

Vývoj zobrazovacích metod

Počátky geometrie (měřictví) a zobrazování geometrických útvarů (obrazců) sahají do dávné minulosti. Jako věda však existuje Dg až od konce 18. století.

S geometrickými tvary v přírodě se lidé setkávali již od pradávna. Důležitými se pro ně stávaly již v dobách, kdy se snažili vyrábět předměty nezbytné k životu. Zpočátku si ale lidé neuvědomovali jednotlivé vlastnosti geometrických útvarů, s kterými se setkávali v běžném životě. Pouze různými geometrickými motivy zdobili vázy či jiné keramické nádoby. Až později začali nad těmito vlastnostmi uvažovat. A proč? Museli se vypořádat s měřením a porovnáváním vzdáleností při stavbách obydlí a chrámů, s plány domů a měst, s vytyčováním směrů, s problémy orientace či s opracováváním větších soch. Dva důležité úkoly, tedy postavit si obydlí a postavit místa pro náboženské obřady, vedly přímo k prvním vědeckým poznatkům, vedly k počátkům měřictví – geometrie.

Ze zchovalých archeologických památek usuzujeme, že již staré národy žijící před více než 4000 lety (Egypt, Babylon, Chaldejci) dovedli měřicky správně zobrazit předměty na rovné plochy. Bylo to dáno požadavky z praxe, úkoly spojené se stavebnictvím, hvězdářstvím, zeměměřičstvím. S tím bylo spojeno rýsování.

Starověký Egypt, Chaldej a Mezopotámie

Ve starověkém Egyptě vznikla tzv. **nauka o vyměřování země**. Pravidelné každoroční záplavy řeky Nilu sice zúrodnily pole, ale mazaly hranice jednotlivých pozemků. Bylo proto nutné tyto hranice vždy obnovit. Lidé, kteří tuto práci vykonávali, byli prvními geometry. Jednotlivé pozemky vyměřovali pomocí provazu a tyčí. Toto vyměřování přispělo i ke vzniku první geometrické terminologie. Např. obrazec byl nazýván „pole“, obdélník „čtyřhré pole“, kruh „oblé pole“ a trojúhelník „zašpicaté pole“.

Matematické znalosti Egyptských kněží byly sepsány asi ve 20. stol. př. n. l. na tzv. **Rhindově papyru**. Geometrický obsah tohoto díla tkví v úlohách o měření délek a o výpočtu plošného obsahu. I v pozdějších dobách se v Egyptě rozvíjelo zejména zeměměřičství.

Ke konstrukcím, které se zachovaly na papyrech nebo kamenech se docházelo experimentálně a jsou formulovány v předpisech „Učiň to a to ...“, nikde není uveden deduktivní důkaz. Některé předpisy proto nejsou ani obecně správné, ale v daných podmínkách dávaly vyhovující výsledky.

Jiného rázu bylo geometrické vědění starých Babyloňanů, kde geometrie měla svůj původ hlavně v astronomii. Údajně znali vlastnosti rovnoběžek a pravého úhlu, dovedli sestrojiti pravidelný šestiúhelník a dělit kružnici na 360 stupňů.

Materiály, na něž se rýsovalo

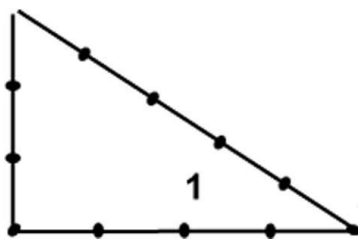
Nejprve se rylo do hliněných destiček nebo vytesávalo do vyhlazených kamenů (Mezopotámie). V Egyptě přešli ke kreslení na papyrus. Bylo pohodlnější a přesnější, psali na něj perem z rákosy nebo štětcem černým barvivem. Papyry stáčeli do trubiček a ukládali v *Domě knih*.

První nástroje

První měřický obrazec, se kterým se lidé setkávali, byla kružnice. K tomuto pojmu je vedlo slunce, měsíc, nebo kola na vodě. Naši předkové kružnici rýsovali pomocí provazu s hrotem, jež byl připevněn ke kůlu zaraženému do země. Tomuto nejstaršímu kružítku se říká *kružidlo*.

Pojem přímky je mnohem složitější. S pojmem přímky se lidé seznamovali například na prutu nebo napnutém provazu. K nejstaršímu kružítku se připojil další nástroj, *měřicí prut*.

Další rýsovací nástroj byl egyptsky provazec s uzly, šlo o jakousi aplikaci Pythagorovy věty. a sloužil k sestrojení pravého úhlu.



Obr. 1: Egyptský provazec s uzly

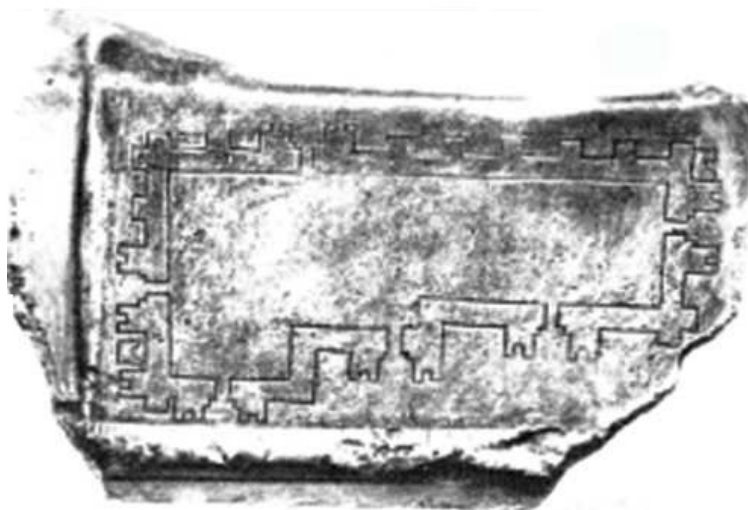
Pomocí provazce uměli staří Egypťané narýsovat v písku kružnici, provazec a měřicí prut používali k vytyčení obdélníku, který byl podkladem pro další vyměřování staveb.

Výsledky, kterých pomocí těchto primitivních nástrojů dosáhli, jsou obdivuhodné. Např. Velká pyramida v Gíze (Cheopsova, 2850 př. n. l.) má čtvercovou podstavu o straně 230 m. Při přeměřování bylo zjištěno, že chyba v délkách stran je jen 4 cm a strana je od severojižního směru odchýlena pouze o 3° .

Prvotní doklady o rýsování

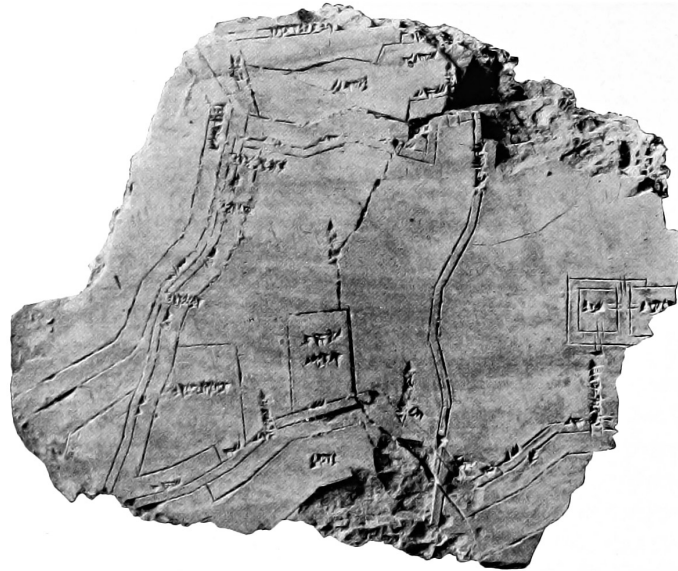
Z archeologických památek lze soudit, že ve starém Egyptě i v zemích Středního Východu byly již známy základy zobrazování prostorových objektů na rovné plochy. Dochovaly se například stavební rysy vytesané do kamene a obsaující půdorysy a nárysy některých detailů staroegyptských chrámů. K rýsování vedly požadavky z praxe spojené se stavebnictvím, hvězdářstvím a zeměměřičstvím.

Za nejstarší známý technický výkres je považován půdorys pevnosti ze starověké Mezopotámie. Pochází z doby kolem roku 2130 př. n. l., údajně je vypracován v měřítku 1:360.



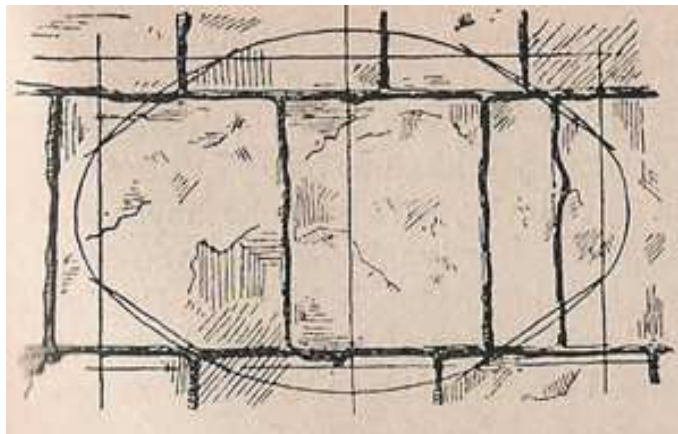
Obr. 2: Půdorys pevnosti ze starověké Mezopotámie

Jedním z nejstarších dochovaných dokladů rýsování je hliněná destička s městským plánem starého sumerského města Nippur (1500 let př. n. l.). Je zakreslen neobyčejně pečlivě.



Obr. 3: Plán města Nippur

Dalším příkladem, jak staří Egypťané uměli rýsovat, je vyrýsovaný ovál na chrámu v Luxoru. Pochází z doby Ramsese III., tj. 1200 až 1168 př. n. l. Hlavní osa oválu je dlouhá 1,5 m.

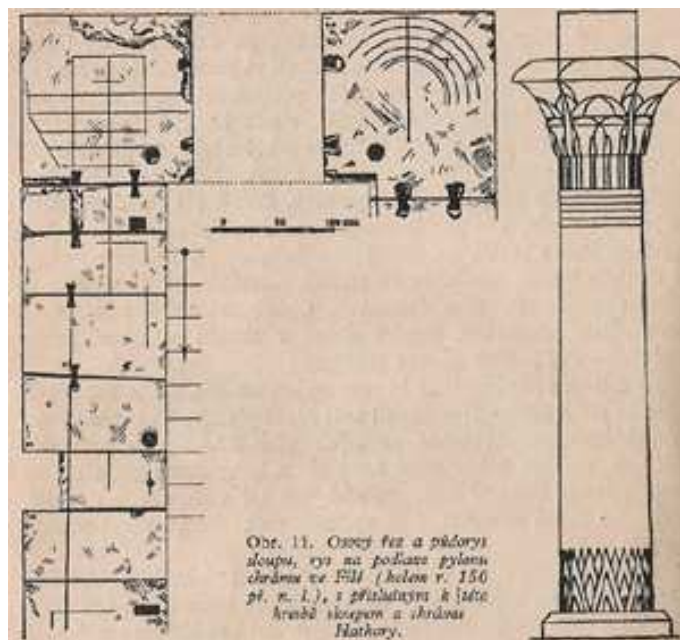


Obr. 4: Ovál v Luxoru

Rýsování půdorysů budov ve starověku

Při zakládání budov obrovských rozměrů, zejména chrámů, bylo nutné stanovit přesně pravé úhly ve značných rozměrech. V Egyptě se staveniště zpravidla vydláždilo a do této dlažby byly poté vryty vedoucí čáry půdorysu. Tato metoda připomíná kolmé promítání na jednu průmětnu. Tak se dochovaly půdorysy chrámů, jejichž zdivo bylo rozneseno a použito na další stavby. Z řady dochovaných dokladů se může posoudit, jakým způsobem byly určovány na svou dobu velmi přesné půdorysy chrámů. Určení čtyř vrcholů hlavního, řídicího obdélníku stavby, do něhož býval poté vnášen půdorys, bývalo prováděno slavnostně a trvalo i měsíce. Porušení základního obdélníka bývalo dokonce trestáno i smrtí. Je zřejmé, že kolmé promítání na jednu a to vodorovnou průmětnu bylo známo velmi brzy. Bez jeho znalosti by nebylo možné vyvinuté stavitelství jak chrámů, tak i světských a užitkových staveb. Tyto znalosti nebyly přístupné lidu, šlo o tajemství pár lidí („vláda“, kněží). Např. vytyčování půdorysu chrámu příslušelo jen faraonovi nebo jeho zástupci.

Na střeše věže chrámu ve Filé je zarýsován osový řez sloupu s návodem, jak vypracovat hlavici a dále také řada soustředných kružnic, kolmý průmět téhož sloupu na rovinu kolmou k jeho ose. Sloup, který této kresbě přísluší, byl nalezen v nedalekém chrámu bohyně Hathory. Nákres pochází asi z roku 150 př. n. l.



Obr. 5: Osový řez a půdorys sloupu, chrám ve Filé

Dochované nálezy

Naše představy o stanovení měřičského podkladu půdorysů velikých staveb ve starověku podporují nálezy například v chaldejském Uru, dále různé reliéfy „zatloukání kolíků“ nebo „napínání provazce“ na egyptských chrámech v Karnaku, Dendře a Eru. V chaldejském Uru byl roku 1925 objeven reliéf asi z roku 2300 př. n. l. Ve středním poli je zobrazen bůh Thowt, vynálezce geometrie, astronomie a čísel, jak podává faraonovi měřické pruty a přes ně svinutý provazec.



Obr. 6: Reliéf z Uru

Tento reliéf doplňuje nález bronzového kůlu, nalezeného rovněž v Uru, a to uprostřed chrámu v jeho základech. Nalezený kůl se nazývá *Kůl středu krále Gudea*, označuje střed budovy a nese zprávu, kdo chrám založil a komu byl určen.



Obr. 7: Kůl středu krále Gudea

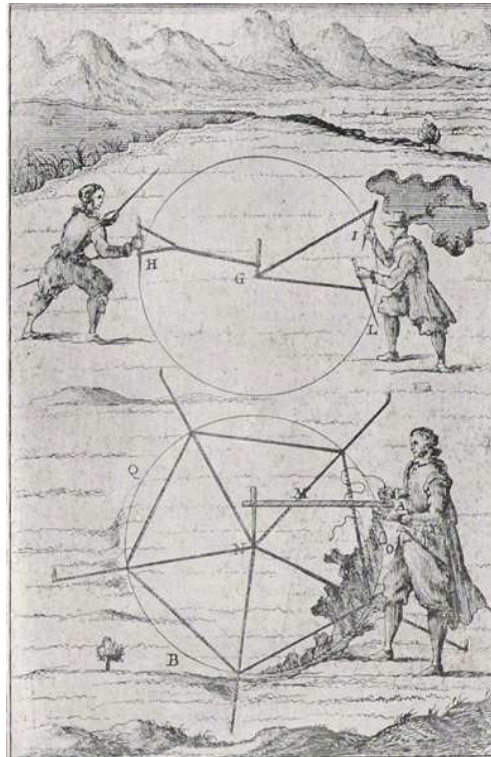
Tyto nálezy ukazují, jaký význam se přikládá obřadům „zatloukání kolíků“ a „napínání provazce“ při zakládání staveb. Bronzový kůl se soškou boha byl zaražen doprostřed staveniště. Kolem tohoto bodu byla opsána velká kružnice, na níž byl pomocí Polárky vytyčen S a J bod. Z těchto bodů opsané kruhové oblouky prořaly základní kružnici v bodech, které určily vrcholy obdélníka, jehož delší strana směřovala od západu k východu.

Na jiném reliéfu na chrámu v Dendereh, který můžeme vidět na obrázku, je zobrazen egyptský vladař držící v ruce jeden měřicí prut, druhý prut drží bohyně Sešat (paní písma, vládkyně staveb a velitelka v domě knih). Nahoře na obrázku je vyznačen i obdélník jako půdorys budovy.



Obr. 8: Obřad zatloukání kolíků, chrám v Dendře

Rýsování půdorysů staveb za pomoci středu vytyčeného kolíkem a provazce s tyčemi je doloženo i v knize Allaina Mannesona Malleta (1630 - 1706) z roku 1672. A. M. Mallet byl důležitý francouzský zeměpisec, vojenský inženýr a učitel matematiky, který v 17. století kreslil plány a mapy celého tehdejšího známého světa.



Obr. 9: Obrázek z knihy A. Malleta

Geometrie v antice

Geometrické poznatky se dostávaly z Egypta a zemí Středního Východu do Řecka. Antické Řecko bylo civilizací, která geometrii učinila vědou, dala jí název a přivedla ji k vrcholu. Řečtí matematici rozvíjeli planimetrii, stereometrii i sférickou trigonometrii.

První z velkých geometrů, **Thalés z Milétu** (624 - 548 př. n. l.) se učil u egyptských kněží a jejich znalosti přenášel a dále rozvíjel. Thalés uměl již jako žák přesně změřit výšku pyramid a mezi jeho další příspěvky světu patří například vynález dálkoměru.

Ještě větší vliv na formování geometrie měl jeho žák **Pythagoras ze Samu** (569 - 475 př. n. l.). Ten kolem roku 533 př. n. l. založil školu nebo dá se říci spolek vzdělanců, kteří se zabývali mimo jiné také matematikou. Část z toho, čím se zabývali, sdělovali veřejnosti, část byla utajena. Tento spolek fungoval dlouhou dobu i po Pythagorově smrti.

Dobu vrcholného rozkvětu řecké geometrie zahájil **Platón** (427 - 347 př. n. l.), který jako první v historii postavil ve filozofii do popředí analytickou metodu. Nad branou jeho athénské Akademie byl nápis: „Neznalý geometrie, nevstupuj sem!“

O rozvoj geometrie se nejvíce zasloužil **Eukleides z Alexandrie** (asi 325 – 265 př. n. l.). Kolem roku 300 př. n. l. shromáždil geometrické vědomosti svých předchůdců, doplnil je vlastními a napsal své dílo *Základy* (*Stoicheia*). Bohužel se Eukleidův rukopis nedochoval a opisy jeho knihy se více či méně liší. I přesto je

jeho dílo jedním z nejdůležitějších spisů, které kdy byly publikovány. Základy se skládaly z 13-ti kapitol. Popsal v nich téměř celou tehdejší matematiku tak, že na geometrickém základě podal tehdejší aritmetiku, planimetrii a věnuje se také stereometrii. *Základy* se staly důležitou učebnicí. Zobrazování těles bylo tehdy předmětem „optiky“, která byla věnována jedna kniha jeho *Základů*.

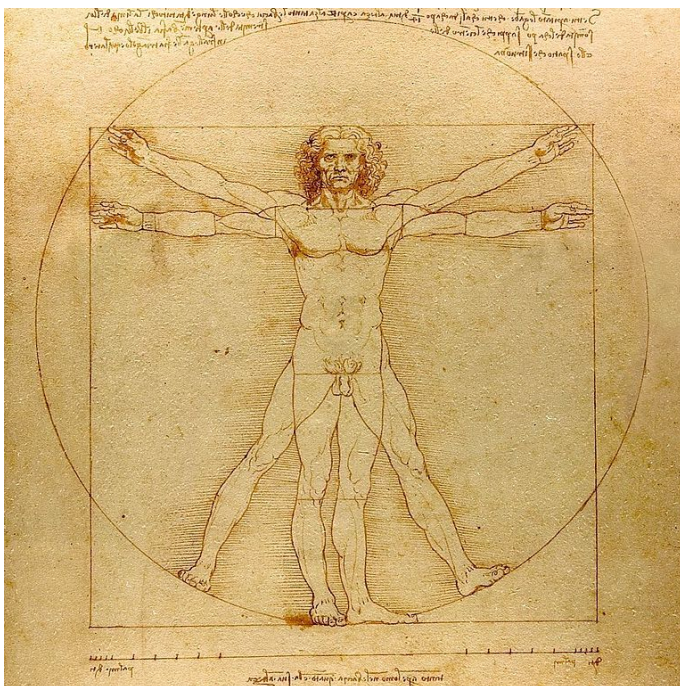
Jeho následovník **Apollonios z Pergé** (asi 262 - 190 př. n. l.) patřil mezi geniální geometry a svědčí o tom i jeho dílo *Kóniká (Kuželosečky)*, kde podal výklad kuželoseček novým způsobem. Kužel definoval jako těleso, které vznikne pohybem bodu přímky po kružnici, když je tato přímka v jiném bodě upevněna. Kuželosečky pak definoval pomocí řezů kuželu rovinou. Ale to nebylo vše. Kuželosečky chápal také jako geometrické místo bodů určitých vlastností a dospěl dokonce k asymptotám hyperboly.

Apolloniův starší současník **Archimédes ze Syrakus** (asi 287 - 212 př. n. l.), největší matematik antiky, dokázal vyšetřovat vlastnosti křivek, povrchy a objemy těles jako jsou rotační paraboloidy, elipsoidy a hyperboloidy a používal přitom principy integrálního počtu. Příkladem je jeho práce o kvadratuře paraboly (jak spočítat obsah obrazce omezeného parabolou).

Za zmínku stojí také to, že ve 2. století př. n. l. **Dioklés** (240 - 180 př. n. l.) objevil křivku kisoidu a jako první zdokonalil ohniskové vlastnosti kuželoseček. Křivku konchoidu, která znamenala velký pokrok při řešení trisekce úhlu, objevil **Nikomedes** (280 - 210 př. n. l.). Cykloidami, tedy křivkami, které vznikají kotálením kruhu, se zabýval **Perseus** (180 - 120 př. n. l.).

Již v Egyptě užívali sochaři pohledy zepředu, shora a z boku, které rýsovali na tři stěny kvádrů, a podle nich pak sochu tesali – doloženo na výkresech Sfingy. Řečtí stavitelé a sochaři, podobně jako stavitelé egyptští, používali půdorys (*ichnographis*) a nárys (*orthographis*), které ovšem sestrojovali nezávisle na sobě.

Rovněž Římané vytvářeli při plánování svých staveb pravoúhlé průměty. Dokladem je spis *De architectura* římského stavitele **Vitruvia** (80 až 70 – 25 př. n. l.). Dílo se skládá z deseti knih. V prvních osmi knihách se autor věnuje stavebnímu inženýrství a architektuře. Další kniha se věnuje přístroji na měření času a poslední stavebním a válečným strojům.



Obr. 10: Vitruviova figura



Obr. 11: De architectura

Vitruvius rozeznával tři způsoby zobrazování objektů a to půdorys, nárys a prostorový pohled (jakýsi kosoúhlý průmět, *skenografia*) těles v průčelné poloze.

Ke konstrukcím se docházelo experimentální formou, konstrukční postupy byly formulovány jako předpis: „Učiň to a to ...“. Vitruvius o konstrukcích půdorysu a nárysu říká, že vznikají „přemýšlením a vynalézáním“.

O Vitruviovi víme pouze to, co sám napsal do svých knih. Žil v prvním století př. n. l. a působil jako ne příliš úspěšný stavitel. Chtěl ale předat něco ze svých znalostí dalším generacím a tak na sklonku života sepsal své znalosti. Jeho dílo nezaniklo ani v dobách antického úpadku kultury a bylo neustále přepisováno a dochovalo se jako jediný spis svého druhu. Ovlivnilo vývoj architektury po mnoho následujících století.

Následovníci těchto vynikajících matematiků a geometrů jejich znalosti zdokonalovali a propracovávali. Je však zřejmé, že v této době dochází k úpadku matematiky a geometrie. Souvisí s pádem Říše římské roku 476 n. l., kdy dochází k velkému kulturnímu úpadku. Vývoj věd se zastavil, knihovny shořely během nájezdů dobyvatelů, upadal obchod i řemesla. Řecká kultura upadla v zapomnění. K obratu pak dochází až teprve v posledních stoletích středověku.

Středověk a stavitelství

Přibližně v 6. století našeho letopočtu přichází doba stěhování národů, antika se ničí. K překlenutí tohoto období dochází zásluhou arabské kultury. Mimo Středomoří Arabové přispěli k rozvoji geometrie zejména tím, že přejali vědomosti Řeků a překládali spisy řeckých geometrů. Arabové se při dobývání nových území snažili vstřebávat a čerpat pozitivní věci z ovládnutých zemí. Knihy nepálili, ale překládali, přepisovali a učili se z nich. Proto se jejich prostřednictvím antická vzdělanost přenesla na západ a byla horko těžko znovu objevována v období renesance. Celkový úpadek kultury v období raného středověku odsoudil k zapomenutí i uvedené znalosti.

Po roce 1000 n. l. končí románský sloh a nastupuje **gotický stavební sloh**. Stavitelské umění začaly oživovat mnišské řády zakládající stavební korporace, které stavěly kostely, kláštery, špitály a sirotčince. Posléze začíná vznikat také laická architektura.

V souvislosti s monumentálními stavbami vznikají sdružení kameníků - **stavební hutě**, sloužící k výchově a ochraně řemeslníků. Hutě se dají považovat za jakési první technické školy. Kromě kamenické práce zde také byla pěstována znalost rýsování a geometrie, ovšem ve velmi omezeném rozsahu.

Každá huť měla svůj znak, tzv. *kořen*, jehož základem byl nějaký geometrický obrazec. Z tohoto kořene rozvinutím a rozšířením pomocných čar vznikla síť, z níž vynecháním některých čar a zdůrazněním jiných vznikaly „kamenické značky“ členů hutě.



111. Kamenické značky Wohlmutovy kruchty

Obr. 12: Kamenické značky

Znalosti v hutích byly tajné, každý člen se musel zavázat, že nic nevyzradí. Nedodržení slibu se trestalo vyloučením z hutě a těžkými tresty.

Zachované rysy z doby gotické svědčí o tom, že stavitelé pravděpodobně neznali pojem měřítko výkresu a že jim šlo především o dodržování geometrického postupu při překreslování na kámen.

Rýsování samo procházelo dlouhým vývojem. Od rysů v kameni přes rysy na papyru se došlo k rysům na jemnějším materiálu, na hladkém pergamenu a nakonec na dobrém papíře. Rýsování na pergamenech bylo velmi pracné. Rýsovalo se kovovými kružidly, která byla místo tužky opatřena buď velmi ostrým hrotem nebo ostrou kruhovou břitvou a vzniklé rýhy kresličů ručně obtahovali pomocí jemného brkového pera inkoustem nebo tuší. S vynálezem papíru a s přesnějšími výsovacími potřebami se pak kresličům výrazně usnadnila práce a rysy byly kvalitnější.

V Praze byly už v době románské znamenité stavby jako Pražský hrad, Juditin most, kostely a kláštery. Největší rozvoj ale nastal za Karla IV. Ten roku 1344 pozval z Francie do Prahy **Matyáše z Arrasu**. Matyáš

vypracoval plán chrámu Sv. Víta. Roku 1344 založil **Pražskou huť**. Po jeho smrti roku 1352 stál v jejím čele **Petr Parléř**. Jeho pečlivé rysy jsou uloženy ve Vídni. Většina stavitelů prošla pražskou hutí, jen málokdy se objevil významný stavitel, který by nebyl jejím členem, např. **Matěj Rejsek**, stavitel některých částí Pražského hradu.

Perspektiva v malířství

S problémem zobrazování se vedle stavitelů setkávali také malíři. První pokusy o perspektivní zobrazení byly už v antice, pravděpodobně souvisely s rozvojem řeckého divadla. Na starověkých řeckých a římských malbách je zřejmá snaha, aby se obrazy rovnoběžných přímek sbíhaly.

Snaha o perspektivní zobrazení objektů byla také obsažena ve Vitruviově spisu o architektuře.

Správný fyzikální výklad perspektivy podal kolem roku 1000 n. l. arabský matematik **Alhazen** (965 - 1039), celým jménem **Abu Ali al-Hasan ibn al-Haytham**. Na rozdíl od starořecké představy, že světlo vychází z očí a dopadá na předmět, tvrdil správně, že světlo dopadá na předmět a odráží se do oka. Jakmile se předmět vzdaluje, úhel paprsků se zmenšuje.

Rané pokusy malířů nebyly úplně perspektivně správné. Malíři například využívali více hlavních bodů či úběžníky pouze tušili. Příkladem může být obraz manželů Arnolfiniových z roku 1434 na obrázku nizozemského malíře **Jana van Eycka** (1390 - 1441). Malíř sice dodržuje pravidlo sbíhání hloubkových přímek, ale do různých úběžníků.



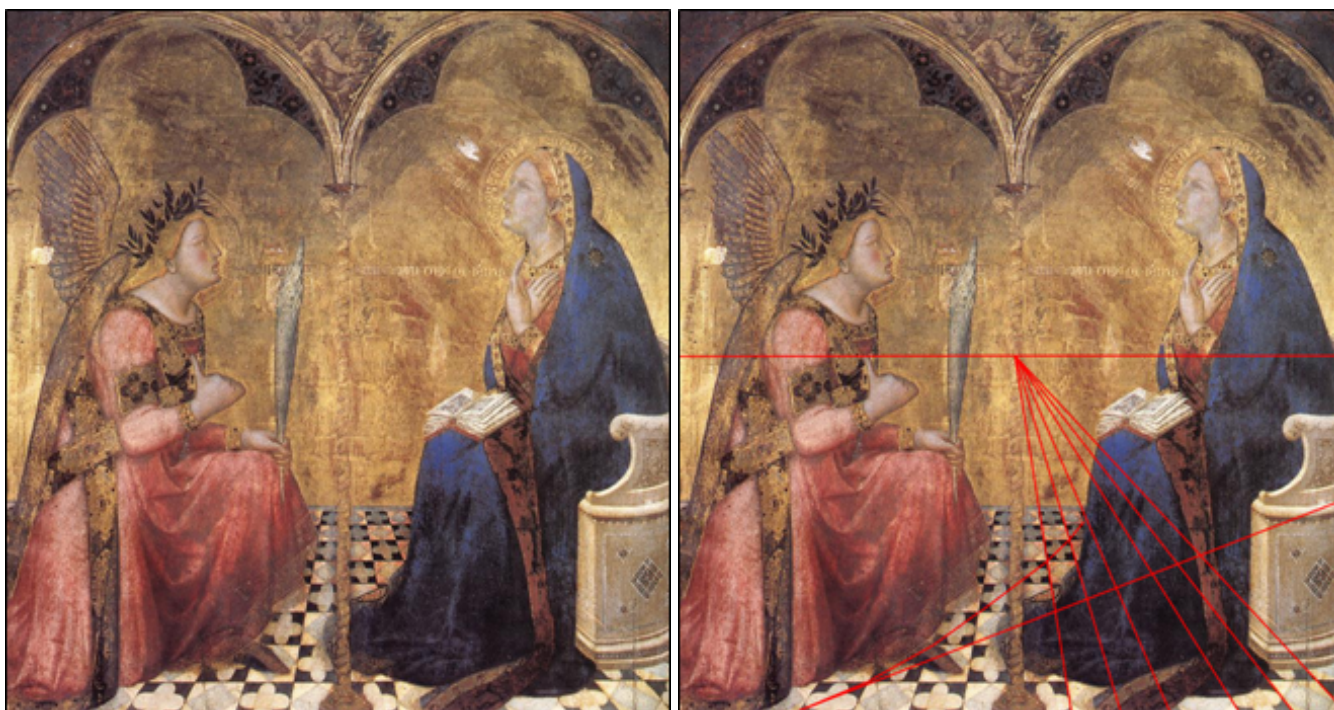
Obr. 13: Obraz manželů Arnolfiniových

Mnohem dále než nizozemští mistři byli ve znalostech perspektivy italští renesanční malíři. **Giotto di Bondone** (? 1267 – 1337) byl italský malíř a architekt, který je pokládán za předchůdce renesančního umění.



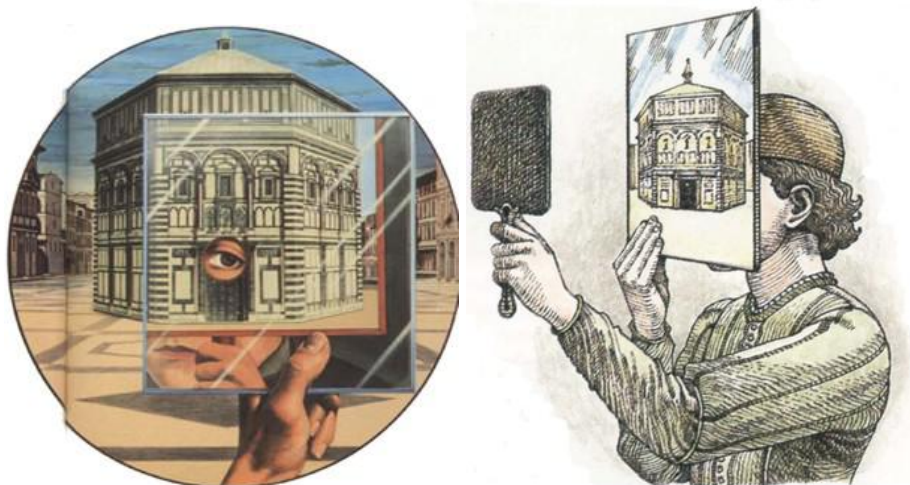
Obr. 14: Freska G. di Bondoneho

Ambrogio Lorenzetti (1285 – 1348) byl italský pozdně gotický malíř, mladší bratr Pietra Lorenzettiho. Jeho obraz *Zvěstování*, 1344.



Obr. 15: Lorenzetti: Zvěstování

Pro italskou renesanci objevil znovu principy lineární perspektivy architekt **Filippo Brunelleschi** (1377 – 1446). Brunelleschi za použití zrcadel znovuobjevil principy perspektivy a kolem roku 1425 perspektivně zobrazil florentský chrám sv. Jana, známý jako florentské baptisterium.

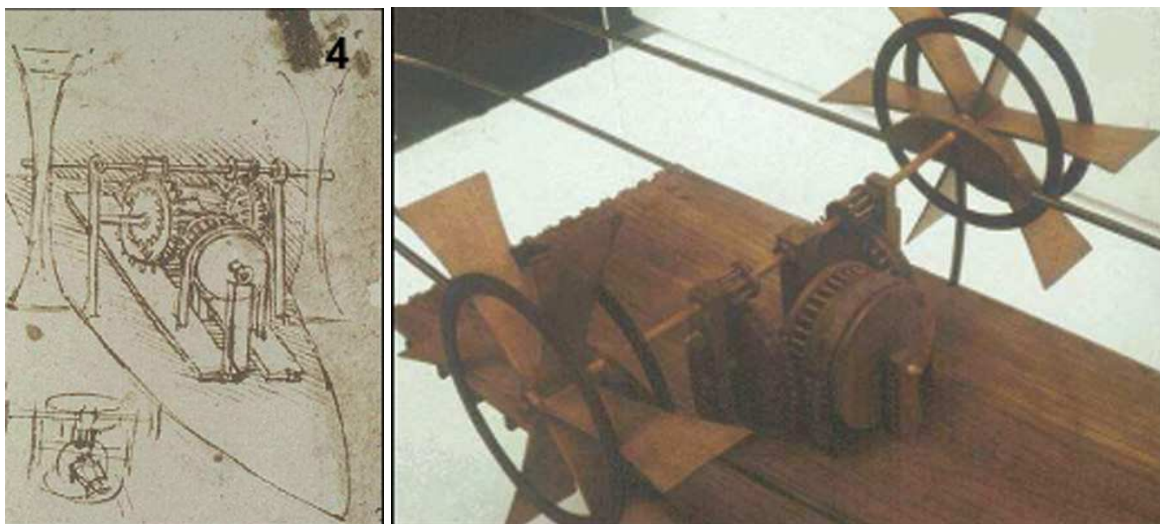


Obr. 16: Brunelleschi a jeho použití zrcadel

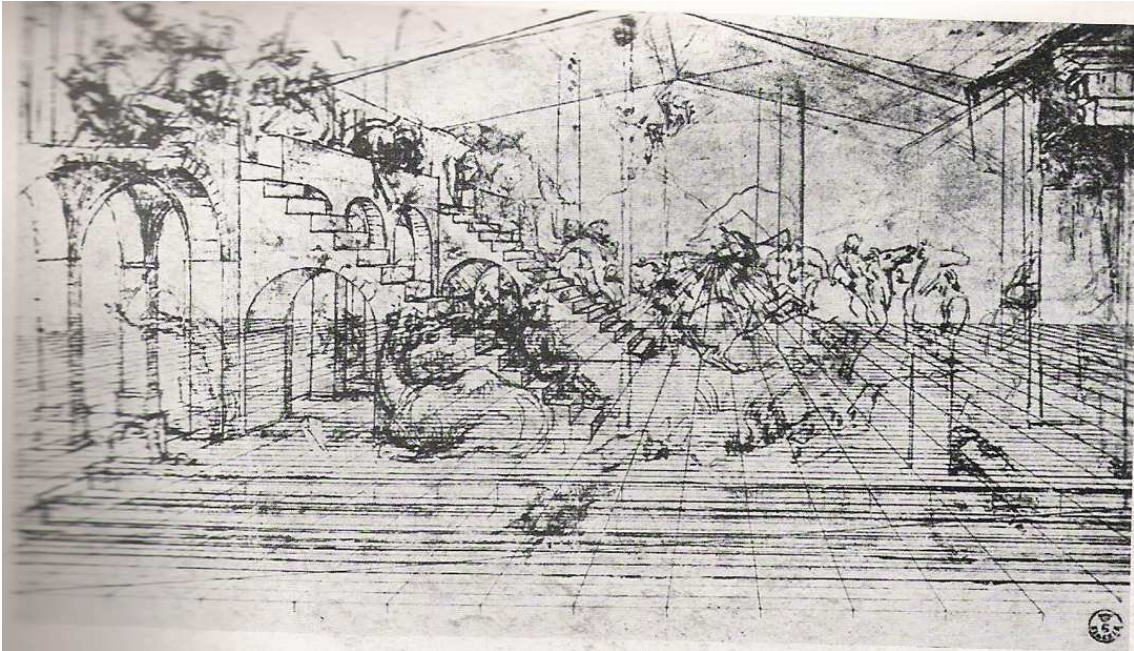
Perspektivní zobrazování se dostává do popředí až v rozkvětu italského malířství v 15. a 16. století zásluhou **Leona Batisty Albertiho** (1402 – 1472), **Della Francesca** (1423 – 1492) a **Leonarda da Vinci** (1452 – 1519). Pravidla perspektivního zobrazování byla střeženým tajemstvím sdružení stavitelů a malířů. Umělci věděli, jak se s obrazy pracuje, nevěděli však proč. Byl hledán prostředek, jak kresbu získat přesněji než nazíráním.

Vrchol technického zobrazování této doby představují studie **Leonarda da Vinci** (1452 - 1519). Poprvé mají technický charakter, jsou použitelné jako výrobní výkres, poprvé vyjadřují inženýrský přístup k řešení problémů a také dokládají virtuózní ovládnutí perspektivy.

Při hledání způsobu, jak získat obraz přesněji, stavěl Leonardo da Vinci (1452 – 1519) mezi oko a zobrazovaný předmět skleněnou desku a sledoval průsečíky zorných paprsků s touto deskou. Tím vznikl název *perspektiva* (*perspicere* = dívat se skrz něco) místo do té doby užívaného slova *optica*.



Obr. 17: Da Vinciho návrh a rekonstrukce lodě



Obr. 18: Studie k obrazu Klanění tří králů



Obr. 19: L. da Vinci: Klanění tří králů

Klasické využití lineární perspektivy můžeme vidět i na obrazech **Raffaelových** (1483 –1520). Výborným příkladem je jeho obraz Athénská škola (1509 - 1511). Na tomto obraze můžeme najít mimo jiných také slavné antické matematiky a geometry jako jsou Aritoteles (vpravo dole), Eukleidés (maluje) nebo Platón.



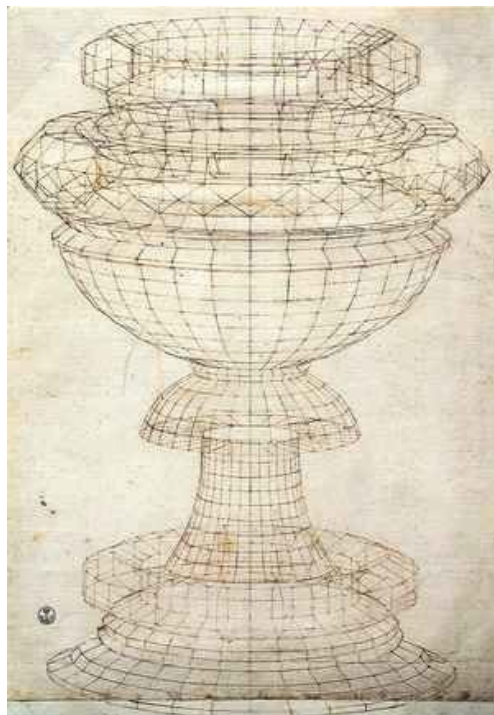
Obr. 20: Raffael Santi: Athénská škola

Michelangelo Buonarroti (1475 - 1564) patřil rovněž k italským mistrům, kteří dokonale ovládli všechna pravidla perspektivy. Přesvědčit se o tom můžeme například pohledem na jeho mistrné dílo - strop Sixtinské kaple, který vyzdobil na přání tehdejšího papeže Julia II.



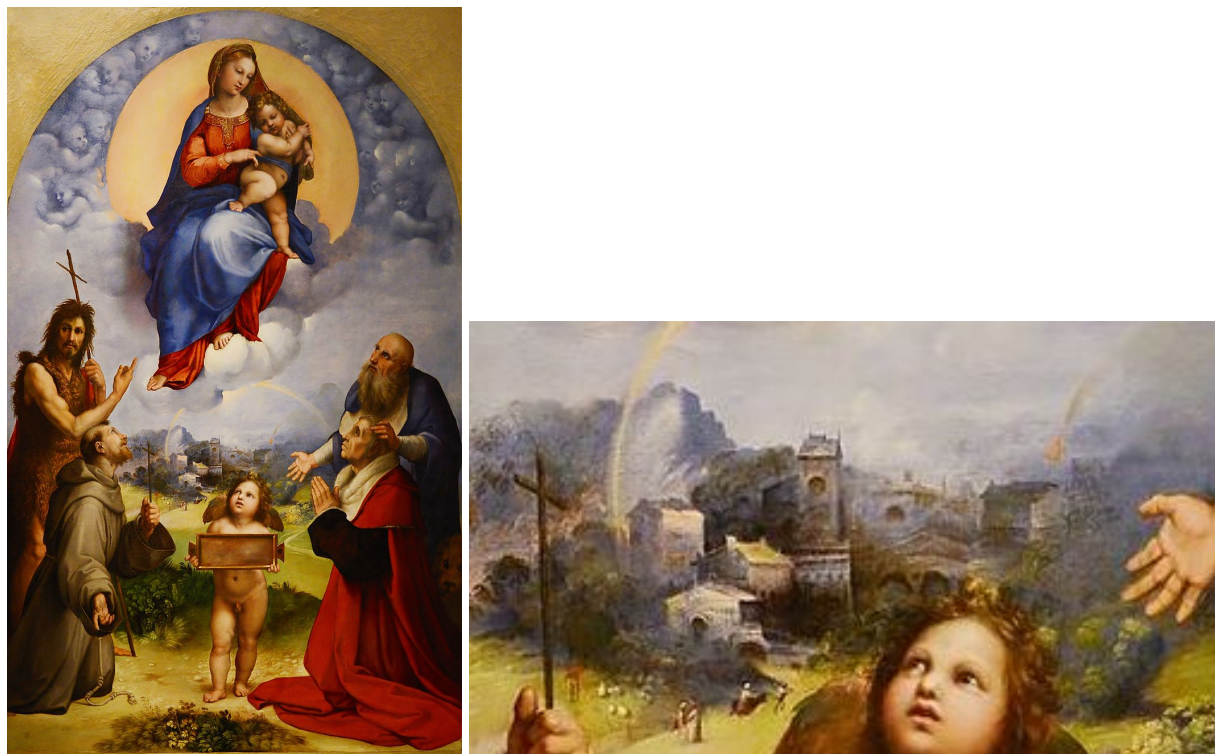
Obr. 21: Buonarroti: strop Sixtinské kaple

Dalším průkopníkem v užívání perspektivy v malířství se stal **Paolo di Donno** (1397 - 1475), znám také jako **Uccello** (Ptáček). Proslulým výrokem „Nevíš, jak je ta perspektiva krásná“. odpověděl na výčitky své ženy, když neustále jen rýsoval a nevycházel z domu. Na jeho dochovaném rysu kalichovité nádoby je zobrazeno 60 pravidelných dvaatřicetiúhelníků.



Obr. 22: Uccellův rys

Perspektiva byla důležitá, ale málokdy se k ní přihlíželo při zobrazování měst. Výjimkou byl například italský malíř a architekt **Raffael Santi** (1483 – 1520) a jeho obraz *Madonna di Foligno*.

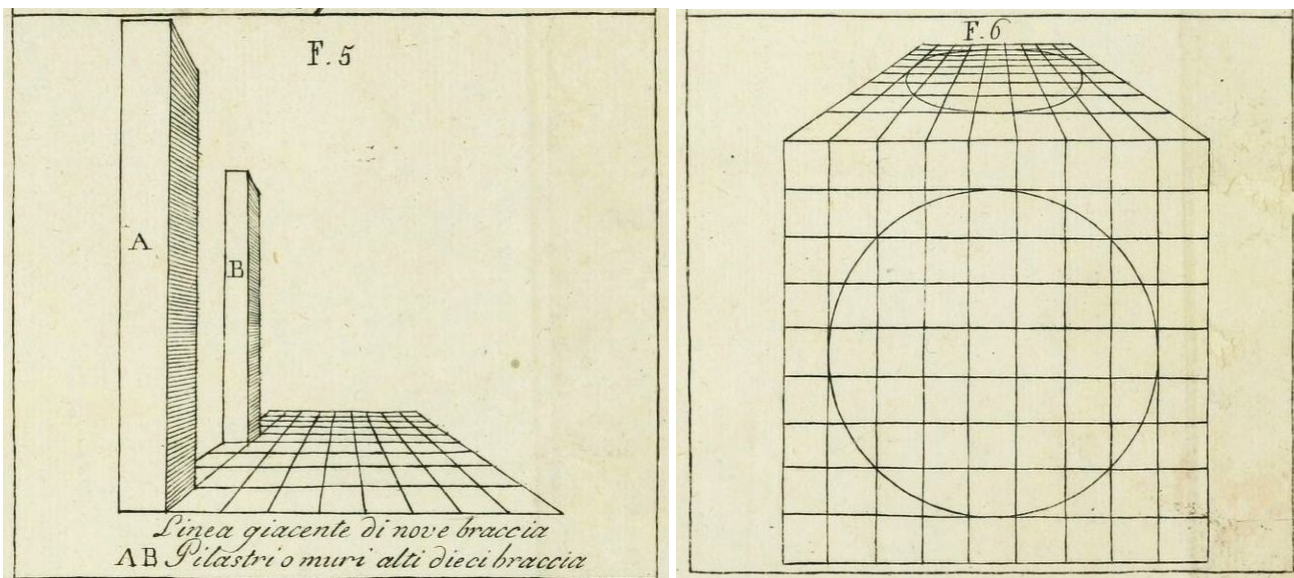


Obr. 23: Raffael Santi: *Madonna di Foligno* a výřez z obrazu

První knihy o perspektivním promítání

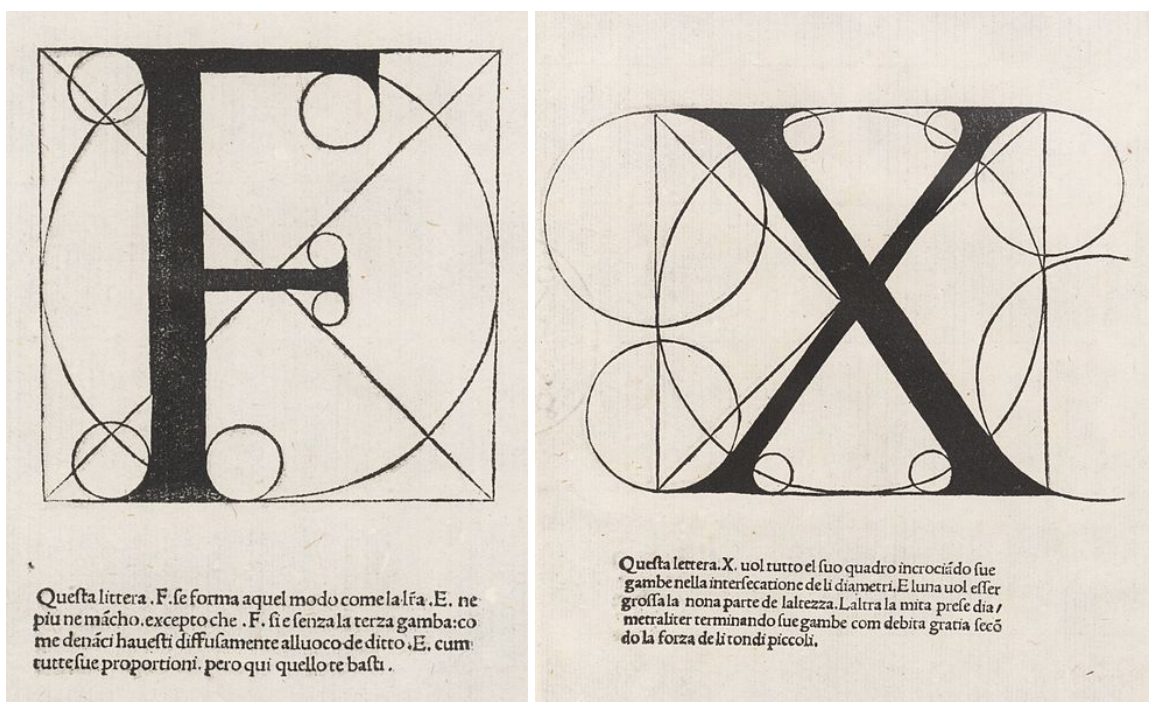
Je potřeba si uvědomit, že perspektiva byla tou dobou pečlivě strážným tajemstvím sdružení stavitelů a malířů. Umělci pouze znali, jak mají pracovat a nevěděli, proč to či ono dělají. Bez jakéhokoli odůvodnění jim byl dán jen souhrn předpisů na obrazy stejně jako na barvy. Nejstarší písemná zmínka o perspektivě je v již zmíněném Vitruviově díle.

O perspektivě se zachovala celá řada pojednání. Významnou osobností byl italský matematik **Leone Battista Alberti** (1404 – 1472), který napsal první pojednání o lineární perspektivě *Della pittura libri tre*.



Obr. 24: Z díla L. B. Albertiho o perspektivě

Italský malíř **Piero della Francesca** (1416 – 1492) se ve svých knihách zabýval i teoretickými otázkami malířské perspektivy a inspiroval italského matematika **Lucu Pacioliho** (1445 - 1514) k napsání knihy *Božská proporce* (1509). Zde rozebírá základy architektury a perspektivního zobrazování v malířství.



Obr. 25: Z knihy Božská proporce

Koncem 16. století se postoj malířů a matematiků liší. Zatímco malíři perspektivu odvrhují, geometři se snaží výklad lineární perspektivy dovést. Proto se později objevují první obsáhlé učebnice o perspektivním zobrazování, ze kterých čerpal například norimberský malíř a grafik **Albrecht Dürer** (1471 – 1528). Ten se zaměřil na hlubší studium lineární perspektivy a dokonce vydal své dílo, ve kterém jsou vyloženy základy průsečné metody lineární perspektivy. Dürer nahradil skleněnou desku, kterou používal Leonardo da Vinci, rámečkem se čtvercovou sítí. Zhotovování perspektivních obrazů tímto způsobem bylo zdlouhavé a pracné.



Obr. 26: Albrecht Dürer nahradil skleněnou desku rámečkem se čtvercovou sítí

Významným mezníkem ve vývoje lineární perspektivy bylo objevení obecného úběžníku, který jako první popsal a ve svých konstrukcích použil **Guido del Monte** (1545 – 1607). Podal vlastně důkaz o tom, že v perspektivě se rovnoběžky sbíhají v jednom bodě.

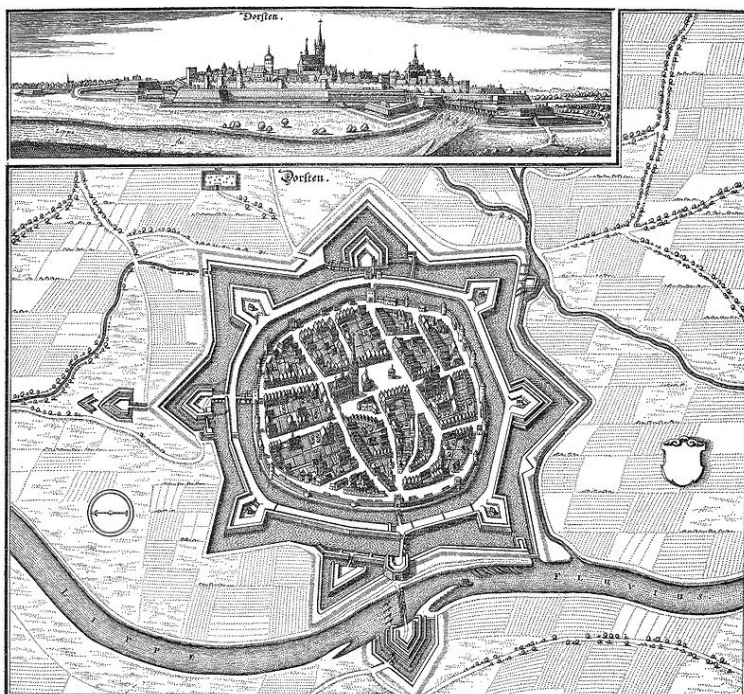
Dalším průkopníkem byl francouzský matematik, inženýr a architekt, jeden ze zakladatelů projektivní a deskriptivní geometrie **Girard Desargues** (1591 – 1661). Ten mimo jiné určil body v prostoru souřadnicemi a jejich perspektivní obrazy za pomoci obrazů měřítek v souřadnicových osách. Avšak jeho myšlenky a úvahy byly nesrozumitelně vyloženy a proto narazily na prudké odmítnutí.

Roku 1715 vydal anglický matematik **Brook Taylor** (1685 – 1731) knihu *Linear perspective* o lineární perspektivě. Ta obsahuje v podstatě vše, co dnes tvoří podklad středového promítání v deskriptivní geometrii.

Rovnoběžné promítání

Vedle pravoúhlého a perspektivního promítání se ve středověku objevilo i rovnoběžné promítání, tzv. *rovnoběžná perspektiva*. Při zobrazování měst se nepřihlíželo k perspektivě, byla nutná vazba na měřičský podklad (půdorys) zobrazovaného města.

Na rytinách jsou zobrazeny veduty – věcný, topograficky přesný malířský nebo grafický záznam například výseku krajiny s bočním pohledem na město, obvykle v širším zorném úhlu. Veduty byly rozšířené od 17. století do 19. století, byly používány např. na starých mapách.



Obr. 27: Stará mapa s vedutou v horní části



Obr. 28: Veduta Brna od F. Richtera z poloviny 19. století

Při zobrazování vojenských pevností bylo užíváno vojenské perspektivy, kde půdorys byl ve „skutečné velikosti“, nebo kavalírní perspektiva, v níž se zobrazovaly *cavalieri* – části opevnění. Byly oblíbené, protože poskytovaly názorné obrázky a všechny části opevnění byly zobrazeny ve stejném měřítku, což při lineární perspektivě nešlo.

Úlohy v deskriptivní geometrii

Poznatky se studovaly a předávaly odděleně, vycházelo se z požadavků praxe a jednotlivých oborů: perspektiva – malířství, divadelnictví, sochařství; kartografie – astronomie, zeměměřičství; stereotomie.

Stereotomie je nauka, v níž se na základě deskriptivní geometrie řeší úlohy stavebních konstrukcí. Studuje možnosti rozdělení stavební konstrukce – rozdělené části musí vyhovovat prakticky i vyhovovat z hlediska statiky, mechaniky, pevnosti apod. Zahrnuje nauku o zpracování kovu, dřeva (dřevořez) a kamene (kamenorez). Vědecký základ dali francouzští inženýři (Frézier).

Kartografie má svoje počátky ve starověku: Hipparchos Nicejský – stereografická projekce, Ptolemaios – kuželové zobrazení. Další rozvoj kartografických zobrazení: Bonne, Lambert, Mercator. K rozvoji kartografie přispěla i gnómonika, nauka o sestrojování slunečních hodin.

S deskriptivní geometrií souvisí i fotogrammetrie, jejíž áklady položil 1860 Francouz Laussedat. Jde o rekonstrukci objektů na základě pořizených snímků – velký rozvoj v současnosti – letecká fotogrammetrie apod.

Všechny výše uvedené poznatky postupně vytvořily základnu, na níž později (Monge) vznikl nový obor – deskriptivní geometrie

Deskriptivní geometrie měla vliv na další vývoj projektivní geometrie a kinematické geometrie a jejich výsledky působily na deskriptivní geometrii zpětně.

Konec středověku

Šlo o dobu zakládání měst, rozvoje obchodu a řemesel, zámořských cest. Konec středověku znamenal počátek rozvoje techniky, zejména vojenské. Zbraně byly stále dokonalejší a v důsledku toho bylo zapotřebí změnit i opevňovací techniku. Stavěla se mohutná opevnění, jejichž stavitelé se nazývali *inženýři* (ingenium – vyšší schopnost, nadání). Jedním z nich byl Leonardo da Vinci. K velké dokonalosti přivedl toto stavitelské umění francouzský maršál Ludvíka XIV. (král Slunce) **Sébastien de Vauban** (1633 – 1707).

Od 18. století se rozvíjejí technické i teoretické znalosti, jsou sestrojovány podrobnější a přesnější plány. Kromě půdorysů a nárýsů se užívají: rovinné řezy, příčné profily, sklápění, rozvinutí ploch do roviny. Stále však bez zdůvodnění a širších souvislostí.

Francie se za doby vlády Ludvíka XIV. stala zemí, v níž se geometrie studovala nejvíce. Spisy té doby pojednávající o geometrických poznacích byly pouhým popisem, sdělováním zkušeností. První, kdo se pokusil v množství různých pojednání najít nějaké analogie a uvést je na společný základ, byl **Girard Desargues** (1591 – 1661). V této snaze – budování obecného geometrického základu – pokračoval vyšší inženýrský důstojník **Amédée-Francois Frézier** (1682 – 1773). Ten ve svém díle z roku 1737 pojednává o konstruktivní geometrii v prostoru, užívá přitom půdorys a nárýs a snaží se všechny prováděné konstrukce řádně zdůvodnit.

Práci Fréziera dokončil **Gaspard Monge** (1746 – 1818). Svou dráhu začal jako učitel na vojenské akademii v Mézieres, později působil jako ředitel Ecole Polytechnique v Paříži. Nové metody zobrazení objevil již v mladém věku, ale jako profesor vojenské školy je nesměl publikovat. Teprve v roce 1795 mohl vydat své přednášky *Lecons de géometrie* a až v roce 1798 své stěžejní dílo *Géometrie descriptive*. V něm Monge systematicky uspořádal vlastní i dřívější poznatky a z dosavadních zobrazovacích způsobů vytvořil

nové odvětví geometrie, které nazval deskriptivní geometrií. Pravoúhlému promítání na dvě k sobě kolmé průmětny dal Monge novou myšlenku – průmětny *sdrúžil*, tj. sklopil jednu z nich do druhé, čímž dosáhl značného zjednodušení známých konstrukcí. Zobrazovací metody propracoval s takovou přesností, že je lze užít jak k určení vzájemné polohy zobrazovaných objektů, tak i k přesnému stanovení jejich rozměrů. Mongeova deskriptivní geometrie se stala jedním z hlavních předmětů na vysokých školách technických směrů – sám Monge ji nazval *řečí inženýrů*.



Obr. 29: Gaspard Monge

O rozšíření deskriptivní geometrie se zasloužili Mongeovi asistenti **Sylvestre Francois Lacroix** (1765 – 1843) a **Jean Pierre Hachette** (1767 – 1834) a jeho žáci **Charles Dupin** (1784 – 1873) a **Jean-Victor Poncelet** (1788 – 1867). Ponceletovo dílo se stalo základem nového odvětví geometrie – projektivní geometrie. Deskriptivní geometrie se rychle rozšířila i za hranice Francie. V Německu se deskriptivní geometrii věnoval zejména **Wilhelm Fiedler** (1832 – 1912).

Deskriptivní geometrie se rychle rozšiřovala po Evropě jako základní část matematiky, důležitá ve vzdělávání techniků, ale také jako disciplína vědní. Zde však, provedeme-li jisté zjednodušení, její rozvoj pozvolna končí. Je postavena na syntetických metodách, které využívají projektivní geometrii a je omezena i grafickými metodami, které jsou ve svém použití limitované technickými prostředky. Pokud však nahlédneme do starších učebnic, např. z počátku tohoto století, musíme obdivovat graficky dokonalá díla, jaké představovaly obrázky a rysy tehdejších autorů.

Deskriptivní geometrie v českých zemích

Významný podíl na rozvoji deskriptivní geometrie měla i **česká geometrická škola**.

U Vaubana se učil vojenskému inženýrství i český inženýr **Christian Willenberg** (1676 – 1731) z Lehnice ve Slezsku. Roku 1705 požádal císaře Leopolda I., o povolení, aby mohl v Praze vyučovat vojenskému inženýrství. Teprve císařův syn Josef I., který ho na trůnu vystřídal, v roce 1707 reskriptem nařídil českým stavům zajistit v Praze inženýrskou výuku. Z různých důvodů však byla škola otevřena až v lednu 1718, Willenberg profesorem.

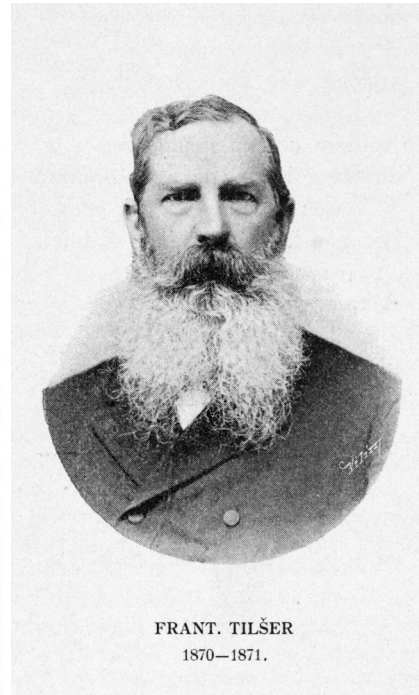


Obr. 30: Reskript Josefa I.

Zpočátku učil Willenberg ve svém bytě v dnešní Mostecké ulici na Malé Straně pouhých dvanáct studentů – šest svobodných pánů, čtyři rytíře a dva měšťany, každoročně jmenované na návrh zemských stavů – postupně však studentů přibývalo (v roce 1779 jich bylo kolem 200) a výuka se přestěhovala do vhodnějších prostor na Staré Město. Zpočátku byla výuka zaměřena zejména na vojenství (kromě opevňování se vyučovalo zeměměřičtví, kartografie, odvodňování či mechanismy zvedání těžkých břemen), což bylo i jednou z hlavních císařových motivací pro zavedení výuky. Výuka v prvním roce trvala jednu hodinu denně, ve druhém roce již dvě.

V roce 1798 vytvořil František Josef Gerstner koncept přetvoření inženýrské stavovské školy na polytechniku, ve kterém se inspiroval nedlouho předtím vzniklou pařížskou École polytechnique. Tento návrh v roce 1803 císař František I. schválil, a tak 10. listopadu 1806 nový Královský český polytechnický ústav v Praze zahájil činnost, čímž vznikla první instituce svého druhu ve střední Evropě (jelikož inženýrská akademie ve Vídni již předtím zanikla). Stále však oficiálně patřila pod pražskou univerzitu, osamostatnila se až 8. září 1815.

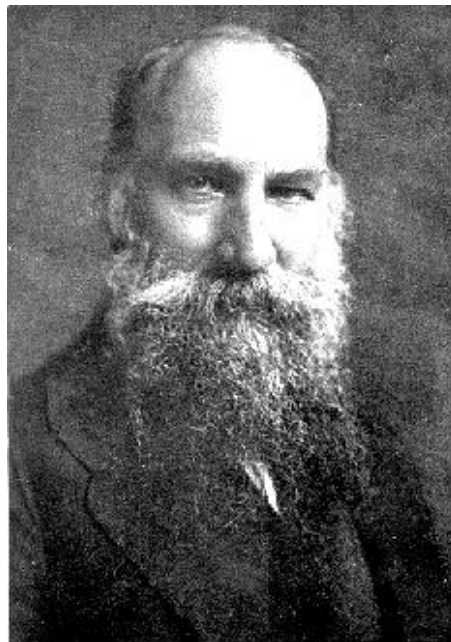
Prvním řádným profesorem deskriptivní geometrie v Královském českém polytechnickém ústavu se stal v roce 1852 **Rudolf Skuherský** (1828 – 1863). Jeho zásluhou byly od roku 1861 konány přednášky v jazyce českém.



Nástupcem Skuherského se v roce 1864 stal **František Tilšer** (1825 – 1913), uznávaný geometr a vynikající učitel. Svými pracemi, psanými nejdříve v němštině a posléze i v češtině, podnítl v českých zemích nebývalý zájem o studium deskriptivní geometrie, byl proto nazýván „českým Mongem.“ Tilšer videl v deskriptivní geometrii vědu, která se může stát dorozumivacím jazykem techniků a která tak může přispět k dorozumění mezi národy.

VUT v Brně založeno r. 1900.

Prvním profesorem deskriptivní geometrie na České vysoké škole v Brně byl **Jan Sobotka** (1862 – 1931), který posléze působil na karlově univerzitě v Praze. Hlavním oborem jeho vědeckého zájmu byla deskriptivní geometrie, pracoval však i v dalších oblastech geometrie – diferenciální, projektivní, kinematické.



Jan Sobotka

Reference

- [1] Schlesingerová, E., *Historický vývoj zobrazovacích metod*, MU Brno 2007.
- [2] Bečvář J., Bečvářová M., Vymazalová H., *Matematika ve starověku: Egypt a Mezopotámie*, edice Dějiny matematiky, sv. 23, Prometheus 2003.
- [3] Kadeřávek F., *Úvod do dějin rýsování a zobrazovacích nauk*, Praha NČSAV 1954.
- [4] Černý J., Kočandrlová M., *Konstruktivní geometrie*, skriptum ČVUT, Praha 1998.
- [5] Urban A., *Deskriptivní geometrie I.*, SNTL, Praha 1965.
- [6] Pomykalová E., *Deskriptivní geometrie*, Prometheus 2010.
- [7] Wikipedie – obrázky.