7. KONSTRUKČNÍ ÚLOHY

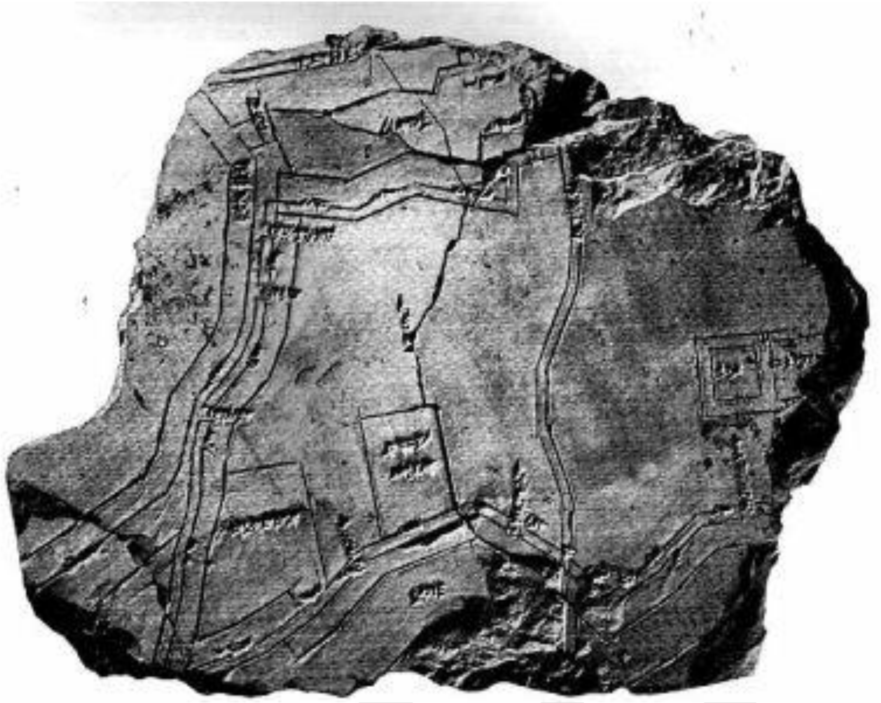
7.1 Několik poznámek z historie rýsování

Rýsování je od pradávna spojeno se zobrazováním prostorových útvarů. Uplatňovalo se především ve stavitelství, malířství a sochařství. Pravděpodobně nejstarším dokladem rýsování, pocházejícím cca z let 2500 až 2200 př. n. l, je vysloveně **geometrický plán** novosumerského chrámu vyrytý do dioritové desky, kterou na kolenou drží sedící postava knížete Gudey**.** Socha byla vykopána zač. 80. let u někdejšího města *Lagaše* v jihovýchodní *Mezopotámii* a dnes je ve sbírkách pařížského *Louvru*.

Plán novosumerského chrámu na sošce knížete Gudey

Mezi další známé nálezy patří **plán města Nippur**, tehdy hlavního města *Sumeru*, ležícího jižně od *Babylonu*, který je nakreslen na hliněné tabulce. Znázorňuje přesné půdorysy staveb, hradební zdi, brány, sklady, chrám. Obsahuje i legendu. Pochází asi z 15. století př. n. l.

Ruiny chrámu v Nippuru

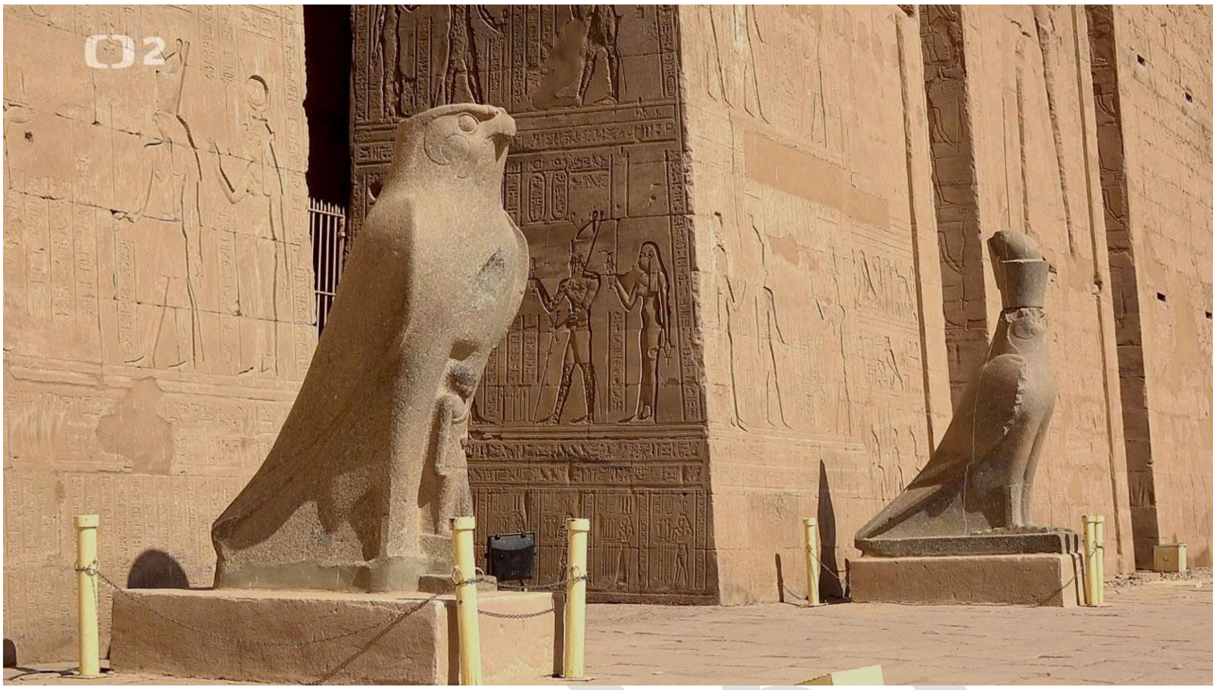


Plán města Nippur

Ze stejného období pochází i **plán polí Nippuru**, znázorňující nemovitosti politické a náboženské elity, umístěné podél toku řeky. Zavlažovací kanály oddělují různé typy sídel. Tato mapa odráží centrální správu pozemků, zavlažovacího systému a úřední moci v mezopotámském mapování. Zahrnuje také doprovodný text.

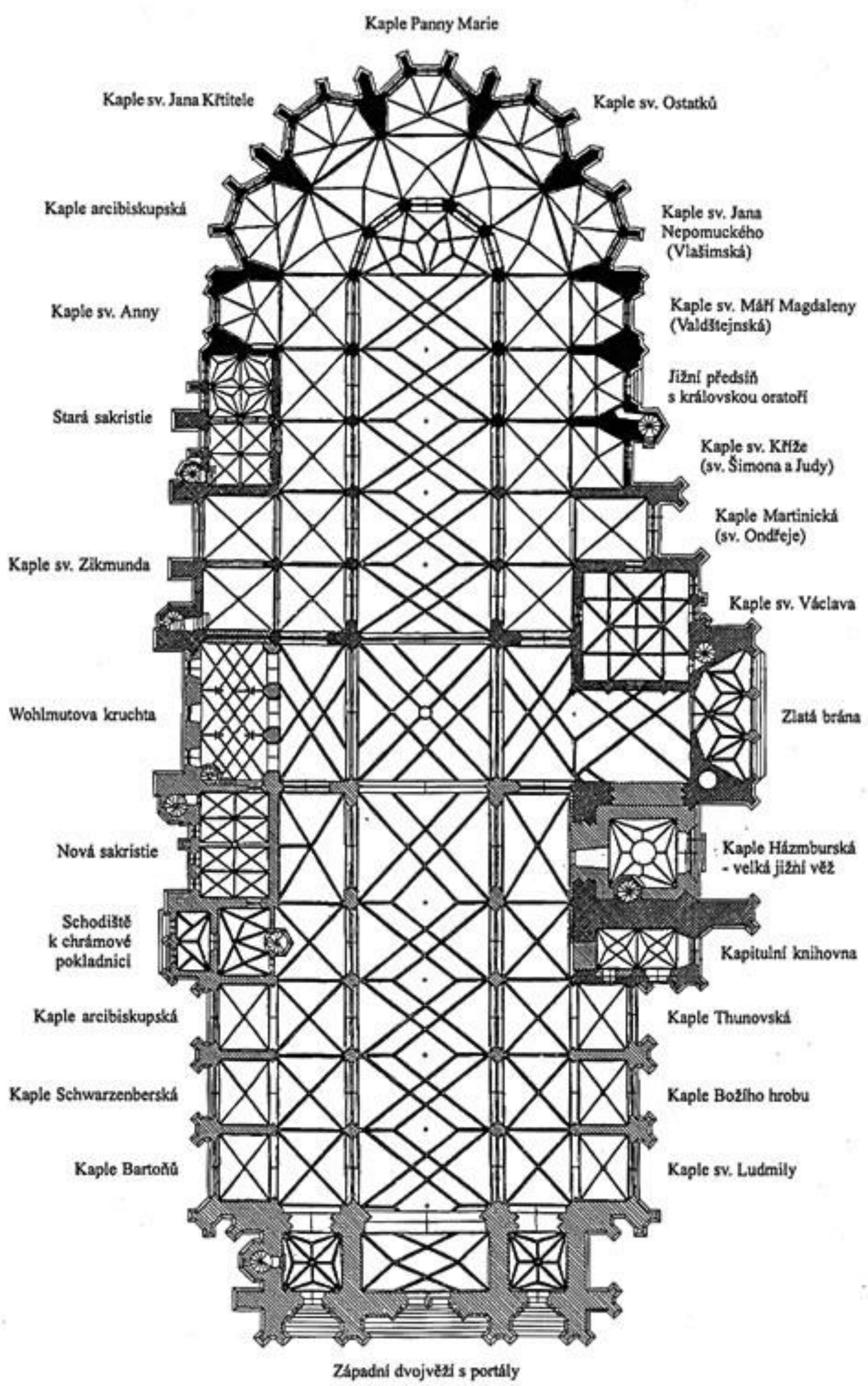
Plán polí Nippur

Mnoho dokladů o rýsování je zachováno v Egyptě, zejména na stěnách starých chrámů.



Starověký Egypt: Chrámy na horním Nilu

Rýsování procházelo dlouhým vývojem. Rýsovalo se nejprve na kámen, později na papyry, potom na hladký pergamen a posléze na dobrý papír. V České republice jsou nejstarším dokladem o rýsování (na pergamen) náčrty na stavbu chrámu sv. Víta v Praze (prozrazují zároveň znalost pravoúhlého promítání). Pocházejí z doby kolem roku 1352. V roce 1420 byly poslány do Vídně, kde jsou uloženy dodnes.



Půdorys Katedrály sv. Víta, Václava a Vojtěcha na Pražském hradě (současnost)

V brněnském muzeu je uložen velký rys provedený v měřítku 1 : 15 na pergamenu. Pochází asi z roku 1525, je 6 metrů dlouhý a je na něm zobrazen se všemi podrobnostmi nárys druhé, dosud nepostavené věže chrámu sv. Štěpána ve Vídni.

Dóm Sv. Štěpána (Stephansdom) ve Vídni, Rakousko

S rozvojem a prohlubující se specializací technických věd na konci 19. století se také postupně vyvíjelo specializované rýsování, které je sice založeno na deskriptivní geometrii, avšak odlišuje se od ní tím, že doplňuje narýsované obrazy technických předmětů zapisováním jejich rozměrů, udáváním materiálu, z něhož se mají vyrobit, a řadou dalších údajů. Tento typ rýsování nazýváme **technické kreslení**. Přednáší se na některých technických vysokých školách nebo středních odborných školách s technickým zaměřením. První česká učebnice technického kreslení vyšla tiskem roku 1914, napsal ji ing. Jaroslav Pitner.

Koncem 20. století zasáhly oblast rýsování všudypřítomné samočinné počítače, které umožňovaly automatické narýsování technických i jiných výkresů na základě speciálně vytvořených programů. Tak vzniklo nové odvětví vědy zvané **počítačová grafika**. S rychlým rozvojem výpočetní techniky existuje v současné době velká řada komerčních i freewarových grafických softwarů sloužících k rýsování dvourozměrných, ale i třírozměrných objektů. Z komerčních softwarů uveďme např. Cabri II, Cabri 3D, Rhinoceros, CAD systémy (Auto CAD, Design CAD, Archi CAD atd.); z freewarových softwarů např. GeoGebra, Compass and Ruler a mnohé jiné, zmiňme např. i grafickou aplikaci Sketchometry.

Komerční a freewarové grafické softwary, grafická aplikace

7.2 Metody práce v geometrii na 1. stupni ZŠ: Rýsování

Pro mnoho lidí znamená řešení úloh ve školské geometrii rýsování. Na 1. stupni ZŠ bývá toto zjednodušení problematické. Jednak mají žáci většinou objektivní potíže s přesným rýsováním, jednak se vytvářejí nebezpečná zjednodušení pojmů: přímka je čára na tabuli nebo v sešitě, trojúhelník tvoří tři úsečky, krychli šest úseček apod. Přesto je rýsování metodou, která je ve škole používána. Na rýsování je třeba nechávat žákům dostatek času. Při hodnocení by měl učitel u rýsování (alespoň zpočátku) tolerovat drobné grafické nepřesnosti.

7.2.1 Zásady správného rýsování rovných čar

K docílení přesného a správného rýsování je třeba, aby žáci dodržovali následující pravidla:

- používali dobře ořezanou tužku, případně mikrotužku (čára bude tenká a stejnoměrná)
- používali nerozbité a čisté pravítko (neušpiní papír)
- pravítko drželi pevně celou plochou dlaně, proto je raději necháme používat trojúhelníky (čára bude přímá)
- tužku opírali o spodní hranu pravítka (čára bude přímá)
- tužku nedrželi kolmo na rýsovanou čáru, ale trochu ji sklonili ve směru pohybu, aby při rýsování "neskákala" (praváci rýsují zleva doprava, leváci zprava doleva)
- tužku vedli lehce a při rýsování pohybovali celou rukou
- omezili gumování

Žáky nejprve necháme rýsovat rovné čáry různými směry, později je necháme rýsovat přímky procházející jedním bodem a posléze dvěma body. Některým žákům činí posledně jmenovaný úkol potíže ještě v 5. ročníku ZŠ. Žák obvykle soustředí pozornost na hrot tužky (nebo na ruku, která rýsuje), bezděčně uvolní pravítko a čára neprochází bodem, případně není rovná.

Na počátku je nutné pozorovat první žákovské pokusy a upozorňovat žáky na případné chyby. Nutné je vždy najít příčinu chyby. Rýsování by se mělo ve škole používat jen při řešení úloh, kde jsou jisté nároky na přesnost.

7.2.2 Zásady správného rýsování s kružítkem

Při rýsování s kružítkem je třeba dbát na:

- bezpečnost při manipulaci s kružítkem
- správné držení kružítka při zabodávání hrotu (držíme rameno s hrotem)
- správné rozvírání kružítka na daný poloměr (držíme každou rukou jedno rameno)
- správnou polohu - kružítko držíme jednou rukou za držadlo a mírně je skláníme ve směru pohybu; působíme jen přiměřeným tlakem
- dobrý technický stav kružítka (šrouby, tuha, délka, správné obroušení a nastavení do směru)
- při rýsování kružnice otáčíme zleva doprava (praváci, leváci obráceně) a mírně nakláníme kružítko ve směru psaní
- na závěr necháváme kružítko otevřené, kdybychom měli za úkol narýsovat jinou kružnici stejného poloměru (přitom jej mají žáci bezpečně položené na lavici)

7.3 Konstrukční úlohy a jejich řešení

Konstrukční úlohou rozumíme úlohu, při jejímž řešení je použito grafických prostředků, tj. ve fázi matematizace dochází mimo jiné k „převodu úlohy do obrázků, grafických modelů."

Geometrické konstrukční úlohy se řeší na základě polohových vlastností bodů, přímek a dalších útvarů (body se spojují přímkami, kružnice se protínají atd.). Podstatou řešení konstrukčních úloh není pouze narýsování hledaného útvaru, ale především také myšlenkové úvahy vedoucí k jeho sestrojení. Při řešení konstrukčních úloh se využívá jak množin bodů dané vlastnosti a množinových operací, tak i principů rovinných transformací (tj. principů rovinných zobrazení), vlastností sestrojovaných objektů, platnosti soustavy axiomů a z nich vyplývajících definic a geometrických vět.

7.3.1 Pomůcky při realizaci konstrukčních úloh

K nejčastějším pomůckám při realizaci konstrukčních úloh patří pravítko (žáci základní školy mohou mít trojúhelník s ryskou) a kružítko. Použití těchto pomůcek je stanoveno následujícími úmluvami:

- podle pravítka rýsujeme přímku (část přímky), která spojuje dva známé body;
- pomocí kružítka rýsujeme kružnici, střed kružnice je známý bod a poloměr je dán dvěma známými body;

- vyjdeme z jisté skupiny daných bodů – další body sestrojujeme jako společné body narýsovaných přímek a kružnic, pokud tyto body existují.

Konstrukce, které jsou prováděny pouze pravítkem a kružítkem, se nazývají **eukleidovské konstrukce.** Tento typ konstrukcí převažuje ve školské planimetrii, tj. rovinné geometrii.

7.3.2 Konstrukční axiomy

Axiomem rozumíme tvrzení, které se předem pokládá za platné, a tudíž se nedokazuje. Axiomy lze rozdělit podle toho, jaký geometrický objekt sestrojujeme, do tří následujících skupin:

- **přímkový** – rýsujeme přímku, známe-li 2 různé body přímky;
- **kružnicový** – rýsujeme kružnici, známe-li střed a bod kružnice;
- **bodový** – sestrojujeme bod, který je průsečíkem buď 2 přímek, 2 kružnic, nebo přímky a kružnice

7.3.3 Fáze řešení konstrukčních úloh

Řešení konstrukční úlohy spočívá v nalezení takové posloupnosti základních konstrukcí, která umožní sestrojit všechny neznámé body nebo útvary. Řešení konstrukčních úloh se provádí ve 4 krocích, tzv. fázích.

- **Rozbor -** úkolem rozboru je nalézt souvislosti mezi danými a hledanými prvky. Tyto souvislosti umožňují objevit posloupnosti jednotlivých konstrukcí, při jejichž realizaci sestrojíme hledané body nebo útvary. Nejprve uděláme **náčrtek** situace a do něho zakreslíme jak dané, tak i hledané prvky. Dále od ruky nakreslíme tzv. **grafický rozbor**. V grafickém rozboru nejprve zakreslíme zadané prvky a posléze do něj krok po kroku zobrazujeme i další geometrické útvary (přímky, kružnice, body), které budou využity při řešení konstrukční úlohy. Při provádění grafického rozboru, ale i při samotném řešení konstrukčních úloh bychom měli předpokládat, že je úloha řešitelná.

- **Konstrukce -** nejdříve musíme sestavit tzv. konstrukční předpis (tj. posloupnost základních konstrukcí), podle kterého vytvoříme požadovaný geometrický útvar (grafické znázornění řešení úlohy). Také se může stát, že konstruovaný útvar nelze podle konstrukčního předpisu sestrojit, tzn., sestrojovaný útvar nevyhovuje podmínkám zadání úlohy, a proto není jejím řešením.

  Konstrukčním předpisem rozumíme **zápis postupu konstrukce,** ten může být **slovní nebo symbolický**. V obou případech je však zapisován po jednotlivých krocích konstrukce.

  Dále následuje vlastní **sestrojení** konstruovaného geometrického útvaru, tj. vlastní grafické provedení konstrukce požadovaného útvaru podle bodů zápisu postupu s užitím konstrukčních prostředků.

- **Zkouška** - ověřujeme, zda všechny body nebo útvary vzniklé grafickým znázorněním splňují všechny požadavky dané zadáním úlohy.

- **Diskuse** - používá se tehdy, když se řeší úloha s proměnnými prvky – parametry. Stanovují se podmínky řešitelnosti pro zadané a hledané prvky; provádí se roztřídění na množiny úloh – úlohy neřešitelné, úlohy s jedním řešením, úlohy se dvěma řešeními atd. Vše se odvíjí na základě (hodnot) parametrů, které se vyskytují v úloze.

7.3.4 Třídění konstrukčních úloh

Konstrukční úlohy je možné dělit podle

- **počtu neznámých prvků**
  - s 1 neznámým prvkem
  - se 2 neznámými prvky
  - se 3 a více neznámými prvky
- **umístění**
  - **polohové** - zde je dána poloha daných prvků
  - **nepolohové -** není dána poloha žádného z daných prvků, nebo je dáno umístění pouze některého z daných prvků (bodu, úhlu, ...)
- **sestrojovaného objektu v konstrukci**
  - *n*-úhelníky – „Sestrojte čtyřúhelník, je-li dáno ...“
  - vzájemné polohy útvarů – „Sestrojte kružnici, která se dotýká…“

7.3.5 Metody řešení konstrukčních úloh

Konstrukční úlohy řešíme pomocí

7.3.5.1 Množiny bodů dané vlastnosti (90 % úloh)

Bod

– základní geometrický objekt, který byl vytvořen abstrakcí z drobných hmotných objektů (zrnka písku). Bod je to, co nemá délku, šířku, ani výšku. (Euklides, 3. stol. př. n. l.)

– základní prvek v geometrii, se kterým se žáci poprvé setkávají ve 2. třídě. Žáci se body učí vyznačovat křížkem a popisovat písmeny velké tiskací abecedy.

Příklad: Vyznač body *A, B, C* a *D*.

Množiny bodů dané vlastnosti

Definice 5.1: Množina všech bodů dané vlastnosti *V* je množina *M* bodů základní množiny, které splňují tyto požadavky:

1. každý bod množiny (útvaru) *M* má danou vlastnost *V*,
2. každý bod základní množiny s vlastností *V* patří do množiny (náleží útvaru) *M*.

Geometrické útvary

– množiny bodů nazýváme (geometrickými) útvary

Množinu bodů buď určujeme, nebo sestrojujeme. Při určování množin bodů lze postupovat následujícími způsoby:

- sestrojíme několik bodů s danou vlastností
- vyslovíme hypotézu (domněnku), co je tou množinou
- ověříme nebo dokážeme, popř. vyvrátíme hypotézu

Útvary, které mají ve svých bodech tečny, tj. mají s tečnami společné body dotyku – dotykové body. Dotykové body mohou mít i dvojice útvarů, např. dvě kružnice.

Postup při řešení konstrukční úlohy pomocí množin bodů dané vlastnosti:

- v zadání je třeba objevit vlastnosti, které odpovídají příslušným množinám bodů
- průnikem těchto množin bodů získáme požadovaný prvek, objekt
- k sestrojení potřebujeme minimálně 2 množiny bodů

Řešení úloh metodou množin bodů dané vlastnosti spočívá tedy v tom, že pro každý z hledaných bodů stanovíme alespoň dvě podmínky. Podmínkám pak odpovídají alespoň dvě množiny bodů dané vlastnosti. Hledaný bod, resp. hledané body náleží průniku těchto množin.

7.3.5.2 Rovinná geometrická zobrazení

(osová souměrnost, středová souměrnost, posunutí, otočení, stejnolehlost)

Postup při řešení konstrukční úlohy pomocí rovinných geometrických zobrazení:

- v zadání je třeba objevit vlastnosti, které umožní využití některého shodného nebo podobného rovinného zobrazení;
- užití rovinných geometrických zobrazení, v nichž si některé dané nebo hledané útvary odpovídají jako vzor a obraz.

7.3.5.3 Algebraické konstrukce

Řešení konstrukčních úloh pomocí algebraických konstrukcí spočívají v sestrojení délek úseček, které jsou určené zvláštními způsoby, např. odmocninami (např. sestrojení úsečky o velikosti $\sqrt{a},$ kde *a* je kladné reálné číslo, pomocí Pythagorovy věty či pomocí Euklidových vět).

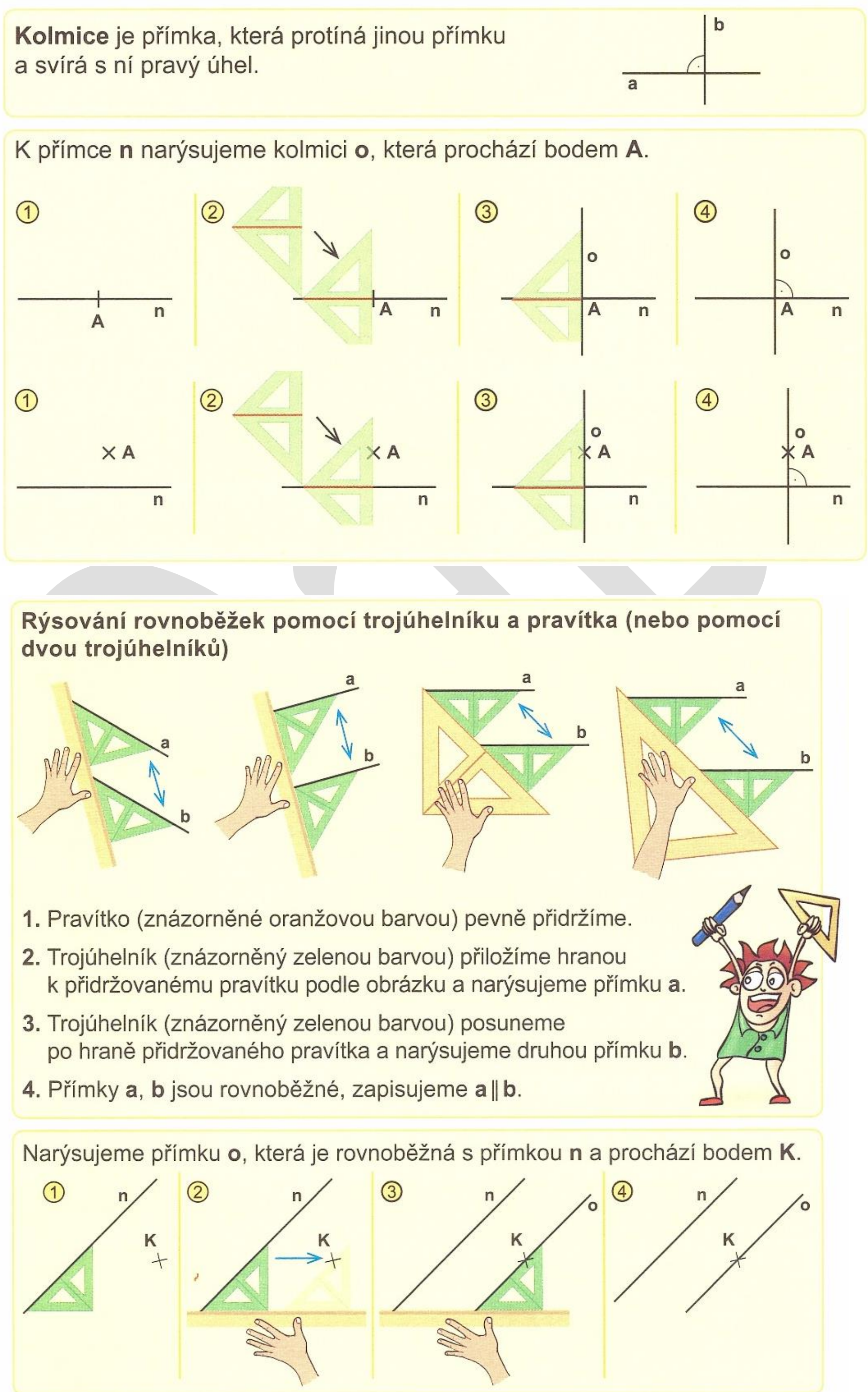
Algebraické konstrukce se neužívají na 1. stupni ZŠ.

7.4 Jednoduché konstrukce sestrojované na 1. stupni ZŠ

Na 1. stupni ZŠ žáci řeší v příslušných ročnících následující typy konstrukčních úloh:

- ve 2. ročníku:
  - porovnávání délek úseček pomocí kružítka,
  - nalezení středu úsečky,
  - grafický součet, rozdíl, násobek úsečky
  - rozdělení úsečky na *n* shodných dílů
  - sestrojení osy úsečky, osy úhlu

- v dalších ročnících:
    - sestrojení kružnice (3. r.)
    - přenesení dané úsečky na danou polopřímku
    - přenesení konvexního úhlu (trojúhelníku) k dané polopřímce do dané poloroviny
    - daným bodem sestrojit k dané přímce kolmici, resp. daným bodem sestrojit s danou přímkou rovnoběžku
    - konstrukce obdélníku a čtverce (začíná se vždy pravým úhlem)



Kolmice je přímka, která protíná jinou přímku a svírá s ní pravý úhel.

K přímce **n** narýsujeme kolmici **o**, která prochází bodem **A**.

Rýsování rovnoběžek pomocí trojúhelníku a pravítka (nebo pomocí dvou trojúhelníků)

1. Pravítko (znázorněné oranžovou barvou) pevně přidržíme.

2. Trojúhelník (znázorněný zelenou barvou) přiložíme hranou k přidržovanému pravítku podle obrázku a narýsujeme přímku **a**.

3. Trojúhelník (znázorněný zelenou barvou) posuneme po hraně přidržovaného pravítka a narýsujeme druhou přímku **b**.

4. Přímky **a**, **b** jsou rovnoběžné, zapisujeme **a** ∥ **b**.

Narýsujeme přímku **o**, která je rovnoběžná s přímkou **n** a prochází bodem **K**.

7.4.1 Klíčové kompetence konstrukčních úloh na 1. stupni ZŠ

Konstrukce prolínají geometrické učivo 1. stupně základní školy a tvoří jeho podstatnou součást. Vycházejí z definic příslušných pojmů, které se zařazují až po jejich zvládnutí. Jsou materiálem, který slouží k získání klíčových kompetencí.

Žák v 1. období rozezná, pojmenuje, popíše základní rovinné útvary a jednoduchá tělesa, pozná velikost útvarů, pozná a měří délku úsečky. I zde však provádí jednoduché konstrukce, jako jsou: konstrukce bodu, přímky, polopřímky, úsečky.

Ve 2. období již narýsuje základní rovinné útvary. Sestrojí rovnoběžky a kolmice. Zde musí zvládnout techniku složitějších konstrukcí, jako jsou trojúhelníky, čtverce, obdélníky a kružnice. Tyto základní elementární konstrukce by měl žák bez větších obtíží zvládat, aby mohl přejít na 2. stupeň základní školy, kde se tyto znalosti a dovednosti dále zdokonalují.

Konstrukční úlohy však nepatří k jednoduchým záležitostem. Musí se pečlivě u žáků rozvíjet. Začínáme tím, že musíme žákům řádně vysvětlit a ukázat, jak má vypadat správné náčiní k provádění konstrukcí. Problém mnohdy činí jen to, jak má být správně ořezaná tužka, či jak má být vložena tuha do kružítka. Mezi problémy při konstrukci patří také správné držení rýsovacího náčiní. Žáci si musí dobře osvojit, jak jednotlivé geometrické obrazce vypadají, toto si mohou osvojit např. modelováním, či prohlížením svého okolí. Protože i špatná představivost může hrát negativní roli při konstrukcích a při řešení konstrukčních úloh.

7.5 Složené konstrukce na 2. stupni ZŠ

Na 2. stupni ZŠ již žáci rýsují tzv. složené konstrukce, tj. konstrukce, jejichž jednotlivé kroky se skládají z jednoduchých konstrukcí, tj. např. ze sestrojení středu úsečky, osy úsečky, osy úhlu, přímky procházející daným bodem rovnoběžně s danou přímkou či kolmo k dané přímce, anebo ze sestrojení kružnice, resp. kružnic.

Pod složenými konstrukcemi rozumíme např. sestrojení čtyřúhelníků – tj. rovnoběžníku, lichoběžníku, kosočtverce apod.

7.6 Symbolika v geometrii

7.6.1 Znaky relací

$\cong$	shodnost
$\sim$	podobnost
$=$	rovnost
$\neq$	nerovnost
$\equiv$	totožnost
$//$	rovnoběžnost
$\nparallel$	různoběžnost
$\perp$	kolmost
Ω	mimoběžnost

7.6.2 Znaky množinových operací

$\in$	být prvkem
$\notin$	nebýt prvkem
$\subset$	být podmnožinou
$\not\subset$	nebýt podmnožinou
$\cap$	průnik

7.6.3 Symboly představující geometrické objekty

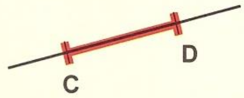
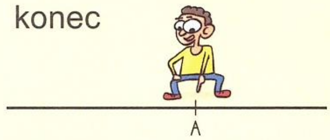
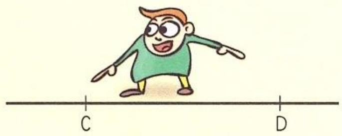
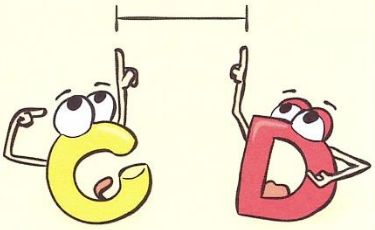
$\leftrightarrow$	přímka, resp. rovina
$\rightarrow$	polopřímka, resp. polorovina
$\leftarrow$	opačná polopřímka, resp. opačná polorovina
$\angle$	konvexní úhel
$\triangle$	trojúhelník
$\square$	čtverec

7.6.4 Značení v geometrii

A	bod A
$A \equiv B$	bod A je totožný s bodem B, bod A splývá s bodem B
AB	úsečka AB
$\lvert AB \rvert$	velikost/délka úsečky AB
$\lvert AB \rvert = \lvert CD \rvert$	velikost/délka úsečky AB se rovná velikosti/délce úsečky CD
$\lvert AB \rvert \neq \lvert EF \rvert$	velikost/délka úsečky AB se nerovná velikosti/délce úsečky EF
$\angle AVB$	konvexní úhel AVB
$\lvert \angle AVB \rvert$	velikost konvexního úhlu AVB
$\lvert \angle AVB \rvert = \lvert \angle CUD \rvert$	velikost konvexního úhlu AVB se rovná velikosti konvexního úhlu CUD
$\lvert \angle AVB \rvert \neq \lvert \angle EUF \rvert$	velikost konvexního úhlu AVB se nerovná velikosti konvexního úhlu EUF
$\leftrightarrow AB$	přímka AB
p	přímka p
$A \in p$	bod A leží na přímce p
$B \notin p$	bod B neleží na přímce p
$\rightarrow AX$	polopřímka s počátkem A a s bodem X ($A \neq X$)
$\leftarrow AY$	polopřímka opačná k polopřímce AX, přitom $X \notin \leftarrow AY$
$\rightarrow pX$	polorovina s hraniční přímkou p a bodem $X \notin p$
$\rightarrow PQX$	polorovina s hraniční přímkou PQ a s bodem $X \notin PQ$
$\leftrightarrow ABC$	rovina procházející body A, B, C
$\alpha \equiv ABC \vee \alpha(ABC)$	rovina α procházející body A, B, C
$A \in \alpha$	bod A leží v rovině α
$B \notin \alpha$	bod B neleží v rovině α
$P \equiv p \cap q$	bod P je průsečíkem přímek p a q
$Q \equiv \rightarrow AX \cap \rightarrow BY$	bod Q je průsečíkem polopřímek AX a BY
$k(S, r)$	kružnice k se středem S a s poloměrem r
$K(S, r)$	kruh K se středem S a s poloměrem r

$R \equiv p \cap k$	bod *R* je průsečíkem přímky *p* a kružnice *k*
$U \equiv k \cap l$	bod *U* je průsečíkem kružnic *k* a *l*
$V \equiv p \cap \alpha$	bod *V* je průsečíkem přímky *p* a roviny α
$p \equiv \alpha \cap \beta$	přímka *p* je průsečnicí rovin α, β
$p \subset \alpha$	přímka *p* je částí/podmnožinou roviny α, přímka *p* leží v rovině α
$q \not\subset \alpha$	přímka *q* není částí roviny α, přímka *q* neleží v rovině α
$p \parallel q$	přímka *p* je rovnoběžná s přímkou *q*
$p \nparallel q$	přímka *p* je různoběžná s přímkou *q*
$p \perp q$	přímka *p* je kolmá k přímce *q*
$p \, \Omega \, q$	přímka *p* je mimoběžná s přímkou *q*
$p \parallel \alpha$	přímka *p* je rovnoběžná s rovinou α
$p \perp \alpha$	přímka *p* je kolmá k rovině α
$\triangle ABC$	trojúhelník *ABC*
$AB \cong CD$	úsečka *AB* je shodná s úsečkou *CD*
$\angle AVB \cong \angle CUD$	úhel *AVB* je shodný s úhlem *CUD*
$\triangle ABC \cong \triangle DEF$	trojúhelník *ABC* je shodný s trojúhelníkem *DEF*
$\triangle ABC \sim \triangle KLM$	trojúhelník *ABC* je podobný trojúhelníku *KLM*
o_{AB}	osa úsečky *AB*
$o_{\angle AVB}$	osa úhlu *AVB*
v_a	výška trojúhelníku ke straně *a*
t_a	těžnice trojúhelníku ke straně *a*
O	ortocentrum, tj. průsečík výšek v trojúhelníku
T	těžiště trojúhelníku
o	obvod rovinného obrazce
S	obsah rovinného obrazce
V	objem tělesa
P	povrch tělesa
S_p	obsah podstavy
S_{pl}	obsah pláště
OS $(o, A \rightarrow A')$	osová souměrnost s osou *o* zobrazující bod *A* na bod *A'*
SS $(S, A \rightarrow A')$	středová souměrnost se středem *S* zobrazující bod *A* na bod *A'*
RS $(\rho, A \rightarrow A')$	rovinová souměrnost s rovinou ρ zobrazující bod *A* na bod *A'*
R $(S, \pm \varphi)$	otočení kolem středu *S* o velikost orientovaného úhlu $\pm \varphi$
T (XX')	posunutí určené orientovanou úsečkou *XX'*
T $(\mathbf{v})$	posunutí určené vektorem posunutí **v**
H (S, k), $k \in \mathbf{R} \wedge k \neq \{0, 1\}$	stejnolehlost se středem *S* a s koeficientem stejnolehlosti *k*

7.6.5 Symbolika užívaná v pracovních sešitech matematiky 1. stupně ZŠ

Přímka je nekonečně dlouhá přímá čára.  přímka **p** (p)	**Polopřímka** je část přímky a má vždy počáteční bod.  polopřímka **AB** (↦AB)	**Úsečka** je část přímky a má vždy dva krajní body.  úsečka **CD** (CD)
• přímka nemá začátek ani konec 	• polopřímka má začátek, ale nemá konec 	• úsečka má krajní body 
• délku přímky nelze změřit	• délku polopřímky nelze změřit	• délku úsečky lze změřit
• přímka nemá krajní body	• počáteční bod je součástí polopřímky	• krajní body jsou součástí úsečky
• přímku zapisujeme malým písmenem, např. p • přímku můžeme zapsat také pomocí znaku ↔ a dvou různých bodů, které na ní leží, např. ↔ AB 	• polopřímku zapisujeme pomocí znaku ↦, počátečního bodu a libovolného dalšího bodu polopřímky, např. ↦AB počáteční bod polopřímky další libovolný bod polopřímky	• úsečku zapisujeme pomocí jejích krajních bodů, např. CD 

1 Rozhodněte, který zápis odpovídá barevnému znázornění. Správnou možnost označte křížkem.

a) 

☐ ↔ AB ☐ AB
☐ ↦ AB ☐ ↦ BA

b) 

☐ ↔ CD ☐ CD
☐ ↦ CD ☐ ↦ DC

c) 

☐ ↔ EF ☐ EF
☐ ↦ EF ☐ ↦ FE

Použité zdroje:

- https://ucebnice.geogr.muni.cz/dejiny/obsah.php?show=41
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Nippur#/media/Soubor:Ruins_from_a_temple_in_Naffur.jpg
- https://www.ceskatelevize.cz/porady/10689135049-svedkove-casu/219382567660002-staroveky-egypt-chramy-na-hornim-nilu/
- https://katedralasvatehovita.cz/cs/prakticke-informace/pudorys-katedraly
- http://rakousko.svetadily.cz/viden/stephansdom/lokality
- http://www.pf.jcu.cz/cabri/cabri3d/download/Cabri_3D_prirucka.pdf
- www.geogebra.org
- https://www.pngegg.com/en/png-nqjpf
- http://www.cadandgraphics.com/de3dmax25.html?viewfullsite=1
- https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/18995/METODY-PRACE-V-GEOMETRII-NA-1-STUPNI-ZS-RYSOVANI.html/
- https://www.matyskova-matematika.cz/geometrie-4/video/str-12/
- https://www.rafoshop.cz/kruzitko-kovove-koh-i-noor-6542-velke-v-plastovem-pouzdre
-