



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



Geometrická představivost v primární škole aneb Od modelu k představě

Diplomová práce

Studijní program: M7503 – Učitelství pro základní školy
Studijní obor: 7503T047 – Učitelství pro 1. stupeň základní školy
Autor práce: **Adéla Hýsková**
Vedoucí práce: doc. PaedDr. Jaroslav Perný, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Adéla Hýsková**
Osobní číslo: **P12000018**
Studijní program: **M7503 Učitelství pro základní školy**
Studijní obor: **Učitelství pro 1. stupeň základní školy**
Název tématu: **Geometrická představivost v primární škole aneb Od modelu k představě**
Zadávací katedra: **Katedra primárního vzdělávání**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Na základě prostudování materiálů a odborné literatury vytvořit sbírku úloh a námětů, které povedou k rozvoji geometrické představivosti (především prostorové) u žáků 5. ročníku základní školy. Vybrané úlohy aplikovat ve výuce matematiky a zjistit jejich přínos pro zlepšení úspěšnosti a vztahu žáků ke geometrii.

Úvod.

I. Teoretická část: 1. RVP ZV zaměřené na geometrickou představivost. - 2. Motivace. - 3. Metody a organizační formy výuky.

II. Praktická část: 4. Sbíрка úloh a námětů.

III. Výzkumná část: 5. Aplikace úloh v praxi a cílené působení na žáky. - 6. Test. - 7. Dotazník. - 8. Zpracování výsledků.

Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

HEJNÝ, M., 1990. Teória vyučovania matematiky 2. 2. vyd. SPN v Bratislave

KREJČOVÁ, E., 2014. Hry a matematika na 1. stupni základní školy. 2. vyd. SPN v Praze

MOLNÁR, J., 2009. Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii. 2. vyd. UP v Olomouci

PERNÝ, J., 2004. Tvořivost k rozvoji prostorové představivosti. 1. vyd. TU v Liberci

PULPÁN, Z., KUŘINA, F., KEBZA, V., 1993. O představivosti a její roli v matematice. 1. vyd. Praha, Academia

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. 2013.

Vedoucí diplomové práce:

doc. PaedDr. Jaroslav Perný, Ph.D.


Katedra primárního vzdělávání

Datum zadání diplomové práce:

30. dubna 2016


Termín odevzdání diplomové práce:

30. dubna 2017


prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.

děkan

L.S.


doc. PaedDr. Jaroslav Perný, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 30. dubna 2016

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Mé poděkování patří vedoucímu diplomové práce, doc. PaedDr. Jaroslavu Pernému, Ph.D., za jeho odborné vedení, cenné rady, vstřícný postoj a čas, který mé práci věnoval. Dále děkuji vedení Základní školy Ještědská v Liberci a třídním učitelkám za umožnění realizace výzkumné části této práce.

Anotace:

Diplomová práce se zabývá rozvojem geometrické představivosti v primární škole, konkrétně u žáků 5. tříd základní školy. Práci tvoří tři části, a to teoretická, praktická a výzkumná. Teoretická část se věnuje Rámcovému vzdělávacímu programu, motivaci, metodám a organizačním formám výuky, dále objasňuje pojem geometrická představivost. Praktická část obsahuje sbírku úloh a námětů, které mohou napomoci k rozvoji geometrické představivosti. Třetí část zahrnuje výzkumné šetření, jehož cílem bylo – za využití metod testu a dotazníku – zjistit přínos úloh pro zlepšení úrovně geometrické představivosti žáků a jejich vztahu ke geometrii.

Klíčová slova: geometrie, matematika, rozvoj geometrické představivosti, sbírka úloh a námětů, dotazník, test

Annotation:

This master thesis deals with the development of geometric imagination in primary school, specifically it focuses on pupils of 5th grade. The thesis consists of three parts, theoretical, practical and research. The theoretical part deals with the Framework Education Program, motivations, methods and organizational forms of teaching, and clarifies the concept of geometric imagination. The practical part contains a collection of tasks and suggestions that can help to develop geometric imagination. The third part of the thesis presents results of research. Its aim was, by using methods of test and questionnaire, to determine the contribution of tasks to improve the level of geometric imagination of pupils and their relationship to geometry.

Key words: geometry, mathematics, geometric imagination development, collection of tasks and suggestions, questionnaire, test

OBSAH

Seznam obrázků	9
Seznam grafů	9
ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 Geometrická představivost v Rámcovém vzdělávacím programu	11
1.1 Matematika a její aplikace	11
1.1.1 Geometrie v rovině a v prostoru	12
1.1.2 Nestandardní aplikační úlohy a problémy	12
1.2 Školní vzdělávací program.....	13
1.2.1 Vzdělávací obsah předmětu matematika – učivo geometrie	13
2 Motivace	16
2.1 Motivace ve školní praxi.....	16
2.1.1 Vnitřní motivace	17
2.1.2 Vnější motivace	18
3 Organizační formy výuky	20
3.1 Organizační formy výuky podle vztahu k osobnosti žáka	20
3.1.1 Individuální výuka	21
3.1.2 Individualizovaná výuka	21
3.1.3 Skupinová výuka.....	21
3.1.4 Hromadná výuka.....	22
4 Vyučovací metody	23
4.1 Problémová metoda	24
4.2 Metody praktických činností žáků.....	25
5 Co je představivost?.....	27
5.1 Geometrická představivost.....	28
PRAKTICKÁ ČÁST	30
6 Cíl a obsah praktické části	30
7 Od modelu k představě – vybrané úlohy	31
7.1 Úlohy aplikované v hodinách geometrie	31
7.1.1 Pokrývání obrazců.....	31
7.1.2 Dotváření obrazců	32
7.1.3 Stavby z kostek	32

7.1.4 Zakreslování pohledů na těleso.....	33
7.1.5 Všechny sítě krychle	34
7.1.6 Kam se kostka odvalí?.....	35
7.1.7 Hledání cesty	36
7.2 Další vybrané úlohy	37
7.2.1 Barevná hromádka	38
7.2.2 Najdi chybu.....	38
7.2.3 Kde jsem?	39
VÝZKUMNÁ ČÁST	40
8 Pedagogický experiment.....	40
8.1 Cíle pedagogického experimentu	40
8.1.1 Předpoklady	41
8.2 Charakteristika zkoumaného vzorku	41
8.3 Metody pedagogického experimentu.....	41
9 Průběh šetření.....	42
9.1 Sestavení testů	42
9.2 Sestavení dotazníků	43
9.3 Zadání testů a dotazníků	44
9.4 Test 1 (A).....	45
9.5 Test 1 (B).....	46
9.6 Dotazník 1	47
9.7 Test 2.....	48
9.8 Dotazník 2	49
10 Interpretace výsledků.....	50
10.1 Vyhodnocení testu 1	50
10.2 Vyhodnocení dotazníku 1	53
10.3 Vyhodnocení testu 2.....	59
10.4 Vyhodnocení dotazníku 2	61
10.5 Srovnání úspěšnosti 5. B a 5. A v obou testech.	64
11 Celkové shrnutí šetření	66
11.1 Vyhodnocení předpokladů.....	67
ZÁVĚR.....	68
Seznam použitých zdrojů.....	70
Seznam příloh	73

Seznam obrázků

Obrázek 1: Ukázka úlohy – Pokrývání obrazců.....	31
Obrázek 2: Ukázka úlohy – Dotváření obrazců	32
Obrázek 3: Ukázka úlohy – Stavby z kostek	33
Obrázek 4: Ukázka stavebnice – SEVA	37

Seznam grafů

Graf 1: Procentuální úspěšnost žáků 5. B v testu 1	50
Graf 2: Procentuální úspěšnost žáků 5. A v testu 1	51
Graf 3: Procentuální srovnání tříd 5. B a 5. A v testu 1	52
Graf 4: Hodnocení předmětů dle oblíbenosti v 5. B – dotazník 1	53
Graf 5: Hodnocení oblíbenosti matematiky v 5. B	53
Graf 6: Hodnocení obtížnosti matematiky v 5. B	54
Graf 7: Zastoupení činností v hodinách geometrie 5. B.....	55
Graf 8: Hodnocení předmětů dle oblíbenosti v 5. A	56
Graf 9: Hodnocení oblíbenosti matematiky v 5. A	57
Graf 10: Hodnocení obtížnosti matematiky v 5. A	57
Graf 11: Zastoupení činností v hodinách geometrie 5. A	58
Graf 12: Procentuální úspěšnost žáků 5. B v testu 2	59
Graf 13: Procentuální úspěšnost žáků 5. A v testu 2	60
Graf 14: Procentuální srovnání tříd 5. B a 5. A v testu 2.....	61
Graf 15: Hodnocení předmětů dle oblíbenosti v 5. B – dotazník 2.....	62
Graf 16: Hodnocení obtížnosti úloh aplikovaných v 5. B	62
Graf 17: Hodnocení činností aplikovaných v hodinách geometrie v 5. B.....	63
Graf 18: Srovnání úspěšnosti 5. B a 5. A v obou testech.....	64

ÚVOD

Tématem diplomové práce je problematika rozvoje geometrické představivosti, především pak prostorové. Geometrická představivost je schopnost, která je člověku částečně vrozena, ale je možno ji dále rozvíjet. Je velmi důležitá, jak pro běžný život člověka, tak pro řadu různých povolání. Úkolem školy je, aby geometrickou představivost u žáků rozvíjela už od prvních ročníků základní školy. I přes tuto skutečnost je systematickému rozvíjení geometrické představivosti v primární škole věnována poměrně malá pozornost.

Dle mého názoru učitelé často geometrii vnímají jako předmět založený na přesnosti rýsování a správnosti zápisů, rozvoj geometrické představivosti tak zůstává upozaděn. Domnívám se, že takový způsob pojetí geometrie vede k negativním postojům žáků vůči ní. Mimo výše uvedeného se domnívám, že postavení aritmetiky a geometrie v hodinách matematiky je značně nevyvážené, ať už se jedná o čas věnovaný jednotlivým disciplínám, nebo o vliv úspěšnosti žáka v celkovém hodnocení. Tyto myšlenky se staly důvodem a inspirací k napsání této práce.

Jedním z cílů diplomové práce je vytvořit sbírku úloh a námětů, která povede k rozvoji geometrické představivosti za využití nejrůznějších modelů a aktivit a která by mohla být pomůckou pro učitele. Jednotlivé úlohy by měly být pro žáky atraktivním zpestřením hodin geometrie. Dalším cílem je vybrané úlohy aplikovat v praxi a ověřit jejich přínos pro zlepšení úrovně geometrické představivosti žáků. A posledním stanoveným cílem je zjistit, zda se na základě těchto aplikovaných nestandardních úlohlepší vztah žáků ke geometrii.

Práce bude rozdělena na tři části. Teoretická část se zaměří na Rámcový vzdělávací program, především na tematický okruh Geometrie v rovině a prostoru a Nestandardní aplikační úlohy a problémy, dále na motivaci, metody a organizační formy výuky. Pozornost bude věnována i vymezení pojmu geometrická představivost. V praktické části bude představena sbírka úloh a námětů *Od modelu k představě*, která má napomáhat k rozvoji geometrické představivosti žáků. Třetí a zároveň poslední část popíše výzkumné šetření, které se zaměří na úroveň geometrické představivosti žáků a vliv aplikovaných úloh na její rozvoj. V průběhu cíleného působení na žáky bude zjišťováno, zda se změní jejich vztah ke geometrii.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Geometrická představivost v Rámcovém vzdělávacím programu

Dnešní podobu vzdělávacího systému stanovuje zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), ve znění pozdějších předpisů. Zde se uvádí, že pro každý obor vzdělávání se vydávají rámcové vzdělávací programy (dále jen RVP), které vymezují povinný obsah, rozsah a podmínky vzdělávání. Z těchto kurikulárních dokumentů vycházejí školní vzdělávací programy. (Zákon č. 561/2004 Sb., § 3, odst. 2 [33])

RVP pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) si klade za cíl vychovávat aktivní jedince, kteří dokážou být samostatní, tvořiví a jsou schopni řešit problémy za využití získaných poznatků. (Fuchs, aj. 2006, s. 5 [05])

Jinými slovy tedy RVP ZV usiluje o utváření a postupné rozvíjení klíčových kompetencí. Je rozdělen do devíti vzdělávacích oblastí. Se sedmi z nich se setkáme již na 1. stupni základní školy. Jsou jimi Jazyk a jazyková komunikace, Matematika a její aplikace, Informační a komunikační technologie, Člověk a jeho svět, Umění a kultura, Člověk a zdraví, Člověk a svět práce.

1.1 Matematika a její aplikace

„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 užití matematiky v reálných situacích. Poskytuje vědomosti a dovednosti potřebné v praktickém životě, a umožňuje tak získávat matematickou gramotnost.“ (RVP ZV 2016, s. 30 [32])

Vzdělávací oblast Matematika a její aplikace je rozdělena na čtyři tematické okruhy, které třídí její vzdělávací obsah. Jsou jimi Čísla a početní operace, Závislosti, vztahy a práce s daty, Geometrie v rovině a v prostoru, Nestandardní aplikační úlohy a problémy. Se zaměřením mé diplomové práce úzce souvisí tematické okruhy Geometrie v rovině a v prostoru a Nestandardní aplikační úlohy a problémy, kterým se věnuji v následujících kapitolách.

1.1.1 Geometrie v rovině a v prostoru

„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), učí se porovnávat, odhadovat, měřit 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.“

Na konci 1. období, tedy po ukončení 3. ročníku se očekává, že „žák rozezná, pojmenuje, vymodeluje a popíše základní rovinné útvary a jednoduchá tělesa; nachází v realitě jejich reprezentaci, porovnává velikost útvarů, měří a odhaduje délku úsečky a rozezná a modeluje jednoduché souměrné útvary v rovině.“

Po ukončení 2. období, v době, kdy opouští 1. stupeň základního vzdělávání, „žák narýsuje a znázorní základní rovinné útvary (čtverec, obdélník, trojúhelník a kružnici); užívá jednoduché konstrukce, sčítá a odčítá graficky úsečky; určí délku lomené čáry, obvod mnohoúhelníku sečtením délek jeho stran, sestrojí rovnoběžky a kolmice, určí obsah obrazce pomocí čtvercové sítě a užívá základní jednotky obsahu, rozpozná a znázorní ve čtvercové síti jednoduché osově souměrné útvary a určí osu souměrnosti útvaru překládáním papíru.“

Již z očekávaných výstupů lze odhadnout učivo, které spadá do tematického celku Geometrie v rovině a v prostoru.

- 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 (RVP ZV 2016, s. 30, 33, 34 [32])

1.1.2 Nestandardní aplikační úlohy a problémy

Nestandardní aplikační úlohy a problémy jsou nedílnou součástí matematického vzdělávání, ačkoli jejich řešení není plně závislé na znalostech a dovednostech školské

matematiky. Při těchto úlohách je nutné uplatnit logické myšlení. Tyto úlohy by měly být zastoupeny ve všech tematických okruzích v průběhu celého základního vzdělávání.

Na konci 2. období „žák řeší jednoduché praktické slovní úlohy a problémy, jejichž řešení je do značné míry nezávislé na obvyklých postupech a algoritmech školské matematiky.“

Učivem tematického okruhu Nestandardní aplikační úlohy a problémy jsou „slovní úlohy, číselné a obrázkové řady, magické čtverce, prostorová představivost“ (RVP ZV 2016, s. 30, 34 [32])

1.2 Školní vzdělávací program

Školní vzdělávací program (dále jen ŠVP) je kurikulární dokument, který vychází z RVP. ŠVP obsahuje identifikační údaje, charakteristiku školy, charakteristiku ŠVP, učební plány, učební osnovy a hodnocení žáků a autoevaluaci školy.

Pro účely mé diplomové práce jsem čerpala z učebních osnov vzdělávacího programu ŠVP pro základní vzdělávání (dále jen ŠVP ZV) „Škola pro život, radost a sport“ ze Základní školy Ještědská v Liberci. Jedná se o plně organizovanou školu s 1. – 9. postupným ročníkem.

Předmět matematika, který spadá do vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace, je vyučován od 1. do 9. ročníku. Na prvním stupni je časová dotace předmětu 4 hodiny týdně. Ve 2. – 5. ročníku je ještě posílena o jednu disponibilní hodinu. V následující kapitole se budu věnovat učivu geometrie ve vzdělávacím obsahu matematika.

1.2.1 Vzdělávací obsah předmětu matematika – učivo geometrie

Učivo geometrie je v ŠVP ZV „Škola pro život, radost a sport“ zařazeno v předmětu matematika. Následující tabulka zobrazuje výčet ročníkových výstupů žáka a učiva, tak jak je uveden v dokumentu školy.

Tabulka 1: Výčet ročníkových výstupů žáka a učiva - ŠVP ZV "Škola pro život, radost a sport"

Ročníkové výstupy	Učivo
1. ročník	
<ul style="list-style-type: none"> • poznává základní geometrické útvary ve svém okolí a pojmenovává je 	<ul style="list-style-type: none"> • poznávání geometrických tvarů a těles

2. ročník	
<ul style="list-style-type: none"> • učí se základům grafického projevu – od kresleného obrazového názoru k náčrtům • rozvíjí si prostorovou představivost 	<ul style="list-style-type: none"> • geometrické tvary rovinné a prostorové, hry s tvary • rozvíjení prostorové představivosti - stavebnice, soubory krychlí, apod. • rovné a křivé čáry • rýsování přímek • bod ležící na přímce a mimo přímku, úsečka - její označování a měření délky
3. ročník	
<ul style="list-style-type: none"> • rozvíjí a rozšiřuje grafický projev – kreslené náčrty do čtvercové sítě a na papír • vytváří si představy o jednotkách délky, jednoduché převody, rozvíjí si prostorovou představivost 	<ul style="list-style-type: none"> • rýsování přímek, vzájemná poloha (rovnoběžky, různoběžky), průsečík přímek • bod ležící na přímce a mimo přímku, úsečka, její označování a měření délky • jednotky délky (metr, centimetr, milimetr, kilometr), jejich rozlišování, vytvoření správné představy o velikosti jednotek na základě činností, jednoduché převody • čtverec a obdélník – jejich náčrty kreslené do čtvercové sítě i volně na papír • rozvoj prostorové představivosti (stavby z krychlí na vrstvy) • jednotky času (hodina, minuta, sekunda), jednoduché převody, orientace v čase
4. ročník	
<ul style="list-style-type: none"> • graficky postupuje - od kresleného názoru k náčrtům 	<ul style="list-style-type: none"> • přímky, body, úsečky, polopřímky, různoběžky, vzájemná poloha dvou přímek v rovině • střed úsečky, osa úsečky, rýsování trojúhelníku, pravý úhel • převádění jednotek délky, hmotnosti, objemu, času • kolmé přímky, rýsování kolmic pomocí rysky na trojúhelníku • kreslení a rýsování rovnoběžek • rovinné geometrické tvary (obdélník, čtverec, kruh, trojúhelník) • rýsování libovolného čtyřúhelníku, kružnice • rýsování obdélníku a čtverce, útvary souměrné podle osy • obvod obdélníku, čtverce a trojúhelníku • jednotky obsahu a jejich použití v praxi • obsah obdélníku a čtverce ve čtvercové síti s výpočtem • grafický součet a rozdíl úseček • základní útvary v prostoru – kvádr, krychle, jehlan, koule, kužel, válec
5. ročník	
<ul style="list-style-type: none"> • narýsuje základní rovinné útvary • určí obvody a obsahy • znázorní osově souměrné útvary 	<ul style="list-style-type: none"> • geometrické obrazce • úhel • čtverec, obdélník (úhlopříčky, obvod, obsah) • trojúhelník (obvod) • kruh, kružnice • souřadnice bodů • jednotky obsahu a převádění • tělesa • rovina

(ŠVP pro ZV „Škola pro život, radost a sport“ 2007, s. 139–153 [12])

Výčet učiva geometrie ve výše uvedeném ŠVP ZV je podle mého názoru dostatečující. Nicméně za povšimnutí stojí značná rozdílnost v obsáhlosti učiva a jeho formulaci v jednotlivých ročnících, především učivo v pátém ročníku. ŠVP ZV proto nepůsobí uceleným dojmem. Jelikož tvorba ŠVP ZV je složitým procesem, nabízí se několik úskalí, proč nepůsobí jednotně.

Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání je dokumentem, který má tento proces usnadnit. Autoři se mimo jiné věnují správnému plánování tvorby ŠVP ZV. Z hlediska personálního zabezpečení se jedná především o spolupráci celého týmu, v jehož čele stojí koordinátor. Jednotlivé etapy tvorby musí být dobře časově rozvrženy. Důležité je také stanovit způsoby a postupy tvorby jednotlivých částí ŠVP.

Jak autoři uvádějí, je důležité, aby si učitelé byli vědomi toho, proč je nutné ŠVP ZV vypracovat. Tyto důvody lze rozdělit do několika rovin.

- Rovina legislativní – ŠVP ZV je povinným dokumentem, který stanovuje školský zákon.
- Rovina pedagogická – ŠVP ZV umožňuje pojmout vzdělávání na dané škole v nejvhodnější podobě.
- Rovina evaluační – ŠVP ZV má sloužit jako podklad pro hodnocení žáků i pro autoevaluaci školy.
- Rovina společenská – ŠVP ZV dává možnost propagovat školu a její záměry.

Je nutné podotknout, že nejčastěji si jsou učitelé vědomi právě roviny legislativní, což pro většinu z nich není tím pravým motivem. Největší motivací pro tvorbu ŠVP ZV by měla být právě rovina pedagogická. (Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání 2005, s. 8, 9, 20 [31])

Na závěr je však třeba zmínit, že v připravované revizi RVP a ŠVP je již uvažováno nad touto úpravou rozdílnosti v obsáhlosti učiva.

2 Motivace

„Motivace je termín odvozený z latinského movere – hýbatí, pohybovatí. Znamená souhrn hybných činitelů v činnostech, učení a osobnosti. Hybným činitelem míníme takové skutečnosti, které jedince podněcují, podporují, nebo naopak tlumí, aby něco konal, nebo nekonal. Motivace dále zahrnuje jednak vnější pobídky a cíle, jednak vnitřní motivy.“ (Čáp 1993, s. 84 [02])

Vnější pobídky a vnitřní motivy spolu úzce souvisí. Pokud je vnitřní motivace nedostatečná, nemusí vnější pobídka zapůsobit. Většinou však vnější pobídka zesiluje vnitřní motivaci.

Pojem motivace je možné si vyložit několika termíny. Biologické motivy chování bývaly tradičně označovány jako instinkty či pudy. Lidské chování tak bylo vysvětlováno především biologickými instinkty, které člověk nedokáže ovlivnit. Tento směr se však u většiny psychologů považuje za překonaný. Termín instinkt tak v převážně většinou označuje specifické normy chování zvířat nebo projevy chování člověka, které má společné se zvířaty. Termín pud zpravidla označuje motivy organické a biologicky dané. Mezi druhy pudů můžeme zařadit pud výživy, sebezáchovy, péče o potomstvo a další.

Teorií motivace se mimo jiné zabýval Abraham Maslow, který začal zkoumat motivaci člověka ve vztahu k jeho potřebám. Motivaci člověka Maslow popisuje jako snahu uspokojit lidské potřeby. Maslow vypracoval hierarchii lidských potřeb, která je uspořádána podle vývojového hlediska. Podmínkou toho, aby jedinec uspokojil potřeby kladené na vyšší pozici, je uspokojit potřeby nižší. Na první místo klade potřeby fyziologické, což jsou základní potřeby každého člověka od počátku života. Potřeba dýchat, jíst, spát atd. Na ně navazuje potřeba bezpečí, dále potřeba milovat a být milován, poté potřeba úcty a sebeúcty a potřeba seberealizace. Jako další navazuje potřeba poznání a estetická potřeba. (Čáp, Mareš 2007, s. 92, 133 [03])

2.1 Motivace ve školní praxi

Základy motivace k učení se u žáka formují již v rodině. Dítě, které je již od útlého věku vedeno k poznání, je rodiči podporováno v zájmech a učeno pracovat s nejrůznějšími zdroji informací. Pozitivní postoj dítěte k učení je možné podporovat již od útlého věku. K takovému postoji dovedou dítě rodiče, *„kteří ochotně odpovídají na otázky svých dětí, podporují jejich zájmy, učí je využívat informační prameny, jsou jim*

příkladem úcty k poznání i praktických dovedností spojených s celoživotním vzděláváním.“ (Obst 2002, s 367 [22])

Motivace žáků k učení je individuálně odlišná. Dle J. Čápa (1993, s. 187 [02]) mají různí žáci odlišné reakce na různé formy ovlivňování motivace k učení. J. Čáp uvádí, že sociálně neúspěšní žáci zvýší svůj výkon především po pochvale, zatímco na žáky sociálně úspěšné, kteří jsou zvyklí na pozitivní hodnocení okolím, nemá pochvala tak motivační vliv, ale potřebují spíše upozornění na chyby v činnosti. Z toho vyplývá, že *„je nutný individuální přístup k žákům v působení na jejich motivaci.“*

Jak již zmiňuji výše, motivaci dělíme na vnitřní a vnější. Oba druhy jsou spolu úzce spjaty. Při výuce je nejprve nutné žáky zaujmout pro učivo za využití vnější motivace. Ve chvíli, kdy se žáci za pomoci vnější motivace v učivu zorientují, nastupuje motivace vnitřní. *„To znamená, že když děti chytíme vnější motivací a budou takto vedeny nějakou dobu, dojde automaticky ke zvnitřnění návyků navozených vnější motivací.“* Jde o rozsáhlý souhrn působení na žáka během celého období dětství a dospívání. (Koten 2006, s. 8 [13])

Formy třídění motivace se mohou u jednotlivých autorů lišit. V odborné literatuře bývá uváděno i třídění motivace na primární a sekundární. Primární motivace je nejčastěji chápána jako projev přirozených potřeb žáka. Ať už se jedná o potřeby biologické, nebo duševní. Kdežto sekundární motivace podněcuje žáka, aby dosáhl určitých výsledků. Sekundární motivaci si tak lze vyložit jako motivaci vnitřní a vnější. (Skalková 1999, s. 159,160 [29])

2.1.1 Vnitřní motivace

O vnitřní motivaci žáka se jedná v případě, kdy žák sám aktivně pracuje, bez potřeby slibu vnější odměny nebo hrozícího trestu. (Obst 2002, s. 368 [22]) Důvodem vzbuzení vnitřní motivace k učení může být potřeba poznání nebo potřeba činnosti. Do vnitřní motivace bývají zařazeny i pocity uspokojení z naučení se něčemu novému či z činnosti prováděné v kolektivu. (Čáp 1993, s. 187 [02])

Je dokázáno, že žák s vnitřní motivací dosahuje lepších vzdělávacích výsledků, lépe rozumí učivu a hlouběji se orientuje v souvislostech. Vnitřní motivace podněcuje žáka k učení i po skončení povinné školní docházky.

S vnitřní motivací bývá spojována i tzv. flow motivace, neboli navození hlubokého zaujetí prací. Flow motivace je ceněna zvláště z hlediska kvality práce. Jedná se

o stav hluboké koncentrace na určitou práci, při které přestaneme vnímat čas. (Pavelková 2002, s. 17–19 [23])

2.1.2 *Vnější motivace*

Vnější motivací se rozumí takové momenty, kdy se žáci učí s vidinou nějaké odměny či trestu. Žák s vnější motivací však nejeví takový zájem o hlubší porozumění učivu jako žáci s vnitřní motivací. Lze tedy říci, že učivu porozumí jen v takové míře, v jaké je to po nich požadováno. (Obst 2002, s. 370 [22]) „*Sama vnější motivace nestačí k dosažení dlouhodobých výsledků v učení a ke zformování zralé osobnosti.*“ (Čáp 1993, s. 187 [02])

J. Čáp (1993, s. 188–190 [02]) uvádí několik skupin vnějších pobídek, které pozitivně ovlivňují žákovu motivaci k učení.

- 1. Vše, co je nové, ať už se jedná o situaci, předmět či činnost. Žákovu pozornost upoutá jakákoliv změna. Může se jednat o učebnici, pomůcku, nový vyučovací předmět. Silný motivační účinek má však i takový moment, kdy žák v něčem novém shledává cosi již známého a pochopitelného.
- 2. Samotná aktivita žáka a uspokojení z činnosti. Jedná se o momenty, kdy žák není pouze pasivním posluchačem, ale je sám aktivní. V těchto případech se jedná o nejrůznější technické činnosti, manipulace s modely, programové vyučování atd.
- 3. Úspěch žáka v činnosti a dobrý výsledek jeho práce. Pro žáka je úspěch v činnosti motivací pro další úspěchy. Je důkazem, že žák pomocí svých pozitivních vlastností překonal překážky. Neopomenutelná je i míra obtížnosti úkolů. Je prokázáno, že příliš snadné úkoly nevzbuzují takovou míru úspěchu jako úkoly těžší, u kterých je i určité riziko neúspěchu.
- 4. Silně na žákovu motivaci působí sociální momenty. Žákovo formování zájmů ovlivňuje hodnocení ostatních osob z jeho okolí. Žákova motivace může být posílena díky vzoru v okolí, s nímž se žák identifikuje. Může se jednat o rodiče, učitele, známé osobnosti apod.
- 5. Pokud nová činnost či předmět do jisté míry souvisí s předchozími zkušenostmi, činnostmi a zájmy žáka, je žák motivován k učení. Z toho vyplývá, že učitel by měl znát zájmy žáka a z nich při formování motivace vycházet.

- 6. Zohlednění životní perspektivy. Pro žáka je silným motivačním faktorem uvedení učiva do souvislosti s praktickým využitím v běžné praxi. Nejefektivnější je však žákův zážitek založený na emočním prožitku např. při exkurzi.

Snahou učitele je, aby u žáků docházelo ke změně vnější motivace na motivaci vnitřní. Pokud ve třídě panují příznivé osobní vztahy a emoční klima a učitel využívá vhodné vyučovací metody, mohou původní vnější motivy, kterými jsou pochvala, odměna apod., vyvolávat u žáka pozitivní ohlas. To vede k zesílení zvědavosti, potřebě činnosti a vzniku dlouhodobějších cílů žáka. Postupně se tak struktura motivace může měnit na motivaci vnitřní. (Čáp 1993, s. 191 [02])

3 Organizační formy výuky

Organizační forma výuky zastupuje organizační stránku výuky. Jedná se tedy o uspořádání výuky v určité vzdělávací situaci. Z pohledu vyučujícího má uspořádání výuky dvě důležitá hlediska. Prvním z nich je s kým a jak výuka probíhá, jedná-li se tedy o výuku individuální, hromadnou, skupinovou, apod. Druhým hlediskem je, kde výuka probíhá, zda je tedy výuka realizovaná v běžné třídě, ve specializované učebně, doma apod. (Václavík 2002, s. 294 [30]).

Klasifikace organizačních forem výuky (Maňák 1997, s. 46 [18])

A. Organizační formy výuky podle vztahu k osobnosti žáka

- 1. Výuka individuální.*
- 2. Výuka individualizovaná.*
- 3. Výuka skupinová.*
- 4. Výuka hromadná (kolektivní).*

B. Organizační formy výuky podle charakteru výukového prostředí

- 1. Výuka ve třídě.*
- 2. Výuka v odborných učebnách a v laboratořích.*
- 3. Výuka v dílně.*
- 4. Výuka na školním pozemku.*
- 5. Výuka v muzeu, v koutku tradic apod.*
- 6. Učebně výrobní jednotka (učební den ve výrobě).*
- 7. Výcházka a exkurze.*
- 8. Domácí úlohy.*

C. Organizační formy výuky podle délky trvání

- 1. Vyučovací hodina (základní výuková jednotka).*
- 2. Zkrácená výuková jednotka (např. v 1. roč., při jazykové výuce apod.).*
- 3. Dvouhodinová výuková jednotka (např. ve výtvarné výchově apod.).*
- 4. Vysokoškolská lekce, seminář, speciální kursy apod.*

3.1 Organizační formy výuky podle vztahu k osobnosti žáka

Existuje velmi široká škála kategorizace forem výuky. Z mého pohledu je však nejdůležitější právě hledisko, jak a s kým výuka probíhá. V následující části se tedy budu věnovat několika základním formám výuky.

3.1.1 Individuální výuka

Pro individuální vyučování je charakteristické vyučování jednoho žáka jedním učitelem. Jedná se o nejstarší organizační formu výuky, která je využívána dodnes. Můžeme se s ní setkat při doučování, při výuce cizího jazyka, na uměleckých školách apod. Samotný proces učení je v tomto případě velmi intenzivní, jelikož učitel se může žákovi plně věnovat a uplatňovat individuální přístup. Nevýhodou je však nízká pracovní produktivita učitele.

3.1.2 Individualizovaná výuka

Výrazný rozvoj individualizované výuky proběhl v 1. polovině 20. století. Tehdejší tendence individualizovat výuku pramenily z kritiky tradičního vyučování. Období reformní pedagogiky s sebou přineslo nejrůznější formy individualizované výuky, kterými jsou například daltonský učební plán, Winnetská soustava, Montessoriovská škola atd.

Individualizované vyučování spočívá v tom, že každému žákovi je učební látka předkládána v míře jeho možností poznání. „*Její smyslem je vytváření takových situací, které každému žákovi umožní nalézt optimální možnosti pro vlastní učení a vzdělávání.*“ (Skalková 1999, s. 212 [29])

3.1.3 Skupinová výuka

Jednou z možností, jak přizpůsobit výuku individuálním potřebám žáků je využití skupinového vyučování. Skupiny žáků se mohou dělit dle různých hledisek (pracovní tempo, zájmy žáků, charakterové vlastnosti žáků, obtížnost práce atd.). Velikost skupiny je různá, počet se může pohybovat od dvou (tzv. párové vyučování) do sedmi osob. (Václavík 2002, s. 303 [30])

Důležitým hlediskem při skupinovém vyučování je také výběr členů do skupin. Učitel by měl určitým způsobem ovlivňovat sestavení skupin, nicméně žákům by měl být poskytnut prostor pro možnost výběru. Skupiny lze sestavovat podle několika hledisek. Podle zájmu žáků, pomocí náhody, podle sociálních vazeb zjištěných pomocí sociometrických testů atd. Postup, který učitel zvolí, závisí na úkolech a daném cíli vyučování. (Skalková 1999, s. 210 [29])

Dalším z kritérií při tvorbě skupin je výkonnost žáků. Jednotliví autoři se často rozcházejí v názorech, zda je vhodné žáky rozdělovat do skupin homogenních, jinak řečeno výkonnostně vyrovnaných, nebo heterogenních neboli nevyrovnaných. (Skalková 1999, s. 210 [29])

Heterogenním skupinám nelze upřít řadu výhod. Schopnější žáci pomáhají žákům slabším, učí se komunikativním dovednostem, zvyšuje se aktivita všech žáků, zvyšuje se zájem žáků o úkol. Je zde ale riziko, že schopnější žáci úkol vyřeší sami a žáci méně schopní se na práci nebudou mít možnost podílet.

Homogenní skupiny je vhodné použít takovým způsobem, že učitel žákům schopnějším zadá složitější úkol, díky kterému mají možnost se více rozvíjet, a žákům méně schopným úkol přiměřený jejich možnostem. Takový způsob práce nepodněcuje vzájemnou spolupráci mezi spolužáky.

Skupinové vyučování je charakteristické i pro svůj sociální aspekt. V případě, že při práci ve skupině je zvýšená pozornost na vzájemnou komunikaci a kooperaci žáků, která přesahuje stanovené cíle v oblasti vědomostí a dovedností, jedná se o kooperativní výuku. (Václavík 2002, s. 303 [30])

3.1.4 Hromadná výuka

Hromadné vyučování je nejrozšířenější organizační formou výuky. S myšlenkou hromadné výuky přichází J. A. Komenský, který své univerzální pojetí vzdělávání „učit všechny všemu“ použil k vytvoření didaktického systému. (Václavík 2002, s. 295 [30])

Charakteristická je pro tuto formu výuky vymezená skupina žáků přibližně stejné věkové a mentální úrovně, se kterou učitel pracuje v určitém čase. Didaktické cíle jednotlivých vyučovacích hodin vyplývají z tematického celku. Učitel pracuje se třídou jako s celkem, nicméně je schopen udržovat kontakt s každým žákem jednotlivě. (Skalková 1999, s. 205 [29])

Hromadná výuka s sebou nese řadu výhod. Učitel, který současně učí větší množství žáků, se vykazuje vysokou produktivitou práce. V případě měřitelné úrovně znalostí a dovedností žáci dosahují dobrých výsledků. Mezi nevýhody této organizační formy patří nepřítomnost aktivní činnosti žáků, kteří jsou po většinu času pouze pasivními posluchači, čímž klesá jejich pozornost a motivace k učení. (Václavík 2002, s. 297 [30])

4 Vyučovací metody

Vyučovací metody jsou chápány jako cesta ke stanovenému výukovému cíli. V těsné souvislosti s organizačními formami výuky vytvářejí předpoklady pro úspěšný průběh výuky. „*Spojení organizačních forem s vhodnými metodami je totiž klíčem ke splnění cílů výuky.*“ (Václavík 2002, s. 294 [30])

Pedagogický slovník definuje vyučovací metodu následovně. „*Postup, cesta, způsob vyučování (řec. methodos). Charakterizuje činnost učitele vedoucí žáka k dosažení stanovených vzdělávacích cílů. Existují různé klasifikace metod, např. podle fází vyučovacího procesu (utváření, upevňování, prověřování vědomostí), podle způsobu prezentace (slovní, názorné, praktické), podle charakteru specifické činnosti (metody uplatňované v jednotlivých vyučovacích předmětech). Obecné třídění metod výuky je podle způsobu interakce mezi učitelem a žáky: frontální, skupinové, individuální.*“ (Průcha, aj. 2013, s. 355–356 [26])

V dnešní době se objevuje velké množství klasifikací výukových metod. Ve své práci uvedu dvě podle mého názoru nejzásadnější.

I. J. Lerner (1986, s. 101 [17]) zavedl klasifikaci metod z hlediska charakteru poznávacích činností žáka a ze základních vlastností činnosti učitele. Uvádí následujících pět metod výuky:

1. *informačně receptivní,*
2. *reproduktivní,*
3. *metoda problémového výkladu,*
4. *heuristická,*
5. *výzkumná.*

J. Maňák (1997, 34–35 [18]) uvádí komplexní klasifikaci základních skupin metod výuky:

A. *Metody z hlediska pramene poznání a typu poznatků – aspekt didaktický*

I. *Metody slovní*

1. *monologické metody (např. vysvětlování, přednáška atd.)*
2. *dialogické metody (např. rozhovor, diskuse, dramatizace)*
3. *metody písemných prací (např. písemná cvičení, kompozice)*
4. *metody práce s učebnicí, knihou*

II. *Metody názorně demonstrační*

1. *pozorování předmětů a jevů*

2. *předvádění (předmětů, modelů, pokusů, činností)*
 3. *demonstrace obrazů statických*
 4. *projekce statická a dynamická*
- III. *Metody praktické*
1. *nácvik pohybových a pracovních dovedností*
 2. *žákovské laborování*
 3. *pracovní činnosti (v dílnách, na pozemku)*
 4. *grafické a výtvarné činnosti*
- B. *Metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků – aspekt psychologický*
- I. *Metody sdělovací*
 - II. *Metody samostatné práce žáků*
 - III. *Metody badatelské a výzkumné*
- C. *Struktura metod z hlediska myšlenkových operací – aspekt logický*
- I. *Postup srovnávací*
 - II. *Postup induktivní*
 - III. *Postup deduktivní*
 - IV. *Postup analogicko-syntetický*
- D. *Varianty metod z hlediska fází výchovně-vzdělávacího procesu – aspekt procesuální*
- I. *Metody motivační*
 - II. *Metody expoziční*
 - III. *Metody fixační*
 - IV. *Metody diagnostické*
 - V. *Metody aplikační*
- E. *Varianty metod z hlediska výukových forem a prostředků – aspekt organizační*
- I. *Kombinace metod s vyučovacími formami*
 - II. *Kombinace metod s vyučovacími pomůckami*

4.1 Problémová metoda

Jedním se základních lidských rysů je touha po poznání, odhalení nebo objevení, řešení problému je tedy člověku velmi blízké. Problémová metoda je takový typ výuky, kde řešení problému je úkolem samotných žáků, což vede k jejich intelektovému rozvoji. Pomocí problémové metody žák rozvíjí svou tvořivost, posiluje vnitřní motiva-

ci a osvojuje si potřebné vědomosti a dovednosti. Neopomenutelným přínosem této metody je fakt, že žák se učí nejen díky úspěšnému vyřešení problému, ale i díky chybám a nezdarům, které průběh hledání řešení doprovázejí. Cílem problémové metody nemusí být vždy konečné verbalizování získaných vědomostí, jelikož častokrát mají hodnotnější význam získané prožitky a zkušenosti. (Maňák, Švec 2003, s. 113, 114 [19])

Z výše uvedených důvodů má tato metoda opodstatněnou roli ve vyučovacím procesu. Nicméně časová náročnost této metody neumožňuje její časté aplikování ve výuce.

F. Kuřina (1976, s. 7 [15]) uvádí, že problémové vyučování v matematice je přínosné hned z několika důvodů. Nejenže učitel využitím problémové metody při výuce povzbuzuje zájem žáků o matematiku a zefektivňuje vyučování matematiky, ale především rozvíjí tvořivost žáků.

4.2 Metody praktických činností žáků

Pro účely mé diplomové práce bych se nyní ráda zaměřila na metody praktických činností žáků. „*Převažujícím pramenem poznání u těchto metod jest přímá činnost žáků, přímý styk s předměty skutečnosti a možnosti manipulace s nimi, konkrétní práce žáků. Mezi metody praktických činností žáků náleží především: didaktické montážní a demontážní práce žáků; laboratorní práce žáků; praktické pracovní činnosti a práce žáků různého obsahového zaměření (technická, zdravotnická, administrativní, pedagogická, aj.).*“ (Skalková 1999, s. 181 [29])

Montážní a demontážní činnosti v sobě nesou téměř vždy povahu problémové úlohy. Manipulace s modely, stavebnicemi apod. je pro žáky vítaným oživením ve výuce, které žákům usnadňuje vytváření představ a vede ke zvýšení motivace. Z tohoto důvodu by každá škola měla být vybavena nejrozličnějšími pomůckami, které je možné začlenit do výuky. (Skalková 1999, s. 181 [29])

Didaktickou montáží a demontáží se více zabývá L. Mojžíšek (1988, s. 137 [20]), který v kapitole Manipulační metody uvádí, že oceňovanou pomůckou vyučování může být stavebnicový systém modelů, který umožňuje různé montáže a demontáže. Takové modely učí žáka k analýze a syntéze.

Rozvíjet u žáků samostatné uvažování, manipulační dovednosti a schopnosti vzájemné spolupráce a komunikace je možné pomocí laboratorních prací žáků. Laboratorní práce je možné využít jako způsob upevnění již probraného učiva, ale také jako

způsob získávání nových vědomostí. Právě druhá varianta využití laboratorních prací vede žáky k experimentování a rozvoji problémového myšlení. (Skalková 1999, s. 182 [29])

Za zmínění stojí i metoda praktické pracovní činnosti. Zařazením praktických pracovních činností do výuky žáci nejenže získávají povědomí o vlastnostech materiálu (papír, dřevo, textil atd.), ale i rozvíjejí svou tvořivost a samostatné myšlení. (Skalková 1999, s. 182 [29])

5 Co je představivost?

Definice představivosti v literatuře není jednotná, v terminologii bývá nahrazována termíny imaginace, obrazotvornost nebo fantazie. Psychology bývá představivost definována jako schopnost člověka vytvářet představy. Představivost je jednou ze základních psychických funkcí člověka. J. Čáp (1993, s. 43 [02]) označuje představu jako „*názorný obraz něčeho, co v daném okamžiku nepůsobí na naše receptory*“. Představy se rozvíjejí na základě vnímání. Druh představy se odvíjí od druhu vjemu (zrakový, sluchový, čichový apod.). Představy mohou reprezentovat nám již známé obrazy – v tomto případě se jedná o představy vzpomínkové –, nebo mohou být zcela nové, pak mluvíme o představách fantazijních.

J. Perný (2004, s. 37 [24]) uvádí, že představivost lze v tradiční psychologii rozdělit na dva základní druhy. Pokud jsou představy vytvořené na základě předchozího slovního popisu, textu, náčrtu apod., jedná se o představivost reprodukční. V případě, že v představě vznikají úplně nové originální obrazy, které vznikly spojením představ již dříve získaných, je řeč o představivosti tvůrčí.

Představy mají dle psychologů v životě člověka několik funkcí. Díky představám jsme schopni plánovat. V představách tak mohou při přípravě k činnosti vznikat tvořivé nápady. Některé plány vedou ke konkrétní činnosti, jiné mohou být pouze přáními, která zásluhou představ nabývají na síle. Druhou funkcí představ je vyrovnávání vnitřního napětí. Za pomoci představivosti se můžeme lépe vyrovnat s těžkými životními situacemi nebo nahradit neuspokojené potřeby. V poslední řadě představy tvoří náš vnitřní svět. Ten může být díky představám jednoduchý a omezený, nebo bohatý a vytríbený. Vnitřní svět člověka formuje každý podnět, kterému se vystaví, ať už se jedná o typ zábavy, společnost, ve které se pohybuje, nebo vztah k přírodě atd. (Říčan 2013, s. 63, 64 [28])

Představivost je důležitou součástí života člověka, jelikož je předpokladem a základem pro rozvoj tvořivosti. Představivost ovlivňuje rozvoj a uplatnění člověka ve společnosti, škola by proto neměla zanedbávat rozvoj představivosti žáků. (Půlpán, Kuřina, Kebza 1992, s. 10, 11 [27])

5.1 Geometrická představivost

„Geometrickou představivostí rozumíme tu složku názorného myšlení, která spočívá v dovednosti vybavovat si geometrické útvary a jejich vlastnosti. Přitom obvykle můžeme používat, případně vytvářet, jejich jedno, dvou nebo třídídimenzionální modely.“ (Kuřina 1987, s. 202 [16])

Pojem geometrická představivost bývá často spojován s pojmem prostorová představivost. Rozdílnost těchto pojmů blíže upřesňuje F. Dušek (1964, s. 313 [04]). Prostorovou představivost má žák možnost procvičovat hned v několika vyučovacích předmětech. V tělesné výchově například při míčových hrách, v hodinách pracovních činností, výtvarné výchovy nebo zeměpisu. Žáci schopní v těchto předmětech však mohou mít v geometrii právě v tomto ohledu potíže. *„Příčina tkví podle zkušenosti v tom, že představivost vypěstěná v jednom oboru není vždy zárukou žádoucí úrovně těchto schopností v jiném oboru, v tomto případě v geometrii.“* Zvláštní pozornost by tedy měla být věnována rozvoji prostorové představivosti s geometrickým obsahem neboli představivosti geometrické.

Podle D. Jirotkové (1990, s. 279, 280 [08]) se při vyučování geometrie rozvíjí obecněji chápaná prostorová představivost prostřednictvím rozvoje geometrické představivosti, která má abstraktnější charakter. Geometrickou představivost tak chápe jako schopnost či dovednost:

- a) *poznávat geometrické útvary a jejich vlastnosti,*
- b) *abstrahovat z reálné skutečnosti – konkrétních objektů jejich geometrické vlastnosti a vidět v nich geometrické útvary v jejich čisté podobě,*
- c) *na základě rovinných obrazů si představit geometrické útvary v nejrůznějších vzájemných vztazích, a to i v takových, v nichž nemohou být předvedeny pomocí hmotných modelů geometrických útvarů (např. průnik dvou těles),*
- d) *mít zásobu představ geometrických útvarů a schopnost vybavovat si jejich nejrůznější podoby (např. pod pojmem čtyřúhelník si představit i čtyřúhelník nekonvexní apod.),*
- e) *představit si geometrické útvary, vztahy mezi nimi i na základě jejich popisu.*

Složkami geometrické představivosti se zabývá A. Šarounová (in Molnár 2009, s. 32 [21]). Jako složky geometrické představivosti uvádí tyto:

- a) *schopnost rozeznávat rovinné útvary,*
- b) *představy o některých vztazích mezi útvary v rovině,*
- c) *schopnost rozeznávat základní tělesa v prostoru,*
- d) *představy o vzájemné poloze těles a rovin v prostoru.*

Geometrickou představivost je nutno rozvíjet soustavně od začátku vyučování geometrie, jelikož rovinné útvary si představujeme v nějaké rovině, která je umístěna v prostoru. Začít s rozvojem geometrické představivosti později, například v souvislosti se stereometrií, může mít za následek značnou neobratnost žáků v geometrické představivosti. (Dušek 1964, s. 313 [04])

Nejčastěji využívanou pomůckou při rozvoji geometrické představivosti bývá model. F. Kuřina (1987, s. 203 [16]) uvádí, že prezentace pojmů bývá realizována dvěma typy modelů: ikonickým nebo symbolickým. Ikonický model má fyzickou formu a vizuálně připomíná pojem. Symbolický model vyjadřuje pojem graficky, pomocí symbolů nebo slovně atd. Vhodný model by měl však být především produktivní, měl by umožnit manipulaci a jinou činnost, která povede k získání odpovědi na otázku.

F. Dušek (1964, s. 318 [04]) doporučuje mimo jiné využívat improvizovaných pomůcek. Jako příklad uvádí znázornění roviny papírem, přímkou tužkou apod. Improvizované pomůcky mohou být často účinnější nežli umělé modely. Nejefektivnější je podle autora kombinování umělého modelu s improvizovanou pomůckou.

Ve vyučování geometrie na základní škole nicméně stále převládá důraz na nácvik rýsování, což může vést ke kladení nepřiměřených nároků na žáky. Může se tak stát, že žáci na základních školách nejenže sami nemodelují geometrické útvary, ale ani nemají možnost je vymodelované v prostoru vidět. Proto si žáci nedovedou v prostoru představit to, co rýsují, a z toho plyne, že nevidí souvislost mezi narýsovanými a reálnými objekty. (Jirotková 1990, s. 278 [08])

„Geometrická představivost není člověku vrozena. Je to dovednost, kterou se musí učit. Protože je to dovednost důležitá pro technickou tvořivost a potřebná v mnoha povoláních, je jedním z úkolů školy, aby geometrickou představivost systematicky rozvíjela od prvních ročníků základní školy.“ (Kuřina 1987, s. 211 [16])

PRAKTICKÁ ČÁST

6 Cíl a obsah praktické části

Jedním z cílů diplomové práce je vytvořit sbírku úloh a námětů, která povede k rozvoji geometrické představivosti u žáků 5. ročníků základní školy. Sbíрка nese název *Od modelu k představě* z prostého důvodu. Je totiž všeobecně známo, že jedním z hlavních prostředků rozvoje geometrické představivosti je práce s modelem, ať už se jedná o manipulaci s ním, jeho vytváření, sestrojování apod.

V praktické části je obsaženo deset vybraných úloh z výše uvedené sbírky. Jedná se o sedm úloh, které byly realizované ve výuce, a tři úlohy, které jsou uvedeny pro jejich jedinečnost.

Sbíрка samotná je jednou z příloh diplomové práce a obsahuje přes tři desítky úloh a námětů pro rozvoj geometrické představivosti. Je rozdělena na dvě hlavní části. Část první se zabývá rozvojem geometrické představivosti v rovině, druhá část obsahuje úlohy na představivost v prostoru. Podkapitoly těchto částí se následně dělí podle tematicky úloh.

Součástí sbírky jsou i její poměrně rozsáhlé přílohy. Řada uvedených úloh vyžaduje pro uplatnění ve výuce použití nejrůznějších obrázků a pracovních karet. Tvořiví učitelé jistě uvedené úlohy upraví pro své účely, nicméně přílohy do značné míry ušetří čas, který je nutno věnovat přípravě před realizací ve výuce.

U každé úlohy jsou uvedeny potřebné pomůcky (popřípadě odkaz na příslušnou přílohu). V některých případech je uvedena i doba trvání činnosti, avšak ne všechny úlohy a náměty je možné vymezit určitým časovým horizontem.

Snažila jsem se, aby sbírka byla co nejrozsáhlejší. Proto jsem se, kromě vlastních námětů, u některých úloh nechala inspirovat jinými autory, kteří jsou u jednotlivých úloh vždy uvedeni. I tehdy jsem se snažila převzaté náměty do jisté míry přetvořit, rozšířit či jinak pozměnit.

Doufám, že tato sbírka se stane přínosem pro učitele v hodinách geometrie a žáci budou díky zajímavým a poutavým úlohám nejen rozvíjet svou geometrickou představivost, ale zažijí i zajímavé a netradiční hodiny, které jim otevrou dveře do poutavého objevování geometrie.

7 Od modelu k představě – vybrané úlohy

7.1 Úlohy aplikované v hodinách geometrie

Během šestitýdenního cíleného působení bylo s žáky 5. ročníku realizováno celkem sedm úloh zaměřených na rozvoj geometrické představivosti žáků. K ověření vlivu úloh na rozvoj geometrické představivosti byly použity testy, díky kterým bylo možné srovnat úspěšnost žáků před a po cíleném působení. Kromě úspěšnosti žáků byla pozornost zaměřena i na hodnocení jednotlivých úloh podle zábavnosti. Žáci měli možnost v dotazníku ohodnotit jednotlivé úlohy čtyřstupňovou škálou (velmi bavilo, bavilo, nebavilo, velmi nebavilo). Hodnocení je u každé úlohy vyjádřené pomocí hvězdiček (★★★★ - velmi bavilo, ☆☆☆☆ - velmi nebavilo). Úlohy jsou také doplněny vlastními postřehy z jejich realizace.

První dvě uvedené úlohy (Pokrývání obrazců a Dotváření obrazců) se zabývají rozvojem geometrické představivosti v planimetrii, zbylé čtyři spadají do stereometrie.

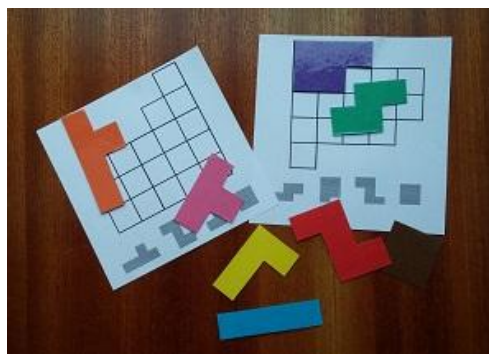
7.1.1 Pokrývání obrazců ★★★★★

Pomůcky: karty se čtvercovými sítěmi, barevné dílky (viz přílohy)

Doba trvání: 10–20 min

Úloha spočívá v řešení krátkých hlavolamů, ve kterých se žáci snaží zaplnit celý obrazec dílky polyomina. Žáci při této úloze nejen rozvíjejí svoji geometrickou představivost, ale zároveň se učí orientaci ve čtvercové síti.

Úloha je inspirována hrou Ubongo, jejímž autorem je Grzegorz Rejchtmann a distributorem Albi Česká republika a.s.



Obrázek 1: Ukázka úlohy – Pokrývání obrazců

Každý žák dostane sadu osmi barevných dílků a karty s obrazci, přičemž každý obrazec se dá složit právě ze čtyř předem určených dílků. Úkolem žáka je vyřešit co nejvíce těchto hlavolamů. (Vlastní námět.)

Vlastní postřehy: Žáky úloha velmi bavila. Rychlejší žáci zvládli jeden hlavolam vyřešit do dvou minut. Někteří žáci naopak stihli během dvaceti minut vyřešit na-

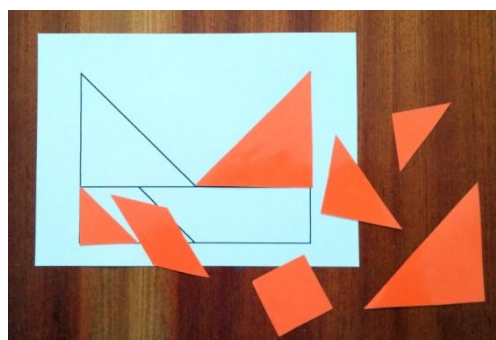
příklad pouze dva hlavolamy. V těchto případech jsem se snažila žáky navést umístěním jednoho dílku na správné místo. Nejtěžší bylo pro žáky do hlavolamu umístit největší dílky. Postupně zjišťovali, že musí tyto dílky umístit jako první a pak teprve umisťovat dílky menší. Stejně tak některým žákům ze začátku dělalo obtíže uvědomit si, že dílky je možné převracet.

7.1.2 Dotváření obrazců ★★★★★

Pomůcky: Tangram, karty s obrazci (viz přílohy)

Tento námět je vhodný pro žáky, kteří se s Tangramem seznamují a potřebují s hlavolamem získat určitou zkušenost. Práce s Tangramem u žáků rozvíjí geometrickou představivost a manipulativní schopnosti.

Žáci mohou pracovat samostatně nebo ve dvojicích. Jejich úkolem je pokrýt daný obrazec všemi dílky Tangramu. Umístění některých dílků je předem vyznačeno, což žákům poskytuje určitý návod na řešení. (Vlastní námět.)



Obrázek 2: Ukázka úlohy – Dotváření obrazců

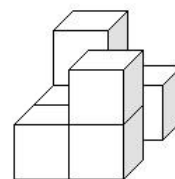
Vlastní postřehy: Žáci úlohu velmi rychle pochopili. Při hledání řešení, jak pokrýt daný obrazec, dokonce jeden žák přišel na dvě řešení, z čehož měl velkou radost. Někteří žáci, kterým dosazení dílků do obrazce nesesedělo (dílky na některých místech přesahovaly), se uchýlovali k závěrům, že řešení úlohy neexistuje, své snažení vzdali a pokračovali v řešení jiného obrazce.

7.1.3 Stavby z kostek ★★★★★

Pomůcky: kostky, obrázky staveb (viz přílohy)

Žáci pracují ve dvojicích nebo samostatně. Jejich úkolem je podle obrázku stavby z krychlových těles postavit stejné těleso. Důležité je žáky upozornit, že u některých staveb existuje větší počet řešení, jelikož z obrázku není možné těleso vidět ze všech potřebných úhlů. Dle M. Hejného (1990, s. 369 [06]).

Tato úloha se dá velmi snadno kombinovat s úlohou následující. Cílem těchto úloh je nejen rozvoj geometrické představivosti, především té prostorové, ale i rozvoj tvořivosti a manipulativních dovedností.



Vlastní postřehy: Stavby z kostek žáci hodnotili jako jednu z nejoblíbenějších úloh. Práce s kostkami v hodinách geometrie byla pro žáky velkým zpestřením. Žáci pracovali ve dvojicích a o umístění jednotlivých kostek spolu diskutovali. Nejčastěji svému spolužákovi vlastní navrhovaný způsob zdůvodňovali ukázáním prstu na danou krychli na obrázku.



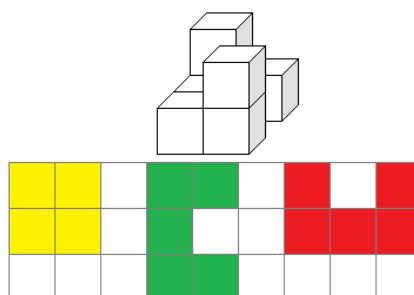
Obrázek 3: Ukázka úlohy – Stavby z kostek

7.1.4 Zakreslování pohledů na těleso ★★★★★

Pomůcky: obrázky staveb (viz přílohy), čtverečkový papír, pastelky

Doba trvání: 15 min

Úkolem žáků je zakreslit daná tělesa zepředu, shora a zprava. Je vhodné tyto pohledy odlišit jednotlivými barvami (například: zepředu žlutě, shora zeleně, zprava červeně). Žáci mohou zakreslovat pohledy na krychlové stavby, které jsou na obrázku, nebo pracovat podle sestaveného modelu. Dle J. Perného (2004, s. 73 [24]).



Vlastní postřehy: Zakreslování pohledu na těleso jsem v hodině geometrie spojila s úlohou Stavby z kostek. Žáci tedy ve dvojici stavbu postavili a následně každý samostatně zakreslil pohledy na těleso (zepředu žlutě, shora zeleně, zprava červeně). Tento způsob jsem volila, protože žáci měli při zakreslování tělesa k dispozici jak obrá-

zek, tak model z kostek. Při zakreslování se žáci kolem modelu často různě pohybovali (stoupali si, těleso obcházeli atd.). Bylo tedy zřejmé, že pro zakreslení pohledu používají sestavený model. Nejtěžší pro žáky bylo zakreslit pohled zprava, naopak nejméně obtížné pro ně bylo zakreslit pohled shora. K zakreslení tohoto pohledu si žáci pomáhali právě tím, že si nad model tělesa stoupali.

7.1.5 *Všechny sítě krychle* ★★★★★

Pomůcky: kostky, sítě krychle, pracovní list (viz přílohy)

Doba trvání: 20 min

Jedna z realizovaných úloh byla zaměřena na sítě těles. Práce se sítěmi těles je dětmi velmi oblíbená činnost, především u dětí ve věku 10 až 14 let. Poutavost těchto činností je nejspíše způsobena zejména střídáním myšlenkových a manuálních aktivit. Ačkoliv se může zdát, že u většiny úloh převažuje manuální aktivita, žák více zapojuje svou představivost.

Každý žák obdrží pracovní list. Nejprve zkusí samostatně určit, které z uvedených sítí jsou sítě krychle a které nikoliv. Označí tak do kolonky tip ano, nebo ne.

Následně jsou všem žákům rozdány kostky a sítě. Od každé sítě 1–15 uvedené v pracovním listě koluje po třídě stejná síť v takové velikosti, aby s ní šla kostka „obalit“. Každý žák postupně zkusí svou kostku „obalit“ všemi 15 sítěmi a přesvědčí se, zda se skutečně jedná o síť krychle, či nikoliv. Své zjištění si poznamená (je/není).

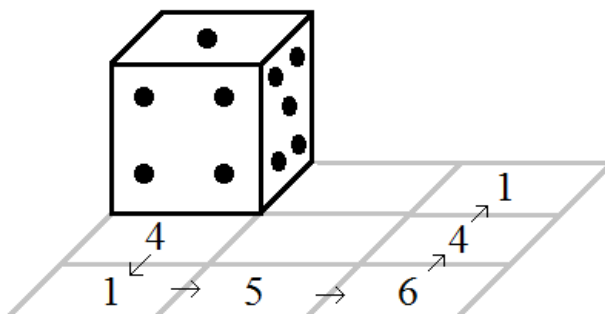
Žáci porovnájí své odhady se skutečnými výsledky. Zjistí, že 11 z 15 uvedených sítí jsou opravdu sítě krychle. V závěru je nutné žákům sdělit, že síť krychle má právě 11 možných variant. (Vlastní námět.)

Vlastní postřehy: Před realizací této úlohy bylo nutné z tvrdého papíru nejprve vytvořit 15 sítí, kterými budou žáci obalovat dřevěné krychle o hraně 4 cm. Úloha žáky velmi zaujala. Byli vždy velmi nadšeni, když se jejich tip správně potvrdil. Naopak několikrát se stalo, že žáci tipovali, že uvedená síť je síť krychle, nicméně tomu tak nebylo. V tom případě se snažili krychli obalit jiným způsobem (položili síť na lavici, na náhodné místo sítě položili kostku a „obalili“ ji; když zjistili, že jedna stěna zůstala nezakrytá, položili kostku na jiné místo sítě a postup zopakovali). To žáky vedlo ke zjištění, že na počáteční poloze kostky nezáleží.

7.1.6 Kam se kostka odvalí? ★★☆☆

Pomůcky: hrací kostka, čtverečkový papír

Odvalování kostky se řadí mezi úlohy zaměřené na pohyb tělesa. Princip těchto úloh spočívá v převalování hrací kostky po čtvercové síti takovým způsobem, že stěna kostky, která se dotýká čtvercové sítě, se do ní „otlačí“. Jelikož je značně obtížné správně zaznamenat polohu ok v případě čísel 2, 3 a 6, žáci do sítě zaznamenávají pouze čísla. Při řešení mají žáci hrací kostku v základní poloze před sebou, nicméně s ní nesmějí manipulovat. Hrací kostku musí převracet pouze ve své mysli. Cílem je rozvíjet geometrickou představivost a schopnost mentální manipulace s předměty.



Pro úlohu je vhodné použít síť s čtverci o straně 1 cm (sešit formát A5 č. 5110). Žákům je určena stopa odvalování hrací kostky a její počáteční poloha (čísla na spodní, přední a pravé stěně). Ve čtvercové síti, ve které bude kostku odvalovat, si žák zvolí počáteční políčko a označí ho příslušným číslem (první číslo ve stopě odvalování). Jeho úkolem je určit pozici posledního políčka daného odvalování. Dle M. Hejného (1990, s. 374, 375 [06]).

Příklad: Je dána stopa odvalování 654123 a počáteční poloha kostky je taková, že dole je 6, vpředu 4 a vpravo 5. Jaká je pozice posledního políčka?

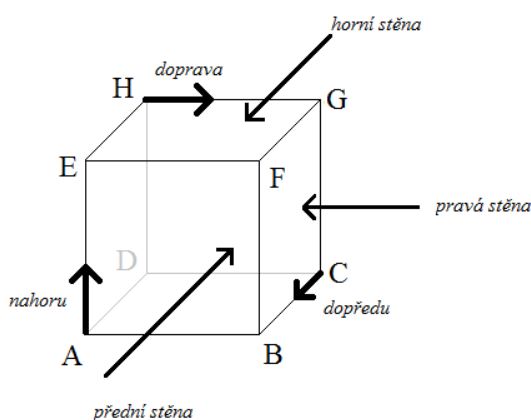
6	+		
		+	
			+
			+
			3

Vlastní postřehy: Při realizaci úlohy měl každý žák před sebou k dispozici hrací kostku, kterou si při řešení jednotlivé úlohy vždy nastavil do počáteční polohy. Na tabuli bylo zapsáno několik způsobů odvalování. První způsob byl využit pro demonstraci úlohy. Dál pracoval každý žák samostatně. Žáci měli často nutkání s hrací kostkou

na stole manipulovat. Tento nedostatek si nahrazovali pohyby těla. Někteří žáci nakláněli tělo do strany, kam chtěli kostku odvalit, jiní si pomáhali pohyby rukou.

7.1.7 Hledání cesty ★★★★★

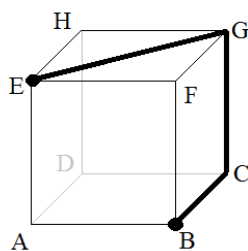
Hledání cesty je úlohou spadající do kapitoly Geometrie povrchu tělesa. V ní mají žáci za úkol řešit různé problémové situace spojené s pohybem po krychli. Pohyb je možné provádět po hranách a po úhlopříčkách povrchu krychle. Tento pohyb je prováděn pouze myšlenkově, žák tedy nemá k dispozici žádný reálný model krychle. Cílem je především rozvoj geometrické představivosti a vizuální paměti.



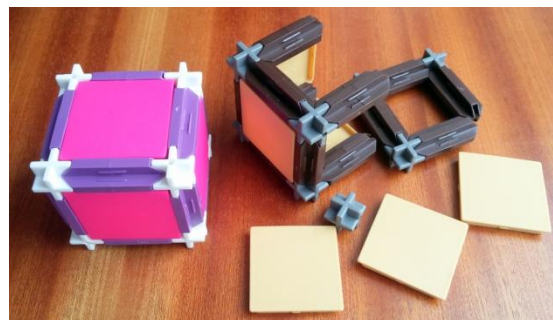
Před realizací je zapotřebí s žáky dohodnout společnou terminologii. Je totiž zjištěno, že někteří žáci vnímají jako přední stěnu tu dále od sebe, a tedy pohyb dopředu vnímají jako pohyb od sebe.

Žáci mají za úkol najít cestu z počátečního do koncového bodu, které jsou předem dané. Úlohu lze ztížit tím, že je žákům určena podmínka, z kolika kroků se daná cesta musí skládat.

Například: Najdi cestu ze tří kroků z bodu B do bodu E. Příklad možného řešení: dozadu, nahoru, napříč horní stěnou. Dle J. Perného (2004, s. 45 [24]) upraveno.



Vlastní postřehy: Pro žáky byla úloha spojená s pohybem po krychli něčím novým, proto jsem určitý čas věnovala osvojení výše uvedené terminologie. K tomu jsem využila dílky stavebnice SEVA. Každý žák si ze stavebnice sestavil krychli. Stavebnici SEVA jsem zvolila z toho důvodu, že žáci pracovali se třemi druhy dílků, které zastupovaly vrcholy, hrany a stěny krychle. Na sestavených modelech jsme s žáky procvičili jednotlivé kroky po krychli.



Obrázek 4: Ukázka stavebnice – SEVA

Poté modely rozebrali, aby je nemohli v průběhu úlohy využívat. Na tabuli byly zapsány tři dvojice bodů. Na kousek papíru měli žáci ke všem třem dvojicím napsat cestu, kterou by se dostali z počátečního do koncového bodu. Po společné kontrole pracovali ve dvojicích. Jeden žák určil výchozí a koncový bod, druhý určil správnou cestu. Poté si role vyměnili. Žáci, kteří se v úloze rychle zorientovali, si sami žádali ztížení úlohy určením přesného počtu kroků, které musí použít.

Žáci si chybějící reálný model nahrazovali improvizovanými modely (penál, guma apod.). Často si také pomáhali pohyby těla, nejčastěji pohybem ruky či prstu, který byl doprovázen pohybem očí.

7.2 Další vybrané úlohy

Jako další jsem vybrala tři úlohy, které jsem s žáky v hodinách nerealizovala, ale považuji je za velmi zajímavé a netradiční. První úloha, Barevná hromádka, je ukázkou úlohy ze skupiny Práce s geometrickými obrazci. V těchto úlohách žáci nejen rozvíjejí geometrickou představivost, ale zároveň si upevňují pojmenovávání základních geometrických útvarů. Druhá úloha s názvem Najdi chybu je, stejně jako úloha Kam se kostka odvalí?, zaměřená na pohyb tělesa. Princip této činnosti spočívá v převalování hrací kostky, díky čemuž žák rozvíjí schopnost mentální manipulace s předměty. Třetí úloha Kde jsem? je ukázkou dalšího možného pojetí Geometrie povrchu tělesa, při kterém žáci procvičují vizuální paměť. Poslední dvě úlohy se řadí mezi ty obtížnější a práce s nimi vyžaduje určité zkušenosti žáků s podobnými činnosti.

7.2.1 Barevná hromádka

Pomůcky: pastelky, obrázek s geometrickými útvary (viz přílohy)

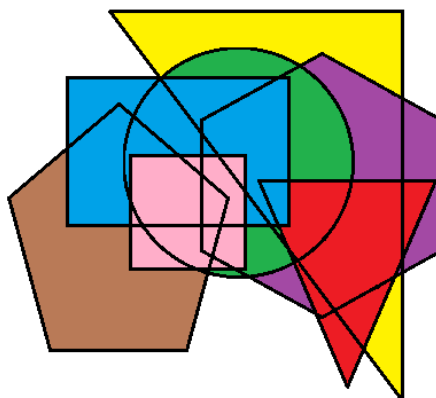
Doba trvání: 10 min

Žáci pracují ve dvojicích. Oba žáci dostanou stejný obrázek se sedmi geometrickými útvary. Žáci nejprve společně všechny geometrické útvary vyhledají a správně pojmenují.

Poté si mezi sebe dají překážku tak, aby si navzájem na své obrázky neviděli. Žák A poté začne žákovi B diktovat geometrické útvary podle pořadí od spodu nahoru, jako kdyby byly položené na stole (to si žák A určuje sám). Žák A určí každému útvaru libovolnou barvu (dva útvary nesmějí mít stejnou barvu). Oba žáci tento postup zachycují pomocí vybarvování částí útvarů.

Příklad: Žlutý pravoúhlý trojúhelník, fialový šestiúhelník, hnědý pětiúhelník, zelený kruh, červený rovnoramenný trojúhelník, modrý obdélník, růžový čtverec. (Je vhodné žáky upozornit, že části útvarů se překrývají. Když tedy žák A zvolí jako první čtverec, který je celý zakrytý jinými útvary, nesmí vybarvit žádnou jeho část.)

Po dokončení žáci své obrázky porovnají a tím si zkontrolují správnost postupu. Dle M. Kaslové, R. Malé (2005, s. 27 [11]) upraveno.



7.2.2 Najdi chybu

Pomůcky: hrací kostka, čtvercové síť se záznamem odvalování (viz přílohy)

Každý žák dostane čtvercové síť se záznamy odvalování hrací kostky. V každém záznamu se ale skrývá jedna chyba. Úkolem žáků je chybu odhalit a chybné číslo nahradit číslem správným. (Vlastní námět.)

4			
↓			
1	2	4	
↓	↓		
3	5		

7.2.3 *Kde jsem?*

Žáci se rozdělí do skupin po čtyřech. Jeden žák má za úkol vymyslet si cestu ze tří kroků, která povede z nějakého určitého bodu k jinému. Tuto svou cestu však žákům nesděluje. Zbylí tři žáci se ho postupně ptají na jeho vymyšlenou cestu. Smějí podávat pouze takové otázky, na které lze odpovědět ano, nebo ne. Na konkrétní počáteční a koncový bod se smí každý zeptat pouze jednou. Pokud neřekne správné body, už se ptát nesmí. Úlohu vyřeší ten žák, který jako první řekne správný počáteční a koncový bod cesty. Jedná se o poměrně složitou úlohu, k jejíž realizaci je zapotřebí, aby měli žáci s procházkami po krychli dostatečné zkušenosti. (Vlastní námět.)

Příklad: Žák A si myslí cestu z bodu H *doprava, dopředu, napříč pravou stěnou* do bodu C.

Žáci postupně pokládají následující otázky:

Žák B: *Uděláš krok dolů?* Žák A: *Ne.*

Žák C: *Uděláš krok dopředu?* Žák A: *Ano.*

Žák D: *Bude krok dopředu tvým prvním krokem?* Žák A: *Ne.*

Žák B: *Bude krok dopředu tvým druhým krokem?* Žák A: *Ano.*

Žák C: *Uděláš krok nahoru?* Žák A: *Ne.*

Žák D: *Uděláš nějaký krok napříč?* Žák A: *Ano.*

Žák B: *Bude krok napříč tvým posledním krokem?* Žák A: *Ano.*

Žák C: *Uděláš krok doprava?* Žák A: *Ano.*

Žák D: *Je tvůj poslední krok napříč přední stěnou?* Žák A: *Ne.*

Žák B: *Je tvůj poslední krok napříč pravou stěnou?* Žák A: *Ano.*

Žák C: *Jdeš z bodu H do bodu C?* Žák A: *Ano.*

VÝZKUMNÁ ČÁST

8 Pedagogický experiment

Pedagogický experiment je zaměřen především na rozvoj geometrické představivosti žáků. M. Hejný (1990, s. 354, 355 [06]) uvádí, že učivo stereometrie ve vyučování matematiky je velmi skromně zastoupené. Jedním z důvodů je i předsudek, že geometrická představivost je v podstatě nenaučitelná. M. Hejný tento poznatek nepopírá, pouze konstatuje, že různí žáci mají různé dispozice prostorového vidění. Nicméně i žáci se slabšími dispozicemi mají možnost se v této schopnosti zlepšovat. Pomocí výzkumného šetření bych chtěla tuto skutečnost ověřit.

Celou tuto problematiku doprovází skutečnost, že matematika, a především geometrie není mezi žáky oblíbeným předmětem. Přitom právě stereometrie jako součást geometrie nabízí velké množství zajímavých a poutavých aktivit, které mohou žákům příjemným způsobem zpestřit vyučování.

V poslední řadě bych se chtěla zmínit o svém poznatku z praxe. Při mém vyučování na základní škole Ještědská v Liberci jsem si všimla, do jaké míry známka z matematiky ovlivňuje sebevědomí některých žáků v probírání nového učiva. To mě vedlo k myšlence, do jaké míry souvisí známka z matematiky se schopnostmi geometrických představ.

Prostudovaná literatura týkající se této problematiky a výše zmíněné poznatky mě vedly k vytyčení následujících cílů a předpokladů.

8.1 Cíle pedagogického experimentu

Cílem pedagogického experimentu je zjistit úroveň geometrické představivosti žáků 5. ročníku a potvrdit, nebo vyvrátit fakt, že úroveň geometrické představivosti se odráží v hodnocení z předmětu matematika. Dalším cílem je zjistit vztah žáků ke geometrii a zda se tento vztah změní na základě aplikovaných nestandardních úloh v hodinách geometrie. Hlavním cílem je ověřit, zda cílené působení na žáky pozitivním způsobem ovlivní jejich úspěšnost v řešení geometrických úloh.

8.1.1 Předpoklady

Pro naplnění výše uvedených cílů práce byly, s oporou v odborné literatuře a na základě vlastních zkušeností, stanoveny následující předpoklady.

P1: V experimentální třídě dojde ke zvýšení úspěšnosti žáků ve výstupním testu.

P2: Známková z matematiky souvisí s úspěšností žáků v jednotlivých úlohách testů.

P3: U žáků, na které bylo cíleně působeno, dojde ke zlepšení vztahu k matematice a geometrii.

8.2 Charakteristika zkoumaného vzorku

Zkoumaným vzorkem byli žáci 5. ročníků Základní školy Ještědská v Liberci. Šetření se zúčastnily dvě 5. třídy, celkem 50 žáků. Třída 5. B, složená z 16 dívek a 11 chlapců (celkem 27 žáků), sloužila jako třída experimentální. Třída 5. A, složená ze 17 dívek a 6 chlapců (celkem 23 žáků), sloužila jako třída kontrolní.

8.3 Metody pedagogického experimentu

Data ve výzkumu jsem získávala pomocí empirických metod, a to prostřednictvím testu a dotazníku.

Test je zkouška nebo úkol, který je identický pro všechny zkoumané osoby s přesně vymezenými způsoby hodnocení výsledků a jejich číselného vyjadřování. (Michalička in Chrástka 2007, s. 184 [07]) V případě tohoto experimentu testy posloužily ke zjištění úrovně zvládnutí učiva geometrie, konkrétně geometrické představivosti.

Dotazník je soustava otázek, které jsou předem připravené a pečlivě formulované. Dotazovaná osoba na otázky odpovídá písemnou formou. Kladené otázky se mohou týkat vnějších nebo vnitřních jevů. Ve výzkumu jsem se zaměřila na jevy vnitřní, konkrétně na postoje žáků k matematice a geometrii. (Chrástka 2007, 163 [07])

9 Průběh šetření

9.1 Sestavení testů

Hlavička testů obsahovala informace o třídě, známce z matematiky a o pohlaví. Pro účely sledování pokroků byli žáci označeni značkami, čímž byla zachována jejich anonymita.

Každý test se skládal ze tří typově odlišných úloh, zaměřených na rozvoj geometrické představivosti. Úlohy byly voleny s ohledem na obsah učiva pro 1. stupeň základní školy. Test 1 měl dvě varianty A a B, obsah těchto testů byl totožný. Varianta B byla připravena pro žáky s „obráceným“ vnímáním. (Zjistilo se, že někteří žáci rozdílně vnímají směry dopředu a dozadu. Za běžné vnímání je považován pohyb po krychli od A do D jako pohyb dopředu, tedy od sebe. Někteří tento pohyb vnímají „obráceně“.)

První úloha byla jako jediná zaměřena na geometrickou představivost v planimetrii. Ve vstupním testu měli žáci za úkol vybrat z nabídky ty tvary, kterými lze pokrýt daný obrazec. Ve výstupním testu již žáci museli pole pokrýt tvary, které jim byly určeny. Pro ztížení úlohy jim byla navíc určena jedna podmínka.

Druhá úloha se zabývala pohledy na těleso. V testu 1 měli žáci z nabízených sedmi možností vybarvit příslušnou barvou pohledy na těleso zepředu, shora a zprava. V testu 2 již žáci museli pohledy na těleso sami zaznamenat do čtvercových sítí. Pro práci mohli volit mezi obrázkem, který měl každý žák v testu, nebo sestavou z krychlí, která byla umístěna na dvou viditelných místech ve třídě. Žáci poté preferovaný způsob práce uvedli v testu.

Třetí úloha se týkala pohybu po krychli. Před zadáním testu proběhlo se žáky sjednocení názvosloví. V testu 1 byl volen pouze jeden typ otázky. Žáci měli za úkol určit, do jakého vrcholu krychle dojdou. Vždy jim byl zadán výchozí bod a následující cesta. Pro žáky s „obráceným“ vnímáním byla vytvořena druhá varianta testu 1. Test 2 již obsahoval různorodé úlohy. Žáci měli nejprve najít výchozí a koncový bod určené cesty a poté měli z určeného výchozího vrcholu dojít pomocí 3 kroků do určeného koncového vrcholu. V závěru měli určit, zda taková cesta existuje pouze jedna.

Z celého testu bylo možné získat maximálně 9 bodů, tři body za každou úlohu.

9.2 Sestavení dotazníků

Stejně jako testy, oba dotazníky obsahovaly základní hlavičku se značkou žáka a s údaji o třídě, známce z matematiky a o pohlaví.

Dotazníky byly složeny z různých typů položek. Převažovaly položky uzavřené, jako například škálové, výčtové nebo stupnicové. Zastoupeny byly i položky otevřené. Dotazník 1 byl zadán v obou třídách. Dotazník 2 byl zadán pouze ve třídě experimentální.

Dotazník 1 obsahoval sedm položek. První položka zjišťovala postavení matematiky mezi ostatními předměty. Žáci měli pomocí stupnice určit pořadí oblíbenosti uvedených předmětů (1 nejoblíbenější, 8 nejméně oblíbený).

Druhá položka byla zaměřena na oblíbenost matematiky. Žáci vybírali ze čtyř možností: velmi oblíbený předmět, oblíbený předmět, neoblíbený předmět, velmi neoblíbený předmět.

Ve třetí položce žáci hodnotili náročnost matematiky. Výběr byl určen ze čtyř odpovědí: velmi snadná, snadná, těžká, velmi těžká.

Čtvrtá a pátá položka se zaměřovaly na porovnávání *matematiky* (myšleno aritmetiky) a geometrie. Položka čtyři z hlediska oblíbenosti a položka pět z hlediska úspěšnosti. U obou položek měli žáci svou odpověď zdůvodnit.

V šesté položce měli žáci z výčtu činností vybrat ty, které dělají v hodinách geometrie. V poslední sedmé položce měli žáci prostor pro návrhy na zlepšení hodin matematiky.

Dotazník 2 obsahoval šest položek. První položka byla shodná s položkou v dotazníku 1. Žáci měli pomocí stupnice určit pořadí oblíbenosti uvedených předmětů (1 nejoblíbenější, 8 nejméně oblíbený).

Ve druhé položce měli posoudit náročnost úloh absolvovaných v hodinách geometrie. Výběr byl ze čtyř odpovědí: velmi snadné, snadné, těžké, velmi těžké.

Třetí položka obsahovala výčet úloh absolvovaných v hodinách geometrie. Úkolem žáků bylo u každé úlohy určit, zda je vyučování: velmi bavilo, bavilo, nebavilo, velmi nebavilo.

Ve čtvrté a páté položce žáci dále hodnotili činnosti absolvované v hodinách geometrie. Ve čtvrté položce volili, zda by v takových úlohách chtěli pokračovat. Pátá otevřená otázka dávala žákům prostor pro celkové zhodnocení těchto činností.

Šestá otázka, stejně jako otázka čtyři v dotazníku 1, porovnávala oblíbenost *matematiky* a geometrie.

9.3 Zadání testů a dotazníků

Vstupní test 1 a dotazník 1 byly zadávány současně. Na vyplnění žákům stačila jedna vyučovací hodina. Zadání proběhlo v polovině dubna v obou třídách.

Nejprve před testem proběhlo zopakování terminologie vrcholů krychle a vysvětlení účelu sestavy krychlí, které byly umístěné na dvou viditelných místech ve třídě. Došlo také k vyhledání žáků s „obráceným“ vnímáním, nikdo takový ale ve třídě nebyl, proto varianta B testu 1 nebyla použita. Poté byl žákům rozdán test, před samotným psaním byla společně vyplněna hlavička testu a byly stručně okomentovány jednotlivé úlohy. Na vyplnění testu měli žáci přibližně 25 minut. Rychlejší žáci však test odevzdávali již po 10 až 15 minutách.

Ve chvíli, kdy všichni žáci test odevzdali, byly rozdány dotazníky a následně byly žákům stručně okomentovány jednotlivé položky. Hlavičku již žáci vyplňovali samostatně. Vyplnění dotazníku trvalo přibližně 10 minut.

Na žáky bylo cíleně působeno během následujících šesti týdnů. Výstupní test byl poté realizován s částečným časovým odstupem v polovině června. Výstupní test 2 a dotazník 2 byly zadávány stejným způsobem jako předchozí test a dotazník. Dotazník 2 vyplňovala pouze experimentální třída.

9.4 Test 1 (A)

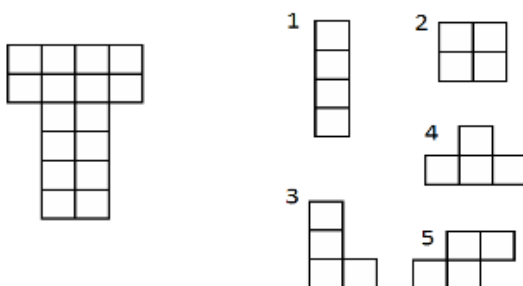
Třída: _____

Značka: _____

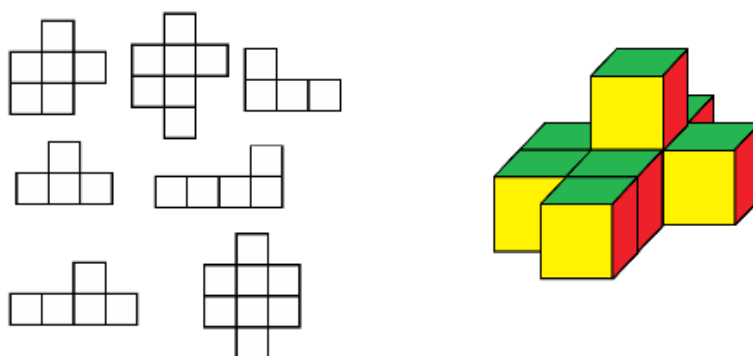
Známka: _____

Číslo / Chlapec

1. Zakroužkuj tvary označené čísly 1 – 5, kterými můžeš pokrýt obrazec vlevo tak, aby byl pokryt celý a žádný tvar nepřecházel?



2. Z nabízených možností vybarvi pohledy na těleso (zepředu – žlutě, shora – zeleně, zprava – červeně). Využít můžeš jak obrázek, tak i sestavu krychliček na přední lavici.



Podle čeho se ti pracuje lépe? obrázek sestava krychliček

3) Do jakého vrcholu krychle dojdeš?

a. Pokud vyraziš z předního levého dolního bodu A nahoru, dozadu, doprava?

b. Pokud vyraziš ze zadního levého horního bodu H dolů, dopředu, doprava?

c. Pokud vyraziš ze zadního pravého horního bodu G napříč pravou stěnou, dozadu, napříč zadní stěnou?

9.5 Test 1 (B)

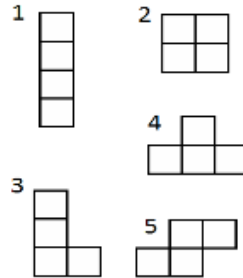
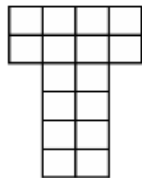
Třída: _____

Značka: _____

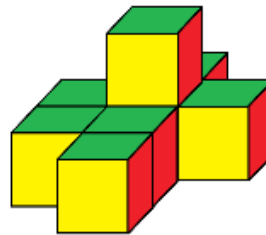
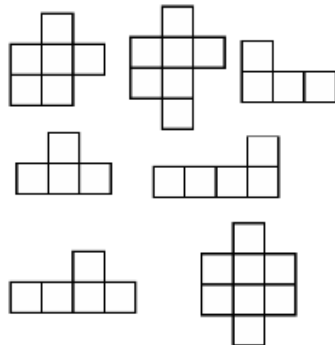
Známka: _____

Divka / Chlapec

1. Zakroužkuj tvary označené čísly 1 – 5, kterými můžeš pokrýt obrazec vlevo tak, aby byl pokryt celý a žádný tvar nepřechýlal?



2. Z nabízených možností vybarvi pohledy na těleso (zepředu – žlutě, shora – zeleně, zprava – červeně). Využít můžeš jak obrázek, tak i sestavu krychliček na přední lavici.



Podle čeho se ti pracuje lépe? obrázek sestava krychliček

3) Do jakého vrcholu krychle dojdeš?

a. Pokud vyraziš z předního levého dolního bodu D nahoru, dozadu, doprava?

b. Pokud vyraziš ze zadního levého horního bodu E dolů, dopředu, doprava?

c. Pokud vyraziš ze zadního pravého horního bodu F napříč pravou stěnou, dozadu, napříč zadní stěnou?

9.6 Dotazník 1

Třída: _____

Značka: _____

Známka: _____

Divka / Chlapec

1. Uved' pořadí oblíbenosti předmětů (1 nejoblíbenější, 8 nejméně oblíbený).

Český jazyk Anglický jazyk Matematika Vlastivěda
Přírodověda Hudební vých. Výtvarná vých. Tělesná vých.

2. Matematika je můj (označ křížkem):

velmi oblíbený předmět oblíbený předmět
 neoblíbený předmět velmi neoblíbený předmět

3. Matematika je pro mě (označ křížkem):

velmi snadná snadná těžká velmi těžká

4. Raději mám: matematiku geometrii

Proč? _____

5. Úspěšnější jsem v: matematice geometrii

Proč? _____

6. Křížkem označ činnosti, které děláte v hodinách geometrie, které neděláte, zakroužkuj.

rýsování vystřihování a lepení měření (délek, objemu)
 kreslení výpočty obsahu a obvodu převody jednotek
 vybarvování manipulace s modely geometrické hádanky
 modelování těles geometrické hry Jiné _____

7. Jak bys zlepšil/a hodiny matematiky?



9.7 Test 2


Třída: _____

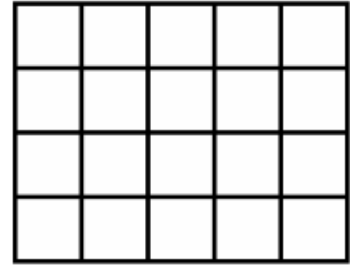
Značka: _____

Známka: _____

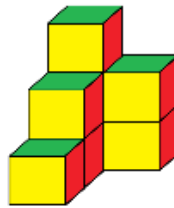
Divka / Chlapec

1. Pokryj obdélník čtyřmi  a dvěma .

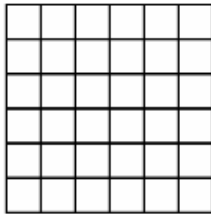
Obrázce  se nesmějí dotýkat.



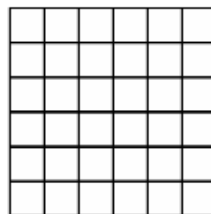
2. Do čtvercových sítí zakresli (vyšrafuj) pohledy na těleso.
Využít můžeš jak obrázek, tak i sestavu krychliček na přední lavici.



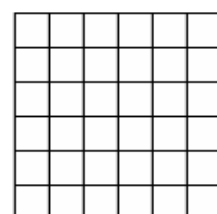
zepředu



shora



zprava



Podle čeho se ti pracuje lépe? obrázek sestava krychliček

3. Urči vrcholy, nebo směr pohybu po krychli.

a) Najdi výchozí a koncový bod této cesty: nahoru, dopředu, doleva.

b) Zapiš cestu ze 3 kroků z předního levého dolního bodu do zadního levého horního bodu.

Existuje pouze jedna cesta? ANO NE

9.8 Dotazník 2

Třída: _____

Značka: _____

Známka: _____

Divka / Chlapec

1. Uveď pořadí oblíbenosti předmětů (1 nejoblíbenější, 8 nejméně oblíbený).

Český jazyk Anglický jazyk Matematika Vlastivěda
Přírodověda Hudební vých. Výtvarná vých. Tělesná vých.

2. Úlohy v geometrii se mi zdály (označ křížkem):

velmi snadné snadné těžké velmi těžké

3. Ohodnot' jednotlivé činnosti. Označ křížkem jednu z kolonek.

ČINNOSTI	velmi bavilo	bavilo	nebavilo	velmi nebavilo
Pokrývání obrazců				
Tangramy				
Sítě krychle				
Stavby z krychlí				
Zakreslování krychlových staveb				
Hrací kostka				
Procházky po krychlí				

4. Chtěl/a bys pokračovat v takových geometrických úlohách? ANO NE

5. Celkově zhodnot' činnosti v hodinách geometrie.

6. Raději mám: matematiku geometrii

Proč? _____

10 Interpretace výsledků

Šetření se zúčastnilo celkem 50 žáků ze dvou pátých tříd. Třída 5. B, na kterou bylo cíleně působeno, měla celkový průměr z matematiky o celé čtyři desetiny horší než třída 5. A. V 5. B byl také jeden žák, který byl jako jediný ze všech zúčastněných žáků na konci čtvrtého ročníku hodnocený stupněm 3 z matematiky.

Podle uvedených záznamů tedy 5. A prospívala z matematiky lépe nežli 5. B.

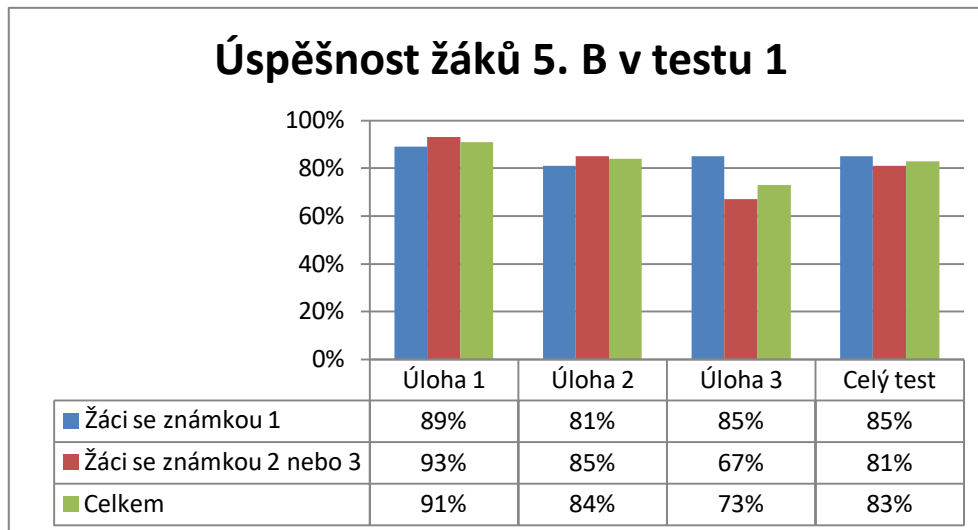
Tabulka 2: Rozdělení žáků dle třídy a prospěchu

	Známka 1	Známka 2	Známka 3	Celkem	Průměr
5. B	9	17	1	27	1,7
5. A	16	7	0	23	1,3

10.1 Vyhodnocení testu 1

Třída 5. B

Všichni žáci stihli test odevzdat nejpozději do 23 minut. Někteří rychlejší žáci měli test hotový do 10 minut. Graf 1 ukazuje úspěšnost žáků v tomto testu.



Graf 1: Procentuální úspěšnost žáků 5. B v testu 1

V první úloze byli žáci nejúspěšnější. Správně měli z pěti nabízených tvarů označit tvary 1, 2 a 3. Za každý správně označený tvar žák získal 1 bod. Nejvíce tak bylo možné obdržet 3 body. Zcela správně úlohu vyřešilo 21 žáků. Pět žáků neoznačilo tvar s číslem 3 – mezi nimi byla i žákyně, která byla jako jediná na konci 4. ročníku hodnocena známkou 3 z matematiky. Jeden žák označil pouze tvar s číslem 1.

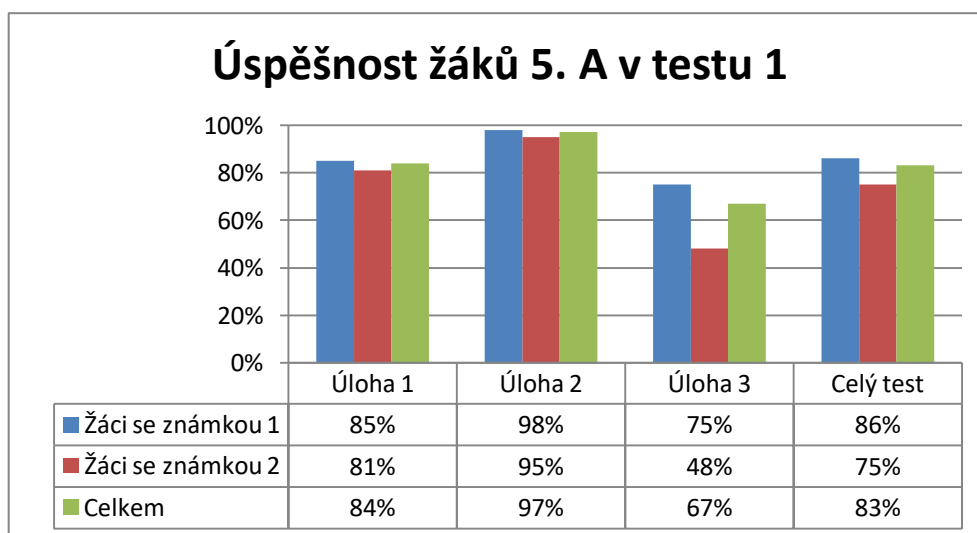
O něco méně úspěšní byli žáci v úloze dvě, ve které měli zakreslovat pohledy na těleso. Správně vybarvit všechny tři pohledy na těleso se povedlo 22 žákům. Dva žáci zvládli správně určit jeden z pohledů. Tři žáci byli v řešení absolutně neúspěšní, jeden z nich se zjevně vůbec nesnažil úlohu řešit. Na otázku, podle čeho se dotyčnému pracuje lépe, 17 žáků uvedlo obrázek a 9 žáků sestavu z krychlí. Jeden žák odpověď neuvedl. Žákyně se známkou 3 vyřešila správně celou úlohu.

Nejméně úspěšní byli žáci v poslední úloze. Méně než polovina žáků dokázala vyřešit celou úlohu správně. Nejčastěji žáci chybovali v bodě *c*, ve kterém byl jako v jediném zařazen kromě pohybů po hranách krychle i pohyb napříč její stěnou. Bod *c* nevyřešila ani žákyně se známkou 3.

Celková úspěšnost v testu byla 83 %. V průměru žáci z celkových 9 bodů dosahovali počtu 7,45 bodu. V úlohách jedna a dva dosahovali žáci s horším hodnocením z matematiky mírně lepších výsledků nežli žáci se známkou 1. Ve třetí úloze však žáci se známkou jedna dosáhli v průměru o více jak půl bodu lepšího výsledku. Žákyně se známkou tři dosáhla celkového počtu 7 bodů. Celkově je rozdíl mezi žáky s různými známkami nepatrný.

Třída 5. A

Žáci v 5. A test vyplňovali přibližně stejně dlouho jako žáci v 5. B. Graf 2 ukazuje, že úspěšnost žáků 5. A v jednotlivých úlohách kolísala více než u žáků 5. B.



Graf 2: Procentuální úspěšnost žáků 5. A v testu 1

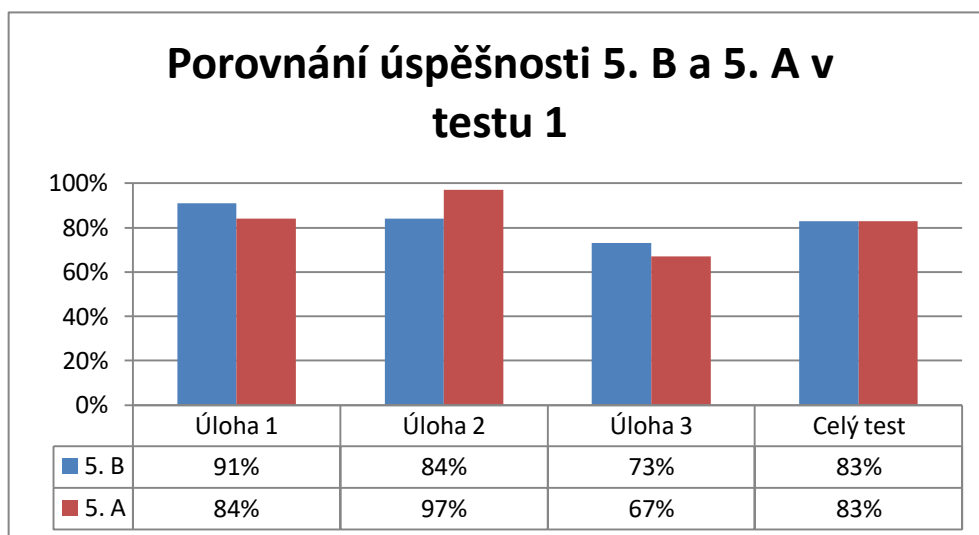
V úloze jedna bylo stejné zastoupení chyb jako v 5. B. Celou úlohu správně měla přibližně třetina žáků. Pět žáků neoznačilo tvar s číslem 3 a tři žáci označili pouze tvar s číslem 1.

Ve druhé úloze byli žáci neúspěšnější. Pouze dva nedosáhli plného počtu bodů. Až na výjimky žáci uváděli, že pro práci volí raději obrázek nežli sestavu krychlí.

Třetí úloha se zdála být pro některé žáky náročná. Plného počtu nedosáhla ani polovina žáků. Nejvíce chyb bylo v bodě c, ve kterém měli žáci provést pohyb napříč stěnou. Čtyři žáci se v bodě c nejspíše ani nepokusili přijít na správné řešení.

Z grafu 2 je patrné, že ve všech úlohách byli úspěšnější žáci se známkou 1. Nejvíce patrná odchylka byla ve třetí úloze, ve které byl rozdíl mezi žáky v průměru 0,82 bodu.

Srovnání úspěšnosti obou tříd



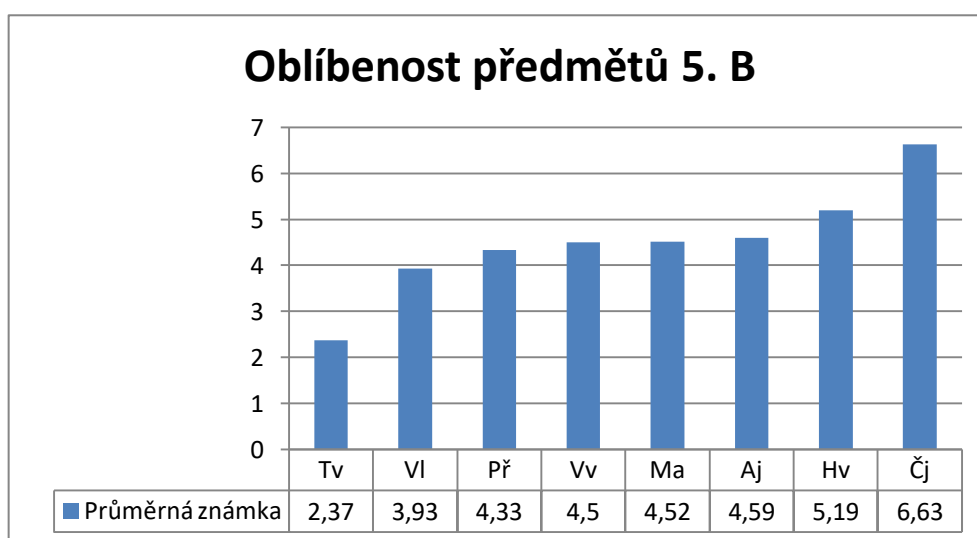
Graf 3: Procentuální srovnání tříd 5. B a 5. A v testu 1

Z grafu 3 vyplývá, že obě třídy byly v testu 1 stejně úspěšné. V úloze jedna a tři byla úspěšnější 5. B, zatímco 5. A si vedla lépe ve druhé úloze.

10.2 Vyhodnocení dotazníku 1

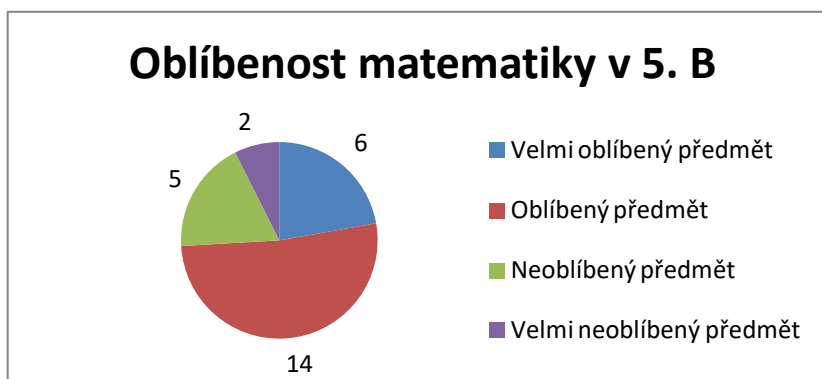
Třída 5. B

V první položce žáci přiřazovali předmětům čísla podle jejich oblíbenosti. Předmět tak mohl získat známku 1–8. Graf 4 zobrazuje průměrné známky předmětů. Nejoblíbenějším předmětem byla tělesná výchova, na druhém místě se umístila vlastivěda. Matematika obsadila místo páté, nicméně podobně žáci hodnotili i předměty přírodověda, výtvarná výchova a anglický jazyk. Se svým hodnocením se lišily od matematiky v průměru pouze o necelou desetinu bodu. Jako nejméně oblíbený předmět žáci zvolili český jazyk.



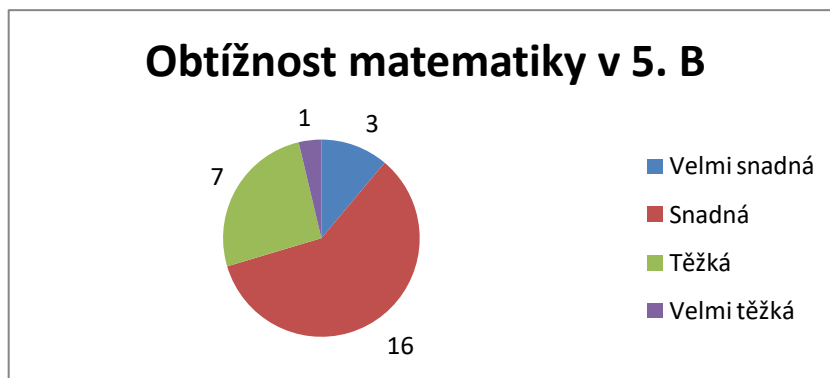
Graf 4: Hodnocení předmětů dle oblíbenosti v 5. B – dotazník 1

Položka druhá zjišťovala oblíbenost matematiky v 5. B. Výsledky byly zaznamenány do grafu 5. Převážně patří matematika u žáků mezi oblíbené předměty. Celkem 74 % hodnotilo matematiku jako oblíbený nebo velmi oblíbený předmět.



Graf 5: Hodnocení oblíbenosti matematiky v 5. B

Ve třetí položce žáci uváděli, zda je pro ně matematika snadný, nebo obtížný předmět. Výsledky ukazuje graf 6. Pro více jak polovinu žáků je matematika předmět snadný. Celkem 70 % žáků pak hodnotilo matematiku jako snadnou nebo velmi snadnou.



Graf 6: Hodnocení obtížnosti matematiky v 5. B

Oblíbenost matematiky velmi úzce souvisela s hodnocením její obtížnosti u žáků. Až na výjimky je matematika pro žáky, kteří ji hodnotili jako snadný nebo velmi snadný předmět, oblíbeným nebo velmi oblíbeným předmětem. Naopak žáci, kteří uvedli, že je matematika těžká nebo velmi těžká, ji zároveň shledávají jako předmět neoblíbený nebo velmi neoblíbený. Lze tedy říci, že popularita matematiky je u žáků ovlivněna vnímáním její obtížnosti.

V položkách čtyři a pět žáci volili mezi *matematikou* (myšleno aritmetikou) a geometrií. Na otázku, zda mají raději *matematiku* nebo geometrii vybralo *matematiku* 74 % žáků. Svou odpověď zdůvodňovali. Zde je několik příkladů odpovědí.

Protože mám ráda logické úlohy.

Počítání mě baví.

Protože mi nejde rýsovat.

Mám ráda, když počítáme s velkými čísly.

Je pro mě snadnější.

Ostatní žáci označili, že mají raději geometrii.

Protože je u ní člověk pečlivější a přesnější.

Protože se dozvídám, co je kolem nás za tvary.

Protože v ní není tolik počítání.

Pátá položka porovnávala *matematiku* a geometrii z hlediska úspěšnosti. Dle výsledku dotazníku se 63 % žáků cítí být úspěšnější v *matematice*. Nejčastějším důvodem bylo, že jim jde *matematika* lépe.

Šestá položka se zabývala zastoupením jednotlivých činností v hodinách geometrie. Všichni žáci uvedli, že rýsování, výpočty obsahu a obvodu a měření (délek a objemu) v hodinách geometrie dělají. Většina totéž uvedla i v případě převodů jednotek a vystřihování a lepení. Více jak polovina žáků uvedla, že v hodinách geometrie nedomodelují tělesa, nehrají geometrické hry a nekreslí. Více podrobností ukazuje graf 7. Někteří žáci vyplnili i kolonku jiné, zde jsou jejich doslovné odpovědi.

Píšeme testy a desetiminutovky

Stříhání

Domácí úkoly

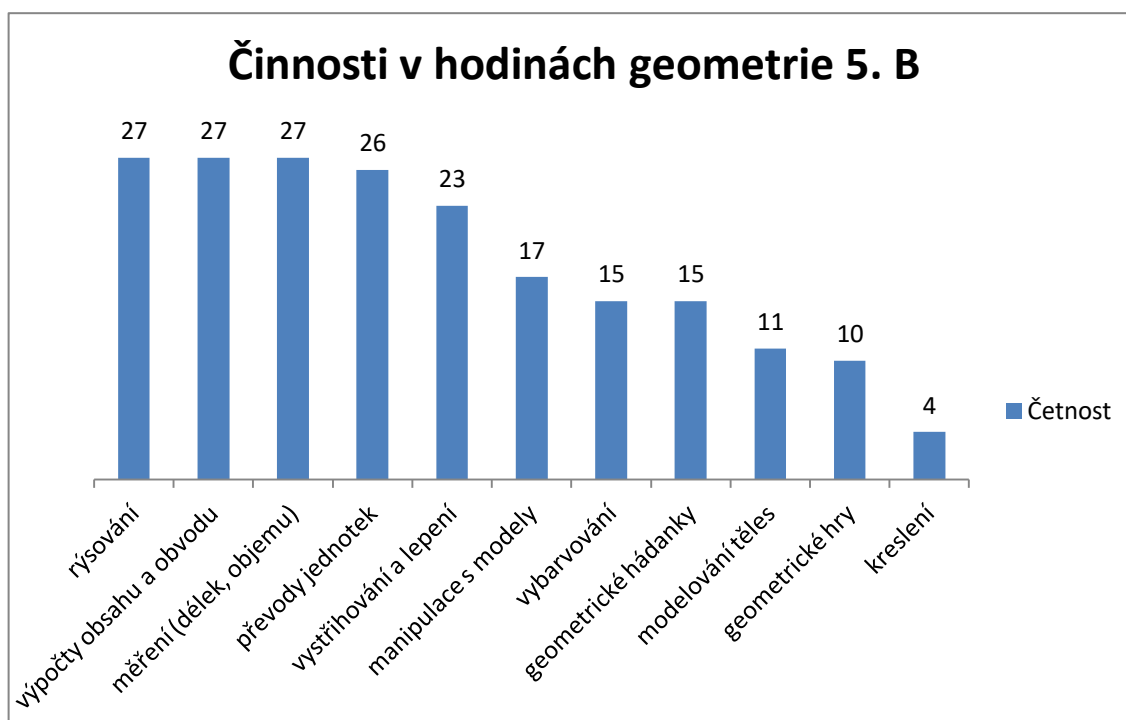
Skládání modelů

Geometrické úlohy

Úlohy z geometrie

Kružnice, testy, ... (Vysvětlení: takto jeden z žáků doslovně odpověděl.)

Píšeme různé diktáty



Graf 7: Zastoupení činností v hodinách geometrie 5. B

V sedmé položce měli žáci prostor pro návrhy, jak zlepšit hodiny matematiky.

Zde je několik doslovných odpovědí.

Nezlepšila! Jsou dobré!

Více bych dělala ve skupinách.

Hodiny bych prováděl formou hry a zábavy.

Víc her ve skupinách.

Dělala bych více logických cvičení.

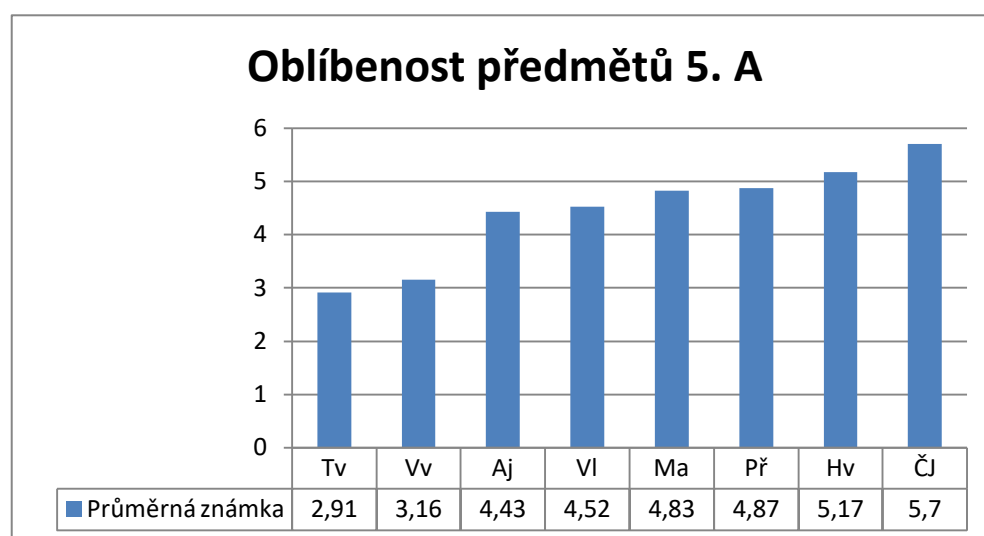
Aby sme dělali víc úloh na rýsování.

Aby se více vysvětlovalo.

Více počítat s velkými čísly.

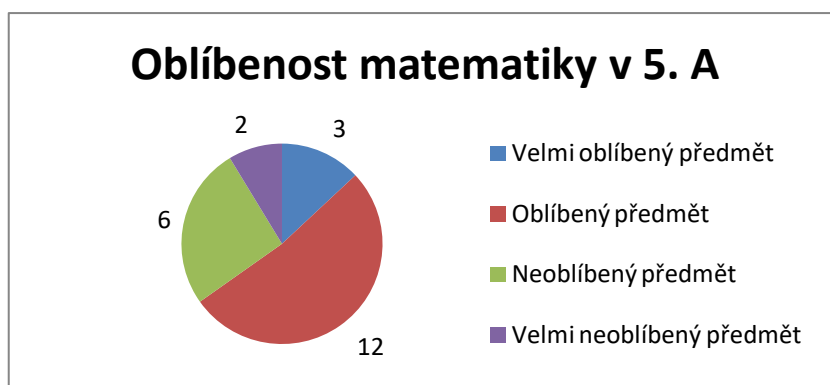
Třída 5. A

V první položce žáci hodnotili oblíbenost jednotlivých předmětů. Z grafu 8 vyplývá, že stejně jako v 5. B je i v 5. A nejoblíbenějším předmětem tělesná výchova a dvěma nejméně oblíbenými předměty jsou hudební výchova a český jazyk. Matematika se umístila na páté příčce.



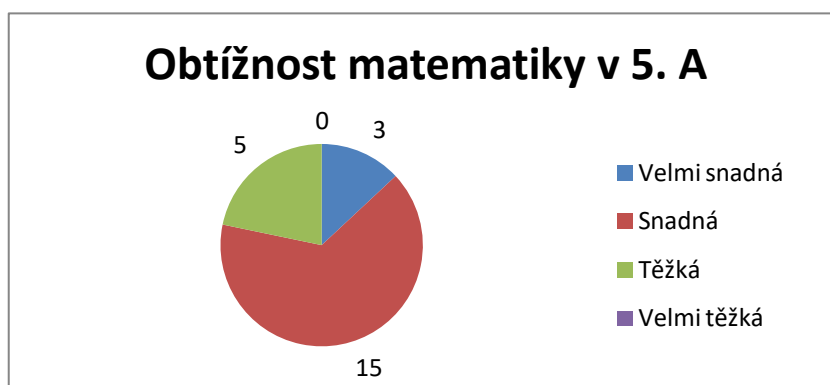
Graf 8: Hodnocení předmětů dle oblíbenosti v 5. A

Druhá položka se zaměřovala na oblíbenost matematiky. Graf 9 zobrazuje, že 52 % žáků hodnotí matematiku jako oblíbený předmět. Pro 26 %, tedy asi čtvrtinu žáků, je matematika předmětem neoblíbeným.



Graf 9: Hodnocení oblíbenosti matematiky v 5. A

Obtížností matematiky se zabývala třetí položka. Graf 10 ukazuje, že 78 % žáků hodnotí matematiku jako snadnou nebo velmi snadnou. Žádný žák neoznačil matematiku za velmi těžký předmět.



Graf 10: Hodnocení obtížnosti matematiky v 5. A

Položky čtyři a pět porovnávaly *matematiku* (myšleno aritmetiku) a geometrii. 83 % žáků uvedlo, že mají raději *matematiku*. Jejich důvody byly následující:

Protože si myslím, že je lehčí.

Nemusejí se dělat vzorečky.

Rýsování mě nebaví.

Protože mám ráda příklady.

Až na jednu výjimku všichni žáci, kteří mají raději *matematiku*, jsou v ní také úspěšnější. Jako příklady zdůvodnění žáci uváděli:

V geometrii nerýsuji moc hezky a přesně.

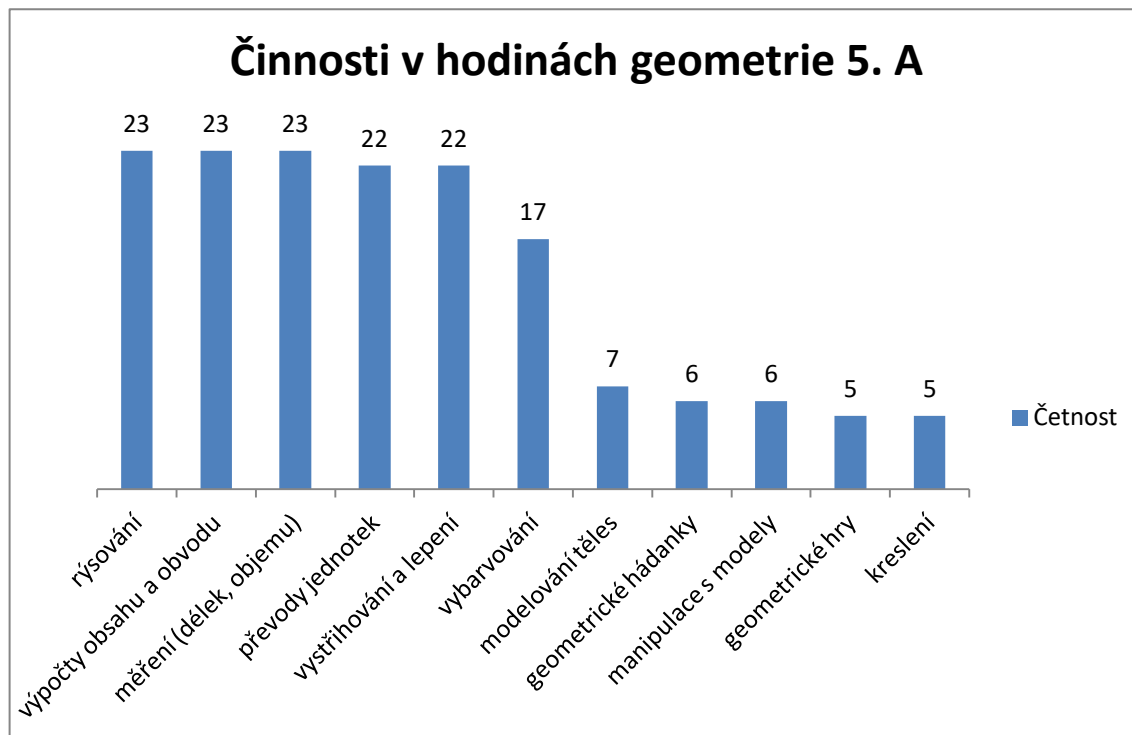
Mám lepší známky.

Jde mi lépe.

Geometrie mi nejde.

Ne vždy rýsuji přesně.

Šestá položka se zabývala obsahem hodin geometrie. Z grafu 11 jednoznačně vyplývá, že s činnostmi rýsování, výpočty obsahu a obvodu a měření (délek a objemu) se žáci v hodinách geometrie běžně setkávají. Většina žáků též uvedla, že v hodinách geometrie převádějí jednotky, vystřihují, lepí a vybarvují. Ostatní uvedené činnosti uvádějí žáci jen zřídka. Položku jiné žádný z žáků nevyužil.



Graf 11: Zastoupení činností v hodinách geometrie 5. A

V poslední, sedmé, položce měli žáci navrhnout, jak zlepšit hodiny matematiky. 35 %, tedy osm žáků by na výuce nic neměnilo. Dva žáci neodpověděli vůbec. Ostatní žáci uváděli některé následující návrhy na zlepšení hodin matematiky.

Aby mě učitelka více vyvolávala.

Abychom na testy měli více času.

Abychom všichni mohli ukázat svůj způsob na výpočty.

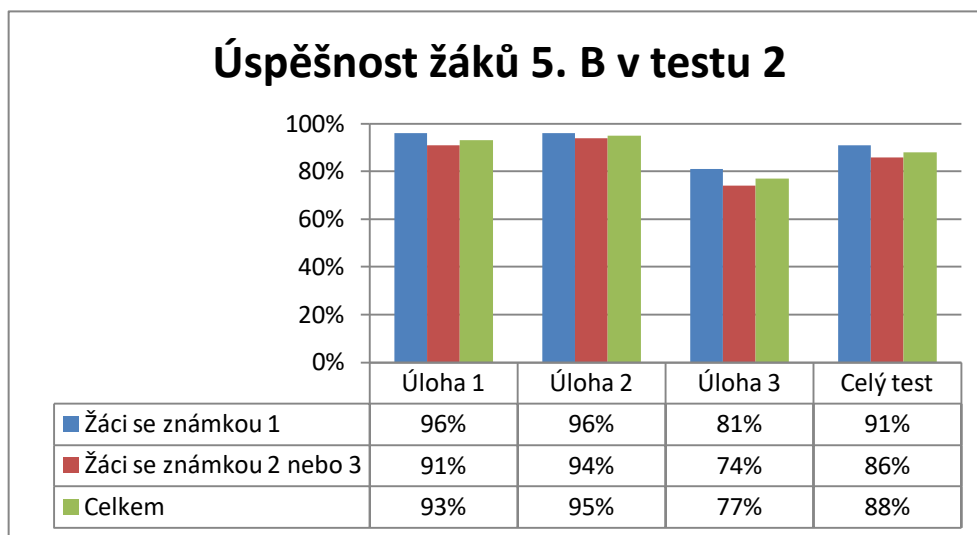
Hrála bych více matematických her.

Aby to nebylo moc těžký.

10.3 Vyhodnocení testu 2

Třída 5. B

Test 2 byl zadán podobným způsobem jako test 1. Žáci měli na jeho vyplnění 25 minut. Rychlejší žáci odevzdávali test již po 12 minutách. Graf 12 zobrazuje úspěšnost žáků 5. B v testu 2.



Graf 12: Procentuální úspěšnost žáků 5. B v testu 2

V první úloze se všem žákům podařilo pokrýt celý obdélník danými dílky. Čtyři žáci však nedodrželi danou podmínku a vyplnili obrazec takovým způsobem, že se zakázané dílky navzájem dotýkaly. Žákyně se známkou 3 získala v této úloze plný počet bodů.

Ve druhé úloze byli žáci nejúspěšnější. Jeden žák se známkou 1 správně nezakreslil pohled na těleso zprava a jeden žák se známkou 2, i přes projevenou snahu, nezakreslil správně jediný pohled. 16 žáků pracovalo s obrázkem a 11 žáků při práci raději využilo sestavu krychlí. Při jednotlivém posouzení odpovědí každého žáka byla zjištěna změna u sedmi z nich. Dva žáci v testu 1 pracovali za pomoci sestavy krychlí a v testu 2 pomocí obrázku. Čtyři žáci naopak v testu 1 uvedli obrázek a v testu 2 sestavu krychlí. Žák, který v testu 1 odpověď neuvedl, v testu 2 využil práci s obrázkem. Sice v druhém testu stoupl počet žáků, kteří využili sestavu krychlí, nicméně bylo očekáváno, že s modelem bude pracovat větší počet žáků.

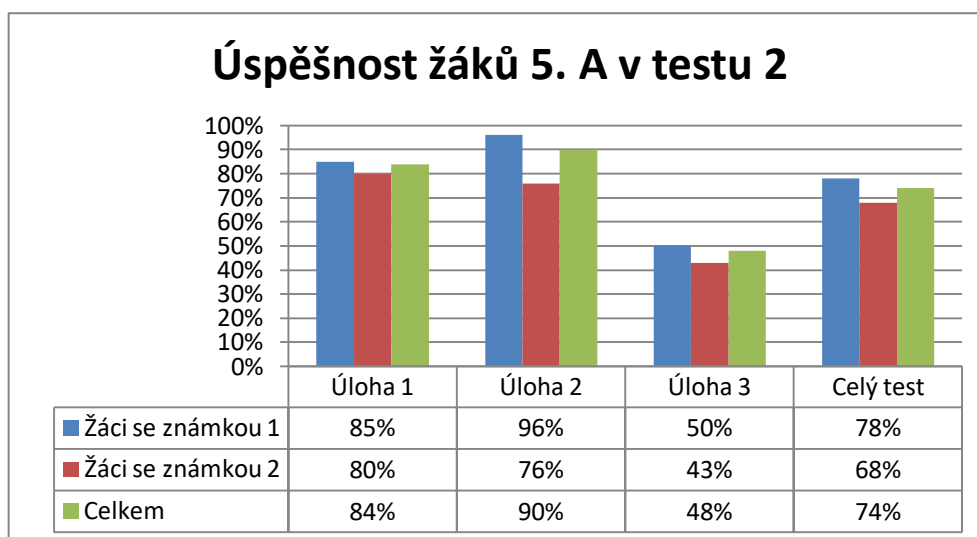
Naopak ve třetí úloze byli žáci nejméně úspěšní. Celou úlohu správně vyřešilo jen 37 % žáků. Žákyně se známkou 3 získala 2 body ze 3. Největší obtíže měli žáci se zapsáním cesty ze tří kroků. 24 žáků správně uvedlo, že taková cesta neexistuje pouze jedna. Zajímavé je, že u čtyř žáků se v řešení úloh projevilo „obrácené“ vnímání pohybu

po krychli. Jako výchozí a koncový bod cesty nahoru, dopředu, doleva označili body B a H. Tento typ úlohy je přirozenější vnitřnímu vnímání žáků, proto se někteří „prozradili“ a zapomněli na původní domluvu směrů.

Celková úspěšnost v řešení úloh byla 88 %. Průměrně žáci získávali z možných 9 bodů 7,93 bodu. Ve všech úlohách byli úspěšnější žáci s hodnocením 1 nežli žáci s hodnocením 2. Jediná žákyně ve třídě hodnocená stupněm 3 z matematiky v testu získala 8 bodů, tedy nadprůměrný počet bodů.

Třída 5. A

Test 2 v 5. A byl zadán stejným způsobem jako v 5. B. Rychlejší žáci test odevzdávali přibližně po 15 minutách. Procentuální úspěšnost žáků v testu je zanesena do grafu 13.



Graf 13: Procentuální úspěšnost žáků 5. A v testu 2

První úloha nebyla pro žáky příliš obtížná. Pouze čtyři žáci nesplnili stanovenou podmínku. Dvěma žákům se nepodařilo úlohu vyřešit vůbec. Rozdíl mezi žáky s hodnocením 1 a žáky s hodnocením 2 byl v této úloze nejméně patrný.

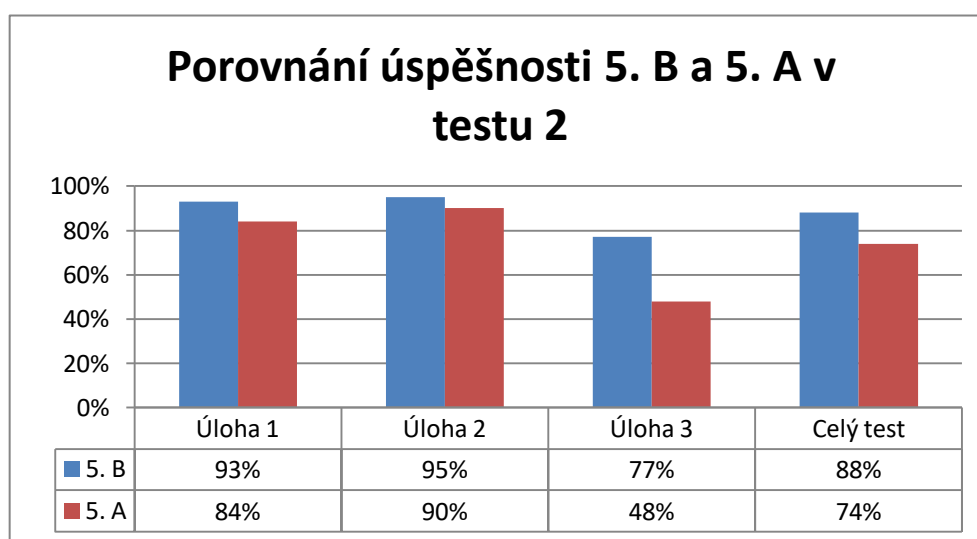
Oproti tomu v druhé úloze byl rozdíl mezi žáky největší. I přesto byli celkově žáci v této úloze nejúspěšnější. Žáci chybovali zejména při zakreslení pohledu na těleso zprava a shora. Pohled zepředu zakreslili všichni žáci správně. 19 žáků pro práci využilo obrázek a pouze 4 žáci pracovali pomocí sestavy krychlí.

Třetí úloha byla pro žáky nejobtížnější. Žáci byli úspěšní ze 48 %. Pouze jeden žák dokázal správně vyřešit celou úlohu. Nejvíce žáci chybovali v bodě *b*, kde měli popsat cestu ze tří kroků. Pět žáků se ani nepokusilo cestu najít. Dále pak 13 žáků správně uvedlo, že v bodě *b* neexistuje pouze jedna cesta. U jednoho z žáků se v bodě *a* projevi-

lo „obrácené“ vnímání. Za výchozí a koncový bod cesty nahoru, dopředu, doleva žák považoval body B a H.

Celková úspěšnost žáků v testu byla 74 %. Průměrně žáci získávali z možných 9 bodů 6,65 bodu. Ve všech úlohách byli žáci se známkou 1 úspěšnější. Ve druhé úloze byl tento rozdíl nejzřetelnější, žáci s hodnocením 1 byli v této úloze úspěšnější v průměru o 0,59 bodu.

Srovnání úspěšnosti obou tříd



Graf 14: Procentuální srovnání tříd 5. B a 5. A v testu 2

Z grafu 14 vyplývá, že v testu 2 byli úspěšnější žáci 5. B. Žáci v 5. B dosahovali v průměru o více než 1 bod lepších výsledků. Ve třetí úloze byli žáci 5. B úspěšnější v průměru o 0,87 bodu.

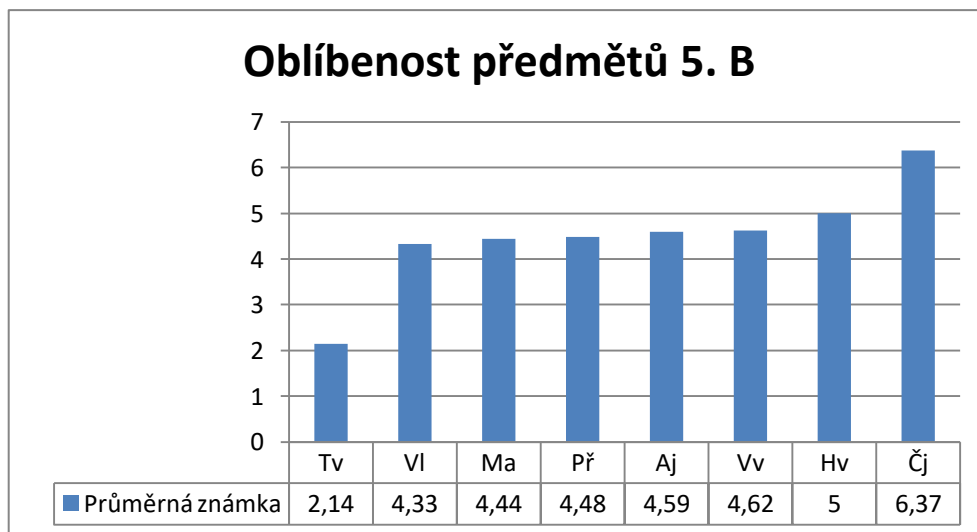
10.4 Vyhodnocení dotazníku 2

Třída 5. B

Dotazník 2 byl zadán pouze v 5. B, jelikož obsahoval mimo jiné i položky týkající se úloh aplikovaných v hodinách geometrie.

První položka se stejně jako v dotazníku 1 zabývala oblíbeností vybraných předmětů. Z grafu 15 vyplývá, že nejoblíbenějším předmětem je tělesná výchova. Předměty vlastivěda, matematika, přírodověda, anglický jazyk a výtvarná výchova se v hodnocení příliš neliší. Nejhorší je žáky hodnocen český jazyk. Hodnocení jednotlivých předmětů se od výsledků dotazníku 1 příliš neliší. Matematika se oproti dotazníku

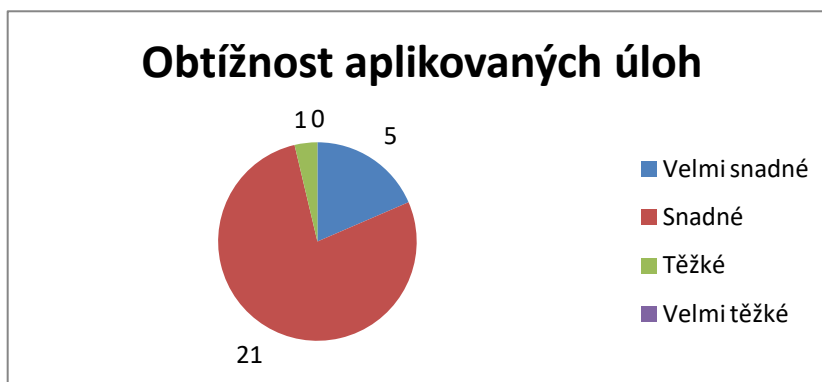
1, ve kterém byla na pátém místě, posunula na místo třetí. Nicméně její hodnocení se zlepšilo jen málo z průměrné známky 4,5 na 4,4.



Graf 15: Hodnocení předmětů dle oblíbenosti v 5. B – dotazník 2

V následujících položkách žáci hodnotili úlohy aplikované v hodinách geometrie.

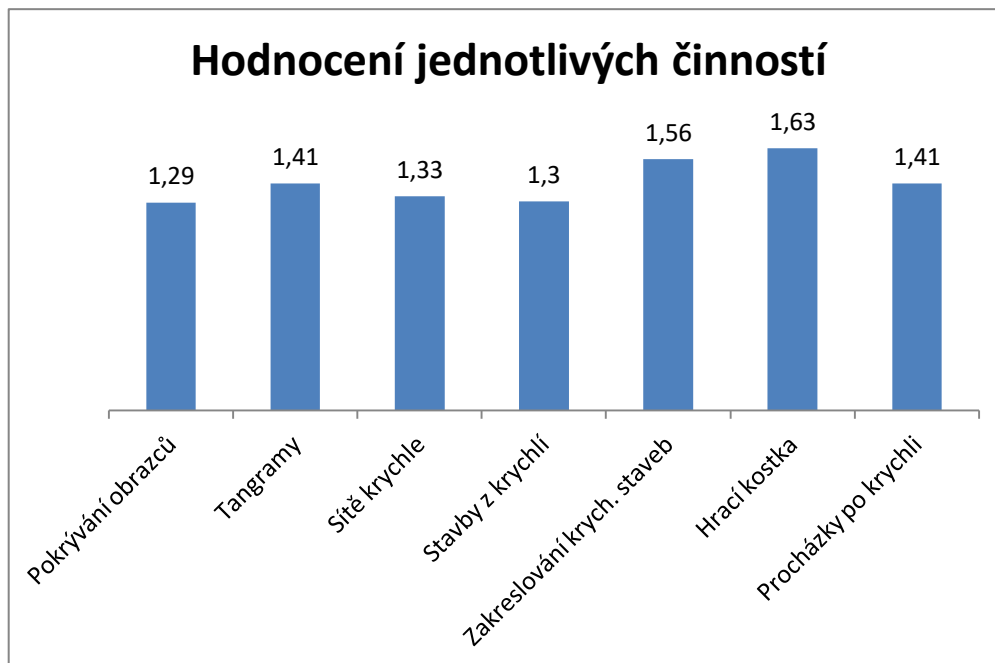
Ve druhé položce hodnotili obtížnost těchto úloh. Z grafu 16 je patrné, že až na jedinou výjimku shledávali žáci úlohy jako snadné nebo velmi snadné. Žádný z nich neoznačil úlohy za velmi těžké.



Graf 16: Hodnocení obtížnosti úloh aplikovaných v 5. B

Třetí položka byla zaměřena na jednotlivé činnosti v hodinách geometrie, se kterými se žáci setkali po dobu cíleného působení. Žáci hodnotili, zda je jednotlivé činnosti bavily či nikoliv. Odpovědi žáků jsou zaznamenány v grafu 17, ve kterém je uveden aritmetický průměr hodnocení podle následujícího řazení: 1 – velmi bavilo, 2 – bavilo, 3 – nebavilo, 4 – velmi nebavilo.

Mezi nejoblíbenější činnosti patřilo pokrývání obrazců, stavby z krychlí a sítě krychle. Nejhorší hodnocení získaly činnosti s hrací kostkou. Převážně žáci hodnotili činnosti známkami 1 nebo 2. Znamka 4 se objevila pouze jednou, a to u chlapce, který takto hodnotil činnost zakreslování krychlových staveb.



Graf 17: Hodnocení činností aplikovaných v hodinách geometrie v 5. B

V položce čtyři všichni žáci uvedli, že by v takových úlohách chtěli pokračovat. V páté položce měli možnost činnosti slovně zhodnotit. Až na jednoho žáka, který odpověď neuvedl, se vyjádřili všichni. Zde je několik doslovných odpovědí.

Většina programu byla zábavná. Až na pár výjimek.

Práce v hodinách mě bavila.

Bavilo mě vše.

Činnosti se mi velmi líbili.

Bavilo mě to bylo to dobrý.

Všechny hry mě moc bavili. Nejvíc mě bavilo pokrývání obrazců.

Všechny úlohy mě moc bavily a i něčemu naučily.

Moc se mi to líbilo byla to sranda a něco jsme se i naučili.

Hodiny byly zajímavé a zábavné moc se mi to líbilo.

Bavili mě práce s krychličkami. Je to lepší než rýsování atd.

V hodinách jsem se toho hodně naučil a chtěl bych se naučit i něco nového.

Moc se mi to líbilo chtěla bych s tím pokračovat. Bylo to dobře promyšlené.

V poslední položce měli žáci určit, zda mají raději *matematiku* (myšleno aritmetiku) nebo geometrii. Stejná otázka byla zařazena i v dotazníku 1, ve kterém 74 %, tedy 20 žáků uvedlo, že mají raději *matematiku*. V dotazníku 2 *matematiku* volilo 59 %, tedy 16 žáků. Při jednotlivém posouzení odpovědí každého žáka byla zjištěna změna u 8 žáků. Dva žáci v dotazníku 1 uvedli, že mají raději geometrii a v dotazníku 2 *matematiku*. Šest žáků naopak v dotazníku 1 uvedlo *matematiku* a v dotazníku 2 geometrii. Doslovná zdůvodnění byla následující.

Ráda si hraju s geometrickými tvary.

Baví mě hry s krychlemi.

Jde tam vymyslet o mnoho více her.

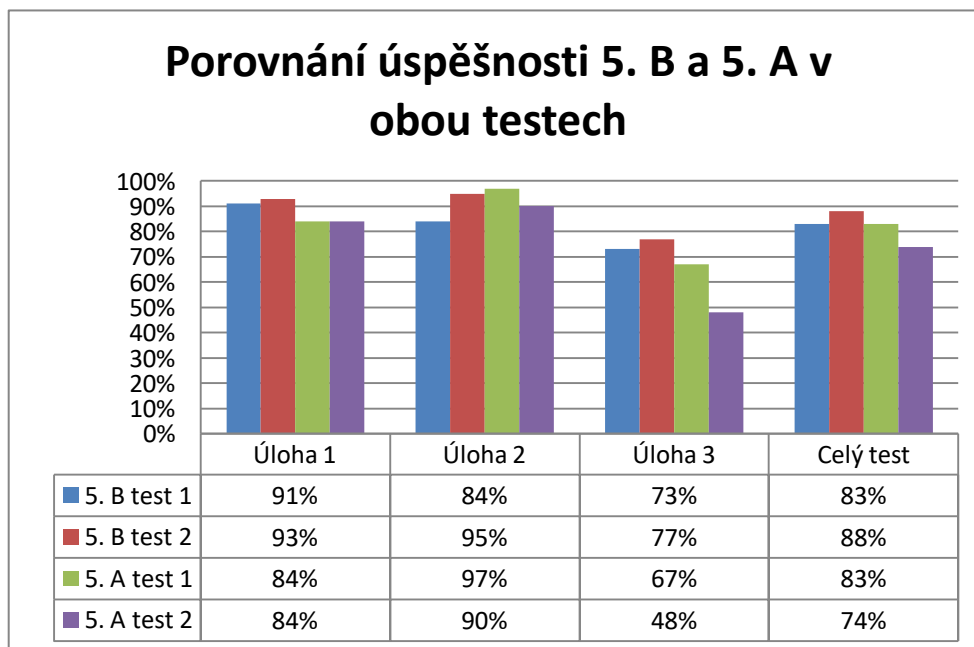
Protože ji máme míňkrát a tak se na ní víc těším.

Více mě baví rýsování než počítání.

Je lehčí a je jen jednou týdně.

10.5 Srovnání úspěšnosti 5. B a 5. A v obou testech.

Graf 18 srovnává výsledky řešení úloh žáků 5. B a 5. A v obou testech.



Graf 18: Srovnání úspěšnosti 5. B a 5. A v obou testech

V prvních úlohách byla úspěšnost všech žáků v obou testech nejvyváženější, pohybovala se mezi 84–93 %. U žáků 5. B, na které bylo cíleně působeno, došlo

v testu 2 ke zvýšení úspěšnosti o 2 %. Žáci 5. A byli v úlohách jedna obou testů stejně úspěšní.

Druhé úlohy byly ve většině případů řešeny neúspěšněji. Žáci 5. B se v testu 2 zlepšili o 11 %. U žáků 5. A klesla úspěšnost řešení o 7 %.

Ve třetích úlohách byla rozdílnost úspěšnosti žáků nejvýraznější. U žáků 5. B došlo opět ke zvýšení úspěšnosti tentokrát s menším rozdílem 4 %. U žáků 5. A došlo k poklesu úspěšnosti o 19 %.

Z výsledků celého testu je patrné, že celková úspěšnost u žáků 5. B, na které bylo cíleně působeno, vzrostla o 5 % v testu 2 oproti testu 1, zatímco u žáků 5. A došlo k poklesu úspěšnosti o 9 %. Z toho vyplývá, že cílené působení na žáky mělo pozitivní vliv na jejich úspěšnost v řešení úloh.

Za zajímavá považují některá autentická vyjádření žáků.

U volby, zda je oblíbenější *matematika* (aritmetika) či geometrie např. zdůvodnění větší oblíbenosti *matematiky*: „*Protože mám ráda logické úlohy.*“ „*Protože mi nejde rýsovat.*“ „*Protože si myslím, že je lehčí.*“ A větší oblíbenosti geometrie: „*Protože v ní není tolik počítání.*“ „*Jde tam vymyslet o mnoho více her.*“

Jako návrhy, jak zlepšit výuku matematiky, žáci uváděli následující nápady: „*Více bych dělala ve skupinách.*“ „*Hodiny bych prováděl formou hry a zábavy.*“ „*Aby se více vysvětlovalo.*“ „*Abychom na testy měli více času.*“

K mému cílenému působení se žáci vyjadřovali následovně: „*Většina programu byla zábavná. Až na pár výjimky.*“ „*Moc se mi to líbilo byla to sranda a něco jsme se i naučili.*“ „*Bavili mě práce s krychličkami. Je to lepší než rýsování atd.*“ „*Moc se mi to líbilo chtěla bych s tím pokračovat. Bylo to dobře promyšlené.*“

11 Celkové shrnutí šetření

Výzkumné šetření trvalo přibližně dva měsíce, přičemž na žáky 5. B bylo cíleně působeno během hodin geometrie po dobu šesti týdnů. Žáci absolvovali sedm různých činností, které byly zaměřeny na rozvoj geometrické představivosti. I během poměrně krátké doby působení bylo možné u žáků pozitivně ovlivnit úroveň geometrické představivosti.

Cílené působení se projevilo u jednotlivých úloh v různé míře. Největší vliv byl zaregistrován u úlohy, ve které žáci zakreslovali pohledy na těleso. Naopak nejmenší zlepšení nastalo u úlohy první, která se věnovala pokrývání obrazců různými tvary.

Během realizace jednotlivých činností si bylo možné všimnout, že si žáci při řešení jednotlivých úkolů pomáhají pohybem některé části svého těla. Nejčastěji pomocí ruky nebo prstu, dále tento pohyb doprovázeli pohybem očí. Někteří žáci si pomáhali vlastním improvizovaným modelem, který nejbližše připomínal krychlové těleso – například penálem. Takto činili především u úloh věnovaných pohybu po krychli.

Překvapivým momentem bylo řešení třetí úlohy testu 2. U pěti žáků došlo k rozdílnému vnímání pohybu po krychli, ačkoli před testem 1 všichni žáci uvedli, že pohyb dopředu vnímají jako pohyb od nich. Zjistilo se tedy, že někteří žáci rozdílně vnímají směry dopředu a dozadu. Za běžné vnímání je považován pohyb po krychli od A do D jako pohyb dopředu, tedy od sebe. Někteří tento pohyb vnímají „obráceně“.

Při zhodnocení výsledků je nutné mít na paměti i jiné faktory, které mohly výsledky šetření ovlivnit. Úspěšnost žáků při řešení testových úloh mohl ovlivnit jejich momentální psychický nebo fyzický stav. Důležitý je také fakt, že na hodinách geometrie, ve kterých bylo na žáky cíleně působeno, nebyli vždy přítomni všichni žáci. Oblíbenost matematiky mezi ostatními předměty mohla být u žáků ovlivněna jejich momentálními úspěchy v jednotlivých předmětech nebo atraktivností právě probíraného učiva. Obdobné riziko nastává i v případě volby žáků mezi *matematikou* (myšleno aritmetikou) a geometrií. Je zde také možnost, že například žák, který má rád *matematiku* a běžně mu nečiní žádné obtíže, v nedávné době neuspěl při testu. Takový zážitek může ovlivnit jeho odpověď v dotaznících.

11.1 Vyhodnocení předpokladů

P1: V experimentální třídě dojde ke zvýšení úspěšnosti žáků ve výstupním testu.

První předpoklad se vztahoval ke zvýšení úspěšnosti žáků v experimentální třídě. Pro lepší posouzení výsledků byla zvolena třída kontrolní, která měla výsledky šetření potvrdit, či vyvrátit. Graf 18 ukazuje, že u žáků v experimentální třídě, na které bylo cíleně působeno, došlo ke zvýšení úspěšnosti ve výstupním testu. Naopak žáci ve třídě kontrolní, na které působeno nebylo, byli ve výstupním testu méně úspěšní nežli v testu vstupním. Lze říci, že cílené působení na žáky pozitivním způsobem ovlivnilo jejich úspěšnost v řešení úloh. První předpoklad se tedy potvrdil.

P2: Známkou z matematiky souvisí s úspěšností žáků v jednotlivých úlohách testů.

Druhý předpoklad se zabýval souvislostí mezi úspěšností žáků v jednotlivých úlohách testů a jejich známkou z matematiky. Graf 1 ukazuje, že žáci 5. B se známkou 2 nebo 3 byli v úlohách jedna a dvě testu 1 úspěšnější nežli žáci se známkou 1. Grafy 1, 2, 12 a 13 ale potvrzují, že ve všech ostatních úlohách testů byli v obou třídách úspěšnější žáci se známkou 1. Nicméně jediná žákyně 5. B hodnocená stupněm 3 z matematiky se od výsledků žáků s jiným hodnocením závažně nelišila. Naopak v testu 2 dosáhla nadprůměrných výsledků. Druhý předpoklad se tedy plně nepotvrdil. Ukazuje se, že známku z matematiky tvoří především aritmetická část, geometrie má na výslednou známku menší vliv. Důvodem může být obtížné hodnocení geometrie (např. úrovně geometrické představivosti).

P3: U žáků, na které bylo cíleně působeno, dojde ke zlepšení vztahu k matematice a geometrii.

Třetí předpoklad se věnoval vztahu žáků k matematice a geometrii. Z grafů 4 a 15, které ukazují hodnocení předmětů žáky 5. B, vyplývá, že matematika se během šetření posunula z pátého na třetí místo v oblíbenosti mezi ostatními předměty. Nicméně její hodnocení se pozitivně změnilo o pouhých 0,1 stupně známky.

V oblíbenosti mezi *matematikou* (myšleno aritmetikou) a geometrií došlo také k určitým změnám. Vztah ke geometrii se dle položky čtyři v dotazníku 1 a položky šest dotazníku 2 zlepšil u šesti žáků. Z toho dva žáci uvedli takový důvod, kterým lze doložit, že ke zlepšení vztahu ke geometrii došlo právě díky cílenému působení na žáky. Třetí předpoklad se tedy částečně potvrdil.

ZÁVĚR

Tématem diplomové práce je rozvíjení geometrické představivosti žáků v primární škole, konkrétně žáků 5. tříd základní školy. Cílem bylo vytvořit sbírku úloh a námětů, které povedou k rozvoji geometrické představivosti u žáků, vybrané úlohy dále aplikovat ve výuce geometrie a zjistit jejich přínos pro zlepšení úrovně geometrické představivosti a vztahu žáků ke geometrii.

Vytvořená sbírka *Od modelu k představě* obsahuje přes tři desítky úloh a námětů určených k rozvoji geometrické představivosti u žáků 5. tříd. Nicméně s mírnými úpravami je možné úlohy aplikovat i v nižších ročnících základní školy. Sbíрка je rozdělena do dvou hlavních částí. První část obsahuje úlohy zaměřené na planimetrii, v druhé části se nachází úlohy ze stereometrie. Úlohy a náměty je možné ve výuce realizovat samostatně či je propojovat do obsáhlejších tematických celků. Díky tomu se nabízí široké využití této sbírky. Úlohy, které byly aplikovány ve výuce, byly žáky velmi pozitivně přijaty. Činnosti byly vždy zařazeny do hodiny geometrie, jejich doba trvání byla většinou přibližně 15 minut. I tak se žáci během cíleného působení na hodiny geometrie vždy velmi těšili.

Dalším cílem bylo ověřit, zda vybrané úlohy ovlivní úspěšnost žáků v geometrii. K tomu byla zvolena metoda testování. Bylo zjištěno, že u žáků, na které bylo cíleně působeno, došlo ke zvýšení úspěšnosti ve výstupním testu. Naopak v kontrolní třídě došlo k poklesu úspěšnosti. Může to být způsobeno i tím, že úlohy výstupního testu byly poněkud náročnější. Díky tomu je možné říci, že aplikované úlohy vedly ke zlepšení úspěšnosti žáků.

Vztah žáků ke geometrii byl zkoumán za pomoci dotazníků. Ukázalo se, že vztah ke geometrii se během šetření opravdu zlepšil. Nicméně z výsledků šetření není možné jednoznačně určit, zda zlepšení vztahu žáků ke geometrii je zapříčiněno právě díky aplikovaným úlohám. Zpětně si dovoluji tvrdit, že k vyvození jednoznačného závěru je třeba šetření provést v delším časovém horizontu a s více variantami úloh. Nabízí se zde tedy prostor k dalšímu zkoumání.

Pozornost byla také věnována tomu, do jaké míry souvisí hodnocení žáků z matematiky s jejich úspěšností v jednotlivých úlohách. Výsledky testů ukázaly, že ačkoli byli ve většině úloh úspěšnější žáci hodnocení známkou jedna, rozdíl v úspěšnosti nebyl tak velký, jak se očekávalo. Jediná žákyně hodnocená stupněm tři z matematiky dokonce v některých případech dosahovala nadprůměrných výsledků.

Ukázalo se tedy, že známku z matematiky tvoří především aritmetická část, geometrie má na výslednou známku menší vliv. Důvodem může být obtížné hodnocení geometrie (např. úrovně geometrické představivosti). Nicméně i rozvíjení geometrické představivosti je jedním z úkolů školy, a žáci by proto měli i z této disciplíny získávat určitou zpětnou vazbu.

Domnívám se, že cíle diplomové práce byly naplněny a na úplný závěr nezbyvá než vyslovit přání, že vytvořená sbírka úloh a námětů *Od modelu k představě* inspiruje učitele a pomůže jim s rozvojem geometrické představivosti u žáků základních škol.

Seznam použitých zdrojů

Knižní zdroje

- [01] CEMERKOVÁ GOLOVÁ, P., KALÁBOVÁ, N., MAREŠ, S., 2014. *Geometrie: Matematika a její aplikace, procvičování učiva matematiky pro 3. až 4. ročník ZŠ*. Praha: Raabe. ISBN 978-80-7496-150-2.
- [02] ČÁP, J., 1993. *Psychologie výchovy a vyučování*. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-534-3.
- [03] ČÁP, J., MAREŠ, J., 2007. *Psychologie pro učitele*. 2. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-273-7.
- [04] DUŠEK, F., 1964. *Rozvoj prostorové představivosti. Matematika ve škole: časopis pro metodiku matematiky, deskriptivní geometrii a rýsování*, roč. 14, č. 6, s. 313–318.
- [05] FUCHS, E., HOŠPESOVÁ, A., LIŠKOVÁ, H., 2006. *Postavení matematiky ve školním vzdělávacím programu Základní vzdělávání*. 1. vyd. Praha: Prometheus. ISBN 80-7196-326-7.
- [06] HEJNÝ, M., et al., 1990. *Teória vyučovania matematiky 2*. 2. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo. ISBN 80-08-01344-3.
- [07] CHRÁSTKA, M., 2007. *Metody pedagogického výzkumu*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1369-4.
- [08] JIROTKOVÁ, D., 1990. *Rozvoj prostorové představivosti žáků. Komenský: časopis pro učitele 1. stupně základní školy*, roč. 114, č. 5, s. 278–281.
- [09] KALHOUS, Z., 2002. *Výukové metody*. In: KALHOUS, Z., aj. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha: Portál, s. 307–327. ISBN 80-7178-253-X.
- [10] KASLOVÁ, M., MALÁ, R., 2004. *Procvičujeme si... Geometrie a slovní úlohy: Matematika ve 3. ročníku ZŠ*. 1. vyd. Praha: SPN. ISBN 80-7235-278-4.

- [11] KASLOVÁ, M., MALÁ, R., 2005. *Procvičujeme si... Geometrie a slovní úlohy: Matematika ve 4. ročníku ZŠ*. 1 vyd. Praha: SPN. ISBN 80-7235-285-7.
- [12] KOLEKTIV AUTORŮ, 2007. *Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání „Škola pro život, radost, sport“*. Liberec: ZŠ Ještědská.
- [13] KOTEN, T., 2006. *Škola? V pohodě!* 1. vyd. Most: Hněvín. ISBN 80-86654-18-4.
- [14] KREJČOVÁ, E., 2014. *Hry a matematika na 1. stupni základní školy*. 2 vyd. Praha: SPN. ISBN 978-80-7235-548-8.
- [15] KUŘINA, F., 1976. *Problémové vyučování v geometrii*. 1. vyd. Praha: SPN.
- [16] KUŘINA, F., 1987. *Geometrická představivost a vyučování stereometrii. Matematika a fyzika ve škole: časopis pro teorii a praxi vyučování matematice a fyzice*, roč. 18, č. 3, s. 201–212.
- [17] LERNER, I. J., 1986. *Didaktické základy metod výuky*. 1. vyd. Praha: SPN.
- [18] MAŇÁK, J., 1997. *Nárys didaktiky*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-1661-2.
- [19] MAŇÁK, J., ŠVEC, V., 2003. *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.
- [20] MOJŽÍŠEK, L., 1988. *Vyučovací metody*. 3. upravené vyd. Praha: SPN.
- [21] MOLNÁR, J., 2009. *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*. 2. rozš. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2254-1.
- [22] OBST, O., 2002. *Realizace výuky*. In: KALHOUS, Z., aj. *Školní didaktika*. 2 vyd. Praha: Portál, s. 366–385. ISBN 80-7178-253-X.
- [23] PAVELKOVÁ, I., 2002. *Motivace žáků k učení: perspektivní orientace žáků a časový faktor v žákovské motivaci*. Praha: Pedagogická fakulta UK. ISBN 80-7290-092-7.
- [24] PERNÝ, J., 2004. *Tvořivost k rozvoji prostorové představivosti*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita. ISBN 80-7083-802-7

- [25] PERNÝ, J., 2009. *Kapitoly z elementární geometrie I*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7372-539-6.
- [26] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J., 2013. *Pedagogický slovník*. 7. aktual. a rozš. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0403-9.
- [27] PŮLPÁN, Z., KUŘINA, F., KEBZA, V., 1992. *O představivosti a její roli v matematice*. 1. vyd. Praha: Academia. ISBN 80-200-0444-0.
- [28] ŘÍČAN, P., 2013 *Psychologie*. 4. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0532-6
- [29] SKALKOVÁ, J., 1999. *Obecná didaktika*. 1. vyd. Praha: ISV. ISBN 80-85866-33-1.
- [30] VÁCLAVÍK, V., 2002. *Organizační formy výuky*. In: KALHOUS, Z., aj. *Školní didaktika*. 2 vyd. Praha: Portál, s. 293–306. ISBN 80-7178-253-X.

Internetové zdroje

- [31] KOLEKTIV AUTORŮ, 2005. *Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání* [online]. Praha: Národní ústav pro vzdělávání. [vid. 20. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/188>.
- [32] KOLEKTIV AUTORŮ, 2016. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: Národní ústav pro vzdělávání. [vid. 6. 11. 2016]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf.
- [33] Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky* [online]. 2004, [vid. 10. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty-3/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-od-1-1-2017-do-31-8-2017>

Seznam příloh

Příloha A: Materiály k úlohám

Příloha B: Ukázky vyplněných testů

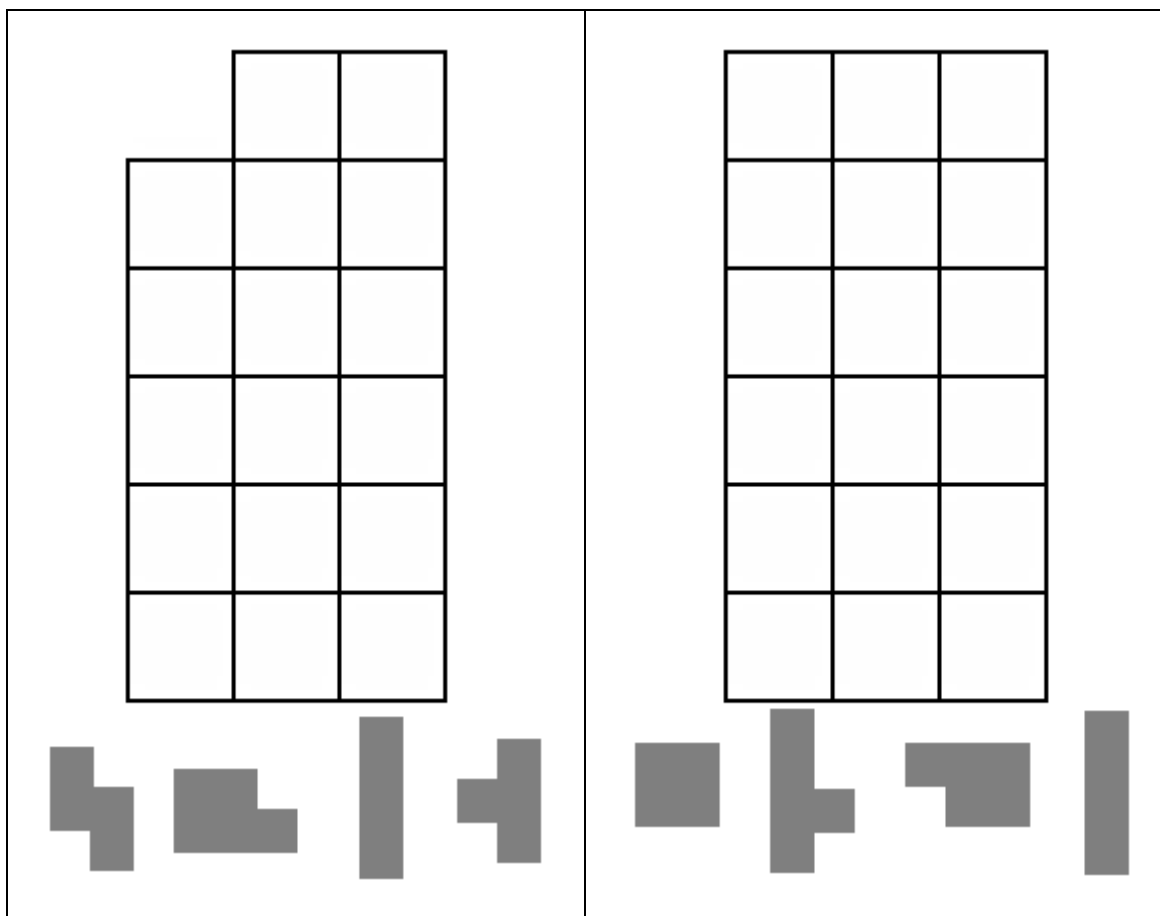
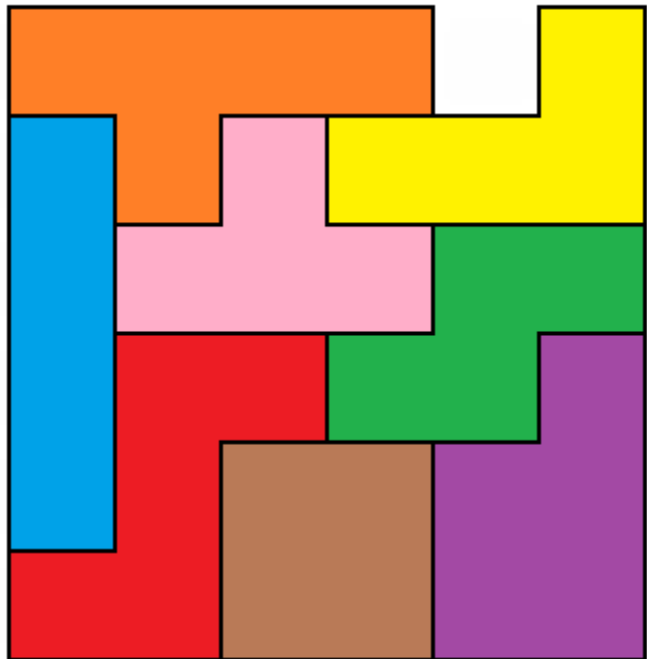
Příloha C: Ukázky vyplněných dotazníků

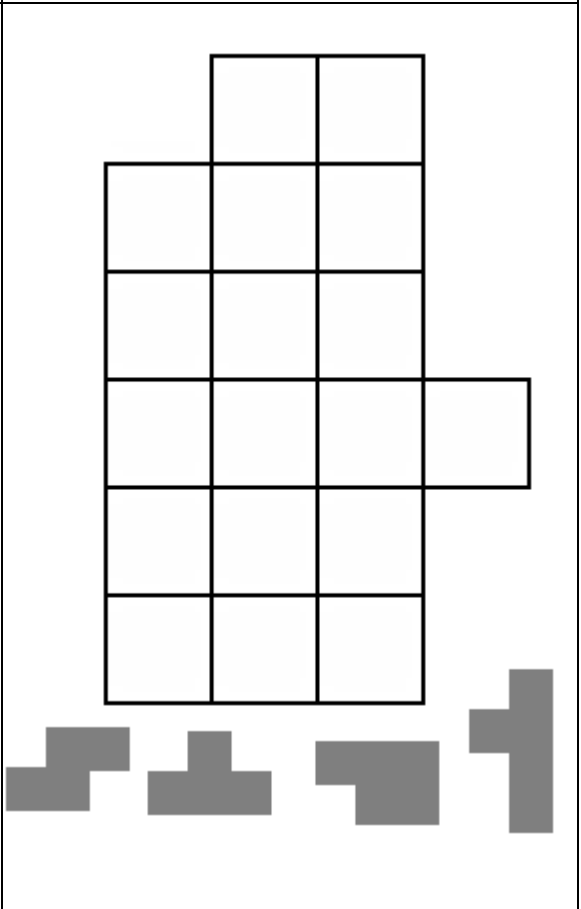
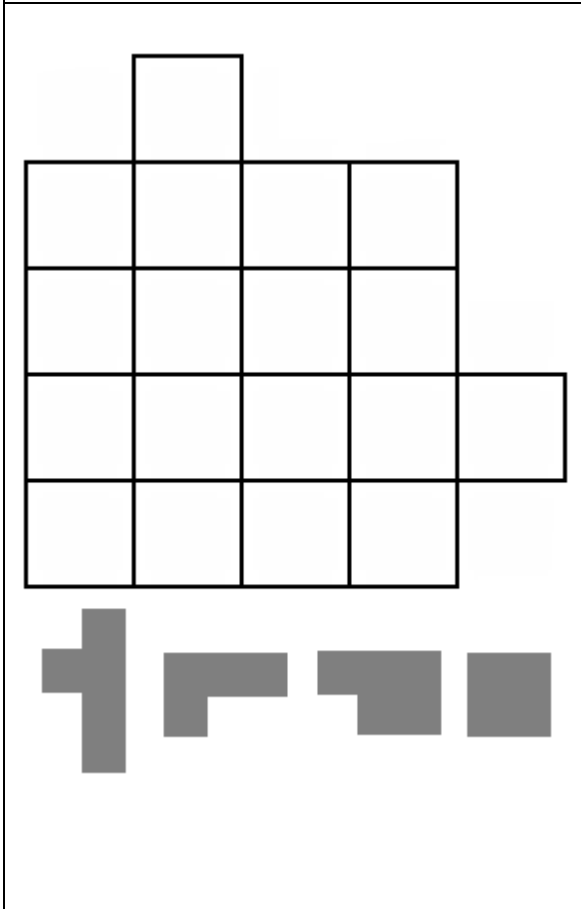
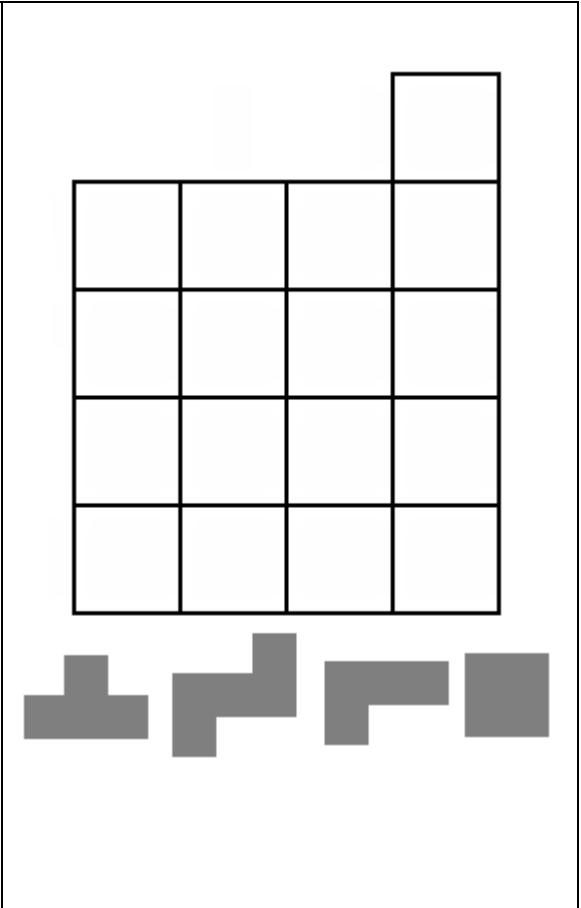
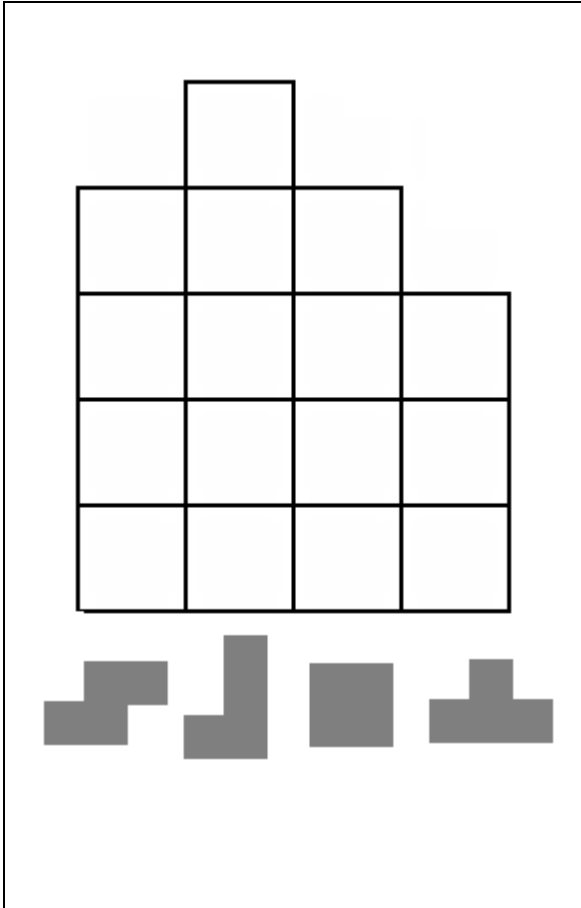
Příloha D: Fotodokumentace z realizace

Příloha E: Sběrka úloh a námětů *Od modelu k představě* – volná příloha v samostatných přílohových deskách

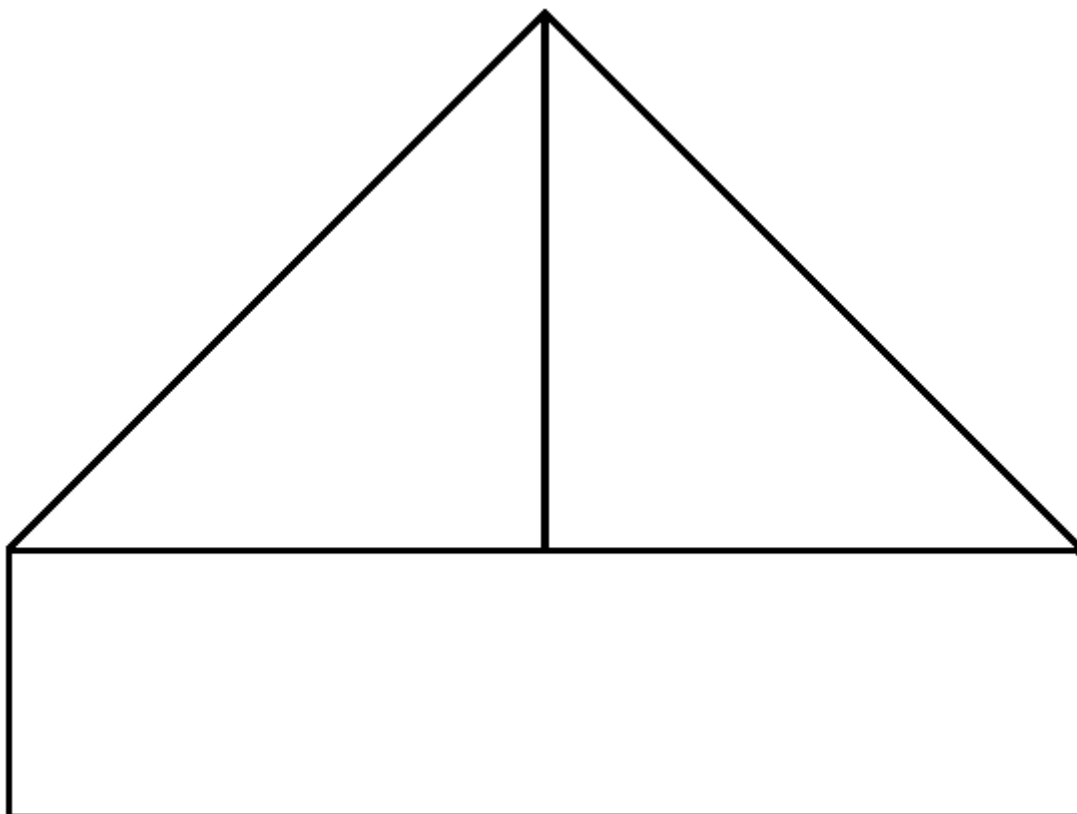
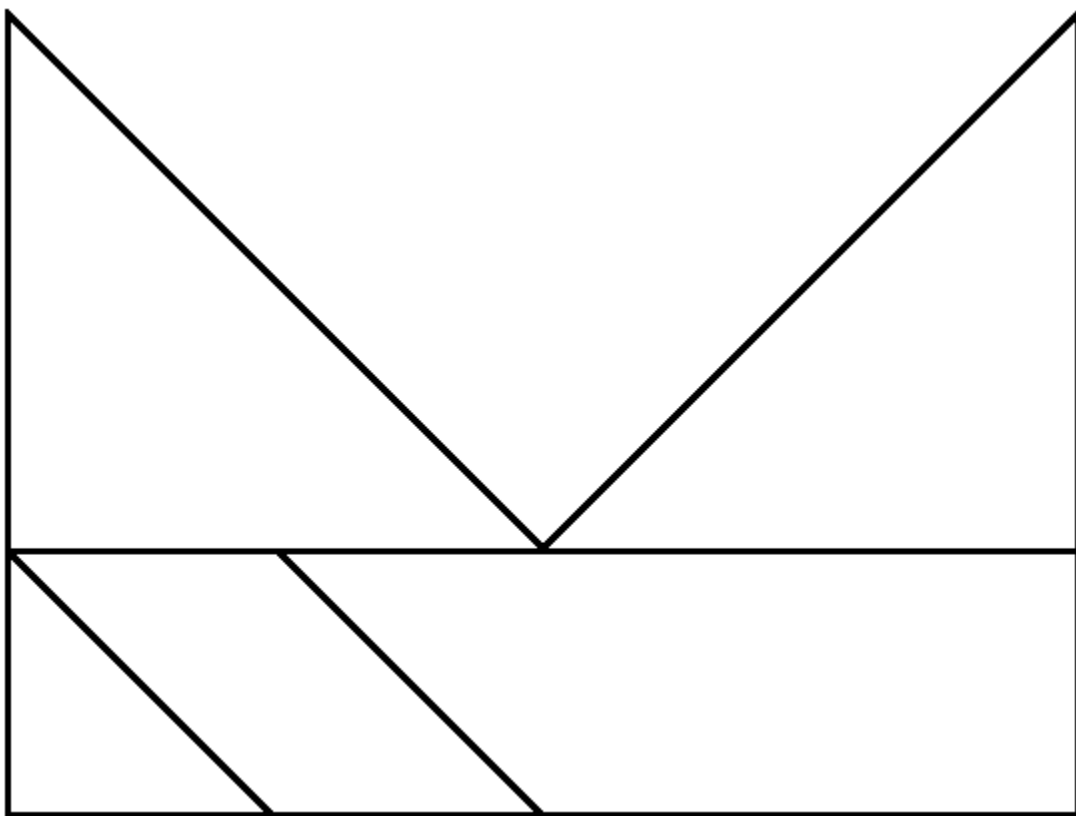
Příloha A – Materiály k úlohám

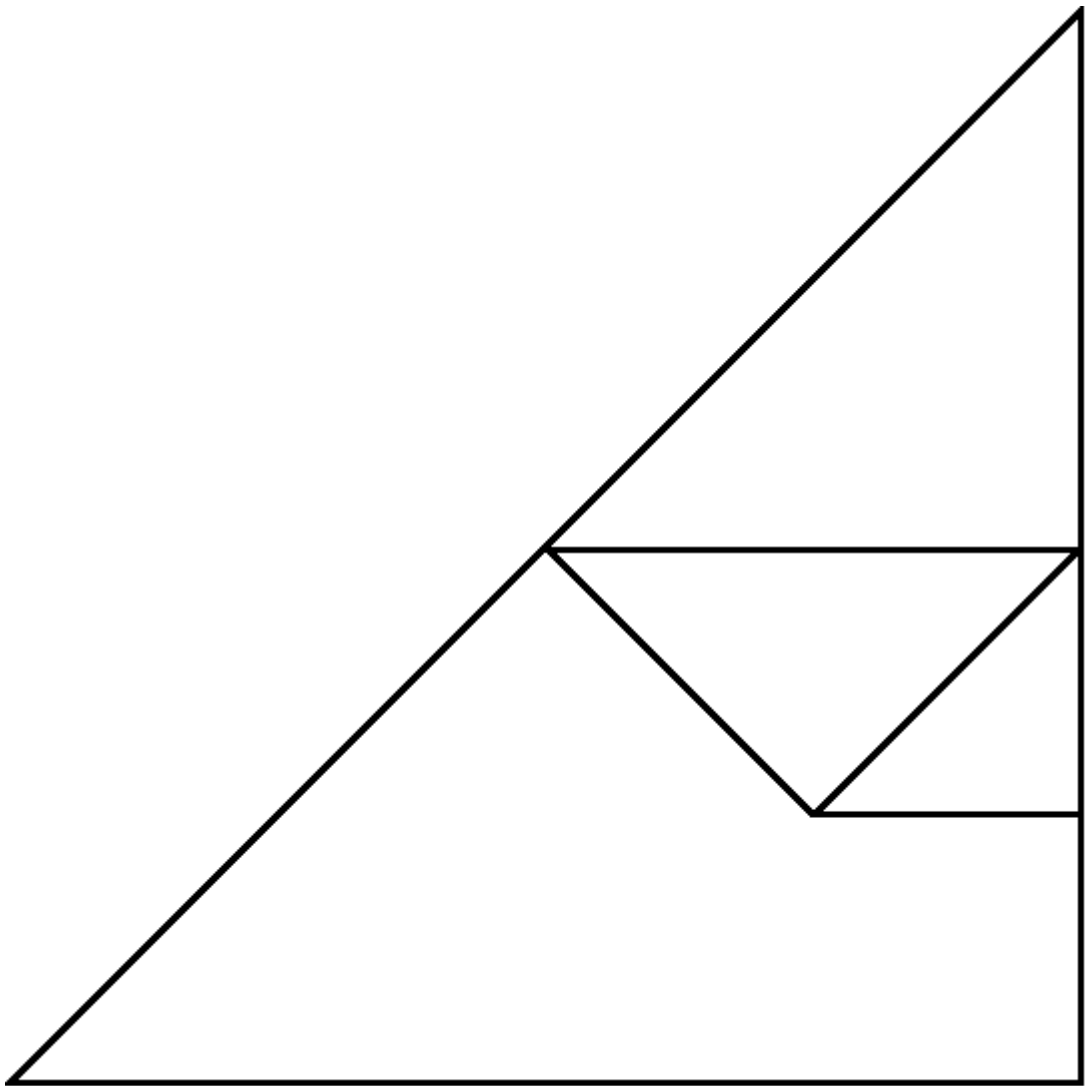
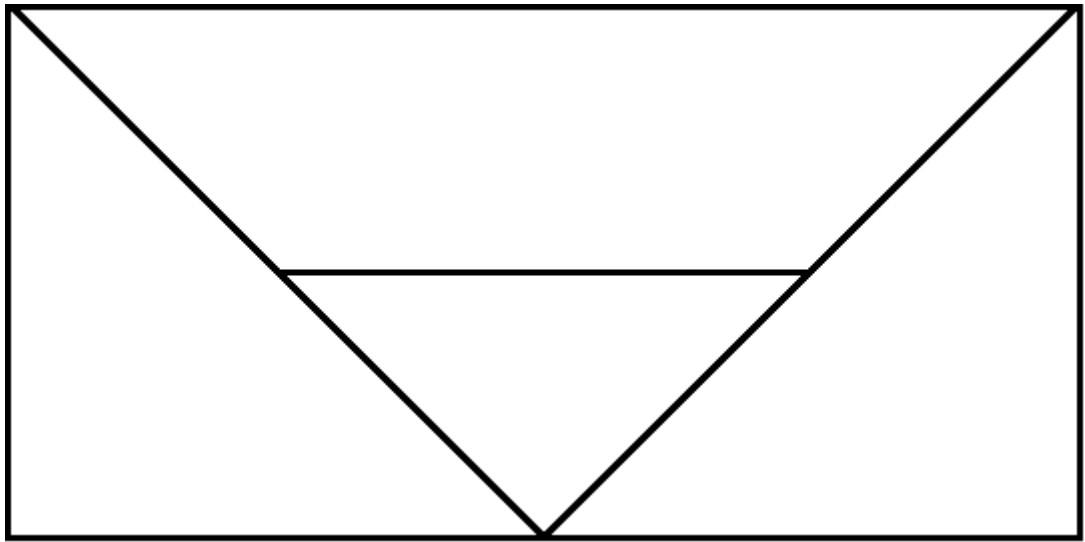
Pokryvání obrazců



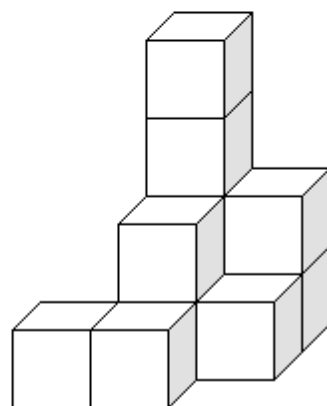
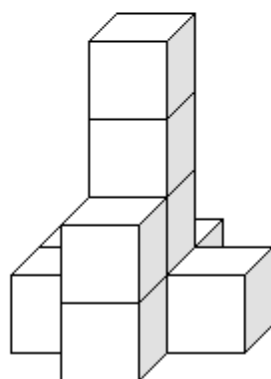
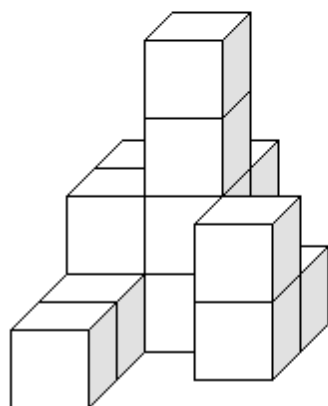
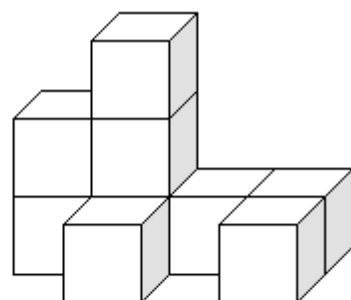
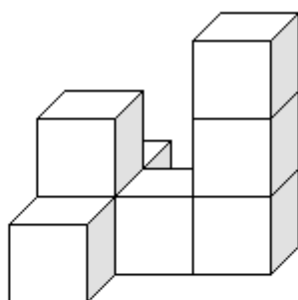
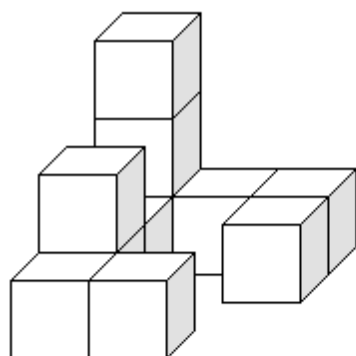
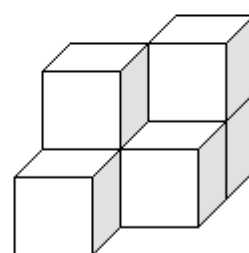
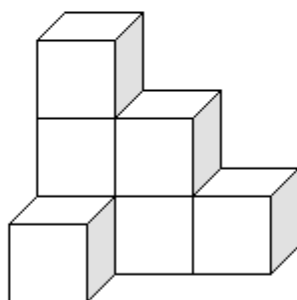
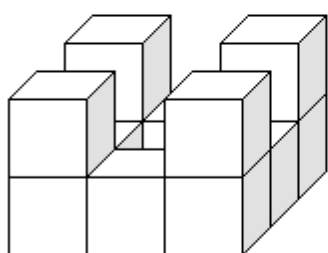
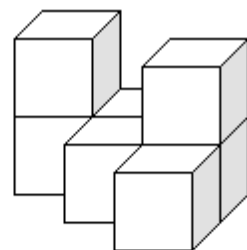
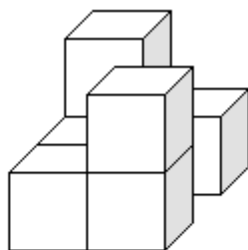
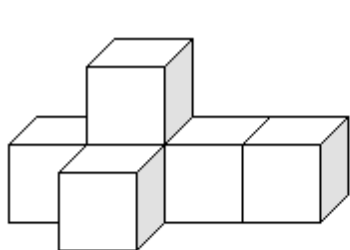


Dotváření obrazců

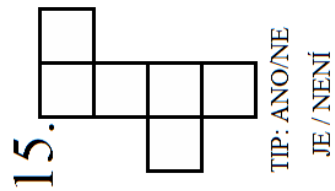
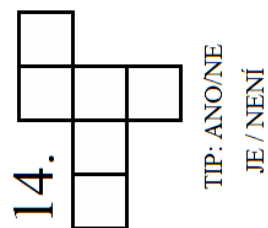
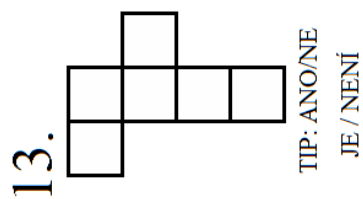
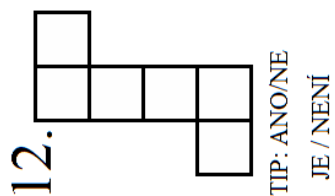
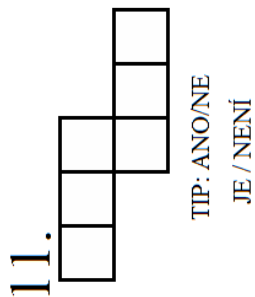
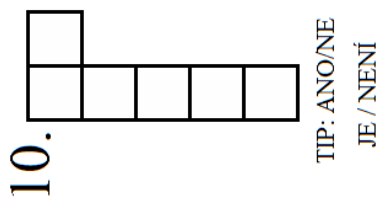
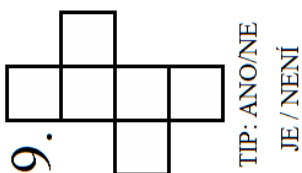
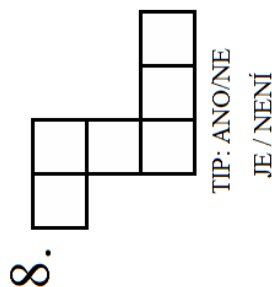
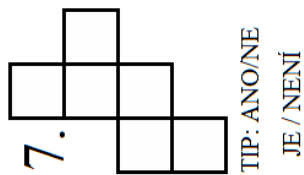
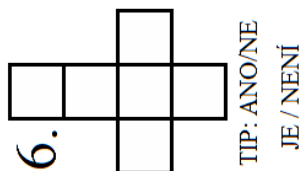
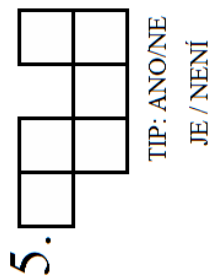
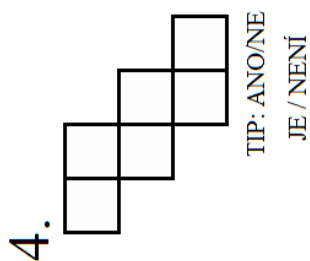
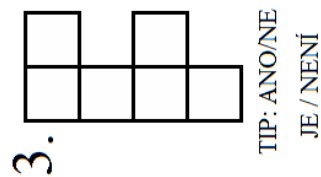
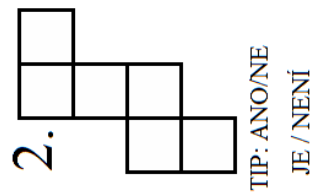
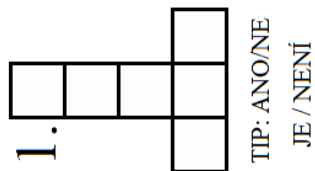




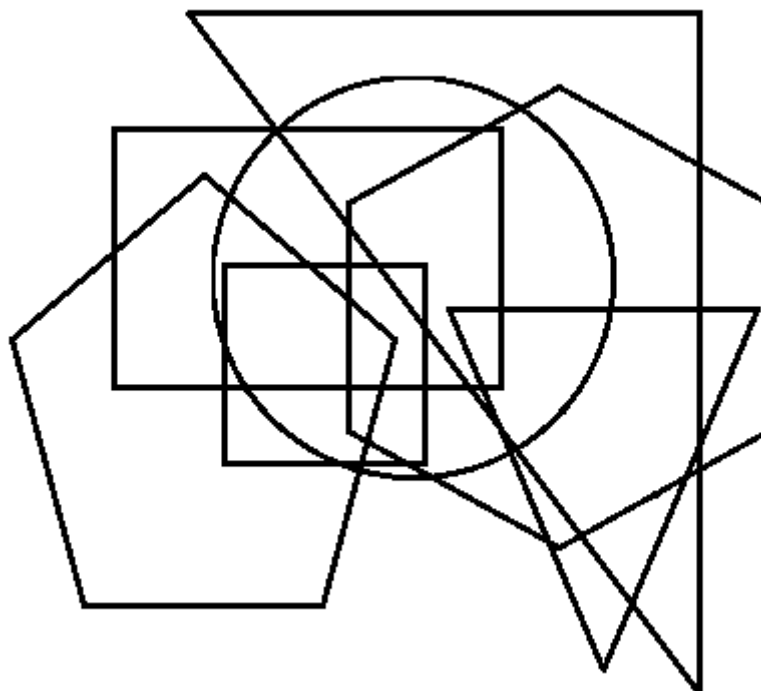
Tělesa z kostek



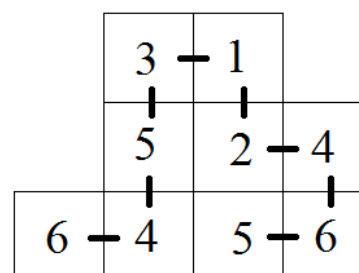
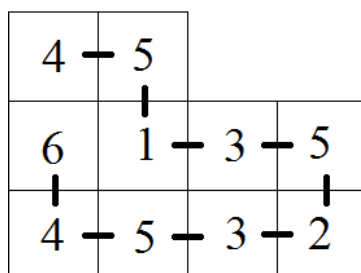
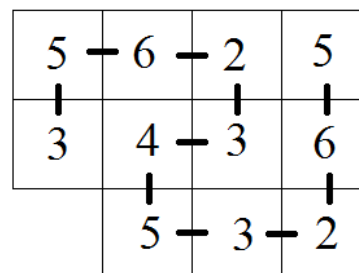
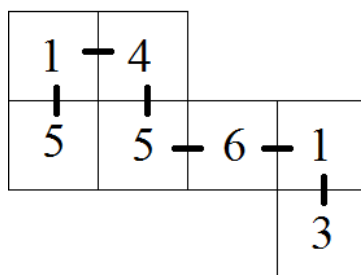
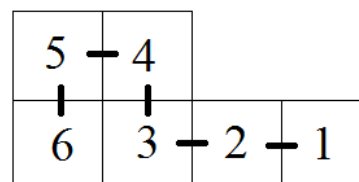
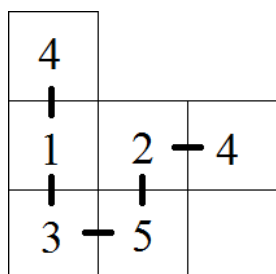
Všechny sítě krychle



Barevná hromádka



Najdi chybu



Příloha B – Ukázky vyplněných testů

TEST 1 (A)

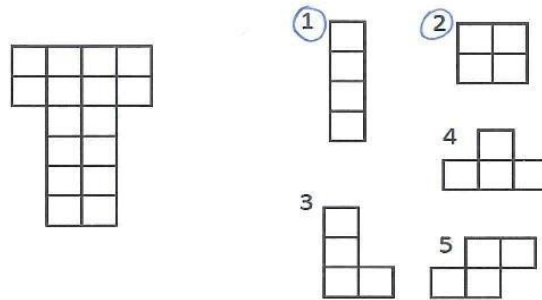
Třída: 5.A

Značka: 

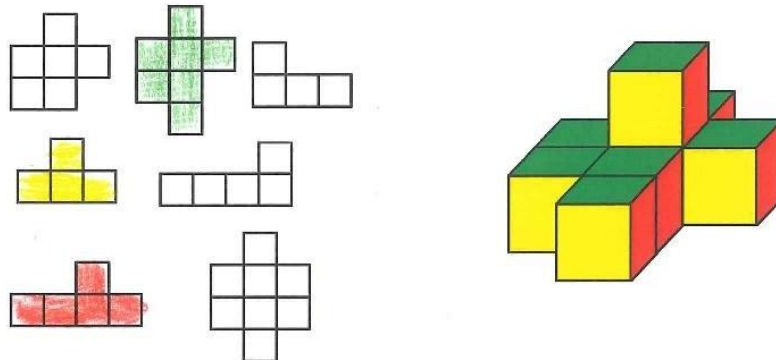
Známka: 1

Dívka / Chlapec

1. Zakroužkuj tvary označené čísly 1 – 5, kterými můžeš pokrýt obrazec vlevo tak, aby byl pokryt celý a žádný tvar nepřechíval?



2. Z nabízených možností vybarvi pohledy na těleso (zepředu – žlutě, shora – zeleně, zprava – červeně). Využít můžeš jak obrázek, tak i sestavu krychliček na přední lavici.



Podle čeho se ti pracuje lépe?



obrázek



sestava krychliček

3) Do jakého vrcholu krychle dojdeš?

a. Pokud vyraziš z předního levého dolního bodu A nahoru, dozadu, doprava?

Dojdu do vrcholu B.

b. Pokud vyraziš ze zadního levého horního bodu H dolů, dopředu, doprava?

Dojdu do vrcholu B.

c. Pokud vyraziš ze zadního pravého horního bodu G napříč pravou stěnou, dozadu, napříč zadní stěnou?

Dojdu do vrcholu H.

TEST 2

Třída: 5.B

Značka: 

Známka: 1


Dívka / Chlapec

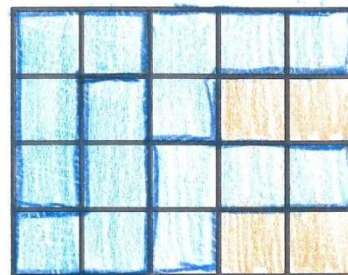
1. Pokryj obdélník čtyřmi



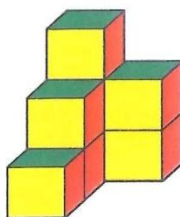
a dvěma



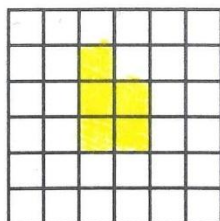
Obrázce  se nesmějí dotýkat.



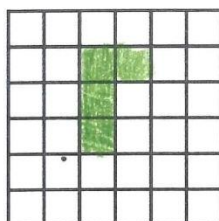
2. Do čtvercových sítí zakresli (vyšrafuj) pohledy na těleso. Využít můžeš jak obrázek, tak i sestavu krychliček na přední lavici.



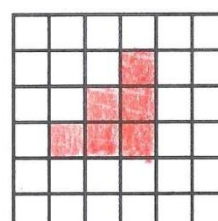
zepředu



shora



zprava



Podle čeho se ti pracuje lépe?



obrázek



sestava krychliček

3/3

3. Urči vrcholy, nebo směr pohybu po krychli.

a) Najdi výchozí a koncový bod této cesty: nahoru, dopředu, doleva.

Výchozí je bod C a koncový je bod E.

b) Zapiš cestu ze 3 kroků z předního levého dolního bodu do zadního levého horního bodu.

doprava, dozadu, napříč zadní stěnou

Existuje pouze jedna cesta?



ANO



NE

2/3

Příloha C – Ukázky vyplněných dotazníků

DOTAZNÍK 1

Třída: 5.B.

Značka: 

Známka: 1

Dívka / Chlapec

1. Uveď pořadí oblíbenosti předmětů (1 nejoblíbenější, 8 nejméně oblíbený).

Český jazyk Anglický jazyk Matematika Vlastivěda
Přírodověda Hudební vých. Výtvarná vých. Tělesná vých.

2. Matematika je můj (označ křížkem):

velmi oblíbený předmět oblíbený předmět
 neoblíbený předmět velmi neoblíbený předmět

3. Matematika je pro mě (označ křížkem):

velmi snadná snadná těžká velmi těžká

4. Raději mám: matematiku geometrii

Proč? Protože mi to člověk je nečlověčí a neuvěřivě.

5. Úspěšnější jsem v: matematice geometrii

Proč? Více mě baví.

6. Křížkem označ činnosti, které děláte v hodinách geometrie, které neděláte, zakroužkuj.

rýsování vystřihování a lepení měření (délek, objemu)
 kreslení výpočty obsahu a obvodu převody jednotek
 vybarvování manipulace s modely geometrické hádanky
 modelování těles geometrické hry Jiné písmečkové hry

7. Jak bys zlepšil/a hodiny matematiky?

Nezlepšila! jsou dobré.

DOTAZNÍK 2

Třída: 5.B_{sk}

Značka: ♥

Známka: 2

Dívka / Chlapec

1. Uveď pořadí oblíbenosti předmětů (1 nejoblíbenější, 8 nejméně oblíbený).

Český jazyk 8 Anglický jazyk 2 Matematika 7 Vlastivěda 3
 Přírodověda 6 Hudební vých. 5 Výtvarná vých. 4 Tělesná vých. 1

2. Úlohy v geometrii se mi zdály (označ křížkem):

velmi snadné snadné těžké velmi těžké

3. Ohodnoť jednotlivé činnosti. Označ křížkem jednu z kolonek.

ČINNOSTI	velmi bavilo	bavilo	nebavilo	velmi nebavilo
Pokrývání obrazců	X			
Tangramy	X			
Sítě krychle	X			
Stavby z krychlí	X			
Zakreslování krychlových staveb	X			
Hrací kostka		X		
Procházky po krychli		X		

4. Chtěl/a bys pokračovat v takových geometrických úlohách? ANO NE

5. Celkově zhodnoť činnosti v hodinách geometrie.

Všechny hry mě moc bavili. Nejvíce mě bavilo pokrývání obrazců.

6. Raději mám: matematiku geometrii

Proč? Protože v geometrii musíš být hodně přesná.

Příloha D – Fotodokumentace z realizace



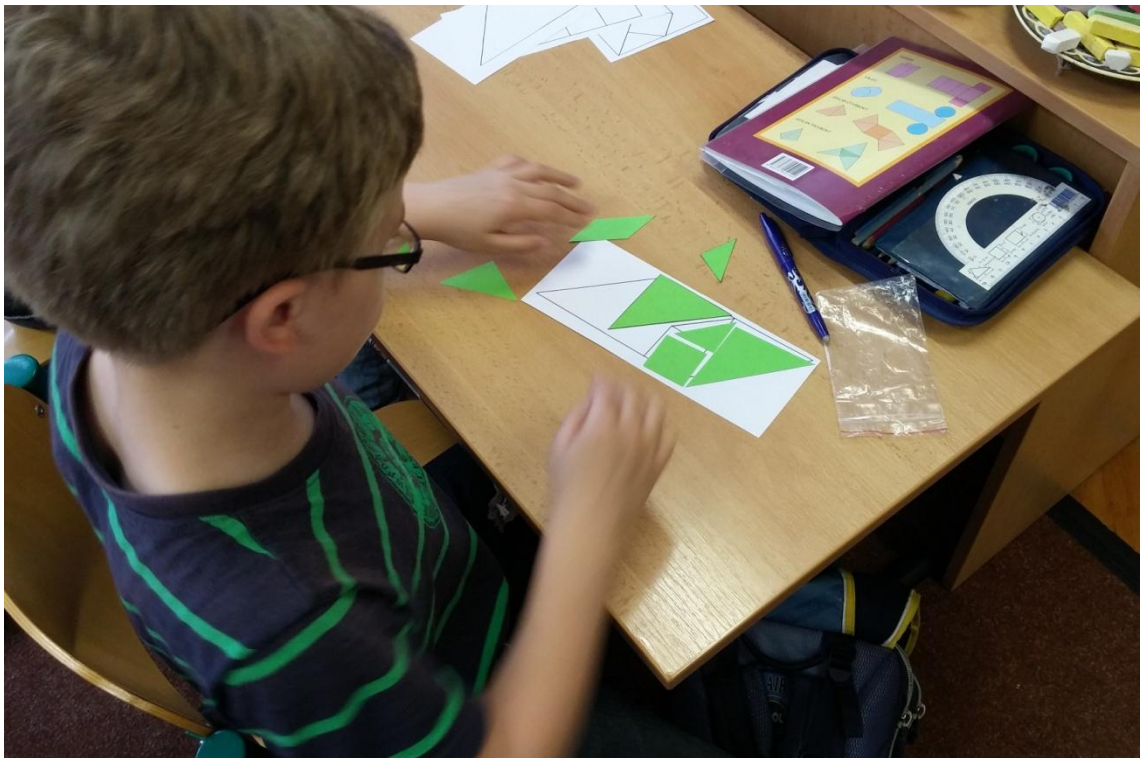
Obr. 1: Pokrývání obrazců



Obr. 2: Pokrývání obrazců



Obr. 4: Dotváření obrazců



Obr. 3: Dotváření obrazců



Obr. 5: Stavby těles



Obr. 6: Stavby těles



Obr. 7: Procházky po krychli