

Historie matematiky. I

Alena Šarounová

Geometrie gotické architektury

In: Jindřich Bečvář (editor); Eduard Fuchs (editor): Historie matematiky. I. Seminář pro vyučující na středních školách, Jevíčko, 19.8.-22.8.1993, Sborník. (Czech). Brno: Jednota českých matematiků a fyziků, 1993. pp. 172–189.

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/400588>

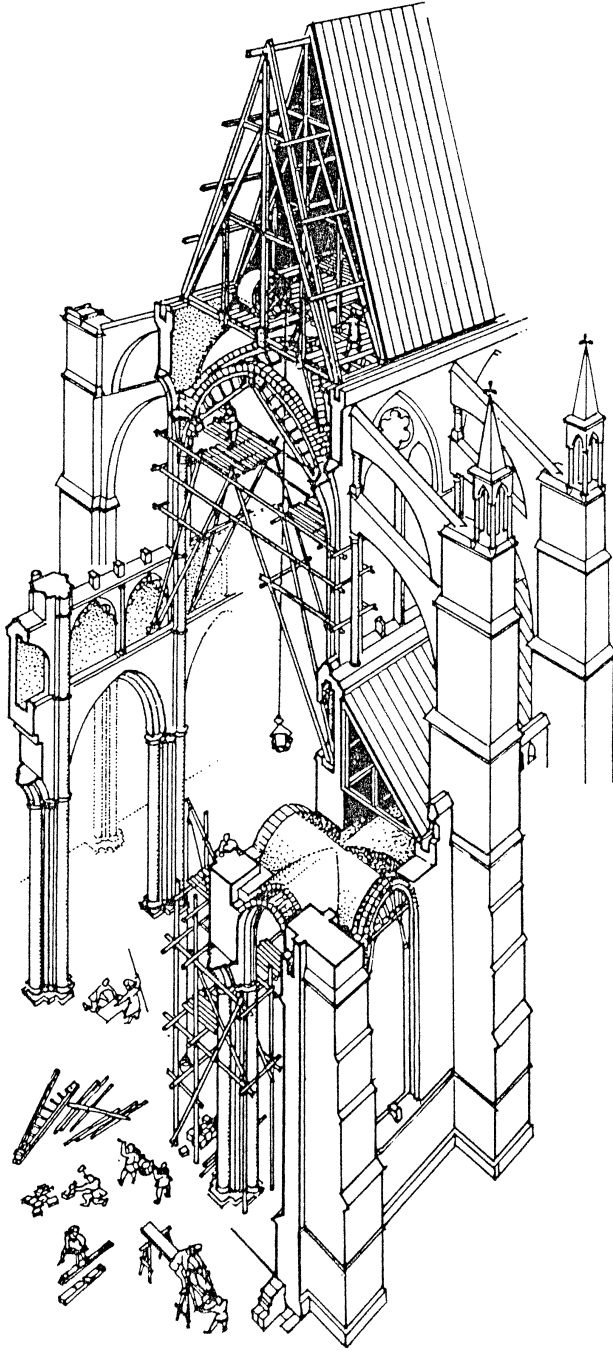
Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>



GEOMETRIE GOTICKÉ ARCHITEKTURY

ALENA ŠAROUNOVÁ

Čas je architektem, lid je zedníkem.

V. Hugo

Od narození do smrti nás provázejí výtvoři našich předchůdců. Celý život nás obklopuje zcivilizovaná krajina, kulturní lesy, pole a architektura. A právě architektura, ono od dětství nám nejbližší prostředí, na nás působí nesmírně hluboce. Ovlivňuje naše vidění světa, formuje naše představy o kráse a účelnosti tvarů i o moderním stylu života. Právě proto však, že je architektura neodmyslitelnou složkou našeho okolí, bereme její přítomnost tak samozřejmě, že si její roli často ani neuvědomujeme. Spíše cizinci přijíždějící sem za našimi památkami docenují krásu našich historických staveb, odvahu dávných stavitelů a vynikající řemeslnou úroveň zedníků, kameníků, tesařů a dalších pracovníků, kteří se na všech větších stavbách podíleli.

Architektura každé doby je plodem souhry i střetů dvou skupin vnějších vlivů. Vždy, pokud mluvíme o stavbách většího významu, jde o dílo technické i umělecké zároveň. Architektura reprezentující vládu, stát (hrady, zámky, radnice) a ideologii doby (kostely, kláštery, památníky, pomníky, sochy) nutně demonstruje „duch doby“ a oficiální filosofii, zhmotňuje vůdčí myšlenky i symboliku, která tyto myšlenky zpřístupňuje prostému lidu prostřednictvím uměleckého ztvárnění stavby. Rozlet umělců - architektů - byl však tehdy jako dnes ovlivňován technickými znalostmi, ekonomickými možnostmi toho, kdo stavbu „objednal“, dostupností stavebních materiálů, počtem a kvalifikací stavebních dělníků atd. Toto vše můžeme ukázat na celé řadě stavebních slohů, které zanechaly své otisky v naší zemi - od předrománského slohu otonského, který ovládl sousední německy mluvící území Evropy po smrti Karla Velikého (r. 814), přes sloh románský až po modernu dvacátého století. Pro lepší orientaci uvedme sice neúplnou, ale přece snad užitečnou tabulku „posloupnosti slohů“ v naší kulturní oblasti. Nezapomínejme však, že ve skutečnosti jde o přerůstání jednoho slohu v druhý, o různé návraty a reminiscence. A 20. století je natolik různorodé a „světové“, že se mu v tomto krátkém článku nemůžeme věnovat.

Stavební slohy naší kulturní oblasti

Název slohu:	Místo a doba zrodu:	Naše země:
KAROLÍNSKÝ	Francie, 8. století	Praha, rotunda sv. Václava
OTONSKÝ		Praha, bazilika sv. Jiří
ROMÁNSKÝ	záp. Evropa, 11. stol., 12. - 13. stol.	Po roce 1100, nově sv. Jiří, vrcholí 1200 - 1250
GOTICKÝ	Francie ... 1150	Čechy 1220 - 1520

RENEŠANCE	Itálie 1420	Čechy 1492 – 1620
BAROK	Itálie 1600	Čechy 1600 – 1750
ROKOKO	Francie ... 1720	Čechy 1750 – 1770
KLASICISMUS	Francie ... 1770 Ludvík XVI.	Litomyšl, Pardubice, Terezín, Kačina
EMPIR	Francie ... 1800 Napoleon	kostel v Josefově, Masarykovo nádraží
ROMANTISMUS	Francie ... 1785 Rousseau	Minaret v Lednici, Hluboká, Bouzov
HISTORIZUJÍCÍ SLOHY	1850 ...	Národní divadlo, Národní muzeum, Rudolfinum
MODERNÍ UMĚNÍ	1900 ...	

Architekturu lze zkoumat z mnoha hledisek. Můžeme se zabývat střety protichůdných tendencí v jejích formách (vertikalita - horizontálnost, statičnost - dynamičnost, jasná geometrická struktura - rozvolněnost tvarů, strohost - ornamentálnost), v užívání staveb (stavby veřejné - výlučné, reprezentativní - obytné, civilní - strategické, ...), můžeme sledovat vztah architektury k jiným druhům umění (malířství, sochařství, ...), filosofická východiska stavebních slohů aj. Můžeme vystopovat znovuožívání historických principů, např. vliv antického stavitelství na renesanční mistry a na pseudorenesanci konce 19. století, či geometrické principy gotických kleneb, které se objevují v moderních skeletových konstrukcích.

Právě tato naposledy zmíněná geometrická stránka gotických kleneb je natolik zajímavá, že bychom jí měli věnovat trochu pozornosti. Gotické stavitelství užívalo k zaklenutí větších prostorů poměrně složitých ploch. Ne všichni jsme geometři - a proto bude užitečné, když si některých vlastností takových ploch blíže všimneme aspoň v následujícím populárním výkladu. Důkladnější poučení najdou zájemci v literatuře uvedené na konci tohoto příspěvku.

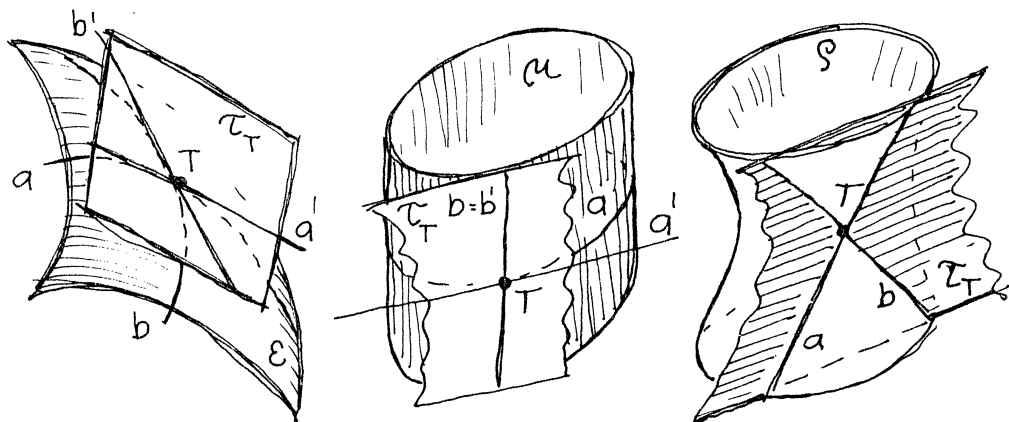
Důležité stavební plochy a jejich vlastnosti

Ve stavebnictví se užívá celá řada ploch a jejich částí, od jednoduchých a všeobecně známých (rovina, plocha kulová, válcová, kuželová) až po speciální plochy přímkové. Z hlediska stavitele je důležité, aby použitá plocha plnila požadovanou funkci, byla dostatečně „pevná“, esteticky žádoucí a technicky sestrojitelná. Uvědomme si, že záleží nejen na typu užití plochy, ale též na její poloze (svíslá rovina je „pevnější“ než vodorovná), na velikosti zastavěného prostoru a četných vstupních podmínkách (např. dostatek „dlouhého dříví“ → ploché dřevěné stropy, nedostatek dříví → nutnost užívat klenby, nedostatek pracovníků → pomalá výstavba, volba jiných technologií).

Statické vlastnosti ploch závisí na jejich geometrických vlastnostech, zejména na vzájemné poloze tečných rovin plochy a plochy samé. Ukažme si jednoduché

příklady. Na obr. 1 jsou znázorněny tři možné případy vzájemné polohy plochy a její tečné roviny τ sestrojené v bodě T (doplňme, že jde o tzv. *regulární bod plochy*, tj. bod, v němž existuje *jediná* tečná rovina této plochy).

Ve všech případech můžeme tečnou rovinu τ dané plochy v bodě T sestrojiti jako rovinu určenou dvojicí tečen a' , b' křivek a , b , které leží na ploše a procházejí bodem T .



Obr. 1: TEČNÁ ROVINA V ELIPTICKÉM BODĚ PLOCHY ϵ , PARABOLICKÉM BODĚ PLOCHY μ A HYPERBOLICKÉM BODĚ PLOCHY σ

Na ploše ϵ jsou načrtnuty křivky a , b a jejich tečny a' , b' . Tečná rovina τ plochy ϵ v bodě T nemá v nejbližším okolí bodu T (o tom, jak plocha ϵ vypadá dál, nic nevíme) s plochou ϵ další společný bod. V tomto případě říkáme bodu T *eliptický bod*. Např. kulová plocha je plochou eliptických bodů.

Na válcové ploše μ je znázorněna přímka b a kružnice (nebo elipsa) a . Tečna ke křivce a - tj. přímka a' spolu s povrchovou přímkou b plochy μ určují tečnou rovinu τ plochy μ . Tato tečná rovina má s plochou μ (v okolí bodu T) společné body přímky b . Říkáme, že bod T je *parabolickým bodem* plochy μ .

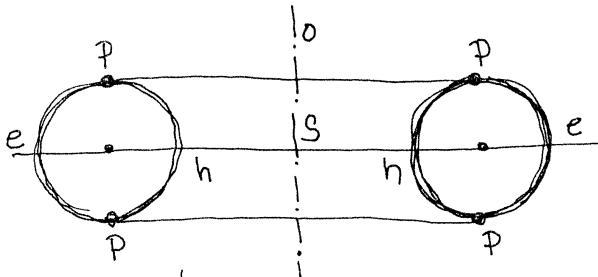
Poslední náčrtek znázorňuje část jednodílného hyperboloidu. Tečná rovina libovolného bodu T tohoto hyperboloidu plochu σ protíná ve dvojici přímek a , b (pro názornost je rovina τ znázorněna šrafováním). Říkáme, že bod T je *hyperbolickým bodem* plochy σ .

Plochou, na které nalezneme všechny tři typy bodů, je např. anuloid („pneumatika“). Na osovém řezu na obr. 2 jsou znázorněny čtyři parabolické body P , dva oblouky kružnic h bodů hyperbolických a dva oblouky e bodů eliptických. Body parabolické tvoří dvě kružnice (na jedné z nich anuloid „leží“), které oddělují body hyperbolické od eliptických.

Vzhledem k technologii došly ve stavebnictví obliby zejména tzv. plochy přímkové. Při práci je bylo totiž možné dobře aproximovat, podbednit prkny.

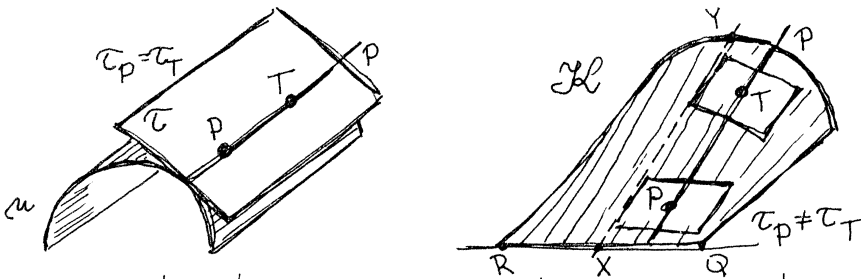
Přímkové plochy jsou - jak sám název napovídá - tvořeny přímkami, které splňují jisté podmínky: každým bodem přímkové plochy prochází aspoň jedna

přímka plochy. Ze střední školy známe plochy kuželové a válcové. Na obr. 1 je znázorněn jednoduchý hyperboloid, každým jeho bodem prochází právě dvě přímky hyperboloidu (zde bodem T přímky a, b). Podívejme se na tečné roviny, které sestrojíme v různých bodech jedné takové přímky dané plochy.



Obr. 2: OSOVÝ ŘEZ ANULOIDEM, PLOCHOU S BODY ELIPTICKÝMI, PARABOLICKÝMI I HYPERBOLICKÝMI

Na obr. 3 vidíme části dvou přímkových ploch: nám dobře známé plochy válcové μ a kružnicového konoidu K . Na obou je znázorněna přímka p plochy a dva různé body P, Q této přímky. V každém z těchto bodů existuje jediná tečná rovina dané plochy. Tečné roviny τ_P a τ_T na přímce p plochy μ splývají. (To je fakt, který děti objeví již na základní škole, aniž by se o něm mluvilo.)



Obr. 3: VÁLCOVÁ PLOCHA A KRUŽNICOVÝ KONOID S TĚČNÝMI ROVINAMI

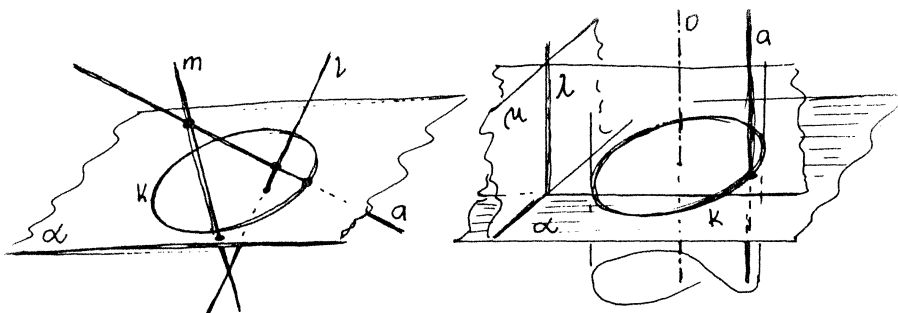
Jestliže všechny tečné roviny plochy P sestrojené v bodech přímky p této plochy splývají, říkáme přímce p *torsální přímka*. Pokud na ploše P leží jen přímky torsální, je plocha P *rozvinutelná* (tj. lze ji - třeba i po částech - rozvinout do roviny).

Tečné roviny τ_P a τ_T kružnicového konoidu K nespývají. Mají společnou pouze přímku p . Této přímce p říkáme *regulární přímka plochy*. Obecně platí: tečné roviny plochy P sestrojené v bodech přímky p tvoří svazek rovin (a znalcům projektivní geometrie dodáváme: který je projektivní se svými body dotyku). Přímková plocha, na níž leží aspoň jedna regulární přímka, je *plocha zborcená* (nerozvinutelná).

Některé zborčené plochy jsou tvořeny pouze regulárními přímkami (jednodílný hyperboloid, hyperbolický paraboloid), na jiných leží přímkami regulární i torsální. Např. na konoidu z obr. 3 jsou čtyři torsální přímky, čárkovaně najdete znázorněnou jednu z nich - přímku XY . Torzálních přímek je na zborčené ploše vždy jen konečný počet.

Proč tyto vlastnosti popisujeme? Nezapomeňme, že nám jde o stavební využití ploch! Z hlediska statiky jsou plochy podél regulárních přímek „pevnější“, takže zborčené plochy jsou celkově odolnější vůči různým tlakům. Často jsou také tvarově zajímavější. Obě tyto vlastnosti vybízejí architektky, aby jim věnovali svou pozornost.

Jakým způsobem je možné přímkové plochy zadat? Možností je více, ale nejčastěji je určíme pomocí tří různých křivek v prostoru. (Deskriptivní geometrie pracuje zpravidla s projektivním rozšířením E_3' prostoru E_3 . Pokud chceme vystačit s eukleidovským prostorem E_3 , musíme nahradit „nevlastní přímku“ řídicí rovinou.) V technické praxi se nejčastěji jako tyto řídicí křivky k, l, m volí přímky (resp. nevlastní přímky), kuželosečky a šroubovice. (Avantgardní architektura užívá i sinusoidy aj.).



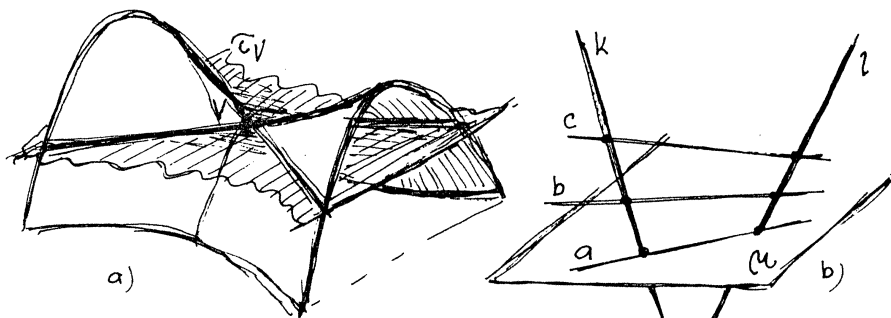
Obr. 4: VYTVOŘENÍ PŘÍMKOVÉ PLOCHY

Obr. 5: VYTVOŘENÍ VÁLCOVÉ PLOCHY

Na obr. 4 je přímková plocha zadána elipsou k ležící v rovině α a dvojicí mimoběžek l, m . Přímka a , která všechny řídicí křivky protíná, je tvořící přímkou plochy. Jsou-li řídicí křivky k, l, m algebraické (tj. dají-li se vyjádřit pomocí polynomů stupňů p, q, r), říkáme, že je jimi určená přímková plocha algebraická a její stupeň $w \leq 2pqr$ (zde záleží na vzájemné poloze řídicích útvarů). Ukažme si několik jednoduchých příkladů.

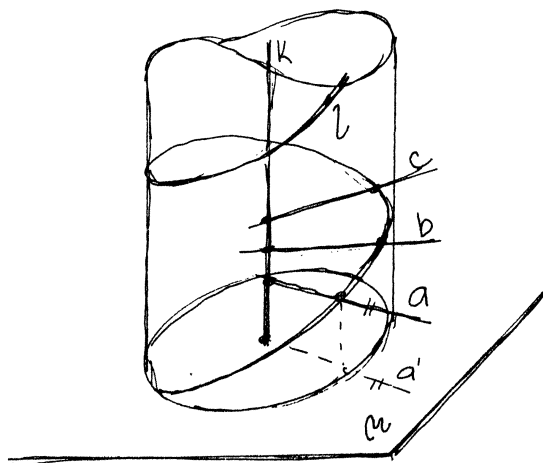
Válcová plocha (obr. 5) je určena kružnicí k ležící v rovině α a dvojicí řídicích rovin, tj. dvojicí nevlastních přímek l, m . Plochu tvoří přímky a , které protínají kružnici k a jsou rovnoběžné s přímkou o , (tj. osa plochy je rovnoběžná s průsečnicí těchto rovin). Stupeň plochy může být maximálně čtyři ($p = 2, q = 1, r = 1, 2pqr = 4$). Vzhledem k vzájemné poloze řídicích křivek k, l a m je nám známá válcová plocha plochou druhého stupně.

Jednodílný hyperboloid z obr. 1 je zadán trojicí mimoběžek, které nejsou rovnoběžné s jednou rovinou. Je plochou 2. stupně ($p = 1, q = 1, r = 1, 2pqr = 2$). Speciálně rotační jednodílný hyperboloid dostaneme také rotací hyperboly podle její vedlejší osy.



Obr. 6: HYPERBOLICKÝ PARABOLOID
a) S TĚČNOU ROVINOU τ_v b) PŘÍMKY PLOCHY

Hyperbolický paraboloid je velmi často užívanou plochou. Jeho část, kterou vidíme na obr. 6a, připomíná sedlo. Plocha je určena trojicí mimoběžek k, l, m - neboli mimoběžkami k, l a řídicí rovinou μ , která obě mimoběžky protíná (obr. 6b). Tvořící přímky a, b, c jsou příčky přímk k, l rovnoběžné s rovinou μ . Také hyperbolický paraboloid je plochou druhého stupně. Má mnoho zajímavých vlastností - ale o tom jindy.



Obr. 7: PŘÍMÝ ŠROUBOVÝ KONOID

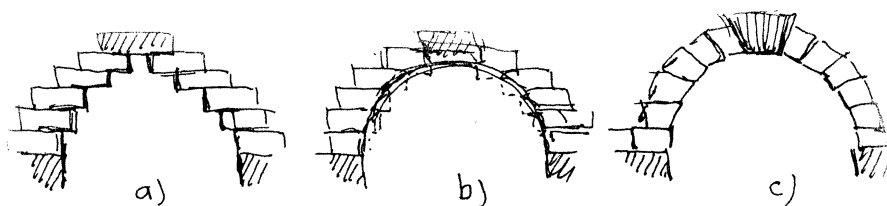
Šroubový konoid (obr. 7) je určen přímkou k , která je osou druhé řídicí křivky, šroubovice l . Místo třetí křivky m je dána řídicí rovina μ . Přímky

šroubového konoidu a , b protínají přímku k i šroubovici l a jsou rovnoběžné s řídicí rovinou. Speciální případ této šroubové plochy dobře známe z praxe, jde o točité schodiště. Protože šroubovice není algebraická křivka, plocha „nemá stupeň“.

Už podruhé hovoříme o „konoidu“. Čím je taková plocha charakteristická? Podle názvu „konoid“ by měla být podobná např. kuželi („konus“), ale to platí jen o některých konoidech pozorovaných z určité strany. Konoid je přímková plocha s řídicí rovinou. Na obr. 7 je řídicí rovina konoidu nakreslená, řídicí rovina kružnicového konoidu z obr. 3 je kolmá k přímce RQ .

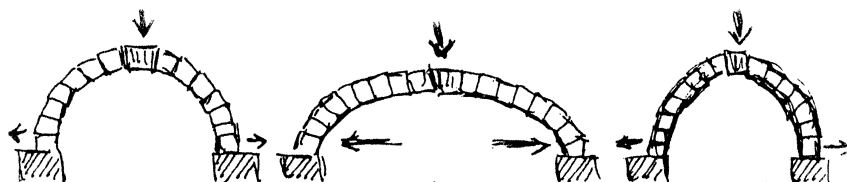
Předchůdci gotické klenby

Románská architektura užívala k zakrytí prostoru buď dřevěné stropy nebo klenby. Objev tzv. „pravé klenby“ je připisován Etruskům, od kterých tuto znalost převzali Římané. Nejstarším typem klenby (obr. 8a) je nepravá klenba přečnělková, která není příliš odolná vůči svislému tlaku. Někdy bývala upravena odtesáním stavebního materiálu (obr. 8b), což zlepšilo její vzhled, ale nikoli stavební vlastnosti.



Obr. 8: KLENBY: a) NEPRAVÁ - PŘEČNĚLKOVÁ; b) NEPRAVÁ - ODTESANÁ; c) PRAVÁ KLENBA

Pravá klenba (obr. 8c) je velice pevným stavebním prvkem díky speciálnímu kladení cihel nebo přitesaných kamenů. Čím větší tlak na takový oblouk ve zdivu působí, tím pevněji jsou jeho kameny přitisknuty ve spárách k sobě a stavba získává na odolnosti. Jen si vzpomeňme, co stavebních památek užívajících klenb se zachovalo ze starověku! A nemusí to být jen Koloseum v Římě či akvadukt v Francii, v severní Africe i jinde.

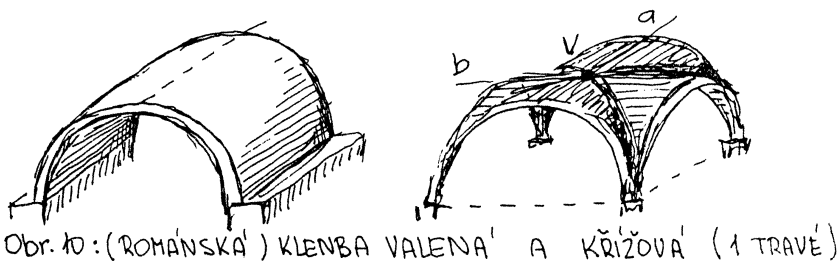


Obr. 9: KLENBYNÍ OBLOUK KRUHOVÝ, STLAČENÝ A PŘEVYŠENÝ

I pravá klenba může být odolnější nebo zranitelnější. Do značné míry záleží

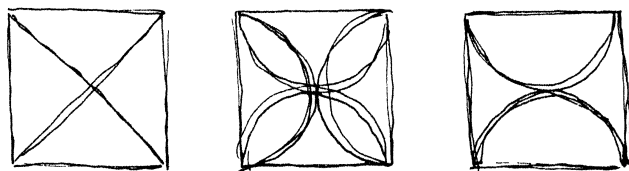
na křivosti řídicích křivek klenby. Na obr. 9 je zakreslena klenba kruhová a dvě klenby eliptické. Vůči svislému tlaku je zde nejodolnější klenba převýšená, nejméně odolná je klenba stlačená. Tato klenba také při větším zakřivení nejvíce „rozevívá“ stěny do stran a snadno se prolomí. Ovšem s bočními tlaky je nutno počítat u všech kleneb. Uvidíme později, jak tomuto nebezpečí čelili středověcí stavitelé.

Základními typy kleneb jsou (obr. 10) *klenba valená* a *klenba křížová*.



Obr. 10: (ROMÁNSKÁ) KLENBA VALENÁ A KŘÍŽOVÁ (1 TRAVÉ)

Valená klenba je částí válcové plochy. Spočívá na dvojici zdí, které jsou značně mohutné, aby čelily bočním tlakům. Klasická křížová klenba je průnikem dvou valených kleneb nad čtvercovým půdorysem (jedno tzv. „travé“). Váha klenby je přenesena do vrcholů čtverce. *Vrcholnice klenby* jsou přímky *a* a *b* protínající se v bodě *V* (*temeno klenby*). Je to nejzranitelnější bod celé klenby. Řídící polokružnice valených kleneb se nazývají *čela klenby* a v praxi bývají podepřeny kruhovou vyzdívkou (*pasý*), která „zesílí“ řídicí kružnice. Průniková křivka původních válcových ploch se rozpadá na dvě shodné elipsy, které procházejí bodem *V* a dvojicí protilehlých vrcholů čtverce. Na křížové klenbě jsou realizovány pouze jejich poloviny. Na stavebních plánech se taková klenba schématicky znázorňuje dvojím způsobem (obr. 11).

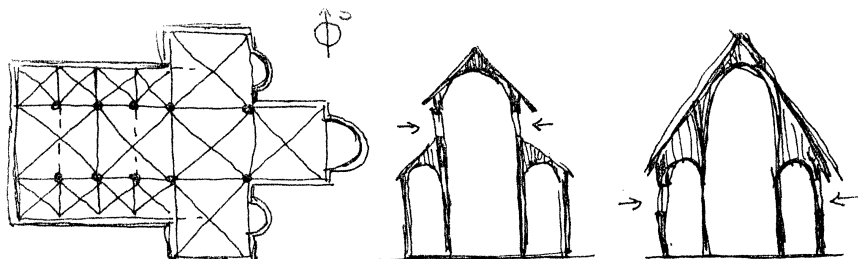


Obr. 11: PŮDORYSNÁ SCHEMATA KLENBY

Travé je zakresleno jako čtverec, průnikové elipsy se zobrazí jako jeho úhlopříčky. Protože však z takového obrázku nelze určit, zda byla čela klenby kruhová, eliptická či jiná, je vhodnější druhý způsob: místo obrazu průnikových elips jsou v obrazu travé znázorněna čela klenby. Vedle klenby křížové (obr. 11b) tak máme zakreslenou i klenbu valenou (obr. 11c).

Jedno travé se stalo jakýmsi „modulem“, jednotkou, jejímž opakováním je možné sestavit plán větší stavby. Z doby románské se nám zachovalo jen málo staveb civilních a některé chrámy. Církevní stavby se vyvíjely od 3. století n. l.

velice zajímavým způsobem. V naší oblasti se posléze ustálily dva reprezentativní typy: centrální *rotunda* a podélná *bazilika*. A právě půdorys baziliky je dokladem účinku „modulu“ na charakter stavby. Na obr. 12 je jeden takový půdorys načrtnut. Jde o baziliku se třemi podélnými loděmi a jednou lodí příčnou. Boční lodě mají poloviční šířku i výšku ve srovnání s lodí hlavní a příčnou (s tzv. transeptem)

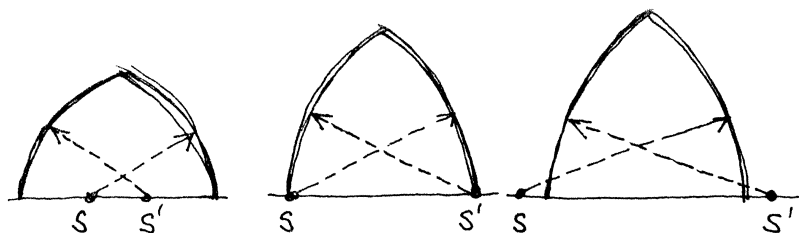


Obr. 12: VAZANÝ SYSTÉM BAZILIKY - PŮDORYS A DVA ŘEZY

Proti západnímu vstupu do chrámu leží hlavní oltář zpravidla ve výklenku, kterému se říká *apsida*. Na našem půdorysu vidíme apsidy tři, postranní apsidy bývaly určeny oltářům dalších světců. Baziliky v sídelních městech biskupů bývaly mnohem složitější, ale nám tato „jednoduchá“ stavba jako ukázka postačí.

Gotická klenba

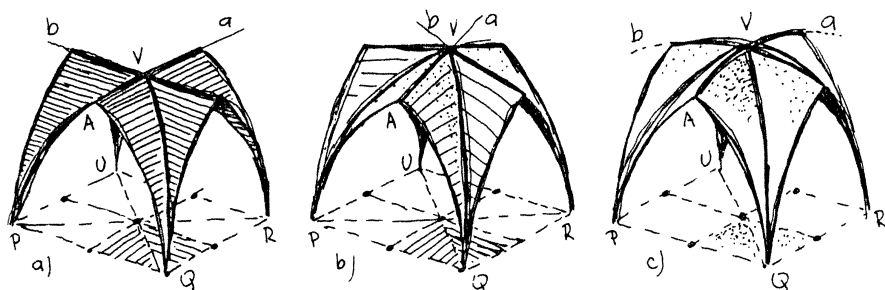
Velmi často se v literatuře zdůrazňují rozdíly mezi slohem románským a gotickým. Zapomínáme tak, že kořeny gotiky vyrůstají z románského stavitelství více méně plynule. První stavba, která se dochovala a můžeme ji prohlásit za gotickou, vznikla na starém korunním území severní Francie (Île-de-France). Jde o chór opatského kostela v Saint Denis, zbudovaný v letech 1140 – 1143. Je velmi pravděpodobné, že nám - středoevropanům - by se toto dílo gotickým nezdálo, protože postrádá některé ze znaků našich gotických chrámů. My ovšem známe mnohem pozdější projevy tohoto stylu, který se vyvíjel, šířil Evropou a přizpůsoboval místním podmínkám zhruba 400 let.



Obr. 13: GOTICKÝ OBLOUK SNÍŽENÝ, NORMÁLNÍ, PŘEVÝŠENÝ

Vraťme se však ke geometrii. Výrazným znakem gotických staveb je lomený oblouk, který nahradil půlkružnici doby románské (obr. 13). Jeho užívání ote-

vřelo architektům nové možnosti. Lomený oblouk vytvořený ze dvou oblouků kružnice působí menšími tlaky do stran a umožňuje odlehčení stěn. Dovolí zaklenout obecné čtyřúhelníky, zachovat stejnou výšku stropu nad různě širokými loděmi (a tak budovat i tzv. halové prostory) a svést tlaky zdíva do předem zvolených bodů. Podívejme se na gotické proměny křížové klenby.



Obr. 14 : GOTICKÁ KŘÍŽOVÁ KLENBA - TŘI RŮZNÉ VARIACE VRCHOLNIC

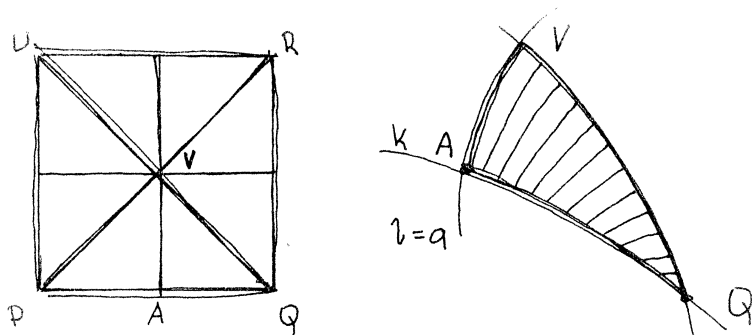
Na obr. 14a je čtvercový půdorys zaklenut křížovou klenbou (obdobné klenbě románské), která je průnikem válcových ploch s vodorovnými vrcholnicemi a, b . Čela klenby jsou však tvořena lomenými oblouky. Průnikové křivky (žebra klenby) jsou čtyři části čtyř elips.

Zajímavější klenbu získáme „povytažením“ temene klenby - bodu V - nad úroveň čel klenby. Pak ovšem přímky a, b přejdou buď v lomenné čáry (obr. 14b) nebo v křivky (obr. 14c). Pro kameníka, který tesá části žebí, je nejvýhodnější pozvednout bod V do takové výše, aby části průnikových elips přešly do kruhových oblouků. Pak totiž může díly žebí připravit do zásoby bez ohledu na to, kde přesně budou použity.

Půdorys kleneb z obr. 14 je vždy týž (obr. 15) - čtverec rozdělený svými úhlopříčkami a středními příčkami na 8 shodných trojúhelníků. Každý trojúhelník je obrazem plochy vymezené na klenbě částí čela, žebra a vrcholnice. Těmto plochám se říká *prsa klenby*. Prsa klenby s přímými vrcholnicemi jsou části válcových ploch, ale v ostatních případech jde o plochy složitější. Stavitel hledá (zpravidla empiricky) plochu určenou třemi svými křivkami k, l, m , které se po dvou protínají (ve vrcholech „křivočarého trojúhelníka“). Způsob kladení „šalovacích prken“ určí, o jakou plochu se z hlediska geometrie bude jednat. Často se kladla prkna vodorovně (tj. plocha měla řídící rovinu π) nebo rovnoběžně s rovinou čela (svislá řídící rovina), takže prsa byla tvořena částmi konoidů. Památkáři však při vyměřování starých kleneb často zjistí i jiné způsoby. Je pozoruhodné, že některé klenby byly sestrojovány velmi „nedbale“. Na jediné klenbě se našly dva i tři různé způsoby tvorby ploch.

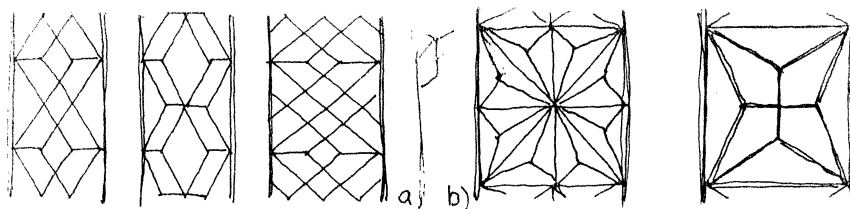
Gotická žebrová klenba byla natolik pevná, že ji po pečlivém sestrojení žeber „experimenty“ s výplňkovými plochami příliš neohrožovaly.

Další vývoj gotické klenby vede k hlubšímu zvládnutí stavebních zákonitostí a užívání tohoto poznání ke konstrukci kleneb s ještě větším estetickým účinkem.



Obr. 15: PŮDORYS OSMIDÍLNÉ GOTICKÉ KLENBY KŘÍŽOVÉ
A PRSA KLENBY

V období vrcholné a pozdní gotiky jsou stále patrnější speciální rysy regionální či rukopisy jednotlivých stavebních hutí pracujících pro některý církevní řád (u nás byli největšími stavebníky středověku mniši cisterciáci) nebo panovnícký dvůr. Žebra kleneb stále výrazněji vystupují jako výtvarný, dekorativní prvky.

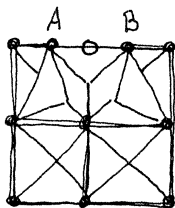


Obr. 16: SÍŤOVÉ A HVĚZDOVÉ KLENBY (PŮDORYSY)

Klenby vrcholné gotiky bývají buď síťové nebo hvězdové. Žebra těchto kleneb leží ve svislých rovinách a vytvářejí nad hlavami lidí estetické kompozice, které se v půdorysu zobrazí do sítě úseček (obr. 16a, b).

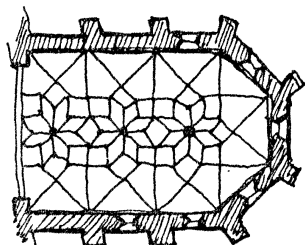
Zajímavá je klenba obkročná, která staviteli umožňuje přesun sloupu na jiné místo než vázaný řád pravidelných travě předpokládá a tedy porušení „klasickeho“ půdorysu a celkové uvolnění stavby. Příklad takové klenby je na obr. 17 (klášter Minoritů z r. 1365 v Jindřichově Hradci).

Dvě travé jsou překlenuta běžným způsobem, zbývající dvě obkročnou klenbou, která se místo sloupu vyznačeného prázdným kroužkem opírá o dvojici sloupů A, B.

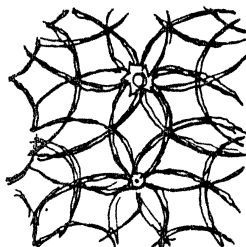


Obr. 17 : OBKROČNÁ KLENBA

Pozdní gotika je charakteristická zvýrazňováním křivočarých linií. Užívá stanové prohýbané střechy, rafinovaně nesouměrné detaily a krouženou klenbu. Je zajímavé, že tento vývoj vyzrání slohu od jasné geometrie k dynamizujícím prvkům sleduje později renesance svým vyústěním do baroka. Ostatně, jde zřejmě o víc než pouhou paralelu. Svědčí o tom formy tzv. „barokní gotiky“ v díle J. B. Santiniho (1667–1723), např. jeho kostel sv. Jana Nepomuckého v Zelené Hoře.



Obr. 18 : SÍŤOVÁ HVĚZDOVÁ KLENBA

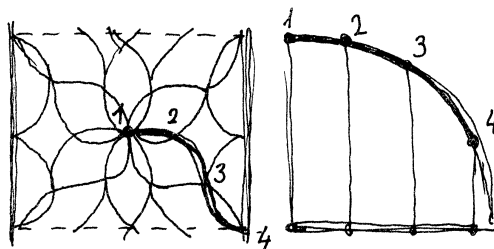


Obr. 19 : HVĚZDOVÁ KROUŽENÁ KLENBA

Síťová hvězdová klenba (obr. 18) je stále složitější a objevuje se hvězdová klenba kroužená (obr. 19). Její žebra sledují složité prostorové křivky a umožňují klenout neuvěřitelně odvázná krajoví representačních sálů. Rekonstrukční práce na takové klenbě, kterou pracně provádějí současní inženýři, matematici a památkáři, je velmi obtížná, ale zajímavá. Např. žebra klenby známého Vladislavského sálu na Pražském hradě (obr. 20) budovaného v letech 1487 – 1500 mohla být vytvořena „navinutím“ čtvrtkruhů na válcové plochy se svíslými površkami.

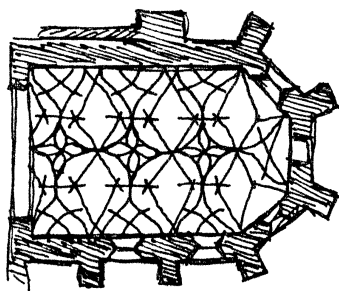
Objevují se žebra nefunkční, zdobná, zavěšená, žebra s přetínáním (obr. 21) a konečně sklípková (diamantová) klenba bez zjevných žebor. Ta je však již více užívána v renesančním stavitelství (Slavonice, Telč).

Občanské stavby bývaly mnohem jednodušší než reprezentační budovy (katedrály, vznikající radnice bohatých měst).

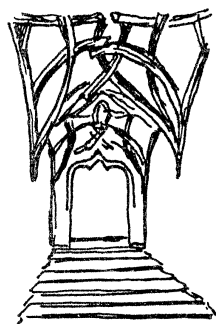


Obr. 20: ROZVINUTÍ ŽEBRA 1234 DO ROVINY
VLADISLAVSKÝ SÁL - HRADČANY

Také hrady byly spíš „pevné“ než krásné, uměleckého ztvárnění se dostalo většinou jen jejich panské části: paláci a kapli. (Jsou ovšem i výjimky: Hradčany, Karlštejn aj.) Celková dispozice hradu byla diktována úrovní válečné techniky a velikostí měšce majitele této pevnosti.



Obr. 21: KROUŽKOVÁ KLENBA PŘETÍŇAVÁ
† ROŽMBERK

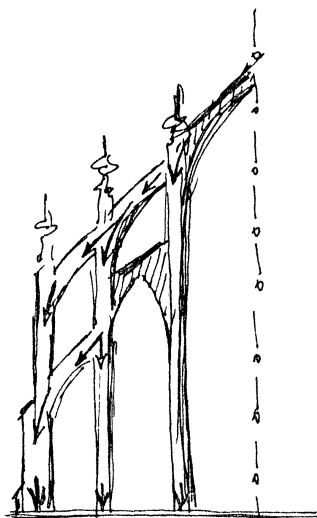


JÍZDNÍ SCHODY - HRADČANY

V 15. století však hrady ztrácejí svůj význam. V české krajině najdeme stopy gotické architektury v opevnění, půdorysech měst, dále mosty, vodní díla a dodnes funkční drobné vesnické kostelíčky, které byly sice později oděny do modernějšího (zpravidla barokního) roucha, ale v jádru zůstaly gotické.

Dalším charakteristickým rysem gotické architektury je dokonalé využívání opěrného systému, který převáděl tlaky rozpínající zdi velkých staveb vtipně do země (obr. 22). Odlehčil zdi, zbavil je nosné funkce a umožnil konstrukci obrovských oken (tentokrát již prosklených!), která dokreslují atmosféru chrámů.

Opěrný systém chrámu může být patrný z vnějšku (naše katedrály) nebo ukryt uvnitř stavby (jako u pozdně gotického kostela v Mostě, který je naší významnou stavební památkou).



OBR. 22: OPĚRNÝ SYSTÉM ZACHY-
CUSE BOČNÍ TLAKY

Sledováním vývoje opěrných systémů gotické architektury bychom se však dostali již příliš daleko od našeho tématu. Stačí, když si prohlédnete několik náčrtků, které jsou volně připojeny k tomuto článku a takto „poučenýma očima“ si pozorně prohlédnete některou významnou církevní stavbu ve svém okolí.

Závěrem pár střípků a citátů

aneb

po velmi spletitých cestách kráčí matka historie!

První dochované gotické dílo je v severní Francii (v původním královském území Île-de-France) v opatském kostele v Saint Denis. Jde o chór kostela zbudovaný při jeho přestavbě v letech 1140 – 1144.

Ve 12. století byla stavěna katedrála v Cantebury v Anglii. V roce 1209 byl položen základní kámen chrámu v Magdeburgu a gotický sloh se šířil Evropou. Svatý Vít v Praze je jedním z posledních klasických biskupských kostelů francouzského typu.

S renesancí přichází jiný duch i estetika. Středověk je hodnocen takto:

... *Po krásné antice nastal barbarský středověk ...* (hlas z Francie)

... *O době před dvěma sty lety, kdy řádila nemoc stavění věží a takové náboženské blouznění, že se zdálo, jako by lidé přicházeli na svět jen proto, aby*

stavěli kostely ... (Leone Battista Alberti (1404–1472) ve spisu „Deset knih o stavitelství“)

... Všechny tyto krásné styly byly však mrtvé, uplatňoval se jedině ten, jež přinesli Gótové ... (Giorgio Vasari (1511–1574) v knize „Životy nejvýznamnějších malířů, sochařů a architektů“)

A název „gotika“ v Itálii tomuto slohu již zůstal (i když Gótové s ním neměli nic společného) - jako pečeť barbarství. Také zde však nikdy zcela nezdomácněla.

S novoklasicismem přichází „do módy“ i gotika. Svůj podíl na tom má literatura: Goethe, Walter Scott ...

Roku 1836 byl schválen pseudogotický návrh londýnského parlamentu, roku 1755 se počíná rodit Nauenská brána v Postupimi. Během napoleonských válek vzrůstá národní uvědomění Němců, kteří kladou důraz na gotickou architekturu jako na protiklad „francouzských slohů“ - empirii a romantismu.

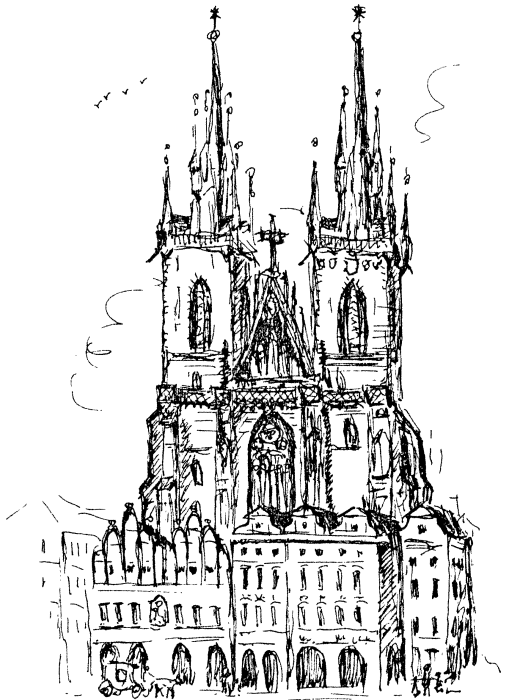
Roku 1823 začíná obnova dómu v Kolíně nad Rýnem, vysvěcen byl r. 1880. Náš sv. Vít byl dostavěn (ovšem ne zcela!) k r. 1929 - k miléniu neboli tisíciletému výročí smrti knížete Václava (podle novějších historických výzkumů však byl zavražděn spíše roku 935).

Literatura

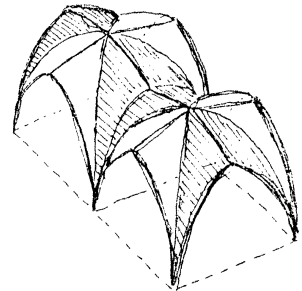
Literatury vážící se tematicky ke gotické architektuře, je velmi mnoho. Do níže uvedeného seznamu byly zařazeny publikace buď skutečně dostupné v našich knihovnách nebo sledující zejména geometrickou problematiku tohoto stavebního slohu.

- [1] E. H. Gombrich: Příběh umění, Odeon, Praha 1989
- [2] J. Herout: Staletí kolem nás, Panorama, Praha 1981
- [3] F. Kadeřávek, V. Havel, F. Harant: Plochy stavebně-inženýrské praxe, ČSAV, Praha 1958
- [4] J. Kounovský: Zborčené plochy, JČMF, Praha 1947 (edice Cesta k vědění)
- [5] J. Kuthan: Počátky a rozmach gotické architektury v Čechách, Academia, Praha 1983
- [6] J. Lassus: Raně křesťanské a byzantské umění, Artia, Praha 1971 (edice Cesta k umění)
- [7] J. Mohl: Gotické klenby, MFF UK, Praha 1988 (diplomová práce)
- [8] P. Spunar a kol.: Kultura středověku, Orbis, Praha 1972 (edice Pyramida)
- [9] J. Staňková, J. Štursa, S. Voděra: Pražská architektura, Praha 1991
- [10] J. Staňková, J. Pechar: Tisíciletý vývoj architektury, SNTL, Praha 1971 (Polytechnická knihovna)
- [11] D. Strong: Antické umění, Artia, Praha 1970 (edice Umění světa)
- [12] E. Ullmann: Svět gotické katedrály, Vyšehrad, Praha 1987

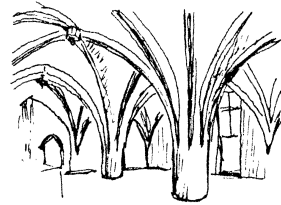
Obrázek proti titulku tohoto článku byl převzat z knihy J. H. Aclanda *Medieval Structure the Gothic Vault* (University of Toronto Press). Při tvorbě náčrtků autorka použila motivů z literatury [1] – [12] a vlastní fantazie.



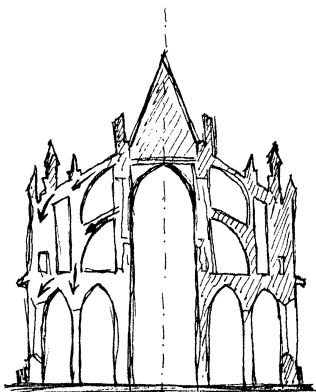
GOŤICKÉ DOMINANTY MĚSTA - TÝN - PRAHA (1850)



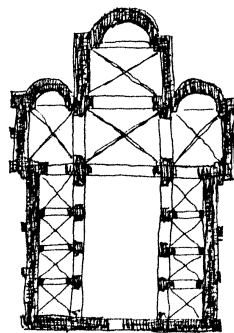
ŘANÉ GOŤICKÉ ZAKLENUTÍ DVOU SOUSEDNICH TRAVE



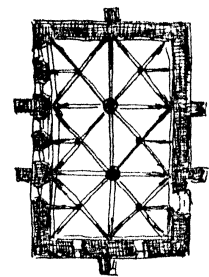
MÁZHAUS NOVOMĚSTSKÉ RADNICE V PRAZE



OPĚRNÝ SYSTÉM - REZ KATEDRÁLOU SV. VÍTA - PRAHA

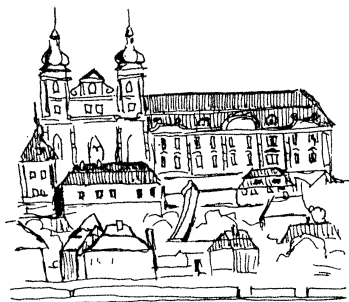
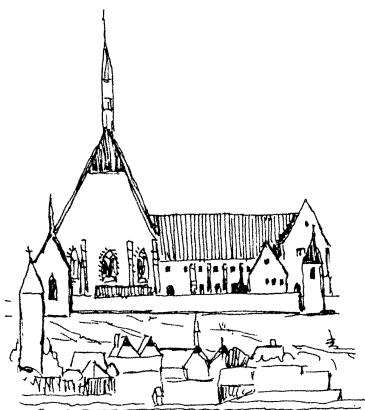


BAZILIKA SV. VAVŘINCE - VYŠEHRAD VÁZANÝ SYSTÉM



STARONOVÁ SYNAGOGA V PRAZE - PĚTIDÍLNÁ KLENBA (~1270)

Konstrukční principy



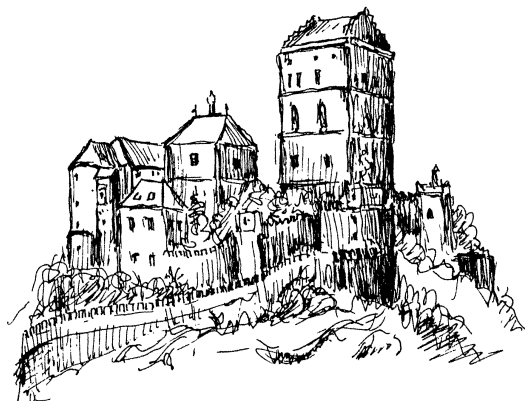
ENAVUZK GOTICKE A BAROKNI PŘESTAVBA



KOSTEL SV. JANA NEPOMUCKÉHO
NA ZELENÉ HOŘE (1719 ~1722)
TZV. „BAROKNÍ GOTIKA“; STA-
VĚL J.B. SANTINI (1667-1723).



PRAHA - PRAŠNÁ BRÁNA ~1490



KARLŠTEJN PODLE OLEJOMALBY Z ROKU 1856-
VÝŘEZ (FERDINAND LEPIE)

I stavby mění časem svou tvář ...