

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA PEDAGOGICKÁ**  
**KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY**

**VÝUKA GEOMETRIE NA 1. STUPNI ZŠ S VYUŽITÍM**  
**POČÍTAČOVÝCH TECHNOLOGIÍ**  
**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zuzana Formánková**  
*Učitelství pro základní školy, obor Učitelství pro 1. stupeň ZŠ*

Vedoucí práce: Mgr. Jan Frank, Ph.D.

**Plzeň 2022**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně  
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Hostouni dne 24. června 2022

.....  
vlastnoruční podpis

Děkuji touto cestou Mgr. Janu Frankovi, Ph.D., za trpělivost a cenné rady, které mi při vedení diplomové práce poskytl.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	1
ÚVOD.....	2
1 TEORETICKÁ ČÁST .....	4
1.1 KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY .....	4
1.2 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁVÁNÍ .....	5
1.2.1 Standardy pro základní vzdělávání .....	5
1.3 ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM.....	10
1.4 MATEMATIKA A JEJÍ APLIKACE-CHARAKTERISTIKA VZDĚLÁVACÍ OBLASTI.....	11
1.5 MATEMATIKA A JEJÍ APLIKACE-CÍLOVÉ ZAMĚŘENÍ VZDĚLÁVACÍ OBLASTI GEOMETRIE .....	12
1.5.1 Geometrie v rovině a v prostoru – očekávané výstupy .....	13
1.6 MOŽNÉ PŘÍSTUPY K VÝUCE GEOMETRIE .....	14
1.6.1 Transmisivní přístup .....	15
1.6.2 Konstruktivistický přístup .....	15
1.7 VÝUKA GEOMETRIE NA 1. STUPNI ZŠ.....	15
1.7.1 Geometrické tvary .....	15
1.7.2 Grafické znázorňování .....	16
1.8 POHLED NA UČEBNICE MATEMATIKY PRO 5. ROČNÍK ZŠ.....	16
1.8.1 Matematika pro 5. ročník ZŠ, Justová J., nakladatelství Alter, 2009 .....	16
1.8.2 Matematika se čtyřlístkem pro 5. ročník ZŠ, Pěchoučková Š., Kašparová M., Rakoušová A., nakladatelství Fraus, 2015 .....	17
1.9 VYBAVENÍ ŠKOLY VÝPOČETNÍ TECHNIKOU .....	17
1.10 BYOD.....	18
1.11 GEOGEBRA .....	18
2 PRAKTICKÁ ČÁST .....	21
2.1 VÝUKA BEZ POČÍTAČE.....	21
2.2 VÝUKA S VYUŽITÍM POČÍTAČŮ .....	22
2.3 PRACOVNÍ LISTY.....	22
2.3.1 PL1 – Bod, úsečka, přímka, polopřímka – opakování 4. ročníku .....	23
2.3.2 PL2 – Geometrické obrazce – obvod, obsah .....	29
2.3.3 PL3 – Souřadnice bodů .....	35
2.3.4 PL4 – Kružnice, kruh .....	38
2.3.5 PL5 – Osově souměrné útvary .....	41
ZÁVĚR.....	47
RESUMÉ .....	49
SEZNAM LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ .....	50
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....	52

## **SEZNAM ZKRATEK**

ZŠ – Základní škola

SM – Standardy matematiky

M5 – Matematika v 5. ročníku ZŠ

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

ŠVP – Školní vzdělávací program

MŠMT – Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy

ČR – Česká republika

ČSÚ – Český statistický úřad

PL – Pracovní list

ŠZ – Školský zákon

PŠD – Povinná školní docházka

## Úvod

Ve školství pracuji již třicet let a od samého začátku jsem chtěla být učitelkou. Už na základní škole mě bavila matematika, měli jsme na ni výbornou paní učitelku, která dbala na přesnost, ale nikdy nechtěla, abychom se učili vzorečky jen tak nazpaměť, ale abychom jim porozuměli. Hodiny matematiky pro mě nebyly žádným strašákem, ale na hodiny jsem se vždy těšila.

Postupem času jsem se na gymnáziu zapojila do Středoškolské odborné činnosti a zpracovala téma „Rozvíjení matematických představ u dětí předškolního věku.“ Práce byla velice zajímavá a hodnocena druhým místem. Odborným konzultantem mi byla tehdy metodička matematických představ, ředitelka MŠ.

V současné době se čím dál tím víc mluví o počítačových technologiích, a proto je nutné ukázat si, jakým způsobem je možné propojit je s výukou matematiky, která je pro většinu žáků neoblíbeným předmětem. Proč?

Diplomovou prací jsem chtěla ukázat, jak se dají oživit hodiny matematiky pomocí počítačové technologie, zvláště geometrie na 1. stupni ZŠ.

Bez znalosti geometrie to prostě nejde, je součástí každodenního života, rozvíjí logické myšlení, díky geometrii se orientujeme v rovině (před, za, vedle, vpravo, vlevo, dole, nahore), prostoru (např. chození pavoučka po krychli).

Geometrie je obecně označována jako jeden z nejstarších vědních oborů vůbec. Geometrie je matematickou vědou plnou nejrůznějších tvarů. Zabývá se ve své podstatě libovolnými tvary a jejich vlastnostmi. Nejrůznější geometrické útvary jsou známé dokonce ze středověku.

Je třeba, aby učitel matematiky v dětech probudil geometrii, aby je badatelským způsobem donutil všimnout si, že je opravdu všude kolem nás, a že geometrie není biflování jakých si vzorečků pro obvod, obsah základních rovinných obrazců, ale že je třeba si, pokud možno, vše rozebrat polopaticky.

Učitel nejprve seznamuje žáky se základními geometrickými pojmy, předává žákům primární pracovní návyky a rozvíjí komunikaci. Poté se přidává objevování výpočtů obvodu, obsahu ve čtvercové síti atd.

Každopádně je zapotřebí, aby učitel, který chce v žácích geometrii probudit, aby ji měl rád. Vždyť je přeci krásné, když žáci objevují, co dokáže na jednu stranu obyčejná ořezaná tužka spolu s pravítkem, kružítkem na papíře nebo co dokáže program na počítači.

Geometrie je velmi důležitá pro další disciplíny, výchovu představivosti a tvořivosti. Pokud jsou vědomosti podpořeny grafickou představou, lépe se zafixují.

V dnešní době, době počítačů a jiných vymožeností, se soustředí výuka tímto směrem. Existují různé softwary, výukové programy. Některé učebnice, pracovní sešity umožňují propojení tištěné podoby s interaktivní formou.

Diplomovou práci jsem rozdělila na dvě části, teoretickou a praktickou.

Cílem diplomové práce je porovnat tradiční přístupy výkladu vybraných geometrických témat ve zvolených učebnicích pro 1. stupeň ZŠ a navrhnout alternativní možnosti výkladu s využitím počítačových technologií, matematického softwaru – GeoGebra. K tomu jsem si vybrala páté třídy na škole, kde učím.

## 1 TEORETICKÁ ČÁST

### 1.1 KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY

V Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR (tzv. Bílé knize) a zákoně 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním vyšším odborném a jiném vzdělávání (školském zákoně), se do vzdělávací soustavy zavádí nový systém kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Kurikulární dokumenty mají dvě úrovně – státní a školní.

Státní úroveň v systému kurikulárních dokumentů představují rámcové vzdělávací programy (dále jen RVP ZV), které vymezují závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy – předškolní, základní a střední vzdělávání. *(RVP ZV, MŠMT Praha 2021, část A, s. 5)*

Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (dále jen ŠVP), podle nichž se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. Každá škola si vytváří svůj ŠVP podle zásad stanovených v příslušném RVP ZV.

RVP ZV i ŠVP jsou veřejné dokumenty přístupné pro pedagogickou i nepedagogickou veřejnost. *(Rámcový vzdělávací - edu.cz)*

Cílem základního vzdělávání je pomoci žákům utvářet a postupně rozvíjet klíčové kompetence – kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské, kompetence pracovní a v neposlední řadě kompetence digitální.

Vzdělávací obsah základního vzdělávání je v RVP ZV orientačně rozdělen do devíti vzdělávacích oblastí. Jednotlivé vzdělávací oblasti jsou tvořeny jedním vzdělávacím oborem nebo více obsahově blízkými vzdělávacími obory. *(5 Vzdělávací oblasti – DIGIFOLIO)*

Vzdělávací oblasti

1, Jazyk a jazyková komunikace

2, Matematika a její aplikace



3, Informatika

4, Člověk a jeho svět

5, Člověk a společnost

6, Člověk a příroda

7, Umění a kultura

8, Člověk a zdraví

9, Člověk a svět práce

## 1.2 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁVÁNÍ


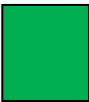

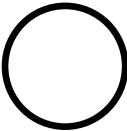
Učivo je v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) strukturováno do jednotlivých tematických okruhů (témat, činností) a je chápáno jako *prostředek k dosažení očekávaných výstupů*. Pro svoji informativní a formativní funkci je nezbytnou součástí vzdělávacího obsahu.

Očekávané výstupy RVP ZV na konci 5. ročníku (2. období) a 9. ročníku stanovují závaznou úroveň pro formulování výstupů v učebních osnovách v ŠVP, která musí být na konci 1. stupně a 2. stupně základní školy dodržena.

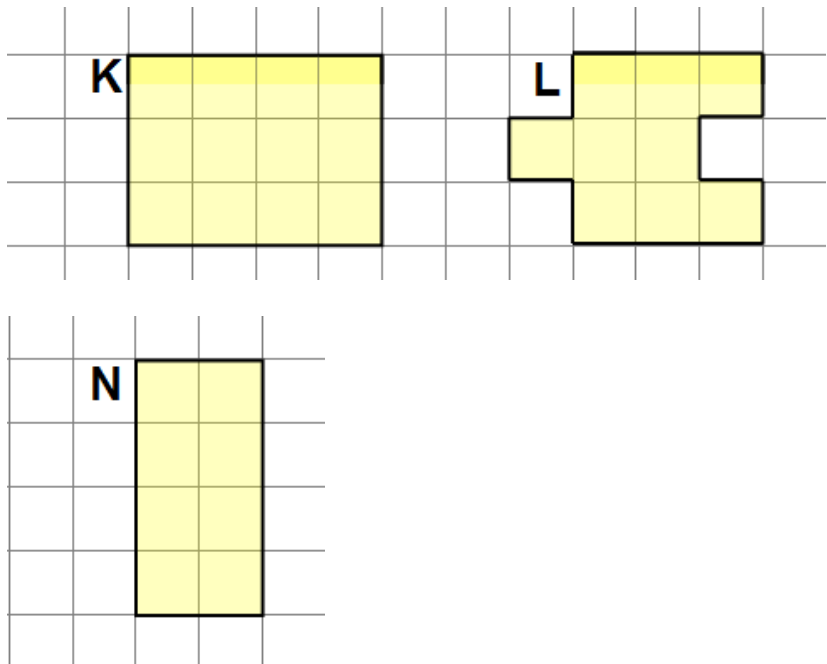
### 1.2.1 STANDARDY PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Standardy podrobněji vymezují obsah očekávaných výstupů. Jsou určeny na pomoc školské praxi a jejich smyslem je účinně napomáhat dosahování stanovených cílů. Do RVP ZV jsou vloženy jako příloha Standardy pro základní vzdělávání. Následující tabulky 1-5 čerpají ze Standardů matematiky.

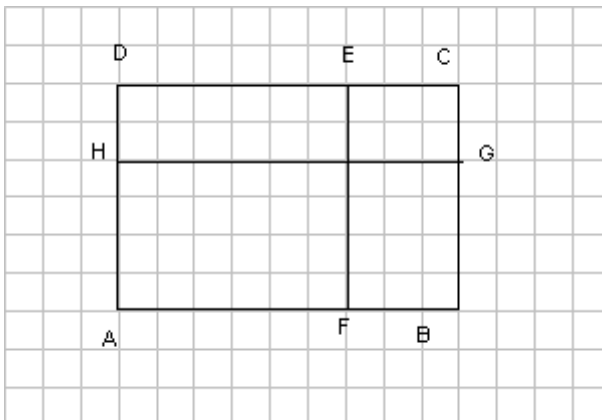
Tabulka 1 SM – Geometrie v rovině a v prostoru – zákl. rovinné útvary – rýsování

<b>Vzdělávací obor</b>	Matematika
<b>Ročník</b>	5.
<b>Tematický okruh</b>	Geometrie v rovině a v prostoru
<b>Očekávaný výstup RVP ZV</b>	<b>M-5-3-01</b> Žák <b>narýsuje a znázorní</b> základní rovinné útvary (čtverec, obdélník, trojúhelník a kružnice); <b>užívá jednoduché konstrukce</b>
<b>Indikátory</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák rozezná základní rovinné útvary (čtverec, obdélník, trojúhelník a kružnice)</li> <li>2. Žák využívá k popisu rovinného útvaru počty vrcholů a stran, rovnoběžnost a kolmost stran</li> <li>3. Žák charakterizuje základní rovinné útvary a k zadanému popisu přiřadí název základního rovinného útvaru</li> <li>4. Žák využívá základní pojmy a značky užívané v rovinné geometrii (čáry: křivá, lomená, přímá; bod, úsečka, polopřímka, přímka, průsečík, rovnoběžky, kolmice)</li> <li>5. Žák využije znalosti základních rovinných útvarů k popisu a modelování jednoduchých těles (krychle, kvádr, válec)</li> <li><b>6. Žák narýsuje kružnici s daným poloměrem</b></li> <li><b>7. Žák narýsuje trojúhelník nebo trojúhelník se třemi zadanými délkami stran</b></li> <li><b>8. Žák narýsuje čtverec a obdélník s užitím konstrukce rovnoběžek a kolmic</b></li> <li><b>9. Žák dodržuje zásady rýsování</b></li> </ol>
<b>Ilustrační úloha</b>	<p>K popisu rovinných útvarů přiřaď správný název a obrázek (A, B, C, D).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Útvar má 4 strany. Všechny sousední strany jsou kolmé. Všechny strany mají stejnou délku. _____</li> <li>2. Útvar má 4 vrcholy. Protilehlé strany jsou vždy rovnoběžné. Sousední strany mají různou délku. _____</li> <li>3. Útvar má 3 strany a 3 vrcholy. _____</li> <li>4. Útvar nemá žádnou stranu ani vrchol. _____</li> </ol> <p>Nabídka názvů:    <b>kružnice</b>    <b>obdélník</b>    <b>trojúhelník</b>    <b>čtverec</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <b>A</b> </div> <div style="text-align: center;">  <b>B</b> </div> <div style="text-align: center;">  <b>C</b> </div> <div style="text-align: center;">  <b>D</b> </div> </div>
<b>Poznámky</b>	M-5-3-01.1 M-5-3-01.3  <b>Indikátory 6–9 nelze testovat elektronicky.</b>

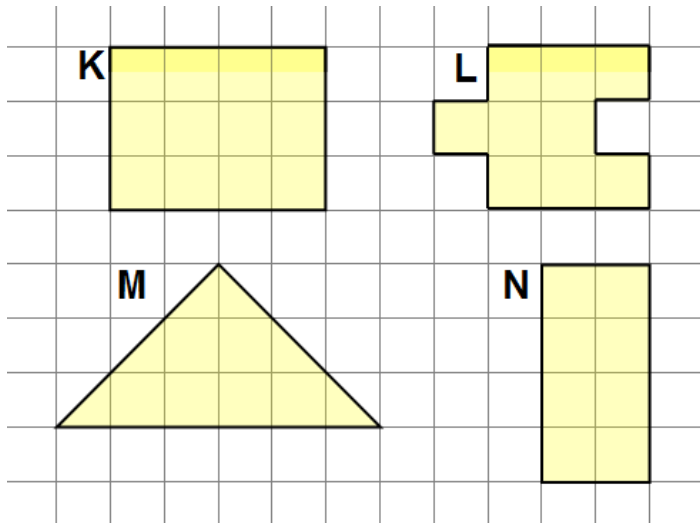
Tabulka 2 SM – Geometrie v rovině a v prostoru – grafický součet, rozdíl úseček

<b>Vzdělávací obor</b>	Matematika
<b>Ročník</b>	5.
<b>Tematický okruh</b>	Geometrie v rovině a v prostoru
<b>Očekávaný výstup RVP ZV</b>	<b>M-5-3-02</b> Žák sčítá a odčítá <b>graficky</b> úsečky; určí délku lomené čáry, obvod mnohoúhelníku sečtením délek jeho stran
<b>Indikátory</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák rozlišuje obvod a obsah rovinného útvaru</li> <li>2. Žák s pomocí čtvercové sítě nebo <b>měřením</b> určí obvod rovinného útvaru (trojúhelníku, čtyřúhelníku, mnohoúhelníku)</li> <li>3. Žák porovnává obvody rovinných útvarů</li> <li><b>4. Žák graficky sčítá, odčítá a porovnává úsečky</b></li> <li><b>5. Žák určí délku lomené čáry graficky i měřením</b></li> <li>6. Žák převádí jednotky délky (mm, cm, dm, m, km)</li> </ol>
<b>Ilustrační úloha</b>	
Na obrázku jsou tři rovinné útvary K, L, N.	
	
Rozhodněte o každém z následujících tvrzení, zda <b>platí (ANO)</b> , nebo <b>neplatí (NE)</b> .	
1. Obdélníky K a N mají stejný obvod. ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/>	
2. Obdélník K má větší obvod než útvar L. ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/>	
<b>Poznámky</b>	M-5-3-02.1 M-5-3-02.2 M-5-3-02.3 Nutno vložit jako podklad celého obrázku čtvercovou sítí.  <b>Indikátory 4 a 5, částečně 2 nelze testovat elektronicky.</b>

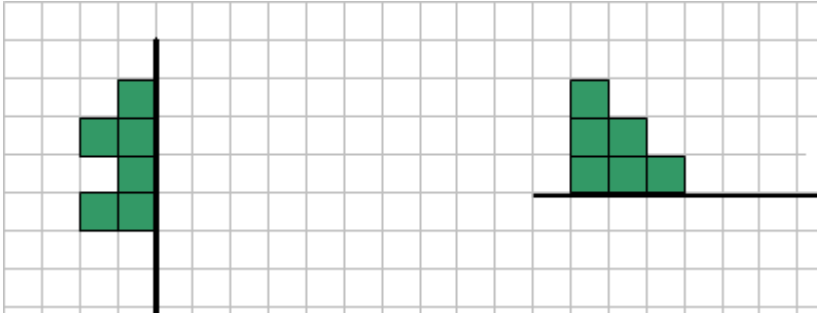
Tabulka 3 SM – Geometrie v rovině a v prostoru – rovnoběžky, kolmice

<b>Vzdělávací obor</b>	Matematika
<b>Ročník</b>	5.
<b>Tematický okruh</b>	Geometrie v rovině a prostoru
<b>Očekávaný výstup RVP ZV</b>	<b>M-5-3-03</b> Žák <b>sestrojí</b> rovnoběžky a kolmice
<b>Indikátory</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák vyhledá dvojice kolmic a rovnoběžek v rovině</li> <li>2. Žák načrtne kolmici a rovnoběžku ve čtvercové síti</li> <li><b>3. Žák narýsuje k zadané přímce rovnoběžku a kolmici vedoucí daným bodem pomocí trojúhelníku s ryskou</b></li> </ol>
<b>Ilustrační úloha</b>	 <p>Rozhodněte o každém z následujících tvrzení o úsečkách na obrázku, zda <b>platí (ANO)</b>, nebo <b>neplatí (NE)</b>.</p> <p>Úsečky AD a HG jsou kolmé ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></p> <p>Úsečky EH a EG jsou rovnoběžné ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></p> <p>Úsečky EF a AD jsou rovnoběžné ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></p> <p>Úsečky AH a FA jsou kolmé ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></p>
<b>Poznámky</b>	M-5-3-03.1 Nutno vložit jako podklad celého obrázku čtvercovou síť. <b>Indikátor 2 nelze testovat elektronicky.</b>

Tabulka 4 SM – Geometrie v rovině a v prostoru – obsah obrazce – čtvercová síť

<b>Vzdělávací obor</b>	Matematika
<b>Ročník</b>	5.
<b>Tematický okruh</b>	Geometrie v rovině a v prostoru
<b>Očekávaný výstup RVP ZV</b>	<b>M-5-3-04</b> Žák určí obsah obrazce pomocí čtvercové sítě a užívá základní jednotky obsahu
<b>Indikátory</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák určí pomocí čtvercové sítě obsah rovinného útvaru, který lze složit ze čtverců, obdélníků a trojúhelníků</li> <li>2. Žák porovnává pomocí čtvercové sítě obsahy rovinných útvarů</li> <li>3. Žák používá základní jednotky obsahu (<math>\text{cm}^2</math>, <math>\text{m}^2</math>, <math>\text{km}^2</math>) bez vzájemného převádění</li> </ol>
<b>Ilustrační úloha</b>	
<p>Na obrázku jsou čtyři rovinné útvary K, L, M, N.</p> 	
<p>Rozhodněte o každém z následujících tvrzení, zda je <b>pravdivé (ANO)</b>, nebo <b>nepravdivé (NE)</b>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obdélníky K a N mají stejný obsah. ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></li> <li>2. Útvary L a M mají stejný obsah. ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></li> <li>3. Obdélník K má větší obsah než útvar L. ANO <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/></li> </ol>	
<b>Poznámky</b>	M-5-3-04.1 M-5-3-04.2

Tabulka 5 SM – Geometrie v rovině a v prostoru – osově souměrné útvary

<b>Vzdělávací obor</b>	Matematika
<b>Ročník</b>	5.
<b>Tematický okruh</b>	Geometrie v rovině a v prostoru
<b>Očekávaný výstup RVP ZV</b>	<b>M-5-3-05</b> Žák rozpozná <b>a znázorní ve čtvercové síti</b> jednoduché osově souměrné útvary a určí osu souměrnosti útvaru <b>překládáním papíru</b>
<b>Indikátory</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Žák pozná osově souměrné útvary (i v reálném životě)</li> <li><b>2. Žák určí překládáním papíru osu souměrnosti útvaru</b></li> <li>3. Žák vytvoří ve čtvercové síti osově souměrný útvar podle osy v lince mřížky</li> </ol>
<b>Ilustrační úloha</b>	
<p>Doplň obrázky tak, aby vznikly osově souměrné útvary podle vyznačené osy souměrnosti.</p> 	
<b>Poznámky</b>	M-5-3-05.3 <b>Indikátor 2 nelze testovat elektronicky.</b>

### 1.3 ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM

Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (dále jen ŠVP), podle nichž se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. (Ing. Eva Kripnerová - zcu.cz) Každá škola si vytváří svůj ŠVP podle zásad stanovených v příslušném RVP ZV.

Vzdělávací obsah jednotlivých vzdělávacích oborů škola rozčlení v ŠVP do vyučovacích předmětů a rozpracuje, případně doplní v učebních osnovách tak, aby bylo zaručeno směřování k rozvoji klíčových kompetencí.

## 1.4 MATEMATIKA A JEJÍ APLIKACE-CHARAKTERISTIKA VZDĚLÁVACÍ OBLASTI

Vzdělávací oblast Matematika a její aplikace je v základním vzdělávání založena především na aktivních činnostech, které jsou typické pro práci s matematickými objekty a pro použití matematiky v reálných situacích. Poskytuje vědomosti a dovednosti potřebné v praktickém životě, a umožňuje tak získávat matematickou gramotnost.

Vzdělávání klade důraz na důkladné porozumění základním myšlenkovým postupům a pojmům matematiky a jejich vzájemným vztahům. Žáci si postupně osvojují některé pojmy, algoritmy, terminologii, symboliku a způsoby jejich užití.

Vzdělávací obsah vzdělávacího oboru Matematika a její aplikace je rozdělen na čtyři tematické okruhy. V tematickém okruhu *Čísla a početní operace* na prvním stupni, na který na druhém stupni navazuje a dále prohlubuje tematický okruh *Číslo a proměnná*, si žáci osvojují aritmetické operace v jejich třech složkách: dovednost provádět operaci, algoritmičké porozumění (proč je operace prováděna předloženým postupem) a významové porozumění (umět operaci propojit s reálnou situací). Učí se získávat číselné údaje měřením, odhadováním, výpočtem a zaokrouhlováním. Seznamují se s pojmem proměnná a s její rolí při matematizaci reálných situací. (*Organizace vyučování matematice na 1.st. ZŠ a) Charakteristika ...*)

V tematickém okruhu *Závislosti, vztahy a práce s daty* žáci rozpoznávají určité typy změn a závislosti, které jsou projevem běžných jevů reálného světa, a seznamují se s jejich reprezentacemi. Uvědomují si změny a závislosti známých jevů, docházejí k pochopení, že změnou může být růst i pokles a že změna může mít také nulovou hodnotu. Tyto změny a závislosti žáci analyzují z tabulek, diagramů a grafů, v jednoduchých případech je konstruují a vyjadřují matematickým předpisem nebo je podle možností modelují s využitím vhodného počítačového softwaru nebo grafických kalkulátorů. Zkoumání těchto závislostí směřuje k pochopení pojmu funkce.

V tematickém okruhu *Geometrie v rovině a v prostoru* žáci určují a znázorňují geometrické útvary a geometricky modelují reálné situace, hledají podobnosti a odlišnosti útvarů, které se vyskytují všude kolem nás, uvědomují si vzájemné polohy objektů v rovině (resp. v prostoru), porovnávají, odhadují, měří délku, velikost úhlu,

obvod a obsah (resp. povrch a objem), zdokonalují svůj grafický projev. Zkoumání tvaru a prostoru vede žáky k řešení polohových a metrických úloh a problémů, které vycházejí z běžných životních situací.

Důležitou součástí matematického vzdělávání jsou *Nestandardní aplikační úlohy a problémy*, jejichž řešení může být do značné míry nezávislé na znalostech a dovednostech školské matematiky, ale při němž je nutné uplatnit logické myšlení. Tyto úlohy by měly prolínat všemi tematickými okruhy v průběhu celého základního vzdělávání. Žáci se učí řešit problémové situace a úlohy z běžného života, pochopit a analyzovat problém, utřídit údaje a podmínky, provádět situační náčrty, řešit optimalizační úlohy. Řešení logických úloh, jejichž obtížnost je závislá na míře rozumové vyspělosti žáků, posiluje vědomí žáka ve vlastní schopnosti logického uvažování a může podchytit i ty žáky, kteří jsou v matematice méně úspěšní.

Žáci se učí využívat prostředky výpočetní techniky (především kalkulátory, vhodný počítačový software, určité typy výukových programů) a používat některé další pomůcky, což umožňuje přístup k matematice a žákům, kteří mají nedostatky v numerickém počítání a v rýsovacích technikách. Zdokonalují se rovněž v samostatné a kritické práci se zdroji informací.

## 1.5 MATEMATIKA A JEJÍ APLIKACE-CÍLOVÉ ZAMĚŘENÍ VZDĚLÁVACÍ OBLASTI GEOMETRIE

Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- využívání matematických poznatků a dovedností v praktických činnostech – odhady, měření a porovnávání velikostí a vzdáleností, orientace,
- přesnému a stručnému vyjadřování užíváním matematického jazyka včetně symboliky, prováděním rozborů a zápisů při řešení úloh a ke zdokonalování grafického projevu,
- rozvíjení důvěry ve vlastní schopnosti a možnosti při řešení úloh, k soustavné sebekontrolě při každém kroku postupu řešení, k rozvíjení systematičnosti,



vytrvalosti a přesnosti, k vytváření dovednosti vyslovovat hypotézy na základě zkušenosti nebo pokusu a k jejich ověřování nebo vyvracení pomocí protipříkladů.

### **1.5.1 GEOMETRIE V ROVINĚ A V PROSTORU – OČEKÁVANÉ VÝSTUPY**

#### **Očekávané výstupy – 1. období (1. až 3. třída ZŠ)**

Žák

M-3-3-01 rozezná, pojmenuje, vymodeluje a popíše základní rovinné útvary a jednoduchá tělesa; nachází v realitě jejich reprezentaci

M-3-3-02 porovnává velikost útvarů, měří a odhaduje délku úsečky

M-3-3-03 rozezná a modeluje jednoduché souměrné útvary v rovině

***Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:***

Žák

M-3-3-01p pozná a pojmenuje geometrické tvary a umí je graficky znázornit

M-3-3-01p rozezná přímku a úsečku, narýsuje je a ví, jak se označují

M-3-3-02p používá pravítko

#### **Očekávané výstupy – 2. období (4. a 5. třída ZŠ)**

žák

M-5-3-01 narýsuje a znázorní základní rovinné útvary (čtverec, obdélník, trojúhelník a kružnici); užívá jednoduché konstrukce

M-5-3-02 sčítá a odčítá graficky úsečky; určí délku lomené čáry; obvod mnohoúhelníku sečtením délek jeho stran

M-5-3-03 sestrojí rovnoběžky a kolmice

M-5-3-04 určí obsah obrazce pomocí čtvercové sítě a užívá základní jednotky obsahu

M-5-3-05 rozpozná a znázorní ve čtvercové síti jednoduché osově souměrné útvary a určí osu souměrnosti útvaru překládáním papíru

**Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:**

žák

M-5-3-01p znázorní, narýsuje a označí základní rovinné útvary

M-5-3-02p měří a porovnává délku úsečky

M-5-3-02p vypočítá obvod mnohoúhelníku sečtením délek jeho stran

M-5-3-03 sestrojí rovnoběžky a kolmice

M-5-3-05p určí osu souměrnosti překládáním papíru – pozná základní tělesa

Učivo

- **základní útvary v rovině** – lomená čára, přímka, polopřímka, úsečka, čtverec, kružnice, obdélník, trojúhelník, kruh, čtyřúhelník, mnohoúhelník
- **základní útvary v prostoru** – kvádr, krychle, jehlan, koule, kužel, válec
- délka úsečky; jednotky délky a jejich převody
- obvod a obsah obrazce
- vzájemná poloha dvou přímek v rovině
- osově souměrné útvary

## 1.6 MOŽNÉ PŘÍSTUPY K VÝUCE GEOMETRIE

Pojmem výuka je označována činnost učitele ve vyučování. V teoriích obecné didaktiky se výuka objasňuje jako systém, který zahrnuje jak proces vyučování, tak především cíle výuky, obsah výuky, podmínky, determinanty a prostředky výuky, typy výuky, výsledky výuky. (*ÚVOD DO DIDAKTIKY - muny.cz*)

### **1.6.1 TRANSMISIVNÍ PŘÍSTUP**

Transmisivní pojetí výuky zahrnuje několik koncepcí, a to výukovou koncepci dogmatickou, která odpovídá středověkému učení pomocí předávání hotových poznatků, dále výukovou koncepci slovně-názornou představovanou především osobností Jana Ámose Komenského a koncepci verbálně-reprodukční, což je výuková koncepce založená na pamětném osvojování a memorování bez předchozího porozumění, jejímž hlavním zastáncem je Johan Friedrich Herbart. Přispívá k rozvoji paměti. (*Zormanová, 2012*).

### **1.6.2 KONSTRUKTIVISTICKÝ PŘÍSTUP**

Konstruktivistické pojetí výuky zahrnuje také několik koncepcí, a to problémovou koncepci výuky, již zavedl John Dewey, který propojil školní učení s učením životním, či rozvíjející vyučování, charakteristické učení o zóně nejbližšího vývoje, tedy že učení má předbíhat vývoj. Přispívá k rozvoji myšlení a tvořivosti. (*Zormanová, 2012*).

## **1.7 VÝUKA GEOMETRIE NA 1. STUPNI ZŠ**

### **1.7.1 GEOMETRICKÉ TVARY**

Se žáky na 1. stupni pokračujeme v procvičování prostorové představivosti, se kterou se začíná již v mateřské škole. Při práci používáme špejle, párátko, korálky a provázek, stavebnice – rozvíjíme hmatovou stránku.

K tomu, abychom mohli jmenovat ostatní tvary je zapotřebí bod, jenž je asi tím nejtypičtějším geometrickým bezrozměrným útvarem. Pomocí bodu jsou definovány ostatní tvary. Úsečka, přímka, polopřímka. Rozlišujeme a jmenujeme základní geometrické tvary, kterými je obdélník, čtverec, trojúhelník, kruh, kružnice; poznáváme postupně jejich vlastnosti. Špejle, párátko, korálky a provázek, stavebnice později doplníme o počítačový software.

### 1.7.2 GRAFICKÉ ZNÁZORŇOVÁNÍ

Nepostradatelnou složkou průpravy k ovládnutí počátků geometrie je cvičení vizuální paměti, postřehu a rozvoj schopností vnímat rozložení a umístění objektů v rovině a v prostoru.

Grafická znázorňování vedou k cílevědomému rozvoji řízeného užívání symbolů. Tomu však musí předcházet znázorňování prostoru (modelování, hry s kostkami a stavebnicemi). Je třeba naučit děti sestavovat rozstříhané geometrické obrazce (rozstříhané postupně na 2–4 pravidelné části – obdélník, čtverec, v pruzích nebo podél úhlopříček, kruh na pásy a výseče). Později učíme žáky sestavovat i tvary rozstříhané na nepravidelné části (podle předlohy, po důkladném procvičení volíme sestavování bez předlohy). Grafické znázorňování přechází postupně v různé náčrty, rýsování.

Pokud žáci zvládnou modelování a grafické znázorňování, můžeme přistoupit k řešení úloh.

## 1.8 POHLED NA UČEBNICE MATEMATIKY PRO 5. ROČNÍK ZŠ

Učebnic matematiky pro 5. ročník ZŠ je díky mnoha nakladatelstvím velké množství. Nejsou jen v tištěné formě, ale nakladatelství poskytují i interaktivní verzi, která vede k lepšímu, názornému pochopení. K učebnicím jsou vydávány pracovní sešity k procvičování. Ve škole, kde učím, máme k dispozici dva druhy učebnic, a sice – Matematika pro 5. ročník, nakladatelství Alter, 2009, Matematika se čtyřlístkem, nakladatelství Fraus, 2015. Obě učebnice odpovídají pojetí a cílům RVP ZV.

### 1.8.1 MATEMATIKA PRO 5. ROČNÍK ZŠ, JUSTOVÁ J., NAKLADATELSTVÍ ALTER, 2009

Učebnice a pracovní sešity odpovídají pojetí a cílům RVP ZV. Učivo geometrie se v učebnici pravidelně střídá s učivem aritmetiky.

Geometrická část je viditelně označena na stránce vpravo nahoře růžovým obdélníkem s nápisem GEOMETRIE a tomuto učivu je věnována 1 až 2 stránky. Uvedeny jsou základní údaje o tématu, několik cvičení. K učebnici jsou vydány dva pracovní sešity k důkladnému procvičování.

Dle mého názoru je učebnice přehledná, v každé kapitole vede žáky k zopakování již nabytých znalostí, zkoumání – badatelská otázka.

### **1.8.2 MATEMATIKA SE ČTYŘLÍSTKEM PRO 5. ROČNÍK ZŠ, PĚCHOUČKOVÁ Š., KAŠPAROVÁ M., RAKOUŠOVÁ A., NAKLADATELSTVÍ FRAUS, 2015**

Učebnice je velice zajímavě zpracovaná, rozvíjí mezipředmětové vztahy. Každá kapitola učebnice je věnována jednomu státu Evropy, je doplněna zajímavostmi z dané země, někde jsou uvedeny pamětihodnosti, jinde zvyky nebo pár slovíček, které se žáci mohou rychle naučit.

Učivo matematiky je rozděleno v první polovině učebnice aritmetika a druhé polovině geometrie. Vizuálně není učivo geometrie vkládáno mezi aritmetiku, jako je tomu v jiných učebnicích, ale autorky doporučují geometrické učivo průběžně zařazovat mezi aritmetické učivo. V učebnici je označeno červenou krychličkou se stránkou geometrie.

K učebnici jsou vydané dva pracovní sešity na procvičování. Učebnice je velice pěkně vedená. Autorky posunuly výuku do dalších dimenzí a sice v hybridním pracovním sešitě umožňuje žákům vybrat si interaktivní cvičení k probíranému učivu na každé stránce, kde je umístěn procvičovací kód. Dochází k propojení tištěného sešitu s online procvičováním zdarma na portálu Škola s nadhledem. Učitel, který má možnost se přihlásit do portálu Škola s nadhledem má tak možnost sledovat domácí procvičování žáků.

## **1.9 VYBAVENÍ ŠKOLY VÝPOČETNÍ TECHNIKOU**

Počty počítačů, jejich typy a další informační technologie ve školách sleduje MŠMT. Informace jsou zjišťovány každoročně ve výkazu o ředitelství škol (R13-01), který na základě povinností dané školským zákonem<sup>1</sup> poskytují MŠMT ředitelé všech škol. *(Informační technologie ve školách v České republice – 2021)*

---

<sup>1</sup> Předpis č. 561/2004 Sb., zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (Školský zákon).

Počet počítačů, dle ČSÚ, přepočtených na 100 žáků v roce 2021 byl 20,7 počítače. Zvláště na prvním stupni ZŠ bylo dostupných 30,2 počítače na 100 žáků. *(IT ve školách v ČR, ČSÚ z 18. 5. 2022 – analýza)*

Škola, ve které učím, je vybavena dvěma počítačovými učebnami, každá s třiceti počítači. Vzhledem k tomu, že jsem se ve své diplomové práci zaměřila na páté ročníky, kde je momentálně 60 žáků, z toho 2 žáci se učí dle § 38<sup>2</sup>, pak vychází v pátých třídách zaokrouhleně jeden žák na jeden pevný počítač v počítačové učebně.

Celkem je ve škole 20 tříd a v každé třídě je učitelský pevný počítač propojený s interaktivní tabulí a k tomu má každý učitel k dispozici notebook.

O všechny počítače se stará externí IT firma, která zajišťuje instalaci veškerých výukových programů, technicky zajišťuje provoz počítačů, organizuje školení pro učitele v oblasti výpočetní techniky.

### 1.10 BYOD<sup>3</sup>

Princip BYOD ve výuce popisuje situaci, kdy si žáci nosí do školy cíleně pro účely výuky svoje vlastní přenosná zařízení – nejčastěji notebooky, tablety, smartphony.

Možnost používat vlastní zařízení žáků uvedla ve svých výkazech pouze přibližně pětina ZŠ 1. stupně. *(ČSÚ-Infomační technologie ve školách v ČR-2021, data z 18. 5. 2022, s. 8)*

### 1.11 GEOGEBRA

Tvůrcem GeoGebry je Markus Hohenwarter. GeoGebra je open source software, který vznikl v roce 2001, primárně je určen pro výuku na základních a středních školách. *(wordsimilarity.com/cs/geogebra)*

Vztahy mezi geometrií a algebrou umožňuje žákům lépe pochopit, neboť umí geometrický objekt popsat algebraicky, a naopak umí nakreslit z jeho algebraického

---

<sup>2</sup> Plnění PŠD podle § 38 odst. 1, písm. a-c) ŠZ

<sup>3</sup> Bing Your Own Device = Přines si své vlastní zařízení

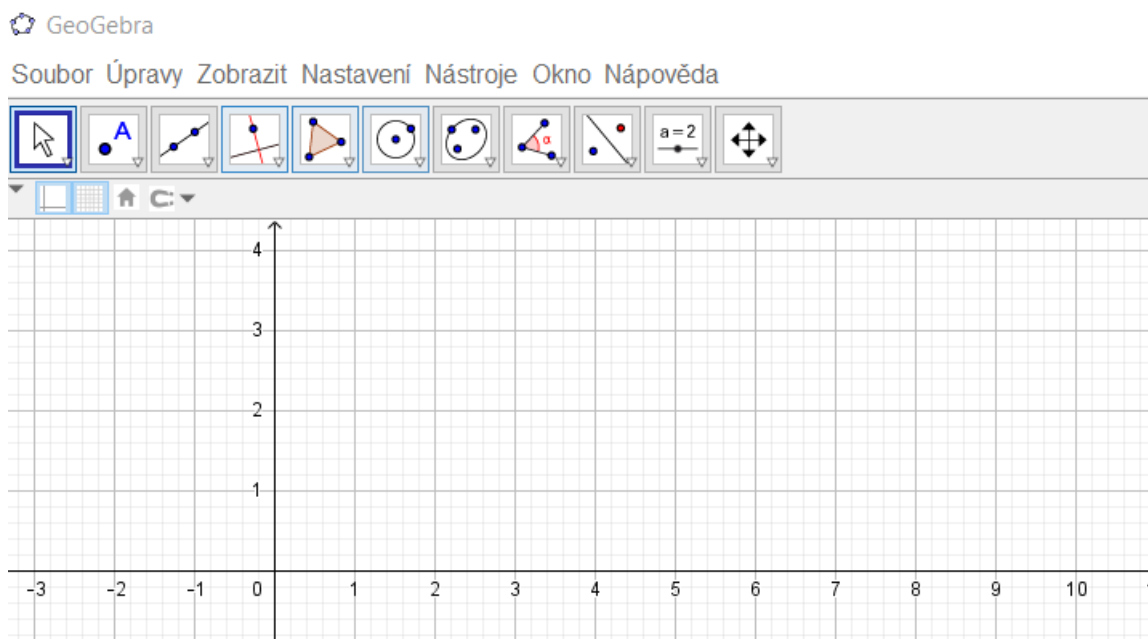
popisu. Proto se může využívat již od základních škol, kde se v prostředí GeoGebry dají sestavit základní geometrické konstrukce, tak ve vyšších ročnících gymnázia, kde se díky GeoGebře dá názorně vysvětlit např. analytická geometrie.

GeoGebra rozvíjí žákovu představivost. Žák si lépe představí třeba přímku, proč musí být dána minimálně dvěma body, polopřímku.

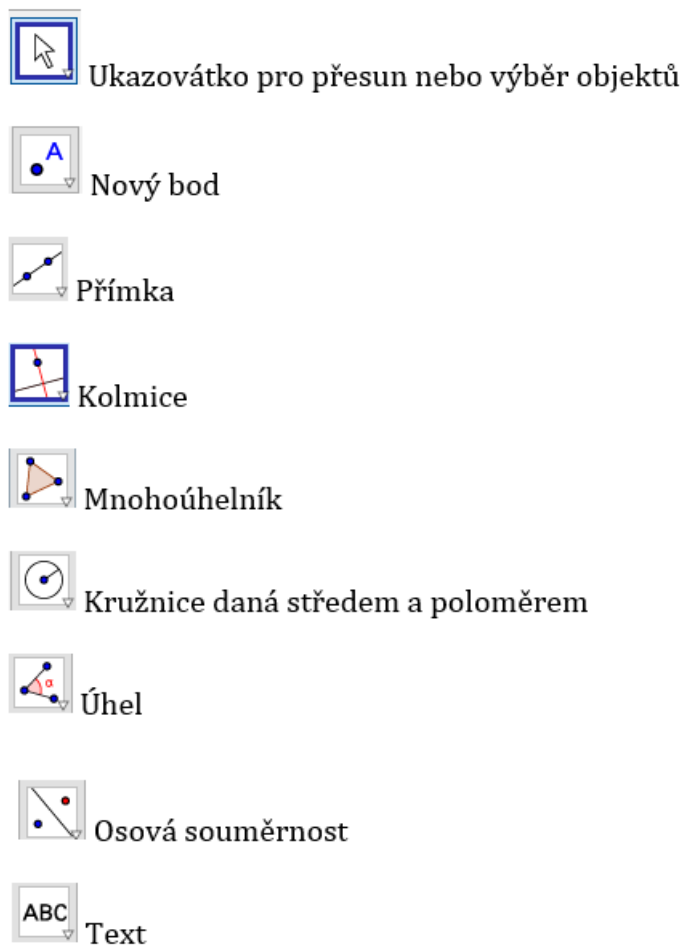
Nejprve je nutné naučit žáky s tímto programem pracovat. Začínáme seznámením s nástroji, které budeme při řešení využívat, po spuštění programu v levém horním rohu.

Všechny nástroje mají v pravém dolním rohu trojúhelníček, kterým rozbalí nabídku. Když žák najede kurzorem na nástroj, zobrazí se mu malá nápověda.

V GeoGebře pracují žáci trochu jiným způsobem nežli při klasickém rýsování. Práce je čistá, kdykoliv se dá bez obtíží smazat, žádná roztrhlá stránka v sešitě při gumování, nebo se jen vrátí o pár kroků zpět, objevují další možnosti řešení.



Obrázek 1 GeoGebra – plocha



Obrázek 2 GeoGebra – předpřipravené nástroje



## 2 PRAKTICKÁ ČÁST

Pracovní listy jsem vytvořila jako alternativní možnost procvičení geometrického tématu za pomoci GeoGebry. Celkem jsem vybrala a s žáky dvou pátých tříd vyzkoušela pět témat z geometrie na konci 5. ročníku.

Ve třídě 5. A používají od 3. třídy učebnici Matematika se čtyřlístkem, nakladatelství Fraus a v 5. B používají od 3. třídy učebnici Matematika pro 5. ročník ZŠ, nakladatelství Alter.

Všechny úlohy řešili žáci nejprve pomocí tužky, papíru, dvou pravítek a kružítka a potom pomocí počítačového softwaru GeoGebra.

Nejprve bylo nutné seznámit žáky s nástroji GeoGebry. Ukázali jsme si, jak nastavíme plochu (Soubor → Nové okno) pro řešení dané úlohy, jak odstraníme osy, mřížku a potom jsme začali zkoumat. Postupně jsme vyzkoušeli nadefinované nástroje. Žáci po čase poznali, že výhodou GeoGebry je názornost a rychlost.

### 2.1 VÝUKA BEZ POČÍTAČE

Úlohy, které měli žáci řešit pouze s rýsovacími potřebami, byly shrnutím toho, co se v páté třídě naučili anebo zopakovali z předešlých ročníků.

Jednotlivá témata byla rozvržena do 5 vyučovacích hodin.

1.hodina – Bod, úsečka, přímka, polopřímka, základní geometrické obrazce

2.hodina – Geometrické obrazce – obvod, obsah

3.hodina – Souřadnice bodů

4.hodina – Kružnice, kruh

5.hodina – Osově souměrné útvary

Ne každému žákovi se hned vše vybavilo, ale bylo vidět, že se každý snažil ze všech sil.

## 2.2 VÝUKA S VYUŽITÍM POČÍTAČŮ

Výuka probíhala vždy v počítačové učebně, každý žák měl k dispozici počítač s nainstalovaným programem GeoGebra. Žáci měli zpracovat stejná témata z geometrie, jen s tím rozdílem, že pracovali na počítačích v programu GeoGebra.

Učitelův počítač v počítačových učebnách je propojený se žákovskými počítači, a tak je možné sdílet vzájemně vytvořené úlohy. Vytvořila jsem složku M5.A, M5.B, nahrála soubor s úlohami v PL a každý žák si jednotlivé PL zkopíroval do svého počítače. U každé složky byly vytvořeny podsložky PL1, PL2, PL3, PL4, PL5. Jakmile měl PL vyřešený, přes sdílení odeslal zpět učiteli do složky k tomu určené označené svým jménem. Učitel má možnost sdílet žákovu práci na interaktivní tabuli a vést diskusi s ostatními žáky o provedeném řešení.

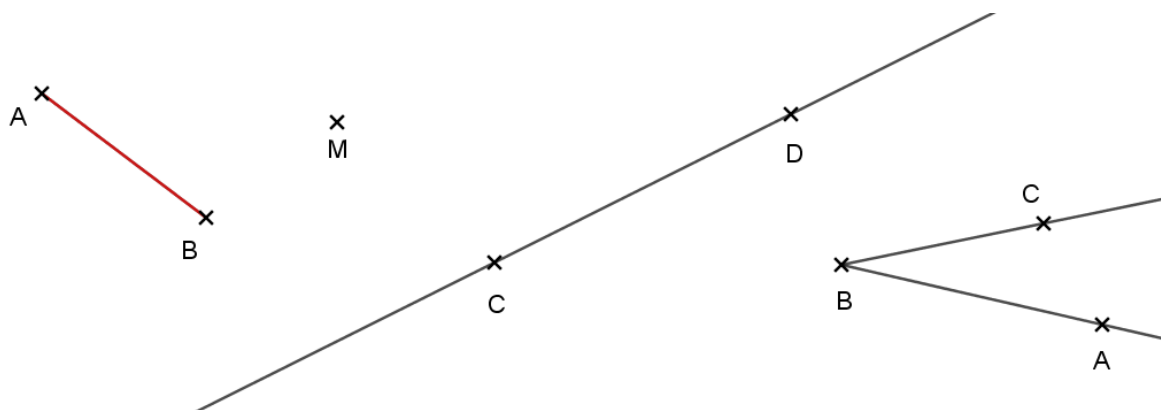
## 2.3 PRACOVNÍ LISTY

V pracovních listech (dále jen PL) jsem vybrala z každé učebnice jednu úlohu a doplnila vlastní úlohou se žákovským zpracováním v programu GeoGebra, což bylo pro žáky nové. Žáci úlohu nasdíleli na interaktivní tabuli, vznikl tak prostor pro diskusi mezi učitelem a žáky. Vznikla spousta otázek k tématu ze strany žáků i učitele, někdy i kuriózní řešení.

Na základě vybraných příkladů z obou učebnic jsem vytvořila PL, které žáci 5. ročníků zpracovali nejprve v klasické podobě – tužka, papír, kružítko, dvě pravítka, potom v programu GeoGebra, kde jsem u některých úloh napsala nástroje, které mají žáci použít. Po zdokonalení se v programu GeoGebra, jsem u některých úloh nechala na žácích, aby si nástroje vybrali sami.

### 2.3.1 PL1 – BOD, ÚSEČKA, PŘÍMKA, POLOPŘÍMKA – OPAKOVÁNÍ 4. ROČNÍKU

1, „Které základní geometrické útvary znáš?“ (Matematika pro 5. ročník ZŠ, s. 6, Alter 2009)



Obrázek 3 Bod, úsečka, přímka, polopřímka, učebnice Alter

2, „Narýsuj přímku  $m$ . Zvol na ní úsečku  $AB$  a bod  $K$ , který neleží na úsečce  $AB$ . Při plnění úkolu si můžeš úsečky a polopřímky vyznačit různě barevnými pastelkami,

a) Vypiš všechny úsečky, které leží na přímce  $m$ .

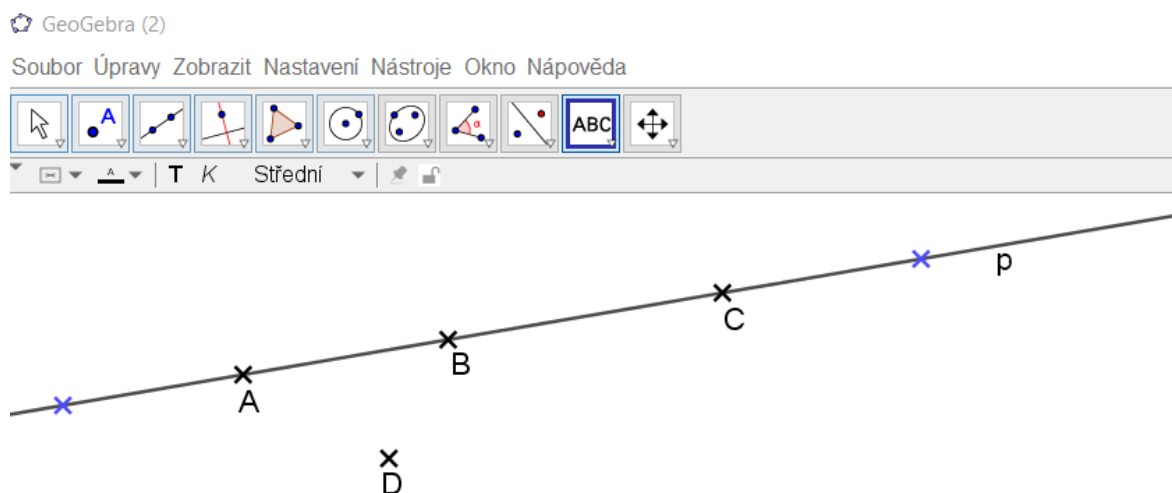
b) Vypiš všechny polopřímky, které leží na přímce  $m$ .“ (Matematika se čtyřlístkem, 5. ročník, s. 86, Fraus 2015)

V učebnici nakladatelství Alter jsou v úlohách vyobrazené základní geometrické útvary (názorná představa) a žák je má pojmenovat, objevují se zde také symboly pro zápis rovnoběžných, kolmých, různoběžných přímek, kdežto v učebnici nakladatelství Fraus jsou uvedeny úlohy, u kterých se předpokládá, že si žák vybaví dané základní geometrické útvary. Symbolika je zavedena ve 3. třídě, takže se jen opakováním fixuje.

**PL1.1,** Narýsuj přímku  $p$ , zvol body  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , které leží na přímce  $p$  a bod  $D$ , který na přímce  $p$  neleží.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** Bod, Přímka, Text



Obrázek 4 PL1.1, - jedno z možných řešení

**Diskuse učitel x žáci:** Je úloha správně řešena? Kolik má vlastně úloha řešení? Jaké geometrické útvary lze z obrázku vyčíst?

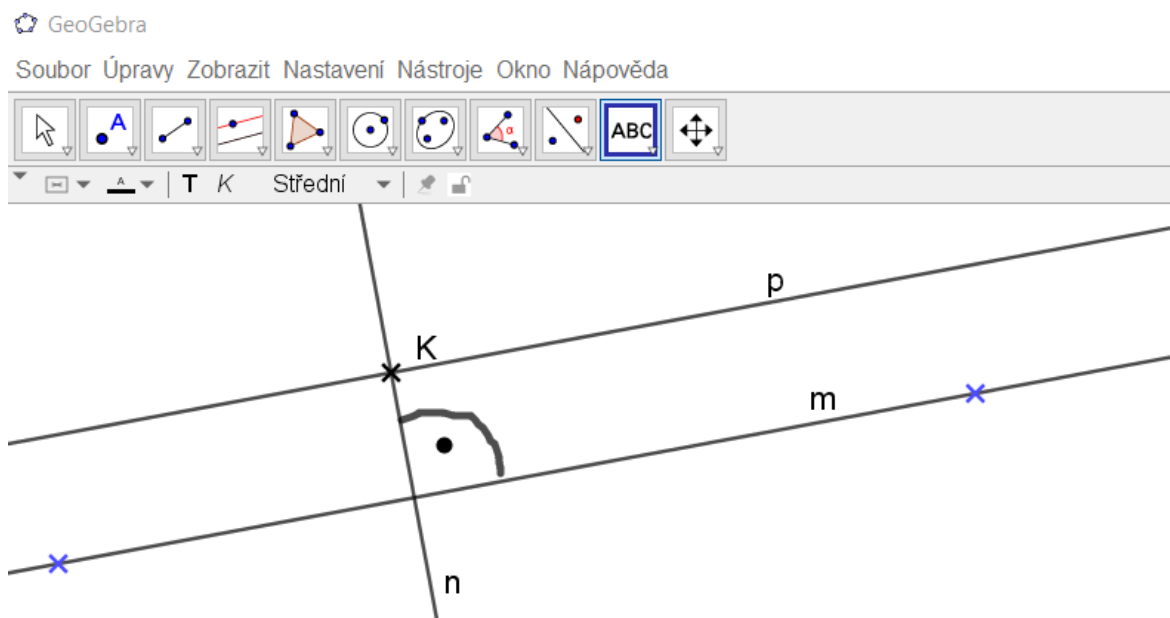
**Reflexe:** Úloha nebyla nijak těžká, žáci se seznámili s nástroji, které využijí i při dalších úlohách. Žáky překvapilo, že když chtějí narýsovat přímku v GeoGebře, musí zadat nástroj PŘÍMKA a dva body a potom vložit nástroj TEXT pro popis přímky. Při rýsování na papír postupují tak, že narýsují rovnou čáru, pojmenují a přímka je hotová.

**Cíl:** Žák si osvojí nástroje používané v GeoGebře.

**PL1.2,** Narýsuj přímku  $m$ , bod  $K$ , který na přímce  $m$  neleží. Bodem  $K$  ved' kolmici  $n$  k přímce  $m$ . Bodem  $K$  ved' rovnoběžku  $p$  s přímku  $m$ .

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** Přímka, Bod, Kolmice, Rovnoběžka, Pero, Text



Obrázek 5 PL1.2, - jedno z možných řešení

**Diskuse učitel x žáci:** Je zadaná úloha správně řešena? Co znamenají v GeoGebře modré křížky na přímce  $m$ ? Existuje pouze jedno řešení pro kolmici  $n$ ? Jaká je vzájemná poloha přímky  $m$  a  $p$ ?

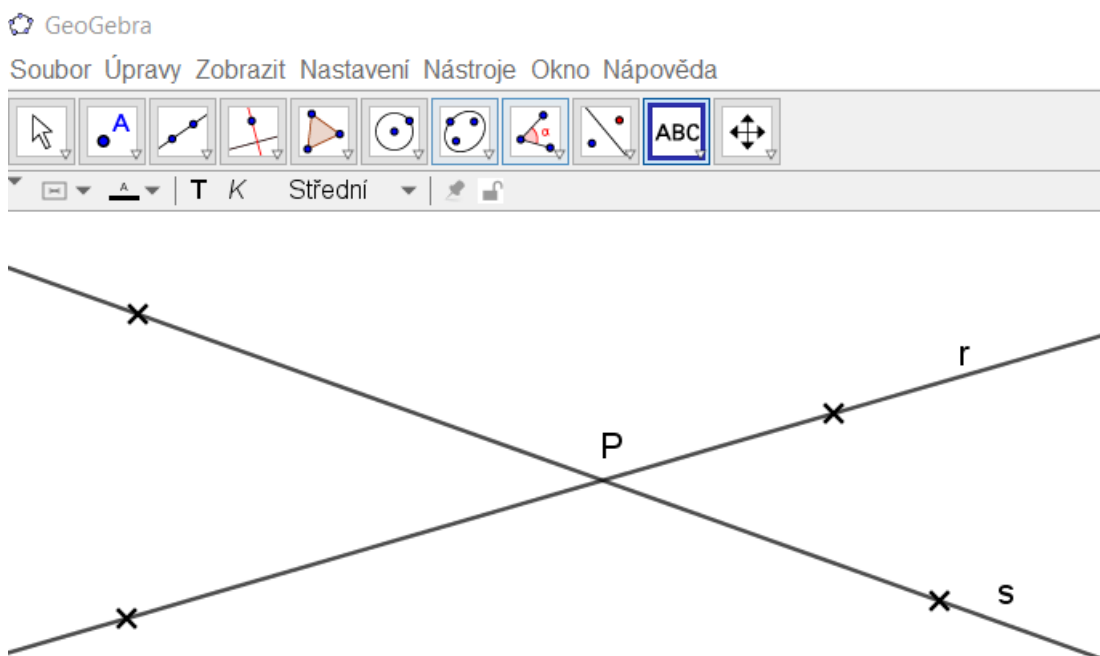
**Reflexe:** V této úloze je využita vzájemná poloha dvou přímek. Některým žákům připadalo rýsování rovnoběžky i kolmice jednodušší nežli pomocí pravítka s ryskou nebo dvou pravítek. Občas žáci zapomněli označení některé přímky nebo bodu  $K$ .

**Cíl:** Žák si osvojí nástroje kolmice, rovnoběžka používané v GeoGebře.

**PL1.3,** Narýsuj přímky  $r$ ,  $s$  tak, aby měly jeden společný bod  $P$ .

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** Přímka, Text



Obrázek 6 PL1.3, – jedno z možných řešení

**Diskuse učitel x žáci:** Jak říkáme společnému bodu obou přímek? Jaká je vzájemná poloha obou přímek? Kolika body je přímka zadaná?

**Reflexe:** Úloha byla opravdu lehká pro žáky, jen opět někteří zapomněli označení jedné z přímek. V několika případech se povedla situace kolmosti dvou přímek a vyvstala otázka: „Jsou v takovém případě různoběžné dvě přímky?“

**Cíl:** Žák si procvičí nástroje přímka, text používané v GeoGebře.

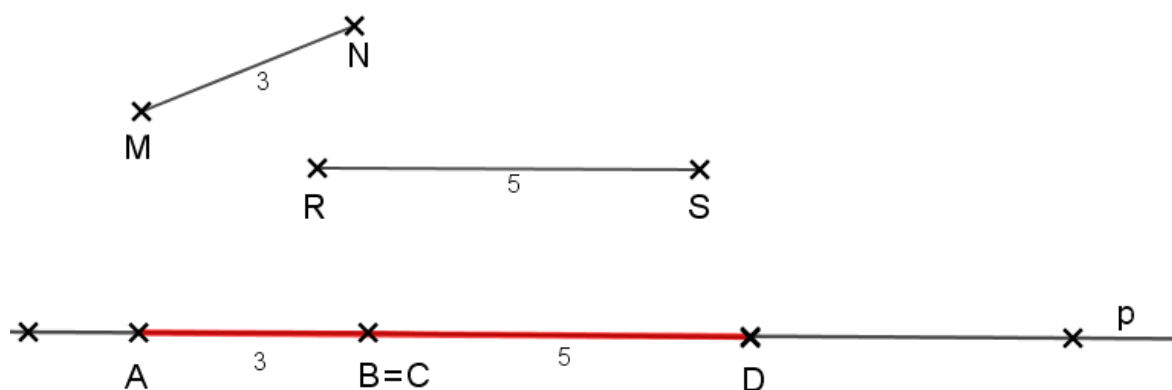
**PL1.4,** Narýsuj úsečky  $|MN| = 3$  cm,  $|RS| = 5$  cm. Sestroj jejich grafický součet. Vyznačte délku obou úseček.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

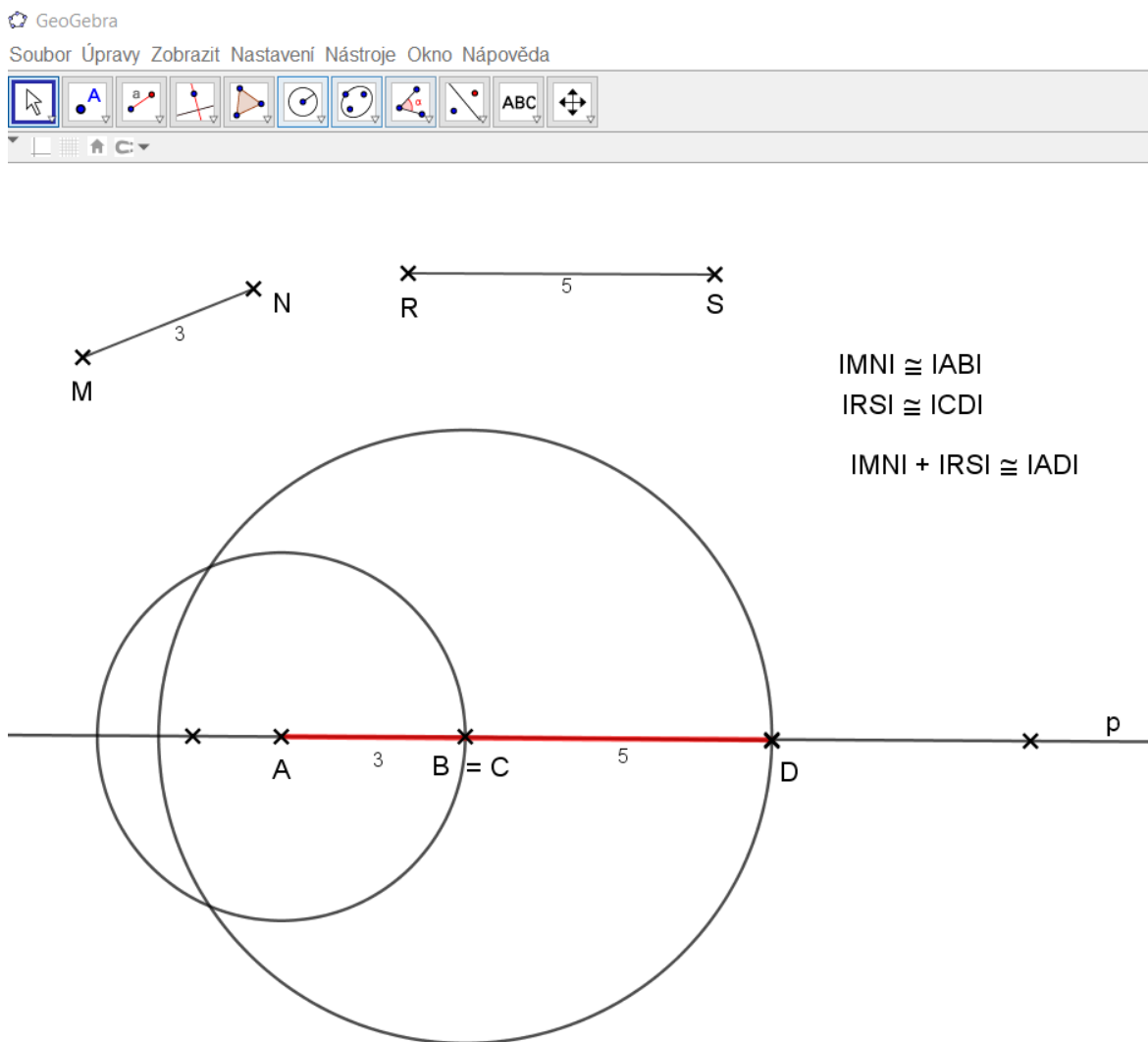
**Nástroje k řešení úlohy:** Úsečka s pevnou délkou, Přímka, Kružnice daná středem a poloměrem, Text

GeoGebra

Soubor Úpravy Zobrazit Nastavení Nástroje Okno Nápověda



Obrázek 7 PL1.4 a, - grafický součet úseček přenášením úseček s pevnou délkou



Obrázek 8 PL1.4 b, - grafický součet úseček pomocí kružnic

**Diskuse učitel x žáci:** Úloha je zpracována dvěma způsoby, je to správně? Jak jste přenesli obě úsečky na přímku p? Jaký poloměr má větší kružnice?

**Reflexe:** V této úloze se objevilo řešení přenosu nástroje úsečka s pevnou délkou na přímku. V diskusi s žáky bylo řečeno, že na papíře použijí buď pravítko a na přímku p prostě nanesou velikost 3 cm, k tomu potom 5 cm. Anebo že použijí kružítko s poloměrem 3 cm nanesou na přímku, pokračují úsečkou o velikosti 5 cm. Žádné kružnice tam nedělají, pouze malé obloučky. V GeoGebře se rýsují celé kružnice.

**Cíl:** Žák si osvojí nástroje úsečka s pevnou délkou, kružnice daná středem a poloměrem používané v GeoGebře.



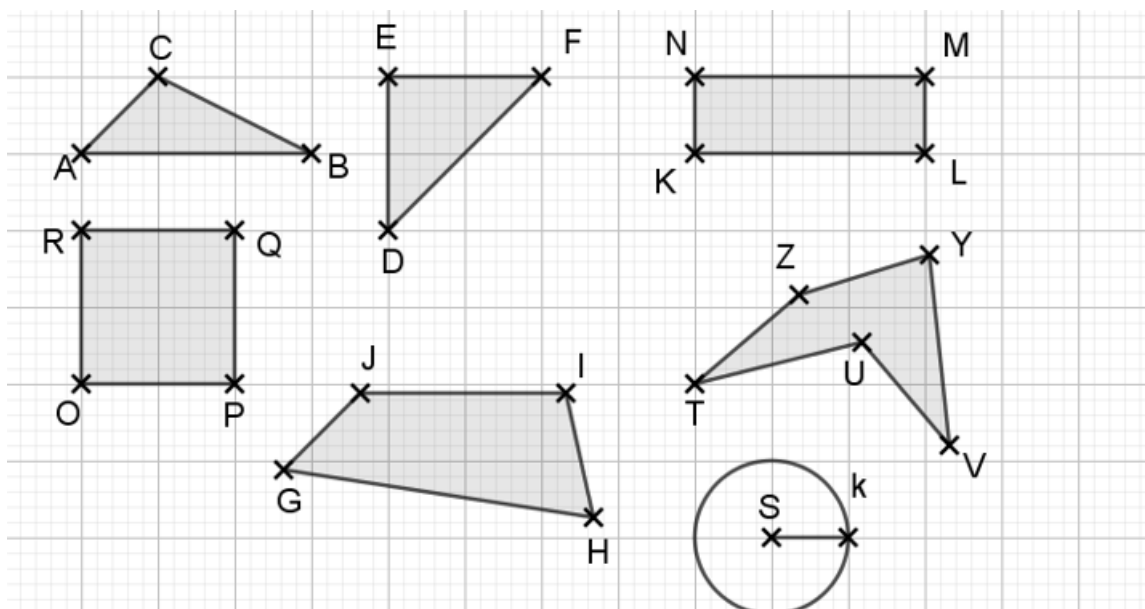
### 2.3.2 PL2 – GEOMETRICKÉ OBRAZCE – OBVOD, OBSAH

V učebnici nakladatelství Alter, s. 10, jsou vyobrazeny geometrické obrazce a žáci mají obrazce pojmenovat. U trojúhelníku, čtverce a obdélníku mají změřit délky stran a vypočítat obvod obrazce. V kružnici mají změřit poloměr a doplnit velikost průměru. Zmínka je zde o trojúhelníkové nerovnosti. Používají se symboly pro kolmost, rovnoběžnost).

V učebnici nakladatelství Fraus, s. 88-90, se také objevuje pojem trojúhelníková nerovnost, obvod trojúhelníku, poloměr a průměr kružnice, rozdělení trojúhelníků podle stran, obvod čtverce, obdélníku. Žáci si zde rozvíjejí jemnou motoriku skládáním rovnostranného trojúhelníku podle návodu. Úlohy jsou zadávány slovně.

V této učebnici se rozvíjejí mezipředmětové vztahy – používá se mapa k měření např. vzdáleností dvou měst – délka úsečky, mapa k měření vzdáleností mezi třemi městy – obvod trojúhelníku. Ověření znalostí je pestřejší.

1, „Pojmenuj geometrické obrazce, které znáš.“ (Matematika pro 5. ročník ZŠ, s. 10, Alter 2009)



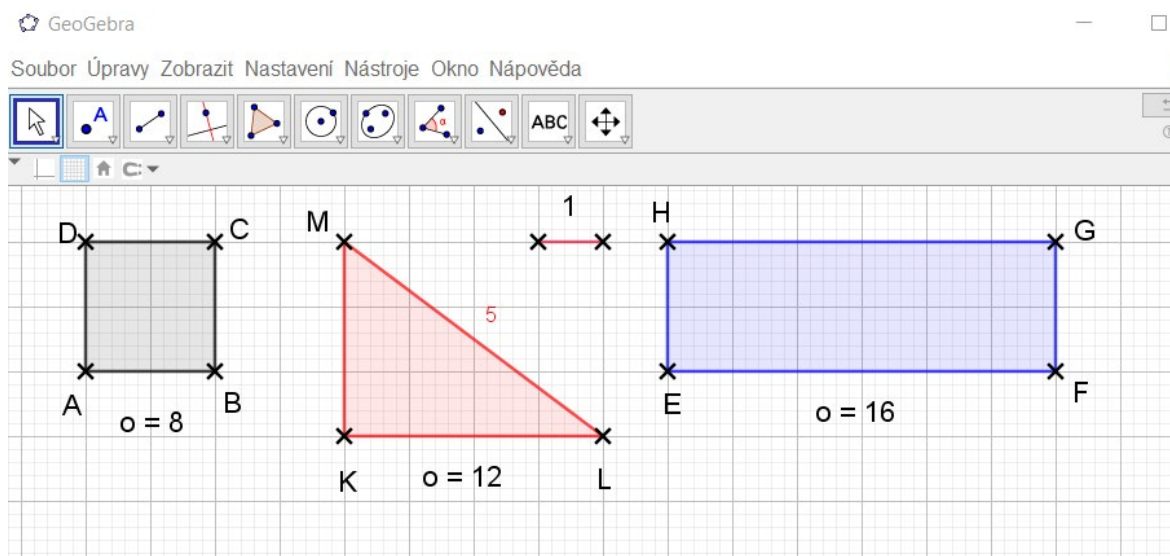
Obrázek 9 Geometrické obrazce – učebnice Alter, 4. ročník

2, „Řekni, co všechno víš o trojúhelníku.“ (Matematika se čtyřlístkem, 5. ročník, s. 88, Fraus 2015)

**PL2.1,** Narýsuj různými barvami čtverec ABCD, pravoúhlý trojúhelník KLM, obdélník EFGH pomocí mřížky a vypočítej a zapiš obvody těchto obrazců, když víš, že délka strany čtverečku čtvercové sítě je 1 cm.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** Mnohoúhelník, Text



Obrázek 10 PL2.1, - obvody obrazců pomocí mřížky

**Diskuse učitel x žáci:** Co je obvod obrazce? Jak obecně vypočítáme obvody narýsovaných obrazců? Proč je u pravoúhlého trojúhelníku jedna strana označena velikostí? Víím, jak se jmenuje? Jak se jmenují další dvě strany u pravoúhlého trojúhelníku, které jsou na sebe kolmé? Jaké jsou obvody narýsovaných obrazců? Co ještě dalšího mohu spočítat u těchto obrazců?

**Reflexe:** Žákům se práce s geometrickými útvary líbila. Zobrazení bylo pro ně jednoduché. Složitější bylo popisování vrcholů. Někteří zapomněli doplnit velikost obvodu obrazce.

**Cíl:** Žák si osvojí nástroj mnohoúhelník používaný v GeoGebře.

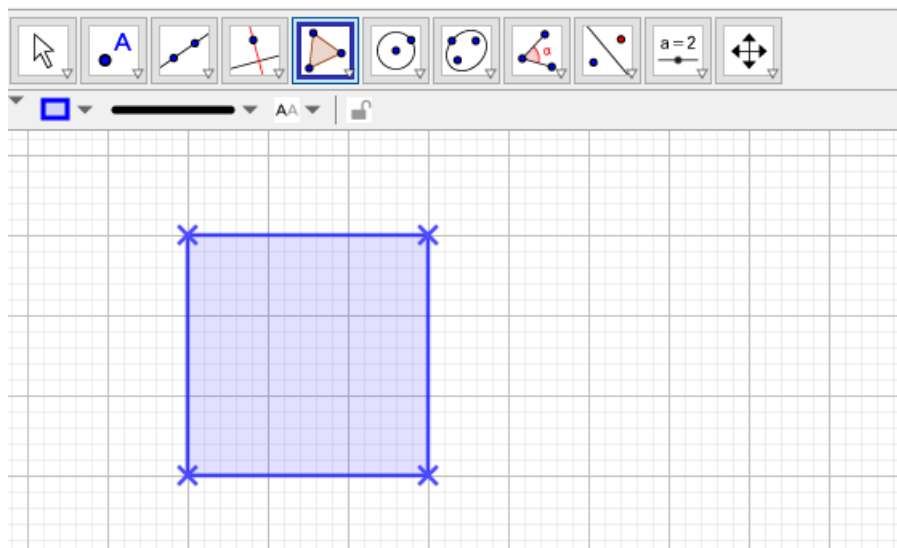
**PL2.2,** Vytvoř ve čtvercové síti čtverec, jehož obvod je 12 m. Délka strany čtverce ve čtvercové síti je 10 dm.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** Mnohoúhelník

GeoGebra (3)

Soubor Úpravy Zobrazit Nastavení Nástroje Okno Nápověda



Obrázek 11 PL2.2, - obvod čtverce

**Diskuse učitel x žáci:** Má úloha více řešení? Jak zjistím, jak dlouhá bude strana vytvořeného čtverce? Co všechno vím o stranách čtverce? Která jednotka délky je větší, metr nebo decimetr? Kolik má metr decimetrů?

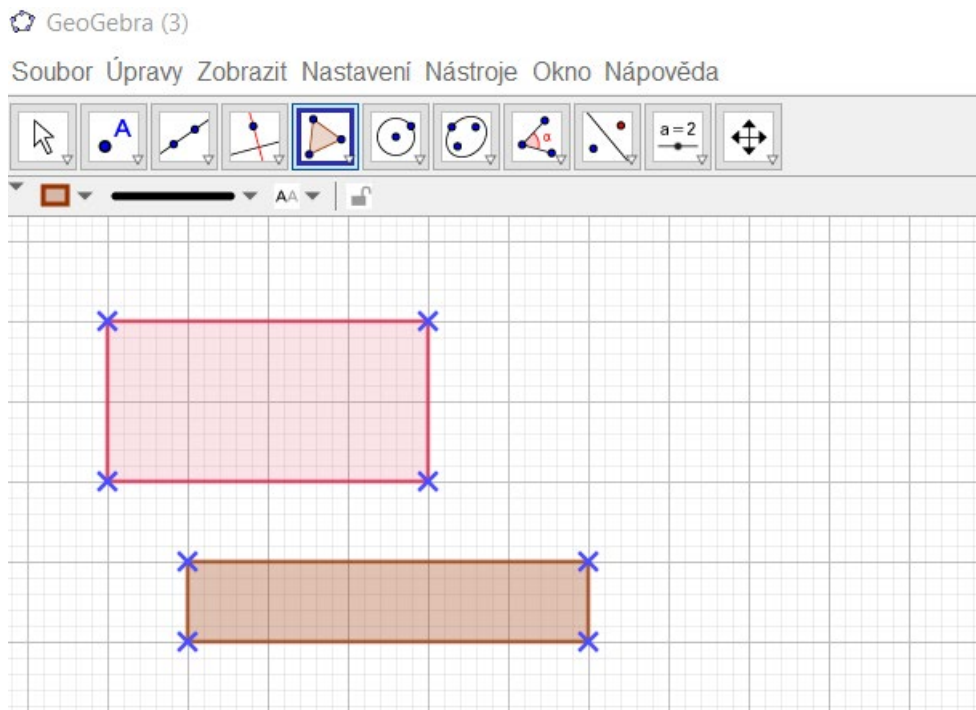
**Reflexe:** Někteří žáci zaměnili obvod za obsah obrazce a „nevycházelo jim to.“ Někdo měl problém s převody jednotek.

**Cíl:** Žák si procvičí nástroj mnohoúhelník používaný v GeoGebře.

**PL2.3,** Vytvoř ve čtvercové síti obdélník o obvodu 12 m. Délka strany čtverce čtvercové sítě je 1 m. Doplňte, jaké nástroje použijete.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplň



Obrázek 12 PL2.3, - obvod obdélníku 12 m

**Diskuse učitel x žáci:** Jaké nástroje jste použili? Jak vypočítám obvod obdélníku? Jak zjistím velikost sousedních stran obdélníku z obvodu?

**Reflexe:** Několik žáků spletla čtvercová síť a vytvořili místo obvodu obsah, aniž by si uvědomili jednotky pro obvod a obsah.

**Cíl:** Žák si procvičí nástroje používané v GeoGebře.

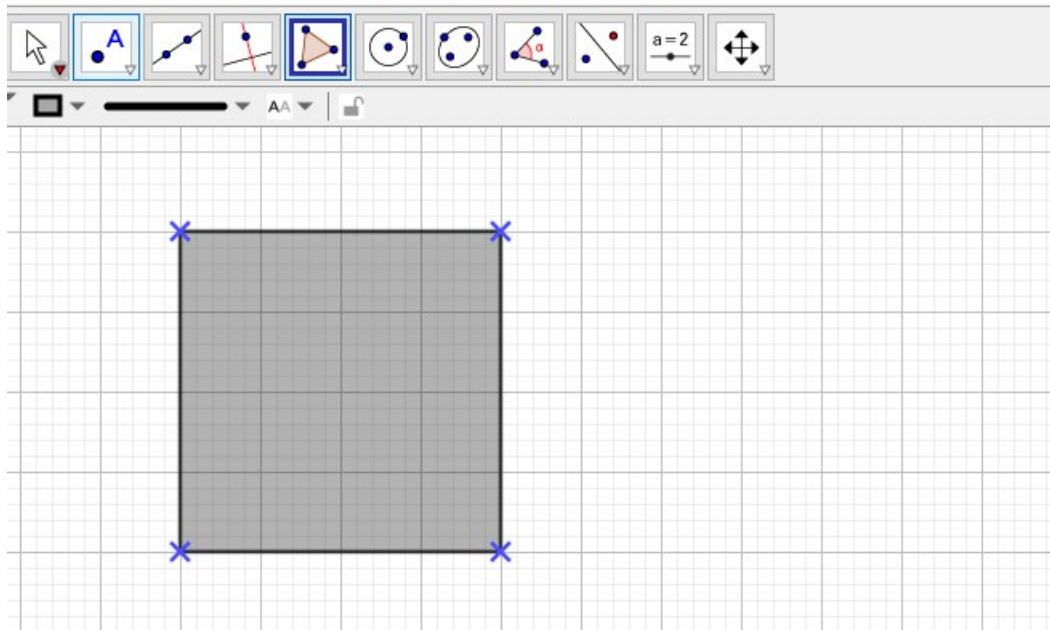
**PL2.4,** Vytvoř ve čtvercové síti čtverec o obsahu  $16 \text{ m}^2$ . Délka strany čtverce čtvercové sítě je 1 m. Doplň nástroj, který použiješ.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplň

GeoGebra (3)

Soubor Úpravy Zobrazit Nastavení Nástroje Okno Nápověda



Obrázek 13 PL2.4, - obsah čtverce

**Diskuse učitel x žáci:** Co vím o čtverci? Jaké jsou všechny jeho strany? Co vím o stranách sousedních? Co vím o stranách protilehlých? Co vím o jejich vzájemné poloze?

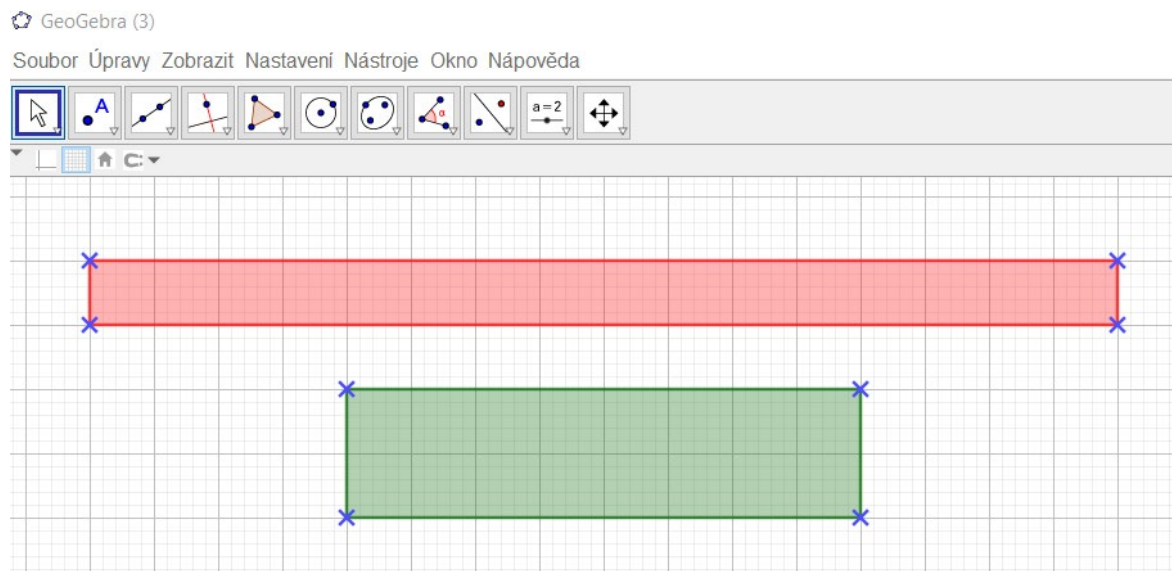
**Reflexe:** Opět se zde objevila chyba ve čtení s porozuměním, protože žáci uváděli kromě čtverce ještě obdélník.

**Cíl:** Žák si procvičí nástroje používané v GeoGebře.

**PL2.5,** Vytvoř obdélník o obsahu  $16 \text{ cm}^2$ . Délka strany čtvercové sítě je  $1 \text{ cm}$ . Uved' všechny možnosti.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** Mnohoúhelník



Obrázek 14 PL2.5, - obsah obdélníku  $16 \text{ cm}^2$

**Diskuse učitel x žáci:** Co je obsah obrazce? Jak jste postupovali při řešení úlohy?

**Reflexe:** Většina žáků četla s porozuměním, našli správná řešení. Několik žáků uvedlo pouze 1 řešení, někteří nečetli s porozuměním, a tak došlo k tomu, že uvedli jako další řešení čtverec  $4 \times 4 \text{ cm}$ .

**Cíl:** Žák si procvičí nástroje používané v GeoGebře.

### 2.3.3 PL3 – SOUŘADNICE BODŮ

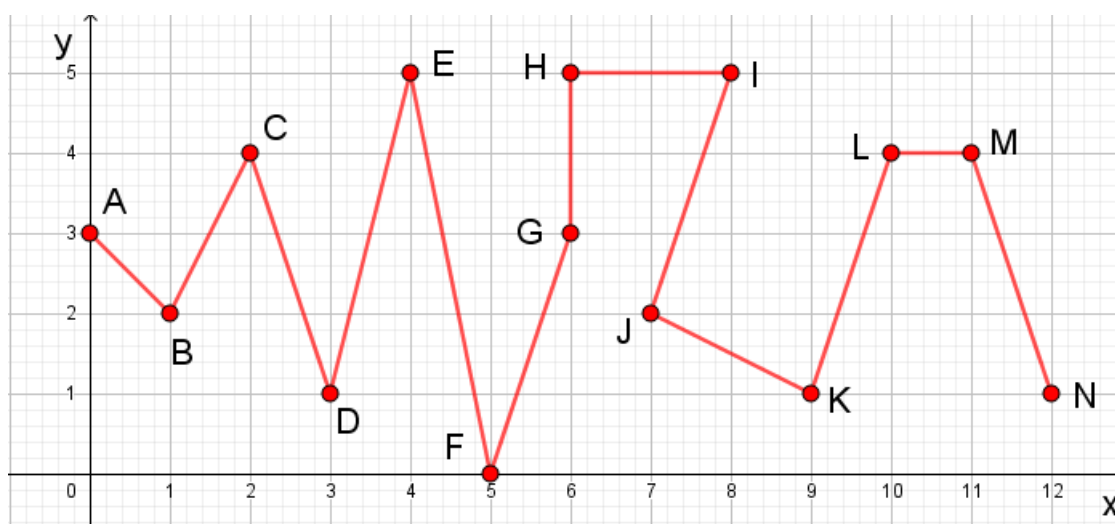
V učebnici nakladatelství Alter, s. 45, 5. třída jsou hned na začátku kapitoly o souřadnicích bodů čtyři věty, ve kterých je uvedeno, kde se mohou žáci s pojmem souřadnice setkat a že poloha (umístění) je vždy přesně určena.

1,

- „Radka seděla v kině na 6. sedadle ve 2. řadě.“
- Na mapě hledej město Tábor v políčku H3.
- Při šachové partii táhl střelcem na pole C2.
- Při pexesu Eva vzala kartičku ve 4. sloupci, 3. řadě.“

V učebnici nakladatelství Fraus se čtyřlístkem, s. 15, 5. třída je uvedena úloha na souřadnice bodů v opakování ze 4. třídy a potom se ještě objevují souřadnice bodů v učebnici 5. třídy, s. 73 v kapitole počítání s desetinnými čísly, s. 105 v kapitole souměrnosti.

2, „Urči souřadnice vyznačených bodů lomené čáry.“

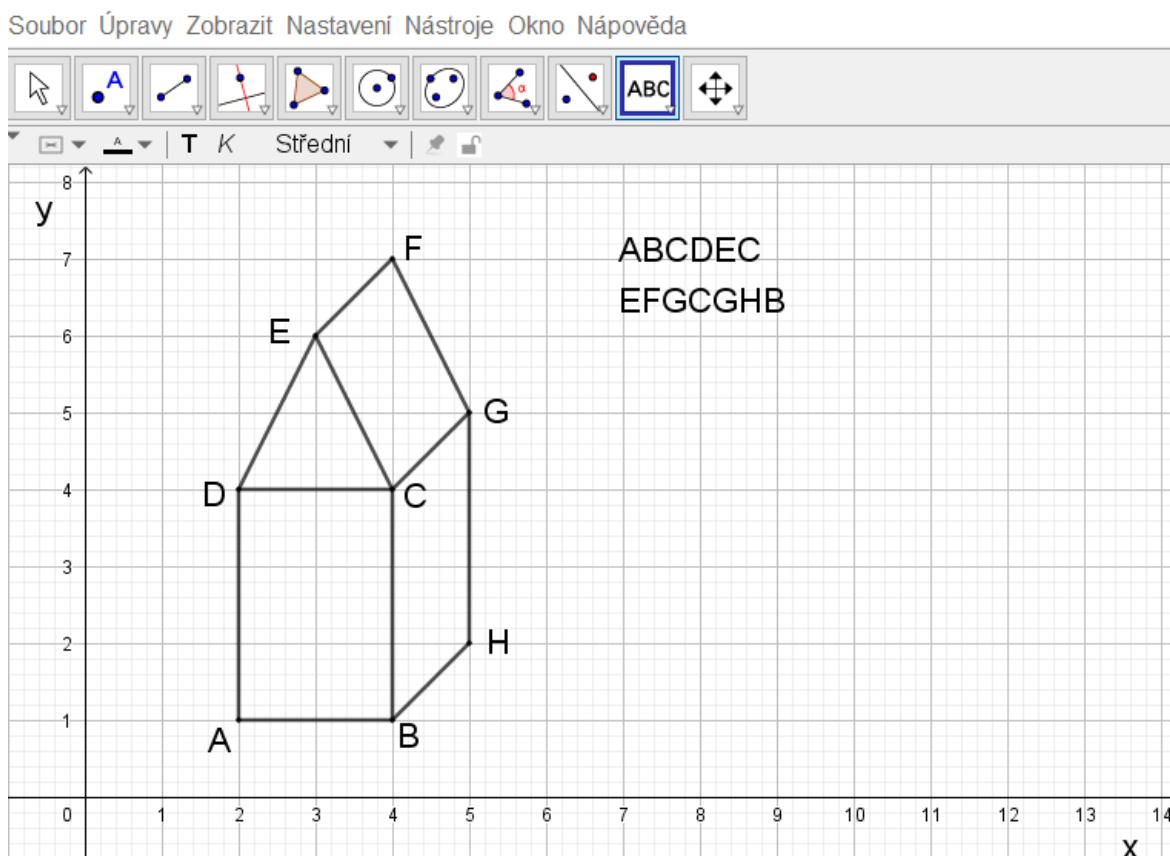


Obrázek 15 Souřadnice bodů, Matematika se čtyřlístkem

**PL3.1,** Body A [2;1], B [4;1], C [4;4], D [2;4], E [3;6], F [4;7], G [5;5], H [5;2] pomocí souřadnic umístěte do pravoúhlé soustavy (Kartézská soustava). Postupně body spojte tak, aby vám vyšel smysluplný obrázek. Napište cestu spojení bodů.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplň



Obrázek 16 PL3.1, - Souřadnice bodů

**Diskuse učitel x žáci:** Co popisujeme pomocí souřadnic? Jak označujeme osu vodorovnou, osu svislou? Museli jste nějaký úsek doplňovat?

**Reflexe:** Žáci většinou zapomínali označit osu vodorovnou a osu svislou. Vyhledávání bodů v GeoGebře podle souřadnic nebylo těžké jako vyhledávání s tužkou, pravítkem a papírem.

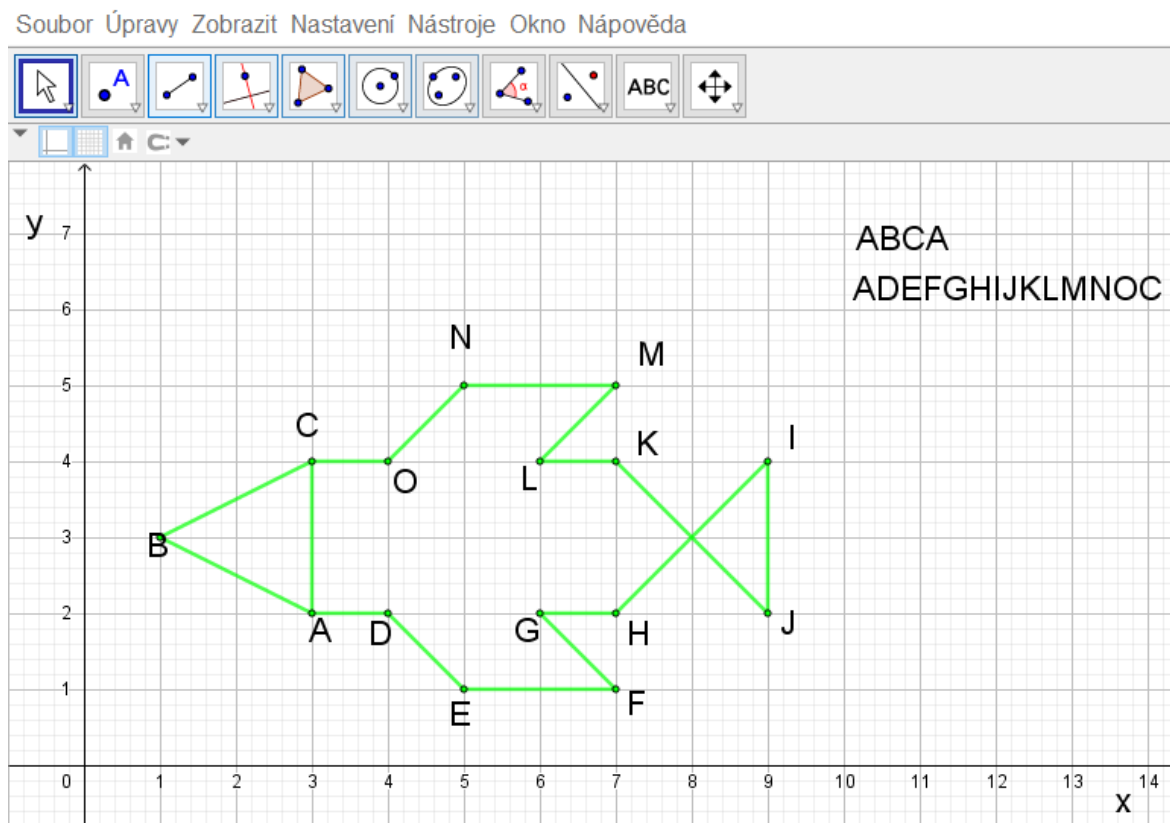
**Cíl:** Žák si procvičí nástroje používané v GeoGebře.



**PL3.2,** Vytvoř vlastní obrázek v soustavě souřadnic, zapiš souřadnice bodů a popiš cestu.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplň



Obrázek 17 PL3.2, - Soustava souřadnic – RYBA – vlastní tvorba žáka

**Diskuse učitel x žáci:** Mají některé body stejnou osu x? Jaké to jsou? Mají některé body stejnou osu y? Jaké to jsou? Je zapsaná cesta správná? Máme jinou možnost cesty? Můžeme některou část vynechat?

**Reflexe:** Žáky práce bavila, vymýšleli různé obrázky, i když se někdy dostali do zvláštních situací. Navrhli domeček jedním tahem, nakreslili hranatou labuť.

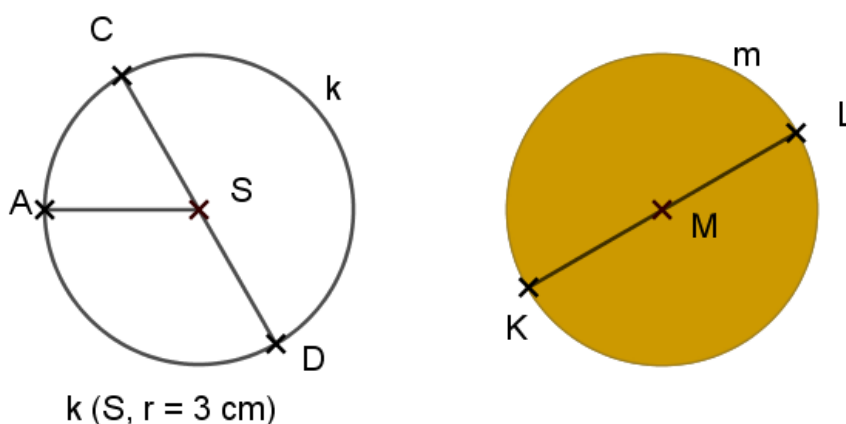
**Cíl:** Žák si procvičí nástroje používané v GeoGebře.

### 2.3.4 PL4 – KRUŽNICE, KRUH

Už ve 4. třídě v učebnici nakladatelství Alter se na jedné stránce hovoří o kružnici, kruhu. V učebnici nakladatelství Alter, s. 39, 5. třída je vyobrazena kružnice a kruh, vyznačený poloměr a průměr a uvedený zápis pro kružnici. Chybí zde např. co tvoří kružnici, co tvoří kruh.

V učebnici pro pátý ročník je uvedena pouze jedna vzájemná poloha dvou kružnic. Ve čtvrté třídě je uvedena další vzájemná poloha kružnic.

1, „Urči poloměr i průměr kružnice a kruhu:“



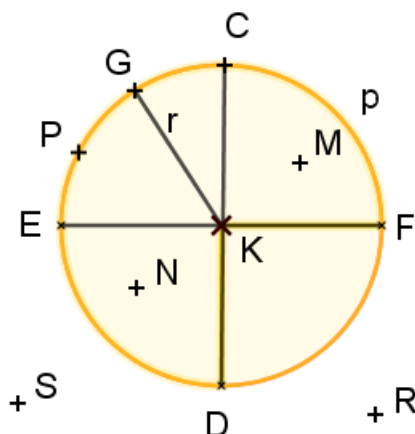
Obrázek 18 Kružnice, kruh – učebnice Alter

V učebnici nakladatelství Fraus, s. 82–87, 4. třída, je kružnici a kruhu věnováno více stránek. Srozumitelně je zapsáno, co tvoří kružnici a kruh, co potřebují žáci znát o kružnici a kruhu, které body náleží a nenáleží danému útvaru.

Jednotlivé kroky pro narýsování kružnice, kruhu pomocí kružítka. Jsou zde uvedeny vzájemné polohy dvou kružnic.

Vše je vhodně doplněno názornými obrázky. Opět je zde rozvíjena jemná motorika, vystřihávání, skládání z papíru.

2, „Najdi 11 údajů, které můžeš vyčíst z obrázku.“

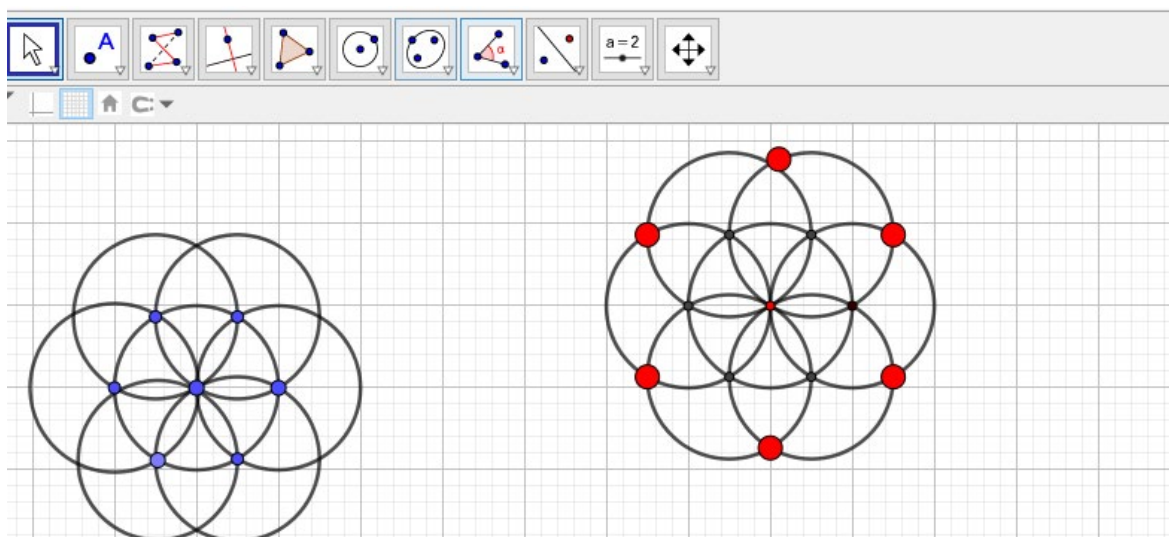


Obrázek 19 PL4 – Kružnice, kruh – učebnice Fraus, 4. třída

**PL4.1,** V GeoGebře vytvoř kytičku opakováním kružnic. Na kružnici o poloměru 2 cm, která bude tvořit střed, vyznač bod, a z tohoto bodu opiš kružnici o tom samém poloměru, postupuj po kružnici. Kytičku můžeš doplnit různobarevnými body.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplň



Obrázek 20 Kytička z kružnic

**Diskuse učitel x žáci:** Kružnice jsou lepší v GeoGebře než pomocí kružítka na papír. Bylo obtížné kytičku narýsovat? Nedovedl jsem si kytičku představit, ale když jsem narýsoval druhou, bylo vše jasné. Kolik bylo použito kružnic celkem?

**Reflexe:** Při rýsování kružítkem byl větší problém nežli v GeoGebře. Na vině je ve většině případů „kvalita“ pomůcek, které žáci používají. V této úloze žáci upřednostňovali GeoGebru, protože je možné změnit po zakreslení např. barvu bodů, kružnic.

**Cíl:** Žák si osvojí nástroj kružnice používané v GeoGebře.

### 2.3.5 PL5 – OSOVĚ SOUMĚRNÉ ÚTVARY

V učebnici nakladatelství Alter, 5. třída, s. 122 je jedna stránka věnována osově souměrným útvarům ve čtvercové síti a žáci je mají dokreslit podle zadaných souřadnic bodů.

S útvary souměrnými podle osy se začíná již ve 4. třídě, s. 99-100.

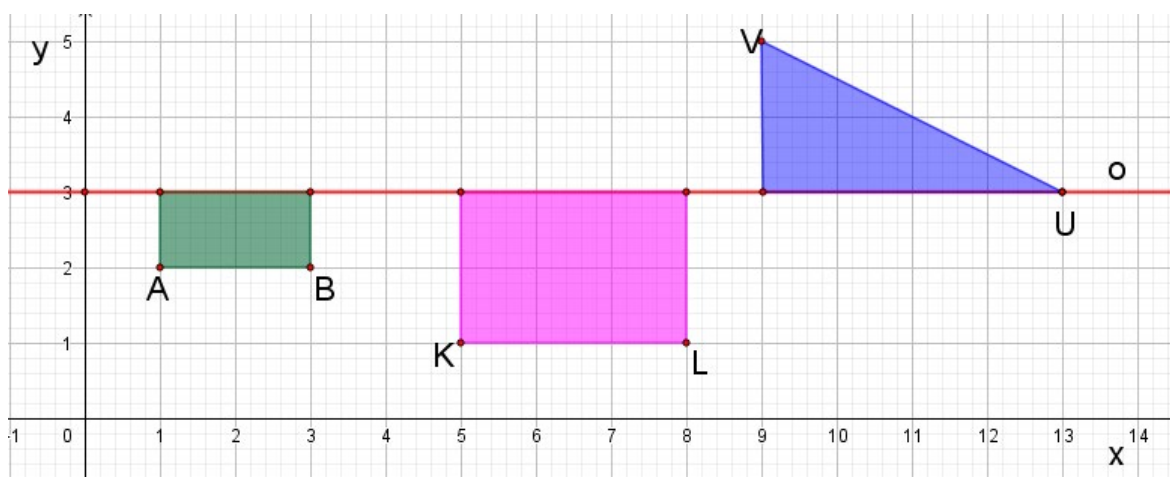
V učebnici nakladatelství Fraus, 5. třída, s. 90 jsem vybrala úlohu s obrázkem a žáci mají určit, zda daná přímka je osou souměrnosti.

1, „Dokresli do obrázku čtverec, obdélník a trojúhelník tak, aby všechny tyto obrazce byly souměrné podle vyznačené osy  $o$ . Označ vrcholy obrazců a zkoumej, zda jejich zápis pomocí souřadnic je správný.“ (“5. A 10. 5. 14. 5. 2021”)

Čtverec ABCD: A [1,2]; B [3,2]; C [3,4]; D [1,4]

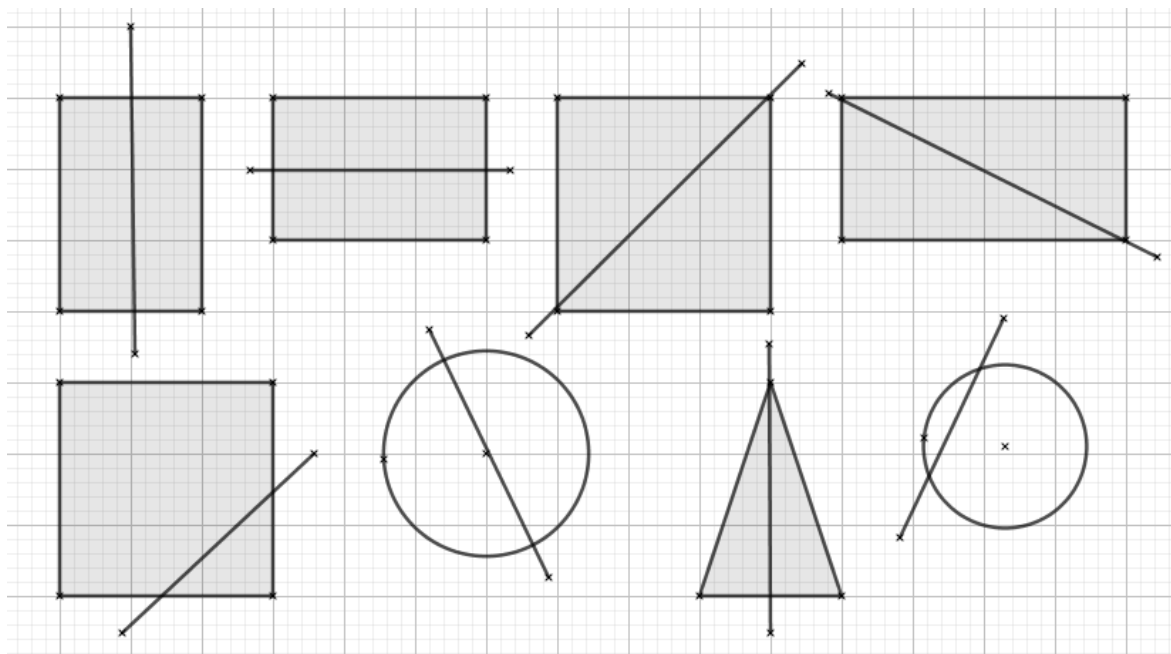
Obdélník KLMN: K [5,1]; L [8,1]; M [9,5]; N [5,5]

Trojúhelník TUV: T [11,2]; U [15,3]; V [11,5]



Obrázek 21 Osově souměrné útvary, učebnice Alter, 5. třída

## 2, „Která přímka je osou souměrnosti?“

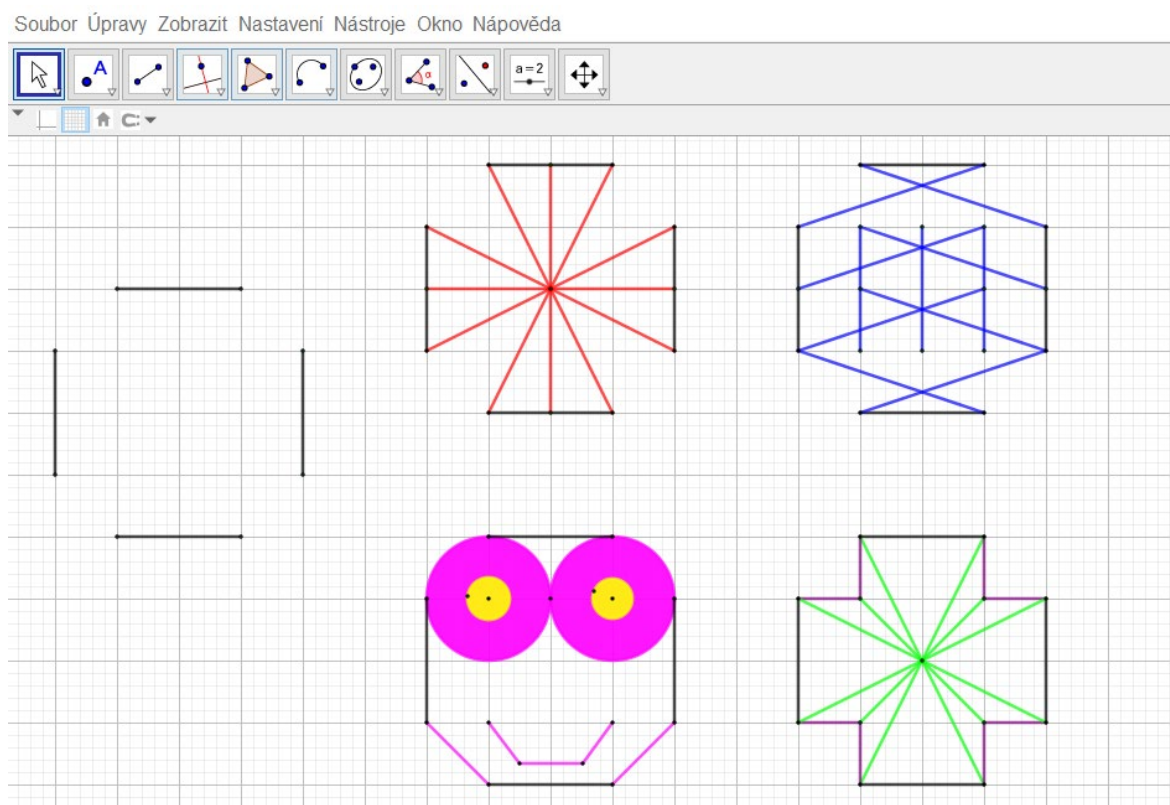


Obrázek 22 Osově souměrné útvary, učebnice Fraus, 5. třída

**PL5.1,** Vytvoř dle své fantazie osově souměrný útvar ze zadaných úseček. Můžete použít barvu, jen zadané úsečky nechte černé.

**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplň



Obrázek 23 PL5.1, - Osově souměrné útvary dle fantazie žáků

**Diskuse učitel x žáci:** Co vás vedlo k vytvoření útvaru? Jsou všechny útvary osově souměrné? Jak to zjistíme? Co vám útvary připomínají?

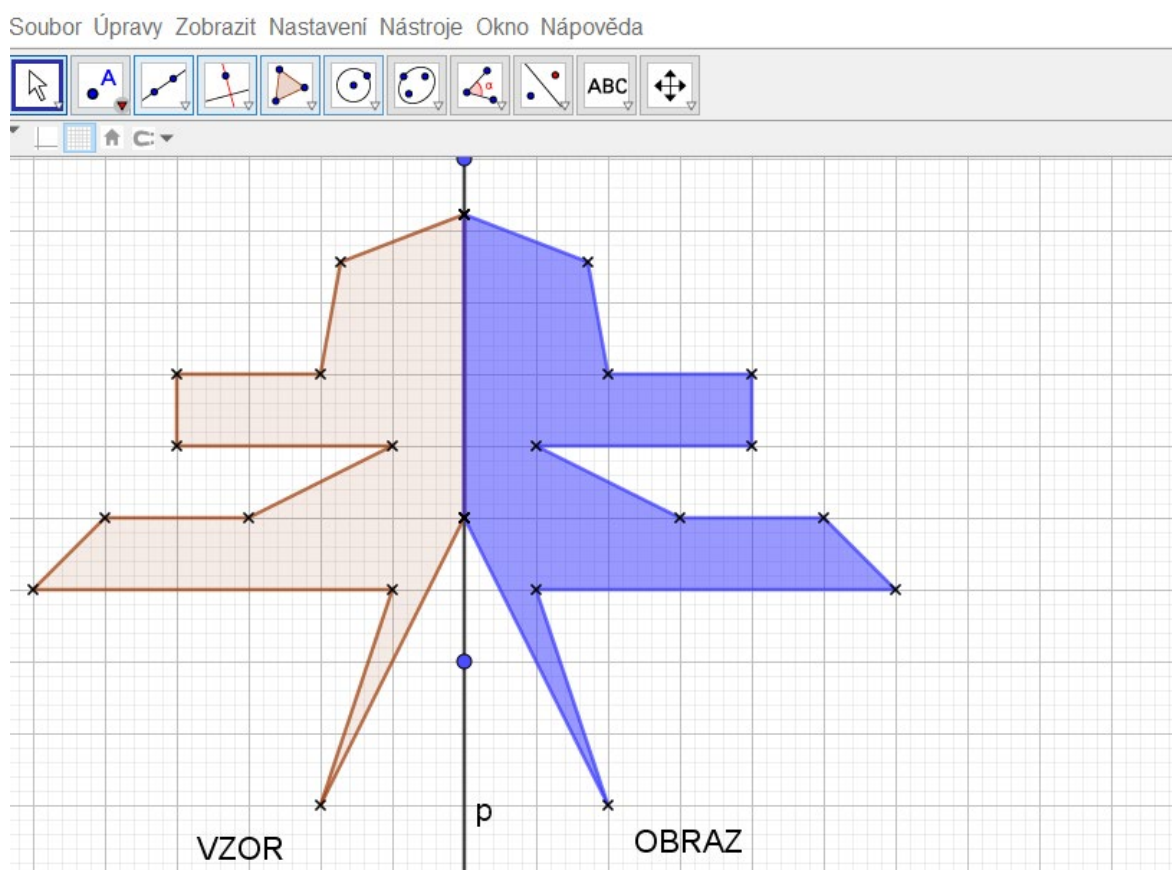
**Reflexe:** Žáci byli nadšeni, že mohou vytvořit útvar dle své fantazie, i když byli omezeni čtyřmi úsečkami. Společně jsme zkontrolovali, zda má útvar jednu nebo více os souměrnosti. Několik žáků uvedlo, že obličej osově souměrný není. Na první pohled se zdá, že je, ale ve žlutém kruhu jsou skoro stejným směrem dva černé body. Proto není osově souměrný. Byl to malý detail, kterého si ale žáci všimli.

**Cíl:** Žák si procvičí nástroje používané v GeoGebře.

**PL5.2,** Doplně osově souměrný útvar ve čtvercové síti. Změň vzor na jiný útvar.

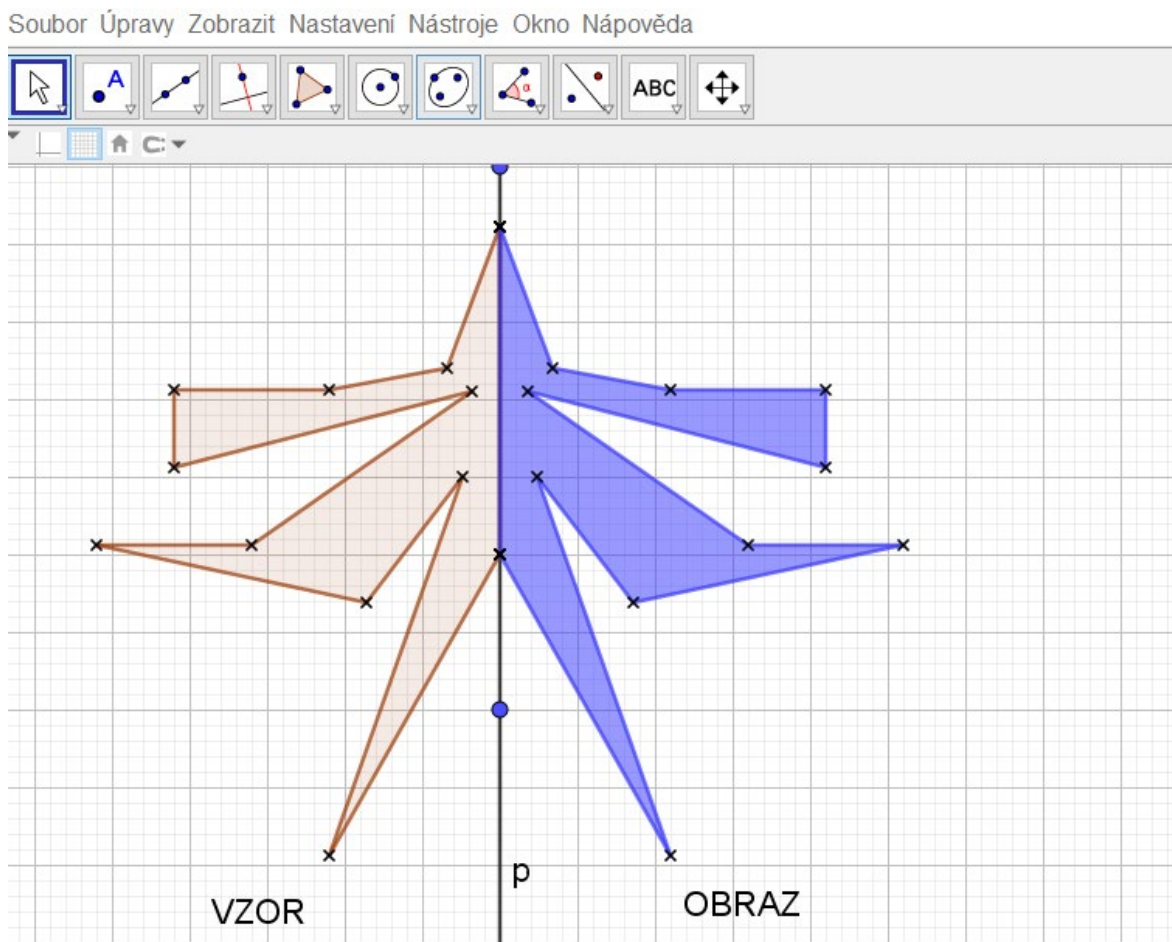
**Místo:** počítačová učebna, možnost sdílení práce žáků na interaktivní tabuli

**Nástroje k řešení úlohy:** doplně

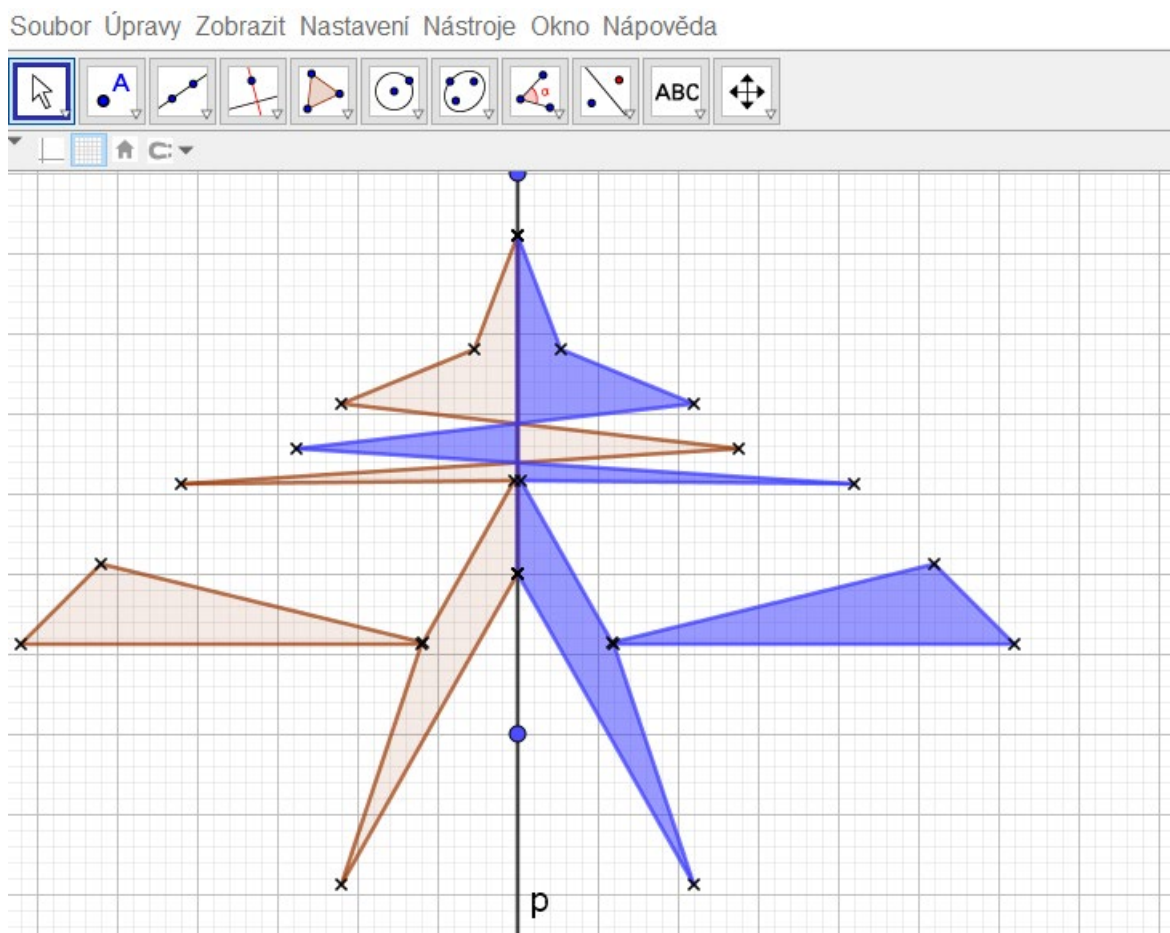


Obrázek 24 PL5.2, - žákem doplněný obraz





Obrázek 25 PL5.2, - modifikace



Obrázek 26 PL5.2, - modifikace 2

**Diskuse učitel x žáci:** Co je osově souměrný útvar? Může se pohnout vzorem i obrazem v osové souměrnosti?

**Reflexe:** Žákům přišla úloha lehká, ale zajímavá v dalších modifikacích. Žáci zjistili, že stačí v programu pouze změnit některé body, pak označit vzor a osu souměrnosti a další osově souměrný útvar je na světě. Zjistili, že když dají vzor na opačnou stranu, obraz se dostane také na opačnou stranu. To se jim moc líbilo. Připadalo jim to jako příšerky, a tak jim začali dávat jména, Dlouhuručka, Ušatec atd.

**Cíl:** Žák si osvojí nástroje používané v GeoGebře.

## ZÁVĚR

Téma diplomové práce ukazuje na rozdílný přístup ke geometrickým tématům v uvedených učebnicích napříč ročníky. To, co se probírá v učebnici nakladatelství Alter v 5. ročníku – např. téma Souřadnice bodů, se v učebnici nakladatelství Fraus probírá již ve 4. ročníku.

Touto prací jsem chtěla ukázat, jak vytvořit geometrii atraktivnější formou, která žáky více motivuje a jak nechat rozvinout jejich představivost.

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá vymezením učiva geometrie na 1. stupni ZŠ dle RVP ZV, Standardů matematiky a ŠVP.

V praktické části jsem provedla analýzu dvou učebnic, podle kterých se vyučuje na naší škole, dvě různá nakladatelství: Alter, Fraus.

Z učebnic jsem si vybrala pět témat, která žáci zpracovávali nejprve klasickým způsobem pomocí rýsovacích potřeb a potom použitím programu GeoGebra:

- bod, úsečka, přímka, polopřímka,
- geometrické obrazce – obvod, obsah,
- souřadnice bodů,
- kruh, kružnice,
- osově souměrné útvary.

S některými tématy se žáci setkají již ve třetí, čtvrté a posléze v páté třídě.

Učebnice od nakladatelství Fraus se mi líbila více, je více hravá. Jsou zde vyzdvíženy mezipředmětové vztahy, cvičení jsou na více stránkách. V učebnicích od nakladatelství Alter se většinou nové učivo soustředí jen na jednu až dvě stránky.

V praktické části si žáci vyzkoušeli úlohy pěti daných témat. Nejprve pracovali klasickým způsobem a poté využili program GeoGebra.

U klasické formy někteří žáci díky přineseným rýsovacím pomůckám nemohli lépe úlohu narýsovat. Ořezaná tužka a la kopyto nebo kružítko s nedostatečně dlouhou tuhou a některá vylomená pravítka. Někteří žáci nečetli s porozuměním, a tak se dopouštěli zbytečných chyb. Ostatní pracovali správně.

Ze všech úloh bylo pro ně nejzajímavější téma osově souměrné útvary.

Domnívám se, že výuka pomocí GeoGebry žáky nejenom nadchne, ale zároveň je pro ně vhodnou další přípravou na výuku na druhém stupni základní školy.

**RESUMÉ**

Diplomová práce se zabývá využitím počítačových technologií v hodinách matematiky, konkrétně geometrie pomocí volně dostupného programu GeoGebra v pátém ročníku základní školy.

V teoretické části jsem vymezila postavení matematiky na 1. stupni ZŠ z hlediska RVP ZV, Standardů matematiky a ŠVP.

V praktické části jsem uvedla vždy po jedné úloze z učebnice Matematika pro 5. ročník, nakladatelství Alter, 2009 a Matematika se čtyřlístkem, 5. ročník, nakladatelství Fraus, 2015. Pro žáky jsem vytvořila pracovní listy pro vypracování pomocí tužky, dvou pravítek, kružítka a poté v programu GeoGebra, abych u žáků zjistila, zda danou látku pochopili a zároveň jim ukázala výhodu GeoGebry – názornost a rychlost.

**Resumé**

The diploma thesis deals with the use of computer technologies in mathematics lessons, specifically geometry, using the GeoGebra program that is freely available in the fifth year of elementary school.

In the theoretical part, I defined the position of mathematics in the 1st grade of elementary school from the point of view of RVP ZV, Mathematics Standards and SVP.

In the practical part, I presented one task each from the following textbooks: Mathematics for the 5th grade, Alter publishing house, 2009 and Mathematics with four-leaf clover, 5th grade, Fraus publishing house, 2015. I created worksheets for the pupils to work out using a pencil, two rulers, a compass and then in the GeoGebra program, in order to find out if the students understood the given material and at the same time show them the advantage of GeoGebra – visualization and speed.

**SEZNAM LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ**

1. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, 2021 [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/56005/>
2. *GeoGebra* [online]. International GeoGebra Institute, 2016 [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <https://www.geogebra.org/>
3. FUSCH, Eduard a Eva ZELENDOVÁ. *Metodické komentáře ke Standardům pro základní vzdělávání* [online]. Praha: NÚV, 2015 [cit. 2022-04-03]. ISBN 978-80-7481-140-1. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/wp-content/upload/prilohy/20617/matematika.pdf>
4. VANÍČEK, Jiří. *Počítačové kognitivní technologie ve výuce geometrie* [online]. Praha, 2009 [cit. 2022-07-19]. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
5. Informační technologie ve školách v České republice - 2021. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Www.czso.cz* [online]. Praha, 18.5.2022 [cit. 2022-07-19].
6. JANČAŘÍK, Antonín. Geometrie, GeoGebra a potřeba přesnosti. *Metodický portál RVP.cz*. 2012.
7. *8. Setkání učitelů matematiky a fyziky všech stupňů škol*. Praha: Jednota českých matematiků a fyziků, 2002.
8. Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání: školský zákon ve znění účinném od 25. 8. 2020, MŠMT ČR. *MŠMT ČR* [online], [cit. 01.07.2022]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/dokumenty-3/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-od-25-8-2020>.
9. KOZLOVÁ, Marie, Šárka PĚCHOUČKOVÁ a Alena RAKOUŠOVÁ. *Matematika 3 se čtyřlístkem: pro 3. ročník základní školy*. Plzeň: Fraus, 2013. ISBN 978-80-7238-581-2.
10. PĚCHOUČKOVÁ, Šárka, Marie KOZLOVÁ a Alena RAKOUŠOVÁ. *Matematika 4: [pro 4. ročník základní školy]*. Plzeň: Fraus, 2014. ISBN 978-80-7489-017-8.
11. PĚCHOUČKOVÁ, Šárka, Martina KAŠPAROVÁ, Alena RAKOUŠOVÁ a Marie KOZLOVÁ. *Matematika 5*. Plzeň: Fraus, 2015. ISBN 978-80-7489-062-8.

12. BLAŽKOVÁ, Růžena. *Matematika pro 3. ročník základních škol: učebnice pro vzdělávací obor Matematika a její aplikace*. Vyd. 2. Všeň: Alter, 2009. ISBN 978-80-7245-206-4.
13. BLAŽKOVÁ, Růžena, Květoslava MATOUŠKOVÁ a Milena VAŇUROVÁ. *Matematika pro 4. ročník základních škol: učebnice pro vzdělávací obor Matematika a její aplikace*. Vydání druhé. Všeň: Alter, 2015. ISBN 978-80-7245-304-7.
14. JUSTOVÁ, Jaroslava. *Matematika pro 5. ročník základních škol*. Všeň: Alter, 2009. ISBN 978-80-7245-154-8.
15. ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Praha: Grada, 2012. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-4100-0.
16. VANÍČEK, Jiří. *Počítačové kognitivní technologie ve výuce geometrie*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2009. ISBN 978-80-7290-394-8.
17. DIVÍŠEK, Jiří. *Didaktika matematiky pro učitelství 1. stupně ZŠ: celostátní vysokoškolská učebnice pro studenty pedagogických fakult studijního oboru 76-11-8: učitelství pro 1. stupeň základní školy*. Praha: SPN, 1989. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství). ISBN 80-042-0433-3.
18. *Geometrie je matematickou vědou plnou nejrůznějších tvarů* [online]. MatMat.cz, 2022 [cit. 2022-07-19].

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1	GeoGebra – plocha.....	19
Obrázek 2	GeoGebra – předpřipravené nástroje .....	20
Obrázek 3	Bod, úsečka, přímka, polopřímka, učebnice Alter.....	23
Obrázek 4	PL1.1, - jedno z možných řešení.....	24
Obrázek 5	PL1.2, - jedno z možných řešení.....	25
Obrázek 6	PL1.3, – jedno z možných řešení .....	26
Obrázek 7	PL1.4 a, - grafický součet úseček přenesením úseček s pevnou délkou.....	27
Obrázek 8	PL1.4 b, - grafický součet úseček pomocí kružnic .....	28
Obrázek 9	Geometrické obrazce – učebnice Alter, 4. ročník.....	29
Obrázek 10	PL2.1, - obvody obrazců pomocí mřížky.....	30
Obrázek 11	PL2.2, - obvod čtverce .....	31
Obrázek 12	PL2.3, - obvod obdélníku 12 m .....	32
Obrázek 13	PL2.4, - obsah čtverce.....	33
Obrázek 14	PL2.5, - obsah obdélníku 16 cm <sup>2</sup> .....	34
Obrázek 15	Souřadnice bodů, Matematika se čtyřlístkem .....	35
Obrázek 16	PL3.1, - Souřadnice bodů.....	36
Obrázek 17	PL3.2, - Soustava souřadnic – RYBA – vlastní tvorba žáka .....	37
Obrázek 18	Kružnice, kruh – učebnice Alter .....	38
Obrázek 19	PL4 – Kružnice, kruh – učebnice Fraus, 4. třída.....	39
Obrázek 20	Kytička z kružnic .....	39
Obrázek 21	Osově souměrné útvary, učebnice Alter, 5. třída.....	41
Obrázek 22	Osově souměrné útvary, učebnice Fraus, 5. třída .....	42
Obrázek 23	PL5.1, - Osově souměrné útvary dle fantazie žáků.....	43
Obrázek 24	PL5.2, - žákem doplněný obraz .....	44
Obrázek 25	PL5.2, - modifikace.....	45
Obrázek 26	PL5.2, - modifikace 2.....	46
Tabulka 1	SM – Geometrie v rovině a v prostoru – zákl. rovinné útvary – rýsování .....	6
Tabulka 2	SM – Geometrie v rovině a v prostoru – grafický součet, rozdíl úseček .....	7
Tabulka 3	SM – Geometrie v rovině a v prostoru – rovnoběžky, kolmice .....	8
Tabulka 4	SM – Geometrie v rovině a v prostoru – obsah obrazce – čtvercová síť .....	9
Tabulka 5	SM – Geometrie v rovině a v prostoru – osově souměrné útvary .....	10