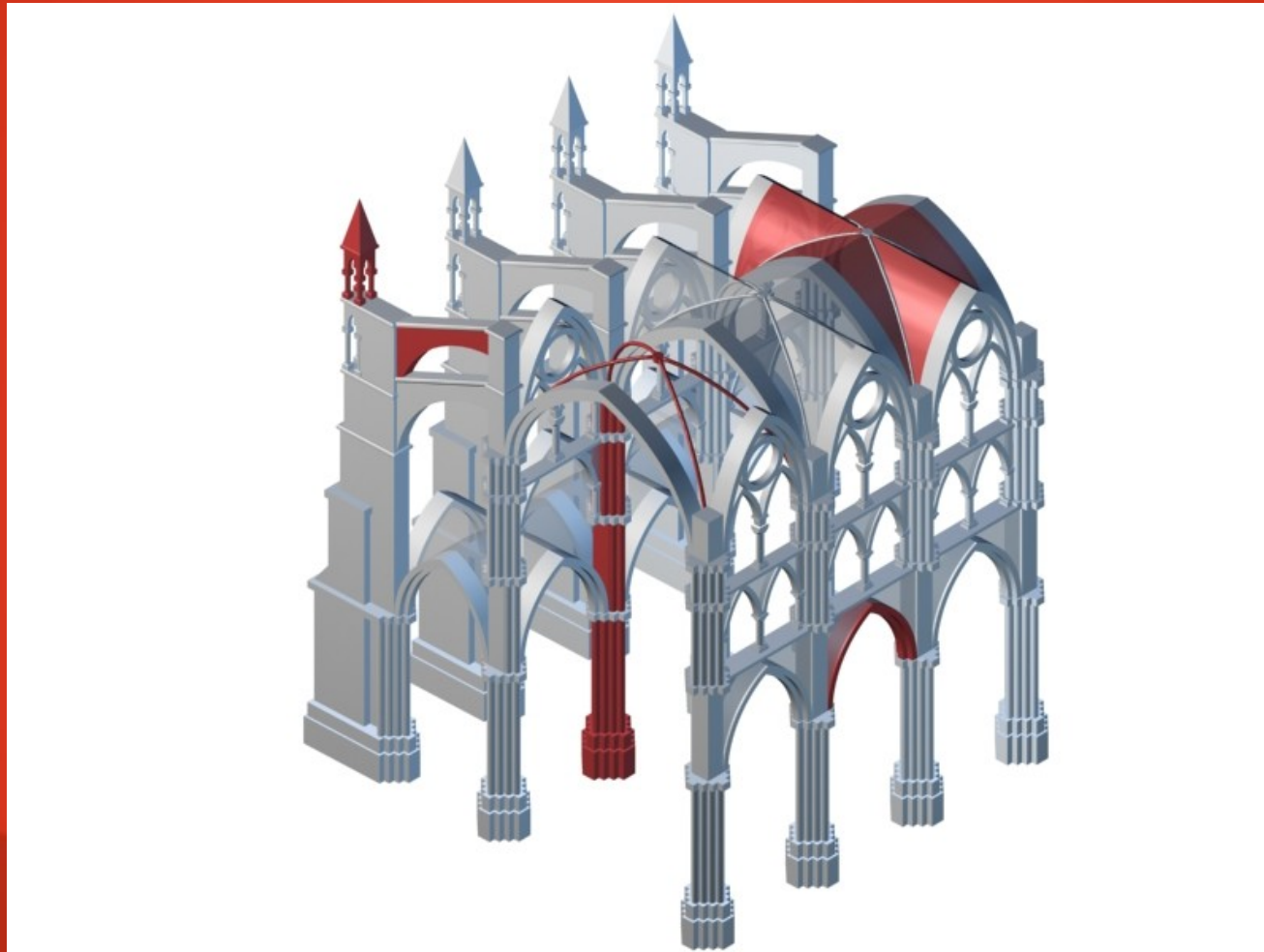
# DVT I/4 – Technika ve středověku



**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

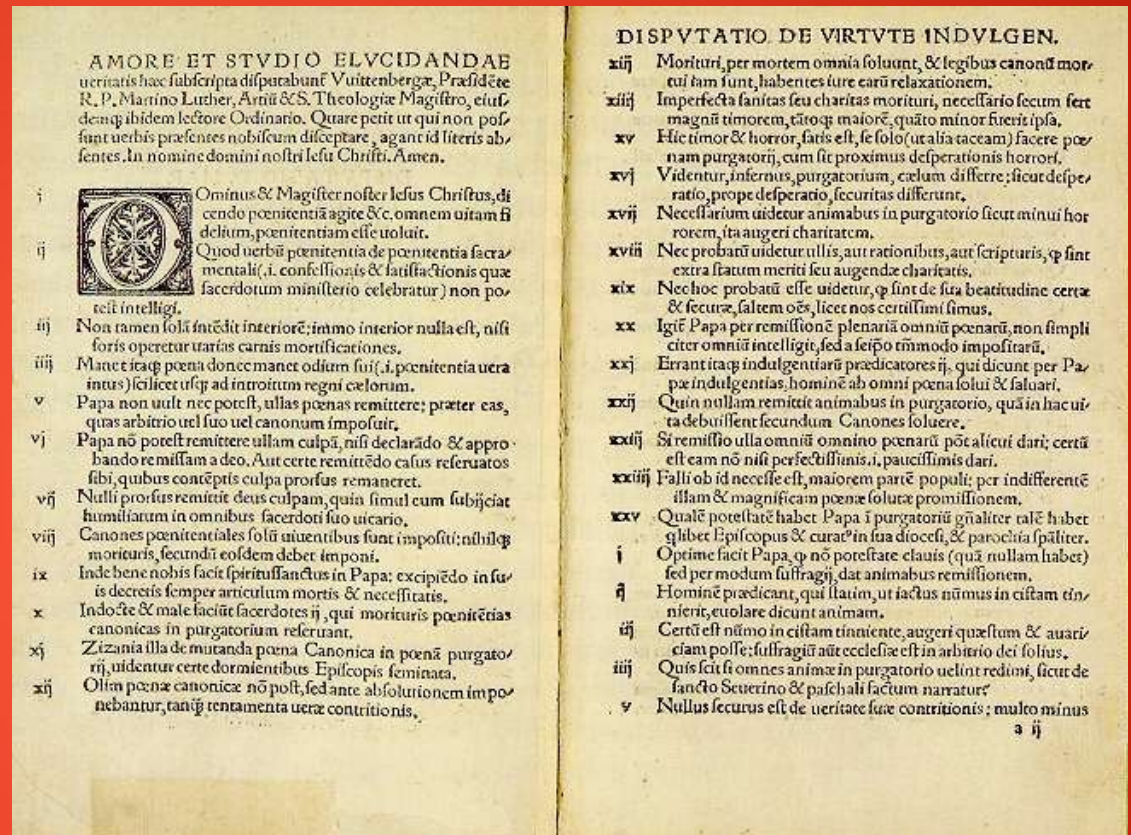


**Nedostavěný chrám sv. Víta od západu, vpředu slavnostní průvod při korunovaci Ferdinanda V. Dobrotivého českým králem v roce 1836**

**Dostavba hlavního průčelí v roce 1887**



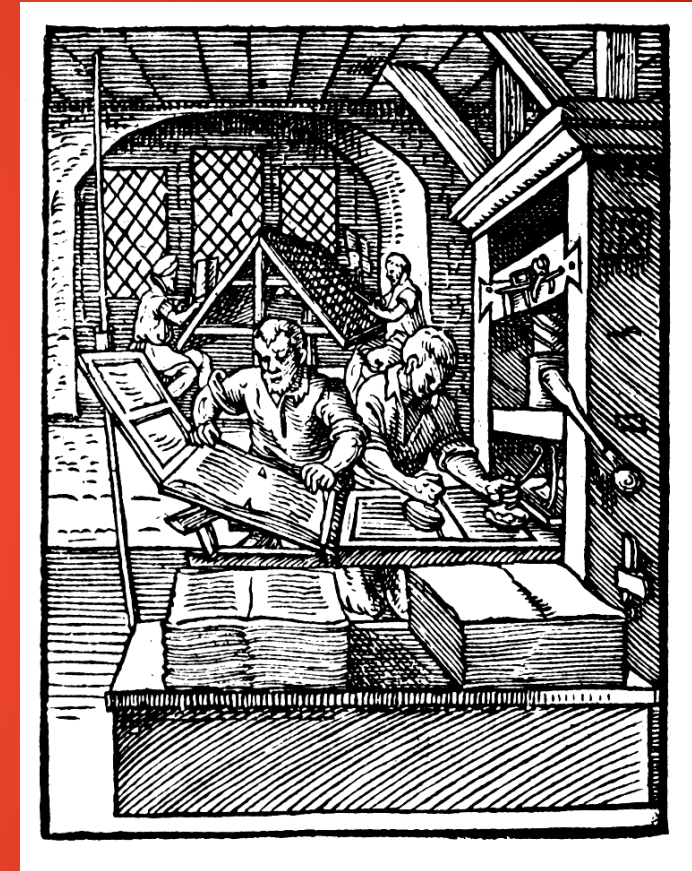
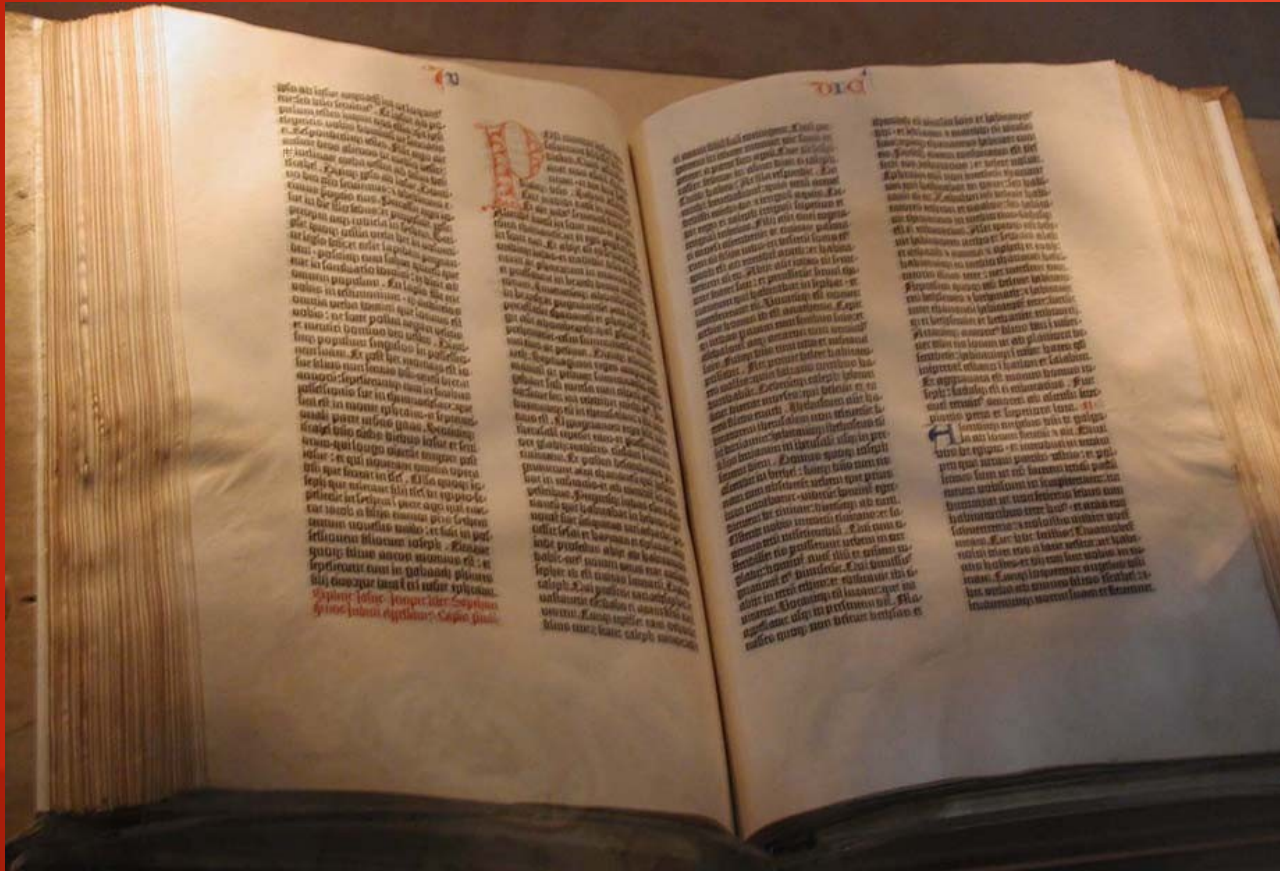
# DVT I/4 – Technika ve středověku



**Johannes Gutenberg (Gensfleisch, 1397/1400–1468) z Mohuče (Mainz) vytiskl kolem roku 1450 první knihy výměnnými literami odlitými z kovu (litéřina); 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

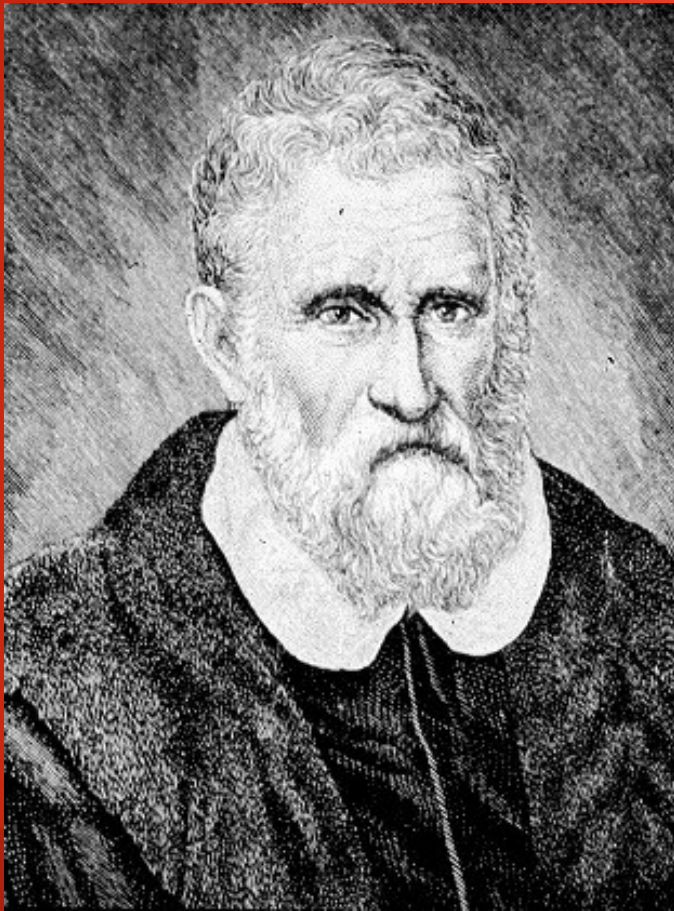


Gutenbergova Bible a práce tiskaře v roce 1568

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 jeha 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  $15^\circ$  ( $24 \times 15^\circ = 360^\circ$ )

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



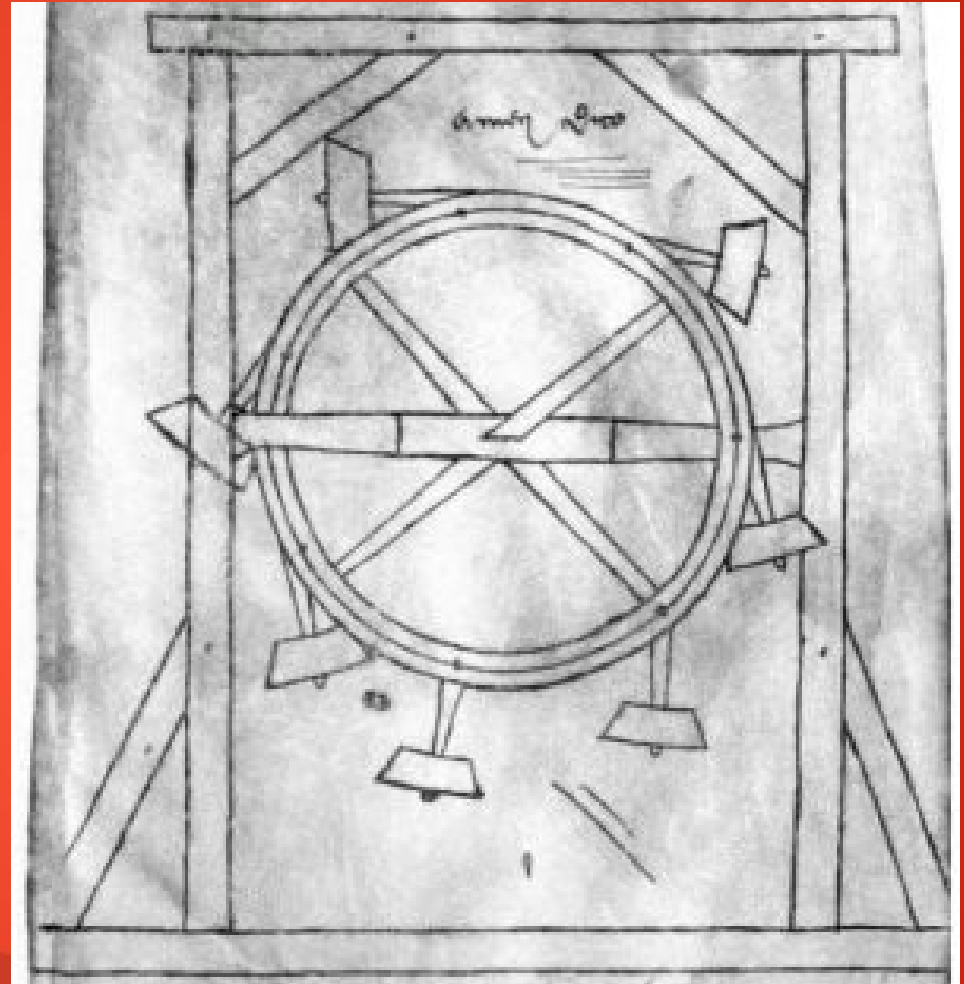
# DVT I/4 – Technika ve středověku

## **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!)

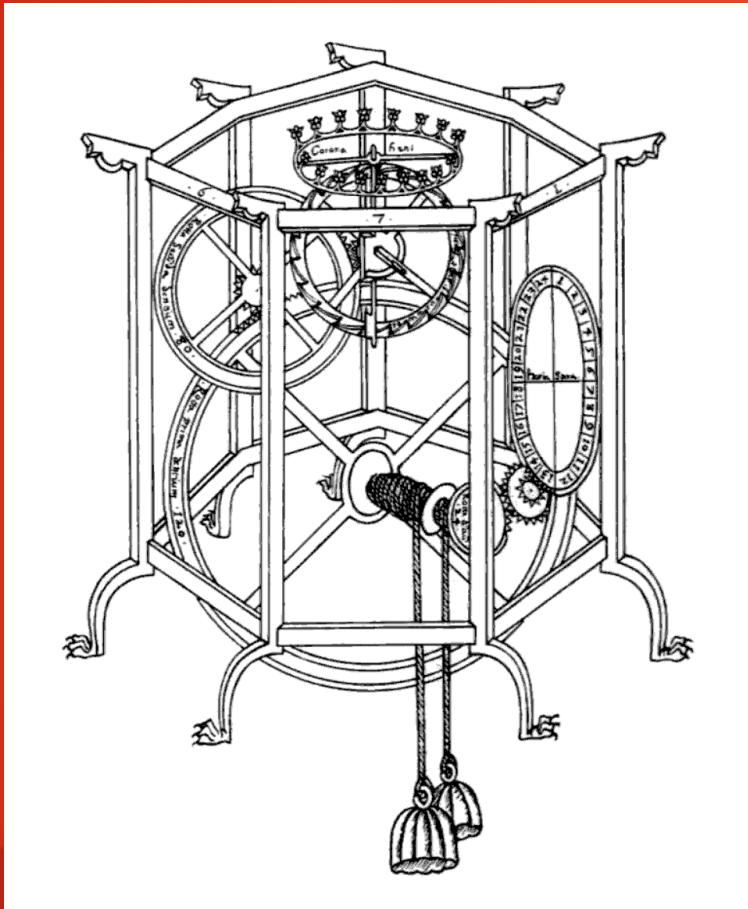
od poloviny 30. let 13. stol. instalovány na **věžích kostelů**, často doplněné **bicím zařízením**

**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:**

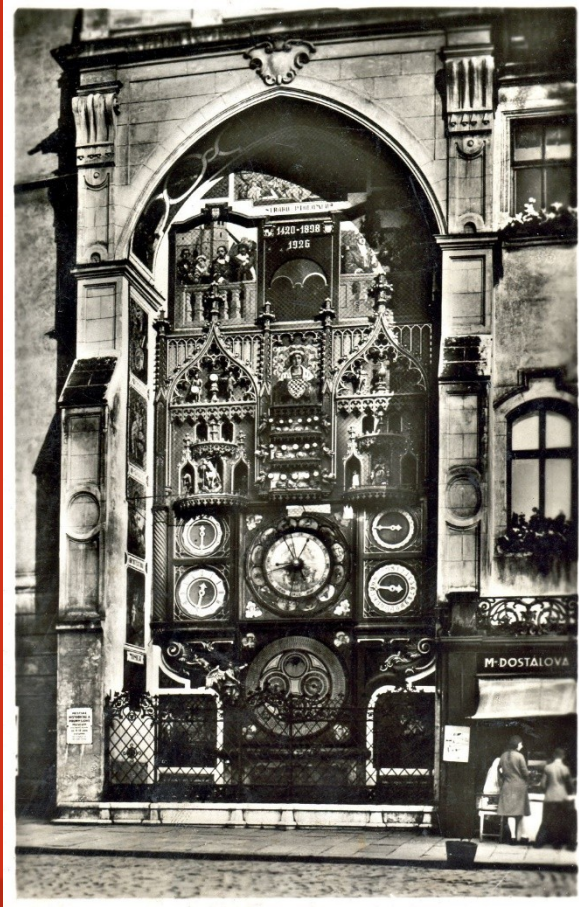
1402 – nejstarší zmínka o hodinách na věži

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**