

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

**PROSTOROVÉ ORIGAMI JAKO DIDAKTICKÉ PROSTŘEDÍ  
V MATEMATICKÉM VZDĚLÁVÁNÍ**

Spatial of origami as a teaching environment in mathematics education

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Lucie Koutecká**

Učitelství pro 1. stupeň ZŠ  
léta studia (2007 – 2012)

**Vedoucí diplomové práce PhDr. Šárka Pěchoučková, Ph.D.**  
**Plzeň, červen 2012**

**Prohlášení:**

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

V Plzni dne .....

.....

vlastnoruční podpis

**Poděkování:**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí své diplomové práce, paní PhDr. Šárce Pěchoučkové, Ph.D. za ochotný přístup, předávání zkušeností a cenné metodické rady, které mi poskytla při konzultacích diplomové práce.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Origami</b> .....	<b>8</b>
2.1 Historie origami .....	8
2.2 Druhy origami .....	10
2.3 Typy origami .....	10
2.4 Směry origami .....	11
2.5 Papír .....	11
2.5.1 Historie papíru .....	11
2.5.2 Kvalita a formát papíru.....	12
2.5.3 Druhy papíru .....	13
2.6 Postup a technika skládání .....	14
<b>3. Prostorová představivost a tvořivost</b> .....	<b>17</b>
3.1 Prostorová představivost .....	17
3.2 Tvořivost .....	18
3.3 Origami na 1. stupni ZŠ .....	18
<b>4. Aktivity v rámci předvýzkumu</b> .....	<b>20</b>
4.1 Kurz SCICOM Basic v Techmanii.....	20
4.2 Origami Workshop .....	21
<b>5. Práce žáků s origami</b> .....	<b>26</b>
5.1 Tyršova základní škola .....	26
5.1.1 Práce žáků s origami.....	27
5.1.2 Skupina A .....	30
5.1.3 Skupina B .....	34
5.1.4 Skupina C .....	37

5.1.5 Skupina D .....	40
5.2. Základní škola Černošín .....	44
5.2.1 Práce žáků s origami.....	45
5.2.2 Skupina E .....	45
5.2.3 Skupina F .....	48
5.2.4 Skupina G .....	50
5.2.5 Skupina H .....	52
<b>6. Závěr.....</b>	<b>56</b>
<b>7. Použitá literatura a zdroje informací.....</b>	<b>57</b>
<b>8. Resumé.....</b>	<b>58</b>
<b>9. Seznam příloh.....</b>	<b>59</b>

# 1 Úvod

Ráda se zabývám pracovními činnostmi, proto jsem si zvolila téma práce týkající se origami. Práci se skládáním papíru považuji za velice užitečnou jak v hodinách výtvarné výchovy a pracovních činnostech, tak v hodinách matematiky. V nich může být velkým zpestřením, odreagováním a motivací pro další práci. Origami rozvíjí nejen prostorovou představivost, tvořivé myšlení, přesnost, pečlivost, trpělivost a představu dělení prostoru, ale při skládání můžeme procvičovat i základní geometrické pojmy. Na to všechno bych se chtěla ve své práci zaměřit.

Cílem mé práce je zjistit informace o různých druzích origami, prostorové představivosti, tvořivém myšlení a aplikovat své poznatky u žáků na 1. stupni základní školy. Seznámím žáky s vybranými origami a budu sledovat, co žákům činní při skládání potíže, co naopak zvládnou bez problémů. Hlavním cílem pro praktickou část diplomové práce je zjistit, zda je prostorové (modulární) origami vhodné do výuky matematiky. S hotovým výrobkem budou žáci dále pracovat, a procvičovat si tak své poznatky z geometrie. Motivačním prvkem bude konečné origami, které si žáci sami složí.

Ve své práci bych chtěla představit origami jako užitečný prvek v hodinách matematiky, který dokáže udělat vyučování atraktivnější a zvýšit zájem žáků o tento předmět.

## 2 Origami

### 2.1 Historie origami

Výraz „origami“ pochází z Japonštiny. Toto slovo se skládá z významu dvou japonských znaků, které jsou odvozeny z čínštiny. První znak je překládán jako „skládat“ a druhý jako „papír“. Dohromady tvoří název „skládat papír“ neboli „oru – kami“. V různých zemích se však používají i odlišné názvy. Ve Spojených státech amerických a ve Velké Británii je běžný výraz „origami“, ale například ve Španělsku se používá pro stejnou činnost „papiroflexia“. Španělská historie se totiž domnívá, že skládání pochází původně z Evropy. Objevily se názory, že skládání z papíru přivezli do Japonska španělští Mauři. Ti však využívali při skládání jen geometrické vlastnosti čtverce. Japonci tyto znalosti a dovednosti zdokonalili a přizpůsobili si je. Proto je origami považováno spíše za japonské umění. Jak je tomu však doopravdy, lze velice těžko určit. Budeme předpokládat, že origami má své kořeny skutečně v Japonsku.

Určit dobu, ve které by mělo japonské origami počátek, přesně nemůžeme. Na začátku 1. tisíciletí si však Japonci osvojili tajemství výroby papíru od Číňanů. Úplně první základní skládanky byly shledány v Japonsku při náboženských obřadech. Používaly se hlavně k výzdobě šintoistických svatyní. Šintó je tradiční náboženství v Japonsku, které uctívá bohyni Slunce, ale i nejrůznější pohádkové bytosti a zvířata. Tyto motivy se ostatně vyskytují v origami dodnes. Origami mělo podobu papírových řetízků přesně poskládaných podle návodu. Původně ohraničovaly území, kam smí ve svatyni vstoupit pouze kněz.

Jako zábava se origami projevilo v Japonsku až v 17. století. V literárních pramenech jsou o něm zmínky a my víme, že už v této době znali přes 70 druhů různých origami. Motiv pro skládání se staly hlavně pohádkové postavy, zvířata a ozdoby. V této době se zformovala základní zásada pro skládání japonského origami: *„Ne věrně kopírovat tvar skutečných předmětů, ale pouze je zjednodušeně symbolizovat. Hlavní důraz*

*se přitom klade na to, aby výsledná podoba byla jednoduchá a působila esteticky vyváženým dojmem.*<sup>1</sup>

Okolo roku 1800 byl v Japonsku poprvé složen jeřáb, který se stal nejoblíbenější skládankou. Je symbolem dlouhého života a lidé si je ve velkém množství věší ve svých domovech. Výroba dlouhých provazů s tisícem navlečených jeřábů se stala vyhledávanou zábavou nemocných, kteří věří, že přispívá k uzdravení. Origami je dokonce vypodobeno na pomníku dětským obětem v Hirošimě, na kterém je desetileté děvče jménem Sadako držící v ruce nedokončeného papírového jeřába.

Za první, a tudíž nejstarší knihu zabývající se origami, je považována Hidden Senbazuru Orikata. Byla vydaná v roce 1797 a její titul je volně překládán jako „tajný postup skládání tisíce jeřábů.“ Je v ní zaznamenán postup na skládanky, které dnes označujeme jako „tradiční origami“. (Gardiner a kol., 2010)

Rozkvět zaznamenává origami v Japonsku koncem 19. století. V současné době skládají jak děti v mateřských školách, tak i žáci na základních školách ve výtvarných výchovách. Origami se netěší oblibě pouze u dětí. Naopak v Japonsku vytvářejí origami častěji dospělí a mistři v tomto oboru jsou všeobecně uznáváni. Jmenujme za všechny Nukihiko Kosaharu nebo Akira Yoshizawu.

Origami se však nerozvíjelo jen v Japonsku, ale i v Německu.

Friedrich Wilhelm August Fröbel (1782 – 1852) byl německým pedagogem, který se proslavil prosazením nultých ročníků nebo školek. Dával důraz na předškolní vzdělávání. Propojil skládání papíru s matematikou, a tak pomáhal dětem pochopit různé matematické pojmy, jako je podíl, symetrie... Snažil se použít origami jako nástroj k lepšímu soustředění svých žáků, podpoře zručnosti či poznávacích funkcí. Ačkoli existuje kniha T. Sundary Rowea *Geometrická cvičení ve skládání papíru*, nejsou žádné doklady o tom, že by byla někdy použita v běžném vyučování matematiky. Víme však, že na jeho učení v předškolním vzdělávání nebylo na základních školách v Japonsku nebo Německu navázáno. (Gardiner a kol., 2010)

---

<sup>1</sup> <http://www.origami-cos.cz/clanky/pocatky-origami>



## 2.2. Druhy origami

Z Japonska do Evropy pronikly dva druhy origami. Je to skládání tradiční a moderní. Oba se liší v několika směrech.

**Tradiční origami („denšó – origami“)** se vyznačuje tím, že pro skládání potřebujeme pouze jeden kus papíru a nic jiného. Nepoužíváme žádné další náčiní, jako jsou nůžky, lepidlo nebo tužka. Jeho postup je už přesně předepsán a výsledky skládání se ničím neliší.

U tradičního origami není většinou znám autor.

**Moderní origami („sókako – origami“)** je charakteristické tím, že vytváří prostor pro fantazii skládajícího. Jeho součástí je i lepení, stříhání, dokreslování, i dolepování jiných materiálů než je papír (např. příze). Mistři moderního origami říkají, že skládající se musí nechat „vést svým srdcem“. Oproti tradičnímu origami má moderní své známé autory. Většinou se moderním origami zabývají výtvarní umělci.

## 2.3. Typy origami

Rozeznáváme tři typy origami.

**Pohyblivé** – tento typ je většinou složen z jednoho čtverce papíru. Vyznačuje se tím, že se s takto složeným origami dá různě pohybovat, manipulovat s ním. Jako příklad uvedeme skákající žabu, štěkajícího psa nebo ptáka mávajícího křídly.

**Modulární (neboli prostorové)** – tento typ je zvláštní tím, že je složen z více částí. Obsahuje tedy většinou více než jeden čtverec papíru. Jednotlivé díly jsou do sebe zasunuty. Někdy je také tento typ označován jako 3D origami.

**Mokrý** – tato technika je využívána především u náročnějších typů skládanek. Papír se schválně navlhčí, aby se s ním dalo lépe manipulovat a nedocházelo k nežádoucímu trhání v přehybech. U „mokrého skládání“ je dobré využívat speciální umělecký papír určený pro tuto techniku.

## 2.4. Směry origami

Origami se rozšířilo do celé Evropy. Protože je hlavně v západním světě velice oblíbené, vznikly i některé směry, kterými se může skládající ubírat.

**Východní – klasické origami** vychází z japonské staré školy. Zobrazuje především jednodušší motivy, jako jsou zvířata, předměty a květiny. Skládanky mají napodobovat skutečný vzor. Většina začínajících skládajících se ubírá tímto směrem.

**Západní – realistické origami** je daleko složitějším směrem. Důležité je, že vzniklé origami je přesná kopie vzoru i se všemi detaily, které vzor obsahuje. V prvním případě bývaly návody tvořeny většinou ručně. U tohoto směru jsou vytvářeny často na počítači. Proto i návody jsou dokonale propracované. Tento směr se doporučuje pouze pro zkušené „origamisty“. Vyžaduje notnou dávku trpělivosti a skládající by se měl připravit i na časovou náročnost.

**Geometrické - abstraktní origami** je trochu odlišným směrem než západní a východní origami. Jak už název napovídá, jedná se o skládání geometrických tvarů - složitých mnohostěnů, koulí, pyramid atd. Jednotlivé části tvarů na sebe navazují a do sebe přesně zapadají.

## 2.5. Papír

### 2.5.1. Historie papíru

Přesné datum vynálezu papíru neznáme, ale podle pramenů byl objeven kolem roku 105 n. l. v Číně. Za tvůrce prvního papíru je považován úředník Tsai Lun, který chtěl nahradit hliněné destičky v císařské knihovně příhodnějším materiálem, na který by se dalo psát. První papír se vyráběl ruční technikou z rostlinných vláken (konopí, len...) nebo ze starých kusů látek. Papír byl v této době velice vzácný a psaly se na něj jen důležité dokumenty.

Z Číny se umění výroby papíru dostalo do Koreje, Japonska a v 10. století do Egypta. Nejstarší dochovaný tištěný dokument pochází právě z Koreje.

První papírny však vznikly v Evropě, a to ve Španělsku. Odtud se výroba ve 12. -14. století přesunula i do Francie a Itálie. V českých zemích se první papírny objevily až v 16. století. V tomto století zaznamenalo papírnictví velký rozmach. Vznikla papírna v Trutnově, Frýdlantu, Libni... Papír byl ve svých počátcích méně kvalitní než pergamen, ale jeho důležitou výhodou byla nižší cena. Proto v 16. století papír převládl a na pergamen se psaly pouze významné listiny.

### 2.5.2. Kvalita a formát papíru

Origami se u nás skládá pomocí běžně dostupného kancelářského papíru a jeho různobarevných variant. České příručky ho doporučují a nabízejí i vyzkoušení jiných typů materiálů ke skládání, jako je například balicí papír. Pro úplného začátečníka je kancelářský papír zcela dostačující.

Existuje však i papír přímo určený ke skládání origami. Jsou to čtverce o rozměrech 15 x 15 cm. Speciální papír je tenký a barevný jen po jedné straně. V Japonsku se vyrábí originální papír na origami, který je vytvořen z bambusu, cukrové třtiny nebo moruše.

Pro Evropana je však tento druh papíru nedostatkovým zbožím.

Obecně platí, že papír na origami má mít tyto čtyři vlastnosti: jemnost, barevnost, ohebnost, pevnost.

- **jemnost** – papír nemá být příliš silný a musí dovolit i několikanásobné přehnutí
- **barevnost** – papír by měl být barevný jen na jedné straně, druhá strana má zůstat bílá, všechny barvy si může vytvořit skládající sám (pomocí štětce nebo máčení vatové houbičky do barvy)
- **ohebnost** – papír musí být tak ohebný, aby po přeložení a následném rozložení byly pořád znatelné linie překladu
- **pevnost** – papír by se neměl trhat v místě přeložení

Formát není většinou pevně daný a přizpůsobuje se potřebám skládajícího. V Japonsku se však nejčastěji používají čtverce o rozměrech 15 cm x 15 cm nebo 17 cm x 17 cm. Využívá se dokonce i rozměr 6 x 6 cm, ale s tím pracují jen miniaturisté. Běžní skládající u nás, mezi které řadíme i žáky základních škol, užívají nejčastěji čtverce s rozměry 21 x 21 cm, poněvadž si je mohou snadno vyrobit z kancelářského papíru formátu A4.

### 2.5.3. Druhy papíru

Zkušený origamista si může vzít do ruky jakýkoli papír a podle svých zkušeností vybere model, který se k němu nejlépe hodí. V origami rozeznáváme tyto druhy papíru:

**Kami – origami čtverce** jsou jedním z nejkvalitnějších druhů papíru, které pocházejí z Japonska. Jejich velkou výhodou je, že mají jednu stranu bílou a druhou barevnou. Proto je používají profesionálové. Jsou vyráběny v široké škále barev a vzorů. Japonský výrobce těchto papírů je společnost Kurosawa nebo Toyo.

**Dětské čtverce** využívají především začátečníci umění origami. Mají velmi nízkou kvalitu. To má za následek časté trhání v kritických momentech skládání origami. Postupem času jejich barva bledne, zvláště jsou – li výrobky zhotovené z těchto čtverců vystaveny na slunci. Jsou vhodné pro práci s dětmi, ale jistě ne pro výrobu kvalitních origami.

**Waši papír** je jedním z nejtradičnějších druhů papíru v Japonsku. Tento název je složeninou dvou japonských slov: Wa (= japonský) a Ši (= papír). Waši je ruční papír a mezi jeho hlavní vlastnosti patří hlavně tenkost a síla. Na origami je tento papír velmi vhodný.

**Čijógami** je druhem Waši papíru. Pochází také z Japonska, ale na rozdíl od něj je potištěný. Pro svůj zajímavý vzhled je ve světě origami velice atraktivní. Nevýhodou může být, že nanesené inkousty vytvoří na listu papíru velice silnou vrstvu. To znesnadňuje překládání těžších a komplexnějších skladů. Čijógami papír se používá především na tradiční jeřáby, geometrické a dekorativní modely.

**Umělecký papír** se využívá především u techniky „mokrého skládání“. Po namočení se stane velice ohebným a při skládání komplexních skladů se netrhá jako běžný papír.

**Fóliové a laminátové papíry** jsou specifické v tom, že jsou potažené kovovou fólií (alobalem). S těmito papíry se velice snadno modeluje. Mnoho zkušených origamistů však požaduje spíše nápadné textury a vzory. Často si proto polepí folii kvalitním papírem, který je pro origami také určený. Papír se tak stane velice pevným. (Gardiner a kol., 2010)

## 2.6. Postup a technika skládání



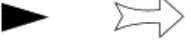





Postup skládání origami nejčastěji zaznamenáváme pomocí diagramů. Celý postup skládanky bývá do detailů rozkreslen a skládající je schopen snadno dešifrovat posloupnost jednotlivých kroků. U diagramů je běžné používání jednoduchých symbolů, které znázorňují například směr přehnutí nebo rozložení. Se symboly by se skládající měli seznámit před zahájením práce s origami. Často jsou považovány za obecně platné, ale někdy se liší spolu s autory.

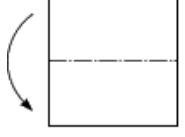
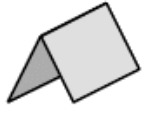
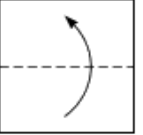
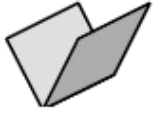


Pro některé typy origami platí, že v prvních krocích mají stejnou posloupnost, vycházejí ze stejných základních tvarů. Někteří autoři se neznalostí těchto základních tvarů nezabývají a pokládají je za všeobecně známé. Mezi ty nejpoužívanější patří tyto: složený čtverec, ptačí základ, žabí základ, základ vodní bomby, rybí základ, základ na koníka, šátečkový sklad a želví základ. (Viz <http://www.origami.cz/welcome.html>)

Toto umění má svůj začátek ve velmi jednoduchých skladech. Mnoho začátečníků s origami má tendence spěchat a mít finální výrobek rychle hotový. Pravda je taková, že každý krok a sklad musí být velice přesný. Pokud skládáme s papírem na origami, tedy má-li jednu stranu barevnou a druhou bílou, musíme přesně dodržovat diagram. Odkazuje-li na barevnou stranu, znamená to, že ta bude ve výsledném modelu převládat.

Aby byl výsledek skládání origami co nejvíce přesný, je třeba dodržovat jednotlivé kroky postupu. Po výběru kvality a formátu papíru je důležité osvojit si „jazyk“ samotného origami. Jedná se o symboly, základní sklady a šipky, kterými jsou skládanky popsány. Tato symbolika není přesně daná. V literatuře se můžeme setkat s různým značením kroků.

Skládající musí správně číst a sledovat jednotlivé diagramy. Jedná se o rozkreslený postup skládání. Je nutné postupovat krok po kroku, aby nedošlo k pochybení a origami mělo požadovaný konečný tvar. Pokud patříme již mezi zkušené skládající, daného postupu se nemusíme pevně držet. Některé kroky můžeme zjednodušit nebo je obměnit.

	Přelož ve směru šipky		Harmonikový sklad
	Vmáčkní		Přelož a rozlož
	Rozlož		Obrát
	Opakuj		Přelož dozadu

		Kopečkový překlád
		Údolíčkový překlád
		Prolomení, vmáčknutí

2

<sup>2</sup> <http://origami.webz.cz/technikaskladani.htm>

Při práci musíme také dodržovat hygienu skládání. Měli bychom pracovat na rovné a tvrdé podložce, aby bylo umožněno zvýraznit rýhu na papíře. Učiníme tak mírným tlakem palce na papír. Čím pečlivěji pracujeme na jednotlivých krocích skládání, tím lépe vypadá finální výrobek.

Nejčastější chyby při skládání:

- nepřesné přeložení
- špatná pracovní plocha
- zbrklé a rychlé skládání
- špatně zvýrazněná rýha na papíře
- neznalost diagramů
- nesprávně přečtený postup skládání
- jiné natočení skládanky (<http://origami.webz.cz/technikaskladani.htm>)

## 3 Prostorová představivost a tvořivost

### 3.1. Prostorová představivost

Definovat prostorovou představivost lze mnoha způsoby. Howard Gardner (1999) mluví o prostorové představivosti jako o prostorové inteligenci. *„Její jádrem jsou schopnosti, které zajišťují přesné vnímání vizuálního světa, umožňující transformovat a modifikovat původní vjemy a vytvářejí z vlastní zkušenosti myšlenkové představy, i když už žádné vnější podněty nepůsobí.“* (Molnár, 2009, str. 31)

Josef Molnár (2009) prostorovou představivost chápe spíše jako geometrickou prostorovou představivost. Stručně ji definuje jako *„soubor schopností týkajících se reprodukčních i anticipačních, statických i dynamických představ o tvarech, vlastnostech a vzájemných vztazích mezi geometrickými útvary v prostoru.“* (Molnár, 2009, str. 33)

Prostorovou představivost lze rozvíjet už v předškolním věku a tento proces může trvat až do dospělosti. Některá období v životě člověka jsou pro rozvoj vhodnější, ale psychologové ani pedagogové se zatím neshodli na tom, která to jsou. Vývoj představivosti je ovlivněn několika faktory, mezi které můžeme zařadit výchovu, hlavně sociální prostředí a vlastní činnost jedince. Rozvoj prostorové představivosti se realizuje především zráním, učením a stojí na základech vrozených vloh, které jsou geneticky podmíněné.

Jak již bylo uvedeno, k rozvoji prostorové představivosti dochází už v předškolním věku. Ale k jejímu dalšímu vývoji, stejně tak jako k rozvoji jiných rozumových schopností, dochází učením – získáváním dovedností, dalších zkušeností, kladnou a správnou motivací či změněnými zájmy. A právě origami je jeden ze způsobů, jak tuto prostorovou představivost rozvíjet. Jeho forma je nenásilná, zábavná a při správné motivaci může záliba v origami přerůst až do dospělosti.



### 3.2. Tvořivost

Origami je výborným prostředkem pro rozvoj tvořivosti u dětí mladšího školního věku. Podle Pedagogického slovníku lze chápat pojem tvořivost jako *„duševní schopnost vycházející z poznávacích a motivačních procesů, v níž ovšem hrají důležitou roli též inspirace, fantazie, intuice. Projevuje se nalézáním takových řešení, která jsou nejen správná, ale současně nová, nezvyklá, nečekaná.“* (Průcha a kol., 2003, str. 253 – 254)

Při rozvíjení tvořivosti pomocí origami musíme brát v úvahu výsledky podložených psychologických výzkumů o tom, že *„všichni jedinci jsou do jisté míry tvořiví – liší se jen v úrovni tvořivých schopností.“* (Lokšová, Lokša, 1999, str. 117)

K podpoře tvořivosti žáků je důležitý také tvořivý přístup učitele a vytvoření vhodných podmínek tvůrčího procesu. Mluvíme o příjemném prostředí, kladné a vhodné motivaci žáků, dobrém vztahu mezi učitelem a žáky, rozvoji zvědavosti, respektování osobnosti žáka, dobré atmosféře ve třídě beze strachu, rozvoji ochoty žáků riskovat a nebát se zkusit zdánlivě obtížné úkoly, spravedlivém hodnocení, podpoře tvořivých žáků a posílení volnosti a produktivity hry. (Pecina, 2008)

Rozvoj tvořivosti i prostorové představivosti je zahrnut v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání. Autoři doporučují zahrnout jejich rozvoj do většího množství předmětů. Použití origami v matematickém vyučování může být tedy velmi motivační pro žáky, kteří nejsou v matematice tolik úspěšní. Žáci tak rozvíjí svou tvořivost nejen v pracovních činnostech.

### 3.3. Origami na 1. stupni ZŠ

Žáci na 1. stupni ZŠ by se měli poprvé seznámit s origami jako se zábavou a s pomocí učitele postupně odstraňovat případné nedostatky, aby jim skládání činilo radost. Měla by být používána pouze kladná motivace, díky které žáci budou sami cítit potřebu naučit se z oblasti origami co nejvíce. Po osvojení základních skladů při výrobě zvířat, krabiček nebo parníků je možné pokračovat s modulárním origami. Děti se mohou naučit posloupnost skladů, které je dovedou až k výslednému výrobku. Podle mého

názoru je do vyučování matematiky velice vhodná výroba krychle. Žáci si sami z několika částí vytvoří vlastní krychli, se kterou učitel může pracovat v dalších vyučovacích hodinách. Použita může být v mnoha oblastech matematiky: poznávání geometrických tvarů, určování vzájemné polohy přímek, práce se sítí těles, počítání objemu a povrchu těles, stavba z kostek podle plánu, kresba těles ... Z matematického hlediska se origami stará o rozvoj několika oblastí. Zejména o rozvoj prostorové představivosti, tvořivosti a pomocí skládání si mohou žáci osvojit či zopakovat základní matematické pojmy (čtverec, obdélník, úhlopříčka, polovina...) Skládání origami v hodinách matematiky mohou žáci pokládat za oddych či formu pracovních činností, ale jedná se o zábavnou formu výuky.

## 4 Aktivity v rámci předvýzkumu

S origami jsem se seznámila až při psaní diplomové práce. Abych získala zkušenosti s popisem postupu skládání a zároveň si ověřila obtížnost konkrétních skládanek, rozhodla jsem se před vlastní prací se žáky zařadit v rámci předvýzkumu dvě aktivity.

### 4.1. Kurz SCICOM Basic v Techmanii

Dne 25. 10. 2011 jsem se v prostorách Techmanie v Plzni zúčastnila vzdělávacího programu SCICOM Basic. Tento program byl organizovaný Ústavem celoživotního vzdělávání a byl součástí projektu SCICOM – Rozvoj kompetencí pro komunikaci vědy.

Na kurz dorazilo 20 účastníků, kteří jsou v současné době studenty Západočeské univerzity v Plzni. Věnovalo se nám několik lektorů. Dozvěděli jsme se velice užitečné rady a doporučení, které nám měly usnadnit především závěrečnou část studia. Lektoři nás podrobně seznámili s komunikací ve vědě, akademickým psaním, verbální a neverbální komunikací, uměním prezentovat a správnou tvorbou prezentace pro různé druhy posluchačů.

Do kurzu jsme se po celou dobu aktivně zapojovali, poněvadž bloky přednášek střídaly aktivity, které vykonávali všichni účastníci. Vyzkoušeli jsme si cvičení na neverbální komunikaci, vžili se do pozice člena komise u obhajob bakalářských či diplomových prací nebo se učili shrnout hlavní myšlenku své práce do několika vět.

Podmínkou úspěšného vykonání kurzu a obdržení certifikátu, bylo představit vlastní odborné téma fiktivní společnosti, které se snažíme prodat svůj nápad nebo v níž se ucházíme o místo. Odborná porota hodnotila: vhodnost zvoleného komunikačního prostředku, srozumitelnost a adekvátní odbornou úroveň, schopnost zaujmout, zpracování tématu a dodržení časového limitu, který nesměl být delší než 10 minut.

Porotě jsem představila svoji diplomovou práci, která se zabývá modulárním origami. Po představení a přivítání jsem pokračovala prezentací v PowerPointu, ve které jsem posluchače seznámila stručně s historií, druhy a autory origami. Informace

jsem doprovázela složenými modely, které si mohli prohlédnout. Vysvětlovala jsem využití modulárního origami v hodinách matematiky a nabídla porotě možnost účasti na workshopu, který bych uspořádala na téma „Modulární origami v matematice“. Na konec prezentace jsem všem rozdala připravené čtverce z papíru a návody. Porotci si sami zkusili složit některé jednoduché modely, které si pak odnesli domů. Na závěr jsem nechala prostor na případné dotazy, které se týkaly většinou upřesnění provázání matematiky a origami.

Porotci měli k dispozici hodnotící karty, na které známkovali jednotlivá kritéria prezentace. Ohlasy na mou prezentaci byly velice kladné. Ocenili mě za příjemné vystupování, srozumitelnost, optimistické naladění posluchačů a hlavně závěr, který byl zajímavým oživením tématu. Díky tomuto kurzu jsem dostala nápad skutečně workshop na téma „Modulární origami v matematice“ uspořádat.

## **4.2. Origami Workshop**

Workshop „Modulární origami v matematice“ jsem uspořádala na Západočeské univerzitě v Plzni pro studenty Fakulty pedagogické a veřejnost. Cílem tohoto kreativního odpoledne bylo zjistit, které z modulárního origami by bylo nejvhodnější zařadit do vyučování matematiky na základní škole. Chtěla jsem si také prověřit své komunikační dovednosti, zda dokážu vysvětlit jednotlivé kroky skládání tak, aby skládající mohl bez problémů pokračovat dále.

Setkání absolvovalo 11 účastníků ve věku do 30 let. Každý z nich měl na workshopu pracovat sám, ale místa k sezení byla uspořádána tak, aby mohli pracovat ve skupinách a sdělovat si své postřehy a doporučení. Po uvítání následovala otázka z mé strany na to, jaké mají od workshopu očekávání a jaká je jejich zkušenost s origami. Odpovědi byly různé: naučit se složit lodičku, dozvědět se, co je modulární origami, kreativně strávit odpoledne, odnést si domů hotové výrobky... Jen 3 dívky se origami již někdy v minulosti věnovaly a očekávaly od toho, že si prohloubí své znalosti a naučí se nové skládanky.

Na řadu přišla moje krátká prezentace v PowerPointu, která obsahovala základní informace o origami. Účastníky jsem stručně seznámila s historií, autory skládanek, druhy a typy origami.

Zařadila jsem práci s tradičním a modulárním origami. K dispozici byly návody k jednotlivým motivům. Každý byl také opatřen mnou již složeným výsledkem, díky kterému si mohli finální výrobek lépe představit. Výrobky byly také seřazeny podle obtížnosti, kterou si účastník mohl zvolit podle svého uvážení. Tradiční origami bylo pro skládající jednoduché. Vybrat si mohli z motivů: lodička, parník, prasátko, zajíc, jeřáb, koník, větrník, ryba a žába. Nikdo neskládal loďku. Jako svou první skládanku si volili hlavně prasátko, a poté se věnovali rybám, větrníkům nebo jeřábům. Někteří si jako svou druhou skládanku zvolili žabu, která se ukázala jako nejtěžší motiv tradičního origami. Účastníci si však radili a sdělovali si své postřehy. I díky tomu všichni žabu úspěšně dokončili.

Po složení několika tradičních origami, se měli účastníci věnovat modulárnímu origami. Jedním z výrobků byla kostka, složená ze šesti dílů. Tři díly byly zrcadlově obráceny a zasunutí do ostatních dílů vyžadovalo velkou prostorovou představivost. Tuto kostku si nakonec nikdo ke skládání nevybral.



Druhým typem modulárního origami byla Sonobova kostka. Tento typ byl složen ze šesti stejných dílů a podle mě patřil k nejjednodušším 3D origami, které byly na workshopu k dispozici. Tento typ si zvolily 2 dívky. Jednotlivé části jim nečinily žádné potíže a i finální kompletace kostky se obešla bez problémů. Ke skládání jim stačil pouze

předložený návod. Sonobovu kostku hodnotím jako velice vhodnou do vyučování matematiky na 1. stupeň. Dílů není mnoho, skládají se pouze ze šesti kroků a ani dokončení kostky nečinilo skládajícím velké potíže.



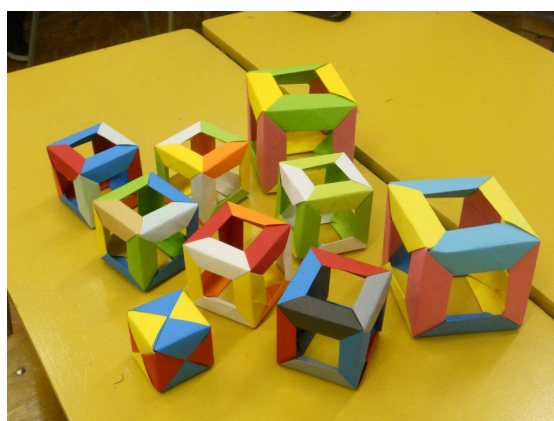
Jako třetí možnost byla nabídnuta otevřená kostka. Byla složena ze dvanácti stejných dílků. Jejich složení se jevilo jako obtížné a hlavně časově náročné. Kompletace celé kostky vyžadovala manuální zručnost a trpělivost. K mému překvapení si tuto kostku ke složení vybrali téměř všichni účastníci. A ti, kteří si kostku na workshopu nesložili, se alespoň naučili posloupnost kroků při skládání jednotlivých dílků, aby si kostku složili při jiné příležitosti. Studenti si tuto otevřenou kostku vybrali kvůli její složitosti a hodnotili ji jako nejhezčí ze všech nabídnutých motivů. Předepsaný návod u této kostky se mi jevil jako zbytečně složitý, proto jsem si vytvořila svůj vlastní. Téměř nikdo postupu nerozuměl, proto jsem skládala spolu s účastníky a naučila je svůj postup. Skládající si pomáhali při tvorbě jednotlivých dílků. Finální kompletace se však téměř nikomu nedařila, proto jsem jim postup individuálně předváděla na jejich výrobcích. Po názorné ukázce byly problémy odstraněny a studenti si sami poskládali otevřené kostky. Jeden účastník se při tvorbě otevřené kostky s nikým neradil a skládal ji podle předloženého návodu. Přišel na posloupnost složitých kroků a kostku složil sám podle předlohy. Jeho kostka byla jednou z nejpreciznějších prací celého workshopu. Tuto kostku bych do vyučování matematiky na 1. stupni ZŠ nezařadila, z důvodu její složitosti.



Po skončení práce obdržel každý účastník dotazník, ve kterém mohl vyjádřit svůj názor na workshop. Hodnotili svou práci s origami, co se jim dařilo a co naopak ne, vybírali motiv, který byl pro ně nejsložitější a který nejjednodušší, vyjadřovali se ke skupinové práci a dostali prostor pro své připomínky a názory. Nejvíce byly problémy s jejich malou trpělivostí, nepřesností v ohýbání, jemnými sklady a se zasunováním jednotlivých částí u otevřené kostky. Za nejjednodušší motivy byly zvoleny: větrník, prasátko, jeřáb, Sobonova kostka a parník. Mezi nejsložitější naopak zařadili otevřenou kostku a žábu. Někteří do svého sebehodnocení uvedli, že nejsložitější origami raději neskládali. Skupinová práce se velmi osvědčila. Zúčastnění často uváděli, že by se bez rad ostatních neobešli a hromadná spolupráce je daleko více bavila. Někteří však uvedli, že při samostatné práci by se mohli více soustředit na sklady. Workshop hodnotili všichni jako povedený, výborně připravený a zvláště studentky Pedagogické fakulty ocenily, že si mohou odnést s sebou návody na všechny motivy, které jsme skládali. Všichni si samozřejmě ponechali i všechny své složené výtvořky.

Workshop probíhal v uvolněné a přátelské atmosféře. Někteří „origamisté“ si úplně poprvé vyzkoušeli tvorbu z papíru, všichni se dobře bavili a hledali různé způsoby vytvoření motivů. Pro mě byl tento workshop důležitý z mnoha hledisek. Dozvěděla jsem se, které druhy origami by mohly být vhodné do vyučování matematiky na 1. stupeň ZŠ. Zvláště Sobonova kostka se ukázala jako nejvhodnější ze všech modulárních motivů. Také z hodnocení studentů vzniklo doporučení, abych žáky na začátku práce seznámila se všemi symboly, které jsou používány v návodech. Symboly byly při počáteční organizaci

opomenuty a já je vysvětlovala během práce individuálně většině skládajících. Při práci s žáky je seznámím se symboly ještě před začátkem skládání.





## 5. Práce žáků s origami

### 5.1. Tyršova základní škola

Název školy: Tyršova základní škola a mateřská škola, Plzeň - Černice

Popis školy:

Výzkum diplomové práce byl realizován na základní škole v Plzni – Černicích. Ta je zajímavá hned z několika hledisek. Jedná se o školu domácího typu s výborným psychosociálním klimatem a otevřeností vůči okolí a hlavně rodičům. Ti mají možnost se po domluvě stát součástí vyučovacího procesu podle svých pracovních a časových možností. Tyršova základní škola je orientovaná pouze na 1. stupeň, po 5. ročníku žáci přecházejí do jiných základních škol nebo na gymnázia.

Od školního roku 2007/2008 škola nabízí výuku podle vlastního školního vzdělávacího programu „Začít spolu od začátku“. Tento program je inspirován mnohaletým prověřováním programu Začít spolu. Žáci se mají možnost ve výuce setkat s prací v centrech aktivity (1. – 3. ročník) nebo s prací v týmech (4. – 5. ročník).

Žákům je zde nabízena kvalitní výuka anglického jazyka a informačních technologií hned od 1. ročníku. Do 2. ročníku jsou hodnoceni slovně, ale podle přání rodičů je možné provést slovní hodnocení i ve 3. ročníku. Žáci mají možnost každý rok navštívit školu v přírodě, jazykově vzdělávací zájezdy do Londýna, či využít pestrou nabídku zájmových kroužků a mimoškolních aktivit.

Cílem Tyršovy základní školy je preferovat osobnostní stránku dítěte před vědomostní. Pedagogové podporují celoživotní vzdělávání, vedou děti k vlastní sebeúctě, motivují je pro kvalitní žebříček hodnot i zdravý prospěšný styl života a dávají dětem jistotu v podobě pevného řádu, jehož pravidel jsou spolutvůrci.

### 5.1.1. Práce žáků s origami

Pro výzkum ke své diplomové práci jsem si jako první zvolila 5. ročník v Tyršově základní škole. Tento věk dětí jsem vybrala vzhledem k náročnosti modulárního origami, která se projevila na workshopu se studenty Fakulty pedagogické.

S žáky jsem pracovala v období centra aktivit matematiky – v týmu. Byli rozděleni do 4 skupin (označené A, B, C, D) po 4 - 7 žácích. Složení skupin zvolila jejich třídní učitelka Mgr. Blanka Škopková. Ve třídě se nachází 8 žáků s diagnostikou z pedagogicko – psychologické poradny. S těmito informacemi jsem také pracovala a zařadila je k vyjádřením o matematice u jednotlivých žáků. Nejvíce těchto žáků bylo soustředěno ve skupině A. Ve skupině B byli zase ti žáci, kteří se připravovali na přijímací zkoušky na víceletá gymnázia. Mgr. Blanka Škopková skupiny tak vytvořila proto, abych si všímala rozdílů práce mezi různými typy žáků. S žáky ve skupinách jsem pracovala trochu jinak podle potřeb, které si vyžádala nastalá situace. Na začátku jsem se každého člena zeptala na jeho sympatie či antipatie k matematice a na jeho zkušenosti, které má se skládáním origami. Tato krátká debata vedla k uvolnění atmosféry a žáci se začali na origami v týmu těšit.

S každou skupinou jsem pracovala v oddělené místnosti. Ostatním žákům se věnovala třídní učitelka. Připravila jsem si následující aktivity:

- **Skládání motivu ryby, jakožto druhu z řad tradičního origami:**

#### **Origami RYBA**

-**pomůcky:** barevné papíry, nůžky, návod na skládání

- **postup skládání:**

1. Přehneme čtverec podle jeho úhlopříčky a rozevřeme zpět. To samé provedeme podle druhé úhlopříčky a opět rozevřeme.
2. Rohy čtverce složíme ke středu a rozložíme zpět. Celý čtverec otočíme.

3. Čtverec přehneme na polovinu a rozložíme. Skládanku otočíme o 90° a opět přehneme na polovinu.
4. Spodní část čtverce přehneme ke středu a rozložíme. Opakujeme i na druhé straně. Tímto skladem nám vznikly 4 obdélníky. Tento krok opakujeme i se skládankou, kterou opět otočíme o 90°.
5. Podle naznačených šipek v návodu rozevřeme. Totéž zopakujeme na druhé straně.
6. Skládanku k sobě natočíme tak, aby krajní hroty směřovaly vpravo a vlevo. Cípy na levé straně přehneme nahoru a dolů. Obrátíme podle svislé osy.
7. Levou stranu přehneme podle naznačené šipky v návodu. Origami má nyní tvar plachetnice. Opatrně rozevřeme a přehneme (vmáčkneme) horní cíp. Skládanka má nyní tvar koníka.
8. Rozevřeme – li „přední nohy koníka“ tak, jak je naznačeno na obrázku, při pohledu zespoda dostaneme rybu. Volný cíp ohneme jako harmoniku, čímž nám vznikne zadní ploutev ryby. (Viz Příloha č. 1)

- **Složení modulárního origami – Sonobova kostka:**

#### **Origami SONOBOVA KOSTKA (autor Mitsunobu Sonobe)**

Pro žáky 1. stupně ZŠ jsem zvolila právě tuto kostku, poněvadž je považována za klasický příklad modulárního origami. Na workshopu se studenty Fakulty pedagogické se ukázalo, že je tato kostka nejvhodnější z toho důvodu, protože patřila k nejjednodušším motivům modulárního origami, které jsem skládajícím nabídla.

**-pomůcky:** barevné papíry (6 čtverců), nůžky, návod na skládání

**- postup skládání:**

1. Čtverec přehneme na polovinu a rozevřeme. Jeho polovinu přehneme ke středu a opět rozevřeme. Tento krok opakujeme i na druhé straně. (Čtverec je rozdělen na 4 obdélníky.)
2. Uchopíme pravý horní vrchol a přehneme jej k nejbližší naznačené čáře. Uchopíme levý horní vrchol a krok zopakujeme.

3. Obě poloviny čtverce přehneme opět ke středu. (Skládanka má podobu obdélníka.)
4. Uchopíme levý horní roh a přehneme jej směrem vpravo dolů. Stejný pohyb vykonáme s pravým rohem zrcadlově (ohneme směrem vlevo nahoru).
5. Vzniklé dva velké trojúhelníky zasuneme do skládanky do dvou kapes, které se utvořily uvnitř. Výsledný útvar má tvar kosodélníku.
6. Origami otočíme. Pouze naznačíme ohyb přečnávajících rohů (trojúhelníků) tak, aby jejich složení dohromady dalo čtverec. Tímto je hotov jeden díl skládanky. Stejným způsobem vytvoříme dalších pět dílů.
7. Zasouváním trojúhelníků do čtverců vytvoříme výslednou krychli. Hrany a vrcholy upravíme prsty. (Viz Příloha č. 2)

- **Práce s kostkou**

- **pomůcky:** Sonobova kostka, špejle

- **postup práce:** Pomocí špejlí budou žáci určovat na své kostce vzájemnou polohu přímek. Budou hledat různé varianty polohy kolmic a rovnoběžek. Pomocí své kostky žáci určí počet stěn a vrcholů na krychli.

- **Reflexe žáků**

Po složení jednoho typu modulárního origami žáci vyplní krátký dotazník, ve kterém se budou sami hodnotit a zamýšlet nad svými dojmy a úspěchy ze skládání. Dotazník obsahuje tyto otázky:

1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?
2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky? Proč?
3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

Výsledky jejich a mé práce jsem zachytila v následujících rozborech skládání jednotlivých skupin. Jména žáků byla z důvodu zachování anonymity pozměněna.

### 5.1.2. Skupina A

**Věk:** 10 – 11 let

#### **Složení skupiny:**

**Stanislav:** K matematice má obecně kladný vztah. Baví ho všechno nové, co se ten den dozví. Často nepochopí novou látku, ale během procvičování si jí vždy osvojí. Co však nemá na matematice rád, je geometrie. Není přesný a trpělivý. Ve vyučování dosahuje průměrných výsledků.

**Karel:** Karel má k matematice podobný vztah jako Stanislav. Nemá rád hlavně geometrii. Nerad si připravuje tolik pomůcek na rýsování. Baví ho ale písemné počítání. Karel trpí poruchou pozornosti, nejistotou. Má dysortografické potíže a dyslexii. V matematice se jeho obtíže projeví i tak, že si často špatně při samostatné práci přečte zadání.

**Petra:** Matematika jí nebaví a prý nikdy příliš nezaujala. Nemyslí si, že ji bude někdy v životě potřebovat a jako předmět by ji zrušila. Nejvíce jí vadí, že matematice věnují moc času, často i přes přestávku. Petra má ve vyučování pomalejší pracovní tempo, má dyslektické a dysortografické potíže a sníženou sluchovou paměť.

**Ondřej:** Mezi jeho koníčky matematika rozhodně nepatří. Nebaví ho ani geometrie, kterou by podle jeho slov „nejraději zrušil“. Místo matematiky by chtěl v budoucnosti pouze hrát fotbal. Ve srovnání s ostatními patří mezi průměrné žáky.

**Petr:** Nedá se říci, že by ho matematika zaujala, ale nevadí mu. Jako jeho spolužáci, i on nemá rád geometrii a nebaví ho ani dělení se zbytkem. Ale tvrdí, že někdy dělají v matematice i věci a aktivity, které ho baví. Petr trpí poruchou pozornosti. Má pomalé pracovní tempo, je nesamostatný. Má poruchu čtení, pravopisu a problematickou lateralitu.

**Filip:** Filip nemá s matematikou velké potíže a má ji rád. Geometrie ho baví, nejvíce pokud pracují s tělesy. Tento žák má diagnostikovanou hraniční dyslexii, dysortografii a dysgrafické potíže. V matematice se jeho obtíže příliš neprojevují.

**Daniela:** Matematika je pro Danielu jedním z předmětů, které hodnotí záporně. Nebaví ji počítání, rýsování, ani manipulační činnosti. Geometrie jí sice jde, ale také není jejím koníčkem. Daniela trpí velkou poruchou pozornosti, je hypoaktivní. Má dysortografické a dyslektické potíže. Často se do vyučování nezapojuje a reaguje jen na několikanásobné důsledné upozornění.

Se skupinou A jsem pracovala v jejich třídě. Prostředí bylo klidné, lavice jsme uspořádali tak, aby mohli všichni pracovat spolu s ostatními. Poté, co se mi žáci představili jsem jim vysvětlila, proč jsme se tu dnes sešli. „Chtěla bych Vám ukázat, že matematika nemusí být jen počítání a rýsování. Matematika zahrnuje i jiné oblasti, kterým se můžeme věnovat.“ Zeptala jsem se žáků na jejich zkušenosti, které mají se skládáním origami. Chvíli jsme se věnovali přímo modulárnímu origami. Žádný z žáků o tomto pojmu nikdy neslyšel. Když zjistili, co budeme společně skládat, projevili hlasitý souhlas. Několik žáků mi však při vysvětlování, které trvalo pouze několik minut, neustále skákalo do řeči poznámkami, které nesouvisely s naší prací. Tak tomu bylo i během téměř celé práce, proto neustálé usměrňování a vybízení zabralo příliš mnoho času, který nám na konci chyběl.

Jako první jsem s žáky chtěla skládat jeden z typů jednoduššího tradičního origami. Důvodem bylo, aby se seznámili s použitými znaky v návodech, s mými pokyny práce a kladně se motivovali k modulárnímu origami, které mělo být na řadě jako druhé. Vybrala jsem pro žáky motiv ryby. Společně jsme začali skládat.

Žáci si vyrobili v čtverec z barevného papíru formátu A4. Každý měl k dispozici obrázkový návod, který mohl využívat ke kontrole jednotlivých kroků skládání. Všichni však čekali na mé pokyny a skládali společně se mnou. Vždy proběhla jako první slovní instrukce a hned poté jsem daný krok provedla. Žáci po mě opakovali. Každý však pracoval v jiném tempu. Nejrychleji daný krok provedli ti, kteří seděli nejbližší u mě. Ti, kteří seděli u opačného konce lavice si neustále povídali mezi sebou a skládali velmi pomalu. Často nesledovali mou ukázkou skladu a pak nevěděli, jaký krok následuje. Individuálně jsem se jim věnovala a přesunula se na jejich stranu. Když jsem seděla blízko nich, řídili se mými pokyny a věnovali se origami. Skládání šlo skupině velice dobře. Jen dva žáci vytvořili během práce několik nepřesných skladů a jejich výsledek měl proto trochu jinou podobu,

než u ostatních ve skupině. Největší problémy byly s kroky číslo 6 – 8. Jednotlivě jsem se věnovala pěti žákům, kteří si vůbec nevěděli rady. Pouze dva žáci krok provedli sami, ale byli to ti, kteří seděli hned vedle mě a přesně viděli, jak daný postup provádím. Ostatním jsem s dokončením ryby pomohla.

Velice mě překvapilo, kolik času během skládání tradičního origami uběhlo. Skládání ryby zaměstnalo žáky na celých 40 minut. Rozhodla jsem se ale s touto skupinou ještě zkusit složení modulárního origami.

Vzhledem ke krátkému časovému limitu jsem se žáky chtěla vytvořit pouze několik dílů. Chtěli si kostku dokončit po vyučování. Práce probíhala podobným způsobem jako u skládání ryby. Žáci měli před sebou obrázkové návody. Poslouchali moje instrukce, které jsem ihned před nimi předvedla se čtvercem papíru. Jednotlivé kroky tvořili podle mé ukázky a někdy si je ověřili spolu s návodem na lavici nebo se svým sousedem. Problémem se stal krok číslo 5, ve kterém měli žáci založit velké trojúhelníky dovnitř skládanky. Tento krok jsem předvedla třikrát za sebou, než měli všichni dílek složený. Většinou skládajících stačilo moje první předvedení k tomu, aby mohli ostatní díly skládat již z paměti bez pomoci ostatních. Dva žáci skládat další už odmítli, ačkoli dopředu věděli, že jich musíme na kostku složit šest. Ostatní práce na origami bavila a snažili se co nejrychleji a nejlépe složit zbývající dílky. Třem žákům se podařilo složit všechny i během přestávky. Se složením kostky jsem jim pomohla individuálně. Do sebe jsem zasunula první 3 dílky a dále navedla žáka otázkami typu: „Kam vložíme tenhle trojúhelník? Jaký díl použijeme na tuhle stěnu?“ S mojí pomocí se třem „origamistům“ ze skupiny A podařilo kostku dokončit. Jedním z nich byla Daniela, která skládala velice přesně, rychle a s nadšením. Daniela má diagnostikovanou hypoaktivitu a velkou poruchu pozornosti. Nicméně během skládání origami se projevovala jako velice aktivní a soustředěná. Matematiku nemá ráda, ale prohlásila, že pokud by někdy mohli v matematice skládat z papíru, těšila by se na tento předmět více. Na mé otázky reagovala správně a dobře užívala všechny matematické pojmy, které jsme používali. Zapojila svoji prostorovou představivost a kostku složila téměř celou sama.

## Reflexe žáků:

Žáci hodnotili práci s origami velice kladně a připadala jim zajímavá kombinace matematiky a skládání papíru. Zde přikládám jejich odpovědi na otázky v dotazníku:

### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Vůbec se mi nedařil postup. Podařilo se mi složit rybu.“

„Naučil jsem se složit z paměti dílek kostky. Asi nic.“

### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Ano, protože to bylo lepší než dělit se zbytkem.“

„Ano. Lepší je skládat než rýsovat.“

### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Jak se skládá origami. Že je to lepší než počítače.“

„ Složit kostku z papíru bez lepidla. A také chci skládat origami i doma s rodiči.“





### 5.1.3. Skupina B

**Věk:** 10 – 12 let

#### **Složení skupiny:**

**Kateřina:** Matematiku nepovažuje za svůj oblíbený předmět. Nejvíce jí vadí stereotyp v hodinách. Momentálně ji nebaví dělení dvouciferným číslem, které se třídou často opakují. S origami nemá žádné dosavadní zkušenosti. Je velice bystrá a pohotová žákyně.

**Pavlína:** V matematice ji nejvíce baví vytváření grafů a rýsování. Považuje ji za velice potřebnou a ráda počítá i ve svém volném čase. Skládat origami v hodinách matematiky by ji nikdy nenapadlo. Je zvědavá, jak jí to půjde, protože se nepovažuje za příliš pečlivou. Patří k žákům, kteří dosahují nadprůměrných výsledků.

**Veronika:** Jejím oblíbeným předmětem je právě matematika. Nejradši má sčítání, odčítání a tvorbu grafů. Ráda má výtvarnou výchovu, proto se těší na práci s papírem. Ještě nikdy origami neskládala. Ve třídě patří k nejlepším matematikům.

**Milan:** Z matematiky nepovažuje za svoji silnou stránku geometrii. Tvrdí, že není moc přesný a trpělivý. Geometrickým postupům rozumí, ale nerad rýsuje. Od dnešního dne očekává, že nebudeme rýsovat a budeme skládat zábavné tvary. V matematice patří k nejlepším žákům.

**Žaneta:** Matematika pro Žanetu není zábavou. Sice s ní nemá velké problémy, ale vůbec ji nebaví. Prohlásila, že jejich hodiny jsou stejné. Stále jen sčítají, odčítají, násobí a dělí. Dnes si chce složit něco pěkného. Její výkony v matematice jsou nadprůměrné.

**Jitka:** Matematika je jejím velkým koníčkem. Ráda počítá i rýsuje. Kritizuje však neustálé procvičování již probrané látky. Často se v hodinách nudí. Zajímá ji propojení origami s matematikou a motivy, které se dají složit. Patří k nejlepším žákům ze třídy.

Po zkušenosti s předchozí skupinou jsem začala rovnou pracovat na modulárním origami, podobně jako u následujících skupin. Rozhodla jsem se tak z důvodu velké časové náročnosti, kterou žáci potřebovali na složení jednotlivých částí Sonobovy kostky. S žáky jsem si povídala o tom, že matematika nemusí být jen o jednotvárném procvičování

dělení, ale můžeme do ní promítnout svoji představivost a fantazii. Jedním ze způsobů může být i modulární origami.

Společně jsme si prošli návod ke skládání. Zaměřila jsem se zprvu na vysvětlení jednotlivých značek, které obrázky doprovázejí. S jejich seznámením žáci neměli žádné potíže. Poté si sami zvolili barvy papírů podle svého vkusu a začali jsme skládat. První díl jsem žákům předvedla, přičemž v průběhu celé mé práce skládali se mnou. Ukázky jednotlivých skladů doprovázely mé slovní instrukce, ve kterých jsem používala matematické pojmy. Po ukázce skládání prvního dílu žáci začali ihned se skládáním dalších. Obrázkové návody měli k dispozici, nicméně jen velmi zřídka je někdo použil. Většinou skládali z paměti. V této skupině pracovali žáci velice rychle. Brzy měli všechny dílky složené a mohli jsme přistoupit k závěrečnému skládání kostky. První kroky jsem žákům opět předvedla na dílech jednoho z nich. Pokračovali už sami. Milan si zprvu nevěděl vůbec rady a požádal o pomoc spolužačky. Jak se však ukázalo, větší úlohu tu hrála lenost a touha mít kostku již hotovou před sebou. Na mou výzvu mu tedy spolužačky přestaly kostku skládat a Milan si ji dokončil sám.

Všichni zúčastnění zvládli bez mé velké pomoci složit kostku do finálního tvaru. Mohli jsme tedy začít s výrobkem pracovat.

1. Práce ve dvojicích: Popište přesně část krychle a váš kamarád se musí uvedené části dotknout. Např.: „Ukaž mi pravou hranu, levou stěnu, vrcholy krychle, 3 úhlopříčky...“

2. Vzájemná poloha přímk: Každý žák dostane 2 špejle. Podle pokynů učitele ukazuje vzájemnou polohu přímk na své krychli. Např.: „Na své krychli vytvořte kolmice, rovnoběžky... Umístěte jednu špejli tam, kde ji mám já. Vytvořte k ní takovou přímku, aby byly rovnoběžné.“

Práce s krychlí žáky moc bavila. Sami opravovali své chyby, ale nebylo jich mnoho. Při prvním úkolu jsem měla funkci spíše pozorovatele, přičemž jsem sledovala počínání jednotlivých dvojic a opravovala případné chyby. Žáci však chybu svého kolegy odhalili sami a také na ní upozornili. Při druhém úkolu jsme žákům zadávala úkoly, které mají plnit. Nikomu jsem chybu neopravila, sami si ji uvědomili a napravili. S touto skupinou

se mi pracovalo velice dobře. Všichni členové navštěvují přípravné kurzy kvůli přijímacím zkouškám na gymnázia. Patří mezi pilné, pečlivé a rychlé žáky nejen v matematice.

### **Reflexe žáků:**

U skupiny B se modulární origami setkala s kladnými ohlasy. Zpestření v hodinách matematiky by v podobě skládání papíru rádi uvítali.

#### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Dařily se mi docela dílky, jenom jeden jsme měla opačně.“

„Dařil se mi konečný tvar a nedařila se mi moc přesnost skládání.“

#### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Ano líbilo. Je to mnohem lepší než dělení se zbytkem.“

„Ano, je to zábava a nemusíme počítat jen příklady.“

#### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Že jde z papíru poskládat kostka bez lepidla.“

„Dozvěděla jsem se, že jsou origami super a naučila jsem se je.“



#### 5.1.4. Skupina C

**Věk:** 10 – 11 let

##### **Složení skupiny:**

**Pavel:** Pavel tvrdí, že matematiku nemá vůbec rád. Nudí ho, je stereotypní a nemá v ní ani dobré výsledky. V geometrii často bojuje s nepřesností a celkovou upraveností práce. Zná ale geometrická tělesa a rád počítá jejich objemy a obsahy. V matematice je řazen do slabšího průměru.

**Kristýna:** Jedinou pozitivní věc na matematice vidí Kristýna v rýsování. Má ráda kreslení a vnímá je jako podobné činnosti. Vždy se těší z toho, když jí zadaný úkol na konci vyjde a ona ví, že rýsovala přesně. Nerada počítá sloupce příkladů. S origami se již setkala a těší se na novou zkušenost. V matematice dosahuje nadprůměrných výkonů.

**Sandra:** Sandra matematiku přímo nenávidí. Podle jejích slov ji v ní nic nebaví a ani její výsledky nejsou uspokojivé. Nenapadá ji jediná věc, která by ji v matematice zaujala. Sandra má diagnostikovanou dyslexii s obtížemi psaní. Podle třídní učitelky hodně chyb dělá v tom, že si zadání úkolu v testu špatně přečte. Rýsování je velice nepřesné a neupravené. Potřebuje více názorných ukázek než její spolužáci a individuální přístup učitele.

**Jana:** Geometrii Jana ráda nemá. Úkoly jí připadají neustále stejné a nezajímavé. Často se potýká s nepřesným rýsováním. Matematiku obecně ráda však má. Hlavně počítání a zakreslování do grafů. V rámci třídy Jana dosahuje nadprůměrných výsledků.

Práce s touto skupinou byla přesunuta do prostor družiny školy. Měla jsem tu možnost skládat v tichém a nerušeném prostředí. Žáci se mi opět svěřili se svými názory na matematiku, zkušenostmi s origami a jejich vlastním očekáváním. Pouze Kristýna se s origami seznámila v domácím prostředí. Ostatní ještě neskládali. Tato skupina měla poměrně značné potíže s přesným vystřížením čtverců. Zdůrazňovala jsem význam přesného čtverce, ze kterého pak budou vycházet. Zbrkllost a snaha ulehčit si práci vedly k nepřesnostem, které bylo nutno opravit. Dále pak začali skládat podle mých pokynů. Názornou ukázkou jsem provázela verbálním pokynem. Žáci jednotlivé kroky opakovali.

U některých skládajících vznikl problém s pravolevou orientací. Zvláště u těch, kteří neseděli přímo vedle mě. Ti se řídili hlavně podle slovními instruccemi. Několikrát jsme museli práci zastavit a vrátit se o několik kroků zpět. Sandře jsem každý krok předvedla

a popsala dvakrát. Žáci ve skupině se hned kroky z paměti naučili a skládali další dílky. V této fázi jsem pracovala pouze se Sandrou, ostatní moji pomoc nepotřebovali. Během tvorby jednotlivých dílků kostky se rozvinula mezi žáky tichá debata o Japonsku a origami. Žáci si sdělovali své znalosti a při práci si pomáhali. Ukázala jsem jim i jiné podoby modulárního origami, než jsme skládali společně. Projevili o ně velký zájem a vyžádali si návody na otevřenou kostku.

Jejich sklady byly velmi přesné a pečlivé. Sami byli nespokojeni s nedokonalostmi a snažili se mít jednotlivé dílky identické. Konečnou kompletaci kostky jsem jim opět předvedla na prvních dílcích. Kroky opakovali po mně a dále již pracovali sami. Potíže s dokončením měli Pavel a Sandra. Těm jsem se individuálně věnovala a pomocí otázek je dovedla ke zdárnému konci. Např.: „Co myslíš, jaký dílek teď budeme potřebovat?“

Celkově pracovala skupina velmi tiše a pečlivě. Žáci se spolu radili a navzájem se v průběhu oceňovali. Všichni vlastními silami kostku dokončili. Ve zbývajícím čase jsme se věnovali práci s vytvořenou kostkou.

„K čemu bychom mohli naši krychli použít?“

„Ukaž mi libovolné kolmé přímky na své kostce. Je více možností?“

„Známe ještě jinou polohu přímek než přímky kolmé? Ukaž mi je na příkladu.“

Žáci odpovídali rychle a správně. Při řešení úkolu, který měl více řešení, se dívali po spolužácích a kontrolovali jejich správnost. Přinášeli zajímavé nápady k využití krychlí: stavba z kostek, změřit si strany a vypočítat její objem, určování barev u mladších žáků... S jejich prací jsem velice spokojená. Byla velkým přínosem pro mě i hodinu matematiky, kterou jsme strávili skládáním modulárního origami a prací s krychlí. Sami se vyjádřili v závěrečné reflexi a vlastním sebehodnocení.

## Reflexe žáků:

### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Dařilo se mi přesně skládat a sama vytvořit celou kostku pomocí instrukcí.“

„Dařilo se mi vše.“

### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

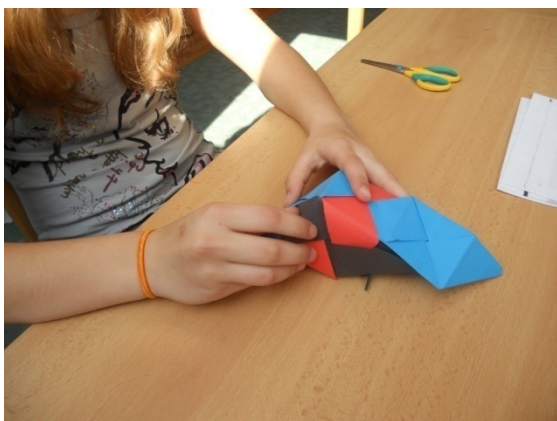
„Ano, moc by se mi to líbilo i dál, protože se mi to dařilo.“

„Ano, je to zábava.“

### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Dozvěděla jsem se, že je více druhů origami. Tohle modulární bylo fajn v tom, že to je matematika.“

„Skládat z paměti krychli, kterou naučím rodiče.“



### 5.1.5. Skupina D

**Věk:** 10 – 11 let

#### **Složení skupiny:**

**Tomáš:** Matematiku má nejraději, když je zábavná. Nejlepší jsou podle Tomáše různé matematické hry, např. poker. Naopak nemá rád zdouhavé počítání příkladů. Origami vůbec nezná, ale doufá, že to bude také zábava a půjde mu. V matematice patří k lepšímu průměru.

**Jakub:** Kuba nemá obecně matematiku rád z toho důvodu, protože v ní neustále počítají. Probranou látku stále opakují a to ho nudí. Uvítá jakoukoli změnu, kterou mu paní učitelka připraví. Třeba slovní úlohy jsou pro něj zpestřením. Od origami očekává již uvedenou změnu. Jakub má diagnostikovanou poruchu pozornosti a aktivity. Je emočně labilní a projevují se u něj dysortografické potíže. Jeho výkony v matematice nejsou stálé, daly by se však zařadit do průměru třídy.

**David:** Nerad počítá slovní úlohy, poněvadž z nich mívá špatné známky. Baví ho jen geometrie. Při ní si připadá, že maluje kružítkem. Rád řeší různé hlavolamy a zajímavé úkoly. Hlavně na počítači. V matematice často počítají a to ho nebaví. David má diagnostikovanou poruchu pozornosti, emoční labilitu. V matematice je hodnocen jako podprůměrný.

**Jirka:** Jirka nemá rád matematiku jako celek. Podle jeho slov ho nebaví vůbec nic a celou by ji jako předmět zrušil. Jediný důvod, proč mu matematika přijde užitečná, je ten, že ji bude potřebovat někdy v budoucnosti. Jirka je diagnostikován jako dysgrafik, s občasnými dysortografickými obtížemi a silnou poruchou pozornosti. Jeho výkony v matematice charakterizuje podprůměrnost.

**Josef:** Matematika ho baví a nečiní mu žádné potíže. Má dobré výsledky, počítání příkladů nebo rýsování považuje za příjemnou činnost. Nemá rád zdouhavé slovní úlohy a přednost dává hlavolamům. Na origami se těší jako na novou zkušenost. K rychlosti zná velmi dobře a umí jí přesně narysovat. Jeho výkony v matematice jsou nadprůměrné.

Prostředí, ve kterém jsme pracovali se skupinou D, bylo trochu odlišné od ostatních skupin. V prostorách družiny se začaly pohybovat děti z jiných ročníků. Paní učitelky si je rozdělily na skupinky a věnovaly se jim, nicméně i tak vznikl ve třídě rušivý hluk. To se projevilo i na práci žáků. Jiná třída nebyla v této době k dispozici.

Po jejich představení jsem se žáky snažila motivovat tím, že jim ukážu jiný pohled na matematiku. Ve skupině byla většina žáků, kterým činí tento předmět potíže a nemají k němu kladný vztah. Když viděli před sebou nůžky a barevné papíry, jejich zájem přece jen vzrostl. Nikdo z členů ještě origami nikdy neskládal, ale věděli, co je to. Využila jsem proto příležitosti a s origami jsme se trochu seznámili. Představila jsem jim jednotlivé druhy skládanek, krátce pohovořila o zajímavostech z historie. Vše jsem prokládala hotovými výrobky, které jsem měla s sebou na ukázkou. Tímto způsobem jsme se dostali až na prostorové origami. Žákům se předvedené modely velmi líbily a oceňovali jejich složitost. Již viděli výrobky, které si domů odnášeli jejich spolužáci. Proto je nijak nepřekvapilo, když dostali za úkol si jednu kostku sami složit.

Opět jsem jednotlivé kroky předváděla jako první. Chlapci měli k dispozici před sebou návody, se kterými si postup kontrolovali. Během první ukázky se tři chlapci nechávali rozptylovat okolím a nesledovali svoji práci. Proto jsem se jim individuálně věnovala a jednotlivé kroky předváděla od začátku. Když ani tehdy neprovedli krok č. 4 na své skládance, rozhodla jsem se instruovat slovně každého zvlášť. „Uchop pravý horní roh...“ Žáci měli potíže s pravolevou orientací. David se stále snažil ohýbat levý roh, poté levý dolní roh. Ruku jsem mu navedla na ten správný a vysvětlila mu, že se musíme snažit kroky přesně dodržovat, jinak nedojdeme ke správnému cíli. Jeho spolužáci se mu začali posmívat. Upozornila jsem je, že podobná situace se může stát každému z nás a kdo nedělá chyby, nikdy se nic nenaučí.

Chlapci se celkem bez problémů naučili posloupnost jednotlivých kroků a skládali díly sami. Zdůrazňovala jsem, že části musí být identické. Často je složili tak, že byly orientované na jinou stranu. V tom případě museli výrobek rozložit a opravit. Mezi sebou si radili a pomáhali si. Já se věnovala Jirkovi a Davidovi. Do jejich práce jsem zasahovala slovními instrukcemi a průběžnými doporučeními. Jirka si rád nechal poradit a chybu napravil. David reagoval na chybu rozhozením rukou a pronesením věty: „No jo, no...“



Učitel: „ *Davide, tuto část máš hodně pomuchlanou. Nechceš jí předělat? Pak nebude možné jí zasunout do kostky.*“

David: „*No jo, no...*“

Jejich třídní učitelka mi poté prozradila, že se jedná o určitý druh obrany, který David používá velmi často. Sám konstatoval, že se mu jeho vytvořené dílky nelíbí a špatně se mu s nimi bude pracovat dále. Ale nové udělat nechtěl. Žákům jsem ukázala, jak postupovat při sestavení kostky. Stačil jim jen nástin prvních kroků a dále již pokračovali na svých výrobcích sami. V práci jsem pokračovala s Davidem a Jirkou. Jirkovi jsem pokládala otázky, s jejichž pomocí kostku složil. „Kam připadne tento dílek? Jaká barva se hodí na tuto stranu?“ David o sestavení kostky nejevil zájem. Proto jsem mu jednotlivé dílky vkládala do rukou a ukazovala mu, kam je má vložit. Sama jsem mu provedla závěrečné dotvarování.

Nakonec všichni žáci ve skupině svou kostku složili. Bylo na nich však vidět, jak jsou ze skládání vyčerpaní. Z časových důvodů jsem nemohla zařadit další práci s krychlí. Přiznám se, že soustavná práce se dvěma žáky pro mě nebylo nic jednoduchého. Snažila jsem se kontrolovat chlapce, kteří byli napřed a opravovat a pobízet ty, kteří byli pozadu. Považuji za velký úspěch, že většinu pátého ročníku práce s origami zaujala.

### **Reflexe žáků:**

#### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„S tou kostkou jsem spokojen, dost se mi povedla.“

„Nedařily se mi stejné části, nepřesnost.“

#### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Jo, líbilo. Byla to sranda.“

„Líbilo se mi to, protože se nepočítalo.“

„Spíš ne, moc mi to nešlo.“

3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Že z papíru se dá udělat spoustu věcí.“

„Skládat krychli z papíru.“



## 5.2. Základní škola Černošín

Název školy: Základní škola Černošín

Popis školy:

Základní škola v Černošíně je rozdělena do dvou budov – na 1. a 2. stupeň. V současné době obsahuje devět tříd, které navštěvuje celkem 95 žáků. Ve třídách na 1. stupni ZŠ je soustředěno malé množství žáků, proto musejí být tyto třídy často spojovány s jinými ročníky. Nicméně vzhledem k malému počtu žáků hlavně na 2. stupni ZŠ je vytvářen individuální přístup ke každému z nich. Od 1. 9. 2007 začala základní škola s plněním vlastního školního vzdělávacího programu „Školadění“, ve kterém pokračovali v dalších ročnících.

Hlavním cílem školy je poskytnout žákům dobré základy vzdělávání, rozvíjet schopnost pracovat v kolektivu, dovednost komunikace s lidmi a vytvořit podmínky pro další celoživotní vzdělávání. V souvislosti se současnými trendy se škola věnuje rozvoji jazyků (anglického, německého a ruského), environmentální výchově a výpočetní technice. Žáci 5. třídy jsou vybaveni notebooky, na kterých pracují s výukovými programy ve vyučovacích hodinách. Ve třídách na 1. stupni ZŠ se také běžně pracuje s projektoru a interaktivními tabulemi. Tato škola je bohatá i na mimoškolní činnost. Žáci se mají možnost věnovat zdravotnické, dopravní či protidrogové výchově nebo zabývat výtvarnými aktivitami ve školní družině.

Škola se věnuje také spolupráci s rodiči. Snaží se je informovat o veškerém aktuálním dění, prospěchu a úspěchů jejich dětí. Oproti Tyršově škole zde však není běžné, aby se rodiče zapojovali sami do výuky.

Nemůžeme opomenout ani kulturní přínos, který škola městu Černošín poskytuje. Již se staly tradicí vystoupení, soutěže a besídky pro veřejnost, které jsou každoročně školou pořádány ve spolupráci s městem.

### 5.2.1. Práce žáků s origami

Zařazení modulárního origami na 1. stupeň ZŠ jsem se rozhodla vyzkoušet i na jiné škole. Zvolila jsem si základní školu v malém městě Černošín. Zde jsou třídy složeny z malého počtu žáků, proto jsem se rozhodla skládat origami i s žáky 4. ročníku. Z 5. třídy se žáků zúčastnilo 6 a ze 4. třídy 10 žáků. Skupiny byly vytvořeny třídními učitelkami různorodě.

Jelikož na škole probíhá hlavně frontální způsob výuky, kvůli dostatečnému klidu na práci jsem se skupinami pracovala samostatně v jazykové třídě. Průběh byl podobný, jak tomu bylo ve škole v Černicích. Žáci se vyjadřovali o svém vztahu k matematice, sdělovali svá očekávání a zkušenosti se skládáním origami. Poté jsem jim představila ve stručnosti jednotlivé druhy origami a zajímavosti, které se vážou k historii. Jednotlivé typy a druhy origami jsem doprovázela hotovými výrobky, které jsem žákům ukázala. Po úvodu následovala fáze vlastního skládání. Představila jsem žákům Sonobovu kostku a jednotlivé kroky sama před nimi skládala. Žáci skládali souběžně se mnou. Na řadu přišla závěrečná reflexe žáků, ve které se ocenili a hodnotili průběh skládání svého origami. Hotové výrobky si mohli odnést domů. Nicméně žáci si je ponechali ve třídách, aby s nimi mohli dále pracovat.

Zkušenosti žáků se skládáním origami byly různorodé. Někteří často a rádi skládají doma, jiní se s origami potkali několikrát v rámci pracovních činností nebo práce v družině a někteří se s origami ještě nikdy nesetkali.

### 5.2.2. Skupina E

**Věk:** 10 – 12 let

**Složení skupiny:**

**Karolína:** Ke škole má kladný vztah. A tak i u matematiky tomu není jinak. Nejraději počítá převody jednotek, obvody a obsahy geometrických tvarů. Baví jí práce na interaktivní

tabuli a různé hlavolamy. Cizí jí není ani rýsování, ve kterém se snaží hlavně o přesnost a upravenost práce. V matematice dosahuje velmi dobrých výsledků.

**Petr:** Oblíbenkyní Petra je geometrie. Rád rýsuje kružnice a přímky. Jeho velkou předností je přesnost, která je v geometrii velice důležitá. Ve škole ho také baví práce na noteboocích. Origami zná, ale ještě nikdy ho neskládal. Je zvědavý na novou matematiku. V matematice patří k nejlepším žákům.

**Vojta:** Matematika není jeho silnou stránkou. Nedosahuje v ní dobrých výsledků a to je jeden z důvodů, proč ho nebaví. Rád na ní má však geometrii a počítání obsahů různých tvarů. O origami jako pojmu nikdy neslyšel, nicméně hotové výrobky jej velmi zaujaly. Připadá mu neuvěřitelné, že by některý z typů modulárního origami někdy mohl složit. V hodinách dosahuje průměrných výsledků.

Práce se skupinou E ukázala mnoho zajímavého. Jednalo se o žáky 5. třídy, mezi sebou mají velmi kamarádský vztah. Když jsem žákům ukázala tvar, který budeme společně skládat, pouze Vojta byl velice skeptický. Hotový model považoval za příliš složitý a chtěl složit raději vizuálně jednodušší tvar origami. Jeho spolužáci ho povzbuzovali a přesvědčili, aby se o Sonobovu kostku alespoň pokusil. Skládání podle mých instrukcí a předvedení žákům nečinilo žádné potíže. Mírné problémy se vyskytly, když měli skládat další dílky sami s oporou o návod na papíře. Vojta si těžce zapamatoval jednotlivé kroky. Po celou dobu skládání jsem se mu věnovala a předřikávala mu instrukce. Ačkoli jsem do jeho práce nechtěla fyzicky zasahovat, velmi se potýkal s přesností. Hroty jeho skládanek měly spíše tvar obdélníku. Na to jsem jej neustále upozorňovala a nechávala ho opravovat nepřesné sklady. Během práce byla jeho pozornost často rozptylována mezi ostatní spolužáky. Odváděl je od skládání a snažil se jim nepozorovaně vzít hotové části. Pracovala jsem s ním raději sama u jiného stolu. Dokončení kostky zvládl Vojta zcela sám. Pouze pohledem na obrázek v návodu sestavil přesný tvar krychle. Petr měl potíže s pravolevou orientací. Žáků jsem vždy doporučovala, aby si složené dílky skládali na sebe a tím kontrolovali jejich podobu, která musí být vždy stejná. Tři Petrovy díly byly složeny podle obráceného postupu. Těžko se mu hledala chyba, ale s mou pomocí objevil nesprávný krok a sám si jej u dílů opravil. Karolína si s celou kostkou poradila téměř úplně

sama. Pro složení jí stačila má počáteční instrukce. Finální kompletaci provedla pomocí návodu.

Po úspěšném složení všech tří krychlí následovala práce s nimi. S žáky jsem procvičovala vzájemnou polohu přímek. Vojta si zprvu nevzpomněl, co je to kolmice, ale jeho spolužáci mu správné řešení ukázali. Jednotlivé úkoly plnili žáci rychle a správně, sami si porovnávali správná řešení a opravovali se mezi sebou.

### **Reflexe žáků:**

Na konci práce děti reflektovaly své pocity a postřehy ze skládání modulárního origami. Tato skupina projevila zájem si své odpovědi přečíst nahlas.

#### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Moc se mi nedařilo. Nedařilo se mi moc přesně skládat.“

„Vše mi šlo, také práce podle návodu.“

#### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Ano, protože mě nebaví matematika jako taková.“

„Ano, líbilo. Byla to legrace.“

#### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Poskládat kostku z papíru bez lepidla.“

„Procvičila jsem si polohu přímek na kostce.“



### 5.2.3. Skupina F

**Věk:** 10 – 11 let

**Složení skupiny:**

**Šárka:** K matematice má vztah spíše neutrální. Někdy ji baví, ale někdy ne. Zajímavá jí připadá práce na interaktivní tabuli. Naopak nemá ráda počítání v lavici nebo u tabule. Geometrie jí radost nečiní, poněvadž říká, že neumí moc kreslit. Šárka opakovala ročník i kvůli matematice a má potíže s chováním. V současnosti dosahuje velmi podprůměrných výsledků.

**Lukáš:** Geometrie je Hugovou nejoblíbenější částí matematiky. Baví ho rýsování i řešení různých matematických problémů či hlavolamů. Rád má řešení slovních úloh. Naopak neoblíbené jsou u něj příklady procvičující násobení a dělení. Ve třídě dosahuje nadprůměrných výsledků.

**Katka:** Matematika je Katčiným oblíbeným předmětem. Nejvíce jí jde zaokrouhlování, slovní úlohy a práce s grafy. Nemůže ale jednoznačně říct, jestli ji tolik baví i geometrie. S pojmy potíže nemá, ale někdy se jí nedaří přesně rýsovat do sešitu. V matematice často dosahuje výborných výsledků.

Začátek práce probíhal podobně jako u jiných skupin. Ani jeden z žáků ještě nikdy origami neskládal. Velmi je zaujaly hotové výrobky, které jsem jim ukázala. Lukášovi a Katce stačila k zapamatování jednotlivých kroků skládání moje první ukázka. Poté již skládali sami. Překvapilo mě, že jejich sklady byly velice pečlivé a přesné. Po celou dobu pracovali pomalu, soustředěně a v tichosti. U těchto žáků jsem měla téměř po celou dobu funkci pozorovatele. Individuálně jsem se věnovala Šárce. Měla potíže s posloupností jednotlivých kroků postupu. Snažila si je na základě svých ukázek zapamatovat. Doporučila jsem jí pracovat s pomocí návodu, který jí usnadní orientaci v pořadí skládaných kroků. Po chvíli jsem zjistila, že se v návodu neumí orientovat. Složení základního dílku jsem jí proto předvedla s oporou o obrázky v návodu. Snažila jsem se používat pojmy a přirovnání, které by jí sestavení čtverců usnadnily. Vzhled skládky jsem přirovnávala k předmětům denní potřeby (skříň, vrata...). Šárka se potýkala s nepravidelnostmi,

neupraveností a často si pletla pravou a levou stranu. Poslední dílek složila již pouze za pomoci mých slovních instrukcí.

Lukáš s Katkou dokončili kostku bez potíží. Předvedla jsem jim princip na prvních třech dílcích a dále již pokračovali sami. Katka si ke konci nevěděla rady, který dílek má být na jakém místě. Lukáš jí však při sestavování pomohl. S Šárkou jsem pracovala já. Vkládala jsem jí do ruky jednotlivé dílky a ukazovala jí místa, kam je má zasunout. Poslední dva založila již sama. Nakonec se všem podařilo kostku dokončit. Svá ocenění a doporučení zaznamenali do hodnotícího listu. Překvapilo mne, že se Šárka vyjádřila o práci s modulárním origami jako o jednoduché. Ostatní dva žáky mrzelo, že nestihli složit více motivů, např. tradičního origami. Věnovala jsem jim různé návody, které jim mohou sloužit k inspiraci na skládání doma.

### **Reflexe žáků:**

#### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Dařilo se mi dávat rohy do kapsiček, nedařilo se mi dělat stejné čtverečky.“

„Při skládání se mi dařilo všechno. Někdy jsem nevěděl, co je vpravo a co vlevo.“

#### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Ano, protože skládání mě začalo bavit.“

„Bylo to zábavné, je to lepší než počítání.“

#### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Naučil jsem se přesně skládat papír a také podle návodu.“

„Naučila jsme se kostku z papíru a to, že matematika je také někdy zábavná.“





#### 5.2.4. Skupina G

**Věk:** 9 – 10 let

**Složení skupiny:**

**Lucie:** Matematika je pro Lucii oblíbeným předmětem. Ráda počítá, rýsuje, porovnává a řeší slovní úlohy. V matematice vyniká a dostává hodně jedniček. Lucie je velmi výřečná a pohotová žákyně. Origami již skládala ve školní družině, ale s modulárním se ještě nesešla. V matematice patří mezi nejlepší žáky.

**Jana:** Na matematice ji baví snad vše a má největší radost, když za svou domácí přípravu dostane kladné hodnocení a jedničky. Často si procvičuje doma s rodiči, a i díky tomu dosahuje ve škole dobrých výsledků. Nemá ráda konflikty ve škole a lenost. Oceňuje svoji třídní učitelku za zajímavé úkoly, které řeší v matematice. V oblíbenosti má také práci s interaktivní tabulí a notebooky, které má každý z nich k dispozici. Jana dosahuje v matematice průměrných výkonů.

**Vojta:** Matematiku nemá vůbec rád. Nenapadá jej jediná věc, která by se mu dařila nebo ho bavila. Jeho výsledky jsou průměrné. V geometrii má velké potíže s rýsováním a celkovou úpravou práce. Ve třídě na sebe často strhává pozornost a upozorňuje na sebe nevhodným chováním. V matematice dosahuje podprůměrných výkonů.

Na práci s touto skupinou jsem byla velmi zvědavá z toho důvodu, že všichni členové navštěvovali 4. třídu. Úroveň dovedností mohla být trochu na jiné úrovni,

než tomu bylo u žáků 5. tříd. Byla jsem však mile překvapena jejich zkušenostmi a pečlivou prací, která se od starších spolužáků v ničem nelišila. Lucie a Jana měly již s origami zkušenosti. Většinou z pracovních činností, kde skládaly tvary tradičního origami, nejčastěji modely zvířat. Byly tak motivované naučit se nové tvary. Po krátkém představení druhů a typů origami, které bylo doprovázeno ukázkami, jsem jim vysvětlila, co se budeme učit skládat. Sobonova kostka jim připadala nejprve hodně složitá, nicméně měli odhodlání si nový motiv vyzkoušet. Po mé první ukázce se slovním komentářem všichni pochopili postup a zapamatovali si návaznost jednotlivých kroků. Při skládání druhého dílu Jana měla problémy s krokem č. 4. Navedla jsem ji pouze slovní instrukcí, která byla shodná s tou, kterou jsem skládání zahajovala. Obě dívky pracovaly velmi rychle a pečlivě. Při tom se bavily o možnostech využití hotové kostky. Vojta si nepočínal tak opatrně jako dívky. Jeho sklady nebyly přesné a na několika místech papír natrhl. Pracoval však poměrně rychle a správným postupem. Všechny dílky byly orientované na správnou stranu. Lucie si postup zapamatovala po třetím dílku a skládala bez návodu. Jednotlivé kroky si sama pojmenovala tak, aby si snáze vybavila jejich pořadí. Např: „Zavírám skříň, zasouvám do kapsičky...“

Zakončení kostky jsem členům předvedla na prvních čtyřech dílcích. Všichni správně systém pochopili a každý se věnoval své kostce. Brzy měli své origami hotové a mohli jsme s ním začít pracovat. Každý dostal dvě špejle a podle mých pokynů ukazovali vzájemnou polohu přímek. Kolmé přímkové nečinily nikomu potíže, ale nebylo tomu tak u rovnoběžných přímek. Vojta ukázal správně jednu možnost polohy. Zeptala jsem se, zda mi může ukázat ještě jiné. Nevěděl, a tak mu Lucie na jeho kostce ukázala další možnost. Poté již další dvě možnosti ukázal. Jana popisovala svojí kostku. Někdy si nevzpomněla na přesný pojem, proto jsem ji doplnila. Ukazovala hrany, vrcholy, stěny a úsečky. Lucie na své kostce určovala počet jednotlivých částí. Úkol splnila výborně.

Na závěr i skupina G vyplnila krátký dotazník, ve kterém hodnotila svou práci na origami.

#### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Dařilo se mi to, až na tu přesnost.“

„Mně se dařilo vše, s pomocí paní učitelky jsem si zapamatovala všechny kroky.“

### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Ano, je to velmi zábavné a pěkné. A má to hezký výsledek.“

„Ano, moc se mi to líbilo, protože jsem se něco naučil složit.“

### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Dozvěděla jsem se něco o origami, a jak se skládá prostorové.“

„Naučil jsem se rovnoběžky na krychli a skládat origami.“



## 5.2.5. Skupina H

**Věk:** 9 – 11 let

**Složení skupiny:**

**Natálie:** Matematika Natálii baví. Ráda řeší hlavolamy a doplňkové úkoly pro rychlé žáky. Opakování stejného učiva ji však připadá jako ztrátu času. Spíše by uvítala průběžné opakování během celého roku. Origami již skládala v rámci práce v družině. S modulárním origami se dosud nesešla a těší se, že se naučí něco nového. V matematice patří k žákům, kteří dosahují nadprůměrných výsledků.

**Simona:** Simona se v matematice výbornou žačkou, ale stále se chce zlepšovat. Je ráda, když za svou práci obdrží výborné ohodnocení. Nejraději počítá příklady na násobení a dělení. Baví ji přenesení teorie do praxe, tedy řešit příklady na praktických situacích.

**Daniel:** Danielův pohled na matematiku je obdobný, jako Simonin. Má k ní obecně kladný vztah a dobré výsledky. Nejradši má příklady na násobení a dělení. Origami ještě nikdy neskládal a je zvědavý, jestli mu to půjde.

**Vratislav:** Patří také k těm nejlepším v matematice. Těžko hledá oblíbené a neoblíbené činnosti, nejraději má nové učivo. Často se učí dopředu. Má široký přehled vědomostí různých oborů, rád si čte v encyklopediích. Skládání origami je jedním z jeho koníčků. S modulárním se však ještě nesešel a věří, že mu půjde velmi dobře. V matematice patří k nejlepším žákům.

**Viktorie:** Obliba matematiky u ní není stálá. Pokud se jí nedaří, ztrácí i zájem pracovat na sobě více. Nejraději má počítání s násobilkou, sčítání a odčítání. Geometrie je její silnou stránkou. Je chválena za upravenou a přesnou práci. V matematice dosahuje průměrných výsledků.

**Marek:** Pokud Marek nedosahuje v matematice výsledků podle jeho očekávání, nebaví ho. Origami dobře zná, často skládá doma s prarodiči. Ve škole ho baví násobit a řešit slovní úlohy. Ve škole dosahuje průměrných výsledků.

**Petr:** Škola ani matematika Petra moc nezajímají. Nezažívá v ní pocity úspěchu. Jeho výsledky jsou podprůměrné. Podle jeho slov nesnáší počítání u tabule. Sám ví, že by si měl více opakovat. Často zapomíná postupy řešení, pokud se v hodinách přestanou látce věnovat. Například u rýsování si vždy musí zopakovat jednotlivé kroky. Origami nezná a na naší práci se těší.

Úroveň práce ve skupině H byla velice různorodá. Žáků bylo mnoho, proto byli rozděleni do dvou skupin. Zatímco si jedna připravovala pomůcky, předváděla jsem druhé postup ke skládání dílů. Atmosféra ve třídě byla po celou dobu velice klidná, žáci se mezi sebou bavili o tom, jak budou origami učit doma rodiče. Většině žáků stačila má jedna ukázka posloupnosti kroků k tomu, aby mohli začít sami skládat jednotlivé části.

K dispozici měli návody, které jsme si společně prohlédli, aby se o ně skládající mohli v průběhu opírat. Viktorie skládala podle návodu po celou dobu. Později se jen s jeho pomocí ujišťovala o správnosti svých kroků. Individuálně jsem pracovala s Markem. Měl potíže s pravolevou orientací, přeskakoval kroky a nedodržel jejich přesné pořadí. Jeho sklady byly velice nepřesné. Na jeho chyby jsem jej upozorňovala a pomáhala mu je napravit. Do jeho práce jsem sama zasahovala jen výjimečně, spíše jsem volila slovní doporučení.

Při dokončování kostky si žáci navzájem pomáhali. Vratislav, Simona a Natálie složili kostku sami podle návodu. Ostatním jsem předvedla systém zasouvání dílků do sebe. Sami se začali orientovat hlavně podle různých barev. Daniel v této fázi zjistil, že má čtyři dílky otočené na druhou stranu. Chybu si uvědomil a spolužáci mu pomohli částí otočit. Markovi jsem s kompletací pomohla já. Do práce jsem opět fyzicky nezasáhla, pomocí otázek jsem ho navedla do závěru práce.

Tato skupina pracovala velice soustředěně a dávala si záležet na přesnosti. Pečlivě a pomalu řešili jednotlivé kroky skládanky. Jako skupinovou práci jsem pojala i procvičování matematiky pomocí složené krychle. Pracovala jsem s jednou skupinou, druhá pracovala sama a poté se vyměnily. Pomocí špejlí a tužek si navzájem žáci ukazovali vzájemnou polohu přímk – kolmé a rovnoběžné. Druhá skupina se mnou zase pracovala na popisu jednotlivých částí krychle. Ukazovala jsem na ně a žáci říkali přesné názvy. Nato počítali a odpovídali na otázky:

„Kolik hran má krychle? Ukaž mi je.“

„Víte, co za útvar vznikne, rozdělím-li krychli na polovinu? Znáte jiná tělesa?“

„Má krychle stejný počet hran a stěn?“

Po skončení práce ve skupinách měli žáci možnost vyjádřit se pomocí závěrečné reflexe. Ačkoli žáků ve skupině H bylo poměrně hodně, skládali velice pečlivě a s chutí se věnovali origami. Potěšilo mě, že všichni žáci zvládli sestavit si vlastní Sonobovu kostku a uměli s ní výborně pracovat.

## Reflexe žáků:

### 1. Co se mi při skládání dařilo a co naopak ne?

„Dařil se mi začátek, ale ke konci byl už papír moc tlustý, takže jsem už nebyl tak přesný.“

„Nedařilo se mi přesné přehýbání, ale dařil se mi první, druhý a třetí krok.“

„Dařilo se mi skládat podle pokynů. Příště bych chtěl být trochu pečlivější.“

### 2. Líbilo se ti skládat origami v hodinách matematiky?

„Ano, velice se mi to líbilo. Mám nové poznatky, které předám dalším a mám hezkou kostku.“

„Ano, je to zábava a nemusíme počítat příklady.“

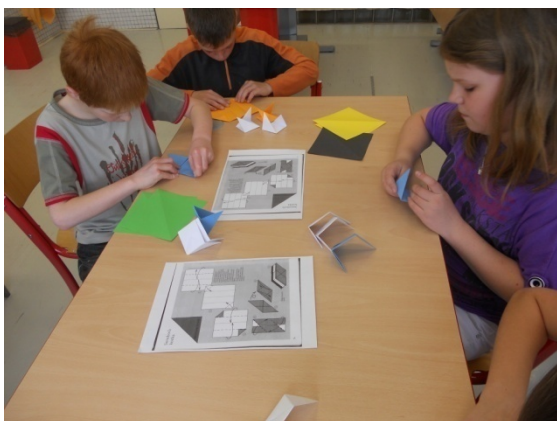
„Líbilo se mi to, protože mi to přišlo takové logické.“

### 3. Co ses naučil, nebo dozvěděl nového?

„Krásnou kostku, vůbec jsem nevěděla, že něco takového existuje a ještě nikdy jsem to neskládala.“

„Jak se skládá kostka. A že geometrie a matika není jen +, -, přímka, ale i něco jiného.“

„Naučil jsem se skoro úplně skládat origami.“



## 6 Závěr

Ve své diplomové práci jsem se zabývala tím, jestli je modulární origami vhodné k zařazení do výuky matematiky na prvním stupni základní školy. Velkým mezníkem pro můj postup se stal origami workshop, který jsem zorganizovala pro studenty Fakulty pedagogické a veřejnost. Z více typů prostorového origami jsem vybrala motiv Sonobovy kostky, který se zdál ze všech nejsnadnější. Ostatní typy byly velice časově náročné a pro žáky moc složité. Díky těmto vlastnostem jsem se rozhodla prostorové origami zavádět v 5. ročnících základní školy.

Práce s origami byla prováděna na Tyršově základní škole v Plzni a základní škole v Černošíně. S žáky jsem pracovala ve skupinách. Ačkoli všichni žáci dokázali typ modulárního origami složit, na první stupeň základní školy bych ho nezařadila. Bylo nutné individuálně pracovat s žáky a opravovat časté chyby, které při skládání nastaly. Žáci měli potíže s nepřesností, pravolevou orientací, pečlivostí a představivostí. Více než polovina žáků nezvládla přesně vystříhnout základní čtverec. Práci s modulárním origami doporučuji pro malé skupiny žáků, například práci v centrech aktivit. Je však nutné, aby se učitel žákům neustále věnoval a byl jim k dispozici jako rádce. Prostorové origami bych zařadila na druhý stupeň základní školy. Za důležité považuji také to, aby měli žáci s origami již nějaké zkušenosti. Pro žáky, kteří nikdy o origami neslyšeli, bylo skládání prostorového typu obtížnější.

Ukázalo se, že se Sonobovou kostkou lze vhodným způsobem procvičovat vzájemnou polohu přímek – kolmé a rovnoběžné. Většina žáků zvládla pomocí špejlí nebo tužek tyto vzájemné polohy vymodelovat. Během práce se u některých žáků rozvíjely matematické komunikativní dovednosti. Žáci například používali termíny, jako jsou čtverec, trojúhelník, vrchol...

Skládání origami se však setkalo s velmi kladnými ohlasy. Žáky práce bavila, rádi pracovali dále s vlastnoručně vyrobenou pomůckou a měli zájem skládat dále. Origami může být netradičním prostředkem, jak zpestřit hodiny matematiky.

## 7 Použitá literatura a zdroje informací

GARDINER, M. a kol. *Velká kniha origami*. Praha: Rebo Productions, 2010. ISBN 978-80-255-0254-9.

KING, A. *Co dokážu s matematikou II*. Prešov: Fragment, 1999. ISBN 80-7200-314-3.

LOKŠOVÁ, I. a LOKŠA, J. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-205-X.

MOLNÁR, J. *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2254-1.

MULATINHO, P. *Nápadité origami*. Praha: Ikar, 2001. ISBN 80-7202-920-7.

PECINA, P. *Tvořivost ve vzdělávání žáků*. Brno: Masarykova univerzita, 2008. ISBN 978-80-210-4551-4.

PĚCHOUČKOVÁ, Š. (ed.) *Tvořivost v počátečním vyučování matematiky: vědecká konference s mezinárodní účastí věnovaná matematickému vzdělávání v primární škole*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2011. ISBN 978-80-7043-992-0.

PRŮCHA, J., MAREŠ, J. a WALTEROVÁ, E. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.

## Internetové zdroje

<http://www.origami.cz/welcome.html>

<http://origami.webz.cz/>

<http://www.origami-cos.cz/historie-origami>

<http://kmdm.pedf.cuni.cz/Default.aspx?ClanekID=312&PorZobr=2&PolozkaID=-1>

<http://www.rucni-papir.cz/historie-papiru.asp>

<http://tyrsovazsams.plzen.eu/>

<http://www.cernosin.cz/zs/>



## 8 Resumé

Cílem mé diplomové práce bylo zjistit vhodnost zařazení prostorového origami do vyučování matematiky na prvním stupni základní školy. Tento typ origami je pro žáky poměrně náročný a na první stupeň není příliš vhodný. Pracovat s modulárním typem origami lze s malou skupinou žáků, které se učitel může dostatečně individuálně věnovat.

Pokud žáci zhotoví krychli, dá se dobře využít na procvičování učiva geometrie. Mohou určovat vzájemnou polohu přímek, osvojovat si pojmy jako jsou: stěny, hrany, úhlopříčky nebo vrcholy. Žáci by se také měli s origami seznámit již v minulosti. Vzhledem k výsledkům výzkumu nedoporučuji zavádět tento typ jako první do vyučování matematiky.

## Summary

The target of the diploma thesis was to discover the suitability of implementation of spatial origami into mathematics in primary schools. This type of origami is quite difficult for pupils and not very appropriate at primary schools. It is possible to work with modular type of origami in a small group of pupils, where the teacher can be helpful with individuals.

If students make a cube, it could be perfectly used for practising drafting. They can define a mutual position of lines and become familiar with terms like: walls, edges, diagonals or peaks. It is better if pupils have already tried origami in the past. On account of results of the research I do not recommend implementation of this type of origami as a first one into mathematics.

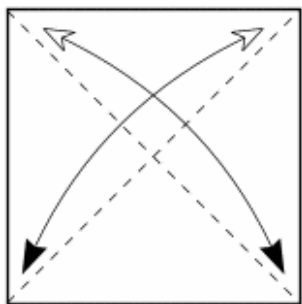
## **9 Seznam příloh**

1. Příloha 1 – Návod „Ryba“
2. Příloha 2 – Sonobova kostka
3. Příloha 3 – Otevřená kostka
4. Příloha 4 – Kostka

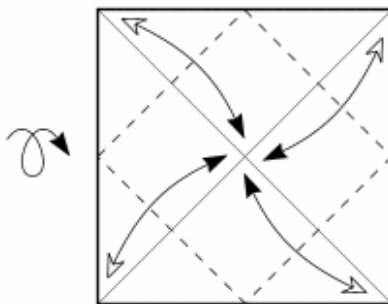
## Příloha 1 – Návod „Ryba“

### Větrník (základ koníka)

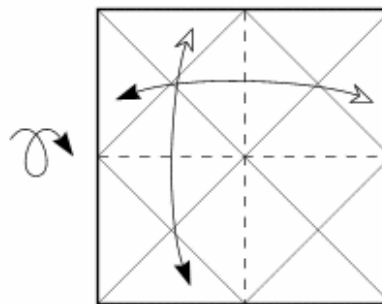
Nakreslil František Grebeníček (1998)



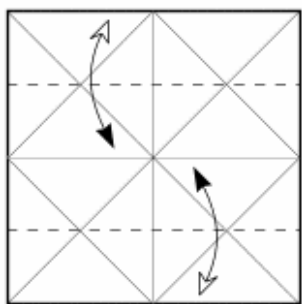
1) Vytvoříme diagonální hrany. Otočíme.



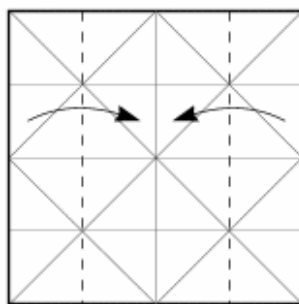
2) Rohy složíme ke středu a rozložíme. Otočíme.



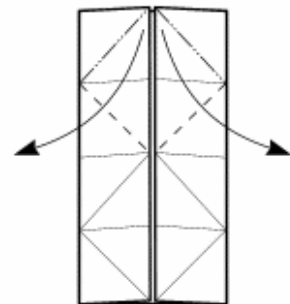
3) Přeložíme napůl a rozložíme.



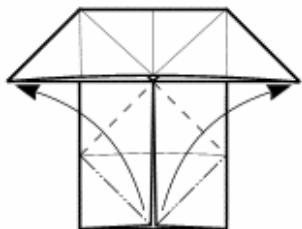
4) Přeložíme ke středu a rozložíme.



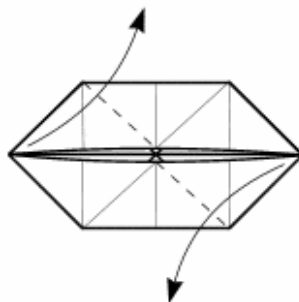
5) Přeložíme ke středu.



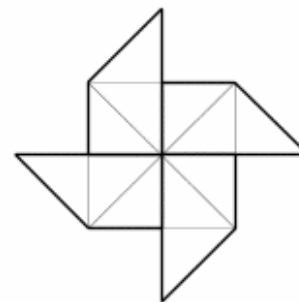
6) Rozevřeme.



7) Zopakujeme na spodní straně.



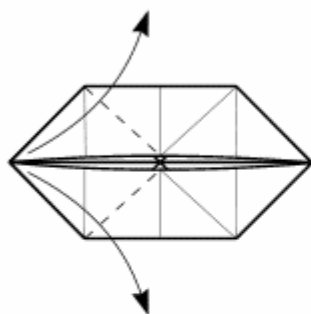
8) Tak tomuhle budeme říkat ZÁKLAD NA KONÍKA. Přehneme-li cípy označeným způsobem...



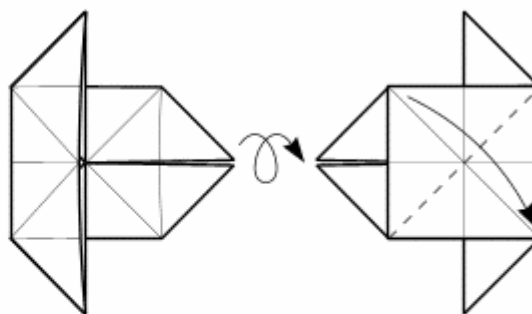
9) ... dostaneme VĚTRNÍK.

# Kouzelný koník

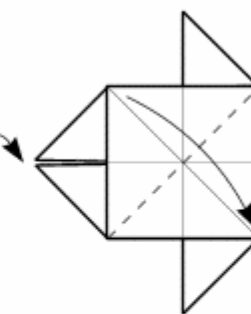
Nakreslil František Grebeníček (1998)



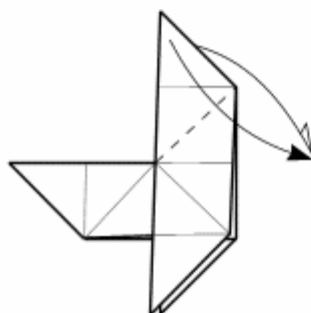
1) Začínáme ze základu na koníka. Přehneme cípy nahoru a dolů.



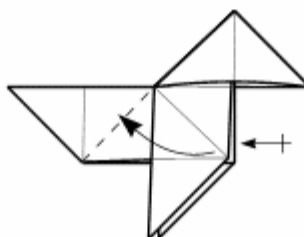
2) Obrátíme podle svislé osy.



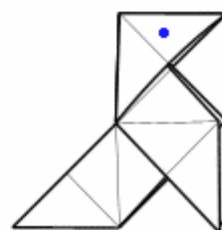
3) Přehneme podle diagonály. Vznikne tak páteř koníka.



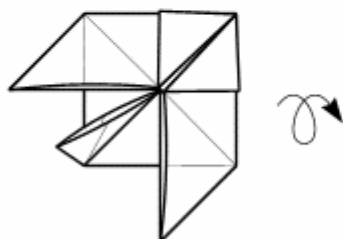
4) Teď má skládanka tvar PLACHETNICE. Opatrně rozevřeme a přehneme horní cíp (outside reverse fold).



5) A máme kouzelného koníka - dovede se proměnit ve spoustu jiných věcí.



6) KONÍK. Rozevřeme-li jeho přední nohy do roviny, jak je naznačeno na obr. 5)...

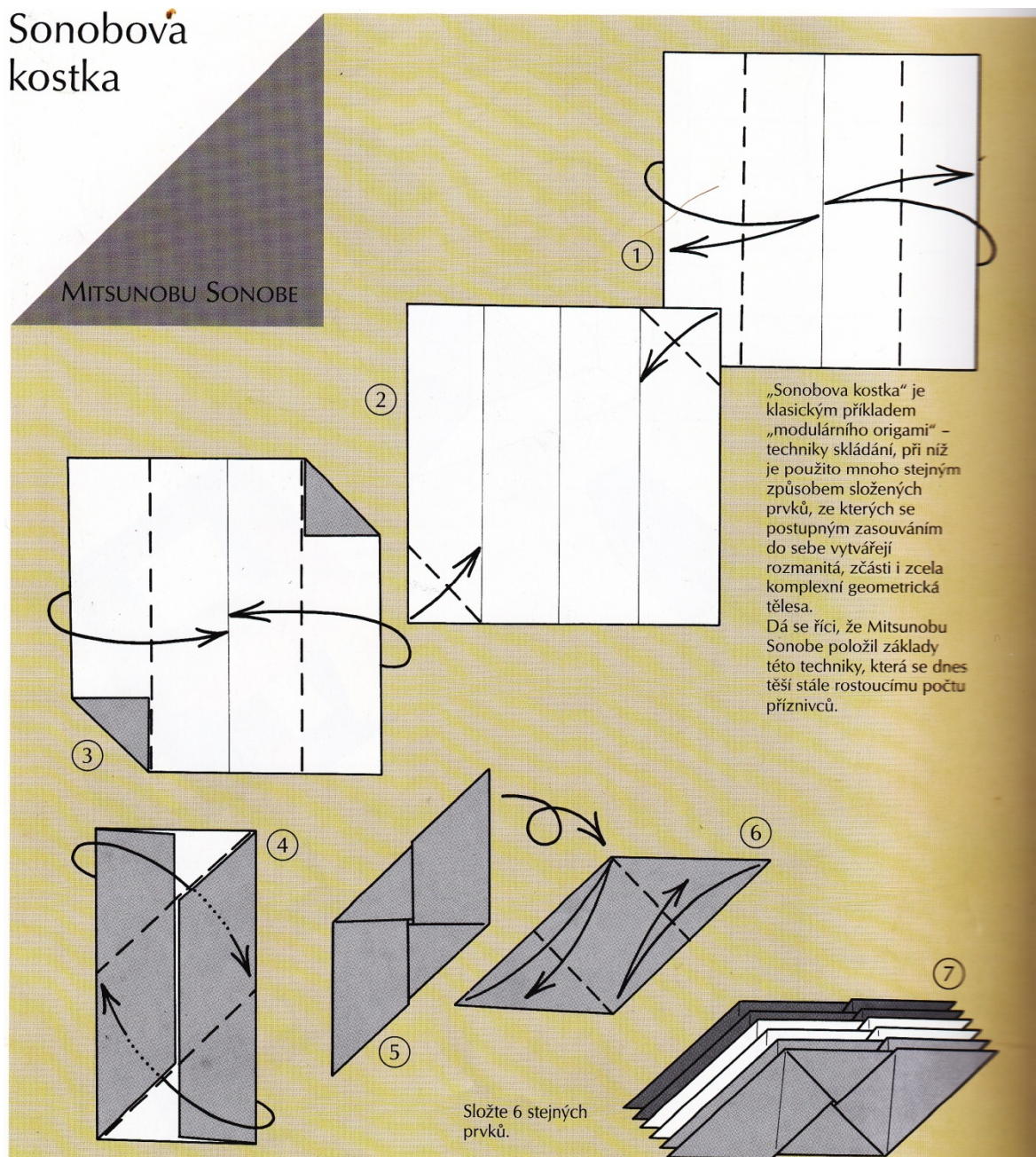


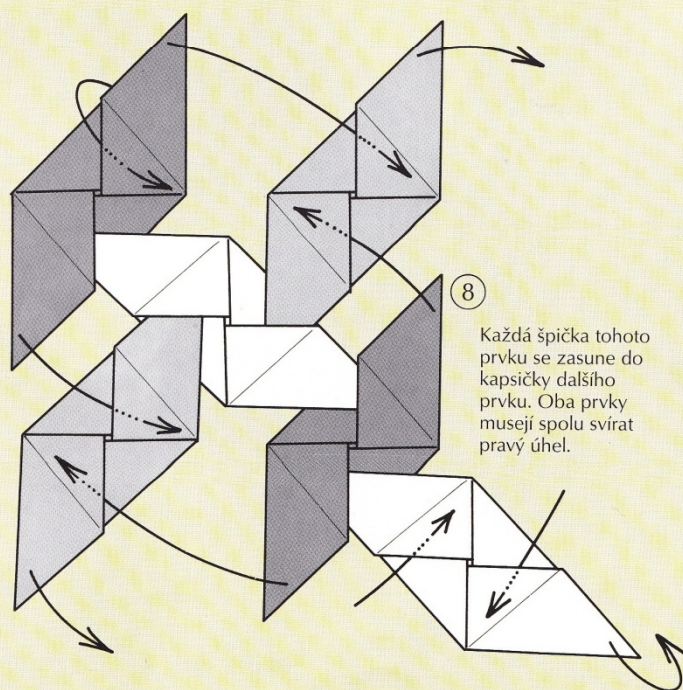
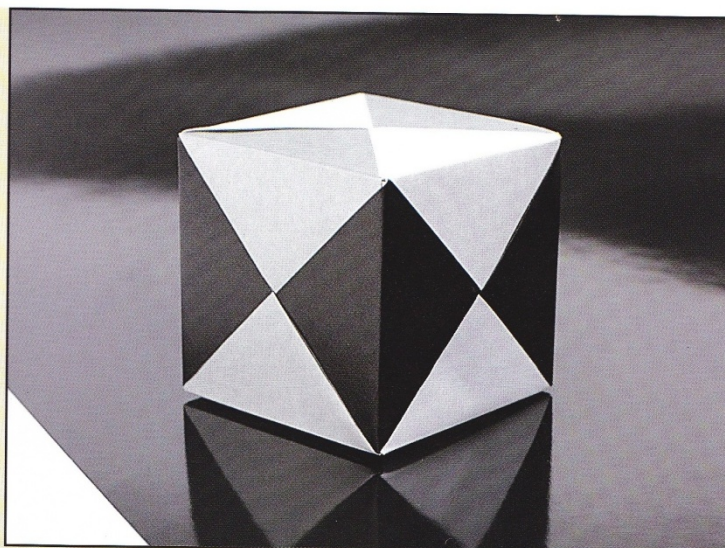
7) ... dostaneme tryskové LETADLO.



8) Při pohledu zespodu je to ovšem RYBA. Dokážete koníka proměnit i v jiné věci?

## Příloha 2 – Sonobova kostka



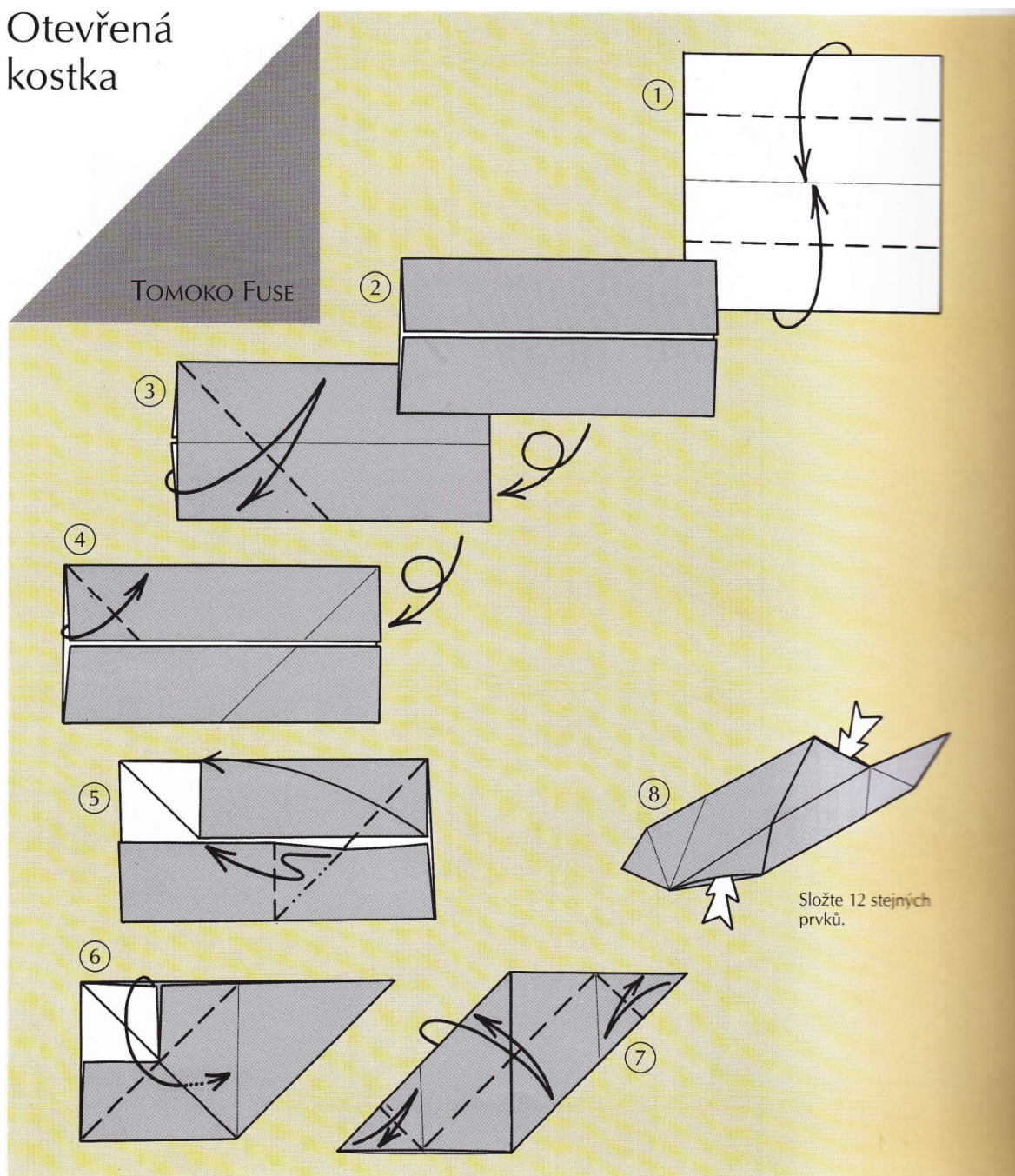


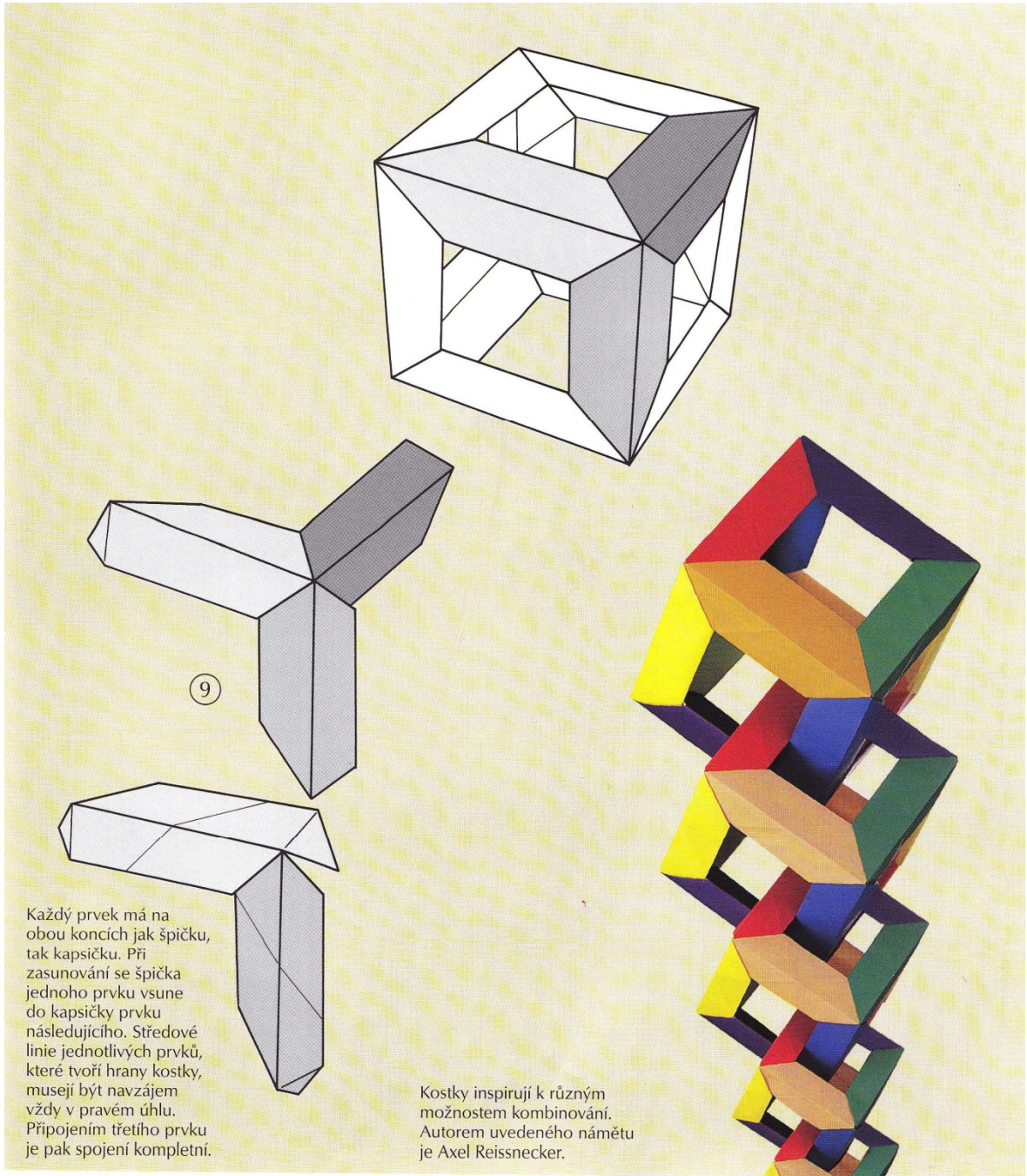
8  
Každá špička tohoto prvku se zasune do kapsičky dalšího prvku. Oba prvky musejí spolu svírat pravý úhel.

K obrázku na straně 78:  
Tento útvar se skládá z 30 „sonobe“-prvků, které mají navíc ještě diagonální přehyb s hranou směrem dolů ve střední čtvercové ploše. Když si před sebe položíte jeden prvek tak, jak je znázorněno na obrázku č. 7, probíhá tato diagonála z levého horního rohu do pravého dolního.

### Příloha 3 – Otevřená kostka

## Otevřená kostka

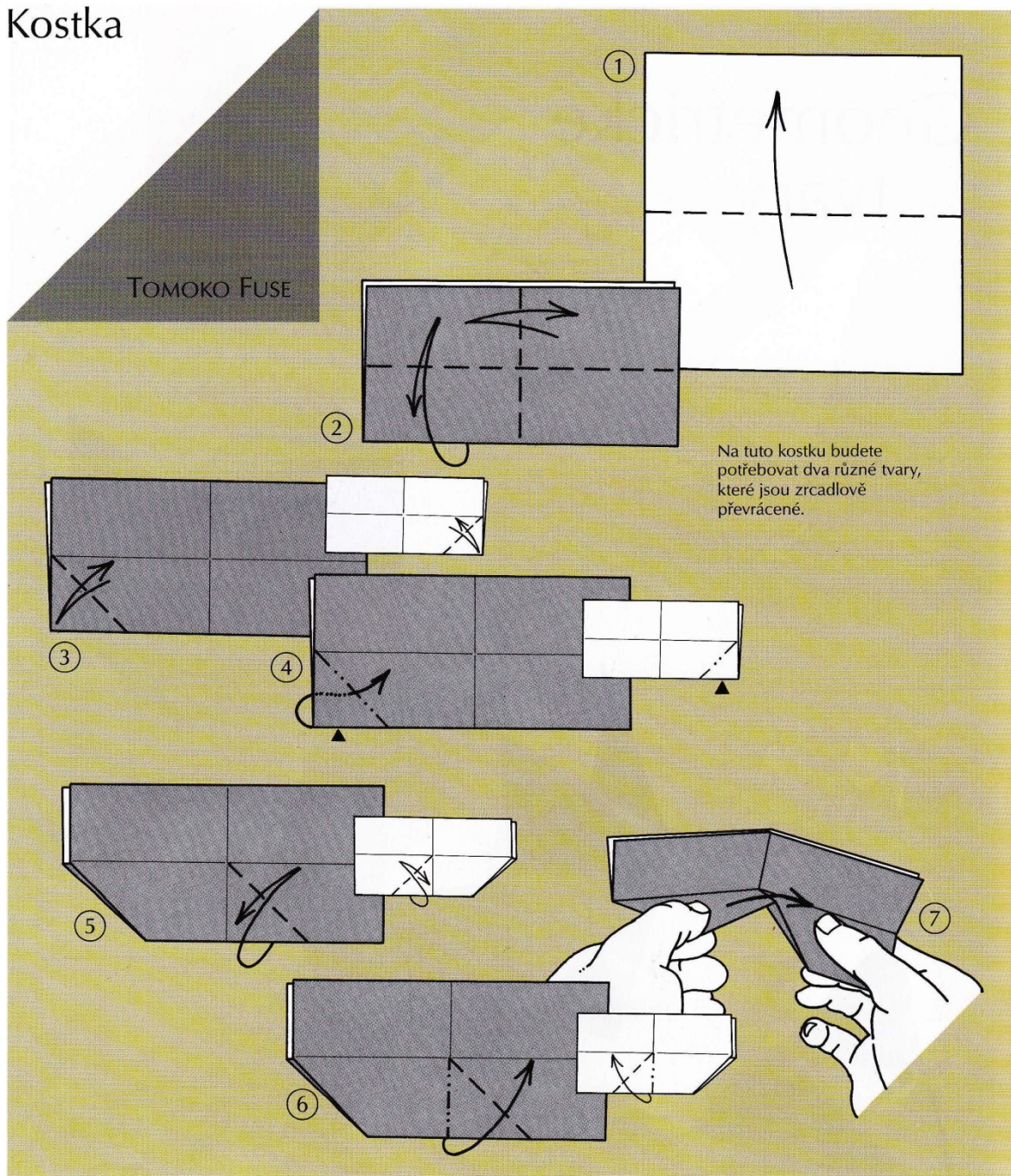


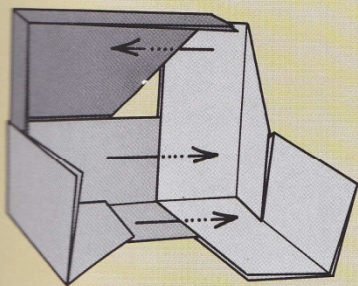
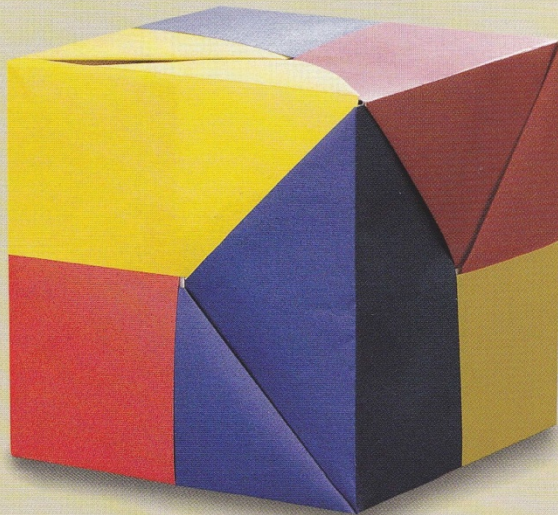




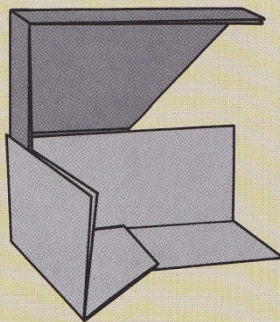
## Příloha 4 – Kostka

### Kostka

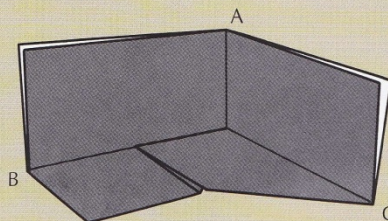
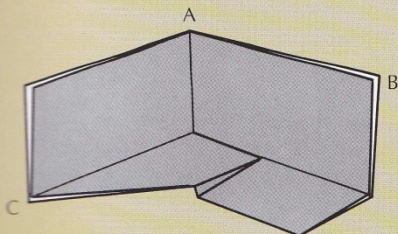




Do rohu A prvního z tvarů se vždy zasune roh B tvaru následujícího. Tak se stane, že se setkají tři rohy C stejného prvku. Přitom se každá špičatá strana jednoho rohu zasune do tupé strany druhého.



Stejně jako u většiny geometrických skládanek vyžaduje i v tomto případě zasunutí posledního prvku nejvíce trpělivosti.



Složte vždy třikrát.