

Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Katedra matematiky a didaktiky matematiky



Barbora Brázdová

**Plošné hlavolamy a jejich užití  
ke zvýšení matematické gramotnosti  
u dětí se speciálními vzdělávacími  
potřebami**

Rigorózní práce  
(uznaná diplomová práce)

Vedoucí práce: Mgr. Jaroslava Kloboučková

PRAHA 2010

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **Barboru B r á z d o v o u**

obor **SPPG - učitelství na speciálních školách**

Název tématu: **Plošné hlavolamy a jejich užití ke zvýšení matematické gramotnosti u dětí se speciálními vzdělávacími potřebami**

Zásady pro vypracování:

1. Studium odborné literatury
2. Vlastní teoretické i praktické studium plošných hlavolamů (PENTOMINO, TANGRAM)
3. Studium učebnic pro základní a speciální základní školy s prvky plošných hlavolamů.
4. Příprava experimentů pro žáky speciální školy
5. Realizace experimentů a analýza výsledků experimentu
6. Sebereflexe práce
7. Závěry a výhledy do budoucnosti

Seznam odborné literatury:

Bakalář, E., Kopský, V.: I dospělí si mohou hrát

Brázda, R.: Projekt pro volný čas dětí a mládeže

Krejčová, E., Volfová, M.: Didaktické hry v matematice

Pěňčík, J., Pěňčíková, J.: Lámejte si hlavu

Průcha, J.: Pedagogický slovník

Plháková, A.: Učebnice obecné psychologie

Pomykalová, E.: Planimetrie

Vágnerová, M.: Vývojová psychologie: dětství, dospělost, stáří

Zapletal, M.: Kniha hlavolamů

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Jaroslava Kloboučková

Datum zadání diplomové práce: říjen 2008

Termín odevzdání diplomové práce: březen 2010

.....  
V Praze dne 22.10. 2008

vedoucí katedry

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně s použitím uvedených pramenů a literatury.

V Praze dne 1.4. 2010

Barbora Brázdová

Děkuji Mgr. Jaroslavě Kloboučkové za trpělivost a množství času věnovanému konzultacím, za odborné rady a vedení této práce.

Děkuji všem zúčastněným žákům za spolupráci a jejich třídní učitelce Markétě Krupčíkové za poskytnutý čas během výuky žáků a pomoc během jednotlivých setkání.

Děkuji svému otci Radboru Brázdovi za podnět mého zájmu o hlavolamy, za zapůjčení pomůcek ze své ergoterapeutické dílny a za konzultace o některých úkolech.

Děkuji také své matce a bratrovi za podporu a pomoc s vytvářením příloh.

Děkuji svým kamarádkám Lucii za narýsování obrázků a Lence za korekturu celé práce.

# Anotace:

## **Klíčová slova:**

- Pentomino
- Tangram
- Zobrazení v rovině
- Žáci se speciálními vzdělávacími potřebami
- Orientace na ploše

## **Resumé:**

Ve své práci jsem se zabývala různými způsoby využití hlavolamů Pentomino a Tangram ve vyučování matematiky žáků se speciálními vzdělávacími potřebami. V teoretické části jsem tyto hlavolamy představila, na jejich jednotlivých dílcích vysvětlila zobrazení v rovině, zanalyzovala jsem podobné úlohy v učebnicích matematiky pro 1. stupeň základních škol a přiblížila jsem problémy žáků se speciálními vzdělávacími potřebami.

V praktické části jsem popisovala několik hodin experimentální výuky, které jsem vykonávala s šesti žáky základní školy praktické. V prvním roce jsme se zabývali hlavolamem Tangram. Vyrobili jsme si jednotlivé dílky z papíru, manipulovali jsme s dřevěnými kostkami, používali jsme tangramové obrázky k rozvíjení zrakové percepce a přiblížení zobrazení v rovině. Další rok si žáci nejdříve sami jednotlivé kostky pentomina vymysleli a potom s nimi pracovali. Zakreslovali je do čtvercové sítě, skládali obrázky, hráli hru pro dva... Ve vlastním hodnocení jsem potom výsledky práce shrnula.

# Annotation

## **Key words:**

- Pentominoes
- Tangram
- Affine mapping
- Special educational needs pupils
- Orientation of flat

## **Resume:**

My thesis deals with different ways of use of Pentominoes and Tangram brain-teasers in teaching of mathematics to special educational needs pupils. In the theoretical part I introduced these brain-teasers, I explained affine mapping using their particular pieces, I analysed similar tasks in mathematics textbooks for 6 to 10-year-olds and pointed out the issues of special educational needs pupils.

In the practical part I described a few lessons of experimental education with six pupils of practical basic school. In the first year we dealt with Tangram brain-teaser. We made the separate pieces of paper, we handled wooden cubes and used Tangram pictures for development of visual perception and approximation of affine mapping. The next year the pupils schemed out their Pentominoes cubes first and then they worked with them. They drew them in a grid, built pictures, played a game for two etc. At the end I summarised my thesis and I evaluated it.

# Obsah

Úvod.....	- 10 -
1. Teoretické poznatky .....	12
1.1. Poznatky o tangramu .....	12
1.1.1. Historie tangramu .....	12
1.1.2. Princip tangramu .....	14
1.1.3. Popis technické úpravy hlavolamu.....	15
1.2. Poznatky o pentominu .....	17
1.2.1. Historie a princip pentomina .....	17
1.2.2. Důkaz jednoznačnosti .....	19
1.2.3. Hry s pentominem .....	22
1.2.4. Popis úpravy hlavolamu .....	25
1.3. Geometrická zobrazení v rovině .....	26
1.3.1. Posunutí.....	27
1.3.2. Otočení .....	27
1.3.3. Osová souměrnost .....	28
1.3.4. Středová souměrnost .....	29
1.4. Obecné poznatky o hlavolamech.....	30
1.5. Analýza úloh v učebnicích matematiky pro 1. stupeň ZŠ.....	32
1.5.1. Učebnice pro ZŠ praktické .....	32
1.5.2. Učebnice pro ZŠ.....	33
1.6. Diagnostikované poruchy žáků .....	38
1.6.1. Zrakové vady.....	39
1.6.2. Mentální retardace.....	39
1.6.3. Specifické poruchy učení .....	41
1.6.4. ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorders) .....	42
1.6.5. Dětská mozková obrna .....	43
1.6.6. Schizoidní porucha .....	44
1.6.7. Aspergerův syndrom .....	45
1.6.8. Vady řeči .....	45
2. Představení školy a žáků .....	47
3. Experimentální výuka s tangramem .....	49
3.1. Manipulační činnost .....	49
3.1.1. Výroba tangramu.....	49
3.1.2. Drobné manipulační úkoly .....	52



3.1.3. Skládání obrázků .....	53
3.2. Shodné a podobné tvary .....	62
3.2.1. Pracovní listy .....	63
3.2.2. Pexeso .....	64
3.2.3. Obrázky .....	67
3.3. Zaznamenávání řešení .....	70
4. Experimentální výuka s pentominem .....	75
4.1. První přípravná fáze – Domino .....	75
4.2. Druhá přípravná fáze – Trimino .....	77
4.3. Třetí přípravná fáze – Tetromino .....	80
4.4. Vymýšlení tvarů pentomina .....	82
4.5. Naskládání co nejvíce tvarů .....	86
4.6. Hra „Co k sobě?“ .....	87
4.7. Novoroční turnaj .....	88
4.8. Čtverec .....	95
4.9. Obrázky .....	100
5. Motivace a kreativita .....	105
5.1. Hry a odměny .....	106
5.1.1. Drobné hry s tangramem .....	106
5.1.2. Pexeso .....	107
5.1.3. Hra „Poznej tvar“ .....	108
5.1.4. Dobývání hradu .....	109
5.1.5. Odměny .....	111
5.2. Kreativní úkoly .....	112
5.2.1. Pojmenovávání obrázků .....	112
5.2.1. Vlastní vymyšlené obrázky .....	113
5.2.2. Představy pentominových tvarů .....	113
6. Reflexe .....	116
6.1. Sebereflexe .....	116
6.2. Reflexe třídní učitelky .....	118
Závěr .....	120
Použitá literatura .....	121

# Úvod

Už od dětství mě bavilo řešit zajímavé úlohy a hlavolamy. Mnohdy se zdálo nemožné nějaký vyřešit. Když se to však nakonec povedlo, člověk si řekl, vždyť je to tak snadné. Právě tato vítězství nad sebou samou a nad hlavolamem se mi líbila nejvíc a stále znovu a znovu mě lákala k řešení dalších. Tento zájem ve mně podnítil můj otec, který nám domů nosil hlavolamy, které upravil pro lidi s postižením. Pracuje totiž v Hamzově odborné léčebně v Luži – Košumberku v ergoterapeutické dílně. Chtěl, aby i tito lidé měli možnost hlavolamy řešit, a tak pro ně vymyslel pomůcky, které jim to umožnily. Postupem času se ukázalo, že tyto pomůcky činí hru s hlavolamy ještě atraktivnější. Přesně vymezují prostor, kam se mohou jednotlivé kostky pokládat a řešení usnadňují. Manipulace s přírodním materiálem je zábavná a příjemná.

Když jsem si ve třetím ročníku studia na vysoké škole měla vybrat nějaké matematické prostředí pro svoji ročníkovou práci z matematiky, rozhodla jsem se jednoznačně pro hlavolam pentomino. Líbí se mi na něm především to, že si jeho dílky mohou děti vymyslet samy a dá se s ním vymyslet spousta úloh a her. Při ročníkové práci jsem pracovala se dvěma zdravými dětmi ve věku 8 a 10 let. Chtěla jsem vyzkoušet, jak budou děti na mnou vymyšlené úkoly reagovat a zda by šlo tyto úkoly využít později v mé pedagogické praxi. Líbilo se mi sledovat je, jak se jim daří nacházet řešení, a vymýšlet různé úlohy. Při obhajobě práce mi porota navrhla, zda bych na tuto práci nechtěla navázat. Rozhodla jsem se, že ano.

Diplomovou práci jsem chtěla pojmout ale trochu jinak. Studuji speciální pedagogiku, a tak mne zajímalo, jak by si dokázaly poradit s těmito úkoly děti s postižením. Předpokládala jsem, že budou potřebovat větší přípravu, protože tyto úkoly s pentominem byly hodně těžké. Také jsem chtěla zapojit i hlavolam tangram. Úkoly s ním mohli sloužit také jako jistá příprava. Myslím si, že je tangram snazší a přehlednější, protože má menší počet dílků, jejichž tvary jsou většinou dětem známé (trojúhelník, čtverec, kosodélník).

Dalším důvodem byla zvědavost, zda už tyto hlavolamy některé školy využívají. Domnívám se totiž, že dokážou rozvíjet mnoho oblastí a schopností dětí, a přesto je učitelé na školách neznají a do vyučování je nezařazují. M. Kubínová chápe pojem „matematická gramotnost“ jako „matematickou kulturu“, jejíž složky jsou např. jazyk matematiky,

numerické techniky, metody řešení úloh, geometrická představivost... Žáci se takto učí hlouběji porozumět světu. Právě skrze tyto hlavolamy jsem se snažila žákům předat základní matematické pojmy týkající se geometrických tvarů, rozvíjet jejich orientaci na ploše, pravolevou orientaci, představu geometrických tvarů, schopnost hledat řešení...

Cílem bylo ověřit, zda by se mnou vymyšlené úlohy mohly využívat v praxi při výuce matematiky žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a jak na ně budou tito žáci reagovat. Chtěla jsem zjistit, jestli budou tito žáci po patřičné přípravě schopni řešit stejné úlohy jako žáci běžné populace. Mohu tak srovnat výsledky této a ročníkové práce. Také tato práce slouží jako propedeutika zobrazení v rovině.

Zajímalo mne také, jak často se tyto hlavolamy, nebo úlohy jim podobné, objevují v učebnicích matematiky a zdali je jich v učebnicích pro základní školy praktické více či nikoliv. Žáci s mentálním postižením potřebují podle mne ještě více zaujetí a motivace formou her. Tímto způsobem by se mohli rozvíjet a zároveň si hrát.

Ke spolupráci jsem si vybrala jednu třídu základní školy praktické, kam chodí šest žáků. S těmito žáky jsem prováděla experimentální výuku. Scházeli jsme se nepravidelně dle mých i jejich časových možností v průběhu dvou školních roků (viz příloha 29). Výuku jsem zaznamenávala na diktafon a jedno setkání na videokameru. Doma jsem poté tyto záznamy zpracovávala pomocí redukovaného shrnujícího protokolu a zúčastněného pozorování do svého pedagogického deníku. Vypracovala jsem i dvě komentované transkripce (přílohy 5 a 19). V této práci jsem pak zaznamenala průběh výuky pomocí zobecňování, konstrukce a selekce záznamů v deníku. Do hodnocení jsem také pro přehlednost uváděla tabulky a grafy.

Předpokládám, že tato práce nepřinese žádné velké konkrétní výsledky. Tyto oblasti schopností žáků se nedají dobře empiricky prokázat a zaznamenat. Výsledky úloh ovlivňuje náladovost žáků i jejich zdravotní stav. Žáci s mentálním postižením dělají pokroky jen velmi pomalu. Vyžadují soustavnou a dlouhodobou práci. Nárazová setkání se mnou je pravděpodobně posunou v jejich schopnostech, nemusí to být však prokazatelné. Může se to projevit třeba později.

Pokud se zaměřím na konkrétní věci, věřím, že žáci budou při řešení dalších a dalších úkolů pracovat rychleji, že se budou snáze orientovat na ploše, že si ujasní geometrické pojmy a snadněji si jednotlivé tvary představí. Jsem zvědavá, jak si poradí s náročnými úkoly s pentominem. Chci také rozvíjet kreativitu žáků.

# 1. Teoretické poznatky

Pro praktickou část své práce jsem se nejprve musela seznámit s teoretickými poznatky. Byly velmi pestré - z různých oblastí vědeckého zkoumání – historie, matematika, psychologie, pedagogika, speciální pedagogika a medicína.

## 1.1. Poznatky o tangramu

Pro zpracování této podkapitoly jsem použila tyto zdroje: [2], [6], [7] [31], [33], [37], [74], [76], [78], [79], [80], [81], [83], [86]

Ačkoli se tento hlavolam stal docela známým a populárním, je možné o něm nalézt různé zajímavé informace. Jeho vznik je opředen řadou legend. Jeho princip a rozdělení jsou fascinující. V této kapitole je rovněž popsána pomůcka, která byla při experimentální výuce použita.

### 1.1.1. Historie tangramu

Tangram je považován za nejstarší známý mechanický hlavolam pocházející ze staré Číny. Původně byl nazýván „ch'í ch'iao t'u“, což v překladu znamená „důmyslná sedmidílná skládačka“ (Jančařík A., 2007, 22 s.; Kárová V., 1999, 20 s.). Kořeny slova tangram jsou zahaleny v čase a mají několik možných vysvětlení. Jedno z nich se týká lidí kmene Tanka. Tito lidé žijící v Číně na pobřeží řeky byli velkými obchodníky podílející se na obchodu s opiem. Námořníci ze Západu, kteří s nimi obchodovali, pravděpodobně hráli jistou skládku, když navštěvovali své přítelkyně z kmene Tanka. Té skládance začali říkat zastaralým anglickým slovem „tramgram“, v překladu znamenající skládanka nebo cetka. (<http://www.tangrams.ca/inner/tanhist.htm> 13.2.2010 16:47).

O vzniku tangramu existuje i následující legenda: „Za vlády čínského císaře Jü (který byl vynalézavý a technicky velmi nadaný - spoutal dravé vody řeky Jang-c'-t'iang) vyřezal jakýsi Číňan Tan sedm destiček a vydal se za již odpočívajícím císařem (Jü se rozhodl odejít na odpočinek) a ukázal mu těch sedm kousíčků a řekl mu: „Dozvěděl jsem se, že se výborně vyznáte v mnohých technických vědách. Přinesl jsem vám sedm nefritových destiček. Zaženou dlouhou chvíli a dobře pobaví. Zkušený stavitel z nich lehce sestaví čtverec. Za krátký čas vyřeší i jinou otázku - jak ze všech tvarů sestavit dva menší, úplně

stejně čtverce. Když tyto úlohy splníte, Jasnosti, naučím vás hru, kterou budete moci hrát v osamělých chvílích celé roky." Císař, který se vážně nechtěl nudit, chudému vesničanovi Tanovi vyhověl a po krátkém přemýšlení splnil obě úlohy. Tan dostal svému slibu a zasvětil císaře do tajemství hříčky.“ ([http://zavitnicek.sweb.cz/cla\\_tangram.htm](http://zavitnicek.sweb.cz/cla_tangram.htm) 14.2.2010 19:19). Podobný příběh zaznamenal i Zapletal. (Zapletal M., 1983, 24 s.) Jiný pramen uvádí pozměněnou pověst, kdy „řemeslník jménem Tan navrhl a vyrobil jako poctu nejvyššímu císaři nádherně glazovanou dlaždici. Celá vesnice šla spolu s Tanem předat dar císaři, ale na chodbách paláce Tan klopýtl, upadl a svůj dar rozbil na sedm kousků. Tan se rychle pokoušel složit tyto díly zpátky do dlaždice, ale stále mu vznikaly nové a nové geometrické tvary a obrázky. Císař byl vyrušen hlukem na chodbách a poslal sloužící, aby zjistili, co se to děje. Když se sloužící vrátili, předali císaři skládanku sedmi dílků jako dar k jeho potěšení a zábavě.“ (<http://clavis.vrana.cz/rocnik9/c0303/?id=13> 14.2.2010 18:36).

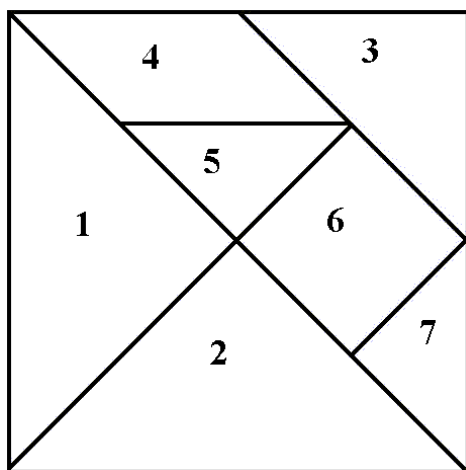
„Nejstarší známý odkaz na tuto skládačku je od starého dřevorubce Utamara, a to z roku 1780. Nejstarší publikovaná knižní zmínka je hlavolam podobný Tangramu z Japonska a to z roku 1742. Nejstarší známá kniha s opravdovým Tangramem byla publikována v Číně roku 1813. Kniha byla napsána za panování císaře Chia Ching (1796 - 1820), kdy byl Tangram v Číně již značně populární.“ (<http://clavis.vrana.cz/rocnik9/c0303/?id=13> 14.2.2010 18:36). Do Evropy a Ameriky se rozšířil až v 19. století, kdy se otevřel trh s Čínou a námořníci si v něm našli zábavu. V té době ho vyráběli např. ze slonoviny, nefritu a dalších vzácných materiálů. Chudí lidé ho vyřezávali ze dřeva nebo ho vypalovali z hlíny. „Vypráví se, že si touto hrou Napoleon krátil volné chvíle ve vyhnanství na ostrově sv. Heleny.“ (Kárová V., 1999, 21 s.)

Jiný zdroj (<http://en.wikipedia.org/wiki/Tangram> 21.2.2010 15:21) uvádí, že slovo tangram poprvé použil Thomas Hill, prezident Harvardské univerzity ve své knize *Puzzles to Teach Geometry* v roce 1848.

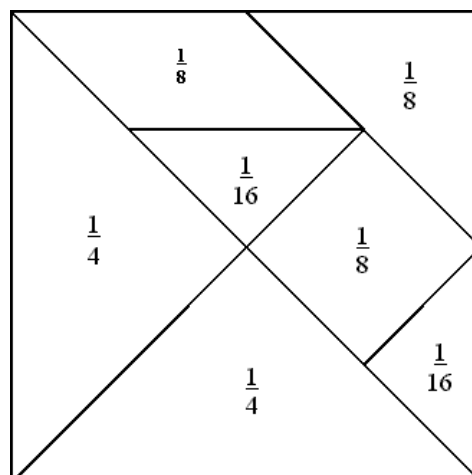
V roce 1903 sepsal Sam Loyd historii tangramu v knize *The Eighth Book Of Tan*. Přesvědčil mnoho lidí, že hru vytvořil před 4000 lety bůh Tan. Prvních sedm knih Tanu bylo spojeno se spoustou slavných lidí a historických událostí. Všechny byly opravdu přesvědčivé, což vydělalo Samovi mnoho peněz. Pozdější vyšetření ukázalo, že jde o kolosální vtíp. (<http://www.tangrams.ca/inner/tanhist.htm> 13.2.2010 16:47). To potvrzuje i Volfová „Ve skutečnosti hru i mnohé historiky kolem ní vymyslel známý vynálezce hlavolamů Sam Loyd.“ (Krejčová, E., Volfová M., 1995, 64 s.)

### 1.1.2. Princip tangramu

Principem tangramu je jednoduché a zároveň důmyslné rozdělení čtverce na sedm dílů (obr. 1).



Obr. 1 Dílky tangramu



Obr. 2 Rozdělení čtverce - obsah

Autor postupně dělil čtverec na poloviny. Nejprve ho rozdělil úhlopříčně na dva stejné rovnoramenné trojúhelníky. Jeden z nich znovu rozpůlil na dva stejné rovnoramenné trojúhelníky, čímž získal první dva dílky (1 a 2). Druhý trojúhelník rozdělil tak, že spojil středu odvěsen. Tím vznikl díl 3, který je polovičním trojúhelníkem než dva předchozí. Zbývající rovnoramenný lichoběžník rozpůlil na dva stejné pravoúhlé lichoběžníky. Nyní ze středu delší podstavy lichoběžníků vedl spojnicí s horním vrcholem. V prvním případě do vrcholu tupého úhlu (díly 4 a 5), v druhém případě do vrcholu pravého úhlu (díly 6 a 7). Z takto rozděleného čtverce vzniklo pět pravoúhlých rovnoramenných trojúhelníků, jeden čtverec a jeden kosodélník. Největší a nejmenší trojúhelníky jsou dva.

Mezi těmito tvary jsou velmi nápadné závislosti stran, ploch (obr. 2) a úhlů. Vlastně jsou to jen čtyři různé délky stran a vztahy mezi nimi se dají snadno matematicky vyjádřit.

Díky těmto speciálním vlastnostem se z dílků dají skládat nejrůznější geometrické obrazce, obrázky zvířat, lidských postav, předmětů. Lze vymýšlet stovky nejrůznějších tvarů různé obtížnosti. Mohou se tak zabavit jak děti již v předškolním věku tak dospělí.

Při skládání je nutné dodržovat následující jednoduchá pravidla:

1. Každý obrazec musí být složen ze všech sedmi částí.
2. Jednotlivé části se nemohou překrývat.
3. Všechny dílky se mohou libovolně převracet.

S tangramem se dá hrát několika způsoby. Pravděpodobně nejčastěji se skládají obrázky podle předlohy. Obtížnost obrazců se liší. Nejsnazšími obrazci jsou ty, které jsou



Obr. 3 Příklad  
snadno řešitelného

dosti vykrajované, a na první pohled můžeme určit, kam daný díl patří (např. obr. 3). Mezi nejtěžší patří tvary pravidelné, kde je více způsobů, jak umístit největší trojúhelníky. Mohou mít i více řešení. Jsou to zejména konvexní mnohoúhelníky, kterých lze složit 13 - 1 trojúhelník, 6 čtyřúhelníků, 2 pětiúhelníky a 4 šestiúhelníky (viz příloha 1). Vymýšlení vlastních obrázků podle své fantazie je dalším způsobem hry s tangramem.

Hlavolam se pro svoji jednoduchost dá snadno vyrobit z nejrůznějších materiálů. Ve školách se obvykle používá tvrdý papír. V současné době tráví lidé mnoho času u počítače, a tak ani na internetu nechybí různé programy na skládání tohoto hlavolamu. Mezi online hry patří např. Tangramz [http://wellgames.com/free\\_online/tangramz](http://wellgames.com/free_online/tangramz), kde skládáte obrázky co nejrychleji a soupeříte tak proti neznámému protihráči. Nevýhodou této hry je nemožnost otáčení jednotlivých dílků.

### 1.1.3. Popis technické úpravy hlavolamu

Původní hra, v níž má hráč za úkol vytvořit ze sedmi kostek obrázek podle předem daného obrysu, dělá často hráčům problémy a láká pouze ty, které baví řešit zapeklité úlohy a jsou motoricky dobře vybaveni. Drobnou úpravou můžeme hru zjednodušit. Kostky vkládáme do předkreslených obrysů na papíře. Zde obrázky nevytváříme, pouze vyplňujeme tvar obrysu. Právě tuto jednoduchou úpravu využívají někteří tvůrci počítačových her např. <http://www.bosounohou.cz/tangram>. Tato metoda má jeden háček. Při nepřesném doplňování kostky často obrys překryjí a hráč snadno chybuje.

Za lepší, ale složitější úpravu se dá pokládat vykrojení jednotlivých obrysů do tvrdého papíru (kartonu) vykrajovacím nožem, nebo vyřezání lupínkovou pilkou do tenké překližky či plastových desek. Kostky se také vkládají do zvoleného tvaru, ale zvýšená hrana obrysu je mimo daný tvar nepustí. Hráč rychleji reaguje na chybné kroky a lépe využije metodu pokusu a omylu. Přesně vyrobená šablona neomylně potvrdí správnost řešení. Obdobu této mechanické úpravy najdeme i v počítačových hrách. Myši ovládané tvary kostek kliknutím umístíte na vámi zvolené místo. Při přesném umístění kostky sami

přiskočí na správné místo např. <http://www.fwend.com/tangram.htm>. Ani tato úprava není pro hráče s hendikepem dokonalá. Při nekoordinovaném pohybu lehká šablona po stole snadno klouže.

Tento nedostatek odstraníme vložením šablony do těžší dřevěné podložky s výřezem. Základní geometrický tvar šablon musí být ovšem stejný, aby se daly snadno vyměnit. Podložku můžeme vylepšit výřezy na odkládání jednotlivých kostek (Obr. 4). Pro motoricky velmi hendikepované hráče podložku napevno připevníme ke stolu svěrkami. Převrácením nebo otočením šablony získáme další možné tvary, což nám umožní porovnat obtížnost složení v podstatě stejného obrysu v různých pozicích. Šablonu můžeme využít i k rychlému předkreslení jednotlivých tvarů na papír. Tato úprava hlavolamu byla v této práci použita.



Obr. 4 Pomůcka ke skládání tangramových obrázků

Pokud chceme využít kreativitu dětí vymyšlením vlastních obrázků, použijeme magnetickou tabuli a kostky s vloženým magnetem.



## 1.2. Poznatky o pentominu

Pro zpracování této kapitoly jsem použila tyto zdroje: [2], [6], [7], [31], [33], [37], [74], [77], [82]

Má ročníková práce z matematiky z roku 2008 se týkala pentomina. Tato diplomová práce na ni navazuje. Rozšiřuje poznatky především o důkaz jednoznačnosti.

### 1.2.1. Historie a princip pentomina

Tento hlavolam vymyslel profesor matematiky na univerzitě v Jižní Kalifornii – Samuel Golomb. Během let sám vynalezl řadu nových her a některé z nich se rychle rozšířily po celém světě. Jednou z nejzajímavějších z nich je právě pentomino, které představil v roce 1953 vědcům v matematickém klubu harvardské univerzity. Bylo mu tehdy 21 let.

Pod pojmem pentomino (Burns M., 2000; Bakalář E., Kopský V., 1987; Jančařík A., 2007; Zapletal M., 1983), nebo též pentamino (Kárová V., 1999; Krejčová E., Volfová M., 1995), se skrývá název hlavolamu, který je tvořen 12 rovinnými útvary. „Obrazce tvoříme tak, aby každý čtverec měl aspoň s jedním dalším čtvercem společnou stranu. Je možno sestavovat tvary ze 2, 3, 4, 5, 6 atd. čtverců, tedy skládat domino, trimino, tetramino, pentomino... Za různé tvary pokládáme jen ty, které nelze v rovině přemístit tak, aby se kryly.“ (Krejčová E., Volfová M., 1995, 67 s.) Pro domino existuje jen jedna možnost (obr. 5), pro trimino pouze dvě možnosti (obr. 6).

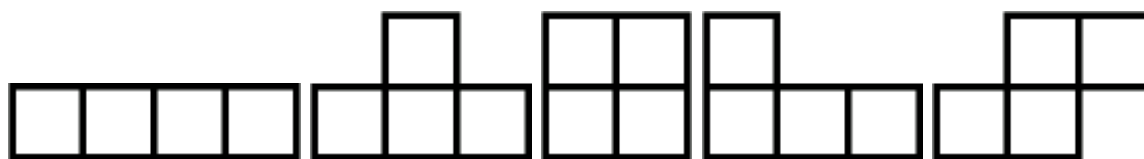


Obr. 5 Domino

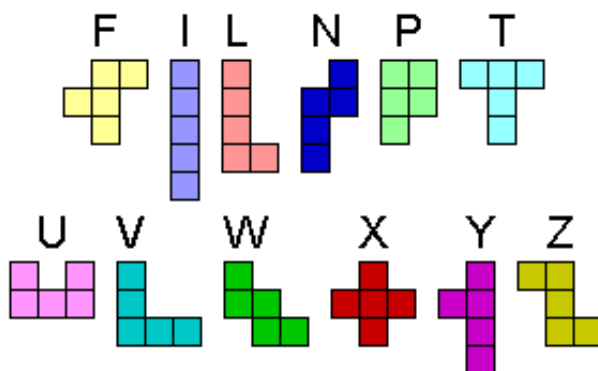


Obr. 6 Trimino

Další polyomina již mají více možností a lze je využít pro různé hry s dětmi. Tetramino má 5 (obr. 7), pentomino 12, hexamino (z 6 čtverců) má 35 tvarů, heptamino 108.



Obr. 7 Tetramino



Obr. 8 Pentomino označené písmeny

„Pokud je nám známo, neexistuje zatím vzorec pro závislost počtu tvarů na počtu čtverců. Více autorů uvádí tabulku:“ (Krejčová, E., Volfová M., 1995, 67 s.)

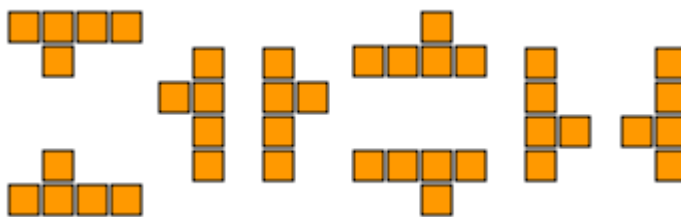
Počet základní čtverců	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Počet tvarů	1	1	2	5	12	35	108	369	1285	4655	17073	63600	238591

Tab. 1 Počet tvarů, které lze složit z daného počtu shodných čtverců

Tvary tetromina jsou známá ze hry „tetris“. Na obr. 8 jsou uvedena i písmena, která jednotlivé dílky pentomina připomínají. Pro usnadnění označení jednotlivých dílků jsou využita v této práci.

Kdyby byly zrcadlové obrazy pentominových tvarů považovány za různá pentomina, jejich počet by byl 18, neboť „T“, „V“, „I“, „X“, „U“ a „W“ jsou osově souměrné a jejich zrcadlový obraz je shodný, takže pouze pro „F“, „L“, „N“, „P“, „Y“ a „Z“ by existovaly dvě různé verze. Pokud bychom počítali, kolika způsoby lze jednotlivá pentomina zakreslit na čtverečkovany papír (tzn. kolik různých verzí vznikne otáčením a zrcadlovým převrácením), dostali bychom následující počty):

- 8 obrazů pro „L“, „N“, „P“, „F“ a „Y“ – 4 otáčením a 4 otočením zrcadlového obrazu – příklad viz obr. 9
- 4 pro „Z“ – 2 otáčením a 2 otočením zrcadlového obrazu
- 4 pro „T“, „U“, „V“ a „W“ – otáčením
- 2 pro „I“ – otáčením
- 1 pro „X“ (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pentomino> 13.10. 2007)






Obr. 9 Obrazy tvaru „Y“

Tvary pentomina můžeme rozdělit na těžké a lehké pro usnadnění nápovědy při skládání čtverce. Těžké tvary jsou ty, které zaujímají plochu 3 x 3 čtverce – „X“, „W“, „Z“, „V“, „F“ a „T“. Ostatní tvary se umisťují snadněji. Nejlépe se pokládá tvar „P“, který je mnou označen za žolíka.

### 1.2.2. Důkaz jednoznačnosti

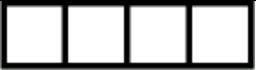

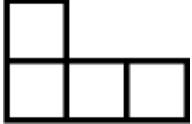



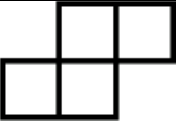

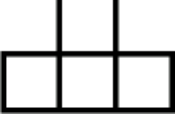

Podstatou hlavolamu může být už samotné vymyšlení tvarů z pěti jednotkových čtverců. Tato kapitola se zabývá dokazováním, zda skutečně nelze vymyslet více než 12 tvarů pentomina a pravděpodobnostmi vzniku jednotlivých útvarů. Příloha 2 obsahuje vývojový diagram, jak tyto dílky vznikly.

Domino má pouze jeden tvar. Pravděpodobnost jeho vzniku ze 2 čtverců je tedy 100%. Pravděpodobnosti dalších tvarů – trimin, tetramin a pentomin jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Počáteční tvar	Tvary trimin	Pravděpodobnost
	1. 	$\frac{1}{3}$
	2. 	$\frac{2}{3}$

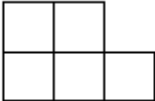
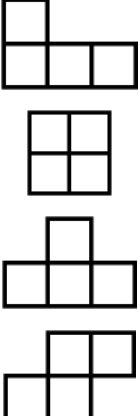

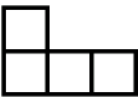
Tab.2 Tvary trimina

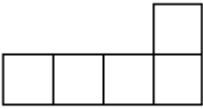
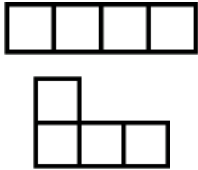
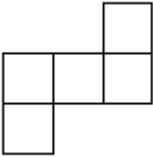
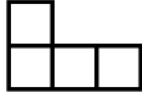
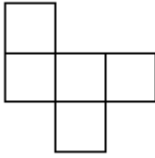
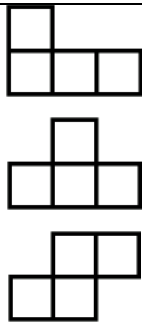
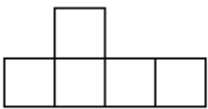
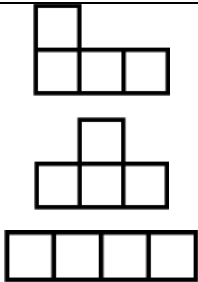
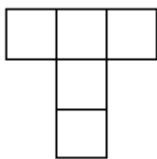
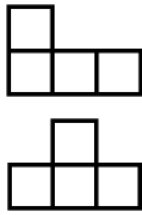
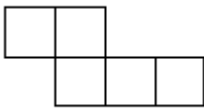
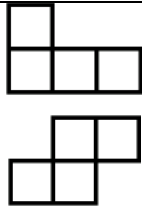
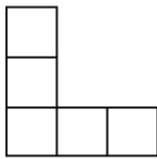
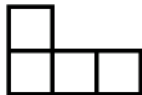
K dominu můžeme umístit třetí čtverec na šest míst. Ze dvou možností vznikne tvar 1, ze čtyř tvar 2.

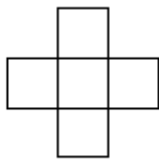
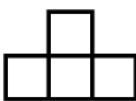
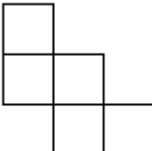
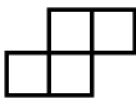


Tvar tetramina	Trimina, z nichž vznikl	Pravděpodobnost
		$\frac{1}{3} \cdot \frac{2}{8} = \frac{1}{12}$
		$\frac{1}{3} \cdot \frac{4}{8} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{7} = \frac{5}{14}$
		$\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7} = \frac{2}{21}$
		$\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{7} = \frac{4}{21}$
		$\frac{1}{3} \cdot \frac{2}{8} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{7} = \frac{23}{84}$

Tab.3 Tvary tetramina

Pokud sečteme všech pět výsledných zlomků, získáme výsledek 1. To znamená, že jsme našli všechna řešení.

Tvar pentomina	Vznikl z tetramin	Pravděpodobnost
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} + \frac{2}{21} \cdot 1 + \frac{4}{21} \cdot \frac{2}{8} + \frac{23}{84} \cdot \frac{2}{8} = \frac{253}{1008}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} = \frac{5}{126}$

		$\frac{1}{12} \cdot \frac{4}{10} + \frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} = \frac{23}{315}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} = \frac{5}{126}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} + \frac{23}{84} \cdot \frac{2}{8} + \frac{4}{21} \cdot \frac{2}{8} = \frac{157}{1008}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} + \frac{23}{84} \cdot \frac{2}{8} + \frac{1}{12} \cdot \frac{4}{10} = \frac{713}{5040}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} + \frac{23}{84} \cdot \frac{1}{8} = \frac{149}{2016}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} + \frac{4}{21} \cdot \frac{2}{8} = \frac{11}{126}$
		$\frac{5}{14} \cdot \frac{1}{9} = \frac{5}{126}$

		$\frac{23}{84} \cdot \frac{1}{8} = \frac{23}{672}$
		$\frac{4}{21} \cdot \frac{2}{8} = \frac{1}{21}$
		$\frac{1}{12} \cdot \frac{2}{10} = \frac{1}{60}$

Tab. 4 Tvary pentomina

$$\frac{253}{1008} + \frac{5}{126} + \frac{23}{315} + \frac{5}{126} + \frac{157}{1008} + \frac{713}{5040} + \frac{149}{2016} + \frac{11}{126} + \frac{5}{126} + \frac{23}{672} + \frac{1}{21} + \frac{1}{60} = \frac{10080}{10080} = 1$$

Součet všech dvanácti zlomků je roven 1. Z toho vyplývá, že známe všechny možnosti tvarů pentomina.

### 1.2.3. Hry s pentominem

První hrou je „Najdi všechna možná pentomina“ (Kárová V., 1997, 26 s.). Tuto hru jsem již zmínila (kap. 1.2.2.). Skládají se pentominové tvary, které pak zakreslíme do čtvercové sítě. Hodnotíme, kdo vymyslí nejvíce tvarů a za jak dlouho. Tvary si poté můžeme vystříhnout a hrát s nimi další hry.

„Pěknou variantu této hry uvádí Kuřina. Představme si, že ve čtvercové síti vzniká nový organismus: nejprve obsadí čtverec, po týdnu k němu přiroste nějaký další (a to tak, aby měly právě jednu stranu společnou), za další týden k nějaké libovolné straně přiroste ještě další čtverec atd. Nakreslete, jaké možné tvary se vyskytnou právě za 5 týdnů. Pokuste se je roztřídit.“ (Krejčová E., Volfová M., 1995, 67 – 68 s.) Tvary se mohou třídit například podle velikosti obvodu, souměrnosti... Žáci si uvědomí, že obsah všech tvarů je shodný.

Máme 12 tvarů – každý složený z 5 čtverců. Z toho vyplývá, že pokryjí plochu 60 čtverců. Další typ her s tímto počtem souvisí. Zkuste tyto tvary naskládat do tvaru obdélníka o rozměrech: 6 x 10 čtverců, 5 x 12 čtverců, 4 x 15 čtverců nebo 3 x 20 čtverců.

Obdélník 6 x 10 má 2339 řešení. „Pro obdélník 4x15 nalezne 368 řešení. Pro obdélník 5x12 nalezne 1010 řešení.“ (<http://sweb.cz/petr.lastovicka/ostatni.html> - 13.10.2007) Nejtěžší varianta je obdélník 3 x 20 čtverců. Má pouze jediné řešení.

Lze také skládat čtverce s použitím menšího počtu dílků.

Jiný typ této hry se skládá do šachovnicového čtverce 8 x 8. Úkolem je opět naskládat všech dvanáct dílků do tohoto čtverce. Protože má tento čtverec obsah 64 dílků a obsah pentominových dílků je 60, zůstanou v tomto čtverci 4 volná místa. Ta mohou být kdekoli – to není zase tak těžké, protože existuje víc jak půl milionu řešení. Pro ztížení si můžeme dopředu určit, kde volná místa chceme mít – např. v rozích, 4 místa uprostřed, v úhlopříčce, vedle sebe...

Šachovnice můžeme využít i při hře pro dva hráče. Mezi hráče nachystáme šachovnici a okolo ní rozložíme všechny kostky. Hráči tyto kostky střídavě umisťují na šachovnici. Tedy každý hráč umístí při jednom tahu jednu kostku. Vyhraje ten, který zablokuje spoluhráči možnost umístění další kostky. Ten, kdo položí poslední kostku, zvítězil.

„U této velice rychlé hry je známa vyhrávající strategie pro prvního hráče. Tato strategie byla nalezena za pomoci počítače a je velmi obtížné si ji zapamatovat.“ (Jančařík A., 2007, 26 s.)

„Někdy se soupeři dohodnou, že si před začátkem hry kostky rozdělí. V tom případě losují, kdo si smí vzít ze společné sady první kostku. Pak oba rozebírají zásobu kostek tak, že si střídavě vezmou libovolnou kostku. Kdo los prohraje, odebere pochopitelně poslední kostku. Jistou nevýhodu může vyrovnat tím, že právě on zahajuje partii položením první kostky na šachovnici.

Tahle strategická hra se může zdát nezkušenému, málo přemýšlejícímu hráči poněkud nudná – klade totiž značné nároky na duševní schopnosti. Když umisťujeme kostky na desky nazdařbůh, bez promyšleného plánu, je vítězství nebo prohra otázkou náhody. Ale ten, kdo dovede svůj postup řídit, promýšlet tahy dopředu, může soupeře s přehledem porážet.“ (Zapletal, M. 1983, s. 32)

Další variantou může být, že každý hráč má vlastní sadu kostek.

Z pentomina se dají skládat také různé obrazce připomínající zvířata, věci, lidi... Úžasné na tom je to, že si je může každý vymyslet. Vytvoří si tak vlastní hlavolam, který

potom může dát složit kamarádům, rodičům, sourozencům... Navíc v každém obrazi může každý člověk vidět něco jiného, záleží na jeho vlastní fantazii. Obrazce nemusí nutně nic připomínat, přesto je lze skládat.

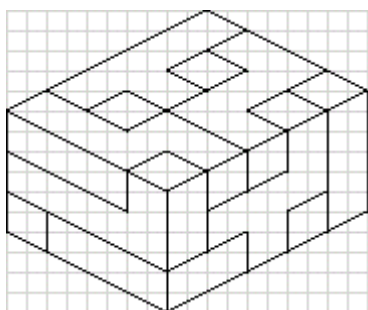
Dalším zajímavým úkolem je: „Rozděl kostky na tři skupiny po čtyřech kusech a sestav z jedné trojice takovou „desku“, na kterou by se dala položit beze zbytku i druhá nebo třetí trojice kostek. Základní deska může mít libovolný tvar.“ (Zapletal, M. 1983, s. 31)

Seznámila jsem se s další možností hlavolamu pentomino. Při ní bereme hlavolam ne jako plošný, ale trojrozměrný. Jednotlivé tvary jsou tedy hranoly, které mají základnu ve tvaru určitého pentomina a výšku stejnou jako je strana čtverců, ze kterých jsou pentomina složena. Dostaneme tak dvanáct prostorových tvarů, jež jsou tvořeny z 60 krychlí.

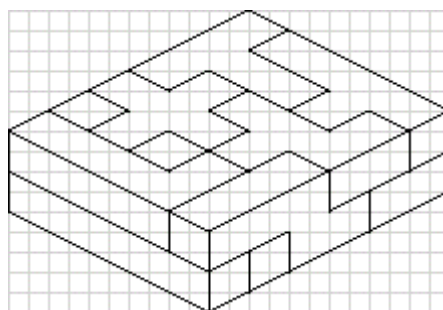
Z těchto hranolů, pak můžeme skládat kvádry následujících velikostí:

- 3 x 4 x 5 (obr. 10)
- 2 x 5 x 6 (obr. 11)
- 2 x 3 x 10 (obr. 12)

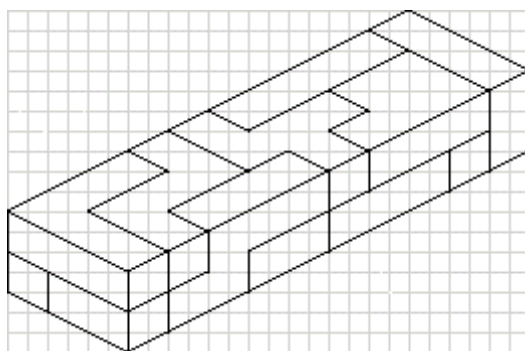
Hranoly jsou vyplněny beze zbytku a pentomina se nepřekrývají.



obr.10 Kvádr o rozměrech 3 x 4 x 5



obr.11 Kvádr o rozměrech 2 x 5 x 6



obr.12 Kvádr o rozměrech 2 x 3 x 10

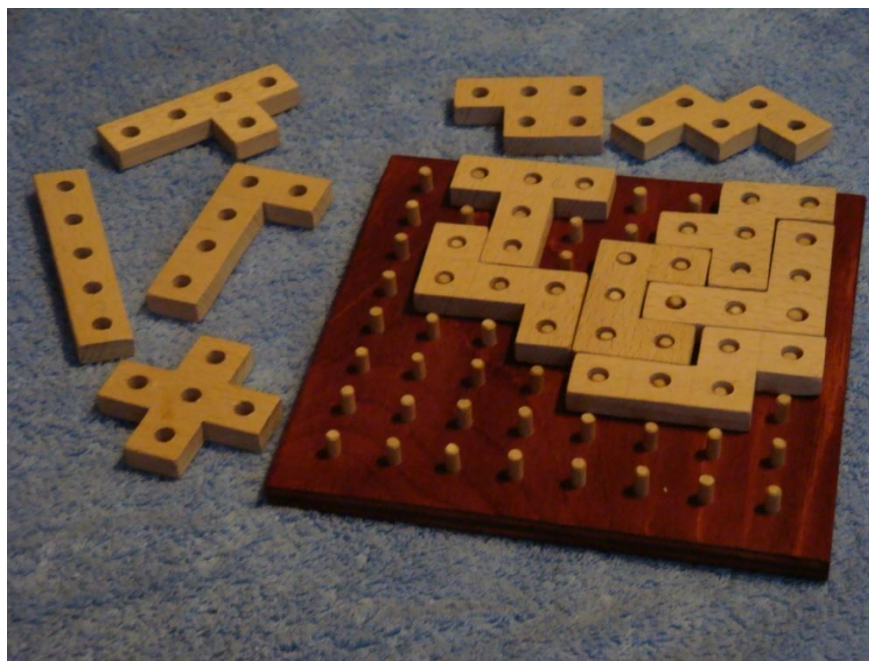


Další zajímavé úlohy na prostorové vnímání jsou založeny na tom, že si představujeme dílky pentomina jako síť krychlí bez víka. Žáci určují, z jakých tvarů by mohli vytvořit krychli a z jakých nikoliv.

#### 1.2.4. Popis úpravy hlavolamu

Tak jako u tangramu i u pentomina můžeme použít vyřezané šablony volně položené na stole nebo vložené do pevné desky se zapuštěným výřezem pro jejich výměnu. Jedná se především o základní obdélníky o ploše 60 čtverců a vymyšlené tvary zvířat nebo obyčejných obrazců. Můžeme je najít například na <http://www.fwend.com/pentomino.htm> nebo vytvořit pomocí počítačového programu Smart Pentomino.

Každá kostka pentomina je vytvořena z pěti čtverců. Tato vlastnost přímo vybízí k další jednoduché úpravě. Do středu každého čtverce jednotlivých kostek provrtáme stejný otvor o libovolném průměru, záleží na velikosti čtverce. Na dřevěnou podložku nakreslíme čtvercovou síť, uprostřed každého čtverce této sítě vyvrtáme jednotný otvor, menší než u kostek (cca 2 mm), a vlepíme stejně dlouhé kuličky tak, aby jejich výška nad podložkou byla menší než výška kostky (obr. 13). Pak snadno umístíme kostky na kuličky v podložce bez obav, že se při další manipulaci posunou. Takto upravíme například šachovnici při hře pro dva hráče nebo jakýkoliv tvar, do kterého vkládáme kostky více způsoby.



Obr.13 Pomůcka pro hry s pentominem

Snadno vyrobené pomůcky umožní používat hlavolam při jakémkoliv motorickém postižení, usnadní a zjednoduší hru i cílenou činnost mentálně postiženým.

### 1.3. Geometrická zobrazení v rovině

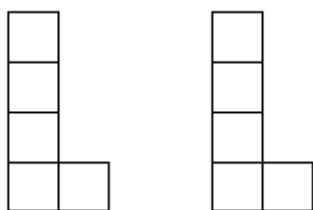
K vypracování této kapitoly jsem použila následující literaturu: [16],[59],[60],[65]

Mezi rovinné (plošné) tvary patří všechny objekty, které je možné nakreslit na papíře. Geometrická zobrazení v rovině jsou vzájemně jednoznačná zobrazení roviny na sebe. F. Klein ve svém Erlangenském programu (1872) je klasifikoval podle toho, které vlastnosti při nich zůstávají nezměněny:

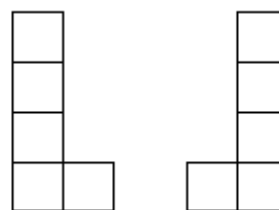
a) topologická zobrazení – zachovává se incidence (stálost) bodu s křivkou a uspořádání bodů na ní

b) afinní zobrazení – rovnoběžným přímkám odpovídají opět rovnoběžné, které nemusí být rovnoběžné s těmi původními. Mezi tato zobrazení patří podobná zobrazení. Dva útvary můžeme označit za podobná, pokud je druhý z nich v určitém měřítku zmenšeným nebo zvětšeným obrazem prvního. Poměr podobnosti musí být konstantní. Zvláštním případem podobnosti je stejnolehlost (homotetie), která se vyznačuje tím, že bod a jeho obraz leží v jedné přímce s pevným bodem O (označován střed stejnolehlosti). Směry přímek jsou zachovány. Pokud je poměr podobnosti menší než jedna, jde o zmenšení, je-li větší než jedna, mluvíme o zvětšení. Rovná-li se jedné, označujeme to shodností neboli izometrií.

„V rovinné geometrii lze shodné obrazce získat posunováním, otáčením nebo „překlápěním“. Takto vzniklé obrazce se liší pouze svým umístěním v rovině. Kdybychom je z roviny „vytrhli“ a položili na sebe, splynou.“ (Delventhal, K.M., 2008, 310 s.) Zvláštním případem shodnosti je identita, která každému bodu X dané roviny přiřazuje jako obraz tentýž bod. Shodnost dělíme na přímou (viz obr.14) a nepřímou (obr. 15).



Obr. 14 Přímá shodnost



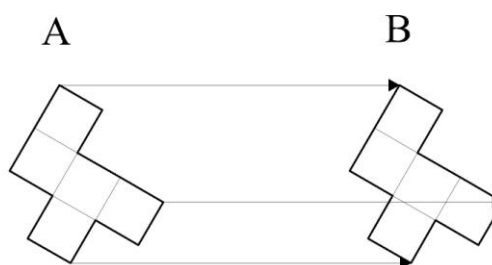
Obr. 15 Nepřímá shodnost

Shodné obrazy libovolných obrazců lze vytvořit na základě čtyř možných shodných zobrazení: posunutí (translace), otáčení (rotace), souměrností (symetrie) osově a středové.

### 1.3.1. Posunutí

U některých fyzikálních veličin musíme znát kromě jejich velikosti také směr. Ten označujeme orientovanými úsečkami. Orientovaná úsečka je úsečka, u které je určen její počáteční a koncový bod. Při grafickém znázornění ji označujeme šipkou u koncového bodu.

„O posunutí hovoříme, pokud se daný obrazec zobrazí tak, že se nezmění směr přímek, které obrazec ohraničují. Např. strany posunutého  $n$ -úhelníku jsou rovnoběžné se stranami  $n$ -úhelníku původního.“ (Delventhal, K.M., 2008, 310 s.)



Obr. 16 Posunutí

Délka orientované úsečky AB udává délku posunutí (obr. 16). Posunutí řadíme mezi shodná zobrazení.

### 1.3.2. Otočení

V běžném životě se často setkáváme s otáčivým pohybem. Už malé děti baví různé předměty roztáčet, rády je pozorují. Samy se také rády točí dokola, nebo na kolotoči.

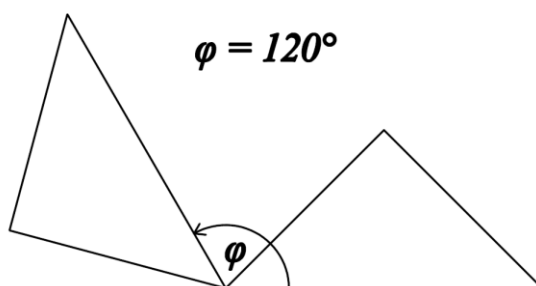
Při otáčení každý bod daného pohybujícího se předmětu opisuje kružnici nebo kružnicový oblouk kolem určitého středu otáčení.

„Orientovaný úhel je uspořádaná dvojice polopřímek se společným počátkem. První polopřímka je počáteční rameno a druhá koncové rameno orientovaného úhlu  $\varphi$ . Orientovaný úhel si můžeme představit jako počáteční a koncovou polohu polopřímky, která se otáčí kolem svého počátku. Při otáčení může polopřímka vykonat libovolný počet otáček. Otáčet můžeme proti směru pohybu hodinových ručiček – v kladném smyslu, nebo

ve směru pohybu hodinových ručiček – v záporném smyslu. Tato představa je základem pro zavedení velikosti orientovaného úhlu.“ (Pomykalová, E. 2000, s. 145)

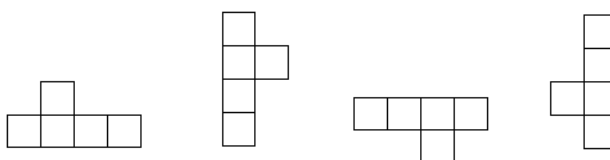
Je dán orientovaný úhel, jehož jedna velikost je  $\varphi$ , a bod  $S$ . Otočení neboli rotace je shodné zobrazení  $R(S, \varphi)$ , které přiřazuje:

1. každému bodu  $X$ , které se nerovná  $S$  bod  $X'$  tak, že délka  $X'S$  se rovná délce  $XS$  a orientovaný úhel  $XSX'$  má velikost  $\varphi$ ,
2. bodu  $S$  bod  $S' = S$ . (obr. 17).



Obr. 17 Otočení

Při manipulaci s pentominovými kostkami se dílky natáčely o  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $270^\circ$  (obr. 18). U tvarů tangramu rozhodovaly i jemnější natočení.



Obr. 18 Otáčení tvarů pentomina

### 1.3.3. Osová souměrnost

Díváme-li se na zrcadlo ze strany, vidíme místo zrcadlíci se desky pouze svislou tyčku. Této „zrcadlíci tyči“ odpovídá osa souměrnosti.

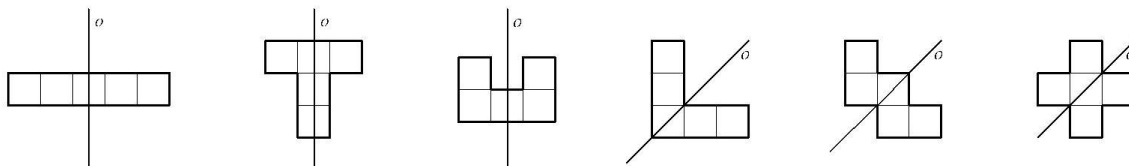
Osová souměrnost s osou  $o$  je shodné zobrazení  $O(o)$ , které přiřazuje:

1. každému bodu  $X$  náležícímu ose souměrnosti  $o$  bod  $X'$  tak, že přímka  $XX'$  je kolmá k přímce  $o$  a střed úsečky  $XX'$  leží na přímce  $o$

2. každému bodu  $Y$  náležícímu ose souměrnosti bod  $Y'=Y$ . (Pomykalová, E. 2000, s.125)

Osová souměrnost zachovává vzdálenosti a úhly.

Jediný tangramový tvar, který není osově souměrný je kosodélník. U pentomina je šest útvarů osově souměrných (obr. 19).



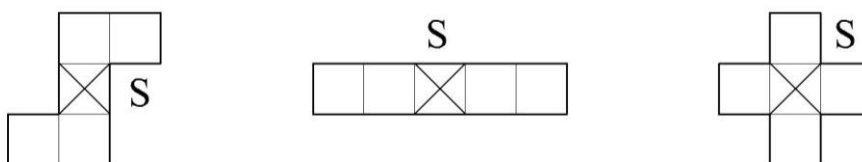
Obr.19 Osově souměrné tvary pentomina

#### 1.3.4. Středová souměrnost

Při středové souměrnosti je v roli „zrcadla“ pouze jediný bod, který se nazývá střed souměrnosti. Je to jediný bod roviny, jehož obrazem ve středové souměrnosti je též bod. Toto shodné zobrazení přiřazuje:

1. každému bodu  $X$ , které se nerovná středu  $S$  bod  $X'$  tak, že bod  $S$  je středem úsečky  $XX'$
2. bodu  $S$  bod  $S'$ , který se rovná středu  $S$ .

Středová souměrnost je přímá shodnost. V pentominu jsou tři tvary středově souměrné – „X“, „Z“ a „I“ (obr. 20). Když bych provedla na místech přímek u tvaru „X“ řezy, vznikly by mi 4 stejné tvary. Tangram má čtverec a kosodélník středově souměrný.



Obr. 20 Středově souměrné tvary pentomina

## 1.4. Obecné poznatky o hlavolamech

K vypracování této kapitoly jsem využila literaturu: [6], [7], [31],[33],[37],[74], [87]

„Hlavolam je druh hry, která je založena na principu hledání řešení bez předem určeného postupu. Ke správnému řešení dojdeme pouze neobvyklým postupem. Nutí nás, abychom intenzivně přemýšleli, kombinovali jednotlivé kroky postupu, abychom se na problém dívali z více stran. Mechanické hlavolamy nás navíc vedou k určitým motorickým dovednostem a kombinačním schopnostem.“ (Brázda, R. 1998, s. 7)

Hra je podle mne důležitou metodou při výuce zvláště na prvním stupni ZŠ a u dětí se speciálními vzdělávacími potřebami. Má vliv jak na rozvoj intelektových schopností žáků, tak na jejich výchovu. Plní rovněž významnou motivační funkci. „Vyvolává radost, vyšší práce schopnost, uspokojení a zájem o podobné činnosti, a tím i může napomáhat ke vzniku hlubšího poznávacího zájmu o matematiku, případně již vzniklý zájem upevňuje a příznivě tak ovlivňuje profesionální orientaci žáků.“ (Krejčová E., Volfová M., 1995, 6 s.)

Hlavolamy jsou specifickou formou hry, která rozvíjí řadu schopností, které vedou ke zvýšení matematické gramotnosti žáků. E. Bakalář ve své knize „I dospělí si mohou hrát“ píše, že při řešení hlavolamů probíhá v mysli řešitele několik procesů. Cvičí se představivost, paměť, kombinační úsudek, logika, strategické postupy, cit pro geometrické tvary. Rozvíjí se originální myšlení a různé aspekty inteligence.

„Málokterý hlavolam vyřešíš při prvním pokusu. Právě to je na nich nejcennější – dávají Ti příležitost ke hře, zábavě, ale i hlubokému přemýšlení. Čím víc času nad některým problémem strávíš, tím cennějšího úspěchu dosáhneš, až ho vlastním úsilím vyřešíš. Hlavolam rozlousknutý podle cizího návodu není vlastně hlavolamem – je to mechanická činnost, která tě může poučit, ale ztrácí svůj pravý smysl, přestává být hrou, nepoznáš při ní radost z vítězství.“ (Zapletal, M. 1983, s. 141)

Právě radost z vítězství nad sebou samým je důležitou podstatou hlavolamů. Vede k posílení sebevědomí, motivaci k podobným úkolům a k procvičování soustředění. Hlavolam také prověří osobnost jedince. Pozorujeme-li řešitele při řešení hlavolamu, můžeme zjistit jakou má trpělivost, vůli, jestli je agresivní nebo naopak flegmatický, zda se podceňuje – říká, že to nedokáže, je to na něho příliš těžké, nebo se mu to zdá snadné a potom mu to nejde...

Hlavolam také posiluje schopnost soustředit se. Řada žáků se speciálními vzdělávacími potřebami má problémy s udržením pozornosti, hlavolam je pro ně výzvou,

jestli nad ním dokážou vyhrát a pokořit ho. Pokud se jim to podaří, vyhrají vlastně i nad sebou.

„Hra s hlavolamem je určitý trénink rozumové činnosti. Řešitel získává určitou zkušenost, nachází neobvyklé postupy, rozšiřuje kombinace postupů, dalo by se říci, že se učí. Velmi často při skládání deskových hlavolamů dochází k učení vzhledem tzv. „AHA“ efektu. Při kombinování jednotlivých tvarů nejednou řešitel „vidí“ správné řešení. Někdy děti využívají metody pokusu a omylu. Zdá se na první pohled, že úkol vyřešily naprosto náhodně. Ale je to vlastně metoda vylučování nesprávného řešení. Ve většině případů se jedná o učení řešení problémů. Pokud považujeme za učení reakci na podnět na základě předchozích zkušeností. Prakticky to znamená, že každý další hlavolam nebo problém řešíme jiným postupem než tím, který je na první pohled patrný.“ (Brázda, R. 1998, s. 8)

Zrovna řešení problémů je jednou z klíčových kompetencí Rámcově vzdělávacího programu. Žák se učí nevzdávat se a snaží se i přes neúspěch řešení nalézt. Čím víc hlavolamů řeší, tím mu to jde snáz. Volí vhodnější postupy, využívá získané dovednosti a vědomosti k objevování různých variant řešení. Do života si odnese důležitý poznatek, že se nemá nechat odradit nezdarem a stále se snažit hledat způsob, jak daný problém vyřešit.

Navíc učebnice pro učitele matematiky uvádí: „The emphasis in this geometry activity is on informal, concrete experience, not on the symbolism and formal definitions that are the focus in many textbooks. Pentominoes calls on a different kind of reasoning than is needed for numeric tasks. In the classroom, children who are not generally considered to be good math students often enjoy Access in these kinds of spatial experiences.“<sup>1</sup> (Burns, M., 2000. 80 s.) Zajisté toto neplatí pouze pro pentomino.

---

<sup>1</sup> Vlastní překlad: „Důraz je v této geometrické aktivitě kladen na neformální, konkrétní zkušenosti, ne na symbolické a formální definice, na které se zaměřují jiné učebnice. Pentomino vyvolává různé druhy usuzování, které vyžadují početní úlohy. Ve třídě, žáci, kteří nejsou obvykle považováni za dobré v matematice, často zažijí úspěch právě v těchto druhých prostorových zkušenostech.“

## 1.5. Analýza úloh v učebnicích matematiky pro 1. stupeň ZŠ

Ke zpracování následující kapitoly jsem využila tyto učebnice: [3], [4], [5], [8], [9], [10], [12], [13], [14], [15], [17], [18], [19], [20], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [29], [30], [34], [38], [39], [40], [41], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57], [61], [62], [63], [64], [67], [68], [69], [70], [72], [73]

Bylo zajímavé prozkoumat, zda se nějaké podobné úlohy, které byly použity v této práci, objevují i v učebnicích matematiky. Bylo vhodné si položit otázku, jestli se nějak bude lišit četnost těchto úloh v učebnicích pro základní školy a základní školy praktické.

### 1.5.1. Učebnice pro ZŠ praktické

Učebnic matematiky pro ZŠ praktické je na trhu pouze malé množství a rok jejich vydání je z devadesátých let. Nebyly objeveny žádné, které by byly vypracovávány podle Rámcově vzdělávacího programu. Zde jsou shrnuty pouze úlohy z učebnic nakladatelství Septima. Jsou zaměřené především na aritmetiku. Geometrie je oddělená na konci učebnice a zahrnuje pouze necelou desetinu obsahu učebnice. Obsahuje jen minimum úloh podobných těm mým.

V učebnici a pracovním sešitě pro 1. třídu nebylo nalezeno nic. V úloze pro 2. třídu měli žáci za úkol vybarvit určitý počet čtverců v řadě. V mé práci žáci při vymýšlení tvarů trimin, tetramin a pentomin zakreslovali tvary do čtvercové sítě vybarvením čtverců.

V učebnici pro 3. třídu jedna úloha zněla: „Sestavte podobný obrázek. Ze kterých tvarů vznikl?“ (Štěrbová Z., Záleská J., 1995, 62 s.) Pod úlohou byly nakresleny tři obrázky složené z trojúhelníků, čtverců, obdélníků a kruhů. My jsme s žáky skládali množství obrázků a také jsme společně pojmenovávali tvary, které jsme používali.

V knihách pro čtvrtou třídu se objevila následující úloha: „Vystříhnete z papíru trojúhelník a ukažte na něm vrcholy a strany. Ukažte strany trojúhelníku a řekněte, kolik jich je.“ (Slapničková H., Čmolíková S., 1995, 95 s.) Při tvorbě tangramu žáci také stříhali trojúhelníky, ukazovali jsme si je a počítali jejich vrcholy a strany. I následující úloha byla s obměnou využita při seznamování se s tvary pentomina: „Jmenujte ze svého okolí předměty, které mají obdélníkové a čtvercové tvary. Mojí obměnou byly složitější tvary – mnohoúhelníky. V pracovním sešitě se vyskytla úloha, při níž měli žáci vybarvit určitou barvou všechny trojúhelníky, čtverce, obdélníky a čtyřúhelníky na obrázku. My jsme s žáky vybarvovali shodné tvary mnohoúhelníků.



Při seznamování žáků se čtvercem byla využita úloha, kdy žáci měřili délky všech stran čtverce. V páté třídě již žáci mají umět rýsovat čtverec do čtvercové sítě. Moji žáci tvary nerýsovali, pouze je načrtávali. „Ze čtvercového papíru vystříhni 2 čtverce, 2 obdélníky a 2 trojúhelníky“ (Kubová L., Jahoda J., 1995, 42 s.) Moji žáci tvary vystřihovali, když vyráběli tangram.

### 1.5.2. Učebnice pro ZŠ

Pro základní školy je široké množství nejrůznějších učebnic. Tato kapitola shrnuje úlohy učebnic z nakladatelství FRAUS, DIDAKTIS, Studio 1+1, PRODOS, SPN, PROMETHEUS, ALTER a brožurky z NOVÉ ŠKOLY. Zajímavé je, že podobné úlohy jako ty mé jsem v řadě jednoho nakladatelství našla pouze v některém ročníku, proto se v následujícím výčtu neobjeví vždy všechny učebnice těchto nakladatelství, ale pouze ty, kde byly nalezeny úlohy související s mojí prací. Pro přehlednost jsou úlohy rozděleny podle jednotlivých ročníků.

#### A) 1. Třída

Hned v několika učebnicích se objevily úlohy typu „slož z dílků následující obrázky“. V každé měly ale určitou obměnu. „Tyto obrázky jsou tvořeny vždy z 1 trojúhelníku, 6 obdélníků a 2 kruhů. Vymýšlejte podobné obrázky a skládejte je na magnetickou tabuli.“ (Čížková M., 2007, 13 s.) V učebnicích nakladatelství Prometheus se tento typ úlohy objevuje často a zaměřuje se spíše na skládání obrázků pouze z více geometrických útvarů stejného tvaru (např. jen trojúhelníky, nebo čtverce). Úloha, kdy skládají tvary z 2, 3, 4, a 5 čtverců, je téměř stejná jako vymyšlení domina, trimina, qatromina a pentomina. Rozdíl je v tom, že není dáno, aby se čtverce vzájemně dotýkaly celými stranami. Učebnice nakladatelství Didaktis obsahují v příloze geometrické tvary, které si žáci vystříhnou a obrázky skládají z nich. Mají i počítat, kolik daných tvarů ke složení obrázku použili. My jsme s žáky skládali mnoho obrázků, tyto úlohy tvořily velkou část mých experimentů. Úkoly byly ale ztíženy, obvykle neskládali obrázky podle řešení. Dostali pouze obrys obrázku a na řešení museli přijít sami.

Dalším typem úloh, které se často objevovaly, bylo poznávání geometrických tvarů na obrázku a jejich vybarvování (Tarábek P., Kopečková S., 2005; Potůčková J., Potůček

V., 1998; Mikulenková H., Molnár J., 2006; Čížková M., 2007). My jsme také pojmenovávali geometrické tvary a rozlišovali je ve složeném tangramovém obrázku.

Úlohy na poznávání geometrických tvarů a vybavování si, co nám mohou v běžném životě připomínat, obsahují dvě knihy (Čížková M., 2007; Hašperková A. a kol., 1996)

Autoři učebnic nakladatelství FRAUS přišli s prostředím parketování. Tento typ úloh se prolíná celou řadou těchto učebnic, objevují se na řadě stránek. Jak sami uvádějí, měly by tyto úlohy sloužit k získávání zkušeností s analýzou a syntézou skupiny rovinných tvarů. Cílem je položit dané tvary rozdělené na čtverce (parkety) do obdélníka, který má také vyznačené shodné čtverce. Tvary parket se liší tvarem nebo barvou. Tyto úlohy připomínají polyomina, i když parkety nejsou složeny ze stejného počtu čtverců. Princip úlohy je shodný jako mé obrázky s dominy, triminy a pentominem.

Ve stejné učebnici, která má dva díly, byla objevena i úloha s překládáním a stříháním papíru. Při výrobě tangramu žáci také překládali čtverec na polovinu, na čtvrtinu, vznikaly jim čtverce a trojúhelníky. V úloze na straně 46 mají žáci za úkol složit z různě dlouhých tyček obdélníčky a potom porovnat délky tyček. Moji žáci porovnávali velikosti trojúhelníků v tangramu. Ve druhém díle byla nalezena hra, kdy si děti dělí lentilky. Při závěrečném dělení pokladu si žáci také rozdělovali kořist (mince).

Ve druhém díle učebnice nakladatelství PRODOS se objevily dvě ojedinělé úlohy:

- „Vybarvěte daný počet čtverců.“ (Mikulková H., Molnár J., 2006, 16 s.) Čtverce vybarvovali do čtvercové sítě stejně jako moji žáci po vymyšlení tvarů polyomin.
- „Znáte tento znak? Nakreslete přesně stejný do vedlejší čtvercové sítě a správně ho vybarvěte.“ (Mikulková H., Molnár J., 2006, 31 s.) V síti byl nakreslený kříž stejný jako tvar pentomina X. Když žáci vymýšleli tvary pentomina, museli je překreslit přesně stejně do čtvercové sítě.

Miroslava Čížková ve své učebnici použila úlohu, kdy mají žáci zakroužkovat útvar, který nepatří do řady. Nejedná se zde o útvar, který by byl pravolevě otočený jako v mém pracovním listě, ale o útvar, který je odlišný (např. kruh mezi různými trojúhelníky). Dalším zajímavým typem úlohy bylo vybarvení tvarů, z nichž se dá složit čtverec. Moji žáci tvary nevybarvovali, ale skládali z nich čtverce. Manipulace jim usnadnila představu.

## B) 2. Třída

I v těchto učebnicích se opakují stejné úlohy jako ty určené pro první třídu. Z geometrických tvarů se skládají obrázky nebo jiné geometrické tvary (Hejný M. a kol., 2008; Rosecká Z., 1994; Mikulková H., Molnár J., 2007, Bulín J., 2007). Poznávání geometrických tvarů a jejich označování obsahují hned tři učebnice (Rosecká Z., 1994; Mikulková H., Molnár J., 2007; Landová V. a kol., 1994).

Úlohy, při nichž žáci manipulují s papírem, byly nalezeny dvě. „Hrajeme si s papírem – papír překládáme a odtrháváme. List papíru ze sešitu je obdélník.“ (Rosecká Z., 1994, 11 s.) Na nákresu je uveden postup při přehýbání. Nejprve je potřeba z obdélníku dostat čtverec. Ten dělíme na 2 obdélníky, nebo 2 trojúhelníky nebo 4 čtverce. „Přelož několika způsoby čtverec na shodné části.“ (Divíšek J. a kol., 1997, 62 s.)

Další úlohy se objevovaly ojediněle. Autoři učebnic nakladatelství Fraus pokračují v „parketování“. Plocha, kterou žáci pokrývají, se zvětšuje. Přibývají i 2 obměny, kdy se na parketách objeví číslice a ve čtverci, kam parkety patří, jsou jednotlivé čtverečky také očíslované. Žáci musí parkety přiřadit tak, aby číslice parket a místa ve čtverci korespondovaly. „Kolik různých obdélníčků dokážete složit ze dvou různých parket?“ (Hejný M. a kol., 2008, 13 s.)

Opět se zde objevuje i dělení lentilek. Novou úlohou je: „Nakresli plán jednopodlažní stavby ze 4 krychlí. Kolik takových plánů dokážeš zakreslit?“ (Hejný M. a kol., 2008, 31 s.) Moji žáci nepoužívali krychle, ale čtverce. Také vymyšlené tvary (tetromino) zakreslovali do čtvercové sítě, takže jejich řešení bylo stejné. Se čtverci manipulují i žáci, kteří se učí podle této učebnice, když tvoří obdélník z 12 čtverců a snaží se přijít na všechna možná řešení.

V učebnicích nakladatelství Prometheus se vyskytly dvě úlohy. Jedna se týkala hledání předmětů ve svém okolí, které mají tvary trojúhelníku, čtverce nebo obdélníku. My jsme s žáky nehledali předměty těchto tvarů, ale mnohoúhelníků (pentomino). „Milan skládal z velkých čtverců různé tvary a zakresloval je na čtverečkovaném papíru. Složte a nakreslete do sešitu jiné tvary.“ (Divíšek J. a kol., 1997, 6 s.)

Hledání rozdílů mezi dvěma obrázky bylo objeveno v učebnicích Prodosu. Stejný typ úkolu byl použit na pracovní list, kde žáci hledali rozdíly v umístění jedné či dvou kostek na obrázcích tangramu.

Tangram samotný je zařazený do učebnice nakladatelství DIDAKTIS. „Mezi kouzelníky se kouzelnické knize říká TANGRAM a vypadá přesně jako tento obrázek.

Skládá se ze sedmi částí a zajímavé je, že z nich jdou sestavit různé obrázky. Jednou z podmínek je, že musíte vždycky použít všechny části! Pojd'te, zkusíme to.

1. Vystříhnete pečlivě tangram z přílohy. Co vám jeho části připomínají? Pojmenujte geometrické útvary, které už znáte.
2. Tady je několik obrázků vytvořených právě z listů tangramu – kouzelnické knihy. Co vám připomínají? Zkuste si některý z obrázků podle předlohy sestavit.
3. Tak to vám šlo skvěle! Zkusíme těžší úkol. Dokázali byste sestavit obrázky podle tohoto méně podrobného návodu? Co znázorňují?
4. Třetí úkol byl o dost těžší. Nevadí, jestli se vám obrázky nedařily tak jako ve cvičení 2. Vedli jste si jistě dobře. Teď si zkuste vyčarovat na lavici z listů tangramu vlastní obrázky.“ (Tarábek P., Kopečková S., 2007, 45 s.)

Typy úloh byly použity všechny. Pouze třetí úloha byla žákům usnadněna pomocí šablon, do nichž tvary skládali.

### C) 3. Třída

V učebnicích pro třetí třídu se také nejčastěji opakují úlohy, kdy se z různých tvarů skládají obrázky a geometrické obrazce (Coufalová J., 1995; Molnár J., Mikulenková H., 1995; Hošpesová A. a kol., 1998, Čížková M., 2008). Coufalová J. však uvádí zajímavou variantu, kdy se mají kostky domina skládat podle vzoru parketování. Vlastně i tangram je na stejném principu jako toto skládání obrázků. Nalezla jsem ho hned ve dvou učebnicích. Nakladatelství DIDAKTIS v něm pokračuje: „Potom přišla na řadu Sabinka a ukázala dětem hlavolam z geometrie. Pochází z Číny a jmenuje se tangram. Vytvoř si tangram podle vzoru, rozstříhej ho a zkus ze všech vzniklých rovinných útvarů sestavit domeček podle obrysu obrázku.“ (Blažková J., Vydrová M., 2008, 4 s.) Tentokrát jiný kolektiv autorů než ten, který tvořil učebnici pro druhou třídu, upustil od přirovnání tangramu ke kouzelnické knize. „Okopíruj si přílohu na straně 48 (nejlépe na barevný papír či čtvrtku) a rozstříhej ji na jednotlivé geometrické útvary. Z daných útvarů sestav tyto obrázky.“ (Čížková M., 2008, 35 s.) Další obrázky se objevují i na dalších stránkách knihy. Jsou to obrázky s vyznačeným řešením. Jako praktické se jeví uvedení odkazu na webové stránky v příloze, kde mohou žáci i učitelé nalézt další obrázky ([www.bosounohou.cz/tangram/](http://www.bosounohou.cz/tangram/) a [http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames\\_asid\\_268\\_g\\_1\\_t\\_3.html](http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_268_g_1_t_3.html)).

Často se také objevují úlohy s manipulací s papírem (Coufalová J, 1995; Molnár J., Mikulenková H., 1995; Molnár J., Mikulenková H., 2007; Rosecká Z., Růžička J., 1995). Nejčastěji se právě jedná o vystřihování skládaček, z nichž potom žáci skládají obrázky.

Učebnice od Frause pokračují s parketami. Objevuje se v ní i úloha zaměřená na hledání souvislostí mezi několika trojúhelníky. „Trojúhelník je rozdělen na 5 menších trojúhelníků. Zjisti, kolikrát se bílý trojúhelník vejde do zeleného, kolikrát do růžového a kolikrát do modrého.“ (Hejný M., 2009, 77 s.) I v tangramu jsou tři velikosti trojúhelníků. Žáci si podobný úkol také zkoušeli.

Molnár a Mikulenková uvádí úlohy na shodnost. Žáci mají zaškrtnout útvar, který nepatří do řady a poznávat shodné trojúhelníky. Nakladatelství ALTER obsahuje také úlohu, v níž mají žáci odhalit, který tvar nepatří, ale ne do řady, nýbrž do čtverce poskládaného z více tvarů. Zkouší i žákovu představivost, kdy má doplnit díl tak, aby s jinými dvěma tvary utvořil obdélník.

Ve třetí třídě se žáci seznamují s mnohoúhelníky. V učebnici nakladatelství Fortuna je mají zakreslovat do čtvercové sítě, počítají jejich vrcholy a strany, vymýšlejí další mnohoúhelníky a hledají ve svém okolí, co má tvar mnohoúhelníku. Tvary pentomina jsou mnohoúhelníky, takže tento úkol je shodný s těmi, které byly v praktické části aplikovány.

#### D) 4. Třída

Učebnic pro čtvrtou třídu se na trhu objevuje méně. Zřejmě je to způsobeno tím, že se čtvrtý ročník tento školní rok ještě neřídí podle RVP. Celkově i úloh podobným těm mým ubylo. Žáci se učí spíše rýsovat.

Ve dvou úlohách bylo nalezeno zakreslování útvarů do čtvercové sítě (Blažková R., 2008; Molnár J., Mikulenková H., 1996).

I v tomto ročníku můžeme objevit skládání tvarů, tentokrát se již v případě nakladatelství Prometheus nejedná o geometrické tvary ale o špejle, z nichž se právě geometrické útvary skládají.

Autoři knih nakladatelství SPN uvádí úlohu, kde jsou zobrazeny tři kříže s naznačenými čarami. Podle těchto čar mají žáci kříže rozstříhnout a pokusit se z nich složit čtverec a obdélník. Autoři se ptají, z jakého kříže by se daly tyto útvary složit.

#### E) 5. třída

V podstatě pentomino, i když ho tak nenazývají, se vyskytlo pouze v jediné učebnici – Matematických minutovkách nakladatelství Prodos. Do čtvercové sítě mají žáci

zakreslit obrazce složené z pěti čtverců tak, aby se čtverce dotýkaly alespoň jednou stranou.

V učebnici od stejného nakladatelství jsou i úlohy na zakreslování známých tvarů do sítě nebo vystřihování a vybarvování shodných tvarů. Ve třetím díle byl objeven Tangram. „Vytvoř si vlastní tangram. Narýsuj si síť ze 16 čtverců (4 x 4 čtverce). Pomocí pravítka narýsuj podle obrázku útvary tangramu. Všechny 7 útvarů přesně vystřižni. Dokážeš z nich bez pomoci předlohy znovu sestavit čtverec?“ (Molnár J., Mikulenková H., 2008, 30 s.) Pod čarou byla na stejné stránce poznámka: „Tangram tvoří 7 geometrických tvarů, ze kterých lze sestavit různé obrázky. Cílem je sestavit obrázky, když znáte pouze obrys. Musíte použít všechny části, žádný díl nesmí zůstat stranou. Díly se dotýkají hranami nebo aspoň rohem. Vyzkoušejte, zda sestaví tento hlavolam vaši kamarádi. Dokážete z útvarů sestavit obdélník nebo jiné tvary?“ (Molnár J., Mikulenková H., 2008, 30 s.) Pro mé žáky by byl tento postup příliš náročný, zřejmě by nebyli schopni takové přesnosti a práce s pravítkem.

Stejně nakladatelství také vydalo sbírku Zajímavá matematika (nejen) pro pátáky. Stejní autoři jako předešlých knih zde také uvádí tangram. „Rozstříhej tangram a pojmenuj jeho jednotlivé části. (Jaké charakteristické vlastnosti mají všechny vzniklé trojúhelníky?)

- a) Ze 2 částí tangramu slož: čtverec, trojúhelník, kosodélník a další útvary.
- b) Ze 3 částí tangramu slož: obdélník, kosodélník, další čtyřúhelník, pětiúhelník a další útvary.
- c) Ze všech částí slož: původní čtverec, zvířátka a figurky znázorněné na obrázku 7 a další útvary.“ (Molnár J., Mikulenková H., 1997, 4 s.)

Některé tyto úlohy byly využity.

## 1.6. Diagnostikované poruchy žáků

Ke zpracování této kapitoly jsem využila následující zdroje: [1], [11], [21], [32], [35], [36], [42], [43], [58], [66], [71], [75], [85]

Následující kapitola se zabývá poruchami diagnostikovanými žákům, kteří se účastnili experimentální výuky. Objevily se mezi nimi různé typy vad – řečové, zrakové, somatické, psychické, mentální i poruchy chování.

### 1.6.1. Zrakové vady

„Astigmatismus je refrakční vada oka, při níž vlivem nestejného zakřivení lomivých struktur oka (obvykle rohovky, méně často čočky) dochází k poruše vidění.“ (Pešatová, I., 2005, 36 s.) Zobrazení bodu je neostré, čárkovité, rozmazané ve svislé nebo horizontální rovině. Nepomáhá přiblížení ani oddálení předmětu. Může být doprovázeno bolestmi hlavy a krčních svalů při naklánění hlavy na stranu. Vada se koriguje brýlemi s cylindrickými skly.

Strabismus, čili šilhavost, je poškození vzájemné spolupráce očí (svalová i sensorická). Rozlišujeme čtyři formy abnormálního souhybu očí podle směru, kterým je šilhající oko uchýleno. Při konvergentním strabismu se šilhavé oko stáčí do vnitřního koutku. Tento typ bývá nejčastější. U divergentního strabismu se oko stáčí naopak do zevního koutku. Hypertropie označuje stáčení vzhůru a hypotropie směrem dolů.

Tato porucha je doprovázena špatnou zrakovou orientací v prostoru. Dítě špatně lokalizuje předměty, řádky v sešitě, nerozeznává tvary, nedokáže odhadnout vzdálenosti, nedohlédne na tabuli.

„Šilhavost je někdy příčinou, jindy důsledkem tupozrakosti, a proto se často vyskytují společně.“ (Pešatová, I., 2005, 54 s.)

Amblyopie, česky nazývaná tupozrakost, „je snížená zraková ostrost (vidění) způsobená útlumem z nečinnosti oka. Mozkové centrum ignoruje zrakové informace přicházející z tohoto oka a přijímá zrakové vjemy pouze oka druhého.“ (Pešatová, I., 2005, s.60) Nejčastěji se projevuje ve spojení se strabismem, má i stejné projevy. Dítě k vidění používá jen jedno (vedoucí) oko. Léčit ji můžeme pomocí okluzorů – zakrytí vedoucího oka, jen tak donutíme tupozraké oko k činnosti. Po šestém roce věku dítěte se již moc nezlepší. Ve škole používáme předměty větší velikosti, výraznější fixy, pokračujeme se speciálními cvičeními. V dítěti se snažíme podpořit sebevědomí. Žák kompenzuje svoji vadu natáčením hlavy na stranu, což může vést k vadě páteře. Během hodiny potřebuje měnit polohy.

### 1.6.2. Mentální retardace

Podle definice AAMR (American Association for Mental Retardation) publikované v roce 2002 je mentální retardace „snížená schopnost (= disability) charakterizovaná

výraznými omezeními v intelektových funkcích a také v adaptačním chování, což se projevuje ve schopnosti myslet v abstraktních pojmech, a v sociálních a praktických adaptačních dovednostech.“ (Luckasson et al. in Černá M. a kol., 2008, 80 s.)

Existuje více klasifikačních systémů. Česká republika se řídí Mezinárodní statistickou klasifikací nemocí a přidružených zdravotních problémů Světové zdravotnické organizace (MKN-10) z roku 1992. Důležitým kritériem je zde hodnota IQ, zdůrazňuje tedy všeobecnou inteligenci. Podle toho se rozlišuje šest kategorií:

- **lehká mentální retardace** (IQ 50 – 69)

Lidé s lehkou mentální retardací jsou schopni účelně užívat řeč, většinou dosáhnou úplné nezávislosti v osobní péči a v domácnosti. Objevuje se u nich opožděný vývoj, pomalejší tempo, obtížné přizpůsobování, nedokážou řešit problémy, mají potíže v osvojování teoretických znalostí.

- **středně těžká mentální retardace** (IQ 35 – 49)

Jedinci, které řadíme do této kategorie, mají výrazně opožděný rozvoj chápání a užívání řeči. Omezena je i jejich schopnost sebeobsluhy a zručnost. Někteří jsou schopni si osvojit základy trivia.

- **těžká mentální retardace** (IQ 20 – 34)

Tato kategorie se od té předešlé liší výraznější sníženou úrovní schopností, hlavně motoriky.

- **hluboká mentální retardace** (IQ méně než 20)

Lidé s tímto postižením jsou těžce omezeni ve schopnosti porozumět požadavkům a vyhovět jim. Nedokážou verbálně komunikovat, někdy se naučí rudimentární neverbální komunikaci. Většina jich je imobilních. Bývají inkontinentní, nemohou o sebe pečovat. Potřebují neustálou péči a dohled.

- **jiná mentální retardace**

Tento pojem se používá u lidí s kombinovaným postižením, kdy je nesnadné diagnostikovat přesnou kategorii.

- **nespecifikovaná mentální retardace**

Tato třída se užívá v případech, kdy je mentální retardace prokázána, ale není dostatek informací pro zařazení jedince do určité kategorie.

(Švarcová, I., 2000, 27 – 30 s.)

„V období školního věku se u dětí s mentální retardací setkáváme s mnoha zvláštnostmi v nejrůznějších oblastech. Nápadné je to v oblasti kognitivní, především



v oblasti myšlení a paměti.“ (Černá M. a kol., 2008, 152 s.) Charakteristickými rysy jsou nedostatečná abstrakce, malá schopnost zevšeobecňování, stereotypie, rigidita, zvýšená sugestibilita a snížená kritičnost. Kvalitu převážně mechanické paměti snižuje pomalé vytváření a nepevnost asociací a logických vazeb. Žáci vyžadují multisenzoriální přístup a názornost. Dalším specifickým rysem těchto dětí je snížená motivace v oblasti učení. Často potřebují podporu v oblasti adaptivních dovedností – komunikace, sebeobsluha, zdraví a bezpečnost, sociální dovednosti, život v domácnosti a trivium. (Černá M., 2008, 152 – 153s.)

### 1.6.3. Specifické poruchy učení

Patří mezi nejvíce frekventované poruchy žáků. Jejich definice prošly od prvního definování mnoha změnami. Odráží se v nich výzkum této problematiky. Uvádím zde pouze jednu z nich, kterou vydala skupina expertů Národního ústavu zdraví ve Washingtonu spolu s experty Ortonovy společnosti: „Poruchy učení jsou souhrnným označením různorodé skupiny poruch, které se projevují zřetelnými obtížemi při nabývání a užívání takových dovedností, jako je mluvení, porozumění mluvené řeči, čtení, psaní, matematické usuzování nebo počítání. Tyto poruchy jsou vlastní postiženému jedinci a předpokládají dysfunkci centrálního nervového systému. I když se porucha učení může vyskytnout souběžně s jinými formami postižení (jako např. smyslové vady, mentální retardace, sociální a emocionální poruchy) nebo souběžně s jinými vlivy prostředí (např. kulturní zvláštnosti, nedostatečná nebo nevhodná výuka, psychogenní činitele), není přímým následkem takových postižení nebo nepříznivých vlivů.“ (Matějček Z., 1995, 24 s.)

U všech poruch se mohou objevit deficity kognitivních funkcí. Žáci s SPU nedostatečně integrují psychické funkce, pomalu provádí kognitivní operace, jejich pracovní tempo je tedy pomalé, nedokážou si spojit jednotlivé oblasti vnímání. Špatně se orientují v prostoru, na ploše, na stránce. Deficit ve zrakové percepci se projevuje v záměnách grafických znaků, v obtížích při geometrii - v rozlišování tvarů, čar a souměrnosti. Nepřesné sluchové vnímání deformuje a ztěžuje porozumění mluvené řeči, navíc oslabuje verbální paměť, samozřejmě je příčinou poruchy psaní. Dalším problémem je porucha procesu automatizace, která ovlivňuje osvojování všech poznatků a dovedností. Krátkodobá paměť bývá často porušena. Vypadá to, že dítě naslouchá, když se ho ale

zeptáte, neví. Jiné problémy způsobuje i narušená pracovní a dlouhodobá paměť. Žáci mají také sníženou úroveň pozornosti. Úroveň rozvoje grafomotoriky bývá nedostatečná.

SPU můžeme rozdělit podle problémů v určitých oblastech učení na dyslexii, dysgrafii, dysortografii a dyskalkulii.

Pojem dyslexie může obecně označovat poruchy učení. V konkrétním dělení SPU postihuje rychlost, chybovost, techniku a porozumění čtenému textu. Jde tedy o poruchu čtení. Nejčastějšími chybami jsou záměny písmen tvarově nebo zvukově podobných.

„Dysgrafie je porucha psaní, která postihuje grafickou stránku písemného projevu, tj. čitelnost a úpravu.“ (Zelinková O., 2009, 42 s.) Projevuje se obtížným zapamatováním tvarů a napodobováním, špatně čitelným písmem nevhodné velikosti, častým škrtnutím a přepisováním, pomalým tempem psaní.

Dysortografie postihuje pravopis. Psaný text žáka s dysortografií obsahuje množství chyb v rozlišování krátkých a dlouhých samohlásek, v rozlišování slabik dy – di, ty – ti, apod., rozlišování sykavek, vynechávání nebo přidávání písmen či slabik a spojování slov dohromady. Má problémy i při osvojování gramatického učiva.

U dyskalkulie jde o poruchu matematických schopností postihující manipulaci s čísly, číselné operace, matematické představy, geometrii. Rozlišuje se několik typů dyskalkulií. Za zvlášť nápadné chyby žáků s dyskalkulií se považují:

- chyby při vzestupném a sestupném počítání
- přepočítávání se při sčítání o jednu
- zaměňování desítky a jednotky
- zaměňování početních úkonů
- pouze schematické zpracovávání slovních úloh
- špatné učení malé násobilky nazpaměť
- nesprávné používání desítkové soustavy

#### 1.6.4. ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorders)

„ADHD je vývojová porucha charakteristická věku dítěte nepřiměřeným stupněm pozornosti, hyperaktivity a impulzivity. Potíže jsou chronické a nelze je vysvětlit na základě neurologických, sensorických nebo motorických postižení, mentální retardace nebo závažných emočních problémů. Deficity jsou evidentní v časném dětství a jsou pravděpodobně chronické. Ačkoli se mohou zmírňovat s dozráváním CNS, přetrvávají

v porovnání s jedinci běžné populace téhož věku, protože i jejich chování se vlivem dozrání mění. Obtíže jsou často spojené s neschopností dodržovat pravidla chování a provádět opakovaně po delší dobu určité pracovní výkony. Tyto evidentně biologické deficity ovlivňují interakci dítěte s rodinou, školou a společností.“ (Barkley in Zelinková O., 2009, 196 s.)

### 1.6.5. Dětská mozková obrna

Dětská mozková obrna (DMO) patří mezi nejčtenější neurovývojová onemocnění. Je neprogresivní, ale nikoliv neměnnou chorobou. „Postihuje motorický systém, descendní nervová vlákna z motorické kůry a často se spojuje s neurokognitivními, senzoryckými a senzitivními lézemi. Podle posledních populačních studií ve Švédsku má incidenci 2 na 1000 živě narozených dětí.“ (Kraus J. a kol., 2005, 21 s.)

Termín DMO je velmi obecnou diagnózou, pod níž se schovává velké množství forem. „Klinická klasifikace DMO se zakládá na povaze pohybového postižení, poruch svalového napětí a anatomické distribuci postižení. Jedno dítě může mít víc než jeden typ postižení.“ (Kraus J., 2005, 62 s.)

Nejčastěji se klasifikuje na spastickou (diparetická, hemiparetická a kvadraparetická) a nespastickou (hypotonická, extrapyramidová) formu. Diparetická forma způsobuje částečné ochrnutí dolních končetin, hemiparetická forma poloviny těla a kvadraparetická forma všech čtyř končetin. V menším počtu případů může dojít i k triparéze, která postihuje tři končetiny (dolní končetiny a jednu horní). U hypotonické formy je svalový tonus snížen. U extrapyramidové formy se objevují abnormální mimovolní pohyby.

U dětí s DMO se může vyskytnout zvýšená aktivita, kdy dítě přechází od činnosti k činnosti, ruší svým neustálým pohybem ostatní, stále do něčeho vráží a padá. Není schopné svůj motorický neklid ovládnout. Některé děti jsou naopak spíše hypoaktivní, takže je učitel může mylně označit za „líné“.

Žáci s DMO mívají často obtíže s rozlišováním tvarů všech percepčních modalit ať zrakové, sluchové nebo kinestetické. Ve zrakové oblasti nerozliší jeden předmět mezi více hračkami. Nerozliší, pro význam podstatnou část obrázku, dokud si ho neodliší od pozadí. Nerozumí, pokud v místnosti mluví více lidí najednou. Objevují se i obtíže v taktilním vnímání, orientaci v prostoru a udržení pozornosti.

Nejzávažnější přidruženou poruchou je mentální retardace. Vyskytuje se u dvou třetin dětí s DMO. Další závažnou poruchou je epilepsie. U dětí se vyskytují záchvaty v různém věku různým způsobem. Často se také přidružují vady smyslové, především zrakové obtíže. Vady řeči mohou souviset i s vadami sluchu. Nejčastěji se jedná o vývojovou dysartrii a dyslalii.

### 1.6.6. Schizoidní porucha

Schizoidní poruchy postihují především dospělé lidi, jsou ale známy i u 1% dětí. „Schizofrenie je neurovývojová porucha neznámé, heterogenní etiologie. Název je od Bleulera, který použil množné číslo s tím, že jde o „skupinu schizofrenií“. Jedná se o specificky lidské onemocnění, které je rozšířené po celém světě a transkulturně má stejné symptomy.“ (Malá, E., 2005, 15 s.) Z následujícího výčtu musí být přítomny alespoň dva příznaky:

- výrazná sociální izolace a ztažení (autistické sklony)
- selhávání v zaměstnání, studiu, v domácích pracích
- nápadné, výstřední chování (např. hlasitá samomluva na veřejnosti)
- problémy s osobní hygienou a s pravidly společenského chování;
- ploché nepřiměřené afekty, nepřátelskost k okolí
- nevýpravná, vágní, šroubovaná řeč, perseverace, ochuzení řeči i jejího obsahu
- zvláštní víra v pověry, předsudky, jasnovidnost či magické myšlení, ovlivňující chování, včetně přesvědčení o vyvolení a vnuknutí
- neobvyklé percepční zkušenosti
- výrazná ztráta iniciativy, zájmu, energie
- nejistota ohledně vlastní osoby
- úzkost

Bludy a halucinace charakteristické pro tuto poruchu se v dětském věku nevyskytují.

V mnoha věcech se podobá autistickým rysům. V dětství se těžko diagnostikuje, zda jde o autismus či schizofrenii.

### 1.6.7. Aspergerův syndrom

Patří mezi pervazivní vývojové poruchy, tedy ty, které zasahují do všech oblastí schopností dítěte. MKN – 10 ho charakterizuje následovně: „Porucha nejisté nozologické validity, charakterizovaná týměž kvalitativním porušením reciproční sociální interakce, které napodobuje autismus, současně s opakujícím se omezeným, stereotypním repertoárem zájmů a aktivit. Liší se od autismu hlavně tím, že není opoždění ve vývoji řeči a kognitivních schopnostech. Tato porucha je často spojena se značnou nemotorností. Abnormality mají velkou tendenci přetrvávat do dospívání a dospělosti. V časně dospělosti se občas vyskytují psychotické epizody.“ Porucha je hraniční s autistickou psychopatií a schizoidní poruchou v dětství.

Lorna Wingová (in Attwood, T., 2005, 21 s.) vymezila základní klinické příznaky takto:

- nedostatek empatie
- jednoduchá, nepřiléhavá a jednostranná interakce
- omezená, případně neexistující schopnost navazovat a udržet si přátelství
- pedantky přesná, jednotvárná řeč
- nedostatečná neverbální komunikace
- hluboký zájem o specifický jev či předměty
- nemotornost, nepřírozené pozice

### 1.6.8. Vady řeči

Mezi vady řeči můžeme zařadit více poruch. Tato kapitola se zaměřuje na dyslalii. Tento pojem označuje poruchy artikulace řeči. MKN uvádí pro Specifické vývojové poruchy řeči a jazyka bližší vymezení. „Porucha výslovnosti hlásek znamená, že nejméně jedna hláska:

- a) se konstantně akusticky odlišuje v mluveném projevu od kodifikované normy českého jazyka a tím působí rušivě
- b) je tvořena na jiném místě nebo jiným způsobem než stanoví fonetická spisovná norma, a tak působí především vizuálně neesteticky
- c) je současně odchylná akusticky i esteticky.“

Dyslalii můžeme klasifikovat podle stupně do třech skupin:

1. Dyslalie levis, nebo také simplex, je nejjednodušší porucha týkající se pouze jedné nebo několika hlásek. Srozumitelnost řeči není narušena. Pokud se týká hlásek artikulačně podobných, označuje se jako dyslalie monomorfní.
2. Dyslalie gravis neboli multiplex je těžší vadou, která se týká více hlásek. Řeč je již špatně srozumitelná. O dyslalii polymorfní jde tehdy, když je narušena výslovnost hlásek více artikulačních míst.
3. Dyslalie universalis, někdy nazývaná tetismus nebo hotentotismus, je vada, při níž je narušena výslovnost všech hlásek. Řeč je prakticky nesrozumitelná.

## 2. Představení školy a žáků

Experimentální výuku jsem vykonávala s žáky čtvrté a následně páté třídy základní školy praktické. Tato škola je dvanáctiletá a usiluje o harmonický rozvoj dětské osobnosti s cílem připravit dítě s postižením na samostatný praktický život.

Škola má společné třídy pro žáky s poruchami učení a následně chování, s rozumovým nadáním od pásma průměru až po lehké mentální postižení, dále pro žáky se zdravotním oslabením (epilepsie, dieta, alergie apod.) či nedostatečně rozvinutou sociální inteligencí. Počet žáků ve třídách je omezen na maximální počet dvanácti dětí, což umožňuje individuální přístup ke každému z nich.

Díky nízkému počtu žáků ve třídě, mohou být místnosti nevelké a každý žák může pracovat ve vlastní lavici. Lavice mají uspořádané do dvou řad. Místnosti jsou světlé, plné různých uměleckých výtvorů.

Třídu, s níž jsem pracovala, navštěvuje šest žáků. Původně jich bylo pět, ale po prvních třech setkáních, přišel nový žák. Všichni žáci mají speciální vzdělávací potřeby. Každý žák je má trošku jině. Záleží na omezení, které má. Mohla jsem nahlédnout do zpráv žáků ze Speciálně pedagogických poraden i do lékařských zpráv.

Jména žáků jsou v celé mé práci zaměněna.

Ema má dětskou mozkovou obrnu (1.6.5), konkrétně spastickou triparézu. Ta se projevuje především poruchou psychomotorické koordinace a rozvoje jemné motoriky. Levou ruku používá pouze jako pomocnou. S DMO se pojí i závažná zraková vada – astigmatismus, divergentní strabismus a pravolevá amblyopie s praktickou nevidomostí (1.6.1.). Její intelektové schopnosti se pohybují v pásmu lehké až střední mentální retardace (1.6.2). Objevuje se u ní i vada řeči – dyslalie (1.6.8.). Toto vše způsobuje kolísavou koncentraci, motorický neklid a rychlou unavitelnost. Mechanická verbální paměť je v normě, verbální výkony téměř průměrné. Naopak horší je vizuální orientace a zpracování komplexních podnětů a detailů. Výrazný je deficit v oblasti vizuomotorických funkcí (představivost, analýza, syntéza, konstruktivní úlohy). Má mírnou dyslexii a dyskalkulie se projevuje na podkladě vizuomotorického deficitu.

Lenka má také dětskou mozkovou obrnu (1.6.5.), při níž se projevil paleocerebellární syndrom. Před několika roky prodělala operaci mozku. Prvořadá je u ní tedy zdraví, ve vzdělávání zvládá trivium. Při spasticitě pravostranných končetin se objevuje tremor. Vyskytuje se hlavně při cíleném pohybu. Jemná motorika je značně

neobratná. Převažují u ní neverbální složky, protože se špatně vyjadřuje. Psychomotorický vývoj je na spodní hranici širšího pásma normy. Nedokáže se koncentrovat.

Petr má intelektové schopnosti v pásmu mentální retardace (1.6.2.). V grafomotorice, logickém úsudku, myšlení, vnímání a paměti se projevuje opoždění. Objevuje se u něho také dyslalie.

Lukášovy intelektové schopnosti se pohybují v hraničním pásmu. Má ADHD (1.6.4.) a specifické poruchy učení – dyslexii, dyskalkulii, dysgrafii i dysortografii (1.6.3.). Jeho vývoj je nevyrovnaný. Nejlépe si vede v praktickém úsudku a při manipulaci s konkrétními předměty. Nejhůře je na tom s vizuomotorickou koordinací a logickým uvažováním. Má problémy se zrakovým vnímáním v rozlišování tvarů. Jeho pozornost je značně odklonitelná. V řeči se objevují agramatismy a je nesprávně artikulovaná.

Matěj má dyslexii a při psaní se objevují v jeho práci dysgrafické a dysortografické chyby (1.6.3.). Jeho pozornost klesá a zvyšuje se neklid. Pohybuje se v hraničním pásmu mentální retardace (1.6.2.).

Filip má extrémně pomalé pracovní tempo s výpadky. Jeho intelekt je v rámci normy. Má ADHD (1.6.4.) a lehčí dyslalii (1.6.8.). Objevuje se u něho kvalitativní porucha myšlení, deficit v oblasti motoriky, odchylky emočního vývoje, demotivace vlastní neschopností a sebepoškozování. Má diagnostikovanou schizoidní poruchu (1.6.6.) a podezření na Aspergerův syndrom (1.6.7.).



## 3. Experimentální výuka s tangramem

Experimentální výuku jsem rozdělila do třech částí (kapitol). V této první se chci zaměřit na úlohy týkající se tangramu – výroba tangramu, seznamování se s jeho tvary, skládání obrázků, hledání shodných a neshodných zobrazení a zaznamenávání řešení.

### 3.1. Manipulační činnost

Experimenty, které řadím k procvičování manipulační činnosti, jsem s žáky realizovala během šesti setkání v období od 24. 11. 2008 do 23. 3. 2009. Vždy jsem s nimi pracovala v jejich kmenové učebně v pondělí od dvanácti do třinácti hodin. Byla to jejich poslední vyučovací hodina, po které šli na oběd. Ve třídě byla přítomna jejich třídní učitelka, která mi některé experimenty pomáhala zdokumentovat. Občas usměrňovala chování některých žáků a povzbuzovala je.

Experimenty jsem vypracovávala s 6 žáky. Ne všichni byli přítomni při všech setkáních. Matěj a Filip přišli do třídy v průběhu provádění jednotlivých experimentů. Nezúčastnili se výroby hlavolamu. Filip navíc chyběl i při prvním a druhém měření času daného obrázku. Ostatních experimentů se zúčastnili všichni, i když ne při stejném setkání. S těmi, kdo chyběli, jsem je realizovala při jiném setkání.

Každý žák měl vlastní lavici. Snažila jsem se je udržet v tichosti, aby ostatní nerušili. Všichni najednou neskládali stejný obrázek a ani při stejných úkolech se na řešení druhých nedívali. Pracovali samostatně. Pokud měl někdo nějaký problém, něčemu nerozuměl, mohl mne kdykoli zavolat a já jsem mu dotaz zodpověděla.

#### 3.1.1. Výroba tangramu

##### A) Příprava a popis

Sama jsem si nejprve musela znovu ujasnit, jak při výrobě tangramu postupovat. Vzala jsem si čtverec papíru a začala ho překládat.

a) Přiložila jsem k sobě 2 protilehlé rohy a uhladila vzniklou úhlopříčku čtverce.

b) Špičky nejdelší strany jsem přiložila k sobě a přehnula jsem papír. Napadlo mě, že bych to dětem mohla názorně přiblížit pomocí motýla. Nakreslila jsem na vzniklý

trojúhelník motýlka. Žákům vysvětlím, jak motýl mává křídly a oni si to vyzkouší na svých složených papírech. Když motýl usedne, sklopí křídla k sobě. To s papírem udělají i oni.

c) Opět jsem přehnula špičky nejdelší strany. Nachystala jsem si i menšího motýla.

d) Ještě naposledy jsem přehnula špičky nejdelší strany, opět s připodobněním motýla.

e) Rozbalila jsem čtverec.

f) Spodní stranu čtverce jsem přiložila k prostřední čáře. (Předem s dětmi čáry pojmenuji a ukážu jim je.)

g) Horní stranu vzniklého obdélníku jsem přiložila k prostřední čáře.

h) Rozbalila jsem čtverec a levou stranu přiložila ke střední čáře.

ch) Pravou stranu jsem přehnula ke střední čáře.

Po rozbalení se už objevily ve zmeti čar všechny tangramové dílky. Zvýraznila jsem je tužkou a odstříhla následujícím způsobem:

a) Pravý horní roh jsem čarou spojila s levým dolním rohem a rozstříhla. Vznikly 2 trojúhelníky. Žákům je připodobním k pyramidám.

b) Vzala jsem první trojúhelník (pyramidu) a obtáhla čáru, která vede z vrcholu dolů. Rozstříhla jsem to.

c) O druhé pyramidě žákům řeknu, že má 2 patra. Našla jsem čáru, která patra odděluje, a odstříhla ji. Vznikl tak třetí dílek.

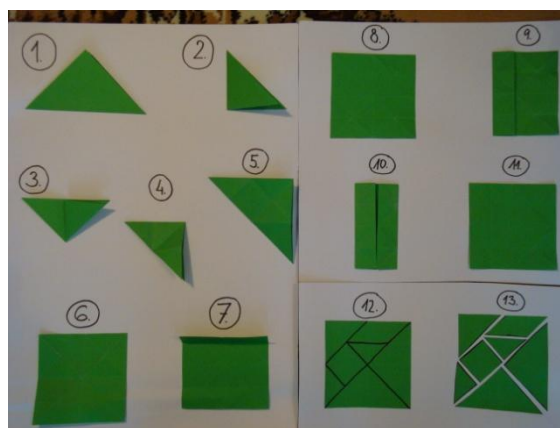
d) 1. Patro má 4 místnosti. Obtáhla jsem čáru, která vede z levého horního rohu k podlaze a odstříhla ji.

e) Čtvercovou místnost žákům ukážu názorně.

f) Poslední 2 místnosti jsou zvláštní. Komůrka má šikmou stěnu. Obtáhla jsem čáru, která vede z levého horního rohu šikmo dolů.

g) Odstřížením mi vznikla i poslední tajná místnost.

Když jsem měla postup sepsán, vytvořila jsem z papíru jednotlivé fáze postupu a nalepila je na čtvrtku tak, aby žáci mohli manipulovat s papírem a vyzkoušet si překládání (viz obr. 21). Také jsem si připravila velký zelený čtverec, který jsem skládala já, aby žáci viděli, co mají dělat. Celý postup jsem dělala s nimi a názorně ho ukazovala.



obr. 21 Znárodněný postup výroby

Aby se žákům dílky nepoztrácely, připravila jsem pro ně další úkol – složit z dílků čtverec zpátky a nalepit ho na papír. Pro kontrast jsem zvolila barevný papír, protože dílky jsou bílé. Opět jsem pro ně vymyslela dvě pomůcky. Šikovnější žáci by se mohli pokusit složit čtverec podle nápodoby, podle velkého složeného čtverce. Pro ty, kterým to nepůjde, jsem nachystala papíry s předkreslenými jednotlivými dílky.

#### B) Předpoklady a očekávání

Úkol vyrobit tangram se mi zdál pro žáky s mentální retardací dost náročný. Snažila jsem se jim ho tedy alespoň lépe znázornit díky pomůckám. Říkala jsem si, že tak budou lépe schopni pokyny napodobit a splnit. Předpokládala jsem, že budu muset pomáhat žákům s poruchou jemné motoriky. Myslela jsem si, že poskládat čtverec z dílků, i když ho vlastně postupně rozstříhali, se jim nepodaří. Mohli by se o to ale pokusit. Pomohla jsem jim složeným velkým čtvercem, který jsem připevnila na tabuli. Přesto jsem jim raději vyrobila předkreslenou šablonku, kam jen stejné dílky přilepili.

#### C) Průběh experimentu

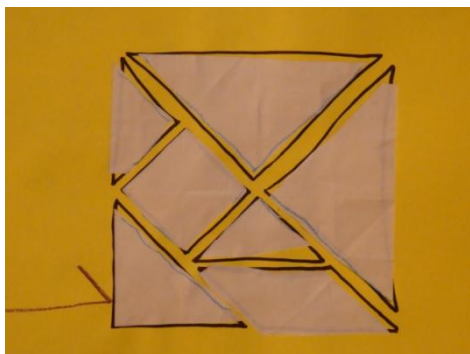
Dívčákům jsem s překládáním musela hodně pomáhat. Bylo důležité to udělat přesně, aby to vyšlo správně, ale ony toho nebyly schopné. Nechávala jsem je to zkoušet a pouze jsem dopomáhala, aby i ony měly kontakt s papírem a zůstal jim pocit vlastního výrobku. Chlapci si nechávali kontrolovat jednotlivé fáze skládání. Občas jsem jim musela poradit a opravit je. Moji pomůcku motýlka pochopili všichni až na Petra, ten mával nesprávnými křídly motýla. Potom už skládání křídel nikomu potíže nečilo. Poslední přehýbání bylo dosti náročné, a proto jsem musela pomoci všem. Skládání jsem doplňovala různými otázkami: „Co nám to vzniklo za geometrický tvar?“, „Vidíte křížek?“, „Kolik rohů má čtverec?“. Ema s Lenkou si pletly pravou a levou stranu. Malování čar nebylo zas tak obtížné. K orientaci ve změti čar jsem jim pomáhala připodobněním k pyramidám a názornou ukázkou. Petr otočil pyramidu špatně. S nůžkami uměli manipulovat všichni, ale ne všichni byli dostatečně přesní. Největší problémy jim činilo nalézt šikmou stěnu.

Dále se snažili složit z dílků čtverec. Poradila jsem jim postup, jak jsme jednotlivé dílky odstříhovali. Jediný Lukáš alespoň složil první pyramidu ze dvou největších trojúhelníků, ostatní se tvaru čtverce nepřiblížili ani vzdáleně (příloha 3). Pak jsem jim poskytla složený čtverec jako předlohu a pomůcku, to se ale minulo účinkem. Po pěti minutách marného namáhání jsem jim dala připravené papíry s předkreslenými tvary.

Lukáš pracoval samostatně a úkol zvládl, Lence pomáhala paní učitelka, Petrovi i Emě jsem pomáhala já.

#### D) Vyhodnocení

Vyrobil tangram bylo pro žáky hodně náročné, společně jsme ho nakonec zvládli. Žáci byli dobře namotivovaní. Pracovala jsem s nimi poprvé, byli zvědaví na nové



Obr. 22 Složený vyrobený tangram

činnosti, novou paní učitelku... Postupně ale tempo jejich práce sláblo. Přesnost nebyla nejlepší, ale snažili se o co nejlepší výkon. Složení čtverce bylo nad jejich schopnosti. Pomohla jim až šablona, do níž dílky nalepili. Na obr. 22 uvádím Petrův výsledek. V hodině nebyl vůbec čas, abych si stačila něco poznamenávat. Neustále někdo potřeboval moji pomoc, ptali se mne na spoustu věcí. Neustálou pozornost vyžadoval hlavně Petr.

### 3.1.2. Drobné manipulační úkoly

#### A) Příprava a popis

Pro lepší zapamatování jednotlivých tvarů a velikostí jsem vymyslela několik drobných manipulačních úkolů:

- vybrat všechny trojúhelníky
- poskládat co nejvíce čtverců
- srovnat trojúhelníky podle velikosti
- vybrat prostřední trojúhelník a složit ho ze dvou jiných kostek
- vybrat kosodélník a složit ho ze dvou jiných kostek
- vybrat velký trojúhelník a složit ho ze tří kostek

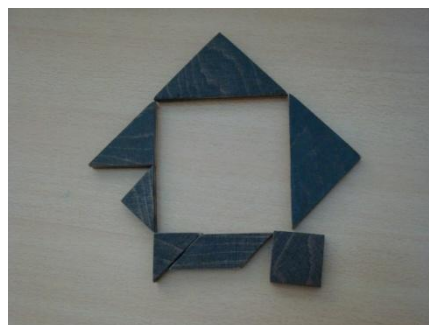
#### B) Předpoklady a očekávání

Tyto úkoly by měli zvládnout všichni, geometrické tvary už ve škole probírali a rozlišování velikostí by také už měli ovládat. Možná by jim mohlo činit menší obtíže uvědomit si, že jeden dílek mohou složit z jiných dílků a jakým způsobem. Myslela jsem si

ale, že všichni úkoly zvládnou. Poslední úkol má tři řešení, tak jsem byla zvědavá, na která přijdou.

### C) Průběh

Vybrat všechny trojúhelníky byl snadný úkol pro všechny. Poskládat co nejvíc čtverců už tak snadné nebylo. Petr chtěl poskládat čtverec z pěti dílků tak, že se snažil ohraničit prázdný prostor čtvercového tvaru jednotlivými dílky tangramu (viz obr. 23). Prostřední trojúhelník skládali Petr a dívky s pomocí šablony. Ema stejně skládala i kosodélník.



Obr. 23 Petrův čtverec

### D) Vyhodnocení

Jak jsem očekávala, úkoly vyřešili všichni žáci. Matěj s Lukášem pracovali samostatně. Nejdříve jsem nikomu nechtěla radit, ale potom jsem viděla, že ostatní neporozuměli instrukcím. Musela jsem jim to znovu názorněji vysvětlit a dopomoci jim šablonkou. S Lenkou jsem dokonce musela nejdříve vyřadit všechny nepotřebné dílky. Poslední úkol mne překvapil. Měl tři možná řešení a všichni přišli na jedno stejné, které by mne na první pohled nenapadlo (obr. 24).



Obr. 24 Řešení složení trojúhelníku

### 3.1.3. Skládání obrázků

#### A) Příprava a popis

Pro skládání jsem připravila 15 obrázků (viz příloha 4), které považuji za snadné (1.1.2.). Obrázky jsem rozdělila do tří skupin po pěti podle toho, jak se mi zdály obtížné. S posouzením obtížnosti mi pomohla i dívka s Downovým syndromem, která je stejně stará jako žáci, s nimiž pracuji. Dávala jsem jí skládat všechny obrázky a pozorovala jsem, jak rychle jí složení trvá.

Prvních pět obrázků jsem dala žákům k seznámení s hlavolamem a jednotlivými dílky. Zajímalo mě, jak budou při skládání postupovat. Protože bych nestihla pozorovat

všechny najednou, zaměřila jsem se na pozorování jednoho konkrétního obrázku. Také jsem chtěla zjistit, jak dlouho by jednotlivým žákům skládání trvalo.

Dalších pět obrázků jsem měřila na čas. Každému žákovi jsem změřila skládání téhož obrázku na konci vyučovací hodiny a za čtrnáct dní znovu. Zjišťovala jsem, zda se zlepšili či nikoliv. Doma jsem si tyto obrázky vyzkoušela také, abych věděla, za kolik vteřin je to možné. Obrázky jsem znala z paměti, takže šlo jen o mechanické naskládání kostek do šablony. Také jsem se zaměřila na jeden obrázek, který mi natáčela paní učitelka, abych mohla pozorovat a porovnávat strategie řešení.

Posledních pět obrázků už skládali žáci jen tak. Pozorovala jsem, jak se jim to daří, zda se zlepšují, lépe odhadnou velikosti trojúhelníků...

## B) Předpoklady a očekávání

Skládání obrázků by neměl být problém. Mohlo by jim to trvat déle, ale měli by to zvládnout. Odhadovala jsem, že by 5 obrázků mohli stihnout složit za 20 – 25 minut. Nejtěžší asi bude udržet pozornost a nevzdávat se. Počítala jsem s možností, že by to lence mohlo činit manipulační obtíže díky poruše motoriky. S počtem složených obrázků by se měla zlepšovat jejich orientace na ploše, znalost tvarů, porovnávání velikostí, měla by se měnit strategie skládání. Získají zkušenosti a zapamatují si, jaké dílky společně tvoří daný tvar. Předpokládala jsem tedy, že čas, za který obrázek složili poprvé, by měl být delší než druhý měřený čas. Třetí měřený čas za čtrnáct dní by se nemusel zlepšit. Byla to už dlouhá doba, za kterou to pravděpodobně zapomněli. Domnívala jsem se však, že si někdo vzpomene, že daný obrázek již skládal. Posledních pět obrázků jsem už časově neměřila. Nemuseli na sebe ani čekat. Skládali, jak uměli. Měla jsem za to, že se to všem podaří. Někomu to však bude trvat déle.

## C) Průběh

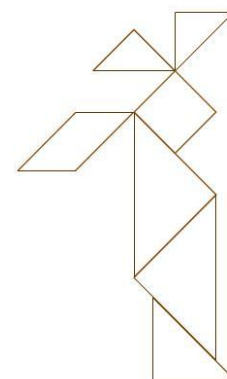
Skládání prvních pěti obrázků jsem zaznamenala i v protokolu experimentální výuky (Příloha 5). Žáci zavřeli oči a do ruky každý z nich dostal jednu šablonu obrázku. Ohmatali si je a zkoušeli přijít na to, co v ruce drží. Na pokyn oči otevřeli a šablonu si prohlédli. Říkali mi, jaký obrázek drží v ruce. Každý byl jiný. Prozradila jsem jim, že všechny tyto obrázky mohou složit z dílků, které vznikly rozstříháním čtverce. Obrázky jsme ale neskládali z papírových dílků, nýbrž ze dřevěných kostek. Ty žáci získali prostřednictvím hry „Hledání tvarů“ (5.1.1.). Potom už všichni najednou začali skládat. Kdo měl obrázek hotový, musel počkat na ostatní. Zatím si mohl s kostičkami hrát a

vymýšlet obrázky vlastní. Když byli všichni hotovi, šablony si vyměnili. Na odstartování začali opět skládat. Petrovi zpočátku radila paní učitelka. Zdálo se mu to hodně těžké. S dalšími obrázky se ale rychle zlepšoval. Ty rychlejší nebavilo čekat, a tak si šablony sami vyměňovali. Při posledním obrázku už tedy nezačali všichni. Do tabulky 5 jsem si zapisovala pořadí, v jakém jednotlivé obrázky složili. Bylo to jen orientační, protože každý skládal jiný obrázek.

Matěj	2.	2.	2.	1.
Lukáš	1.	1.	3.	4.
Petr	5.	5.	1.	2.
Ema	4.	3.	5.	3.
Lenka	3.	4.	4.	5.

Tab. 5 Pořadí žáků, jak rychle obrázek složili

Také jsem si vybrala jeden obrázek (viz obr. 25) a na ten jsem se snažila zaměřit. Pozorovala jsem více žáka, který právě tento obrázek skládal a poznamenávala jsem si jeho postup při řešení. Lenka začala malými trojúhelníky, pokračovala kosodélníkem a čtvercem. Velké trojúhelníky otáčela do chvíle, než do šablony zapadly. Na závěr umístila prostřední trojúhelník. Pracovala velmi pomalu, ale bezchybně a samostatně. Ema postupovala podobně. Po malých trojúhelnících a kosodélníku, ale umísťuje pomocí otáčení velké trojúhelníky, až potom udělá hlavu a nakonec nohy. Petr začal skládat kosodélníkem, potom pokračoval velkými trojúhelníky, malými trojúhelníky, které umístil místo prostředního trojúhelníku. Brzy se opravil a umístil je na správná místa. Udělal hlavu a nakonec prostřední trojúhelník. Byl rychlý. Občas si pletl jednotlivé dílky. Nedokázal správně určit, kam daný dílek patří. Zkoušel metodu pokus – omyl. Matějův postup jsem nestihla zaregistrovat. Byl samostatný a rychlý. Lukáš kostky neustále přehazoval, umísťoval je volně do prostoru. Několikrát celý obrázek vysypal.



Obr. 25 Indián

Další skupinu pěti obrázků (viz druhý sloupec v příloze 4) skládali žáci na čas. Po domluvě pravidel každý dostal kostky a jinou šablonkou, závod mohl začít. Petr a holky měli se skládáním potíže. Poradila jsem jim jednu kostičku, kterou měli špatně. Po

několika minutách, kdy žáci prováděli jinou činnost, skládali stejný obrázek znovu (2. čas). Matěj s Petrem byli velmi rychlí. Když Lukáš viděl, že se mu to nedaří a oni ho předběhli, byl velmi zklamán. Nechtělo se mu dále skládat. Několikrát to vysypal. Za čtrnáct dní jsem jim opět změřila čas při skládání stejných obrázků (3. čas). Nikdo nepoznal, že daný obrázek už skládal. V tabulce 6 jsem uvedla časy žáků.

Žák	1. čas	2. čas	3. čas
Lukáš	0:47	5:59	4:11
Matěj	1:00	0:15	0:45 Až po 2 měsících
Petr	2:19	0:17	0:40 Až po 2 měsících
Lenka	2:33	1:02	2:34
Ema	3:35	3:30	4:35

Tab. 6 Časy žáků při skládání stejného obrázku poprvé, podruhé a potřetí

V dalších čtyřech kolech jsem opět měřila časy a zapisovala si nejen je, ale i názvy složených obrázků a pořadí jednotlivých žáků. Paní učitelka mi na fotoaparát natáčela všechny žáky, jak skládají jeden obrázek. Čtvrté kolo trvalo nejdéle. Naopak v posledním pátém kole se všem podařilo složit obrázky velice rychle. V následujících tabulkách uvádím pořadí žáků v jednotlivých kolech (tab. 7) a dále název obrázku a čas, za nějž ho žáci složili. U obrázku píši v závorce i čas, za nějž jsem to složila já (tab. 8 – 12). Slouží k porovnání, za jaký čas to vůbec lze složit.

Žák	1. kolo	2. kolo	3. kolo	4. kolo	5. kolo
Lukáš	3.	1.	1.	3.	1.
Filip	1.	4.	2.	1.	3.
Lenka	2.	3.	4.	2.	4.
Ema	4.	2.	3.	4.	2.

Tab. 7 Umístění žáků v jednotlivých kolech

Obrázek: Tanečník (0:10)		
Pořadí	Žák	čas
1.	Lenka	1:38
2.	Matěj	3:28
3.	Filip	3:36
4.	Lukáš	4:11



5.	Petr	6:14
6.	Ema	6:26

Tab.8 Časy žáků při skládání obrázku Tanečníka

Obrázek: Kočka (0:08)		
Pořadí	Žák	čas
1.	Lukáš	0:20
2.	Matěj	0:45
3.	Filip	1:16
4.	Ema	2:41
5.	Petr	3:32
6.	Lenka	4:51

Tab. 9 Časy žáků při skládání obrázku Kočky

Obrázek: Kolibřík (0:08)		
Pořadí	Žák	čas
1.	Matěj	0:14
2.	Filip	0:28
3.	Petr	0:40
4.	Ema	0:45
5.	Lukáš	0:54
6.	Lenka	3:16

Tab. 10 Časy žáků při skládání obrázku Kolibříka

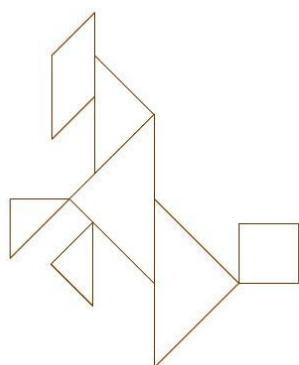
Obrázek: Sedlák (0:10)		
Pořadí	Žák	čas
1.	Matěj	0:13
2.	Filip	1:10
3.	Petr	2:38
4.	Ema	4:35
5.	Lenka	4:41
6.	Lukáš	6:13

Tab. 11 Časy žáků při skládání obrázku Sedláka

Obrázek: Kůň (0:08)		
Pořadí	Žák	čas
1.	Matěj	0:12
2.	Petr	0:15
3.	Lukáš	0:34
4.	Filip	1:23
5.	Lenka	2:34
6.	Ema	3:44

Tab. 12 Časy žáků při skládání obrázku Koně

Doma jsem si zpětně pouštěla videa a prováděla pozorování strategií jednotlivých žáků. Pro ilustraci zde svá pozorování popíši. Všichni žáci skládali stejný obrázek (obr. č.



Obr. 26 Kůň

26).

Lenka skládá pouze levou rukou. Pravou rukou se přidržuje hrany stolu. Jako první kostku umístila rovnoběžník do hlavy koně. Potom umístila čtverec do ocasu a střední trojúhelník do zadní nohy. Povzbuzovala se „rychle, rychle“. Do ruky vzala velký trojúhelník, který chtěla dát hned vedle, ale zjistila, že se tam nevejde. Ptala se, kam patří. Byla překvapena, že tam nepasuje.

Ještě to chvíli zkoušela. Posunovala si se šablonkou, až ji středně velký trojúhelník vypadl na zem. Po dobu jedné minuty ho sbírala. Potom zkoušela ještě jednou umístit velký trojúhelník, ale vzdala to a přesně umístila malé trojúhelníky. Opět se snažila položit středně velký trojúhelník na stejné místo. Položila ho do zadní nohy ale jinak (stejně jako tam patří velký trojúhelník). Zjistila, že je malý, a tak ho vyndala a položila tam velký trojúhelník. Potom umístila další velký trojúhelník a na závěr středně velký trojúhelník.

Lenka má dobrou představivost. Dokáže rozpoznat velikosti a tvary si před položením správně natáčí. Svůj motorický handicap takto překonává.

Lukáš postupoval velmi rychle, bral to jako skutečný závod. Myslím si, že díky tomu chyboval a bral kostky zmateně. Nejprve umístil rovnoběžník do hlavy koně, potom

postupoval směrem dolů. Pokládal velký trojúhelník do krku. Zjistil, že to nelze. Vzal tedy čtverec a položil ho. Zjistil, že by se do volného místa vešel malý trojúhelník, tudíž ho doplnil. Druhý malý trojúhelník položil do ocasu. Velmi rychle si uvědomil, že se mu tam již jiná kostka nevejde, patří tam čtverec. Přendal tedy čtverec do ocasu. Malý trojúhelník dal do krku zcela nepochopitelně (druhého malého trojúhelníku se dotýká pouze rohem). Potom to chvíli pozoroval, oba vyndal a nahradil je středně velkým trojúhelníkem. Pak už postupoval jistě – položil dva velké trojúhelníky a na závěr udělal přední nohy z malých trojúhelníků.

Jeho postup byl zpočátku velmi zvláštní. Domnívám se, že to způsobila nervozita. Moc se snažil být nejrychlejší. Za velmi krátkou dobu zvládl udělat mnoho změn a myšlenkových postupů. Po několika omylech dospěl k výsledku.

Ema si přidržovala levou rukou šablonku za hlavu koně. I proto možná ten den začala jinak než ostatní žáci. Jako první kostku umístila malý trojúhelník do spodní zvednuté nohy. Potom umístila čtverec do ocasu. Druhý malý trojúhelník dala nejprve nad hlavu, tam ho ale nepoložila a přenesla ho do druhé nohy. Velký trojúhelník položila do zadní nohy, ale špatně, nevešel se tam. Nepokusila se ho otočit a odložila ho. Vzala druhý velký trojúhelník a zkusila ho na stejné místo jako ten první, ale zase špatně. Pokusila se tam tedy umístit středně velký trojúhelník. Ten natočila a zapadl tam. Rovnoběžník se postupným otáčením dostal do hlavy koně. Velký trojúhelník se jí do těla koně nevešel. Položila stranou a vzala druhý. Pravděpodobně si neuvědomila, že jsou stejné. Zkoušela ho totiž úplně na stejné místo stejně otočený. Pořádně zatlačila, ale to nepomohlo. Různě trojúhelník otáčí, ale marně. Vzala opět druhý trojúhelník, otáčela a při otáčení vysunula čtverec. Ten hned zandala. Několikrát trojúhelníky vyměnila. Dvakrát si vysunula i malý trojúhelník, který následně musela opravit. Nevěděla si rady, otáčela se po třídě. Po dvou minutách marného otáčení jsem jí poradila. Vyndala jsem jí středně velký trojúhelník i dva velké trojúhelníky a řekla jí, ať to zkusí znovu. Velký trojúhelník jí zapadl do těla koně. Druhý velký trojúhelník otáčením umístila do nohy a nakonec mírným natočením zapadl i středně velký trojúhelník do krku.

Její postup byl velmi nesystematický. Nedokázala rozlišovat velikosti a představit si, jak musí být daná kostka natočená. Skládala metodou pokus omyl – hodně otáčí a čeká, až kostka sama zapadne. Moc nad tím nepřemýšlí a používá sílu, aby to šlo lépe.

Filip byl v den konání této hodiny ve třídě nový. S tangramem tedy pracoval poprvé. Začal jako většina žáků rovnoběžníkem do hlavy koně. Postupoval systematicky dále. Malý trojúhelník dal do krku, vedle něj čtverec a pak další malý trojúhelník. Velký

trojúhelník umístil přesně do zadní nohy. Vzal jeden malý trojúhelník, ale vrátil ho zpět. Chvilí přemýšlel, jak dál. Viděl, že to nemá dobře, ale nevěděl, co je špatně. Nakonec vyndal malý trojúhelník a zkoušel tam místo něho dát středně velký. Různě ho otáčel, ale nešlo to. Vyndal tedy oba trojúhelníčky a čtverec. Malý umístil do přední nohy, do druhé nohy chtěl dát středně velký trojúhelník, to ale nešlo. V zápětí tam umístil druhý malý trojúhelník. Středně velký trojúhelník položil do břicha koně, podíval se, zvedl ho a zkoušel otočit. Nakonec ho dal do krku. Na volná místa doplnil velké trojúhelníky a do ocasu čtverec.

Na jeho skládání bylo znát, že ještě nebyl s kostkami seznámen. Problém mu činilo především rozeznávání velikostí. Dílky umisťoval většinou přesně. Na větší volné ploše si pomáhal otáčením.

Matěj s Petrem nebyli toho dne přítomni. Experiment si dodělali, až když byli přítomní oba (za měsíc a půl). Matěj postupoval až na jedno zaváhání naprosto přesně. Pořadí jeho kostek bylo následující: čtverec, velký trojúhelník do zadní nohy, velký trojúhelník do těla koně (ten nejprve umístil obráceně, hned si ho nad šablonou otočil správně), středně velký trojúhelník, rovnoběžník a malé trojúhelníky. Začal skládat od ocasu, protože měl obrázek natočený ocasem nahoru.

Petr začal skládat také od ocasu (čtverec), ale obrázek měl natočen normálně. Malý trojúhelník zkoušel dát do jedné přední nohy, to se mu ale nedařilo, tak zkusil druhou. Otáčel, dokud nezapadla. Druhý malý trojúhelník dal do druhé nohy přesně. Oba velké trojúhelníky umístil přesně správně. Rovnoběžník se pokoušel dát do krku, ale hned ho přesunul do hlavy. Nakonec položil středně velký trojúhelník. Byl velmi rychlý a přesný. Občas zaváhal, ale brzy se opravil.

Poslední, dle mého nejtěžší, obrázky skládali postupně podle jejich osobního tempa. Když měli obrázek hotový, dostali další. Matěj složil všechny obrázky velmi rychle. Dostal ještě dalších 5 obrázků, které skládal při našem prvním setkání. Byl přesný a pracoval samostatně. Ema se také velmi snažila. První dva obrázky složila rychle, ale další jí dělají problémy. Lukášovi dělal největší problémy anděl, kterého již skládal. Na řešení, dle mého, těžších obrázků přišel rychleji než na řešení těch, které už skládal dříve. Rozčiloval se a vysypával kostky, když mu to hned nešlo. Filip skládal zpočátku pomaleji, ale potom se zlepšil.

V tabulce jsem uvedla orientační časy složení 10 obrázků. Lenka a Petr na tento úkol chyběli.

Jméno žáka	čas
Matěj	16 min
Ema	33 min
Lukáš	30 min
Filip	27 min

Tab. 13 Orientační časy, za které žáci složili 10 obrázků

#### D) Vyhodnocení

Při skládání prvních pěti obrázků se mi bohužel nepodařilo pozorovat strategii řešení všech žáků. Všichni až na Petra začali skládání malými trojúhelníky a postupovali shora dolů. Překvapila mne Lenka, která pracovala naprosto sama, a všechny obrázky se jí podařily složit bez rad. Při běžné hodině potřebuje velkou podporu a pomoc. Její pomalé tempo bylo způsobené poruchou jemné motoriky. Na Emě byla velmi znát její únava. Při skládání zkoušela, kam jaký dílek zapadne. Matěj je velmi bystrý a rychlý. Neměl žádné problémy a chtěl pomáhat ostatním, což jsem mu však nedovolila. Petrovi se moc nedařilo hlavně zpočátku. Po složení dvou obrázků se velmi zlepšil. Neustále vyžadoval moji pozornost. Vše komentoval a ptal se na nejrůznější věci. Lukáš začal velmi rychle. Poslední dva obrázky se mu už tak moc nezdařily. Mrzelo mě, že to bylo takové zmatečné a nedomyslela jsem, co budou dělat ti, kteří budou hotovi.

Výsledky měření času, za který složí obrázek, nejprve po krátké, následně po dlouhé době, mě velmi překvapily. Druhý čas většiny žáků se rapidně zlepšil. Matěj s Petrem přesně věděli, kam jednotlivé dílky patří. Stejně tak Lenka, která je tam ale nedokázala tak rychle naskládat. Ema se významně nezlepšila. U Lukáše došlo k značnému regresu. Dle mého názoru byl způsoben jeho psychikou, když zjistil, že ho spolužáci rychle předběhli. Při třetím měření měla Lenka téměř shodný čas jako při prvním. Minutu z času sbírala kostičku, která jí spadla na zem. Její spolužáci podali horší výkon, než byl jejich první.

Když jsem porovnala pořadí všech pěti kol závodu, zjistila jsem, že nejlepší byl Lukáš. Za ním skončil Filip. Ema s Lenkou byly pomalejší. Toto jsem očekávala již na začátku. Protože každý skládal jiný obrázek, zkusila jsem ještě porovnat, za jak dlouho složil každý shodný obrázek. Tyto výsledky mne docela překvapily. Zjistila jsem, že Lenka složila obrázek tanečnicka ze všech nejrychleji, ostatní obrázky jí tak rychle nešly. Ema

byla třikrát na 4. místě, nebyla tedy nejhorší. Matěj skládal všechny obrázky rychleji než ostatní, pouze dvakrát byl druhý. Jeho výkon u tří obrázků mne velmi překvapil. Časy 14 s., 13 s. a 12 s. jsou jen o trochu horší než mé. Ví už přesně, kam dané kostky umístit. Filip a Petr byli většinou v průměru. Lukášovy výkony jsou nevyrovnané. Jednou vyhrál, jindy byl poslední.

Strategie jednotlivých žáků se od sebe liší. Tři žáci začali skládat od hlavy (rovnoběžník) a tři od ocasu (čtverec). Matěj s Petrem postupovali rychle a přesně. Lukášův styl je poněkud zmatený. Lenka se snaží být přesná. Ema to jen zkouší. Filip byl ještě nezkušený.

Porovnála jsem jejich strategie při skládání prvních obrázků a skládání koně. Zpozorovala jsem, že Lenka nejprve pokládala tvary, jejichž umístění bylo na první pohled zřetelné. Při prvních skládáních si pomáhala otáčením, později si obrázek více prohlížela a přesněji umísťovala. Emina strategie byla nesystematická. Skládala metodou pokus – omyl. Strategie se nezměnila. Petr si zpočátku pletl velikosti a hádal. Později byl již přesnější. Začínal velkými trojúhelníky. Matěj byl vždy rychlý a přesný. Lukáš byl dost zmatený a nervózní. Vysypával řešení, když se mu nedařilo, umísťoval kostky volně do prostoru. Později se začal rychleji opravovat a více přemýšlet. Zjistil, že kostky musí zapadat těsně vedle sebe.

Posledních pět obrázků složil Matěj velmi rychle. Netušila jsem ale, že bude až o tolik lepší než jeho spolužáci. Musela jsem vymyslet další úkol – dalších pět obrázků. Překvapilo mě, že Emě a Lukášovi dělají větší problémy již známé obrázky. Pro Filipa byly všechny obrázky nové. Lenka a Petr nebyli přítomni.

U většiny žáků byl znát pokrok v orientaci na ploše. Ema nad tím moc nepřemýšlela, zvykla si, že je horší než ostatní a neměla vůli to zvrátit. Ema s Lenkou by potřebovaly šablonku upevnit, aby se jim tak nehýbala.

### 3.2. Shodné a podobné tvary

Žáci se dosud neučili pojmy shodnost a podobnost. To ani nebylo mým cílem. Chtěla jsem, aby se naučili rozpoznávat tvary stejné a odlišné. Měla jsem v úmyslu to využít jako propedeutiku těchto pojmů. Myslím si, že se jim to bude v dalších ročnících snáze učit, když už o tom budou mít povědomí.

Tyto experimenty jsem s žáky dělala ve stejné třídě i stejném čase v následujících měsících (duben až červen).

### 3.2.1. Pracovní listy

#### A) Příprava a popis experimentů

Zhotovila jsem tři pracovní listy. Na prvním měli žáci za úkol spojit shodné obrázky. Tři z daných obrázků neměly dvojice. Na druhém listě byly vždy dvojice obrázků. Cílem bylo, aby žáci poznali, zda jsou obrázky stejné či nikoliv. V posledním listě měli zakroužkovat obrázek, který do řady nepatří, něčím se liší.

#### B) Předpoklady a očekávání

U prvního pracovního listu, kdy spojovali stejné tvary (příloha 6), jsem očekávala, že se někteří nechají nachytat jedním drobným rozdílem. Jinak by měli obrázky spojit správně, dost se od sebe odlišovaly. Na druhém listě měli vždy dvojici obrázků porovnat a nalézt rozdíl (příloha 7). Ani toto by jim nemělo činit potíže. Porovnávali v podstatě vždy jen sedm tvarů, a tak by nemělo být těžké určit jeden nebo dva, které jsou jinak natočené. Do určování obrázků, které do řady nepatří (příloha 8), jsem se snažila zařadit jednak ty, jež jsou celé otočené kolem středové osy o  $180^\circ$ , a také ty, které se liší jen změnou jednoho či dvou dílků. Cílem bylo zjistit jejich pravolevou orientaci. Předpokládala jsem, že by mohlo docházet k chybám, zvláště v obrázcích, které se lišily jen malou změnou.

#### C) Průběh

Přípravené pracovní listy jsem rozdala a vysvětlila žákům, jaký je jejich úkol. Při zadání prvního listu jsem je upozornila, že ne všechny obrázky mají dvojici. Lence jsem to musela vysvětlit znovu. Všichni obrázky spojovali až na Lukáše, který dvojice vybarvoval stejnou barvou. Za nedlouho měli vše vyřešené.

Zadání druhého listu porozuměli všichni kromě Lenky. Někteří rozdíly vybarvovali, jiní zakroužkovali. S Lenkou jsem se snažila pracovat individuálně a vysvětlit jí, co má dělat. „Čím se tyto dva obrázky od sebe liší?“ Odpovídá: „Peřím.“ Snažím se doptat, zda to myslí správně, ale jen to neumí verbálně vyjádřit. Nic mi neukázala. Potom jsem jí to ještě zkusila vysvětlit názorně. Oba obrázky jsem složila

z kostek a postupně jsem jí ukazovala dvojici kostek a ptala se jí, zda jsou položené stejně. Její odpověď vždy zněla ne.

Třetí pracovní list vypracovávali jindy. Petr nebyl ve škole přítomen. Zadání znělo: „V každé řadě nalezněte obrázek, který se liší od ostatních. Je jiný. Tento obrázek zakroužkujte.“ Ema tvrdí, že se jí to zdá těžké. Lenku jsem musela znovu zadání vysvětlit, vyndávala si totiž během zadávání penál. Matěj se snažil Lukášovi napovídat, ale stihla jsem ho včas zaměstnat.

#### D) Vyhodnocení

Pracovní list, na kterém žáci spojovali stejné obrázky, vypracovali Filip, Matěj a Petr bez chyby. Lukáš s Lenkou se jednou spletli. Ema měla chyby dvě (příloha 9). Při hledání rozdílů jsem musela zadání dívkám a Filipovi zopakovat. Lenka tomu vůbec neporozuměla. List nevypracovala. Při názorné ukázce si nedokázala představit, zda jsou tvary stejné. Nepoznala, který je otočený. Nevím, proč vůbec nepracovala, i když by to měla špatně. Ema dvakrát vybarvila více nebo méně dílků, ve kterých se obrázky lišily (příloha 9). Předpokládám, že to myslela správně, takže se nezmýlila. Chlapci rozpoznali všechny rozdílů správně. Všechny obrázky „Co do řady nepatří?“ určili Filip a Matěj bez chyby. Lukáš jednu řádku nezaškrtl. Zdálo se mu, že jsou všechny obrázky stejné. Tento obrázek se lišil pouze polohou malého trojúhelníku. Jinak měl vše správně. Lenka udělala tři chyby všude tam, kde nebyl otočen celý obrázek. Ema měla čtyři chyby (příloha 9).

Ukázalo se, že dívkám činí pravolevá orientace potíže. Nedokázaly si všimnout drobných rozdílů. Ema měla nejvíce chyb, pokud nepočítám Lenčin nevypracovaný pracovní list. Chlapci chybovali jen minimálně.

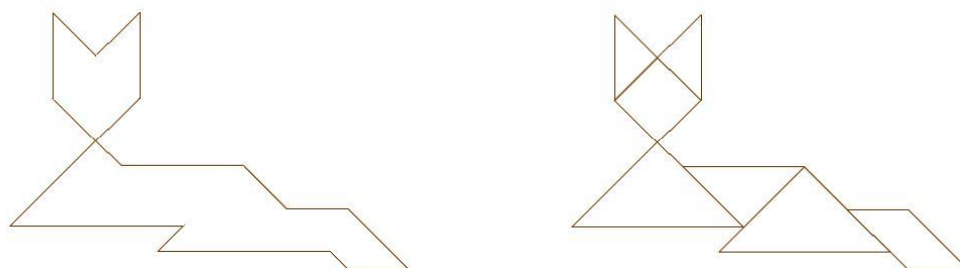
### 3.2.2. Pexeso

#### A) Příprava a popis

Vytvořila jsem pexeso s tangramovými obrázky. K získání obrázků jsem použila internetový program [www.puzzlechoice.com/pc/Tangramx.html](http://www.puzzlechoice.com/pc/Tangramx.html). Obrázky jsem nejprve upravila do velikosti 5 x 5 cm, poté vytiskla, přilepila na čtvrtku a vystříhla. Pexeso obsahovalo 32 dvojic. Za dvojici se považoval obrázek, který měl zakreslené řešení a ten, který byl prázdný. Pro názornost uvádím dvojici na obr. č. 27. Polovina obrázků byla



žákům již známa, zbytek jsem doplnila novými obrázky. Pravidla hry pexeso uvádím v kap. 5.1.2.



Obr. 27 Dvojice pexesa

Kartičky pexesa jsem využila ke klasické hře. Také jsem žákům dala za úkol udělat dvojice z kartiček, které měli na stole otočené obrázkem nahoru. Měřila jsem čas, za jak dlouho to zvládnou.

#### B) Předpoklady a očekávání

Mnou vytvořené pexeso je mnohem náročnější než běžná pexesa. Dvojice, které k sobě patří, vlastně nejsou úplně shodné. Pod jednotlivými obrázky si mnozí žáci nic nepředstaví, nedokážou si je pojmenovat, jsou pro ně jen jako změť čar. Navíc se neliší ani barvou. Domnívám se tedy, že jim bude déle trvat jejich zapamatování a spojení dvojic.

Všichni by měli být schopni přiřadit k sobě dvojice pexesa, když je budou mít všechny otočené obrázkem vzhůru. S poznáváním shodných obrázků neměli dříve moc problémů, tady navíc nejsou žádné chytáky, obrázky se od sebe dostatečně liší.

#### C) Průběh

Tohoto experimentu se nezúčastnila Lenka. Abych zjistila, zda žáci rozumí pravidlům hry pexeso, zahráli si nejprve pexeso s obrázky z pohádek. Shledala jsem, že všichni jsou schopni tuto hru hrát. Ema znala pravidla, ale činilo jí potíže si obrázky zapamatovat a prohlédnout si pořádně, co na nich je. Rovněž se jí těžko otáčely.

Pak jsme všichni zůstali sedět v kroužku a já jim vždy ukázala dvojici kartiček, které k sobě patří. Petr poznal, že je to tangram. Ptala jsem se, zda se ty dva obrázky od sebe liší. Matěj mi vysvětlil, že jeden má naskládané kostičky a druhý ne. I ostatní tento rozdíl poznali. Přišli na to, že obrázky, které jsem jim ukázala, již znají. Byly to obrázky, s

nimiž pracovali při minulých setkáních. Tyto kartičky jsem poté naskládala vedle sebe do tvaru obdélníku 5 x 6. Úmyslně jsem předložila žákům jen známé obrázky, aby to neměli tak náročné.

Po rozpočítání jsme začali hrát. Každý žák otočil dvě kartičky a řekl, zda patří k sobě či nikoliv. Filip byl značně pomalý a zmatený. Otočil pexeso, podíval se a vrátil zpět. Zapomněl otočit i další obrázek. Slovně žákům popisují, co kdy mají dělat. Řekli mi, že je to hodně těžké. Matěj si dvakrát spletl dva podobné obrázky (2 kočky, holubici a kolibříka). Petr komentoval jednotlivé obrázky, co mu připomínají a zda je skládal nebo ne. První dvojici objevil Matěj. Filip našel dva odlišné obrázky (běžce a pštrosa) a označil je za stejné. Nechala jsem ho, aby mi pověděl, co mu připomínají. Řekl dvě různé věci. Shodli jsme se tedy na tom, že k sobě nepatří. Když jsem našla dvojici já, myslel si, že k sobě nepatří. Ukázal mi čárku, která je jen na jednom obrázku. Znovu jsem mu vysvětlila, že dvojici tvoří obrázek, kde je vyznačené řešení (jsou tam čárky) a ten, který je prázdný. Ema hru moc nevnímala, zpívala si. Petr si všiml, že daný obrázek už otočen byl, ale netrefil se. Filip otočil dvojici, ale tvrdil, že to dvojice není. Celou hru vyhrál Lukáš s 5 dvojicemi, druhý byl Filip se 4, třetí Matěj se 3, potom Petr se 2. Ema neměla dvojici žádnou.

Při dalším setkání jsem chtěla zjistit, zda byli skutečně všichni schopni dvojice rozpoznat a nemohla-li tato okolnost hru ovlivnit. Každý žák dostal 10 dvojic kartiček. Otočil si je obrázkem nahoru. Jeho úkolem bylo přiřadit dvojice k sobě tak, jak k sobě patří. Nejprve měli nalézt jednu dvojici, abych zjistila, zda si pamatují, co tvoří dvojici. Ema se nejprve spletla, ale hned se sama opravila, kluci přesně věděli a Lence jsem to individuálně vysvětlovala. Sama nenašla nic. Vzala jsem tedy dva obrázky a zeptala se jí, jestli jsou stejné. Odpověděla, že ne. Ujistila jsem se: „Opravdu?“ „Je“, odpověděla. Neporozuměla tomu.

Odstartovala jsem hledání dvojic a měřila orientační čas. Nejrychlejší byl Lukáš 1:22, ale 3 dvojice si ještě sám opravoval, druhý byl Matěj 2:02, třetí Petr 3:39, čtvrtý Filip 4:36, pátá Lenka 7:50 a šestá Ema 8:40.

Všichni až na Lenku pracovali samostatně. S Lenkou jsem pracovala po celou dobu. Nejprve jsem jí ukázala jednu kartičku a nechala jí hledat obrázek, který k ní patří. Sama se v množství obrázků nedokázala zorientovat. Nalezla špatnou, stejně nesloženou jako byla ta má. Dala jsem jí tedy za úkol, aby dala na jednu polovinu obrázky prázdné a obrázky s čárami – složené. Nereagovala. Vzala jsem tedy obrázek a zeptala se: „Je složený?“ Odpověděla ano nebo ne. To poznala. Tímto způsobem jsem jí srovnala kartičky

do dvou sloupců. V jednom byly složené obrázky, ve druhém nesložené. Dala jsem navíc ty, které k sobě patří téměř proti sobě. Pak jsem vzala jednu kartičku a Lenka hledala ve druhém sloupci tu, jež patří k té mé. O některých mi řekla, že neví. Dvakrát jsem jí opravila, ale potom jsem ji nechala dělat chyby.

#### D) Vyhodnocení

Při hře pexeso se ukázalo, že Filip nepochopil, které dvojice k sobě patří. Byl zmatený. Do třídy chodil krátce a mě viděl teprve podruhé. Ema se moc nesnažila. Ostatní tato hra bavila, přestože pro ně byla náročná. Oproti klasickému pexesu jim trvala déle. Potěšilo mne, že se snažili obrázky pojmenovávat a pamatovali si, že některé už skládali.

Všichni kromě Lenky byli schopni přiřadit k sobě dvojice pexesa. Lukáš udělal tři chyby, ale hned se opravil, i tak byl nejrychlejší. Lenka neporozuměla zadání. Ani při různých způsobech individuální práce s ní se mi nepodařilo jí to vysvětlit. Z deseti dvojic měla tři správně. V množství obrázků se nedovedla zorientovat, neuměla rozpoznat stejné obrázky.

### 3.2.3. Obrázky

#### A) Příprava a popis

Kartičky pexesa a velké obrázky jsem využila při úloze, kdy žáci tyto obrázky skládali. Poprvé nekládali kostky přímo na obrázek, protože předloha měla jinou velikost. Pozorovala jsem jejich snažení a zjišťovala, zda je pro ně snazší, když mají předlohu menší či větší.

Porovnála jsem i obtížnost skládání obrázků do dřevěné šablony a na papír obkreslené šablony.

#### B) Předpoklady a očekávání

Zajímalo mě, jak budou schopni skládat obrázky z malé a velké verze bez šablon. Určitě by to pro ně mělo být složitější než do šablony. Neodvážuji si předpovědět, zda bude snazší složení z malého nebo velkého obrázku.

Chtěla jsem ověřit, jaký rozdíl bude ve skládání obrázků do šablony a pouze na papír. Jistě by mělo být snazší skládání do šablony. Zvláště u dívek s DMO.

### C) Průběh

Všichni žáci dostali obrázek zvířete (velikost kartičky pexesa 5 x 5 cm), jehož hádanku uhodli. Obrázek měl zakreslené řešení. Jejich úkolem tentokrát bylo přijít na to, jestli daný obrázek lze složit z kostek, které mají. Všichni pracovali samostatně až na Lenku. Té jsem znovu musela vše vysvětlit. Řekla jsem jí, aby se podívala na obrázek. „Co by tady mohlo být za kostku? Z čeho je hlavička?“ Potom už skládala sama. Měřila jsem čas, za nějž byli schopni obrázek složit, abych ho posléze mohla porovnat s časem skládání z velkého obrázku. Každý žák prezentoval svůj výsledek ostatním. Kluci došli k závěru, že složit lze. Lenka také, ale obrázek složila špatně. Podle Emy obrázek složit nešel. Matěj s Lukášem jí ukázali, jak by to složili oni.

Po delší pauze dostali velký obrázek s řešením a opět se snažili přijít na to, zda lze udělat z jejich kostek. Po odstartování začali skládat. Lenka a Filip chtěli pokládat kostičky na obrázek, to jsem jim zakázala. Nikdo nepodotkl, že je to stejný obrázek jako ten malý. Při prezentování výsledků jsem se zeptala, zda měl ten první a tento obrázek něco společného. Odpověděli, že je otočený. To nebyla pravda. Pak došli k tomu, že je větší. Každý mi řekl, jaký se mu skládal snáze. Lenka opět složila obrázek špatně a Emě složit nešel. Bavili jsme se i o tom, jak postupovali při skládání. Matěj a Lenka zvolili stejný postup. Ostatní ho obrátili.

Následující tabulka (tab. 14) ukazuje časy, za jak dlouho složili malý a velký obrázek a který obrázek se jim skládal snáze.

Žák	Malý obrázek - čas	Velký obrázek - čas	Snazší obrázek
Filip	2:35	0:34	malý
Matěj	1:36	1:43	malý
Lukáš	0:50	0:58	Oba stejně
Ema	4:10	1:24	Oba stejně
Lenka	2:48	3:24	malý
Petr	Neúčastnil se	Neúčastnil se	Neúčastnil se

Tab. 14 Časy složení obrázků podle malé a velké předlohy

Dále jsem si chtěla ověřit, jestli je skutečně snazší skládat obrázky do dřevěné šablony. Každý žák dostal obrázek (obkreslenou šablonu). Tyto obrázky už byly trochu složitější a byli pro žáky nové. Při skládání jsem měřila čas. Emu jsem musela upozornit na to, aby mezi kostkami nenechávala mezery, jako když skládala do šablon. Lenka mne

zavolala a ukázala mi, že je hotova. Jedna kostka jí ale přečuhovala, musela to tedy opravit. Skládalo se jí špatně, položila-li jednu kostku, posunula ostatní. Neviděla, že má kostky špatně natočené, že neskládá přesně. Emě a Petrovi jsem poradila, jakou kostku měli špatně. Po šesti a půl minutách jsem nabídla všem kromě Matěje, který již byl hotový, šablonku. Filip ji odmítl a složil to sám na papír. Lukáš, Petr, Ema a Lenka pomoc přijímají. Pro Lenku bylo náročné přerovnat kostky do šablony.

Po třech měsících jsem žákům rozdala šablony těchto obrázků a měřila jsem čas, za který se jim to podaří složit tentokrát. Lenka a Ema měly navíc šablonku položenou v desce, aby se jim na stole neposunovala. Lukáš skládání vzdával, nešlo mu to. Nakonec jsem ho přesvědčila a pokračoval.

V této tabulce (tab. 15) jsem zapsala časy skládání na papír a do šablony.

Žák	Papír - čas	Šablona - čas
Matěj	2:57	1:10
Ema	9:07	2:34
Lenka	15:06	3:32
Petr	9:12	4:53
Lukáš	7:02	5:14
Filip	7:33	6:36

Tab.15 Porovnání časů skládání shodného obrázku na papír a do šablony

#### D) Zhodnocení

Výsledky skládání obrázku podle malé a velké předlohy vyšly docela podobné. Všichni chlapci zvládli složit oba obrázky správně. Naopak děvčatům se to ani jednou nepodařilo. V Emině obrázku jsem neviděla ani náznaky obrázku, který měla složit. Byl to shluk kostek. Z Lucinčina obrázku se dal vyzpozorovat pták, i když nebyl přesný (Příloha 10). Zvolila špatnou velikost trojúhelníku na hlavu ptáka. Problém jí činilo natočení trojúhelníků na křídlech. Všimla si, že to nemá přesné, ale nevěděla si s tím rady. Ostatní kostky už tam jen nějak doskládala, jak se jí to líbilo. Když její obrázek chlapci opravovali, činilo jim natočení křídel také problémy. Uvědomila jsem si, že to není tak snadné, jak jsem si původně myslela.

Překvapilo mě, že pro Filipa bylo snazší skládat malý obrázek, přestože mu jeho složení trvalo podstatě méně času. Emin výrazněji rychlejší čas nelze vyzdvihovat. Ukazuje, že se méně snažila skládat daný obrázek. Dříve to vzdala.

Když skládali těžší obrázek na papír, velmi mne překvapili. Byli potichu a snažili se, i když to nešlo hned. Matěj byl nejrychlejší. Už se dobře orientoval. Bylo vidět, že kostičky zná a umí s nimi manipulovat. Lukáš byl o čtyři minuty horší než Matěj. Tentokrát pracoval soustředěně a nevzdával se. Problém mu činilo umístění velkého trojúhelníku. Přišel na to, že je důležité ho správně umístit, poté tam ostatní kostky již snáze napasuje. Filip se rozzlobil, když Matěj skončil. Musela jsem ho přemluvit k další práci. Měl problém s posledními dvěma kostkami. Ema s Petrem složili obrázek až s šablonkou. Tam to stihli za 1,5 minuty. Snáze se jim v šabloně kostky natáčely. Pro Emu hmat kompenzoval zrakovou vadu. Lenka postupovala při skládání obrázku na papíře správně. Jako první umístila velké trojúhelníky. Při pokládání dalších dílků si však ty umístěné rozhazovala. Při přendávání kostek do šablony obrázek znovu skládala. Nechala se vyrušovat tím, že ostatní byli hotovi.

Při opakování skládání stejného obrázku přímo do šablony, jsem již podrobně nepozorovala jejich snažení. Pouze Lukáš nepracoval soustavně. Když byli Matěj i holky hotovi, přestal. Říkal, že nemá cenu pokračovat. Nakonec se nechal přesvědčit.

Podíváme-li se na časy, za které byli schopni obrázek složit na papír a do šablony, vidíme, že pro ně bylo prokazatelně snazší skládání do šablony. Nečekala jsem, že rozdíl bude takto výrazný. Matěj a Petr se zlepšili o více než dvojnásobek. Lukáš s Filipem měli čas lepší o jednu až dvě minuty. Oba ale v jednom případě přestali na určitou dobu pracovat. Nejvíce mne překvapily dívky. Se šablonkou dokonce porazily 3 chlapce a zlepšily se o 6,5 minuty v případě Emy a o 11,5 minuty u Lenky. Tato pomůcka je pro ně opravdu velmi vhodná. Dokážou s ní své hendikepy kompenzovat.

### 3.3. Zaznamenávání řešení

#### A) Příprava a popis

Na papír jsem každému žákovi obkreslila šablonu. Poté měli za úkol zakreslit řešení. Obrázek tedy doplnili chybějícími čarami tak, jak ho složili. Následně jsme společně vymýšleli způsob zaznamenávání řešení. Označili jsme jednotlivé dílky a domluvili zápis směrů. Vše jsme si vyzkoušeli při záznamu řešení u dalšího obrázku, který si již žáci sami obkreslili.

V dalším týdnu jsme navázali hrou na procvičení tvarů a jejich symbolů. Abych zjistila, zda se orientují v symbolech, které jsme si určili, diktovala jsem jim zápis jednoho

obrázku a sledovala, zda pokynům rozumí. S předčítáním zadání jsem ho zároveň zapisovala na tabuli jednak pro to, aby měli vizuální kontrolu, a zároveň si všímali, jak to má vypadat. Počítala jsem s tím, že každému vyjde jiný obrázek. Zápis řešení je moc obecný. Dále jsem všem žákům rozdala stejnou šablonu (sedící kočka). Na tabuli jsem zapsala řešení a nechala je, aby obrázek podle zápisu složili. Ve zbývajícím čase se sami pokoušeli napsat zápis řešení u stejného obrázku jako minule.

### B) Předpoklady a očekávání

Cílem těchto úkolů bylo společně vymyslet nějaký způsob, jak bychom mohli zaznamenávat řešení obrázků, aniž bychom museli tvary do obrázku zakreslovat. Od počátku mi bylo jasné, že to moc dobře nejde. V zápisu řešení jsme tedy museli opominout různé natočení jednotlivých tvarů. Dalším problémem bylo více linií v jednom obrázku – jedna kostka se dotýká více než dvou dalších kostek. Museli jsme to tedy naprosto zjednodušit. Zajímalo mne, jaké symboly žáci vymyslí a zda budou schopni s nimi pracovat. Zdálo se mi to pro ně dost náročné hlavně z hlediska představivosti. Jde zde o záměnu předmětu se symbolem, což je pro žáky s mentální retardací velmi obtížné. Dalším problémem by mohlo být rozpoznávání stran – tedy orientace.

Očekávala jsem, že zakreslení řešení by měli všichni zvládnout, některým zřejmě budu muset poradit a názorně jim to ukázat. Nedovedla jsem si dopředu představit, jaké budou mít nápady na symboly a označení směrů. Pokusila jsem se je usměrnit a vybrat to nejjednodušší možné řešení. Přesto to pravděpodobně všichni nezvládnou.

Po týdně jsme pracovali na stejné věci. Navázala jsem na zkušenosti z minulé hodiny. Žáci si to potřebovali více ujasnit, pochopit, procvičit, pospojovat si konkrétní tvary se symboly, vyzkoušet si prakticky k čemu daný zápis slouží. Zvolila jsem tedy úlohy, od nichž jsem očekávala, že jim s tímto pomohou a že již budou schopni udělat zápis tak, jak jsem je to učila. Měli by se zlepšit. Myslím si, že dívkám to bude stále činit potíže.

### C) Průběh

Po složení obrázku na papír, kde byl jeho obrys nakreslen, žáci zakreslovali jeho řešení. Poradila jsem jim, že mohou vzít jednotlivé dílky a podívat se, která čára v obrázku chybí a tu obkreslit. Chlapci pracovali samostatně, dívkám jsem pomáhala kostky přidržovat. Výsledné zakreslené řešení žáků jsem vyfotografovala do přílohy 11.

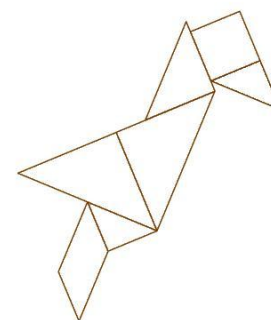
Abychom to vždy nemuseli obkreslovat, začali jsme vymýšlet jiný způsob zaznamenávání řešení. Ptala se, jak bychom mohli označit jednotlivé dílky. Matěj navrhl hvězdičky, Filip čísla. Lukáš si už dílky na papíře očísloval. Domluvili jsme se tedy na číslech. Lukáš označil malý trojúhelník 1. Petr a dívky se do diskuze nezapojili. Snažila jsem se je tedy vtáhnout. Zeptala jsem se jich, kolik máme dílků. Odpověděli 7. Dál jsem se ptala, zda jsou nějaké stejné. „Jak to uděláme? Dáme jim stejné číslo, nebo bude mít každý dílek jiné?“ Názory žáků se rozcházeli. Nechali jsme hlasovat. Nakonec jsme zvolili následující symboly:

1	malý trojúhelník (2x)
2	čtverec
3	velký trojúhelník (2x)
4	kosodélník
5	středně velký trojúhelník

Tab.16 Vymyšlené symboly pro tvary tangramu

Zkoušela jsem, jestli všichni pochopili, na čem jsme se domluvili. Říkala jsem čísla a oni ukazovali tvary. Filipovi to dlouho trvalo, Lenka se často pletla. Musela jsem jít k ní a znovu vysvětlit, co má dělat.

Vzala jsem si velký obrázek datla (obr. 28), abychom si zkusili zapsat řešení. Shodli jsme se, že začneme od zobáku. Určili jsme dílek i symbol. Zapsali jsme i díl další. „Jak to ale zapíšeme? Kam dáváme tu druhou kostku?“ „Nahoru,“ odpověděl Lukáš. Ema navrhla hvězdičku. Ostatním se nápad nelíbil. Filip nabídl šipku nahoru. Ostatní souhlasili. Krčili ale rameny, že tomu nerozumí, že je jim to jedno. Společnými silami jsme došli k zápisu řešení tohoto obrázku.



Obr. 28 Datel

Na dalším obrázku se sami pokoušeli řešení zapsat. Všichni potřebovali mé vedení. Samostatně nikdo nebyl schopen to zvládnout.

V dalším týdnu jsme opakovali, na čem jsme se domluvili. Ptala jsem se, kam položím kostku, když udělám šipku nahoru?“ Petrova odpověď zněla dolů. Znovu jsem to musela vše vysvětlit. Diktovala jsem jim zápis a oni podle něho skládali obrázek. Tvary si docela pamatovali. Problémy jim činilo určování směrů – hlavně vpravo a vlevo. Ani šipky



na tabuli jim nepomohly. Každý opravdu složil jiný obrázek, na což jsem je dopředu upozornila.

K druhému zápisu jsem jim rozdala obrázky, ale už jsem ho nediktovala. Samostatně skládali. Petr mi tvrdil, že se tam jedna kostička nevejde. Upozornila jsem ho, že ji musí otočit. Filipovi jsem musela ukázat, kde má začít. Lenku zarazila druhá řádka zápisu. Všichni obrázek složili, jen Filip a Lenka ho skládali, aniž by používali zápis. Jeho pochopení vzdali.

V úkolu, který plnili i minule si už byli Matěj s Lukášem jistější. Říkali mi, že tomu rozumí. Označili dílky a začali zapisovat. První dva dílky zapsali s mou kontrolou správně. Dále ale nevěděli, potřebovali moji pomoc. Největší problém jim dělalo určení směrů, jinak zápisu rozuměli. Dívky zápis udělat nestihly. Filip se pokusil, ale nedokončil. Petr jen označil dílky.

#### D) Zhodnocení

Řešení zvládli zakreslit pomocí obkreslování jednotlivých dílků všichni žáci, i když dívky potřebovaly kostky přidržet. Filipovi jedna dělicí čára chybí. Prvotní pokusy (příloha 11) nebyly vždy úplně zdařené.

Do vymýšlení symboliky při zápisu se nejvíce zapojil Lukáš a Filip. Systém, ke kterému jsme nakonec došli, se mi zdál poměrně srozumitelný a jednoduchý, přesto ho v praxi nezvládl žádný žák sám aplikovat. Matěj s Lukášem ho pod mým vedením zvládli, ale nerozuměli tomu. Řídili se jen pokyny, které si nedokázali propojit v systém. Petr zvládl začátek. Dále by mohl pod vedením pokračovat dál. Bohužel jsem neměla čas s ním být. Přestože Filip symboly vymyslel, neorientoval se v nich a pletl si je. Největším problémem bylo určení směrů. Ema rozpoznala symboly dílků, ale šipky ne. Navíc je neuměla ani graficky znázornit. Lenka zaznamenávání nestihla.

Další týden jsme více procvičovali. Při diktování postupu a stavění vlastního obrázku nám vzniklo 6 různých výtvorů. Vyfotila jsem je a doma sledovala, jak se postupem řídili (příloha 12). Všichni chlapeci správně umístili 5 dílků, Lenka 2 a Ema jeden. Lukáš, Matěj a Petr měli chyby v určování směrů, Filip si jen 2 kostky prohodil. Lenka si pletla strany i symboly. Ema chybovala ve všem, špatně rozlišovala velikosti trojúhelníků.

Obrázek podle postupu složili všichni, ale Filip se neřídil postupem. Dívky mají kostky trochu posunuté. Matěj s Lukášem tvrdili, že postup pochopili. Myslela jsem si, že už porozuměli, k čemu to vlastně je.

Do úkolu opakovaného z minula se pustili pouze Matěj, Lukáš a Petr. Ostatní ještě dodělávali jiné úlohy. Petr správně označil dílky, do záznamu postupu se ale nepustil. Matěj zakreslil dílky, zapsal symboly. Sám nevěděl, jak zápis udělat. Pomohla jsem mu jako minule. Tentokrát se už orientoval rychleji. Lukáš označil symboly a zapsal je do řady. Pod ně zaznamenal šipky, ale špatně. Neměl v tom žádný systém. Symboly byly přeházené. Záznamy řešení jsou příloze 13.

Zklamalo mě, že systém zápisu žádný žák nepochopil. Dokázali pouze dělat jednotlivé kroky, zapsat symbol, určit stranu při vyloučení nesprávných odpovědí. Bez vedení je pro ně záznam řešení naprosto nepoužitelný.

## 4. Experimentální výuka s pentominem

Druhá část praktické části je věnována experimentální výuce s pentominem. Chtěla jsem při ní zjistit, zda budou žáci se speciálními vzdělávacími potřebami po přípravě schopni plnit stejné úkoly jako žáci bez postižení, s nimiž jsem pracovala při ročníkové práci. Zvolila jsem hned několik přípravných fází, při nichž se žáci naučili manipulovat se čtverci, seznámili se s jeho vlastnostmi, naučili se vymýšlet tvary a zaznamenávat je do čtvercové sítě, také se seznámili s otáčením. Poté se pomocí multisenzoriálního přístupu s dílky pentomina seznamovali. Také skládali obrázky, hráli hry a skládali čtverec.

### 4.1. První přípravná fáze – Domino

Cílem této fáze je žáky seznámit se čtvercem a jeho vlastnostmi. Dále se musí naučit přikládat čtverce správně k sobě a poprvé se dozvědět o otáčení. S dominem, které si sami vymyslí, se zároveň naučí manipulovat. Jejich úkolem bude složit šest obrázků nakreslených na papíře.

#### A) Příprava a popis

Na začátku hodiny jsem si chtěla s žáky popovídat o jejich znalostech čtverce. Pro názornost jsem vyrobila velké a malé papírové čtverce pro každého. Důležitým úkolem bylo přiložit k sobě dva čtverce tak, aby se vzájemně dotýkaly jednou celou stranou. Následně bychom porovnali, jaké tvary jim vznikly. Ukázali bychom si, zda obdélník na délku a na výšku je stejný tvar či nikoli. To by bylo jejich první seznámení s otáčením. Obdélníčky jsem měla vyřezané ze dřeva. Žákům velmi usnadňují manipulaci. Vymyslela jsem šest obrázků, které je možné složit ze sedmi obdélníků – domin. Žáci jejich řešení po složení zakreslí. V závěru vyučovací hodiny jsme si zahráli hru „Domino“.

Každý hráč dostane 5 dominových kostek. Jedna kostka se otočí obrázkem vzhůru doprostřed hrací plochy. Ostatní kostky se položí na stranu obrázkem dolů. Všichni hráči si prohlédnou své kostky. Hráč, který začíná, se podívá, zda má na své kostce stejný obrázek jako je na otočené kostce na hrací ploše. Pokud ano, přiloží ji stejným obrázkem. Pokud stejný obrázek nemá, musí si líznout další kostku. Hráči se po kruhu střídají. Vyhrává hráč, který se zbaví všech svých kostek co nejdříve.

## B) Předpoklady a očekávání

Předpokládala jsem, že už žáci čtverec ve škole probírali, pouze si tedy znalosti zopakujeme. Přiložení dvou čtverců k sobě by také nemělo činit potíže. Chtěla jsem to ale zdůraznit, aby v tom žáci měli jasno a s přibývajícími čtverci to dělali správně. Zajímalo mne, jak natočené tvary jim vzniknou a zda je budou považovat za stejné či nikoliv. S otáčením se předtím ještě určitě nesetkali. Věřila jsem, že tomu porozumí. Obrázky by podle mne neměly být těžké, mají už zkušenosti z tangramu. Kostky se sice liší, ale princip je podobný. U dívek by mohl být problém se zakreslováním řešení. Hru domino asi všichni znát nebudou, pravidla bych jim stručně vysvětlila, jinak je pochopí v průběhu hry.

## C) Průběh

Na začátku hodiny jsem žákům ukázala velký papírový čtverec a zeptala se jich, co je to za geometrický útvar. Lukáš mi správně odpověděl. Potom jsem rozdala čtverce všem a ptala se jich na strany, kolik jich je. Žáci mi je ukazovali a Matěj řekl správný počet. Nikdo nevěděl, jak se říká „špičkám“. Petr si myslel, že hrany.

Každý žák ode mne dostal ještě dva malé čtverečky. Někteří protestovali, že nechtějí papírové. Tyto dva čtverečky museli umístit tak, aby se dotýkaly jednou celou stranou. Za chvíli měli všichni úkol splněný. Kromě Lukáše je všichni položili vedle sebe – tzn. obdélník na délku. Všichni se přesunuli k jeho lavici. Já jsem vedle jeho výsledku dala výsledek ostatních. Zajímalo mne, zda jsou stejné. Všichni jednotně říkali, že ne. Vzala jsem tedy jeden vzniklý obdélník a otočila ho o  $90^\circ$ . Teď se shodli, že stejné jsou. Každý si vyzkoušel otáčet s oběma tvary. Petr označil vzniklý tvar za čtverec, spolužáci ho ale opravili.

Potom se vrátili na svá místa a obdrželi po sedmi dřevěných obdélnících stejné velikosti, jako byly ty jejich papírové. Porovnávali, zda jsou skutečně shodné. Z těchto kostek skládali obrázky nakreslené ve stejné velikosti na papíře. Po složení museli řešení zaznamenat. Nevěděli jak. Poradila jsem jim, že mohou jednotlivé kostky obkreslit. Lukáš psal na papír i šipky a čísla podobně, jako to dělal při záznamu tangramových obrázků. Matěj přišel na další řešení téhož obrázku. Lenku jsem musela se zakreslováním pomáhat. Přidržovala jsem jí dílky. Pro chlapce to bylo snadné, ale Lenku to trvalo dlouho. Dílky se jí na papíře posunovaly, vlastním skládáním si je rozhazovala. Lenku považovala jeden obrázek za složené, i když se jí kostky překrývaly (viz příloha 14). Chlapci si zatím mohli hrát.

Ptala jsem se, zda je napadne nějaký název pro tyto kostky. Lukáš navrhl obdélníky. „Nepřipomíná vám to nějakou hru, kde jsou na kostce taky dva čtverce?“ „Domino,“ odpověděl Filip. Tak jsme si na závěr hodiny domino zahráli. Jediná Lenka pravidla neznala, a přesto hru vyhrála.

#### D) Hodnocení

Ukázalo se, že se ve škole o čtverci mnoho neučili, pouze ho dokázali rozpoznat. Lence se plete s obdélníkem. Čtverce přiložili během krátké doby všichni správně. Jediný Lukáš složil obdélník na výšku. Jeho výsledek všichni považovali za jiný tvar. Zdálo se mi, že otáčení porozuměli, přesto ho nemají ještě zažitě, tudíž bychom ho měli ještě procvičovat. Obrázky nebyly pro chlapce složité. Vyřešili je správně. Matěj dokonce sám přišel na více řešení. Lenka chybovala. Kvůli poruše jemné motoriky se jí na papíře špatně skládalo. Neustále si to rozhazovala. Největším problémem všech bylo zakreslování výsledků. Matěj nevěděl, jak na to. Potom obkresloval, občas nakreslil od ruky nerovnou čáru. Lukáš dílky obkresloval, označoval je šipkami a čísly. Petr kreslil jen kratší strany obdélníků, navíc mnohdy nepřesně. Filip pracoval pomalu, ale snažil se o přesnost. Lenka vyžadovala intenzivní pomoc. Tři obrázky jsem jí zakreslila sama. Ema se nezúčastnila. Pravidla domina znali všichni kromě Lenky. Nikdo neměl potíže s rozlišováním jednotlivých obrázků.

Některá zajímavá zakreslená řešení a obrázky uvádím v příloze 14.

## 4.2. Druhá přípravná fáze – Trimino

Záměrem je zopakování poznatků, zdůraznění délky stran čtverce. Se třemi čtverci si procvičí otáčení a naučí se zaznamenávat řešení do čtvercové sítě. Z vyřezaného trimina budou skládat obrázky a zamyslí se nad různými řešeními složení obdélníku.

#### A) Příprava a popis

Zopakujeme si poznatky a otáčení. Otáčení nazveme kouzlem. Dobrovolník to ostatním předvede na tabuli. Kvůli Emě, která chyběla, zopakujeme domino. Potom dostanou další čtvereček a vymyslí trimino. Emě dám černou podložku. Díky kontrastu lépe uvidí malé bílé čtverce. Všechny tvary, na které přijdou, zakreslí do čtvercové sítě. Síť jsem narýsovala tak, aby její čtverce byli shodné s těmi, z nichž tvary vymýšlí. Tvary

nakreslíme i na tabuli a řekneme si, zda by otočením mohl vzniknout jiný tvar. Vyrobila jsem z papíru tvary trimina jako pomůcku k vysvětlování. Z vyřezaných obrázků složí obrázky, které jsem vymyslela. U obdélníku se pokusí vymyslet alespoň tři řešení. Obrázky mají vyznačené čtverce pro snazší zaznamenávání řešení. Otáčení procvičíme i při řešení následujících úkolů:

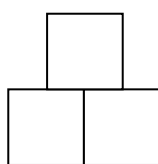
- Dejte kostičky ve tvaru L tak, aby byli shodné.
- Dejte kostičky ve tvaru L tak, aby byla každá jinak natočená.
- Dejte kostičky ve tvaru L tak, aby vznikly dvě shodné dvojice.
- Udělejte z kostek otočených stejně komín. (Jasně je vidět, že jsou shodné.)

### B) Předpoklady a očekávání

Předpokládala jsem, že si otáčení domina budou pamatovat. U trimina by si ho měli generalizovat a dále už by mu měli rozumět. Při zakreslování do sítě by mohl vzniknout problém s mentálním obrazem tvaru. Možná nebudou schopni si tvar složit, zapamatovat a zakreslit. V tom případě bych jim poradila, že si ho mohou složit přímo na síť, jeden čtvereček odebrat a vybarvit místo, kde se nacházel. Vymyslet trimino by neměl být problém. Pravděpodobně všichni zakreslí vše, co vymyslí – i otočené tvary. Na tabuli bychom si to vysvětlili. Obrázky by opět neměli být moc náročné. Byla jsem zvědavá na různá řešení obdélníku. Drobné úkoly by měli ukázat, jak otáčení pochopili.

### C) Průběh

Při opakování si Petr pamatoval, jak se nazývají rohy čtverce. Měřit strany čtverce pravítkem jsem je musela naučit, neuměli to. Všichni došli k závěru, že jsou všechny strany stejně dlouhé. Petr dodal: „A obdélník má krátké a dlouhé.“ Domino tentokrát složili úplně všichni na šířku. Po rozdání dalšího čtverečku mají za úkol ho přiřadit tak, aby se jiného čtverce dotýkal celou stranou. Každý vymyšlený díl zakreslovali do čtvercové sítě. Emě jsem to musela individuálně znovu vysvětlit. Zkoušeli vymýšlet i další možnosti, jak daný úkol splnit a všechny zaznamenávali. Filip umístil tři čtverce tak, že se dotýkaly pouze rohy. Lenku a Lukáše napadlo následující řešení:



Obr. 29 „Pyramida“

Vysvětlila jsem jim, proč je to špatně, nechtěli si to nechat vymluvit. Petr zakreslil mnoho řešení. Některá z nich jsou stejná. Zeptala jsem se ho na to a ukázal mi, která to jsou. Na tabuli jsme společnými silami zakreslili všechna řešení. Lukáš nakreslil i to na obr. Znovu jsem vysvětlila, proč je to špatně. Vzala jsem svůj vystřižený tvar „L“ a přiložila ho k jednomu podobnému tvaru. Udělala jsem „kouzlo“ a otočila ho. Zeptala jsem se žáků, zda máme tento tvar na tabuli. Všichni mi ho ukázali. Vyzkoušeli jsme to se všemi tvary. Zjistili jsme, že řešení trimina jsou pouze dvě.

Po týdnů jsme s triminem pokračovali. Při zakreslování tvarů na tabuli se pletli. Ema udělala domino, Filip kreslil jen shodný tvar, Petr namaloval tvar ze čtyř čtverců. Nedokázali rozpoznat shodnost. Při společné práci nedávali pozor. Nakonec se zdálo, že otáčení rozumí. Z dřevěných kostek trimina skládali tři obrázky. Tentokrát měli zakreslování řešení usnadněné čtvercovou sítí, která byla v obrázcích vyznačena. Museli si dávat pozor, aby vybarvovali každou kostku jinou barvou. Ema při skládání položila kostku do  $\frac{1}{2}$  čtverce. Matěj a Filip zvolili vlastní způsob zaznamenávání. Emě jsem musela při zaznamenávání hodně pomáhat, nevěděla, jak to udělat. Lukáš a Petr si vybarvili pár dílků, aniž by obrázek složili. Filip a Matěj se ptali, zda stačí složit jeden obdélník. Poznali, že jsou shodné. Vymýšleli další řešení. Petr a Ema nestihli vyřešit vše.

Drobné úkoly se už nestihly. Použila jsem je jako rozcvičku a opakování další hodinu. Dílky ve tvaru „L“ měli natočit shodně. Lenka potřebovala individuální povysvětlení. Všichni ostatní tomu hned porozuměli. Při natáčení každé kostky jinak se Petr musel opravit. Ema to nezvládla.

#### D) Hodnocení

Z poznatků o čtverci neznali pojem vrchol a stejně dlouhé strany. Ani s měřením pravítkem se při výuce nesetkali, nebo to zapoměli. Při vymýšlení trimina všichni začali tvarem obdélníku. Petr zakreslil mnoho tvarů, ale tři a tři byly shodné. Dokázal je však identifikovat. Lukáš a Ema přišli na „pyramidu“. Nenapadl mne tento způsob. Je špatný, ale pro žáky bylo vysvětlení nepochopitelné. Následující tabulka (tab. 16) uvádí počty řešení.

Jméno	Počet vymyšlených triomin
Petr	4
Lukáš	5
Ema	4
Filip	2

Tab. 16 Počty vymyšlených triomin i s otočenými tvary

Celkový počet všech řešení byl šest. Tvary byly celkově pouze dva, šest je počet všech otočených obrazů, které lze do sítě zakreslit. Lukáš tedy na jedno zapomněl. Filipovi se nechtělo vymýšlet, byl zdravotně indisponován. Ema měla problémy se zakreslováním. Matěj s Lenkou byli nepřítomni.

Otáčení žáci porozuměli. Ukázalo se, že obrázky a obdélníky nejsou snadné, jak jsem si myslela. Ema a Lenka složily jen jeden obrázek. Mnoho času jim zabralo zaznamenávání řešení. Lukáš si zakresloval jen nějaké tvary a obrázky neskládal. Nakonec dva složil. Petr složil jen obrázky, nejdříve je ale začal vybarvovat. Barevně odlišoval dílky. Matěj nejprve zakreslil obrysy tvarů, potom zvolil jiný způsob zaznamenávání. Odkoukal ho od Filipa. Vymyslel stejně jako Filip pět různých řešení obdélníku. Filipova řešení jsou na podobném principu – pouze otočí dvě kostky. Lenka a Ema měly problémy. Složily jen jeden obrázek. Lenka pracovala samostatně, zakreslování neporozuměla. Ema velmi pečlivě vybarvovala. Občas jsem jí poradila, jak na to.

V příloze 15 uvádím fotografie vymyšlených tetramin, obrázky a obdélníky některých žáků. Rozcvička splnila účel zopakování otáčení. Lenka tomu moc nerozuměla. Překvapila mě Ema, která pracovala velmi aktivně a rychle. Petr s Lukášem vymysleli zajímavá řešení, která jsem nečekala.

### 4.3. Třetí přípravná fáze – Tetromino

Žáci by už měli umět se čtverečky manipulovat i je zakreslovat do čtvercové sítě. Musí si ale dávat pozor na to, aby nezakreslovali stejná řešení (tvary jen otočené).

#### A) Příprava a popis

Stejně jako vymýšleli a zaznamenávaly tvary trimina, vytvořili tetramino. Počet řešení už je 5. Potřebuji, aby se naučili zakreslovat jen různé tvary, ne pouze otočené. Při



vymyšlení pentomina by v tom měli zmatek. Připravila jsem pracovní list (viz příloha 16). Je dalším způsobem procvičení otáčení. Žáci na něm spojovali stejné tvary.

#### B) Předpoklady a očekávání

Očekávala jsem, že budou žáci již způsob vymyšlení a zaznamenávání tvarů do čtvercové sítě znát. Trochu jsem se obávala, jestli budou zakreslovat jen různé tvary. Pravděpodobně ne všichni přijdou na všech pět řešení. Pracovní list jsem vytvořila opravdu spíše procvičovací. Jen různé délky obdélníků by je mohly trochu zmást.

#### C) Průběh

Žáci vymýšleli tvary tetramina ze čtverečků tak, aby se sebe vzájemně dotýkaly alespoň jednou celou stranou. Upozornila jsem je, že „pyramida“ není dobře. Čtverec se nesmí dotýkat pouze poloviny jiných čtverců. Také si museli dávat pozor na otočené tvary. Lenka nebyla schopná samostatné práce. Tvary skládala sama, vždy jsem jí musela dávat jednoduchou instruktáž, co kdy udělat. Lukáš zakreslil dva stejné tvary (viz příloha 16). Ptala jsem se ho, jestli by po otočení byly shodné. Nic mi neodpověděl. Myslela jsem si, že věděl, ale nechtěl uznat chybu. Petr potřeboval povzbudit k další práci. Lenka položila čtverce tak, že se dotýkaly pouze rohy. Ema si dává na vybarvování záležet. Po dvaceti minutách jsem jim rozdala dřevěná tetramina. Přikládali si je na své vymyšlené tvary a zjišťovali jejich správnost a počet. Matěj vymyslel všechny (příloha 16). Lukáš mi ukazoval, které dílky měl vícekrát. Potom si mohli hrát. Lukáš složil samopal.

Pracovní list jsme řešili až v další hodině. Žákům jsem řekla, že se mi doma rozsypany kostičky, obkreslila jsem je na papír a zamýšlela se, jestli bych mezi nimi nenašla stejné tvary. Žáci tedy spojovali stejné dílky čarou. Matěj to nepochopil, začal dílky rozdělovat na čtverce. Lukáš to stihl velmi rychle. Petr se jednou popletl a hned se chtěl opravit. Lenka potřebovala dovysvětlení. Tvary nejdříve obtáhla, až poté spojila (příloha 16). Její pracovní tempo bylo velmi pomalé.

#### D) Hodnocení

Bylo těžké žáky zklidnit. Pracovali poměrně pomalu. Nad vymyšlením tvarů si někteří nechtěli příliš lámat hlavu. Následující tabulka (tab. 17) ukazuje počty tvarů. Filip se tohoto experimentu nezúčastnil.

Jméno	Počet různých tvarů	Počet shodných tvarů	Počet otočených tvarů
Lenka	2	0	1
Ema	1	0	1
Petr	4	2	2
Matěj	5	0	0
Lukáš	3	1	6

Tab. 17 Počty zakreslených tvarů tetramina

Matěj jako jediný přišel na všechny tvary a při zakreslování se nenechal zmást těmi otočenými. Petrovi se také dařilo, ale vyznačil i tvary, které neměl. Lukáše to moc nebavilo. Kreslil vše, co vymyslel. Nad otočenými tvary nepřemýšlel. Chtěl mít co nejvíc tvarů. Lenku jsem musela zpočátku slovně doprovázet. Poté byla schopná pracovat samostatně. Ema pracovala výrazně pomalu. Nakreslila dva tvary – obdélníky, stejně jako při triminu.

Pracovní listy bylo nutné Lence, Filipovi a Matějovi individuálně dovysvětlit. Lenka tvary nejdříve obtahovala. Její práce tak byla delší. Ema a Petr nespojili jednu stejnou dvojici. Možná na ni zapomněli. Petr se sám jednou opravil. Všichni je jinak vyřešili správně.

#### 4.4. Vymýšlení tvarů pentomina

Při tomto úkolu jsem se nechala inspirovat knihou Miloše Zapletala - Kniha hlavolamů. Líbil se mi nápad, že si žáci sami mohou hlavolam vymyslet. Mají do čtverečkováného papíru vyznačit plochy obsahující pět čtverečků tak, aby se jednotlivé plochy od sebe tvarem lišily. Každá plocha má obsahovat pět celých, nedělených, čtverečků, které se vzájemně stýkají aspoň jednou stranou.

Pro usnadnění jsem žákům rozdala pět čtverečků, aby si nejprve jejich manipulací vymysleli tvar a potom ho teprve zakreslili. Tento úkol jsem plnila i s žáky běžné základní školy. Všech dvanáct tvarů se povedlo vymyslet pouze pěti z šestadvaceti.

##### A) Příprava a popis

Zadání tohoto úkolu je jednoduché. Žáci v něm využijí vše, co se dosud naučili. Měli by vymýšlet co nejvíce tvarů, které vzniknou při skládání pěti čtverců tak, aby se

vzájemně dotýkaly alespoň jednou celou stranou. Tvary následně zakreslí do čtvercové sítě a označí číslem dle pořadí, v jakém ho složili. Maximální počet tvarů pentomina je dvanáct (1.2.2.).

Obávala jsem se, že by zakreslovali i tvary otočené, a tak mne napadlo jim jako pomůcku dát za každý vymyšlený tvar dřevěnou kostku. Kostka bude mít tvar, na který přišli. Bude mít i motivační funkci.

### B) Předpoklady a očekávání

Tato úloha je podle mne dost obtížná. Tvarů je mnoho, musí si dávat obzvlášť velký pozor na otočení. S tím by jim měly pomoci kostky. S nimi by si směli různě manipulovat a zkusit tak stejnost či různost tvarů. Dívky v minulých hodinách nevymyslely mnoho tvarů, pracovaly pomaleji než chlapci. Očekávám proto, že vymyslí 3-5 tvarů. Petr a Lukáš by mohli nalézt 6 až 8 řešení. Pro ně je náročné udržet pozornost a být trpělivý při časově náročném úkolu. Matěj a Filip jsou na tom intelektově nejlépe, mají vůli řešit těžší úlohy. Předpokládala jsem, že přijdou na 8 až 10 útvarů.

### C) Průběh

Žákům jsem rozdala pět čtverečků a čtvercovou síť. Věděli už, co s tím budou dělat. Postup si natrénovali v předešlých hodinách. Vysvětlila jsem jim zadání úlohy. Upozornila jsem je, že před zakreslováním vzniklého tvaru mne musí zavolat. Za každý nový díl, tzn. ne pouze otočený, ode mne dostali dřevěnou kostku téhož tvaru. S tou si mohli dílek zkontrolovat, mohl jim pomoci při zakreslování a využili ho při vymýšlení dalších tvarů ke kontrole, zda už ho nemají. Opět si museli dávat pozor kromě otáčení i na dotýkání pouze poloviny strany. Dílky jsem měla pro každého nachystané v barevných papírových taškách. Aby se o ně nehádali, rozpočítali jsme se říkadly, která sami znali. Na koho to padlo, směl si vybrat. Žáky zajímalo, co v těch taškách je a kolik toho tam je.

Petr, Matěj a Ema složili první tvary, za které dostali kostky. Lukáš začal rovnou zakreslovat, ale pouze se třemi čtverci. Zopakovala jsem mu, co má dělat. Vzal tužku a k těm třem tvarům dokreslil další čtverce. Vymyslel takto dva dílky přímo v síti. Ema se mě ptala, proč nemůže dávat čtverce do „pyramidy“ (viz obr. 29). Odpověděla jsem jí, že by to tímto způsobem nemohla zakreslit a že takové kostky nemám. Zadání úkolu znělo celou stranou, nejen půlkou. Petr zaznamenal stejný tvar, poznal, který to je. Domluvili jsme se, že už to příště dělat nebude. Matěj se mne ptal, na jakou stranu se píše číslice šest. Zajímalo ho také, zda se mu do sítě všechny tvary vejdou. Lenku jsem tentokrát pomáhala

vybarvovat. Za podstatnější jsem v tomto úkolu považovala vymýšlení tvarů. Ema několikrát za sebou vymyslela tvar, který už měla. Poradila jsem jí, aby zkusila jeden čtvereček přesunout jinam. Lenka dokreslila tvar, který jsem začala vybarvovat já. Dokončila ho ale jinak. Tímto způsobem vymyslela tedy už druhý tvar. Petr zaznamenal tvar nepřímo shodný. Řekla jsem mu, že je to stejná kostka. Odvětil, že je obráceně. Měl pravdu.

Matěj a Lukáš vymysleli dvanáct tvarů. Petr to po chvíli vzdal, chtěl si také hrát. Společně jsme se podívali na kostky, které mu zůstaly v tašce. Mrzelo ho, že na ně zapomněl. Lenka chtěla také končit, ale nenechala jsem ji. Skládala si „kolébku pro miminko“. Měla málo kostek, a tak si přála další. Musela si ji, ale vymyslet. To ji motivovalo k další práci. Dívkám se tvary často opakovaly. Poradila jsem jim, ať tři čtverce ve tvaru „L“ nechají a zbylé 2 čtverce přikládají jinam než doposud. Každá ještě nějaký tvar vymyslela. Byly už hodně unavené, tak jsme to ukončili.

Filip tento úkol plnil samostatně při jiné hodině, protože byl na diagnostickém pobytu. První složil tvar „P“. Do sítě ho zakreslil, aniž by s čtverci manipuloval. V síti zakreslil pouze kolečka. Na kostce jsou vyřezaná kolečka, která se nasouvají na kolíčky. On jich využil k záznamu. Při vymýšlení dalších tvarů vždy přesunuje pouze jeden čtvereček. Jeden tvar složil a zakreslil otočeně, aby se mu do sítě vešel. Po složení „I“ prohlásil: „To mě nenapadlo, protože... snažil jsem se dělat cikcakový.“ Protože jsem se mu věnovala individuálně, ptala jsem se ho vždy, zda daný tvar již má. Podíval se na své kostky a hned odpověděl. Vymyslel všech dvanáct tvarů.

#### D) Hodnocení

Výsledky mne opravdu velmi mile překvapily. Žáci výborně spolupracovali. Ve čtvercové síti se orientovali lépe a rychleji. Příprava byla znatelná. Bez ní by byli zmateni. Při zaznamenávání volili odlišný způsob (příloha 17). Matěj vybarvoval čtverečky po řadách (ne každý čtverec zvlášť). Tvar složil a zakreslil. Dokázal si utvořit mentální obraz. Lukáš obtahoval pouze obrys tvaru. Několik tvarů přímo zakreslil, aniž by je složil ze čtverců. Petr vybarvoval jednotlivé čtverečky bez toho, aby si čtverce na síť manuálně přenášel. Ema zpočátku volila stejný postup. Její pracovní tempo však bylo pomalé. Poradila jsem jí, ať tvary obkresluje pomocí kostek. Lenka vybarvila dva tvary, ostatní jsem udělala já. Filip tvary zaznamenával pomocí koleček ve čtverci. Dokázal si mentální obraz v představách otočit a zakreslit.

Jméno žáka	Počet tvarů pentomina	Počet stejných tvarů	Doba vymýšlení tvarů
Ema	10	0	43 min
Lenka	8	0	33 min
Petr	9	1	23 min
Lukáš	11	1	21 min
Matěj	12	0	21 min
Filip	12	0	14 min

Tab. 17 Vymýšlení tvarů pentomina – počet + čas

Žáci předčili má očekávání v počtech vymyšlených tvarů. Všichni se opravdu moc snažili. Tento úkol jsem zadávala žákům bez postižení. Jejich výkony byly téměř srovnatelné. Petr s Lukášem zaznamenali jeden shodný tvar. Lukáš o tom, ale nevěděl. Petr na to sám přišel. Navíc složil ještě nepřímo shodný tvar, který jsem v tabulce nezaznamenala.

Výrazně nejrychlejší čas Filipa jistě ovlivnila individuální práce. Nemusel na nic čekat. Dívky končily ve stejnou dobu, ale Lenka začala pracovat později. Jejich pracovní tempo bylo nejpomalejší, přestože jsem se jim snažila se zaznamenáváním pomáhat.

Pořadí složení dílků	Ema	Lenka	Petr	Lukáš	Matěj	Filip
1.	P	U	T	N	P	P
2.	I	P	L	Z	X	Y
3.	L	I	I	P	T	X
4.	Y	Y	P	L	M	F
5.	U	L	X	V	L	M
6.	T	V	M	X	Z	N
7.	F	T	N	I	I	U
8.	N	F	U	T	F	L
9.	Z		Y	M	N	V
10.	V			Y	U	I
11.				U	Y	Z
12.					V	T
Nesložené dílky	X, M	N, Z, X, M	V, Z, F	F		

Tab. 18 Pořadí vymyšlených tvarů pentomina

Žáci vymýšleli tvary spíše náhodně. Ema se pokoušela ponechat čtyři čtverce a manipulovat s pátým. Filip volil logickou strategii. Posunoval jen jeden čtverec. Ostatní vzniklý tvar zbořili a nový stavěli znovu. Mezi prvními tvary složili P. To je tvar, který označuji za žolíka.

Podle kapitoly 1.2.2. jsem si seřadila pravděpodobnost složení jednotlivých tvarů. Pořadí uvádím od nejpravděpodobnějšího tvaru k tomu nejméně pravděpodobnému: „P“, „F“, „Y“, „N“, „T“, „L“, „W“, „Z“ + „U“ + „V“ (stejná pravděpodobnost), „X“ a „I“. Tady se potvrdilo, že „P“ skutečně našli žáci mezi prvními tvary. Zajímavé je, že na druhý nejpravděpodobnější tvar „F“ dokonce 2 žáci nepřišli. Tvar „X“ také 2 žáci neobjevili, naopak nejméně pravděpodobný tvar našli všichni. Z toho vyplývá, že pravděpodobnost neměla na řešení žáků vliv.

#### 4.5. Naskládání co nejvíce tvarů

##### A) Příprava a popis

Na desku čtverce s 64 kuličky museli žáci bez opravování naskládat co nejvíce pentominových kostek.

##### B) Předpoklady a očekávání

Zajímalo mne, jak si povedou, když se poprvé seznámí s tvary a nebudou se moci opravovat. Byl to jen takový pokus. Odhadovala jsem, že se jim povede umístit 8 až 10 dílků.

##### C) Průběh

Každý žák obdržel dřevěnou šablonu šachovnice a 12 kostek. Vysvětlila jsem jim zadání úkolu. Lukáš a Filip chtěli naskládat všechny kostky do čtverce, chtěli se opravovat. Zakázala jsem jim to, přesto mě Lukáš neposlechl. Musel dát díl zpět. Petr řekl, že je hotov. Viděla jsem, že tam ještě má místo na jeden díl. Zeptala jsem se ho, zda se mu tam ještě nějaká kostka vejde. Podíval se na dílky a našel kostku, kterou umístil. Výsledky jsem vyfotografovala (příloha 18).

#### D) Hodnocení

Petrovi se podařilo umístit po opravě deset tvarů. Lukáš a Filip jich měli jedenáct. Jejich výsledky byly překvapující. Ve své ročníkové práci jsem pracovala se dvěma žáky bez postižení. Naskládali tehdy devět a deset tvarů. Lukáš s Filipem byli lepší. Ema, Lenka a Matěj se úkolu pro nemoc nezúčastnili. Dívky by pravděpodobně dopadly hůř. Je to ale pouze spekulace.

Lukáš začal skládat u spodní hrany čtverce. Jeho první kostka „T“ byla umístěna v levém dolním rohu. Potom zaplnil bez mezer celou řadu. Pokrčoval sloupcem, který nedokončil. Zbytek doplnil ostatními tvary. Zpočátku užíval těžké tvary. Zbylo mu „L“.

Filip začal tvarem „V“ v pravém horním rohu. Polovinu čtverce měl bez děr, pak se mu objevilo jedno okénko. Zbývaly mu tři těžké tvary – „X“, „M“, a „F“. Všechny už se mu tam nemohly vejít. Nepoužil „M“.

Petrova první kostka byla „I“ na levé straně. Zpočátku volil snazší tvary. Nenatáčel dílky, aby mu lépe zapadaly. Nechával mezery. Nevešly se mu „M“ a „Z“. Pro Petra bude tento hlavolam asi náročný.

#### 4.6. Hra „Co k sobě?“

Potřebovala jsem, aby se žáci s tvary lépe seznámili a zjistili, s jakým dílkem do sebe dobře zapadají. Rozdělila jsem je do dvojic. Protože jich byl lichý počet, spolupracovala s Filipem paní učitelka. Nechala jsem jí vybrat, s kým chce pracovat. Každá dvojice seděla v jedné lavici. Mezi sebe si vysypala kostičky tak, aby na ně oba dosáhli. Vysvětlovala jsem jim, co je čeká. Jeden z nich si vybral jednu kostku a položil ji. Druhý si vzal jinou kostku, o níž si myslel, že by se k té první hodila a přiložil ji k ní. Takto se oba střídali. Ukazovala jsem jim to na příkladech, aby tomu porozuměli. Paní učitelka s Filipem v klidu a tichosti pracovali. Petra a Lukáše jsem musela zpočátku slovně doprovázet. Filip se snažil umisťovat kostky, které se příliš nehodily, aby vznikaly mezery. Paní učitelka mu je ale zaplňovala. Upozornila jsem ho, že to dělá špatně, ať se snaží nedělat okénka. Kluci si říkají, že ten druhý prohrál. Nepochopila jsem, jak to mysleli. Lukáš Petra honil, ať spěchá. Kostka „X“ jim dělala problémy. Několikrát jim zůstala jako poslední a nedařilo se ji nikam hezky umístit. Lukáš někdy Petra opravil. Filip chtěl složit čtverec, ale nepodařilo se jim to. Podrobnosti tohoto a předešlého experimentu naleznete v protokolu (příloha 19).

Vzniklé obrazce Filipa a paní učitelky byly kompaktní, bez okének. Filip se zpočátku snažil úkol paní učitelce ztěžovat. Potom se začal snažit skládat správně. Dokázal tvary správně volit a pokládat je na vhodná místa. Chtěl vytvářet pravidelné obrazce.

Petr s Lukášem skládali zpočátku kompaktněji. Potom už je to příliš nebavilo, byli nepozorní a unavení. V obrazcích se objevovali okénka a nezapadající tvary. Lukáš měl tendence Petra opravovat. Lépe si dokázal představit, který dílek a jak otočený je vhodnější. Oběma činilo potíže umístění „X“. Dva vzniklé tvary označily názvem. Tyto a další příklady obsahuje příloha 18. Petr nad kostkami nepřemýšlel. Jednu vzal a někam ji položil, aby se ostatních dotýkala.

#### 4.7. Novoroční turnaj

##### A) Příprava a popis

Hru popsanou v kapitole 1.2.3. jsem chtěla využít zábavněji, vymyslela jsem proto turnaj. Žáci budou hrát sami za sebe každý s každým. Budou se moci vzájemně povzbuzovat, což bude zároveň dobrou motivací. Příprava nebyla nijak náročná. Stačilo se pouze rozhodnout, na kolik vítězných her se bude hrát, co všechno budu chtít zaznamenávat a jakým způsobem. Hráli jsme na dva vítězné zápasy. Zajímalo mne, kdo a v jakém pořadí použil různé tvary. Chtěla jsem se později k jednotlivým kolům vrátit a zhodnotit strategie žáků. Při turnaji jsem zapisovala pořadí použitých tvarů, počet her a začínající hráče. Výsledek partie jsem vyfotografovala.

Pro rychlejší průběh poprosím paní učitelku, aby druhou dvojici natáčela na video. Doma bych to potom vyhodnotila.

Bylo také nutné sehnat ceny za 1., 2. a 3. místo.

##### B) Předpoklady a očekávání

Při turnaji se měli žáci opět lépe seznámit s dílky. Měli se učit, kam se daný tvar ještě vejde. Který tvar by bylo nejvhodnější použít? Bude moci spoluhráč ještě umístit další kostku?

Očekávala jsem, že se bude dařit především Filipovi a Lukášovi. Matěj by měl také šanci na dobré umístění, ale již dvakrát chyběl a dílky nezná tak dobře.



### C) Průběh

Žáci už se na turnaj těšili. Na tabuli jsem nakreslila tabulku, kam jsem později zaznamenávala výsledky jednotlivých zápasů tak, aby to všichni viděli. Vysvětlila jsem žákům, v čem bude turnaj spočívat: „Vždy proti sobě budou hrát dva hráči. Každá dvojice dostane šachovnici, na niž budete střídavě pokládat kostky. Dnes se je nemusíte snažit dávat, aby do sebe dobře zapadali. Můžete je umístit úplně kamkoli, ale nesmí být mimo kolíčky. Vaším úkolem je, aby váš soupeř už žádnou kostku dát nemohl. Kdo dá poslední kostku, vyhrál.“ Matěj odpověděl: „Tak to já prohraju.“ Lenka se bála, že se jí to nepovede. Povzbudila jsem je.

Domluvili jsme se, že budeme hrát na dvou místech. U prvního bude dělat rozhodčí paní učitelka, u druhého já. Žáci, kteří zrovna nebudou hrát, se mohou dívat, ale nesmí radit. První zápasy hráli Filip a Lenka a Matěj s Lukášem. S paní učitelkou jsme jim pravidla pro jistotu zopakovali. Lukáš vyhrál 2:0. Matěj byl zklamán a řekl: „Já budu poslední. Filipa nedám ani náhodou. Aspoň ty, Lukáše, musíš vyhrát.“ Kluci skončili dříve, a tak spekovali, kdo by mohl vyhrát. Lenka překvapivě porazila Filipa 2:1. Po remíze si tahali sirky, aby se rozhodlo, kdo bude třetí kolo začínat. Jejich zápas trval velmi dlouho. Jedno kolo dokonce 7 minut. Způsobilo to třiminutové Lenčino hledání dílku, který by tam ještě mohla dát. Filip se potom ještě minutu pokoušel také nějaký nalézt, ale nakonec to vzdal. Žádná kostka se tam už nevešla.

Další zápasy hrála Ema s Petrem a Matěj s Filipem. Ema dlouho přemýšlela a zkoušela, kam se kostka „T“ vejde. Ke konci se Petr ptal paní učitelky, jestli tam Ema může něco dát. Odpověděla mu, že to musí říct Ema. Ta umístění nenašla, nebylo tam. Petr vyhrál 2:0. Filip dlouze přemýšlel nad různými možnostmi. Zvítězil nad Matějem 2:1.

Po přestávce Lenka brečela, že prohraje. Utěšila jsem ji a povzbudila.

Při zápolení Emy a Kuby Filip povzbuzoval Lenku, že na to má, že to dokáže. Omlouval se za to Matějovi. „Zas bude dobré, když Ema vyhraje, když je to... ~Já mám taky poruchu mozku. ADHD se to jmenuje. Ale moc mi to nevádí. Nepozornost to je.“ Ema kostky hůře viděla, posunula jsem jí je blíž. Zhodnotila správně, že je kostka moc dlouhá. Nad Matějem nakonec zvítězila 2:1. Lenka vedla s Lukášem vyrovnaný zápas. Nakonec však prohrála 1:2.

Filip s Lukášem se při souboji vzájemně popichovali. „To mě nevytočí!“ „A jsi v šachu.“ Lukáš vyhrál 2:0. Filipovi chvílku trvalo, než uznal svoji prohru. Petr se podceňoval. Tvrdil, že nikdy nepůjde Matěje porazit. A povedlo se mu to. Zvítězil 2:0.

Lenka začal být sebevědomější. Kuby se ptala, zda si myslí, že ji porazí a zda nechce pomoci, poradit kam má kostku položit. Zápas ale prohrála 0:2. Filip si posunoval kostky k sobě a Ema na ně špatně viděla. Musel je vrátit zpátky. Leu porazil 2:1 a zápas shrnul slovy: „Měl jsem štěstí.“

Lenka si během souboje s Petrem zpívala. Petr si komentoval, co dělal: „To se tam nevejde. Už jsem to pochopil.“ Ačkoli Lenka bojovala, prohrála 1:2. Ema po první výhře řekla Lukášovi, že vyhrála. On se ale bránil, že mají ještě odvetu. Ema ho porazila i podruhé.

Ema řekla Lenku, že to má prohrané. Lenka opět začala plakat. Těžko se smířila s prohrami. Nakonec to ale nevzdala. Oznamovala Emě, že jí to tam nepasuje a zvítězila 2:0. Ema to zhodnotila: „Kdybys tam nedala tuhle, vyhrála bych.“

V posledních zápasech Petr porazil Filipa 2:0 a Lukáše také 2:0. Sečetla jsem body na tabuli a došla k výsledku, že Filip, Lenka a Ema mají shodně dva body. Lenka už byla hodně unavená, navíc nezbývalo mnoho času, rozhodla jsem se, že si o třetí místo zahrají Filip s Emou a vítěz poté s Lenkou. Kdo zvítězí, bude třetí. Prohrál Filip, a tak se Ema utkala s Lenkou. Lenka se už nesoustředila. Zvítězila Ema.

Při vyhlášení výsledků dostali všichni malou odměnu. Trojice nejlepších i větší cenu. Pátý skončil Matěj. O čtvrté místo se dělil Filip s Lenkou. Třetí cenu vybojovala Ema. Na druhém místě se umístil Lukáš. Zvítězil neporažený Petr.

#### D) Hodnocení

Turnaj žáky nadchl. Nečekala jsem, že jednotlivé partie budou tak dlouhé. Celkově turnaj trval 1h 45 min. Žáci zvláště na konci každého kola dokázali hledat dílky, které by se jim do čtverce ještě vešly. Seznámili se tak s jednotlivými tvary.

Pořadí žáků mne překvapilo. Zde uvádím tabulku:

	Lukáš	Petr	Matěj	Filip	Lenka	Ema	Body	Pořadí
Lukáš		0:2	2:0	2:0	2:1	0:2	3	2.
Petr	2:0		2:0	2:0	2:1	2:0	5	1.
Matěj	0:2	0:2		1:2	2:0	1:2	1	6.
Filip	0:2	0:2	2:1		1:2	2:1	2	4.
Lenka	1:2	1:2	0:2	2:1		2:0	2	4.
Ema	2:0	0:2	2:1	1:2	0:2		2	3.

Tab.19 Tabulka výsledků turnaje

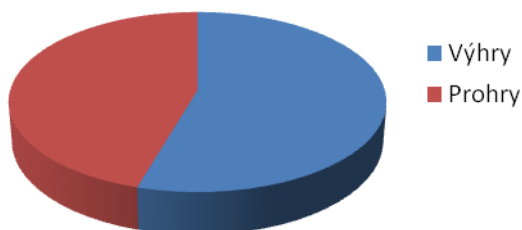
Suverénně zvítězil Petr, který zůstal neporažen. To mě velmi překvapilo. Lenka a Ema si nevedly špatně. U Matěje se zřejmě projevila i menší znalost jednotlivých tvarů.

Jméno	Celkem kol	Vítězných kol	Počet prohraných kol
Lukáš	11	6	5
Petr	11	10	1
Matěj	12	4	8
Filip	13	5	8
Lenka	13	6	7
Ema	12	5	7

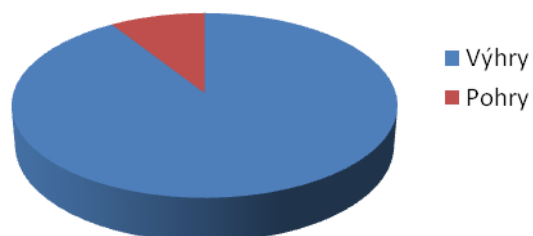
Tab. 20 Počet vyhraných a prohraných kol

Žáci hráli odlišný počet kol. Minimální počet mohl být 10 a maximální 15 v případě pěti remíz. Pro lepší názornost poměru úspěšnosti uvádím následující grafy.

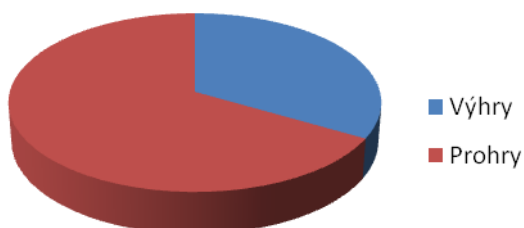
**Lukáš**



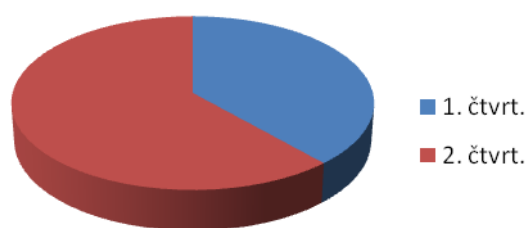
**Petr**



**Matěj**



**Filip**

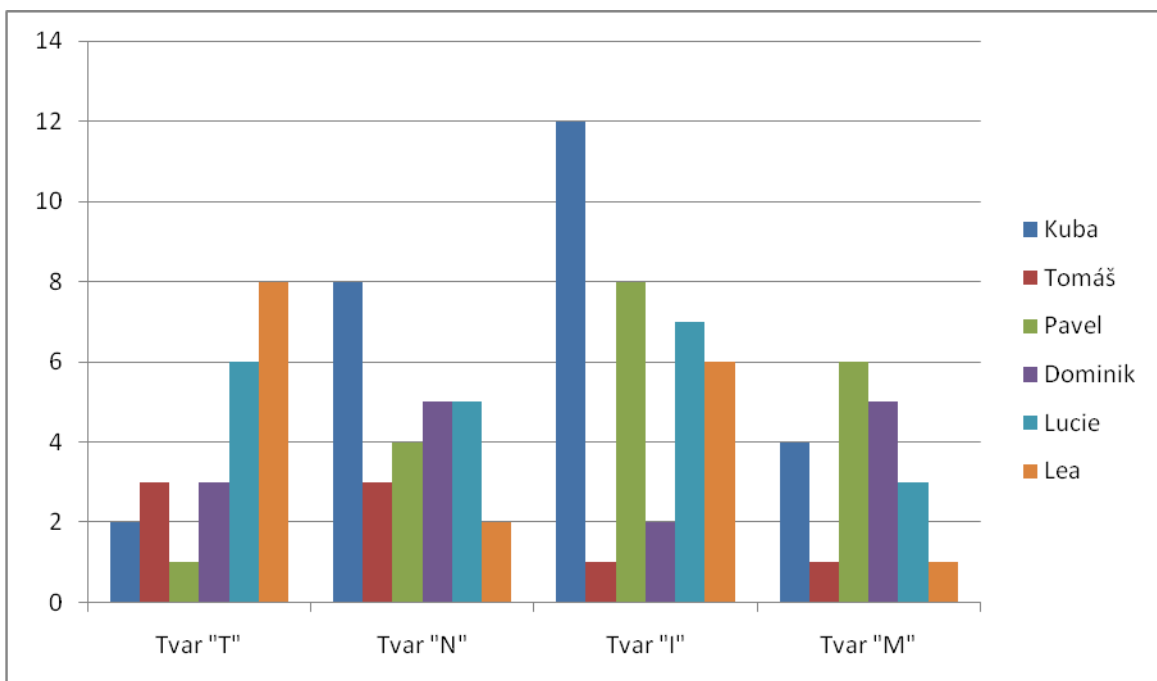


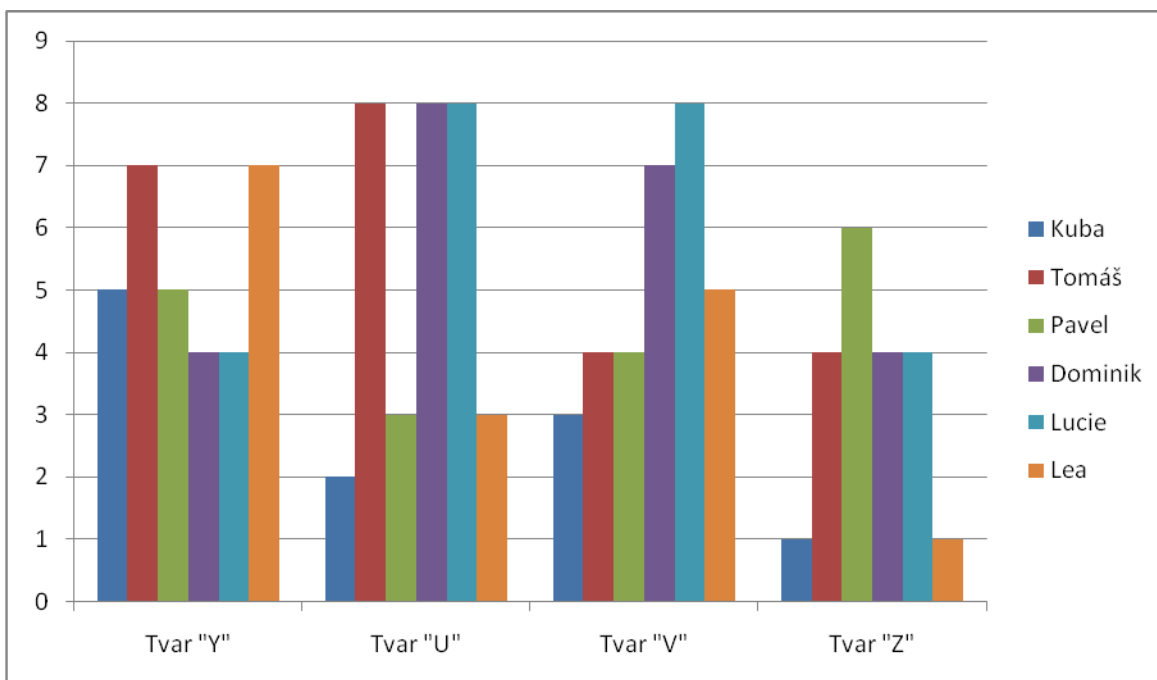
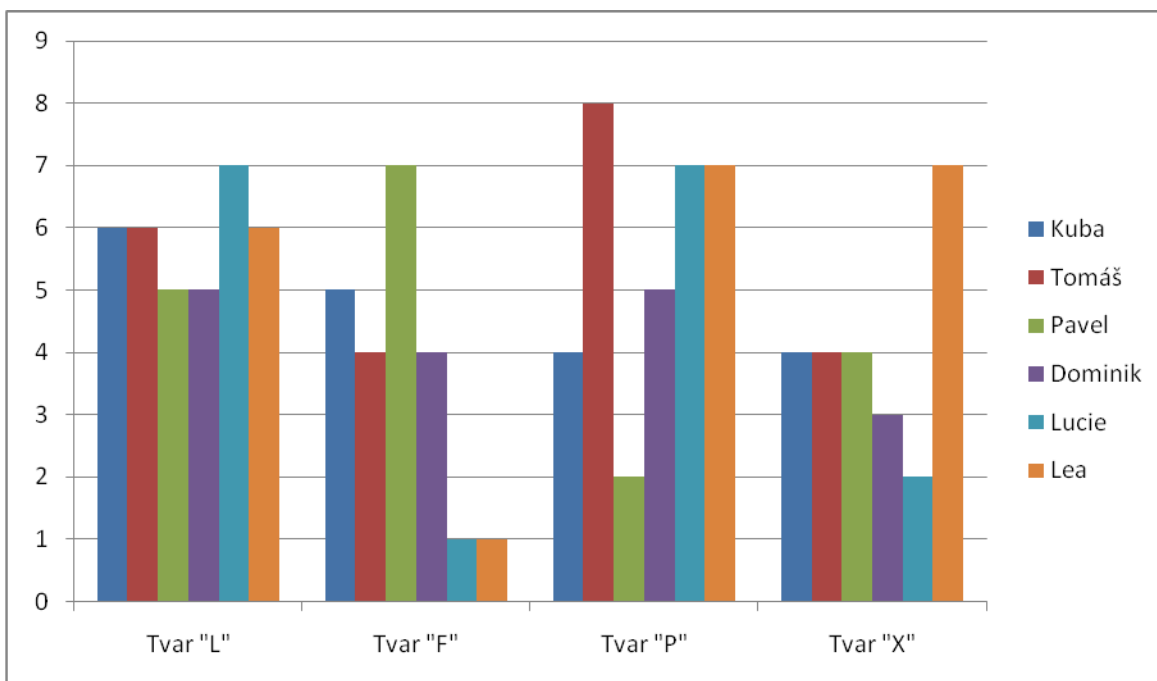


Podle těchto grafů by se pořadí úspěšnosti změnilo. Na třetím místě by byla Lenka, čtvrtá Ema a pátý Filip.

Při jednom kole žáci nejčastěji použili devět nebo deset kostek. V jednom kole se Filipovi a Lence povedlo použít 11. Filip s Emou použili pouhých 8.

Zajímalo mne, jaké tvary žáci používali. Tyto grafy znázorňují, kolikrát použili jednotliví žáci daný tvar.





Na grafech je jasně vidět rozdíl mezi jednotlivými žáky v četnosti používání různých tvarů. Nejméně používané tvary jsou „M“, „Z“, „F“ a „X“.

Nejčastěji využili „L“ a „P“. Matěj nejčastěji umístil „I“ a to dvanáctkrát, tzn. v každé hře. Nejméně používal „Z“. Lukáš využíval nejvíce „P“ a „U“ a nejméně „I“ a „W“. Petr měl stejnou nejčastější kostku jako Matěj – „I“. Nejméně užil „T“. Filip obvykle používal „U“ a minimálně „I“. Lenka také často umísťovala „U“ a také „V“, tvar „F“ pouze jednou. Ema volila nejvíce „T“ a nejméně „W“, „Z“ a „F“. Každý žák použil

všechny kostky alespoň jednou. Více žáci volili snadné tvary, což potvrzuje i to, že se snáze umisťují.

Sepsala jsem si i pořadí jednotlivých tvarů. Zajímala mne především první a poslední použitá kostka. Výsledky uvádím v následující tabulce.

Jméno	Nejčastější první kostka	Nejčastější poslední kostka
Matěj	X	N
Lukáš	L	U
Petr	M, U	F
Filip	U	P
Lenka	P	L
Ema	X	Y, I

Tab. 21 Nejčastěji používané první a poslední kostky v turnaji

Jako nejčastější poslední kostky žáci volili především snadné tvary. Mezi prvními kostkami se objevují nejvíce „X“ a „U“.

Snažila jsem se vypořádat strategie žáků. Filip vždy pokládal kostky tak, aby se dotýkaly ostatních. Někdy se snažil o skládání bez mezer. Začínal na různých místech. Rozmýšlel, kam by danou kostku mohl umístit. Měl vhléd. Matěj mnohdy dával kostku zcela mimo ostatní dílky. Obvykle začínal v rohu. Ema většinou pokládala dílky, aby se dotýkaly. Dlouho hledala místo pro kostky. Dělalo ji potíže kostky navléknout na kolíčky. Lenka začínala vždy v rohu nebo na straně. Často pokládala kostky zcela mimo ostatní. Ke konci partií dlouho hledala, zda by se tam ještě nějaká kostka vešla. Petr dával kostky, aby rozdělil prostor. Nechával si místo pro to, aby mohl položit ještě další dílek. Lukáš začínal v rozích.

Jednotlivé souboje jsem si doma znovu demonstrovala a zamýšlela jsem se nad tím, zda poražený měl možnost umístěním jiné kostky nebo změnou místa vyhrát a jestli měl vítěz jen jednu možnost, aby vyhrál nebo více.

Jméno	Prohra – možnost vítězství	Prohra – bez šance	Výhra – 1 možnost	Výhra – více možností
Matěj	6	2	2	2
Filip	4	4	2	3
Ema	5	2	2	3
Lenka	2	5	4	2
Petr	1	0	4	6
Lukáš	2	3	3	3

Tab. 22 Možnosti zvratu soubojů

Matěj měl šestkrát možnost zvítězit. Nemusel skončit jako poslední. Ema má také vysoký počet soubojů, které mohla zvrátit ve svůj prospěch. Zápas s Filipem dokonce mohla vyhrát. Měla možnost umístit ještě jednu kostku, ale hru ukončila, že to nejde. Lenka naopak prohrála většinou bez šancí. Petr prohrál pouze jednou a navíc měl možnost hru vyhrát. Když vyhrál, měl častěji více možností výběru kostek. Svědčí to buď o velké náhodě, nebo promyšlenosti jeho kroků. U Filipa a Lukáše jsou jednotlivé cifry rovnoměrné.

#### 4.8. Čtverec

Cílem tohoto experimentu bude složení čtverce. Každý žák umístí svých dvanáct kostek na šachovnici. Zůstanou mu kdekoli čtyři okénka. Šachovnice má 64 kolíčků. Kostky jsou složeny z pěti čtverců ( $5 \times 12 = 60$ ). Odečteme-li od šedesáti čtyř šedesát, zůstanou nám čtyři kolíčky volné.

##### A) Příprava

Tento úkol je velmi náročný. K němu ale směřovaly všechny přípravy, kdy se žáci s jednotlivými tvary seznamovali. Chci jim ještě udělit nějaké rady, aby se jejich úspěšnost zvýšila. Je důležité rozdělit tvary na těžké a lehké (viz 1.2.1.). Nechám žáky samotné, ať dílky rozdělí na tyto dvě skupiny podle svého mínění. Potom jim ukážu, jak to má být podle mne. První rada bude znít: „Nejdřív používejte těžké tvary. Snažte se jich co nejrychleji zbavit.“ Druhá rada bude: „Skládejte bez děr. Na konci vám potom někde vyjdou samy.“

Čtverec potom budou plnit kostkami tak, že nesmí žádná kostka přechuhovat. Všechny díry na kostkách musí být navlečené na kuličky.

### B) Předpoklady

Zajímalo by mne, jak žáci tvary rozdělí. Těžko se dá definovat, co je těžký a co lehký tvar. Uvidím, jak je rozlišují oni. Úkol to je opravdu dost obtížný. Nemyslím si, že ho zvládnou splnit všichni. Chlapcům by se to podařit mohlo, i když Petr bude pravděpodobně potřebovat trochu pomoci. Na dívky jsem velmi zvědavá. Když by to nešlo, naskládala bych jim pár dílků sama a nechala je to dokončit. Stejně jsem to udělala jedné dívce, se kterou jsem pracovala při své ročníkové práci. Té jsem ale kostky nerozdělovala na dvě hromádky, pouze jsem jí vysvětlila, co to těžký tvar je.

### C) Průběh

Úkol jsem nejprve vysvětlovala chlapcům, protože dívky ještě pracovaly na předešlém. Řekla jsem jim, že musí naskládat všechny kostky do šablony čtverce. Matěj hned zareagoval: „Všechny? To přece nejde, ne? Vždyť se tam nevejdou!“ Ujistila jsem ho, že se tam vejdu a dokonce jim tam ještě čtyři kuličky zůstanou volné. Chtěla jsem jim dát dvě rady. „První rada je skládat to postupně bez volných kuliček, ty si nechte na konec.“ Filip mi skočil do řeči: „Čtyři musí zůstat?“ Odpověděla jsem: „Ano, ale nech si je na konec.“ Ptal se dál: „A můžou zůstat třeba dva?“ „Nemůžou,“ odvětila jsem. Petra to také zajímalo: „A co když se mi to podaří poskládat celé?“ „To se ti nepodaří. Vždycky čtyři zůstanou volné.“

Pak jsem je požádala, aby se podívali na své kostky a zeptala se jich, jestli by je mohli rozdělit do dvou kupiček na lehké a těžké podle toho, jak snadno jim zapadají, kolik potřebují místa... Nejdříve je rozdělil Matěj a Lukáš. Ukázala jsem jim, jak to má být správně. Těžké tvary jsou ty, které zabírají velkou plochu 3 x 3. Pověděla jsem jim také o žolíkově, což je kostka „P“. Snadno se umísťuje skoro všude. Mojí druhou radou tedy bylo, aby nejdříve dávali ty těžké tvary a potom ty lehké. Filip protestoval, že kluci už začali skládat. Nechtěl kostky dělit, všechny se mu zdály lehké. S Petrem jsme se domluvili na rozdělení tvarů. Chtěl si vyzkoušet začít těmi lehkými. Dívky už také začaly dělit kostky. Emě se zdály všechny těžké. Nerozuměla, jak a proč by je měla dělit. Lenka kostky rozdělila. Opravila jsem jí to a znovu vše vysvětlila. Pro lepší představu jsem jí ukázala, jak postupuje Filip. Měl už polovinu čtverce bez jediné díry zaplněnou.



Petr se chtěl pochlubit, co už složil. Měl tam asi pět děr. Řekla jsem mu, že to takto dělat nemůže, protože by se mu to nepovedlo. Lukášovi už zbývaly jen dva dílky. Oba však byly těžké a nešly tam umístit. Matěj zkoušel skládat zprostřed. Petr znovu zanechal mezery. Ema začala znovu, protože jí to nevyšlo. Chtěla poradit, jak rozdělit kostky. Lenka křičela: „už to mám.“ Měla ale pouze položené lehké tvary, mezery neměla. Lukášovi to zase o kousek nevyšlo. Poradila jsem mu, že když umístí jednu kostku jinam, možná by to mohlo vyjít. Matějovi už zbývají také jen dvě lehké kostky („Y“ a „I“). Povedlo se mu to. Zatím, co ostatní skládali, mohl zkusit další řešení anebo vymýšlet nějaký vlastní obrázek.

Petr se rozčiloval, že na to nemohl přijít. Museli jsme to vysypat a začít znovu. Zdůraznila jsem mu, že je nutné dávat nejdřív ty těžké tvary. Emě dvě kostky přesahovaly ven. Začala znovu. Petr tentokrát skládal bez mezer, přesto mu to opět nemohlo vyjít, i když zbývaly jen tři dílky. Dvě kostky jsem mu vyndala a řekla mu, ať se zbaví těch těžkých. Jednu tam položil. Řekla jsem mu ale, že by to šlo lépe. Předělal to. Bylo to pro něho těžké: „Ať to zkusím, jak to zkusím, je to všechno marné.“

Lukáš úkol také zvládl. Mezery mu vyšli vedle sebe. Petrovi to opět nevyšlo, Ema tam nechala zbytečnou mezeru. Lenku dva dílky vykukují a nechala jednu mezeru. Zkouším ji navádět. „Přijď na to líp. Jak tam dáš tuhle kostku, aby nevznikla díra? Ne, dokážeš to lepší.“ Takto jsem jí navedla u dvou kostek. Potom už její řešení vypadalo nadějně. Filip se pokoušel složit čtyři díry v řadě, navíc ani ne u kraje. Řekla jsem mu, ať to nedělá. Měl se řídit mými radami a skládat bez mezer. Pokud chce, může to takto vyzkoušet, až mi ukáže řešení. Petrovi se stále nedařilo, musel začít znovu. Lenka mě zavolala, že už je hotová. Jedna kostka ale přesahovala. Musela ji umístit jinam, udělala to a skutečně našla řešení.

Po čtyřiceti minutách následovala přestávka. Petr neposlechl a zkrátil si přestávku. Čtverec během ní složil. Filipa jsem musela znovu napomenout. Nechal tam mnoho děr. Vysypala jsem mu to. Začal skládat uprostřed. Musel to vyndat a začít znovu. Šla jsem pomoci i Emě. Naváděla jsem ji, jak by to šlo lépe udělat a kdy použít těžký tvar. Musela na to ale přijít sama. Došla k správnému výsledku. Jakmile jsem nebyla u Filipa, skládal opět špatně. Ukázala jsem mu, jak na to přišla Ema a jak se dokázala řídit pravidly, aby k tomu došla. Tvrdil mi, že to dělá také tak. Opět tam měl spoustu děr. Vysypal to a začal se řídit mými radami. Za několik minut došel k řešení. Řešení všech žáků naleznete v příloze 20.

#### D) Hodnocení

Opravdu mne překvapilo, že všichni žáci došli k řešení. Dívky, zvláště Lenku, jsem podcenila. Každý chtěl čtverec složit a velmi se snažil. Někteří se nechtěli řídit mými radami a zjistili, že jim to bez nich nešlo. Filip tomu ale stále nechtěl rozumět a skládal po svém. Věděla jsem, že to zvládne. Měl k tomu všechny předpoklady, dokázal kostky natáčet, skládat je tak, aby do sebe zapadaly. Byl ale tvrdohlavý. Jakmile se začal radami řídit, složil to.

Tvary rozdělili podle obtížnosti následovně:

Jméno	Lehké tvary	Těžké tvary
Matěj	L, I, U, V	W, F, Z, X, T, N, P, Y
Lenka	L, U, P, V, X, F, Z	W, T, I, Y, N
Petr	I, L, Y, P, V, F	X, T, Z, W, U, N
Lukáš	L, I, U, P, Y, T, V	X, W, F, Z, N
Ema		všechny
Filip	všechny	

Tab. 23 Rozdělení tvarů na těžké a lehké

Podle Matěje mezi těžké tvary nepatří „V“. Zabírá také plochu 3 x 3, ale například do rohu se pěkně vejde. Naopak mezi lehké nezařadil „N“, „P“ a „Y“. Lenka nad tím asi moc nepřemýšlela. Víc než polovinu tvarů zařadila špatně. Pavle tvary dělil přesně na dvě poloviny. Dva a dva tvary jsem mu vyměnila („V“ a „F“ – těžké za „U“ a „N“ lehké). Lukáš k lehkým zařadil také „V“ a navíc „T“, u těžkých tvarů měl „N“. Ema a Filip tvary nerozlišovali. Nerozuměli zadání, nechtělo se jim.

Při rozdělování tvarů jsem vyzorovala další zajímavosti. Dílek „L“ a „W“ označili všichni správně. Naopak „N“ považovali všichni za těžký a „V“ za lehký. Nejúspěšnější byl v rozdělování Lukáš.

Matěj s Lukášem pracovali při skládání čtverce naprosto samostatně. Lukášovi jsem pouze jednou trošku poradila. Když jsem viděla, že se Filip pravidly řídí, nechala jsem ho pracovat a odešla jsem. Petrovi, Emě a Lence jsem trochu pomáhala. Kontrolovala jsem je a opravovala, aby nenechávali mezery, používali nejprve těžké tvary, otáčeli je co nejlépe... Žádné kostky jsem jim tam ale neumistovala. Ke všemu došli sami.

Při pozorování řešení jsem zjistila, jaké kostky používali na začátku a na konci skládání.

Jméno	Začínají dílky	Konečné dílky
Lukáš	T, F, Z, V	I, Y, N, U
Filip	V, F, Z, P	L, T, N
Matěj	U, Z, X, L	V, Y, I
Ema	U, X, Z, P	Y, N, I
Lenka	Z, I, W, Y	P, N
Petr	U, X, W, P	T, Z, Y

Tab. 24 Začínající a konečné dílky při skládání čtverce

Přestože někteří už na začátku použili lehké tvary a těžké si nechali na konec, zvládli to. Skládali bez mezer a systematicky, takže měli dost místa k umístění všech tvarů. Lukášovi vyšly mezery do tvaru písmene L. Řídil se pravidly bezchybně. Filip měl také pěkné řešení – řadu čtyř volných kolíčků. Ema měla díry také do L.

Měřila jsem orientačně čas, za jak dlouho k řešení došli (Tab. 25).

Pořadí	Jméno	Čas
1.	Matěj	11:09
2.	Lukáš	15:37
3.	Lenka	23:10
4.	Petr	33:30
5.	Ema	35:46
6.	Filip	47:40

Tab. 25 Pořadí žáků podle rychlosti složení čtverce

Nejvíce mne překvapilo mne třetí místo Lenka. Filip by byl určitě rychlejší, kdyby poslouchal a neplnil úkol po svém. Zajímavé jsou také výrazné časové odstupy mezi nimi.

V ročníkové práci jsem stejný úkol plnila se dvěma dětmi bez speciálních vzdělávacích potřeb. Chlapec řešení našel za 2 minuty, což je výrazně rychlejší než výkony těchto žáků. Dívka ale řešení po 15 minutách vzdala. Naskládala jsem jí tam několik kostek a pouze je poté doplnila ostatními. Všichni žáci tedy byli lepší než ona, protože úkol splnili. Dokázali překonat sami sebe, zachovat si vůli a trpělivost.

## 4.9. Obrázky

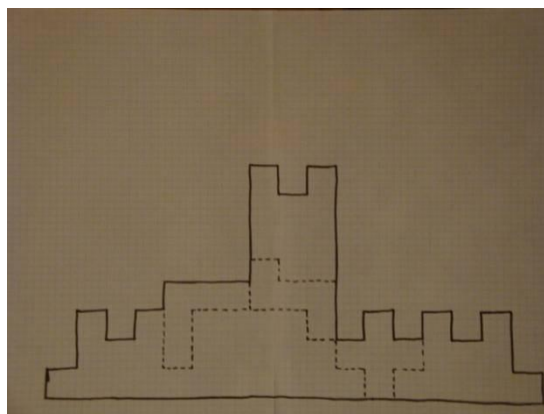
Z pentominových kostek se dají skládat i pěkné obrázky. Jsou ale složitější než tangramové, protože počet kostek je větší a tvar nepravidelnější. Obrázky bez nápovědy by žáci nebyli schopni složit. Chtěla jsem vyzkoušet, podobně jako u tangramu, jak dlouho jim potrvá složení obrázku podle řešení. Porovnala jsem časy, kdy bylo řešení ve stejné velikosti jako šablona, na kterou skládali, s řešením výrazně zmenšeným.

Jako vyvrcholení půlroční hry museli složit obrázek bez řešení.

### A) Příprava

Z vyřezaných šablon obrázků jsem vybrala šest. Obkreslila jsem je na papír a zakreslila řešení. K nalezení řešení mi pomohl počítačový program Smart Pentomino. Stejně obrázky i s řešením jsem zakreslila i na čtverečkovaný papír. Žáci budou na šablonu skládat kostky podle stejně velkého řešení. Budu jim měřit čas. Po týdnu složí stejné obrázky podle malého řešení a časy porovnam.

Cílem hry Dobývání hradu bylo složení obrázku hradu. Obrázek měl osm řešení (příloha 21). Bylo opravdu hodně náročné ho složit bez nápovědy. Zkoušela jsem to dát svému dvacetiletému bratrovi. Neuspěl ani on. Vybrala jsem tedy kostky, které do obrázku pevně zakreslím jako nápovědu (obr. 30). Tím jsem ale bohužel omezila počet řešení obrázku. Chlapcům jsem připravila obrázky hradu se dvěma nápovědami („X“ a „Z“). Obrázek tak měl 5 řešení. Dívkám jsem napověděla tři kostky, protože ony budou bojovat ještě s handicapem jemné motoriky. Obrázek nakreslený na papíře nefixuje kostky. Budou se jim tedy posunovat. Jejich možnosti řešení jsou čtyři.



Obr. 30 Hrad s nápovědou

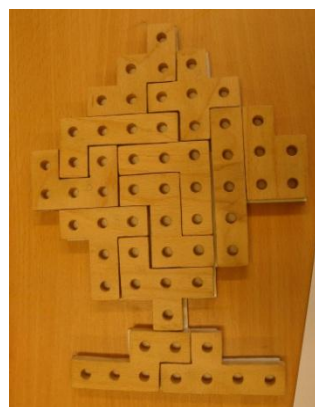
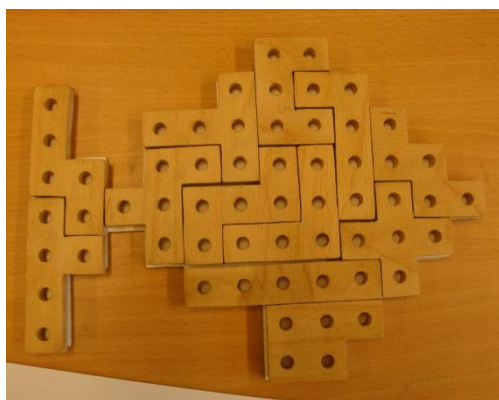
### B) Předpoklady

Předpokládala jsem, že složit obrázek podle stejně velkého řešení bude pro žáky snazší, zvládnou to rychleji. Dívkám bude porucha jemné motoriky činit potíže. Kostky se na šabloně i na papíře budou volně pohybovat, budou si je nechtěně posunovat. Jinak to považuji spíše za snadný úkol, který by neměl činit velké potíže.

Obrázek hradu bude podle mne naopak náročnější. S napovězenými kostkami by to měli vyřešit. Jsem připravena v případě, kdyby se žákům nedařilo, napovědět jim další dílky.

### C) Průběh

Žákům jsem ukázala krásné obrázky, které lze z kostek pentomina poskládat. Nechala jsem je hádat, co mají znázorňovat. Všechny obrázky uhodli. Jeden obrázek (obr. 31) připomínal hned několik věcí – ryba, strom, pohár se zmrzlinou. Každý si výběrem čísla zvolil jeden.



Obr. 31 Ryba, strom, zmrzlinový pohár

Vyřezané šablony se žákům líbily. Někteří dokonce začali napodobovat zvuky zvířat, jejichž obrázky měli. Rozdala jsem jim kostky a obrázek řešení. Aniž bych jim řekla, co bude jejich úkolem, začal Petr říkat, že je to těžké. Lenka tvrdila, že to nezvládne. Matěj už chtěl začít, přestože neznal pravidla.

Vysvětlila jsem jí tedy, co budou dělat. Své kostky budou umisťovat na šablonu podle řešení na papíře. Lenku jsem musela individuálně navést, aby se podívala na obrázek, kde chce začít, našla si kostku, kterou vidí na obrázku a dala ji na správné místo na šablonku. Lukáš a Matěj byli opět nejrychlejší. Matěj si myslel, že si budou obrázky měnit a skládat další, jako jsme tak skládali obrázky tangramu. Lenka potřebovala pomoci. Na šabloně měla několik nesprávných kostek. Vyndala jsem jí je a řekla, aby si dávala pozor. Mezitím i Filip s Petrem obrázek dokončili. Lenku i Emě se dílky na šablonce posunovaly, drkaly si do nich. Pomáhala jsem jim je přidržovat. Obě si pletly jednotlivé kostky. Nakonec je ale pokořily (příloha 22).

O týden později si vybraly stejnou šablonku obrázku. Řešení tentokrát dostali nakreslené na malém papírku. Matěj konstatoval: „Ale ty kostičky se nám tam nevejdou.“ Chlapci skládali obrázky naprosto samostatně a bez potíží. Pro Lukáše to bylo minule

snazší. U dívek se objevily stejné problémy jako minule. Krom toho bylo pro Lenku obtížné rozlišit dílky na tak malém obrázku. Zaměnila např. „Z“ za „M“. Skládala nesystematicky. Vždy několik kostek napravo, něco nalevo, pár dílků dole. Zkoušela to i bez řešení, moc se na něj nedívala. Musela jsem jí pomoci. Slovně jsem ji naváděla a přidržovala kostky. Neviděla, že má kostku špatně natočenou. Lenku jsem tentokrát pomáhala minimálně.

Na vyvrcholení hry se všichni těšili. Oznámila jsem jim, že hrad dobudou tak, že ho složí z pentominových kostek. Každému jsem rozdala hrad nakreslený na čtverečkováném papíře a kostky. Matěj se ujišťoval, zda se tam vejdou všechny kostky. Lenka a Petr potřebovali zadání dovysvětlit. Radila jsem jim, aby si nejprve našli napovězené tvary a položili je na místo, kam patří. Petr při skládání obrázku nechal mezeru. Zdůraznila jsem mu i ostatním, že v obrázku není ani jedno okénko. Lenka vyřešila věž, použila „U“ a „P“. Věděla jsem, že takto by zbytek obrázku nesložila, a tak jsem jí řekla, že musí přijít na jiné řešení. Petr s Lenkou mne neustále volali. Chtěli být si jistí, že postupují správně. Matěj složil věž jako Lenka. Také jsem ho upozornila na jiný způsob. Lenka našla správné řešení věže. Ema dlouho hledala kostku, pro niž tam měla akorát místo. Petr hledal druhý díl do věže, zatímco Matěj už byl hotov. Chtěl radit Lukášovi, ale zakázala jsem mu to. Ema postupovala pomalu, ale dobře. Jen musela jeden tvar otočit. Lenka poměrně rychle nacházela tvar, který potřebovala. Emě zbývaly poslední dvě kostky, našla je a správně umístila. Petr to také vyřešil, Lenka po chvíli též. Filip na začátku hodiny protestoval, že už hrát nebude. Minule se naštvál, protože jsem mu dala o jeden bod méně za neposlušnost. Nechala jsem ho být a položila před něho úkol. Sám začal pracovat. Zkontrolovala jsem jeho postup. Věž měl také špatně. Dokonce se v ní spletl dvakrát, až třetí řešení bylo správné. Zbytek hradu doskládal sám.

#### D) Hodnocení

Skládat obrázky podle řešení nebylo pro chlapce nijak obtížné. Lenka s Emou potřebovaly, jak jsem předpokládala, kostky přidržovat. Měly problém i se zrakovou diferenciací a pravolevou orientací. Pletly si tvary a špatně je natáčely. Ema měla potíže se zrakem při rozeznávání tvarů na malém obrázku. Chvillemi ho skládala bez pozorování řešení. Neskládala systematicky. Jejich výsledky jsou v příloze 22.

Pro všechny kromě Matěje bylo snazší skládat obrázek podle stejně velkého řešení. V rychlosti se ale mnozí naopak zlepšili (tab. 26).

Jméno	Čas – shodné řešení	Čas – zmenšené řešení
Matěj	1:22	1:39
Petr	2:45	2:06
Filip	2:24	2:03
Lukáš	1:02	2:18
Lenka	11:03	11:04
Ema	10:10	15:01

Tab. 26 Časy žáků při skládání obrázků podle řešení

Výkony chlapců byly poměrně vyrovnané, dívky byly výrazně pomalejší. Matěj se mírně zhoršil, přestože tvrdil, že si řešení pamatuje z minula. Petr se zlepšil o 40 s., ačkoli si stěžoval, že to bylo podruhé těžší. Filip se zlepšil o 20 s. Lukášovo zhoršení bylo výrazné. Zkoušel obrázek skládat bez řešení. Lenka zůstala na stejném čase a Ema se o dost zhoršila. Potřebovala by větší obrázek než ostatní.

Při skládání hradu se ukázalo být největším oříškem nalezení řešení věže. Možnosti byly tři, ale jen s jednou šlo hrad postavit. Filip přišel na všechny. Petr měl v řešení mezeru. Ema špatně natáčela tvary, stále zkoušela, co by tam šlo. Uměla s nimi už samostatně pracovat. Sama poznala, zda to tak může být či nikoliv. Lukáš, Matěj a Filip ode mne dostali pouze jednu nápovědu (špatně složená věž), jinak pracovali samostatně. Lenka, Ema a Petr potrebovali moji přítomnost častěji. K řešení došli sami. Já jsem jim pouze připomínala, na co se mají dívat, co hledat...

Obrázek složili všichni rychleji než čtverec, i když u některých není rozdíl tak výrazný.

Jméno	Čas složení hradu
Matěj	10:30
Lukáš	14:14
Ema	16:26
Petr	19:34
Lenka	20:03
Filip	27:40

Tab. 27 Časy složení hradu

Filip byl nejpomalejší, protože zpočátku trucoval a nechtěl pracovat. Mile mne překvapila Ema, která už získávala orientaci a přehled v jednotlivých tvarech.

Lukáš, Petr, Lenka a Matěj došli ke stejnému řešení (v příloze 21 obr. 4), Filip (v příloze 21 obr. 1) a Ema (v příloze 21 obr. 8) měli řešení odlišná. Na dvě řešení nepřišel nikdo.



## 5. Motivace a kreativita

K vypracování této kapitoly jsem použila literaturu: [41]

Domnívám se, že by bylo vhodné nejprve se s těmito pojmy teoreticky trochu seznámit. Motivaci můžeme chápat jako „souhrn činitelů, které podněcují, energizují a řídí průběh chování člověka a jeho prožívání ve vztazích k okolnímu světu a k sobě samému. Ve shodě s nimi chápeme motivovanou činnost žáka jako výslednici více motivačních vlivů působících současně, přičemž původní rozporuplné vlivy se projevují v jednotě jeho jednání.“ (Lokšová I., Lokša J., 1999, 11 s.)

Motivaci můžeme rozdělit na vnitřní, kdy žák uspokojuje svoje vnitřní potřeby, sám touží po splnění úkolu, po tom se něco nového dozvědět a naučit, pocítit úspěch... Naopak vnější motivaci ovlivňují vnější činitelé – např. učitel, který žáka známkuje, odměňuje ho nebo trestá. Učitel může volbou různých metod podněcovat i vnitřní motivaci žáka, která vede k lepšímu výkonu.

Motivace je tedy důležitou podmínkou úspěšnosti člověka. Ani já jsem se při své práci s žáky nemohla tomuto aspektu vyhnout. Snažila jsem se, aby úkoly byly pro žáky zajímavé a adekvátní k jejich schopnostem (tzn. aby všichni pocítili úspěch). Pokud byl úkol příliš těžký, snažila jsem se žákům poradit tak, aby k řešení stejně došli sami. Využívala jsem různé hry, soutěže a převlek architekta Arnošta. Také jsem žáky odměňovala – věcnými cenami, diplomy, pochvalami, volnou hrou nebo počty políček, které mohli ujit v půlroční hře.

Žáci potřebují vidět nějaký cíl, kterého mohou během výuky dosáhnout. Mnohdy se ale na závěr ukázalo, že zapoměli na slíbenou odměnu, nebo si při řešení úkolu ani nechtěli udělat přestávku. Filip mi dokonce jednou odmítl sladkou odměnu, že si ji nezaslouží, protože byl čtvrtý. Právo na výhru měli podle něho první tři, ostatní si za snahu odměnu nezaslouží. V následujících kapitolách se pokusím tyto motivační hry trochu rozvést.

Další pojem, který jsem do své práce zakomponovala je kreativita neboli tvořivost. Jednak jsem se já pokoušela přijít s něčím novým, vymýšlet nové úkoly a obrázky, ale také jsem chtěla podnítit tvořivost žáků. Obvykle, pokud to vyložene nebyl můj cíl, jsem nebazírovala na přesném zakreslení řešení a na zvoleném postupu. Také jsem žáky nechala rozvinout jejich představivost a fantazii, když pojmenovávali jednotlivé útvary pentomin a

obrázky. Žáci sami si také vyzkoušeli vymyslet vlastní obrázky. Když měli úkoly splněné, mohli si s kostkami volně hrát.

Při některých hodinách jsem zapojila mezipředmětové vztahy, ačkoli to původně nebylo mým cílem. Jinak by s tangramem a pentominem šlo vymyslet mnoho spojitostí s jinými předměty.

## 5.1. Hry a odměny

Hry i různé odměny jsem využívala k motivování žáků. Při výuce s tangramem jsem volila jen drobné hry a odměny. Pro pentomino jsem žákům připravila půlroční hru Dobývání hradu.

### 5.1.1. Drobné hry s tangramem

Hned při prvním setkání jsem využila tangram k seznamovací hře. Posadili jsme se do kruhu a doprostřed jsem položila papírové tangramové tvary. Každý žák si jeden tvar vzal a napsal na něho své jméno. Všichni se mi chlubili, že se umí podepsat. Potom každý řekl, jak se jmenuje, jaký geometrický tvar si vybral, jestli ho baví matematika a co rád dělá ve volném čase. Geometrické tvary poznali všichni až na Lenku. Ta měla kosodélník, o němž se ještě neučili. Označila tvar za kosočtverec. Překvapilo mne, že se téměř trefila. Matematiku nemá rád pouze Lukáš, kterému prý nejde. Mezi zájmy nejčastěji uvedli počítač.

Tato hra měla prolomit počáteční ostych. I já s paní učitelkou jsme se do ní zapojily, takže jsme žákům ukázaly, že jsme s nimi. Dozvěděla jsem se o žácích mnoho věcí – zda umí psát, zda poznají geometrické tvary, jaký mají vztah k matematice a co je baví. Zároveň se žáci seznámili s dílky, které následně vyráběli.

Při dalším setkání jsem se seznamovala s Matějem, který byl na prvním setkání nemocný. Zbyl na něho jeden prázdný dílek. Také se mi představil a já jemu. Každý žák si vzal svůj dílek. Společně se pokusili složit čtverec, který minulou hodinu skládali z vlastních dílků. Pro usnadnění pouze pokládali své dílky na čtverec, který jsem jim předložila. Pozorovala jsem, jak dokážou rozlišit tvary a natočit je. Lukáš měl s otočením problém. Dalším úkolem bylo složit stejný čtverec vedle předlohy. To už bylo náročnější.

Iniciativy se chopil Matěj a Lukáš. Petrovi to ale vadilo, chtěl jim pomoci. Nakonec každý položil svůj dílek. Kluci holky naváděli, aby věděly kam dílky umístit.

Při této hře jsem chtěla vyzkoušet, jak umí spolupracovat mezi sebou. Zjistila jsem, že na to nejsou moc zvyklí. Také si zopakovali to, co dělali minulou hodinu a seznámili se s tvary a jejich manipulací. Mezitím co jsme tuto hru hráli, paní učitelka využila zaujatost dětí a poschovávala po třídě barevné dřevěné tangramové kostky.

Každý žák si vylosoval barevnou kostičku a měl ve třídě najít ty ostatní, které mu chybí, aby měl celý tangram. Nejdříve ale museli žáci vypočítat, kolik jich musí nalézt. Tato hra se žákům moc líbila. Rozeznávali při ní barvy, všímali si tvarů a vážili si dílků, které si museli takto získat. Děvčata se po třídě hůře pohybovala, a tak se jim chlapci snažili pomoci, když už měli sami všechny kostičky. Měla tedy i sociální aspekt, kdy silnější pomáhali slabším.

Každá sada kostek měla vlastní barvu, aby se žáci při výběru kostek nehádali a nestěžovali si, že jsem jim dala nehezké, obvykle jsem je nechala vylosovat si. Jednou jsem jim dávala hádanky. Kdo uhodl, mohl si vybrat barvu, jakou chtěl.

Skládání obrázků jsme dvakrát pojali jako závody (3.1.3.). Žáci rádi soutěžili. Závody měly svá pravidla. Bylo nutné pracovat v tichosti. Všichni začali skládat na pokyn a konec ohlásili. Při závodech je vždy rozhodčí, kterého jsem dělala já. Také se tam objevuje fotograf a kameraman. Toho dělala paní učitelka. Natáčela mi strategii při skládání obrázku. Žáci byli vždy při této činnosti rozptýlení, tak jsem jim to tímto způsobem vysvětlila. Líbilo se jim, když je natáčela, sami si to chtěli zkusit a některé fotky mi pomohli udělat. I to je motivovalo, měli to za odměnu. Bylo to tak pro ně přirozenější a přijali to.

### 5.1.2. Pexeso

Výrobu pexesa jsem popsala v kap. 3.2.2. Zde chci uvést pravidla této hry. Všechny kartičky otočíme obrázkem dolů a zamícháme. Rozložíme je na lavici do čtverce 8 x 8 tak, aby obrázky nebyly vidět. Hráči se domluví, kdo začne. V našem případě jsme se rozpočítali pomocí rozpočítadla „Plave mýdlo po Vltavě.“ Hráč otočí dvě jakékoliv kartičky. Jsou-li obrázky shodné, vezme si je a otáčí další dvě. Pokud stejné nejsou, pokračuje další hráč. Hráči se pravidelně střídají po kruhu. Vyhrává hráč, který získá největší počet dvojic.

### 5.1.3. Hra „Poznej tvar“

Tuto hru jsem vymyslela k zopakování a zafixování symbolů, kterými jsme při zaznamenávání řešení tangramových obrázků označili jednotlivé dílky. Žáky to zaznamenávání moc nebavilo, tak jsem se je takto snažila trochu zaujmout. Hra předcházela druhému zaznamenávání řešení (3.3). Nejdříve jsme si symboly zopakovali a já je zaznamenala na tabuli. Potom se žáci rozdělili do dvou skupin. Petr a Filip se jako první přihlásili, že chtějí být kapitáni. Ti si střídavě vybírají, koho do družstva chtějí. Rozdělili si podle mne vyrovnaně – Petr, Matěj, Ema a Filip, Lukáš, Lenka. Rozdělení se jim samotným ale nelíbilo, chtěli být v družstvu s někým jiným. Nebyli zvyklí pracovat ve skupinách. Já jsem ale skupiny nechala, musí se naučit spolupracovat i s ostatními, nejen se svými nejlepšími kamarády. Zástupce každého družstva šel dopředu a jeho úkolem bylo vytáhnout z tašky dílek, jehož symbol jsem já řekla. Během prvního kola se mohli podívat na tabuli na nápovědu. Družstvo hráče, který našel správný díl, získalo bod. V prvním kole zaváhal jen Petr, který se trefil až podruhé. Ve druhém kole hledali kostky poslepu. Už neviděli na nápovědu a museli si symboly pamatovat. Lukáš a Matěj byli jediní úspěšní. Protože žáci hru svým chováním prodlužovali, další kola už jsme nehráli. Žáky hra bavila, ale nebyli schopní se smířit s rozdělením družstev.

Symbolům nakonec porozuměli, poslepu pro ně bylo těžké najít správné tvary. Hru to však zpestřilo.

#### 5.1.4. Dobývání hradu

Tato hra byla dlouhodobá. Orámovala nám všechny hodiny experimentální výuky s pentominem. Nakreslila jsem herní plán (obr. 32). Každý žák měl vlastní barevnou cestu.



Obr. 32 Herní plán

Černé obdélníky zakrývají jména žáků, jimž patří daná cesta. Každou hodinu jsem žáky ohodnotila počtem políček, která ke hradu ušli. Cílem hry bylo dobýt hrad. Žáci k tomu nepotřebovali meč, ale tužku, kterou ode mne symbolicky dostali.

Při prvním setkání jsem ještě neměla herní plán hotov, tak si za splnění úkoly vysloužili vstupenku. Ty měly stejné barvy jako cesty. Všichni žáci si je zasloužili. Od druhého setkání jsme už začali putovat. Počty bodů (polí) při jednotlivých setkáních uvádí následující tabulka (Tab. 28).

Setkání	Lukáš	Matěj	Filip	Petr	Ema	Lenka
2.	2	0	2	2	2	0
3.	2	4	3 1/2	2	2	2
4.	3	3	0	3	3	3
5.	3	3	0	3	3	3
6.	2	0	7 1/2	0	2	2
7.	3	3	0	3	0	0
8.	3	3	3	3	3	3
9.	3	3	2	3	3	3
10.	Klíč (4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)

Tab. 28 Hodnocení Dobývání hradu

Pokud se v tabulce 28 objevuje 0, znamená to, že se žák daného setkání nezúčastnil. Pokud to bylo možné, nechala jsem úkoly splnit jindy, nebo dostali bonusové úkoly. Protože Lukáš dosáhl cíle už při předposledním setkání, slíbila jsem mu, že při posledním setkání bude bojovat o klíč. Ostatní mohli dosáhnout čtyř bodů. To byl počet bodů, které potřebovala Lenka. Body jsem rozdávala vyrovnaně, protože se všichni opravdu snažili. Nemohla jsem oceňovat rychlost, protože by tím byly dívky znevýhodněné. Body jsem snížila pouze za nevhodné chování.

Při šestém setkání žáci kreslili tvary pentomina. Chtěla jsem naše hodiny trochu oživit, a tak jsem na hodinu přišla jako architekt Arnošt. Měla jsem na sobě pomalovanou dlouho košili a na hlavě baret. Žákům jsem se představila jako architekt hradu, k němuž putují. Dozvěděla jsem se, že přišli na díly, z nichž jsem hrad postavila. Poprosila jsem o splnění úkolů. Žáci z toho měli legraci a moc se jim to líbilo.

Sedmé setkání jsme natáčeli na kameru. Při osmém jsme sehráli Novoroční turnaj. Při posledním závěrečném setkání všichni doputovali ke hradu. Aby se do něho dostali, museli ho složit z pentominových kostek (4.9.). Do herního plánu si žáci dokreslili cestu. Poté si sedli do lavic a zavřeli oči. Měli si představovat, že jdou k bráně hradu, projdou jí a zavrou se za nimi dveře. Pomalu a potichu prohledávají hrad, jestli tam nejsou třeba loupežníci. Zjistí, že je vše v pořádku, a tak mohou otevřít oči a zkusit najít poklad. Chvilku, kdy žáci snili, využila paní učitelka ke schování mnou připraveného pokladu. Všichni hledali. Nakonec se Matějovi povedlo truhlu nalézt. Všichni se seběhli k lavici. Zvědavě

truhlu otevřeli. Nalezli v ní spoustu zlatých peněz (čokoládových). Byl tam i vzkaz: „V pořadí, v jakém jste do hradu dorazili, se můžete podívat pod falešné dno a vzít si z pokladu jednu věc. Architekt Arnošt.“ Vzkaz přečetl Petr.

Nejdřív jsme se dohodli, že si peníze rozdělí. Nevěděli jak. Lukáš si vzal 7 mincí a řekl, ať si vezmou všichni také 7. Na někoho jich ale tolik nevyšlo. Prý to nevádí. Já jsem jim ale vysvětlila, že by měli mít všichni stejně, protože si to všichni zaslouží. Přemýšleli, jak to udělat. Lukáš s Matějem navrhli, aby každý dostal jednu a až budou mít všichni, rozdají další. V rozdávání se střídali a nakonec se jim dělení povedlo.

Museli jsme určit pořadí, v jakém si půjdou pro odměnu. První šel Lukáš, který dno musel otevřít. Ostatní byli vyrovnání, tak pořadí losovali. Filipa napadlo, že jsou pentominové kostky jako čísla. Použili jsme je tak. Každý si jednu kostku vylosoval a tím bylo pořadí určeno. Ceny byly různé. Byly to většinou drobné hry. Žákům se líbily. Na samotný závěr dostali ode mne na památku diplom (příloha 23).

#### 5.1.5. Odměny

Jako odměnu jsem nejčastěji využívala pochvaly. Za některé úkoly jsem žákům dala sladký bonbon. Za každý splněný drobný úkol (3.1.2.) žák získal samolepku, kterou si uložil do „banky“ (papírové tašky). Pokud se neřídil pravidly, mohl o ni přijít. Na konci hodiny si mohli jednu samolepku ze své banky vybrat a vzít.

Po pátém tangramovém setkání žáci obdrželi Osvědčení o tangramologickém výcviku (příloha 24). Cítili se jako odborníci. Při dalších setkáních jsme dělali konference a dělili jsme se o naše řešení úkolů mezi sebou. Diskuze s těmito žáky nebyla možná. Každý žák si vyrobil i vlastní jmenovku, aby konference byly se vším všudy.

Odměny při úlohách s tangramem jsem popsala v předchozí kapitole. Všichni chtěli být co nejdříve u hradu. Další odměnou bylo například focení nebo natáčení. Také volnou hru měli žáci až po splnění úkolů.

## 5.2. Kreativní úkoly

Tyto úlohy sloužily jako motivační a také měli rozvíjet fantazii a představivost žáků.

### 5.2.1. Pojmenovávání obrázků

Nejčastěji jsem takovou úlohu používala při skládání obrázků. Před každým skládáním žáci obrázky nejprve pojmenovali. Pod stejným obrázkem si často představili různé věci. V následující tabulce jsem chtěla ukázat příklad (tab. 29). Tyto obrázky naleznete v příloze 4 v prvním sloupci.

Můj název	Matěj	Lukáš	Petr	Ema	Lenka
Indián	mlýn	zajíc	letadlo	větrný dům	postava
Zajíc	zajíc	domečky	míchačka	nevěděla	loď
Běžec	chodec	starý pán	pán	ryba	nevěděla
Anděl	čert	mimozemšťan	ryba	člověk	Petr
Holubice	letadlo	holub	pták	pták	Lukáš

Tab. 29 Představy žáků o obrázcích

Čekala jsem, že si budou představovat různé věci. Dlouho trvalo hlavně dívkám, než pojmenování vymyslely. Lenka volila jako pojmenování jména spolužáků. Realitě byl nejbližší Matěj. Nechala jsem však žáky, aby si vymýšleli sami. Není chybou, pokud v obrázku vidí odlišné věci.

V příloze 25 uvádím obrázky, které žáci vybarvovali podle toho, co si mysleli, že znázorňují. Petrův obrázek já popisuji jako kolibříka. On ho vybarvil jako sáně. Dokreslil jim elektronickou brzdu a kolečka, jak mi po dokreslení obrázek popsal. Lukáš udělal z tanečníka Mexičana, kterému domaloval klobouk. Podle Kuby je jeho kočka přímo Sfinga, která je v Egyptě. Ema maluje člověka, který má přes obličej černé vlasy. Lenka vybarvila pejska, kterého jsem já označila za zajíce.

Žáci pojmenovávali i obrázky pentomina (4.9.), které pro ně byli překvapivě názornější a snadněji pojmenovatelné.

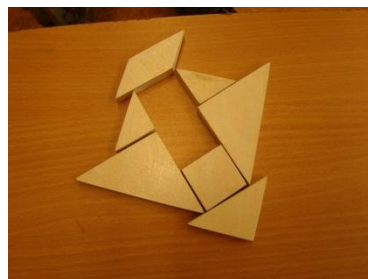


### 5.2.1. Vlastní vymyšlené obrázky

Po splnění práci si žáci během hry s kostkami také vymýšleli vlastní obrázky. Hned při první manipulaci s kostkami složil Matěj krásný pravidelný dům (obr. 33). Lukášovi se povedla stíhačka (obr. 34) a Petrovi muzeum (obr.35).



Obr. 33 Dům



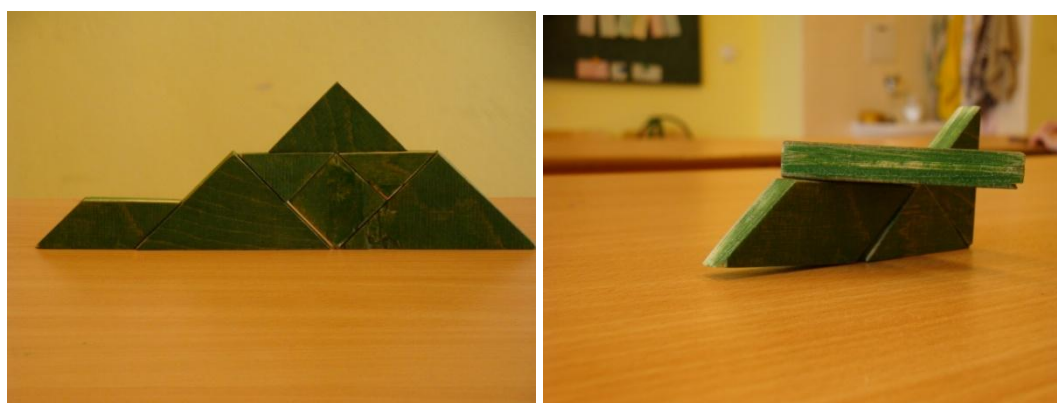
Obr. 34 Stíhačka



Obr. 35 Muzeum

Obrázky, které se žáci pokusili zaznamenat, jsou v příloze 26.

Zajímavé také bylo, že žáci raději vymýšleli obrázky ne v horizontální rovině, ale ve vertikální. Stavěli je do výšky (viz. obr. 36).



Obr. 36 Vertikální obrázky – hora a letadlo

### 5.2.2. Představy pentominových tvarů

Tvary pentomin jsou velmi složité, proto jsem chtěla, aby se s nimi žáci nejdříve pořádně seznámili. Podle mne jim to později usnadnilo manipulaci s nimi. Žáci si brali jeden tvar po druhém, ohmatávali si ho, obkreslili ho a vybarvili podle toho, co jim připomínal. Bohužel jsem tento úkol s žáky nemohla vypracovávat já. Paní učitelka zadání neporozuměla tak, jak jsem to zamýšlela. Žáci tvary pouze vybarvili, většinou

jednobarevně. Není tedy poznat, co daný tvar podle nich může být. To, jak tvary pojmenovali, znázorňuje tabulka 30.

<b>Dílek</b>	<b>Ema</b>	<b>Lenka</b>	<b>Lukáš</b>	<b>Filip</b>
<b>W</b>	schody	schody	schody	schody
<b>X</b>	kříž na hrobě		kříž na sanitě	hákový kříž
<b>P</b>	pistole	rukavice	ruka s palcem nahoru kamera	ukazatel podstavec
<b>I</b>	žebřík	pero	fix prkno	žebřík
<b>L</b>	samopal pistole	písmeno L	kladivo	sprcha
<b>F</b>		pistol	ptáček	
<b>U</b>	garáž	dveře	brána	dveře
<b>T</b>	písmeno T klíč židle	letadlo	razítko věž	raketa telefonní budka
<b>V</b>	skluzavka	písmeno L růžovka	střecha	
<b>Z</b>	had pes		písmeno Z žirafa	
<b>Y</b>	závora	pistol	obušek	pistol
<b>N</b>	krokodýl	kačenka	lovecká puška	schody

Tab. 30 Představy žáků o tvarech pentomina

Obrázky žáků jsou v příloze 27. Nejzajímavější je práce Filipa. Chtěl z kostek složit hrad. Nekreslil je tedy odděleně, ale tak, aby na sebe navazovaly. Tvoří takový plán domu – schody, koupelna, dveře...

Žáci si sami všimli, že některé tvary jim mohou připomínat písmena. V další hodině jsem každému rozdala písmena, která tvary představují. Úkolem žáků bylo k písmenům přiřadit tvary tak, jak k sobě patří. Lukášovi se správně povedlo udělat 9 dvojic. Špatně přiřadil „F“, „N“ a „Y“. Stejně tvary měl špatně i Filip. Navíc ještě nevěděl „U“. Petr se

několikrát sám opravil. Nakonec jich měl správně 8. Popletl „P“, „F“, „L“ a „V“. Jediný tvar „F“ měli špatně všichni. Mně samotné tento tvar písmeno „F“ moc nepřipomíná.

I z polyomin se žáci pokoušeli skládat obrázky a hrát si s nimi. Některé příklady uvádím v příloze 28.

## 6. Reflexe

Na závěr bych chtěla hodnocení všech hodin experimentální výuky shrnout. Také jsem o zpětnou vazbu požádala třídní učitelku žáků, s nimiž jsem pracovala.

### 6.1. Sebereflexe

Ohlédnou-li se za celou svou práci, musím konstatovat, že mě mnohému naučila. Zpočátku jsem nevěděla, co a jakým způsobem zaznamenávat. Během výuky jsem to nestíhala. Každý žák měl své individuální potřeby, které jsem nemohla opomenout. Postupně jsem se naučila volit takové způsoby zaznamenávání, abych si doma mohla úkoly demonstrovat a závěry vyvozovat. Při pozorování už jsem si všímala důležitých a zajímavých věcí. Eliminovala jsem to nepodstatné. Zamýšlela jsem se nad tím, co by se dalo hodnotit objektivně – čas, počty vymyšlených tvarů, vítězství a prohry, použité tvary, strategie... Také jsem si vyzkoušela vymyšlení různých úloh, her a motivačních činností a jejich upravování podle individuálních možností a schopností žáků. Bylo pro mne velmi zajímavé a obohacující sledovat žáky při jejich činnosti a hře.

I přístup žáků se během jednotlivých setkání měnil. Zpočátku na nich byla vidět velká zvědavost a očekávání, co se bude dít. To je v podstatě neopustilo, protože se úkoly opakovaly jen minimálně, a tak žáci na začátku hodiny nikdy netušili, co je čeká. Některé aktivity přijímali s menším, jiné s větším nadšením. Někteří chtěli těžší, jiní snadnější úlohy. Já jsem bohužel nemohla žákům zadávat různě obtížné úkoly, potřebovala jsem zjistit, jak se s daným úkolem každý z nich vyrovná, a jak bude postupovat při jeho řešení. Některým, zvláště dívkám, jsem úlohy v průběhu hodiny zkrátila, usnadnila nebo slovně jim s nimi dopomohla.

Při prvním setkání, kdy si žáci sami hlavolam vyráběli, nebyli schopni složit čtverec ani podle předlohy. Během dalších setkání chlapcům již nečinilo problém složit obrázky podle předlohy s řešením. Chlapci celkově zvládali úkoly lépe než dívky. Je to dáno především jejich postižením. Při posledních setkáních bylo znát jejich zlepšení při skládání obrázků. Snadněji se orientovali, měli přehled v jednotlivých kostkách. Lukáš přišel na strategii umístění nejdříve velkých trojúhelníků. Dívky, které v běžných hodinách

nejsou schopné samostatné práce, dokázaly některé úlohy plnit samy. Někdy jsem jim musela pomoci. Obě měly problém s pravolevou orientací a jemnou motorikou. Lenka často nerozuměla pokynům a potřebovala zadání individuálně vysvětlit. Jeden pracovní list a hledání dvojic pexes ani přesto nedokázala vyřešit. Šablony byly jediným způsobem, jak hlavolamy dokázaly řešit. Při pokusu skládání na papír a do šablony byli všichni žáci výrazně rychlejší s pomocí šablony. Překvapením pro mne bylo různé pořadí žáků při skládání různých obrázků. Lenka dokonce v jednom obrázku dokázala všechny porazit.

Kdybych mohla něco změnit, vymyslela bych více drobných úloh pro zabavení rychlejších žáků. Zaznamenávání řešení pomocí symbolů se ukázalo jako neuplatnitelné. Už bych ho do vyučování nezařazovala. Použití symbolů číslic jako označení geometrických tvarů je pro žáky zmatečné a zavádějící.

Úlohy s pentominem jsem měla již vyzkoušené s žáky bez postižení. Mohla jsem tedy výsledky žáků porovnávat. Předpokládala jsem, že žáci základní školy praktické budou potřebovat přípravu, aby byli schopni tyto úlohy zvládnout. Tento můj předpoklad se ukázal správným. Žáci při vymyšlení domina, trimina a tetramina měli problémy se zakreslováním. Nevěděli, jakým způsobem to udělat. Také pro ně bylo náročnější pochopit otáčení. Po zvládnutí přípravných fází dokázali žákům bez postižení konkurovat. Snadněji se orientovali ve čtvercové síti, pomocí kostek si uvědomovali i otáčení, mýlili se jen minimálně, pro zaznamenávání volili různé způsoby. Velmi mě překvapili. Vymysleli 8 až 12 tvarů. Ema s Filipem zvolili strategii posouvání pouze jednoho čtverce k vymyšlení nového tvaru.

Při turnaji mne udivilo pořadí žáků. Petr suverénně zvítězil, zůstal neporažen. Matěj, který si vždy vedl nejlépe, skončil poslední a dívky dokázaly také mnohokrát zvítězit. Největším překvapením však bylo skládání čtverce. Vyřešili ho všichni. To jsem opravdu nečekala. Z mých předešlých zkušeností jsem totiž věděla, že se to podaří jen těm nejlepším. Je pravda, že jsem žákům podmínky usnadnila. Všem jsem dala dostatek času k řešení, pomohla jsem jim tvary rozdělit na lehké a těžké, slovně jsem některé doprovázela. Bylo to podle mne jen adekvátní upravení podmínek k jejich hendikepu. Vyřešení čtverce trvalo žákům dosti dlouho, překvapilo mne, že se žáci dokázali soustředit a nevzdali se. Skládání obrázků z pentomina bylo náročné. Chtělo by to pro příště vytvořit stejné vyřezané šablony jako u tangramu. Potom by podle mne i dívky byly úspěšné.

Všechny tyto úkoly žáci nadšeně plnili. Bylo i mojí snahou je správně motivovat. Vymyšlení různých her a motivačních činností se ukázalo velmi vhodné. Někdy dokonce

nechtěli přestat, anebo odmítli odměnu. Kreativita a fantazie těchto žáků je trochu omezená. Především vymýšlení názvů jednotlivých obrázků bylo obtížné.

Ve své práci jsem také zjistila nevhodnost frontální výuky a nutnou přípravu na kolektivní hry žáků s postižením.

Zajímavé pro mne bylo i hledání úloh v učebnicích. Mrzí mě, že učebnice pro základní školy praktické podobné úlohy nezařazují. Geometrie je v nich velmi minimalizována. Ve vyšších ročnících se soustředí hlavně na rýsování. „Škola hrou“ mi v nich velmi chybí.

Těsně před tím než jsem začala sepsovat toto závěrečné hodnocení, jsem měla možnost seznámit se s knihou matematiky pro učitele (M. Burns – About teaching mathematics). Tato kniha obsahuje postupy, jak s žáky praktikovat různá matematická prostředí. Nalezla jsem v ní i tangram a pentomino. U tangramu uvádí způsob jeho vytvoření z papíru. Je identický s tím mým postupem. Já jsem ho však obohatila o konkrétní pomůcky a představy motýlka a pyramidy. Také jsem použila úlohu, kdy žáci vytváří vlastní obrázky a sami je pojmenovávají. Pentomino je zde ještě podrobněji rozpracováno. Autorka uvádí přesný postup, jak žákům vymýšlení pentominových tvarů uvést. Zdůrazňuje zde otáčení a „pyramidu“ (obr. 29). Nejdříve se podle ní má žákům přiblížit domino, pak si sami mají vymýšlet trimino, tetramino a až poté začít s pentominem. Při hodině podle ní určitě nastanou dvě situace. Žáci zakreslí do čtvercové sítě (stejných rozměrů jako ta má) dva tvary stejné jen otočené. Tou druhou situací je dotaz, zda přišli na všechny tvary. Tyto situace se přihodily i mně. V knize jsou uvedeny i další rozšíření.

Když jsem tuto knihu četla, potvrdilo se mi, že mnou vymyšlené postupy byly správné. Využívají je učitelé v zahraničí. K mým výsledkům tedy již došel i někdo jiný, kdo je aplikoval s žáky základních škol.

## **6.2. Reflexe třídní učitelky**

Celá třída pracovala na úkolech, které jim byly postupně předkládány s nadšením a velkou dávkou zaujetí. Děti se těšily na každou další hodinu a také samotnou práci plnily dle svých nejlepších možností a schopností.

Myslím, že jednotlivé úkoly vhodně a s ohledem na individuální možnosti dětí rozvíjely mnoho oblastí, jako logické myšlení, fantazii, orientaci v ploše a prostoru, pravolevou orientaci, také schopnost soustředit se, uvažovat, přemýšlet.

Dětem byla k práci poskytována výborná motivace pomocí her, soutěží, různých hravých aktivit, takže práci braly spíše jako legraci a zábavu, než jako školní úkoly. Práce je bavila, často si o úkolech mezi sebou povídaly. Nedokážu říct, jestli je úkoly v některých směrech posunuly dál, myslím, že práce s dětmi by musela být delší co do délky trvání, tak také intenzivnější.

Práce s dětmi s různým postižením je sama o sobě velmi náročná, vyžaduje mnoho trpělivosti, mnoho individuální práce s každým dítětem, dobrou motivaci a vědomí o tom, jaké jsou jejich možnosti a hranice. Domnívám se, že všechny tyto aspekty byly během práce splněny právě tak, aby dětem poskytly co možná největší podporu v jejich edukačním procesu.

## Závěr

Mým hlavním cílem bylo zjištění využitelnosti upravených hlavolamů tangram a pentomino ve výuce matematiky žáků se speciálními vzdělávacími potřebami. Ukázalo se, že tito žáci jsou schopni s hlavolamy pracovat. A nejen to, s přiměřenými úpravami se jejich výsledky vyrovnají žákům bez postižení. Anglická učebnice mi potvrdila, že je vhodné tyto hlavolamy do výuky zařazovat, neboť rozvíjí řadu aspektů intelektových schopností žáků.

Samotné reakce žáků a jejich výsledky mne v tom usvědčily. Žáky úkoly zaujali, brali je spíše jako hru, neuvědomovali si, že se tímto způsobem učí. Dokázali stále rychleji pracovat, lépe se orientovali na ploše a ve čtvercové síti. Zlepšovaly se i jejich další schopnosti - představivost, koncentrace, hledání řešení problému, logického úsudku, ... Žáci si také osvěžili matematické pojmy a uvědomili si princip otáčení.

Aplikaci těchto úloh v hodinách matematiky rozhodně doporučuji. A ve své pedagogické praxi je budu určitě používat. Lze je spojit i s mezipředmětovými vztahy. Velmi dobře se mohou využít i další úlohy tohoto typu k vysvětlování obvodu a obsahu, osově a středové souměrnosti, geometrických tvarů... Úlohy se mohou přizpůsobovat věku i postižení žáků. Využití je velmi variabilní. Záleží pouze na kreativitě a zaujetí učitele.



## Použitá literatura

1. Attwood T.: *Aspergerův syndrom*. 1. vyd. Praha: Portál, 2005. 208 s. ISBN 80-7178-979-8
2. Bakalář, E. Kopský, V.: *I dospělí si mohou hrát*. 2. vyd. Praha: ČTK, 1987. 232 s.
3. Blažková J., Vydrová M.: *Matematika: učebnice pro 3. ročník základní školy*. 1. vyd. Brno: DIDAKTIS, 2008. 103 s. ISBN 978-80-7358-106-0
4. Blažková R. a kol.: *Matematika pro 4. ročník základní školy*. 1. vyd. Všeň: ALTER, 2008. 158 s. ISBN 978-80-7245-145-6
5. Blažková R. a kol.: *Pracovní sešit k učebnici Matematika 3*. 1. vyd. Všeň: ALTER, 2006. 40s. ISBN 80-7245-087-5
6. Brázda, R.: *Projekt pro volný čas dětí a mládeže*. Bakalářská práce. Hradec Králové: Vysoká škola pedagogická, 1998. 40 s.
7. Brázdová, B.: *Pentomino – didaktická pomůcka*. Ročníková práce. Praha: Pedagogická fakulta UK, 2008. 40 s.
8. Bulín. J.: *Matematika: učebnice pro 2. ročník základní školy*. 1. vyd. Brno: DIDAKTIS, 2007. 95 s. ISBN 978-80-7358-075-9
9. Coufalová J.: *Matematika pro 3. ročník základní školy 1. část*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1994, 47 s. ISBN 80-7168-179-2
10. Coufalová J.: *Matematika pro 3. ročník základní školy 2. část*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1995, 54 s. ISBN 80-7168-218-7
11. Černá M. a kol.: *Česká psychopedie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2008. 222 s. ISBN 978-80-246-1565-3
12. Čížková M.: *Matematika pro 1. ročník základní školy 1.díl*. 1. vyd. Praha: SPN, 2007. 80 s. ISBN 978-80-7235-346-0
13. Čížková M.: *Matematika pro 1. ročník základní školy 2.díl*. 1. vyd. Praha: SPN, 2007. 80 s. ISBN 978-80-7235-348-4
14. Čížková M.: *Matematika pro 3. ročník základní školy: Pracovní sešit 1*. 1. vyd. Praha:SPN, 2008. 48 s. ISBN 978-80-7235-406-1
15. Čížková M.: *Matematika pro 3. ročník základní školy: Pracovní sešit 2*. 1. vyd. Praha:SPN, 2008. 48 s. ISBN 978-80-7235-407-8
16. Delventhal K.M. a kol.: *Kompendium matematiky*. 2. vyd. Praha: Euromedia Group, 2008. 720 s. ISBN 978-80-242-2101-4

17. Divíšek J. a kol.: *Svět čísel a tvarů: Matematika pro 2. ročník*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 80 s. ISBN 80-7196-067-5
18. Divíšek J. a kol.: *Svět čísel a tvarů: Matematika pro 4. ročník*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1999. 80 s. ISBN 80-7196-123-6
19. Doubková M., Kovářová E.: *Matematika 2 pro 2. ročník zvláštní školy*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1994. 40 s. ISBN 80-85801-14-0
20. Doubková M., Kovářová E.: *Matematika pro 2. ročník zvláštní školy Pracovní sešit*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1995. 56 s. 123 052
21. Dvořák J.: *Logopedický slovník*. 2. vyd. Žďár nad Sázavou: Logopedické centrum. 2001. ISBN 80-902536-2-8
22. Hejný M. a kol.: *Matematika: Učebnice pro 1. ročník základní školy 1. díl*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2007. 67 s. ISBN 978-80-7238-626-0
23. Hejný M. a kol.: *Matematika: Učebnice pro 1. ročník základní školy 2. díl*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2007. 65 s. ISBN 978-80-7238-627-7
24. Hejný M. a kol.: *Matematika: Učebnice pro 2. ročník základní školy 1. díl*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2008. 64 s. ISBN 978-80-7238-768-7
25. Hejný M. a kol.: *Matematika: Učebnice pro 2. ročník základní školy 2. díl*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2008. 64 s. ISBN 978-80-7238-769-4
26. Hejný M. a kol.: *Matematika: Učebnice pro 2. ročník základní školy 3. díl*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2008. 64 s. ISBN 978-80-7238-770-0
27. Hejný M. a kol.: *Matematika: Učebnice pro 3. ročník základní školy*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2009. 109 s. ISBN 978-80-7238-824-0
28. Hendl J.: *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. 1. vyd. Praha: Portál. 2005. 408 s. ISBN 80-7367-040-2
29. Hošpesová A. a kol.: *Svět čísel a tvarů: Matematika pro 1. ročník*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1996. 63 s. ISBN 80-7196-015-2
30. Hošpesová A. a kol.: *Svět čísel a tvarů: Matematika pro 3. ročník*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1998. 96 s. ISBN 80-7196-117-5
31. Jančařík A.: *Hry v matematice*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2007. 103 s. ISBN 978-80-7290-339-9
32. Jankovský, J.: *Ucelená rehabilitace dětí s tělesným a kombinovaným postižením*. 1. vyd. Praha: TRITON, 2001. 158 s. ISBN 80-7254-192-7

33. Kárová V.: *Didaktické hry ve vyučování matematice v 1.-5. ročníku základní a obecné školy část geometrická*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1999. 55 s. ISBN 80-7082-515-4
34. Kaslová M. a kol.: *Matematika pro 4. ročník základní školy*. 1. vyd. Praha:SPN, 1999. 128 s. ISBN 80-7235-097-8
35. Krahulcová B.: *Dyslalie – patlavost*. 1. vyd. Praha: Beakra, 2007. 187 s. ISBN 978-80-903863-0-3
36. Kraus J. a kol.: *Dětská mozková obrna*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s.. 2005. 348 s. ISBN 80-247-1018-8
37. Krejčová E., Volfová M.: *Didaktické hry v matematice*. 2. vyd. Hradec Králové: GAUDEAMUS, 1995. 109 s. ISBN 80-7041-421-9
38. Kubová L., Jahoda J.: *Matematika pro 5. ročník zvláštní školy*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1995. 88 s. ISBN 80-85801-32-9
39. Kubová L., Jahoda J.: *Matematika pro 5. ročník zvláštní školy*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1995. 44 s. 123 086
40. Landová V.: *Matematika pro 2. ročník základní školy*. 1. vyd. Všeň: ALTER, 1994. 46 s. ISBN 80-7245-058-1
41. Lokšová I., Lokša J.: *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. 1. vyd. Praha: Portál, 1999. 208 s. ISBN 80-7178-205-X
42. Malá E.: *Schizofrenie v dětství a adolescenci*. 1. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2005. 194 s. ISBN 80-247-0737-3
43. Matějček Z.: *Dyslexie*. 3. vyd. Jinočany: H&H, 1995. 269 s. ISBN 80-85787-27-X
44. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 1. ročník 2. díl*. 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2006. 63 s. ISBN 80-7230-159-4
45. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 1. ročník 1. díl*. 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2006. 63 s. ISBN 80-7230-158-6
46. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 2. ročník 2. díl*. 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2007. 63 s. ISBN 978-80-7230-182-9
47. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 2. ročník 3. díl*. 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2007. 63 s. ISBN 978-80-7230-183-6
48. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 3. ročník 1. díl*. 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2007. 63 s. ISBN 978-80-7230-184-3
49. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 3. ročník 2. díl*. 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2007. 63 s. ISBN 978-80-7230-185-0

50. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 3. ročník 3. díl.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2007. 63 s. ISBN 978-80-7230-186-7
51. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 4. ročník 1. díl.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2008. 63 s. ISBN 978-80-7230-203-1
52. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 5. ročník 1. díl.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2008. 63 s. ISBN 978-80-7230-208-6
53. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 5. ročník 2. díl.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2008. 63 s. ISBN 978-80-7230-209-3
54. Mikulenková H., Molnár J.: *Matematika a její aplikace: 5. ročník 3. díl.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 2008. 63 s. ISBN 978-80-7230-210-9
55. Molnár J., Mikulenková H.: *Matematické...minutovky: 5.ročník. 2.díl.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 1999. 32 s.
56. Molnár J., Mikulenková H.: *Zajímavá matematika (nejen) pro páťáky.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 1997. 63 s.
57. Molnár J., Mikulenková H.: *Zajímavá matematika pro třetáky.* 1. vyd. Olomouc: PRODOS, 1995. 63 s. ISBN 80-85806-35-5
58. Pešatová I.: *Vybrané kapitoly ze speciální pedagogiky se zaměřením na oftalmopedii 1.díl.* 1. vyd. TU Liberec, 2005. 73 s. ISBN 80-7372-001-9
59. Polák J.: *Přehled středoškolské matematiky.* 5. vyd. Praha:SPN, 1991. 608 s. ISBN 80-04-22885-2
60. Pomykalová, E.: *Planimetrie.* 4. vyd. Praha: Prometheus, 2000. 206 s. ISBN 80-7196-174-4
61. Potůčková J., Potůček V.: *Matematika pro 1. třídu základní školy 1. díl.* 1.vyd. Brno: Studio 1+1, 1998. 54 s. ISBN 80-901986-3-5
62. Potůčková J., Potůček V.: *Matematika pro 1. třídu základní školy 2. díl.* 1.vyd. Brno: Studio 1+1, 1998. 46 s. ISBN 80-901986-4-3
63. Rosecká Z., Růžička J.: *Počítej a zamýšlej se.* 1. vyd. Brno: Nová škola, 1995, 33 s. ISBN 80-85607-24-7
64. Rosecká Z.: *Poznávám geometrii: Omalovánkové učení s náčrtý a prvním rýsováním pro malé školáky.* 1. vyd. Brno: Nová škola, 1994. 40 s.
65. Rossiová Dell'Acqua, Alba: *Encyklopedie matematiky.* 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 1988. 280 s. 23-025-88
66. Simon H.: *Dyskalkulie: Jak pomáhat dětem, které mají potíže.* 1. vyd. Praha: Portál, 2006. 168 s. ISBN 80-7367-104-2

67. Slapničková H. a kol.: *Matematika pro 4. ročník zvláštní školy Pracovní sešit*. 2. vyd. Praha: SEPTIMA, 1996. 56 s. ISBN 80-85801-80-9
68. Slapničková H. a kol.: *Matematika pro 4. ročník zvláštní školy*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1995. 96 s. ISBN 80-85801-26-4
69. Štěrbová Z., Záleská J.: *Matematika 3 pro 3. ročník zvláštní školy*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1995, 64 s. ISBN 80-85801-45-0
70. Štěrbová Z., Záleská J.: *Matematika pro 3. ročník zvláštní školy Pracovní sešit*. 1. vyd. Praha: SEPTIMA, 1994, 48 s. ISBN 80-85801-23-X
71. Švarcová I.: *Mentální retardace*. 1. vyd. Praha: Portál, 2001. 178 s. ISBN 80-7178-506-7
72. Tarábek P., Kopečková S.: *Matematika 1 pro 1. ročník základní školy*. 1. vyd. Brno: DIDAKTIS, 2005. 54 s. ISBN 80-7358-034-9
73. Tarábek P., Vojkůvka K.: *Matematika 2 pro 1. ročník základní školy*. 1. vyd. Brno: DIDAKTIS, 2005. 56 s. ISBN 80-7358-035-7
74. Zapletal, M.: *Kniha hlavolamů*. 1. vyd. Praha: Albatros, 1983. 141 s. 13-877-83
75. Zelinková O.: *Poruchy učení*. 11. vyd. Praha: Portál, 2009. 263 s. ISBN 978-80-7367-514-1
76. <http://clavis.vrana.cz/rocnik9/c0303/?id=13> 14.2.2010 18:36
77. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pentomino> - 13.10. 2007
78. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tangram> 21.2.2010 15:21
79. <http://sweb.cz/petr.lastovicka/ostatni.html> - 13.10.2007
80. [http://wellgames.com/free\\_online/tangramz](http://wellgames.com/free_online/tangramz) 14.12. 2009 17:38
81. <http://www.bosounohou.cz/tangram> 4.2. 2009 12:38
82. <http://www.fwend.com/pentomino.htm> 14.2. 2010 18:12
83. <http://www.fwend.com/tangram.htm> 14.2. 2010 18:04
84. <http://www.tangrams.ca/inner/tanhist.htm> 13.2.2010 16:47
85. <http://www.uzis.cz/cz/mkn/index.html> 16.2. 2010 11.32
86. [http://zavitnicek.sweb.cz/cla\\_tangram.htm](http://zavitnicek.sweb.cz/cla_tangram.htm) 14.2.2010 19:19
87. Burns M.: *About teaching mathematics: a K-8 resource*. 2.vyd. Sausalito CA: Math Solutions Publications. 2000. 348 s. ISBN-13: 978-0-941355-25-4