



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra matematiky

Diplomová práce

Výuka stereometrie s využitím softwaru Elica DALEST

Autor práce: Roman Krčmář

Vedoucí práce: Mgr. Roman Hašek, Ph.D.

Studijní obor: Matematika a technická výchova s výpočetní technikou pro ZŠ

České Budějovice 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Borovanech

.....
Roman Krčmář

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Mgr. Romanu Haškovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, za poskytnutí celé řady podnětů a všestrannou pomoc nejen při tvorbě a zpracování diplomové práce. Za pomoc a podporu při studiu chci poděkovat svojí rodině a spolužákům.

Anotace

Tato diplomová práce je zaměřena na počítačový software Dalest Elica a jeho uplatnění ve výuce stereometrie na základní škole. Obsahem práce je několik řešených příkladů pomocí tohoto dynamického 3D softwaru pro výuku stereometrie na základní škole. Práce má poskytnout pedagogům efektivní náhled na problematiku tohoto softwaru a rovněž vysvětlit, proč použít Dalest Elicu ve výuce.

Součástí práce je rovněž CD s video-návody na obsluhu softwaru.

Klíčová slova

Dalest Elica, matematika, stereometrie, počítačem podporovaná výuka, manuál Elica.

Abstract

This thesis is focused on Dalest Elica software and its use in the stereometry education at primary school. It contains some exercises that are solved with the help of this dynamic 3D software for stereometry education at the primary school. The thesis should offer an effective look at this software issue to the educators and it should also explain why to use the Dalest Elica software in the lessons.

It also contains a CD with the video manuals that describe how to use the software.

Keywords

Dalest Elica, math, stereometry, education supported by computer, Elica manual

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíle práce	9
2.1	Dílčí cíle	9
3	Teoretická část	10
3.1	Obsah učiva stereometrie	10
3.2	Současné metody výuky stereometrie na základních školách.....	14
3.3	Zapojení výpočetní techniky do výuky	20
3.3.1	Proč zapojit multimédia do výuky matematiky?.....	20
3.4	Dalest Elica project	23
3.4.1	Instalace.....	24
3.4.2	Možné problémy při instalaci	24
3.4.3	Hardwarové a softwarové požadavky	24
4	Aplikace Dalest Elica.....	25
4.1	Potter's wheel	25
4.1.1	Popis aplikace.....	25
4.1.2	Manuál k použití	26
4.1.3	Vzorové příklady.....	28
4.2	Math wheel	30
4.2.1	Popis aplikace.....	30
4.2.2	Manuál k použití	30
4.2.3	Vzorové příklady.....	34
4.3	Stuffed toys.....	36
4.3.1	Popis aplikace.....	36
4.3.2	Manuál k použití	37
4.3.3	Vzorové příklady.....	40
4.4	Scissors	43
4.4.1	Popis aplikace.....	43
4.4.2	Manuál k použití	44
4.4.3	Vzorové příklady.....	47
4.5	Slider	50
4.5.1	Popis aplikace.....	50

4.5.2	Manuál k použití	51
4.5.3	Vzorové příklady.....	54
4.6	Elica Tangrams	56
4.6.1	Popis aplikace.....	56
4.6.2	Manuál k použití	57
5	Praktická část	60
5.1	Instruktážní videa	60
5.1.1	Tvorba instruktážních videí.....	60
5.1.2	Umístění videí	62
5.2	Webové stránky pro zveřejnění materiálů	62
5.2.1	Účel vytvoření webu	62
5.2.2	Webhosting a doména	62
5.2.3	Technické řešení webu.....	63
5.3	Reflexe od učitelů.....	64
6	Zhodnocení	65
6.1	Potter's wheel	65
6.2	Math wheel	66
6.3	Stuffed toys.....	67
6.4	Scissors	68
6.5	Slider	69
6.6	Elica Tangrams	70
7	Závěr	71
8	Použitá literatura	73

1 Úvod

Jednou ze součástí výuky matematiky na základní škole je i geometrie. Ve školních osnovách je dle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání [30] rozdělena na geometrii v rovině (planimetrii) a geometrii v prostoru (stereometrii). Porozumění pojmům z geometrie klade nároky na schopnost abstraktního myšlení a prostorové představivosti. V letech minulých se tato problematika řešila názornými modely, které bylo nutné pro tento účel vyrobit, či s dětmi ve škole sestavit.

I dnes se stále setkáváme v hodinách matematiky s reálnými 3D modely, sestavenými z nejrůznějších materiálů. Moderní doba umožnila zapojení výpočetní techniky do výuky, což pedagogům umožňuje nové přístupy k vyučování. Výuka matematiky za pomoci počítačů může být efektivní pouze tehdy, pokud si je pedagog zcela jistý svými technickými dovednostmi. Využití počítačů může technicky slabším pedagogům přinášet mnohá úskalí a komplikace. Na tuto problematiku narážíme na základních školách stále častěji díky masovému rozšíření interaktivních pomůcek pro výuku [14].

Námět na téma mé diplomové práce jsem získal během třetího ročníku studia vysoké školy, kdy jsme při cvičeních z Didaktiky matematiky probírali, jak lze dětem vysvětlit a nejlépe demonstrovat jednoduché 3D modely těles. Když mi bylo nabídnuto toto konkrétní téma, neváhal jsem, neboť si vzpomínám, jaké jsem já měl na základní škole problémy s prostorovou představivostí a už tehdy se mi papírové modely krychlí a jehlanů nelíbily.

Součástí této diplomové práce jsou rovněž postřehy od učitelů matematiky, originálně vytvořené příklady ke každé aplikaci, instruktážní videa využití softwaru a webové stránky (dostupné na dalest.kenynet.cz). Cílem postřehů od učitelů je zjistit, zda jsou aplikace softwaru Dalest Elica využitelné ve výuce.

2 Cíle práce

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření materiálů určených pro vyučující na základních školách, které by je seznámily s možnostmi softwaru Dalest Elica a napomohly by jim s jeho efektivním využíváním ve výuce stereometrie. V praxi může být tato práce použita jako návod pro seznámení se se softwarem Dalest Elica.

2.1 Dílčí cíle

Vytvoření návodu pro balík aplikací Dalest Elica není jediné, čemu se tato práce věnuje. Výsledkem této práce je zároveň:

- Vypracování vzorově řešených příkladů pomocí instruktážních videí.
- Rozšíření a popularizování tohoto softwaru u učitelů základních škol pomocí internetu – vytvořením webových stránek pro zveřejňování materiálů a prezentací softwaru na metodickém portálu www.rvp.cz.
- Ověření vytvořených materiálů v praxi s vyučujícími vybrané základní školy – získání zpětné vazby od učitelů pomocí nestandardizovaného rozhovoru.

3 Teoretická část

3.1 Obsah učiva stereometrie

Jednou ze součástí Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání je i vzdělávací oblast Matematika a její aplikace [30]. Tato vzdělávací oblast je v základním vzdělávání založena především na aktivních činnostech, které jsou typické pro práci s matematickými pojmy a využitím matematiky v reálném světě. Žáci by neměli chápat matematiku jako uměle vytvořenou vědu, ale jako nástroj použitelný ve svém praktickém životě, poskytující jedinci matematickou gramotnost. Pro tuto svoji nezastupitelnou roli provází matematika celé základní vzdělávání a pokládá stavební kameny pro následující studium na středních školách.

Obsah vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace je rozdělen na čtyři tematické okruhy [30], a sice na Čísla a početní operace, Číslo a proměnná, Závislosti, vztahy a práce s daty a pro tuto práci nejdůležitější okruh Geometrie v rovině a v prostoru. V tematickém okruhu *Geometrie v rovině a v prostoru* žáci znázorňují geometrické útvary a geometricky modelují reálné situace, hledají podobnosti a odlišnosti útvarů, které se vyskytují všude kolem nás, uvědomují si vzájemné polohy objektů v rovině (resp. v prostoru), učí se porovnávat, odhadovat, měřit délku, velikost úhlu, obvod a obsah (resp. povrch a objem), zdokonalovat svůj grafický projev. Zkoumání tvaru a prostoru vede žáky k řešení polohových a metrických úloh a problémů, které vycházejí z běžných životních situací.

Důležitou součástí matematického vzdělávání jsou *Nestandardní aplikační úlohy a problémy*, jejichž řešení může být do značné míry nezávislé na znalostech a dovednostech školské matematiky, ale při němž je nutné uplatnit logické myšlení. Tyto úlohy by se měly prolínat všemi tematickými okruhy v průběhu celého základního vzdělávání. Žáci se učí řešit problémové situace a úlohy z běžného života, pochopit a analyzovat problém, utřídit údaje a podmínky, provádět náčrty, apod.

Pro úspěšné rozvíjení učiva ze stereometrie je důležité, aby si žák správně osvojil pojem těleso. Pojem těleso je základním stavebním kamenem pro celou stereometrii. Pojem tělesa si dítě utváří intuitivně, hrou s kostkami získává zkušenosti s tvarem tělesa. Manipulací s kostkami pochopí, že je nutné položit stěnu na stěnu, aby domek

z kostek nepadl, věž se nenaklání, apod. Nevědomky si uvědomuje pojmy jako je stěna, hrana, vrchol ... [3]

Na tuto dětskou zkušenost je vhodné optimálně navázat v hodinách matematiky. Zde se jedinec dozvídá nové informace a setkává se se stále náročnějšími úlohami a složitějšími tělesy. Tradičním modelem, jak je uvedeno v úvodu této práce, bývají papírové modely či modely z kovových profilů. Učitel by neměl mít zábrany a jako model využít i „větší“ objekty, například stěny místnosti [3].

V dnešní moderní době se přímo nabízí zapojení výpočetní techniky do výuky. Aplikace výpočetní techniky a používání některých dalších pomůcek ve výuce umožňuje rozvoj i matematicky slabším jedincům. Výpočetní techniku ve školách je však nutné chápat jako prostředek pro zdůraznění některé problematiky, zefektivnění výuky, či jako nástroj pro zjednodušení a změnu výukových postupů u některých úloh [16]. v žádném případě by neměla přítomnost počítačů, interaktivních tabulí a projektorů narušovat, komplikovat výuku, či jinak utlumovat přirozený vývoj logického, prostorového a komplexního učení žáků.

V následujících tabulkách jsou shrnuty očekávané výstupy pro jednotlivá období základní školní docházky a klíčové učivo. Obsah je čerpán z Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání [30].

Očekávané výstupy z geometrie v rovině a v prostoru z 1. stupně základní školy:
zdroj: RVP ZŠ

1. období

žák

- rozezná, pojmenuje, vymodeluje a popíše základní rovinné útvary a jednoduchá tělesa; nachází v realitě jejich reprezentaci
- porovnává velikost útvarů, měří a odhaduje délku úsečky
- rozezná a modeluje jednoduché souměrné útvary v rovině

2. období

žák

- narýsuje a znázorní základní rovinné útvary (čtverec, obdélník, trojúhelník a kružnici); užívá jednoduché konstrukce
- sčítá a odečítá graficky úsečky; určí délku lomené čáry, obvod mnohoúhelníku sečtením délek jeho stran
- sestrojí rovnoběžky a kolmice
- určí obsah obrazce pomocí čtvercové sítě a užívá základní jednotky obsahu
- rozpozná a znázorní ve čtvercové síti jednoduché osově souměrné útvary a určí osu souměrnosti útvaru překládáním papíru

Učivo

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

Nestandardní aplikační úlohy a problémy - očekávané výstupy 2. období

žák

- řeší jednoduché praktické slovní úlohy a problémy, jejichž řešení je do značné míry nezávislé na obvyklých postupech a algoritmech školské matematiky

Učivo

- slovní úlohy
- číselné a obrázkové řady
- magické čtverce
- prostorová představivost

Očekávané výstupy z geometrie v rovině a v prostoru z 2. stupně základní školy:
zdroj: RVP ZŠ

žák

- zdůvodňuje a využívá polohové a metrické vlastnosti základních rovinných útvarů při řešení úloh a jednoduchých praktických problémů; využívá potřebnou matematickou symboliku
- charakterizuje a třídí základní rovinné útvary
- určuje velikost úhlu měřením a výpočtem
- odhaduje a vypočítá obsah a obvod základních rovinných útvarů
- využívá pojem množina všech bodů dané vlastnosti k charakteristice útvaru a k řešení polohových a nepolohových konstrukčních úloh
- načrtne a sestrojí rovinné útvary
- užívá k argumentaci a při výpočtech věty o shodnosti a podobnosti trojúhelníků
- načrtne a sestrojí obraz rovinného útvaru ve středové a osové souměrnosti, určí osově a středově souměrný útvar
- určuje a charakterizuje základní prostorové útvary (tělesa), analyzuje jejich vlastnosti
- odhaduje a vypočítá objem a povrch těles
- načrtne a sestrojí síť základních těles
- načrtne a sestrojí obraz jednoduchých těles v rovině
- analyzuje a řeší aplikační geometrické úlohy s využitím osvojeného matematického aparátu

Učivo

- rovinné útvary – přímka, polopřímka, úsečka, kružnice, kruh, úhel, trojúhelník, čtyřúhelník (lichoběžník, rovnoběžník), pravidelné mnohoúhelníky, vzájemná poloha přímek v rovině (typy úhlů), shodnost a podobnost (věty o shodnosti a podobnosti trojúhelníků)
- metrické vlastnosti v rovině – druhy úhlů, vzdálenost bodu od přímky, trojúhelníková nerovnost, Pythagorova věta
- prostorové útvary – kvádr, krychle, rotační válec, jehlan, rotační kužel, koule, kolmý hranol
- konstrukční úlohy – množiny všech bodů dané vlastnosti (osa úsečky, osa úhlu, Thaletova kružnice), osová souměrnost, středová souměrnost

Nestandardní aplikační úlohy a problémy - očekávané výstupy

žák

- užívá logickou úvahu a kombinační úsudek při řešení úloh a problémů a nalézá různá řešení předkládaných nebo zkoumaných situací
- řeší úlohy na prostorovou představivost, aplikuje a kombinuje poznatky a dovednosti z různých tematických a vzdělávacích oblastí

Učivo

- číselné a logické řady
- číselné a obrázkové analogie
- logické a netradiční geometrické úlohy

3.2 Současné metody výuky stereometrie na základních školách

V současné době se výuce stereometrie nevěnuje na základních, ani středních školách příliš času. Rozsah učiva stereometrie je minimalizován a často se jednoduše uvádí, že „na to není čas“. Druhou příčinou, avšak více podstatnou, je nechuť učitelů pouštět se do této problematické a často choulostivé tematiky. Hlavní úlohu zde hraje [3]:

1. Slabá připravenost učitelů matematiky
2. Předpoklad, že stereometrie je v podstatě nenaučitelná; žák buď má prostorovou představivost, nebo nemá, což učitel neovlivní.

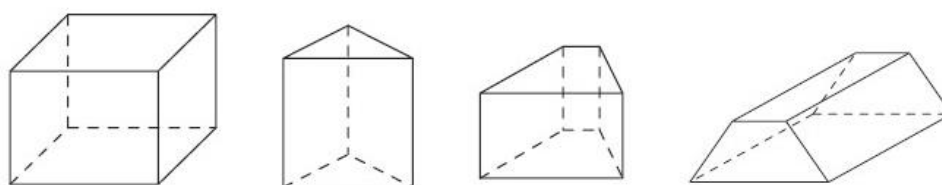
Pokud se jedná o bod 2, někteří žáci mají skutečně různě vyvinuté dispozice pro prostorové vidění. Nelze však tvrdit, že žáci se slaběji vyvinutou prostorovou představivostí se nemohou ze stereometrie naučit nic, či si zlepšit své schopnosti. Výběrem vhodného učiva a pomůcek se může rozvíjet schopnost prostorového vidění u téměř každého žáka. Problém tedy zůstává v bodě 1, a to je potřeba změnit [3].

Podle výše citovaného názoru v bodě 1 je potřeba při výuce stereometrie brát za základ vyučování pojmy jako je bod, přímka, rovina a při osvojování těchto pojmů postupovat podle Komenského zásady „od jednoduchého ke složitějšímu“. Druhý přístup hovoří o navazování výuky stereometrie na již získanou dětskou zkušenost z her (stavby z kostek). Kostka je základní těleso pro poznávání stereometrie. Podle prof. Hejného je pro zavádění pojmů vhodný spíše druhý přístup, neboť argument „od jednoduchého ke složitějšímu“ je relativní a ne vždy je dobře chápáno slovo „jednoduchý“ [3].

Rovněž docentka Jirotková [6] konstatuje známý fakt, že již v předškolním věku mají děti, zejména chlapci, mnohé zkušenosti se stavebnicemi, v nichž krychle hraje hlavní roli. Jsou to spontánní senzomotorické zkušenosti, které zakládají tvorbu intuitivních představ. Jistou překážkou pro důslednější práci s geometrickými objekty, jako

například s krychlí nebo dokonce se sítí krychle, již v prvním ročníku základní školy je geometrický jazyk. Pojmy jako vrchol, hrana, stěna jsou svojí abstraktností nepřiměřené věku žáka, a navíc význam uvedených termínů neodpovídá každodenní zkušenosti dítěte. Nutným předpokladem pro umožnění práce s krychlí již v prvním ročníku je nalézt vhodný společný jazyk.

Na základní škole je možné pojem těles zavádět příklady typu: „Podívej se na následující tělesa a přemýšlej, kde se s nimi můžeš setkat v reálném životě. Jaké společné vlastnosti tato tělesa mají?“



Obrázek 1: Tělesa pro zavedení pojmu

zdroj: Matematika 7-Geometrie, nakladatelství Fraus, s. 78, vyd. 2008

Názornost je pro výuku matematiky a zejména u stereometrie velmi důležitá. Jako názorné pomůcky lze použít takřka cokoli, ideálně však pomůcku určenou pro dané učivo. Pro názornost je ideální kombinovat klasické pomůcky (tabule, křída ...), interaktivní prostředky (interaktivní tabule, zpětné projektory ...) a pomůcky, které si mohou vyrobit sami žáci (papírové modely, sliceforms, origami a různé stavebnice).

Papírové modely

Děti rády zhotovují sítě různých těles, z nichž později skládají 3D modely, neboť se při této disciplíně střídá myšlení s manuální aktivitou. Při vytváření sítě pracuje více rozum a představivost - rozkládá vymyšlené těleso do stěn a toto poté rozvíjí do roviny. Jakmile je síť tělesa hotová, zhotoví se ze sítě požadovaný 3D model, čímž se ověří, zda předcházející činnost byla správná. Výborné na tom je, že žák má okamžitou kontrolu nad výsledkem své předchozí činnosti. Dobře vymodelované těleso je silně motivačním impulzem pro další žakovu práci [3].

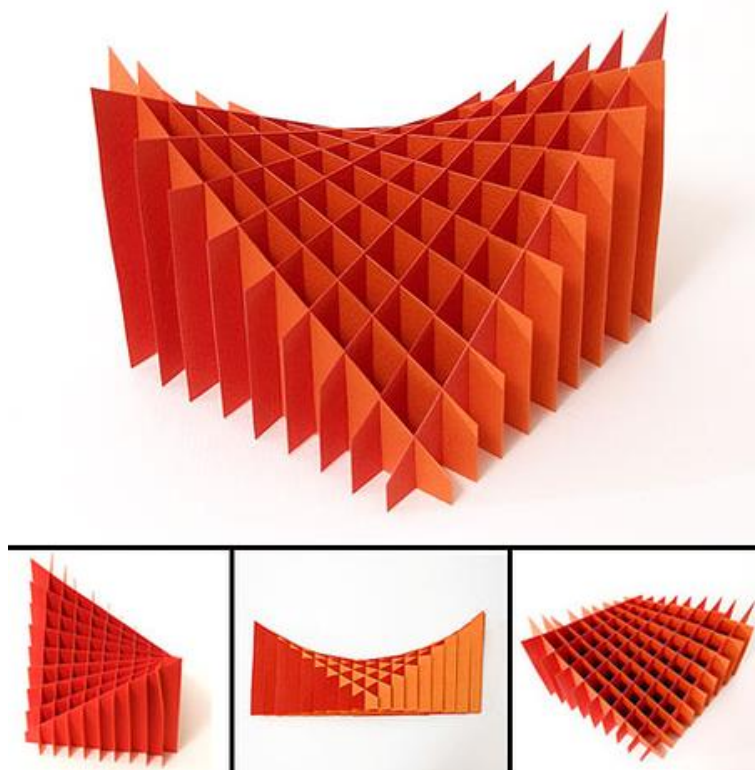


Obrázek 2: Papírový mode krychle
zdroj: vlastní zpracování

Vhodnou pomůckou pro rozvíjení této dovednosti jsou i papírové skládačky typu ABC.

Co jsou to sliceforms?

Sliceforms jsou 3D objekty složené z plochých plátků, které se do sebe zasouvají a vytvářejí tak strukturu mřížky požadované 3D těleso. Sliceforms mohou být vytvářeny nejčastěji z papíru, kovu, nebo např. lepenky. Jsou alternativou pro klasické papírové modely a jejich výroba je zábavnější a zajímavější. Výrobou a využitím sliceforms v hodinách matematiky na základních školách se zabývají například učebnice matematiky z nakladatelství Fraus. Sliceforms lze navrhovat a vyrábět pouze za pomoci pravítka, tužky a nůžek; lze však využít i výpočetní techniku a specializovaný software pro návrh mřížky sliceforms (např. Google SketchUP s pluginem Sliceforms).



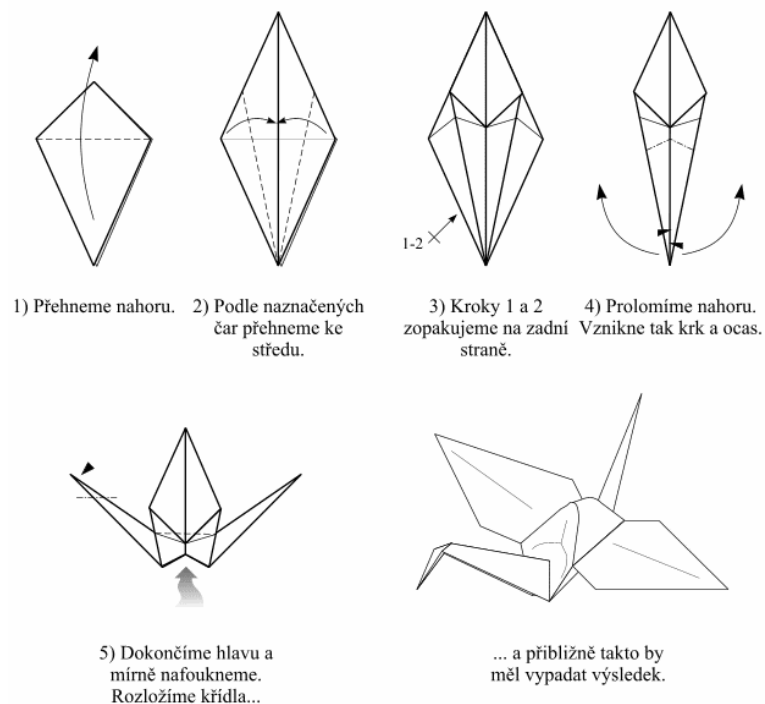
Obrázek 3: Sliceforms

zdroj: http://farm1.staticflickr.com/169/402379692_b00baac1e6.jpg

Co jsou to origami?

Původem japonské umění, zabývající se skládáním papíru pro výrobu dekorací. Origami jsou papírové modely vzniklé překládáním listu papíru. Principem origami je vznik smysluplného objektu, standardně bez použití lepidla. V moderním pojetí origami se pro dlouhodobější uchování modelů používá i lepidlo. Pro skládání origami je tedy potřeba pouze papír, nůžky a lepidlo. Nejznámějším modelem origami je papírový jeřáb.

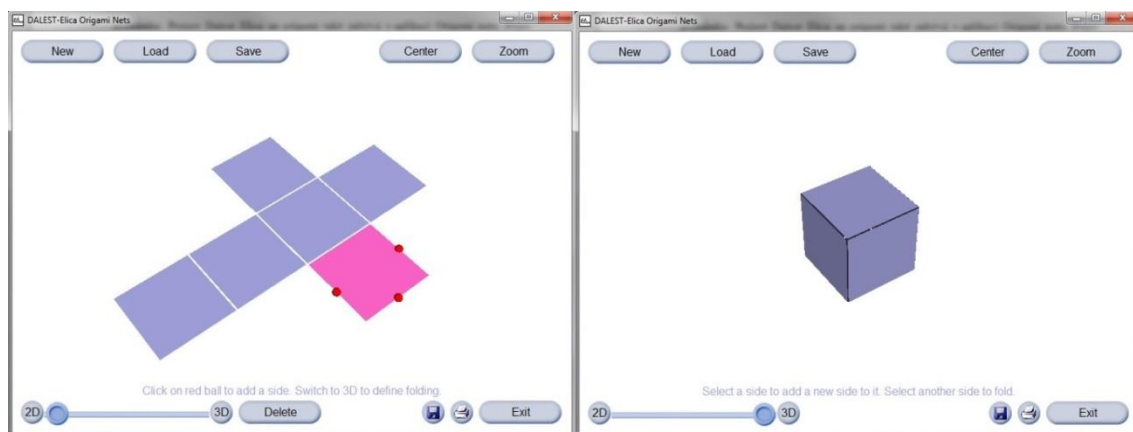
Ač se to možná nezdá, origami lze efektivně využít pro demonstraci matematiky. Když se řekne: narýsuj, sestroj, nebo zkonstruuji, každý si představí kružítko, pravítko a papír s tužkou. Sestrojit s těmito pomůckami matematické objekty umí po absolvování základní školy každý. Konstruovat se však dá i bez použití tužky a pravítka, a to pouze přehýbáním papíru. Použitím origami lze snadno vymodelovat různé mnohoúhelníky, řešit problematiku trisekce úhlu, nebo zdvojnásobit objem krychle [26].



Obrázek 4: Origami jeřáb

zdroj: <http://www.origami.cz/Bin/crane.gif>

poznámka: Project Dalest Elica se origami také zabývá v aplikaci Origami nets. Popis aplikace lze nalézt na www.elica.net, návod na obsluhu a jeho využití ve výuce naleznete na webu dalest.kenynet.cz.



Obrázek 5: Origami nets

zdroj: vlastní zpracování

Příklad stavebnice pro výuku stereometrie

Jako další možnost znázornění těles ve 3D je použití stavebnic, které jsou k tomu určené. Vhodná může být například stavebnice Merkur nebo Lego (v několika softwarových verzích i v interaktivní podobě, například BlockCad, Lego Digital Designer ...), se kterými mají zkušenosti nejen děti, ale i všichni učitelé. Nejedná se ale o stavebnice primárně určené k výuce matematiky.

Vhodnou stavebnicí pro výuku je například Polydron Frameworks. Jedná se o originální didaktickou a konstrukční stavebnici, které je speciálně navržena a vyvinuta pro splnění náročných požadavků na moderní vyučování a na přirozený rozvoj individuální tvořivosti jedince [27]. Využití této stavebnice je zábavné a žáci si tak nenásilnou formou procvičují prostorovou představivost, výpočty povrchů a objemů těles. Stavebnice obsahuje 7 různých geometrických tvarů, z nichž se dají sestavovat sítě, které je poté možné spojovat a vytvářet tak 3D modely.

Je nutné podotknout, že stavebnicemi nedisponují všechny školy z důvodu finanční náročnosti na pořízení!!!



Obrázek 6: Stavebnice Polydron frameworks

zdroj: www.polydron.com

3.3 Zapojení výpočetní techniky do výuky

V dnešní době je přikládána stále větší důležitost tzv. počítačové gramotnosti. Téměř v každé profesi je nutné umět pracovat s počítačem. Tomuto trendu se musel přizpůsobit i proces vzdělávání. Na jedné straně se žáci učí pracovat s počítačem, na straně druhé je počítač didaktickým prostředkem, který usnadňuje a zpestřuje výuku [7].

Většina žáků používá výpočetní techniku denně. Využívá ji (včetně internetu) jako nástroj pro zábavu a komunikaci. Z výchovného hlediska je vhodné ukázat dětem počítač jako nástroj pro práci. (Vaniček, 2009) „Úkolem školy je, aby žáci pochopili, že počítač není hračka, ale běžný pracovní nástroj, který práci zkvalitňuje, usnadňuje, nebo zlevňuje.“ Použití výpočetní techniky ve výuce se v současnosti přímo nabízí. Výpočetní technika je dostupná, vybavenost většiny škol se neustále zlepšuje a nehledě na to, že interaktivní podpora výuky je moderní, nová a tzv. „in“.

3.3.1 Proč zapojit multimédia do výuky matematiky?

Z osobní zkušenosti ze souvislé praxe vím, že matematika není jedním z nejoblíbenějších předmětů ve škole. Nejčastější odpovědí na otázku: „Proč tomu tak je?“ bylo: „Matematika se musí pochopit, nedá se naučit“. Na otázku: „*Jak máš rád(a) matematiku?*“, odpovědělo podle výzkumu TIMSS více než 40 procent žáků, že matematiku rádi nemají. Na prvním místě s nejmenší oblibou matematiky se mezi Rakouskem, Německem, Maďarskem a Litvou umístila Česká republika, kde takto odpověděla rovná polovina dotazovaných žáků. Pouze 8 procent žáků uvedlo, že mají matematiku velmi rádi [1].

Při tradičním, frontálním pojetí výuky, učitel předává žákům hotové informace ve formě vzorečků a „návodů“ na řešení úloh. Otázkou je, kolik tento způsob výuky žákům skutečně dá? Učitel by měl mít snahu žáky motivovat, aktivizovat a svá tvrzení podkládat poutavými názornými ukázkami. Tomu, co mám rád, se věnuji častěji, než tomu, co rád nemám. Ideálními prostředky pro zvýšení efektivity výuky jsou multimédia.

Z výsledků projektu Vzdělání21 (v němž byla odborným garantem PF UK) skutečně vyplývá, že zapojení multimédií do výuky přispívá k názornosti, a tím i k větší aktivitě při vyučování a lepším výsledkům. Multimédia v kombinaci s kvalitním vzdělávacím obsahem otevírají i lepší možnosti přípravy na výuku, opakování učiva a testování žáků [33].

V následujících odstavcích je uvedeno několik kladů a záporů interaktivní výuky.

Několik kladů:

1. Zapojením interaktivních prvků do výuky (zejména pak geometrie) umožňuje efektivní, přesné a různorodé řešení problému [28].
2. Žáci vidí, že počítač není pouze hračka, ale nástroj na práci
3. Interaktivní výuka je poutavá, zábavná a „nová“. Změnou pojetí výuky lze zvýšit motivaci a pozornost u některých žáků [25].
4. Z finančního hlediska, pokud je třída vybavena elektronikou, je výhodnější využít software zdarma, nebo stávající software v počítači, než kupovat různé pomůcky, které umí to samé co počítač, který je k dispozici ve třídě.

Možné negativní dopady na výuku:

1. Obsluha výpočetní techniky nečiní žákům, dle mé osobní zkušenosti ze souvislé praxe na základní škole, potíže. Pro některé učitele však obtížná může být a pomyslná „karta“ se může snadno obrátit: z interaktivní výuky matematiky v řešení problémů s technikou.
2. Na počítačové modely si nelze „sáhnout“, žáci si tedy neprocvičí motoriku, nevyzkouší si modely poskládat, slepit, apod.
3. Interaktivní výuku je nutné důkladně připravit a zvážit, výuku lze lehce změnit v „kino“, kdy žáci pouze sledují, co se děje na obrazovce nebo na plátně, a efekt vyučování mizí.
4. Na multimédiích ve výuce nelze stavět celé vyučovací hodiny. Je nutné ji chápat jako prostředek pro zefektivnění výuky.
5. Zvýšení nároků na učitele, kteří jsou nuceni opustit tradiční způsob přípravy na hodiny [17].

Objevují se i zcela nové funkce učitele (Maňák, Švec, 2003,s. 189):

- organizátor a manažer výchovně vzdělávacího procesu
- partner žáka, jeho pomocník a rádce
- didaktický programátor [11]

Pro výuku je rovněž nutné vhodně zvolit výukový software. Následující stránky se věnují tzv. “uzavřenému výukovému prostředí“ Dalest Elica. Uzavřená výuková prostředí, neboli klasické výukové programy, jsou aplikace zaměřené na individualizovanou výuku (výklad, procvičování) konkrétních témat nebo trénování konkrétních kompetencí [15].

Ve vyučování má počítač mnohostranné využití. Maňák (2003) rozdělil výukový software na [11]:

- programy pro procvičování látky
- simulační programy a didaktické hry
- expertní systémy a výukové programy využívající umělé inteligence
- elektronické učebnice a encyklopedie
- programy pro řízení laboratorní výuky
- programy pro výuku programování

3.4 Dalest Elica project

Účelem vzniku projektu Dalest Elica (Developing Active Learning Environment for Stereometry) bylo vytvoření nového dynamického, trojrozměrného softwaru pro podporu výuky stereometrie na základních a středních školách. Software je zaměřený na rozvoj myšlenkových schopností žáků – tedy nedat žákům hotovou úlohu, u které se přesně naučí postup, ale nabídnout jim podnět k zamyšlení nad geometrickým problémem. Software Dalest Elica se rovněž snaží o propojení matematiky a problematiky denního života – aktivizuje žáka a ukazuje, že geometrie není pouhý vyučovací předmět [18].

Stereometrie je považována za jednu z nejobtížnějších částí školské matematiky [3]. Základním problémem při studiu stereometrie bývá nedostatek prostorové představivosti. Tu je však možné rozvíjet a zdokonalovat. Právě k tomu má sloužit mimo učebnic a jiných pomůcek i software Dalest Elica. Nejen technik potřebuje při své práci dobrou prostorovou představivost [13].

Mezi hlavní cíle vzniku tohoto projektu patří:

- Potřeba vzniku dynamického trojrozměrného softwaru pro výuku stereometrie.
- Zkoumání současné výuky geometrie v evropských základních školách a vyhodnocení požadavků učitelů na žáky ve výuce stereometrie.
- Podněcovat u učitelů aktivní přístup k výuce stereometrie a nabídnout jim další nástroj k oživení a zefektivnění výuky.

Projekt byl realizován v rámci programu Sokrates 2005-2007 v Evropském společenství. Mezi partnerské instituce, podílející se na jeho vzniku, patří University of Cyprus, University of Southampton, University of Lisbon, University of Sofia (DALEST/Elica Project), University of Athens, N.K.M Netmasters and Cyprus Mathematics Teachers Association.

Jednotlivé aplikace z balíku Dalest Elica jsou psány v programovacím jazyku Elica založeném na jazyku Logo. Elica je upravená verze jazyku Logo zahrnující 3D možnosti.

3.4.1 Instalace

Výhodou tohoto softwaru je jeho dostupnost a použitelnost. K dispozici je zcela zdarma a je hardwarově nenáročný. Kompletní balík aplikací v poslední verzi 5.6 je zdarma ke stažení na oficiálních webových stránkách projektu (www.elica.net). V současné době funguje Elica pouze na operačním systému Windows XP a vyšší.

1. Po stažení instalačního souboru na pevný disk počítače můžeme začít s instalací.
2. Spustíme instalační soubor Elica56Setup.exe
3. Postupujeme dle instrukcí v dialogovém oknu. Potvrdíme licenční podmínky, vybereme umístění, kam chceme software nainstalovat, a vybereme, zda máme zájem o umístění ikon aplikací na plochu.
4. Po instalaci je vhodné restartovat operační systém.

3.4.2 Možné problémy při instalaci

Pro stažení instalačního souboru do počítače je nutné internetové připojení. Problém by mohl nastat při rozbalování souboru z formátu *.zip, a to vznikem konfliktu *.exe souboru a antivirového programu. U některých antivirových programů bude nutné označit tento instalační soubor jako prověřený a neškodný.

3.4.3 Hardwarové a softwarové požadavky

Software Elica 5.6 je nenáročný. Pokud lze spustit operační systém Windows XP a vyšší, bude bez problémů fungovat i Elica 5.6.. Nutnou softwarovou podmínkou je mít nainstalovanou podporu Java aplikací [18].

Preferované systémové požadavky:

- Windows XP a vyšší, Core Duo procesor, 512 MB RAM
- 1400x1024 rozlišení obrazovky, 64K barev
- grafická karta s hardwarovou akcelerací OpenGL

Minimální systémové požadavky:

- Windows XP, procesor 400 MHz, 64 MB RAM
- 800x600 rozlišení obrazovky, 32K barev

4 Aplikace Dalest Elica

Poslední verze balíku aplikací Dalest Elica Verze 5.6 z roku 2008 obsahuje následující aplikace: Elica, Pattern constructor, Pythagorean theorem, Elica Tangrams, Bottle design, Cubix, Cubix shadow, Cubix editor, Math wheel, Origami nets, Potter's wheel, Scissors Slider a Stuffed toys.

Tato diplomová práce se zabývá pouze aplikacemi Potter's wheel, Math wheel, Stuffed toys, Slider, Scissors a Elica Tangrams. Popis a návody na zbývající aplikace jsou umístěny na webu dalest.keny.net.cz, popřípadě jsou k dispozici jejich popisy v angličtině na oficiálním webu www.elica.net.

4.1 Potter's wheel

4.1.1 Popis aplikace

Tato aplikace má uživateli umožnit manipulovat a rotovat s jednoduchými objekty, jako je bod, kruh, čtverec, trojúhelník, sinusovka, a v poslední verzi aplikace i křivka vytvořená za pomoci Bézierových křivek.

Na obrazovce má uživatel k dispozici osu rotace a objekt dle jeho vlastního výběru. Uživatel se snaží nastavit objekt do vhodné pozice vůči ose otáčení, aby po rotaci objektu dosáhl požadovaného 3D modelu. Princip je stejný jako u hrnčířského kruhu. Při manipulaci s objektem je zřejmé, že i malý posun objektu vůči ose vyvolává velké změny ve výsledném pohledu 3D modelu. Manipulací s objektem může vytvořit více než 80 různých 3D modelů. Výhodou této aplikace je, že není předem stanoveno, jaká má být počáteční poloha objektu vůči ose před začátkem rotace. Objekt lze umístit nalevo i napravo od osy, a dokonce i tak, aby objekt osu překrýval. Potter's wheel (volně přeloženo jako hrnčířský kruh; čti [ˈpɒtɜːs wi:l]) umožňuje uživateli nejen rotace objektů kolem osy, ale rovněž pohledy na vymodelovaný 3D model v příčném řezu.

Aplikaci Potter's Wheel lze využít pro řešení následujících úloh [19]:

- konstrukce 3D modelu pomocí 2D objektu (segment, kruh, čtverec, trojúhelník, sinusoida)

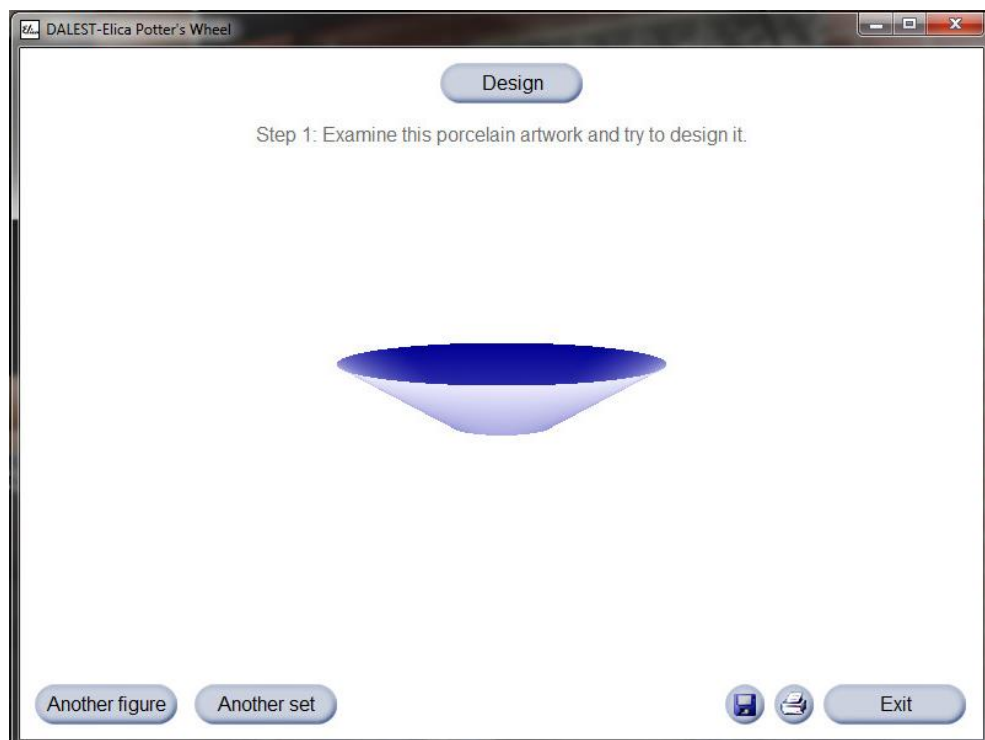
- konstrukce předmětů běžné denní potřeby (váza, sklenička ...)
- vyhledání předmětů ve svém okolí, které vznikly rotací kolem osy
- prozkoumání řezů 3D modelů a odvození, jak daný model vznikl

4.1.2 Manuál k použití

Aplikace Potter's wheel není nijak složitá na obsluhu. Nicméně laickému uživateli počítače by mohlo její použití činit problémy. Problém by mohl rovněž nastat díky chybějící české lokalizaci – aplikace je kompletně v anglickém jazyce. Následující odstavce jsou doplněny o video-instruktaž na přiloženém CD. Video je umístěné ve složce video a má název *potters_wheel.wmv*. Video-ukázka příkladů jsou umístěné ve složce video a má název *potters_wheel_priklady.wmv*.



Po instalaci (viz *odstavec 3.4.1 Instalace*) najdeme standardně aplikaci: *Start* → *Programy* → *Elica 5.6* → *DALEST* → *Potters wheel*.

Po spuštění aplikace automaticky nabízí režim Segment set první 3D model. V dalších krocích jej lze vymodelovat.



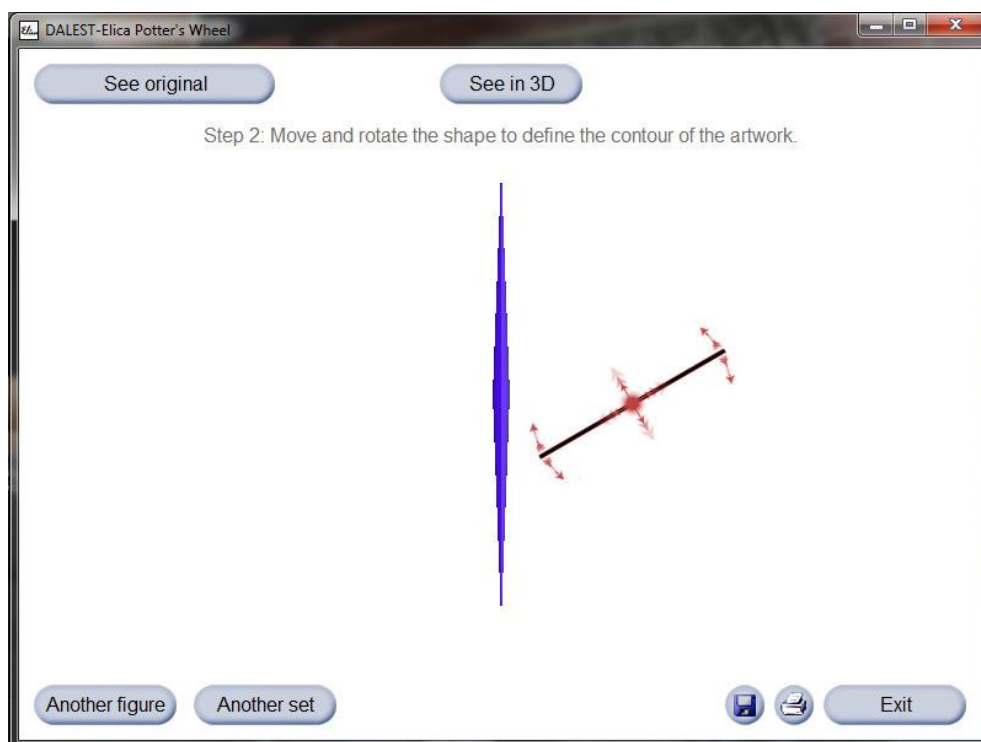
Obrázek 7: Potter's wheel - první krok

zdroj: vlastní zpracování

tlačítko	funkce tlačítka
Another figure	změna 3D modelu
Another set	změna režimu - Segment set, Circle set, Square set, Triangle set, Sine set, Free shape set
Design	přechod do modelovacího režimu
Exit	ukončení programu
	uložení pracovní plochy na pevný disk do formátu obrázku
	tisk pracovní plochy

Po přechodu do modelovacího režimu je na obrazovce vidět osa rotace a objekt (v tomto případě bod - režim *Segment set*). S objektem lze libovolně pohybovat a nastavit jej do takové polohy, ze které lze po rotaci kolem osy dostat požadovaný 3D model.

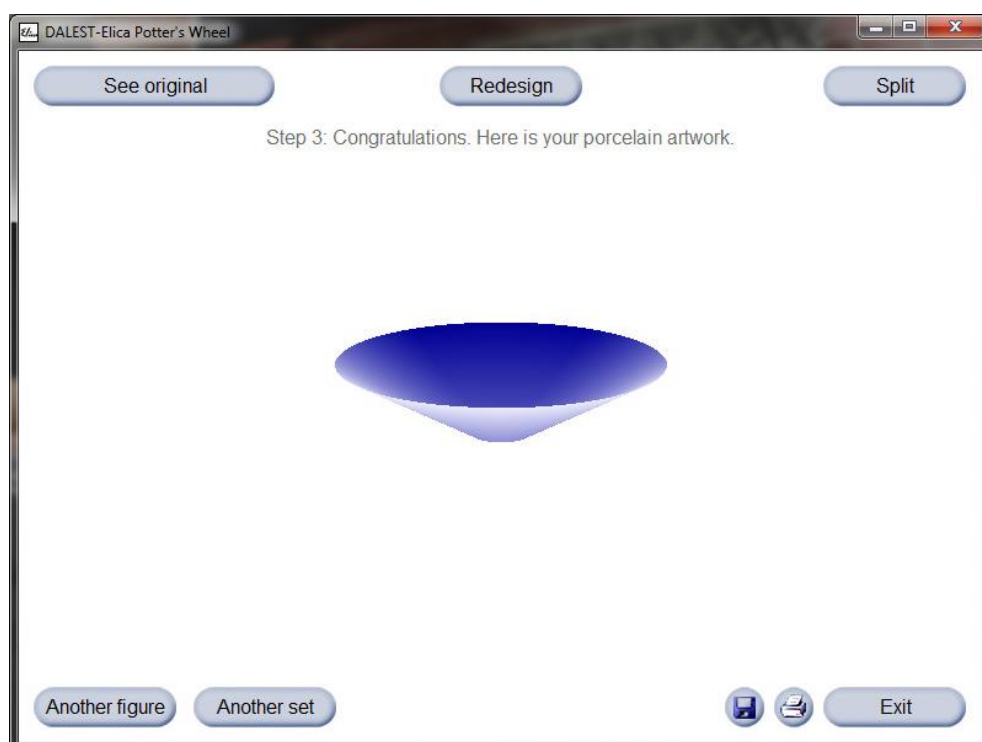
Zkonstruovaný 3D model je možné porovnat s aplikací vygenerovaným vzorem, zobrazit příčný řez modelu, nebo jej následně ještě upravit.



Obrázek 8: Potter's wheel - modelovací režim

zdroj: vlastní zpracování

tlačítko	funkce tlačítka
See original	pohled na aplikaci vygenerovaný 3D model; slouží pro porovnání se vzorem
See in 3D	ukázat ve 3D
Redesign	upravit navrhovaný 3D model
Split	zapnout/vypnout řez 3D modelu



Obrázek 9: Potter's wheel - hotový 3D model

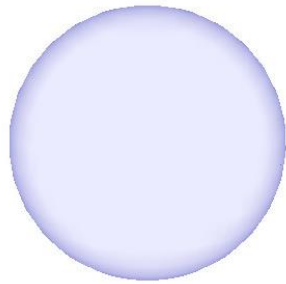
zdroj: vlastní zpracování

4.1.3 Vzorové příklady

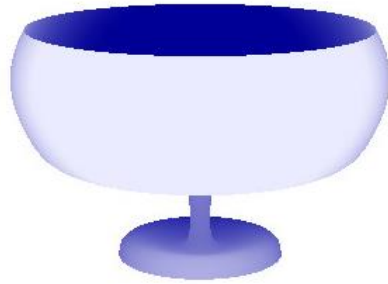
Využitím aplikace Potter's wheel je možné rozšířit vědomosti o osové souměrnosti. Na jednotlivých 3D modelech lze ukázat, jak skutečně osová souměrnost funguje a jaké je její využití v praktickém životě.

Příklad 1: Řeš jednotlivé úlohy v aplikaci Potter's wheel.

Příklad 2: Načrtni objekt, jehož rotací vznikl následující 3D model. Pro modelování použij aplikaci Potter's wheel ze softwaru Dalest Elica.



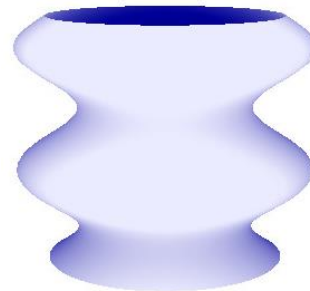
a,



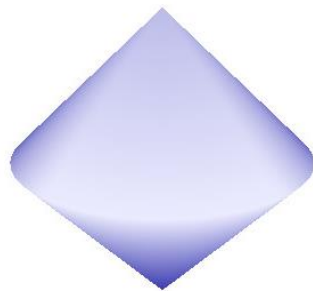
b,



c,



d,



e,

Příklad 3: Na základě vědomostí o osové souměrnosti a rotaci najdi ve svém okolí předměty, které vznikly rotací kolem osy. Jak vypadají tyto předměty v řezu? Může mít některý z předmětů více os souměrnosti?

4.2 Math wheel

4.2.1 Popis aplikace

Math wheel (čti [mæθ wi:l]) navazuje na předchozí aplikaci Potter's wheel. Velmi podobná je i aplikace Bottle design, která není součástí této diplomové práce. Jedná se vlastně o rozšíření Potter's wheel o „algebraické okno“. Na obrazovce má uživatel opět k dispozici objekt dle vlastního výběru a osu rotace.

V aplikaci Math wheel jsou k dispozici tři hlavní objekty – trojúhelník, čtyřúhelník a kružnice. Vrcholy těchto objektů mohou být opět volně přetahovány a umístovány a v závislosti na úpravě pozic jednotlivých vrcholů lze pozorovat změny objemů a povrchů potenciálních 3D modelů, resp. obsahů jednotlivých 2D obrazů.

Aktivity proveditelné pomocí Math wheel [20]:

- Prostudujte vzorce pro objem a povrch těles vzniklých rotací objektů (kružnice, trojúhelníku a čtyřúhelníku). Jak jsou závislé na pozici objektu vůči ose a jak se mění v závislosti na změně velikosti objektu?
- Zkuste odvodit vzorce pro výpočet objemů a povrchů těles.
- Stanovte si velikost objemu 3D modelu a zkuste jej vymodelovat metodou pokus-omyl.
- Jaká tělesa vzniknou rotací pravoúhlého trojúhelníku a čtyřúhelníku?
- Použijte Math wheel pro odvození vzorce pro výpočet objemu a povrchu válce, kužele a komolého kužele.
- Najděte dvojice 3D modelů se stejným objemem, nebo 2D objekty se stejným obsahem.
- Najděte 3D modely s nulovým objemem, ale s odlišnými vrcholy ve 2D objektu (žádné dva vrcholy nejsou totožné).
- Najdi vzorec pro obsah kruhu.

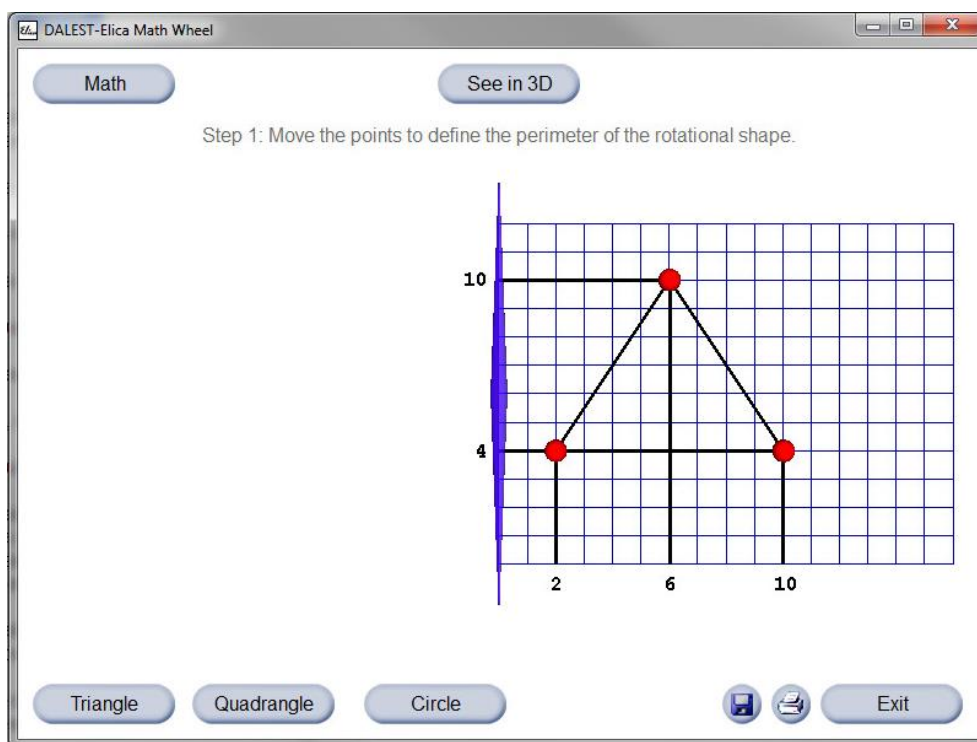
4.2.2 Manuál k použití

Stejně jako aplikace Potter's wheel, tak i aplikace Math wheel je nenáročná na obsluhu. Začínající uživatel by ale mohl mít problémy s anglickou lokalizací, obsluhou

aplikace, či s pochopením aritmetického vyjádření vzorců. Následující odstavce jsou doplněny o video-instruktaž na přiloženém CD. Video je umístěné ve složce video a má název *math_wheel.wmv*. Video-ukázka příkladů jsou umístěné ve složce video a má název *math_wheel_priklady.wmv*.


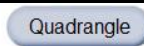


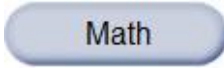
Po instalaci (viz odstavec 3.4.1 Instalace) najdeme standardně aplikaci: *Start* → *Programy* → *Elica 5.6* → *DALEST* → *Math wheel*.

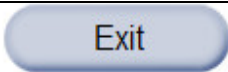


Spuštěním aplikace Math wheel se zobrazí prostředí, v němž se nachází osa rotace a objekt trojúhelníku.



Obrázek 10: Math wheel - po spuštění

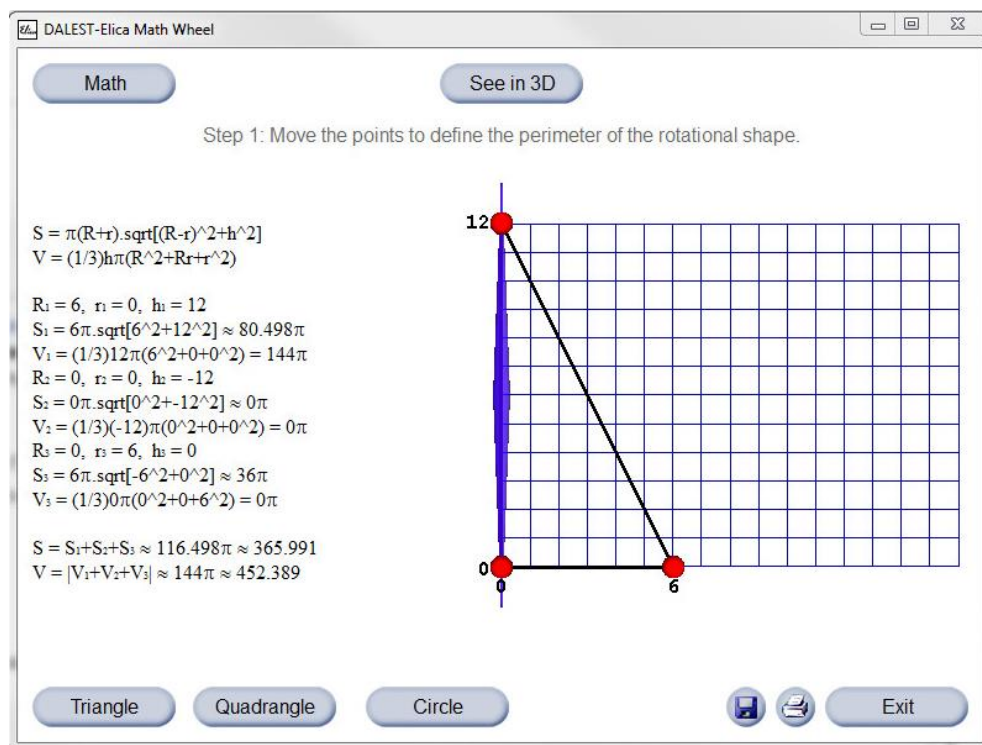
zdroj: vlastní zpracování

tlačítko	funkce tlačítka
  	nastavení 2D objektu – trojúhelník/čtyřúhelník/kruh
	zobrazit ve 3D
	spustit algebraické okno (vzorce pro objem a povrch těles)

	ukončení programu
	uložení pracovní plochy na pevný disk do formátu obrázku
	tisk pracovní plochy

Jednotlivé vrcholy 2D objektů lze libovolně přetahovat po mřížce. Aplikace automaticky upravuje vzorce pro objem a povrch rotací vznikajících těles. Je-li již nastaven 2D objekt, je možné jej rotací převést na 3D rotační model - stisknutím tlačítka *See in 3D* (v níže uvedeném příkladu se jedná o kužel s $v=12$ a $r=6$ resp. $d=12$).

Ve 3D režimu nelze vidět vzorce pro objemy a povrchy, proto je nutné se opět vrátit do 2D režimu (*Redesign*) a spustit algebraické okno (*Math*)



Obrázek 11: Math wheel - algebraické okno

zdroj: vlastní zpracování


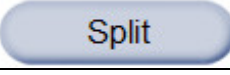
Algebraické okno je nepřehledné, proto je níže uveden jeho podrobnější popis.

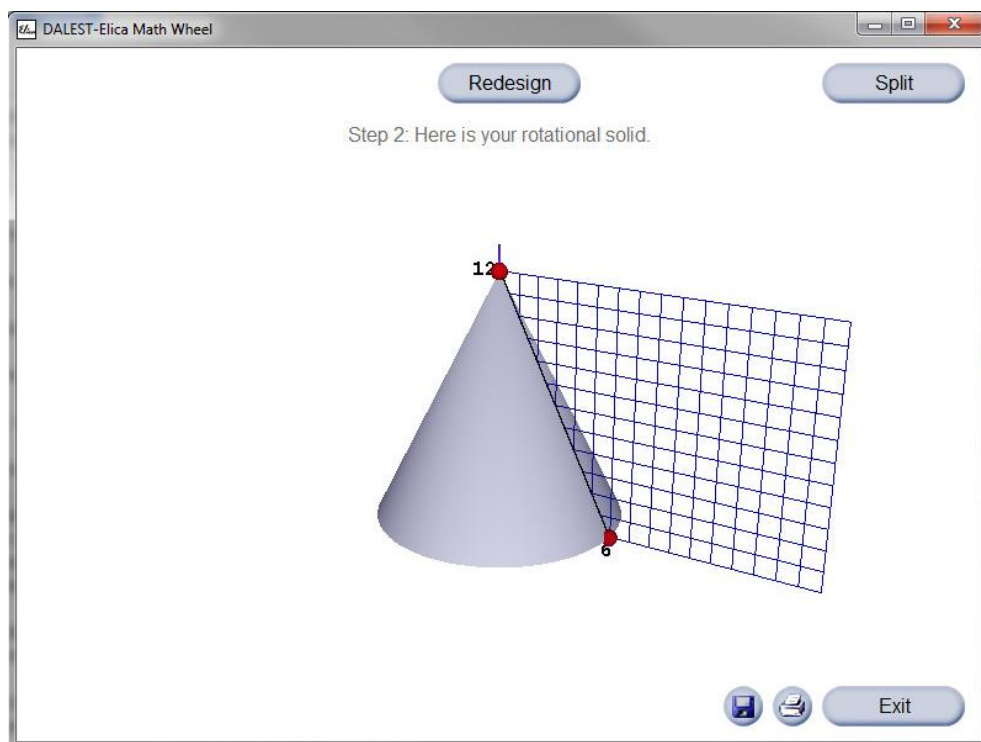
V prvních dvou řádcích aplikace vypočítala povrch pláště a objem 3D modelu. Přepisem zobrazeného matematického zápisu do zlomků a vynecháním nulových

souřadnic, vznikne vzorec, se kterým běžně žáci pracují v hodinách matematiky na základní škole. Je nutné podotknout, že tužka a papír bude potřeba i při použití této „interaktivní“ aplikace.

Je potřeba si uvědomit souřadnice jednotlivých vrcholů trojúhelníka: $R=6$, $r=0$ a $h=12$.

$S = \pi(R+r) \cdot \text{sqrt}[(R-r)^2+h^2]$	$S = \pi(R+r)\sqrt{(R-r)^2+h^2}$ $S = \pi R\sqrt{R^2+h^2}$ $S = \pi R s$ <ul style="list-style-type: none"> kde s je délka strany pláště; $s = \sqrt{R^2+h^2}$ z Pythagorovy věty
$V = (1/3)h\pi(R^2+Rr+r^2)$	$V = \frac{1}{3}h\pi(R^2+Rr+r^2)$ $V = \frac{1}{3}h\pi R^2$ $V = \frac{1}{3}S_p v_h$
$R_1 = 6, r_1 = 0, h_1 = 12$ $S_1 = 6\pi \cdot \text{sqrt}[6^2+12^2] \approx 80.498\pi$ $V_1 = (1/3)12\pi(6^2+0+0^2) = 144\pi$	$S_1 = \pi \cdot 6 \cdot \sqrt{180} \approx 80,49\pi$ $V_1 = \frac{1}{3} \cdot (113) \cdot (12) \approx 144\pi$
$R_2 = 0, r_2 = 0, h_2 = -12$ $S_2 = 0\pi \cdot \text{sqrt}[0^2+(-12)^2] \approx 0\pi$ $V_2 = (1/3)(-12)\pi(0^2+0+0^2) = 0\pi$	$S_2 = \pi \cdot 0 \cdot \sqrt{144} \approx 0\pi$ $V_2 = \frac{1}{3} \cdot (0) \cdot (12) \approx 0\pi$
$R_3 = 0, r_3 = 6, h_3 = 0$ $S_3 = 6\pi \cdot \text{sqrt}[-6^2+0^2] \approx 36\pi$ $V_3 = (1/3)0\pi(0^2+0+6^2) = 0\pi$	$S_3 = \pi \cdot 6 \cdot \sqrt{36} \approx 36\pi$ $V_3 = \frac{1}{3}(36) \cdot (0) \approx 0\pi$
$S = S_1+S_2+S_3 \approx 116.498\pi \approx 365.991$ $V = V_1+V_2+V_3 \approx 144\pi \approx 452.389$	$S = 80,49\pi + 0\pi + 36\pi \approx 365,8$ $V = 144\pi \approx 452,2$

tlačítko	funkce tlačítka
	upravit navrhovaný 3D model
	zapnout/vypnout řez 3D modelu



Obrázek 12: Math wheel - hotový 3D model

zdroj: vlastní zpracování

4.2.3 Vzorové příklady

Aplikaci Math wheel lze efektivně využít jako další alternativu pro odvozování vzorců objemů a povrchů těles. Vzhledem ke složitosti matematického zápisu v algebraickém okně je využití aplikace Math wheel ve výuce na základní škole velmi problematické, až matoucí.

Zajímavé může být použití aplikace pro odvozování obsahů 2D objektů – kruhu, čtverce a rovnostranného trojúhelníku

Příklad 1: Pomocí Math wheel vymodeluj těleso válce a kužele. Porovnej matematický zápis vzorců pro objem a povrch aplikace (pod tlačítkem Math) se vzorci pro objem a povrch, které znáš z dřívějších. Liší se tyto vzorce?

Příklad 2: Lze najít objekt, který bude mít po rotaci kolem osy nulový objem a povrch za předpokladu, že žádné dva vrcholy objektu nejsou totožné?

Příklad 3: Použij Math wheel pro doplnění prvních tří sloupců tabulky. Zbylé tři sloupce doplň na základě vědomostí o kuželi a jeho vzorci pro objem. Najdi obecné pravidlo, jak se mění objem kužele, když se mění jeho poloměr [32].

Doplň objem kužele podle zadání.						
r (poloměr)	1	2	4	8	16	20
h (výška)	10	10	10	10	10	10
V (objem)						

Příklad 4: Jak se změní objem kužele, pokud:

- snížíme jeho výšku čtyřikrát?
- zmenšíme jeho poloměr dvakrát?
- snížíme výšku třikrát a zvětšíme poloměr třikrát?

4.3 Stuffed toys

4.3.1 Popis aplikace

Aplikace Stuffed toys (lze překládat jako plyšové hračky; čti [staft toiz]) je založena na myšlence rozkládání 3D modelů na jejich čtvercovou síť (rozuměj všechny stěny mnohostěnu zakreslené do roviny ve vhodném uskupení). Aplikace podobného typu nebyla předtím nikým zpracována [21]. Lze proto říci, že se jedná o jednu z prvních aplikací, podporující rozvíjení prostorového myšlení u žáků na základních školách, a sice rozkladů 3D nepravidelných těles na jejich čtvercovou síť.

Mnoho modelů si žáci mohou sestavit z papíru za pomoci nůžek a lepidla. Jedná se zejména o krychle, kvádry a jehlany – tedy o pravidelné 3D modely, mající „ostré hrany“. Aplikace Stuffed toys rozšiřuje problematiku čtvercových sítí o tzv. režim plyšových hraček, kdy má uživatel k dispozici „vycpanou“ kostku, u níž jsou některé hrany rozstříhnuté a některé nikoliv. Existuje 11 různých čtvercových sítí (bez rotace a symetrie). Cílem je určit, která z těchto sítí vznikne po rozvinutí 3D „vycpané“ kostky. Uživatel může s nerozloženým modelem navíc libovolně pohybovat. Výhodou aplikace je její interaktivita a existence již předprogramovaných 3D modelů. V hodinách matematiky lze se žáky jen velmi těžko sestavit papírový model rugbyového míče, jehlanu, koule atd., které by bylo pro názornost nutné znehodnotit rozstříháním na čtvercovou síť.

Pozorováním žáků týmem vývojářů softwaru Dalest Elica bylo zjištěno, že toto obrácené zobrazení (z rozstříhané krychle čtvercová síť) přináší stejné obtíže jako původní (ze čtvercové sítě krychle). Na základních školách se pracuje pouze se čtvercovou sítí, z níž žáci sestavují krychli.

Aplikace nabízí dva různé režimy, a to: *Stuffed cubes set* a *Stuffed toys set*. v režimu *Stuffed cubes set* je k dispozici pouze krychle, u níž aplikace generuje různá rozstříhání. Úkolem uživatele je najít správnou čtvercovou síť, což je při troše cviku poměrně jednoduché. Obtížnější je ale režim *Stuffed toys set*, v němž aplikace generuje tzv. „plyšové hračky“ (rugbyový míč, vajíčko, kostku, oblázek, pyramidu atd.). Každý z těchto modelů je složen ze 6-ti stěn (nejen čtvercových; pro přehlednost barevně

odlišených), které mohou být rozloženy do čtvercové sítě stejným způsobem jako u jednodušší krychle.

Aplikace Stuffed toys je vhodná pro řešení následujících úloh [21]:

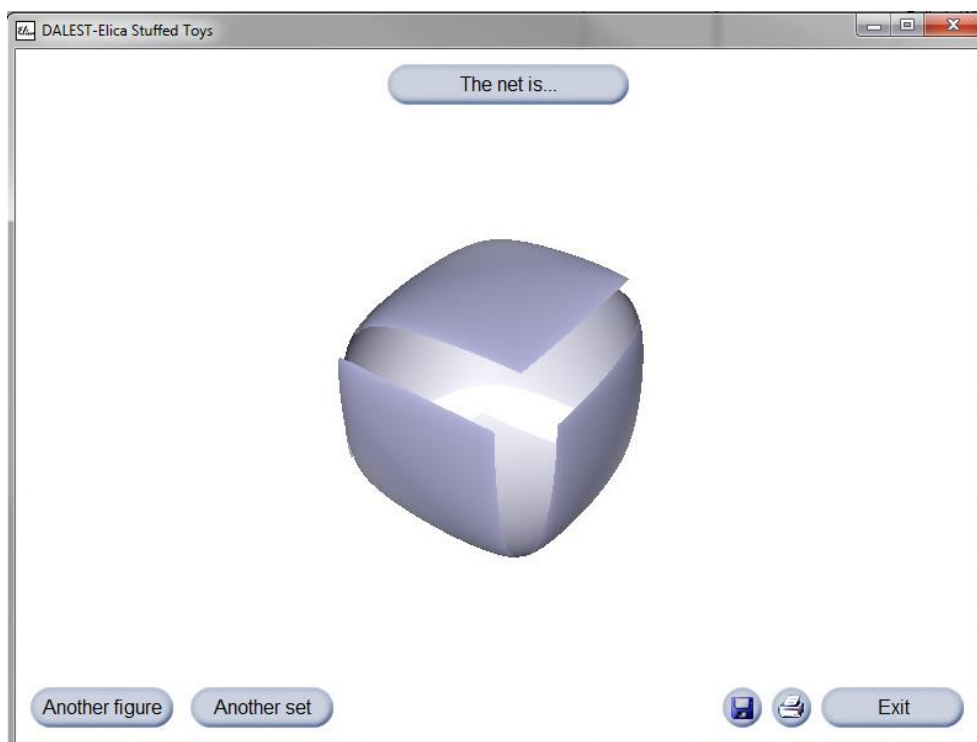
- Pozorujte rozstříhanou krychli a hledejte adekvátní čtvercovou síť.
- Nakreslete si všech 11 čtvercových sítí krychle a pokuste se je složit z papíru.
- Najděte čtvercové sítě pro objekty, nacházející se např. ve třídě nebo v jejím okolí. Lze tyto objekty složit ze 6-ti stěn podobně jako „plyšové hračky“?
- Pokuste se najít analogii mezi jednotlivými sítěmi. Lze nakreslit síť, z níž nejde sestavit krychle? Pokud ano, navrhnete takovou.
- Je možné, aby různá tělesa měla stejnou síť?

4.3.2 Manuál k použití



Obsluha aplikace je opět velmi jednoduchá. Prostředí je, stejně jako předchozí aplikace, v angličtině. Následující odstavce jsou doplněny o video-návod na přiloženém CD. Video je umístěné ve složce video a má název *stuffed_toys.wmv*.

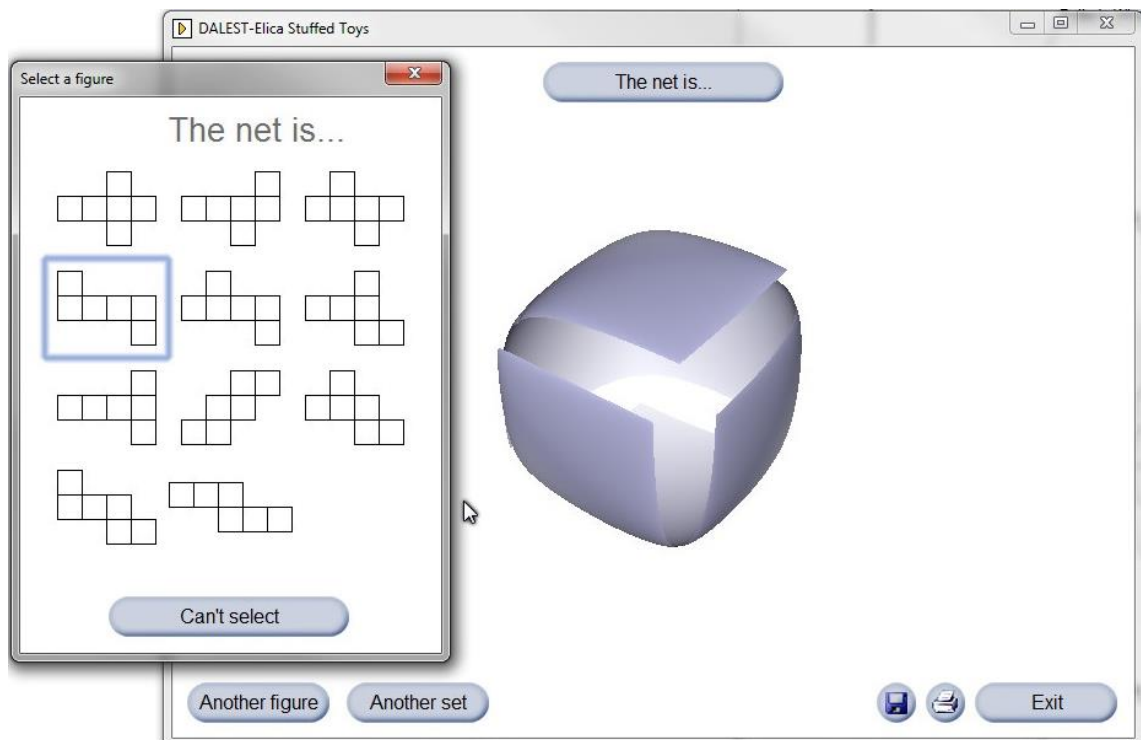
Po instalaci (viz odstavec 3.4.1. Instalace) najdeme standardně aplikaci: *Start* → *Programy* → *Elica 5.6* → *DALEST* → *Stuffed toys*.

Po spuštění aplikace se objeví jednoduché prostředí, v němž je možné vidět vygenerovaný 3D model krychle, s nímž lze libovolně pohybovat horizontálně i vertikálně. Úkolem je najít odpovídající čtvercovou síť po stisknutí tlačítka *The net is ...*



Obrázek 13: Stuffed toys - po spuštění
zdroj: vlastní zpracování

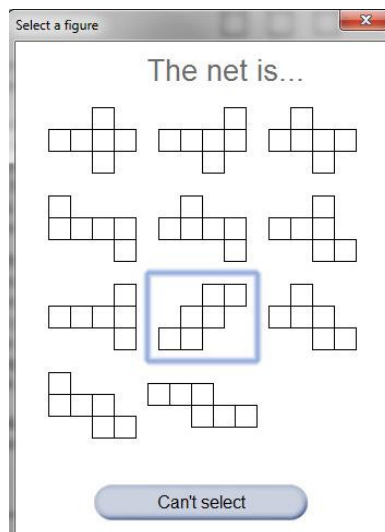
tlačítko	funkce tlačítka
Another figure	změna 3D modelu
Another set	změna režimu – Stuffed cubes set, Stuffed toys set.
The net is...	řešením je ...
Can't select	nemohu najít správné řešení, chci si znovu prohlédnout 3D model
Exit	ukončení programu
	uložení pracovní plochy na pevný disk do formátu obrázku
	tisk pracovní plochy



Obrázek 14: Stuffed toys - výběr z možností čtvercových sítí

zdroj: vlastní zpracování

Zná-li uživatel správné řešení, označí je, a aplikace automaticky vyhodnotí, zda bylo vybráno správně. Pro další prohlížení krychle slouží tlačítko *Can't select*. Byla-li volba čtvercové sítě správná, aplikace automaticky vygeneruje nový 3D model, a uživatel může hledat dál.



Obrázek 15: Stuffed toys – dialogové okno řešení

zdroj: vlastní zpracování

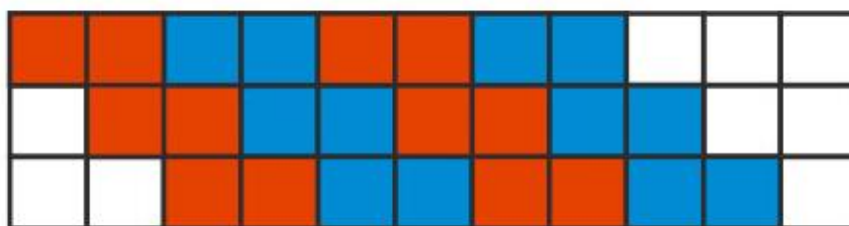
4.3.3 Vzorové příklady

Stuffed toys lze použít k procvičování poznatků o krychli a k procvičování čtvercových sítí (typické příklady na hledání čtvercových sítí jsou zadávány téměř v každé matematické olympiádě [34]). Žáci mohou na základně předlohy zkusit složit krychli z papíru - ideálně vytvořením mezipředmětového vztahu s výukou výtvarné, či technické výchovy, nebo pomocí stavebnic.

Příklad 1: Urči počet všech možných čtvercových sítí krychle a nakresli je (jako jedna možnost je myšlena jedna čtvercová síť včetně symetrických a převrácených sítí). Pro ověření správnosti výsledků použij jako nápovědu dialogové okno řešení aplikace Stuffed toys (viz. Obrázek 16).

Příklad 2: Najdi řešení pro jednotlivé úlohy v aplikaci Stuffed toys. Jako pomůcku pro řešení použij nakreslené a ověřené čtvercové sítě z příkladu 1.

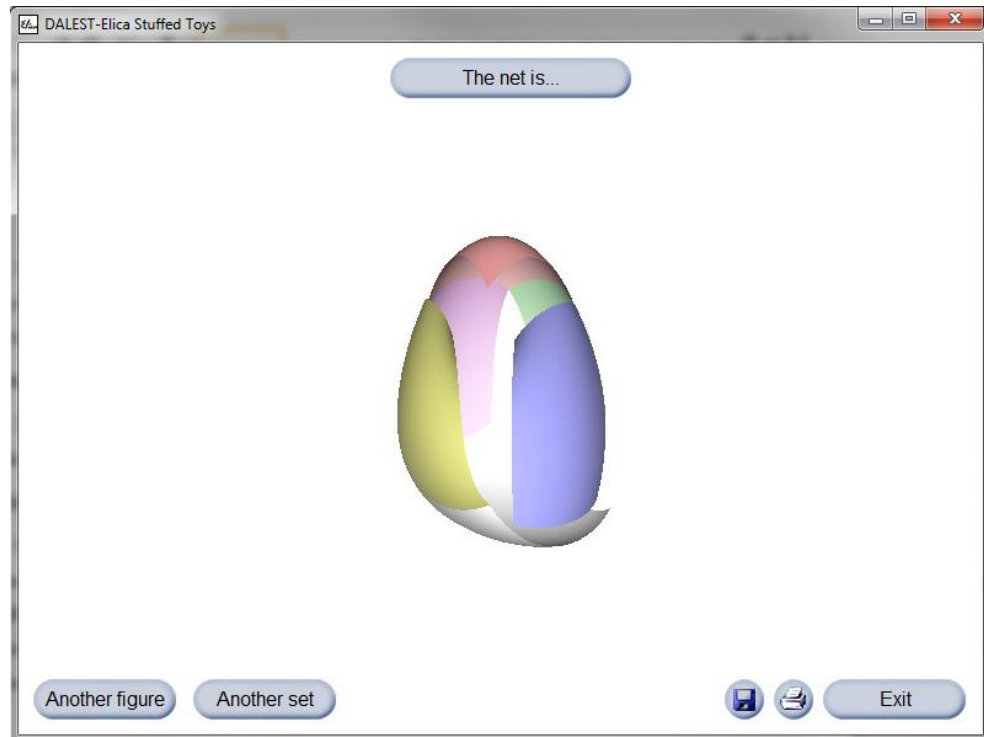
Příklad 3: Pomocí výsledků z příkladu 1 řeš následující úlohu. Představ si, že pracuješ jako konstruktér v továrně, která vyrábí krabice tvaru krychle. Síť krabic (krychlí) se vyrábějí z dlouhého pásu tvrdého papíru. Jak nejlépe rozmístit sítě, aby byl odpad co nejmenší? Jedno možné řešení je na obrázku 9. Při tomto řešení je odpad na začátku a na konci papírového pásu. Je možné najít řešení, kde není žádný odpad? Najdi různá řešení pro širší pás [3].



Obrázek 16: Pás tvrdého papíru

zdroj: vlastní zpracování

Příklad 4: v režimu Stuffed toys set si procvič jednotlivé úlohy a zamysli se, zda nevidíš ve svém okolí nějaký předmět, který by se podobně jako Stuffed toys dal složit ze 6-ti stěn. Pro vyhlédnutý předmět zkus nakreslit jeho čtvercovou síť podobně jako u vajíčka na obrázku 17.



Obrázek 17: Stuffed toys - stuffed egg (vajíčko)

zdroj: vlastní zpracování

Příklad 5: Je dáno šest čtverců s některými stranami vyznačenými tlustě černě. Sestroj síť krychle tak, že se mohou spojovat pouze tyto vyznačené strany. Najdi všechna řešení a k nalezené síti nakresli příslušnou krychli s takto vyznačenými hranami [2].

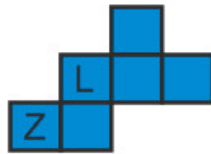


zdroj: http://fyzweb.cz/materialy/timss2007/M8_web.pdf

Příklad 6: Popiš následující síť. Na obrázku 12a-e je síť krychle a dvě její stěny jsou označeny. Je třeba označit zbývající stěny *L* (levá), *D* (dolní), *R* (pravá), *P* (přední), *Z* (zadní) a *H* (horní). Podobně na obrázku 12f-j je třeba popsat další vrcholy sítě za předpokladu, že označení vrcholů krychle je standardní ABCDEFGH. Pro pomoc při řešení použij aplikaci Stuffed toys (odpovídající síť je potřeba najít) [3].



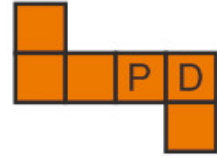
12a,



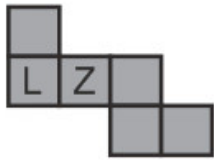
12b,



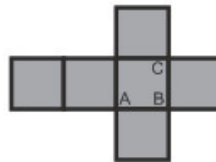
12c,



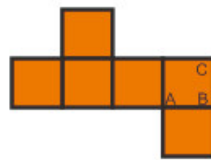
12d,



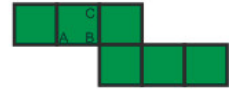
12e,



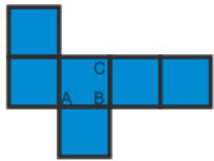
12f,



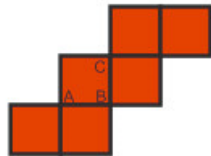
12g,



12h,



12i,



12j,

4.4 Scissors

4.4.1 Popis aplikace

Zdá se, že aplikace Stuffed toys není jediná, která se zabývá problematikou rozkládání a skládání 3D modelů ze čtvercových sítí. v aplikaci Stuffed toys je úkolem najít odpovídající čtvercovou síť k rozstříhanému 3D modelu a ve Scissors (nůžky; čti [siz3:z]) je úkol opačný, tedy rozstřihání generovaných šestistěnných 3D těles na jejich čtvercové síť dle předlohy.

Aplikace Scissors je rovněž jednoduchá a interaktivní. Žáci se s její pomocí mohou zabývat problematikou čtvercových sítí, aniž by museli složitě vystřihovat a slepovat papírové modely těles. (*poznámka: Dle mého mínění je z celého balíku aplikací Dalest Elica nejužitečnější pro podporu výuky stereometrie.*)

Uživatel má k dispozici 3D těleso (rugbyový míč, vajíčko, kostku, oblézek, pyramidu atd.), které je šestistěnné. U zadaného tělesa je možné rozstříhnout kteroukoli ze šesti hran. Jeho úkolem je pomocí nůžek rozstříhat těleso podle předlohy. Aplikace generuje 11 různých předloh různých čtvercových sítí, plus osově převrácené. Pokud je rozstříhnuto více hran než je nutné, aplikace po stisknutí tlačítka *Unfold now* těleso nerozkládá, ale upozorňuje na nesprávné řešení. Podobně se aplikace chová, pokud řešitel rozstříhne méně hran než je potřeba. V tomto případě aplikace provede náhodný výběr zbývajících hran a rozstříhne je.

Podobně jako u Stuffed toys je i zde uživateli k dispozici několik režimů. Jedná se opět o režim Stuffed cubes set, Stuffed toys set a Ribbons set. První dva režimy jsou stejné jako u aplikace Stuffed toys. Zajímavý a zároveň nejsložitější je poslední zmiňovaný režim Ribbons set, tedy režim stuh (podrobněji představený ve videu *scissors.wmv*). Řešení v tomto režimu jsou poměrně složitá a vyžadují silnou prostorovou představivost a vizuální paměť. V podstatě je uživatel nucen přemýšlet, jakou hranu rozstříhnout, aniž by tušil, jak bude později vypadat rozklad tělesa na čtvercovou síť.

Tato aplikace může být použita především pro řešení následujících úloh [22]:

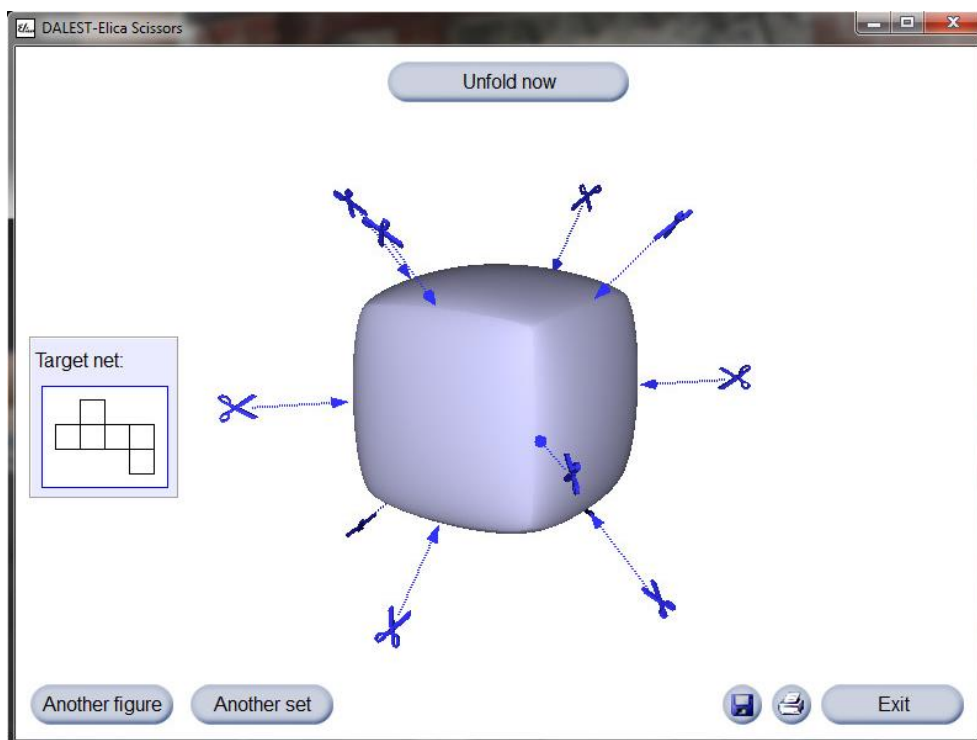
- Rozstříhejte 3D model kostky dle předlohy. (Tento úkol může být různě modifikován – stříhat začnete od středu čtvercové sítě, zleva doprava, nebo zprava doleva.)
- Rozstříhejte 3D model kostky dle převráceného zadání, aniž byste si nové zadání překreslili.
- Spočítejte, kolik je potřeba řezů pro jednotlivá zadání. Které z 11-ti předloh potřebuje nejmenší počet řezů?
- Na základě zkušeností z režimu *Stuffed cubes set* řešte příklady v režimu *Stuffed toys set*.
- Najděte postup pro řešení příkladů z režimu *Ribbons set*.

4.4.2 Manuál k použití



Používání aplikace je intuitivní, nicméně opět problematické pro „neangličtináře“. Prostředí je, stejně jako u předchozích tří aplikací, v angličtině. Následující odstavce jsou doplněny o video-návod na přiloženém CD. Video je umístěné ve složce video a má název *scissors.wmv*. Video-ukázka příkladů jsou umístěné ve složce video a má název *scissors_priklady.wmv*.

Po instalaci (viz odstavec 3.4.1 Instalace) najdeme standardně aplikaci: *Start* → *Programy* → *Elica 5.6* → *DALEST* → *Scissors*.

Spuštěním aplikace se před řešitelem objeví přehledné prostředí stejně jako u předchozích aplikací z balíku Dalest Elica. Aplikace po spuštění rovnou generuje první úlohu, a to v režimu *Stuffed cubes set*. Úkolem řešitele je správně rozstříhat vygenerované 3D těleso podle nabízené předlohy „*Target net*“.



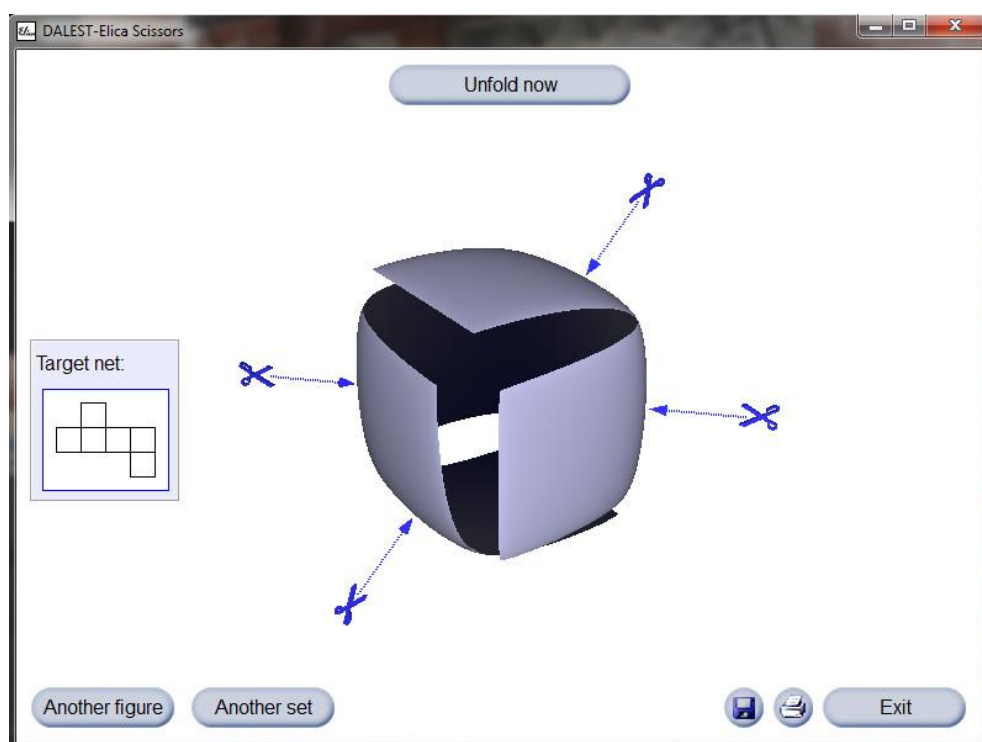
Obrázek 18: Scissors - po spuštění
zdroj: vlastní zpracování

tlačítko	funkce tlačítka
Another figure	změna 3D modelu
Another set	změna režimu – Stuffed cubes set, Stuffed toys set, Ribbons set
Unfold now	rozložit nyní
Exit	ukončení programu
	uložení pracovní plochy na pevný disk do formátu obrázku
	tisk pracovní plochy

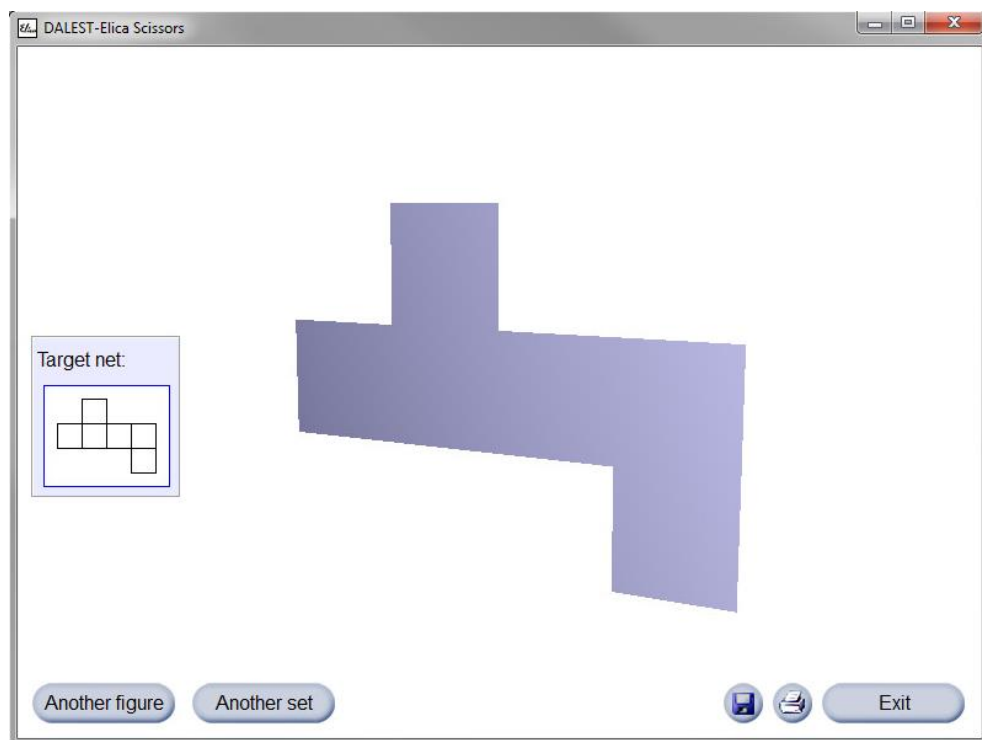
S vygenerovanou 3D krychlí lze otáčet horizontálně nebo vertikálně stejně jako u předchozí aplikace Stuffed toys. Rozstříhnutí je velmi jednoduché, provádí se kliknutím na symbol nůžek, patřícímu ke každé z hran 3D modelu. Jako problém je zde možné uvést, že aplikace neumí krok zpět, nefungují bohužel ani známé klávesové zkratky Ctrl+Z. Je tedy nutné dobře přemýšlet, která z hran je aktuálně stříhána.

V případě chybného stříhnutí nesprávné hrany nezbyvá tedy nic jiného než vygenerovat novou krychli tlačítkem *Another figure*.

Po stisknutí tlačítka *Unfold now* se rozstříhaný objekt rozvine a aplikace vyhodnotí, zda je řešení správné - zobrazením dialogového okna *Sorry* (chybné řešení), nebo *Correct* (správné řešení).



Obrázek 19: Scissors - rozstříhaný 3D model
zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 20: Scissors - rozvinutý 3D objekt

zdroj: vlastní zpracování

4.4.3 Vzorové příklady

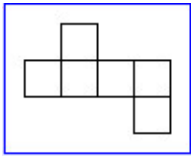
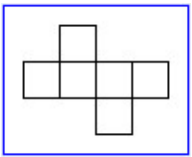
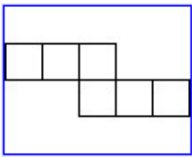
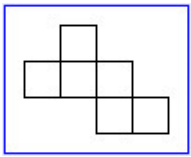
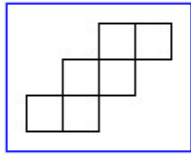
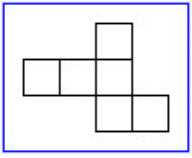
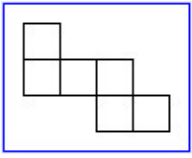
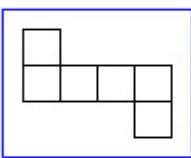
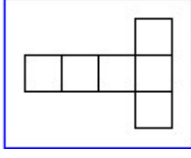
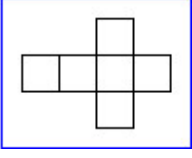
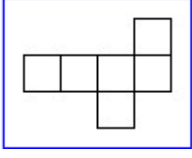
Aplikaci Scissors je možné použít spíše pro procvičování poznatků o krychli, kvádrů a jejich sítích, než jako nástroj pro řešení některých příkladů. Příklady, zabývající se tematikou čtvercových sítí, jsou velmi často zadávány v různých matematických soutěžích jako je Klokán, Matematická olympiáda ... [34].

V současné době se příkladům tohoto typu nevěnuje na základních školách přílišná pozornost. Příčinou je, vedle malé prostorové představivosti některých pedagogů, neefektivní využití času výuky na výrobu papírových modelů krychlí, neboť je velmi málo využíván interaktivní počítačový software.

Příklad 1: Vyřeš úlohy dle zadání aplikace Scissors.

Příklad 2: Rozstříhejte 3D model kostky dle převráceného zadání (rozuměj tím zrcadlení sítě), aniž by bylo nutné si převrácenou síť znovu překreslit.

Příklad 3: Rozstříháním kolika hran získáš čtvercové síť z obrázků? Pro simulaci můžeš použít aplikaci Scissors.

 a,	 b,	 c,	 d,
 e,	 f,	 g,	 h,
 i,	 j,	 k,	

Příklad 4: Ze čtvrtky formátu A4 vytvořte ve dvojicích 6 stejných čtverců. Pokud máte hotové čtverce, sestavte pomocí lepicí pásky, dle náhodného výběru čtvercové sítě aplikace Scissors, krychli. Budete-li mít hotovou krychli z papíru, rozstříhejte 3D virtuální model krychle ve Scissors a přihlaste se [12].

Manuál pro učitele: Tato úloha mne zaujala díky své promyšlenosti – nezáleží na postupu, neexistují u ní špatné, ani správné řešení. Důležité je, aby si žáci dokázali poradit a pracovali efektivně; úloha se tedy dá podat jako soutěž. Učitel schválně neradí žákům, jak mají čtverce vyrobit, zda je mají měřit a vystříhovat, nebo stačí odhadovat (vytvořit z A4 čtverec a ten poté „rozčtverečkovat“) a odtrhávat. Výsledné žákovské výtvary je nutné reflektovat a diskutovat s žáky, proč postupovali právě takto.

4.5 Slider

4.5.1 Popis aplikace

Další z balíku aplikací Dalest Elica je aplikace Slider (volně přeloženo jako posuvník; čti [slaid3:]). K dispozici je síť 3D krychle, již „projíždí“ virtuální rovina. Uvnitř 3D krychle je schován neviditelný 3D model, jehož průnik se zobrazuje do „projíždějící“ virtuální roviny. Úkolem řešitele je zjistit, jaký 3D model je schovaný uvnitř krychle.

Slider je další z aplikací, která přináší něco nového, co nelze nasimulovat s pomocí reálných modelů. U uživatele rozvíjí prostorové myšlení a nabízí mu základ pro čtení technických výkresů, s nimiž se na základní škole setkává v hodinách technických činností, či pro pozdější studium deskriptivní geometrie na středních školách technického směru.

Virtuální krychli, umístěnou v okně aplikace, lze otáčet stejně jako u předchozích aplikací v horizontálním i vertikálním směru, a prohlížet si ji tak ze všech možných stran. Zajímavou a užitečnou funkcí, kterou aplikace nabízí, je možnost přepínání os – tedy možnost volby, na kterou z os bude „projíždějící“ rovina kolmá. Tato funkce zjednodušuje řešení zejména u složitějších 3D modelů v tzv. *Hard set*. V případě, že uživatel potřebuje další nápovědu, umožňuje Slider další zjednodušení – krátkodobé zobrazení skrytého 3D modelu.

Při řešení je možno vybírat ze 16-ti 3D modelů, které aplikace nabízí v dialogovém okně pro řešení. 3D modely ze souboru jsou umísťovány do krychle a v obtížnějších režimech různě rotují, či se naklání. Stejně jako u předchozích aplikací, i zde je k dispozici více režimů řešení. Na výběr je z *Easy set*, *Moderate set*, *Hard set*, *Random set* a *Conical sections set*. Jednotlivé režimy se od sebe liší obtížností řešení.

Aktivity, které je možné provádět za pomoci aplikace Slider [23]:

- Prohlédněte si průniky jednoduchých 3D modelů s rovinou – krychle a koule.
- Prostudujte průniky složitějších objektů s rovinou, jako jsou válce, kužele, nebo pyramidy.
- Jaký je pohled shora na komolá tělesa?

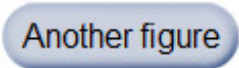

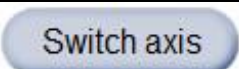

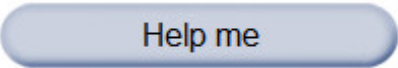
- Hledejte 3D modely pomocí aplikace Slider.
- Zobrazte si nápovědu a do sešitu zakreslete, jaké budou průniky po přepnutí rovin.
- Je možné najít dva, nebo více průniků, které patří různým 3D modelům a přitom jsou stejné?

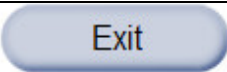


4.5.2 Manuál k použití

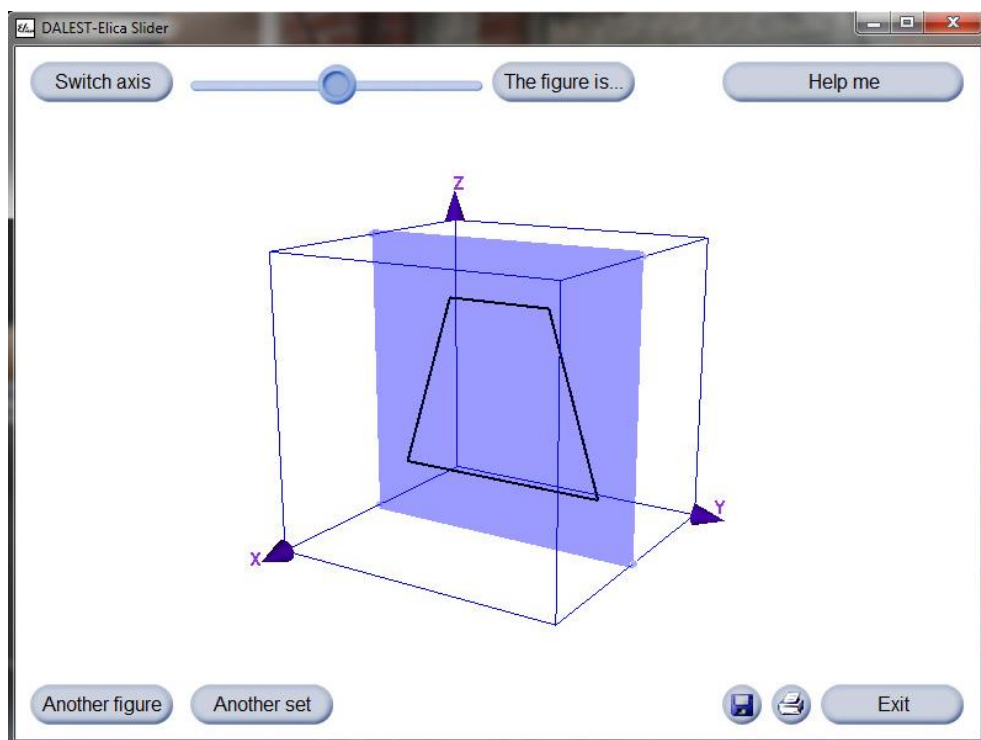
Aplikace je opět v angličtině. Ovládání je jednoduché a přehledné. Následující návod pro aplikaci je doplněn o video-návod na přiloženém CD. Video je umístěné ve složce video a má název *slider.wmv*. Video-ukázka příkladů jsou umístěné ve složce video a má název *slider_priklady.wmv*.

Po instalaci (viz odstavec 3.4.1. Instalace) najdeme standardně aplikaci: *Start* → *Programy* → *Elica 5.6* → *DALEST* → *Slider*.

Po spuštění nabízí aplikace první úlohu v režimu *Easy set*. Tato úroveň spíše slouží pro seznámení se s aplikací, neboť jednotlivé úlohy jsou poměrně jednoduché. Jak je uvedeno v popisu aplikace, řešitelovým úkolem je uhodnout pomocí přesouvání virtuální roviny, do které se promítá průnik objektu s rovinou, jaký 3D model je schovaný v krychli. Rovina je po startu aplikace umístěna kolmo na osu x , což není pro některé úlohy optimální, a proto aplikace nabízí možnost přepnutí os tlačítkem *Switch axis* – aplikace v podstatě změní polohu virtuální roviny tak, že nová rovina bude kolmá na osu y , resp. na osu z .

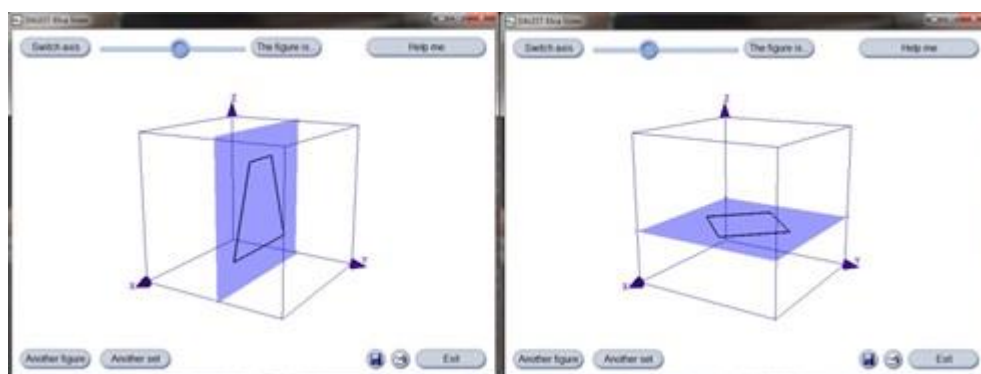
tláčítko	funkce tlačítka
	nové zadání
	změna režimu - Easy set, Moderate set, Hard set, Random set, Conical sections set
	přepnout osu (zobrazit rovinou kolmou na jinou osu)
	hledaný model je ...
	krátkodobé zobrazení nápovědy

	ukončení programu
	uložení pracovní plochy na pevný disk do formátu obrázku
	tisk pracovní plochy



Obrázek 21: Slider - Easy set po spuštění

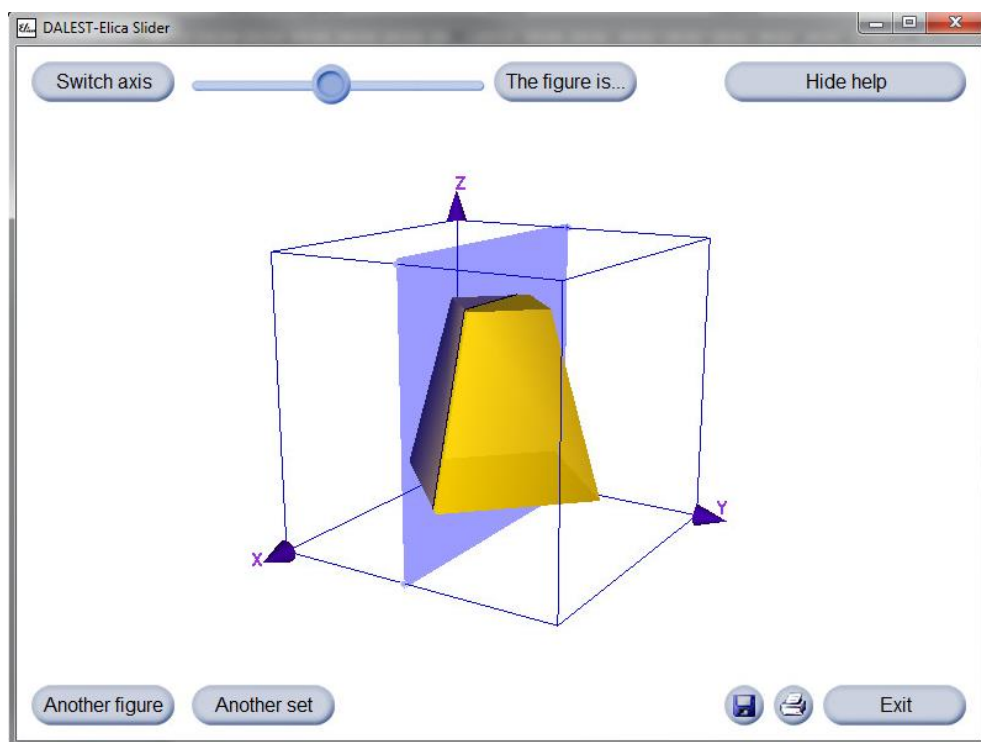
zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 22: Slider - přepínání os

zdroj: vlastní zpracování

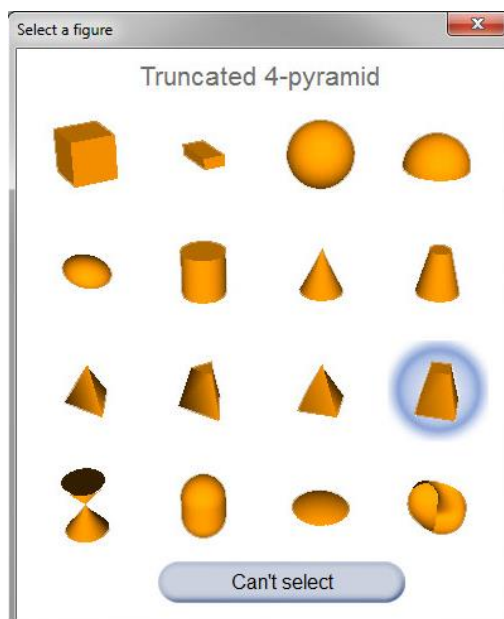
Slider rovněž umožňuje pro méně zkušené řešitele krátkodobé zobrazení nápovědy po stisknutí tlačítka Help me. Nápověda spočívá v zobrazení skrytého objektu uvnitř krychle. Tato nápověda je spíše odhalením řešení a umožňuje řešiteli vidět, ve které části skrytého tělesa se právě virtuální rovina nachází a jak vypadá její průnik s objektem.



Obrázek 23: Slider – krátkodobé zobrazení nápovědy Help me
zdroj: vlastní zpracování

Jako další nápověda může být zapnuto dialogové okno (tlačítko *The figure is ...*), které zobrazuje šestnáct 3D objektů, ze kterých aplikace čerpá a generuje úlohy. Řešení úlohy se provádí kliknutím na příslušný 3D model pod tlačítkem *The figure is ...*. Aplikace vyhodnotí řešení a nabídne novou úlohu.

tlačítko	funkce tlačítka
Can't select	nemohu najít správné řešení, chci si znovu prohlédnout 3D model



Obrázek 24: Slider - výběr řešení

zdroj: vlastní zpracování

Slider nabízí 5 různých režimů, které se od sebe liší stupněm obtížnosti - *Easy set*, *Moderate set*, *Hard set*, *Random set* a *Conical sections set*. Nejnáročnějším z nich je *Conical sections set* (pozn. režim kuželů), v němž jsou do krychle umisťovány pouze objekty kuželů a dvojic válců.

4.5.3 Vzorové příklady

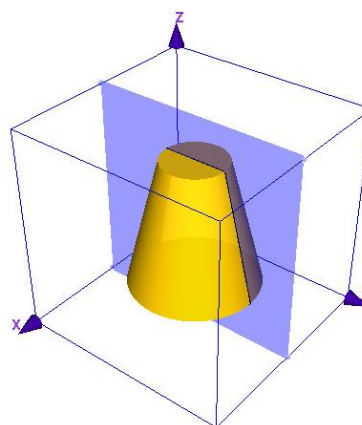
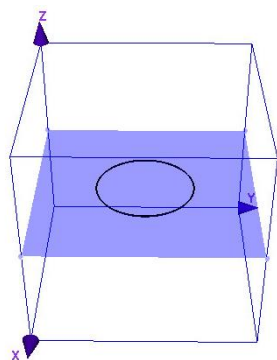
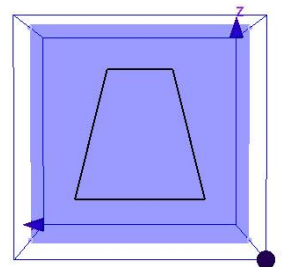
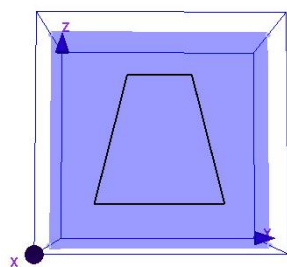
Slider je možné využít pro procvičování pravoúhlého promítání. Aplikace je poutavá i pro řešitele se slabší prostorovou představivostí. Využití pro řešení konkrétních příkladů je problematické.

Úlohy tohoto typu se v současné době příliš do výuky matematiky nevkládají. Žáci se s problematikou průniků v hodinách technických činností při pravoúhlém promítání. Zde se žáci poprvé setkávají s pojmy: pohled shora (půdorys), pohled zleva a zprava (levý a pravý bokorys) a pohled zepředu (nárýs).

Příklad 1: Pomocí aplikace Slider řeš jednotlivé úlohy.

Příklad 2: Použij nápovědu aplikace Slider pro nakreslení nárysu, půdorysu a levého bokorysu tělesa za pomoci následujících obrázků. Načrtni si do sešitu celé těleso.

upozornění – v obrázcích pod textem se nejedná o nárys, půdorys a bokorys!!!



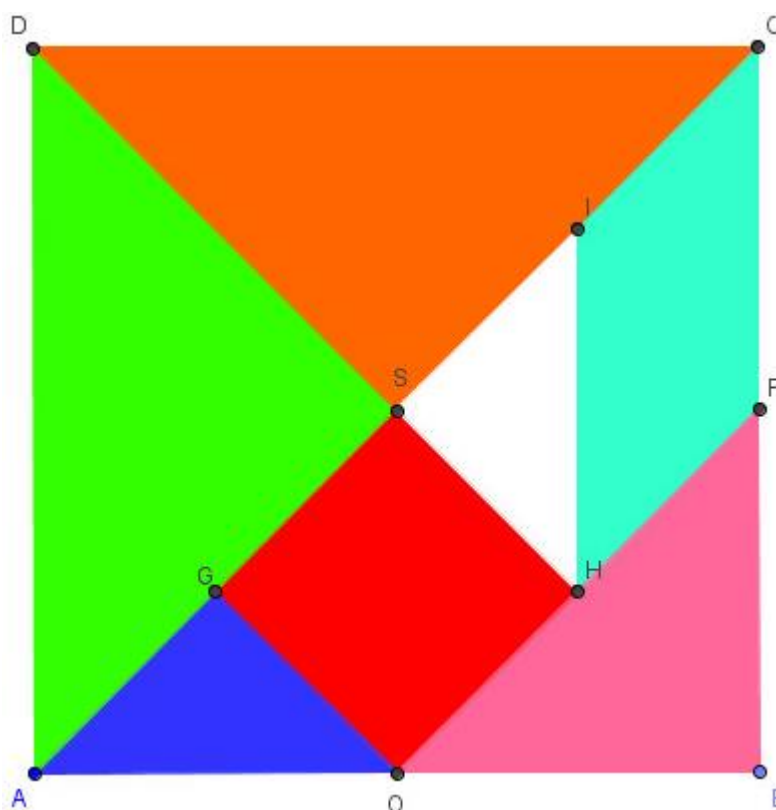
Příklad 3: Najdi alespoň dvě různá tělesa, jejichž průnik s rovinou je stejný. Výsledek zakresli do sešitu pomocí pravoúhlého promítání.

Příklad 4: Na základě zkušeností z příkladu 1 a 2 si zahraj na konstruktéra. Najdi ve svém okolí zajímavé těleso a zakresli jej pomocí pravoúhlého promítání (nárys, půdorys a bokorys) jako v technickém výkresu. Pokus se načrtnout těleso ve 3D.

4.6 Elica Tangrams

4.6.1 Popis aplikace

Poslední z aplikací Dalest Elica je Elica Tangrams. Nejedná se už o nástroj pro výuku stereometrie. Z důvodu kompletnosti návodů pro balík aplikací z projektu Dalest Elica je nutné jej zde uvést.



Obrázek 25: Tangram popis
zdroj: vlastní zpracování

Co to ale Tangram je? Je to jeden z neznámějších hlavolamů pocházejících z Číny. Podstatou řešení je sestavení obrazce podle zadání při využití všech sedmi dlaždic (viz. Obrázek 25). Sestavováním Tangramů podle předlohy se rozvíjí konstruktivní představivost, smysl a cit pro geometrické obrazce a jejich zákonitosti v ploše [31]. Při řešení hlavolamu je možné využít translaci, rotaci a symetrii. Řešitel využívá své znalosti z běžného života a rozvíjí své matematické dovednosti a prostorovou představivost, aniž by si toho byl vědom. Pro pokročilé řešitele se zde nabízí možnost vytváření vlastních sad dlaždic a skládání tak nových a nových obrazců [24].

Prostorovou představivost pomáhají rozvíjet už v předškolním věku všechny aktivity, při kterých dítě přichází do styku s geometrickými objekty, především prostřednictvím hry. Zkušený pedagog si je jistě vědom, že ve výuce matematiky patří didaktická hra k nejčastěji frekventovaným činnostem, při nichž dochází k nevědomému učení žáků a mnohokrát má toto učení úspěch v řešení úloh i u žáků se slabším průměrem [29].

Aplikace Elica Tangrams implementuje hlavolam Tangram a řešiteli nabízí 100 různých variant řešení. Po úspěšném složení generuje nové zadání a poskytuje tak zábavu na dost dlouho. Výhodou této aplikace je její interaktivita. Opět tedy odpadá složité vyrábění papírových modelů a plýtvání časem v hodinách matematiky.

Pravidla

- v každém obrazci je nutné použít všech 7 dlaždic
- všechny dlaždice je možné libovolně převracet
- žádné dlaždice se nesmějí překrývat

Popis tangramu

- Čtverec ABCD je rozdělen na 7 geometrických útvarů (viz Obrázek 25)
- Bod o (P) je středem úsečky AB (BC).
- AOG (modrý) a HIS (bílý) je rovnoramenný pravoúhlý trojúhelník, jeho přepona je polovina strany čtverce
- ABCD a odvěsny jsou čtvrtiny úhlopříčky čtverce ABCD.
- OBP (růžový) je rovnoramenný pravoúhlý trojúhelník, jeho přepona je polovina úhlopříčky čtverce ABCD a odvěsny jsou poloviny strany čtverce ABCD.
- OHSG (červený) je čtverec o straně velké jako čtvrtina úhlopříčky čtverce ABCD.
- Kosodélník HPCI (tyrkysový), jeho jedna strana je polovina strany čtverce ABCD a druhá je čtvrtina úhlopříčky čtverce ABCD.

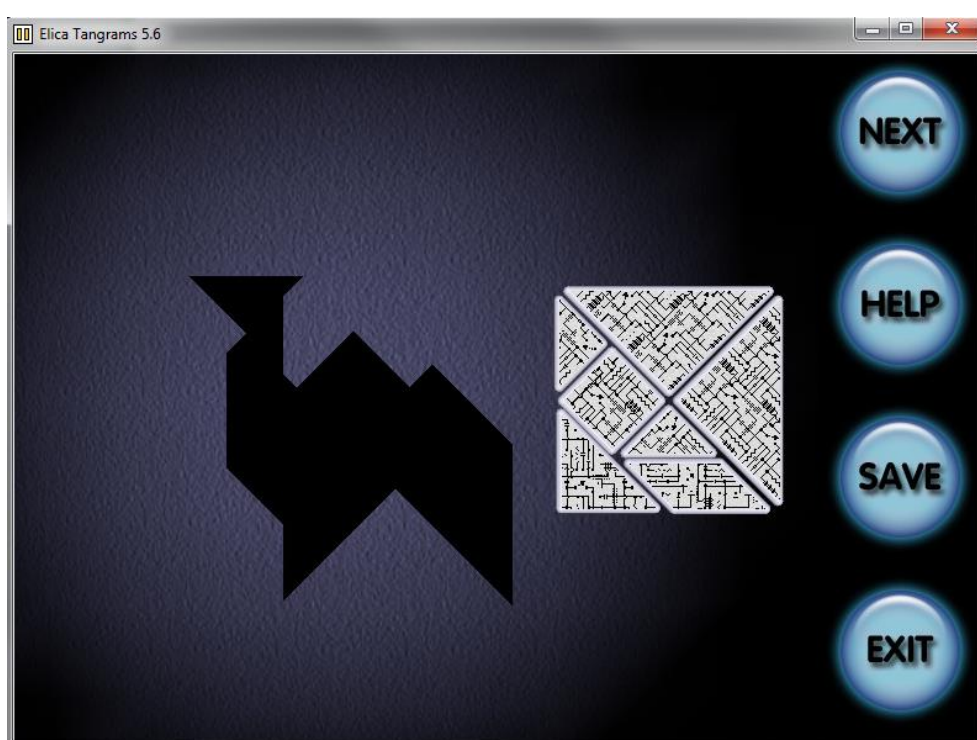
4.6.2 Manuál k použití

Aplikace Elica Tangrams má opět anglickou lokalizaci, nicméně ovládání je velice jednoduché a přehledné. Celá aplikace obsahuje pouze 4 tlačítka. Následující návod pro

obsahu aplikace je doplněn o video-návod na přiloženém CD. Video je umístěné ve složce video a má název *tangrams.wmv*.

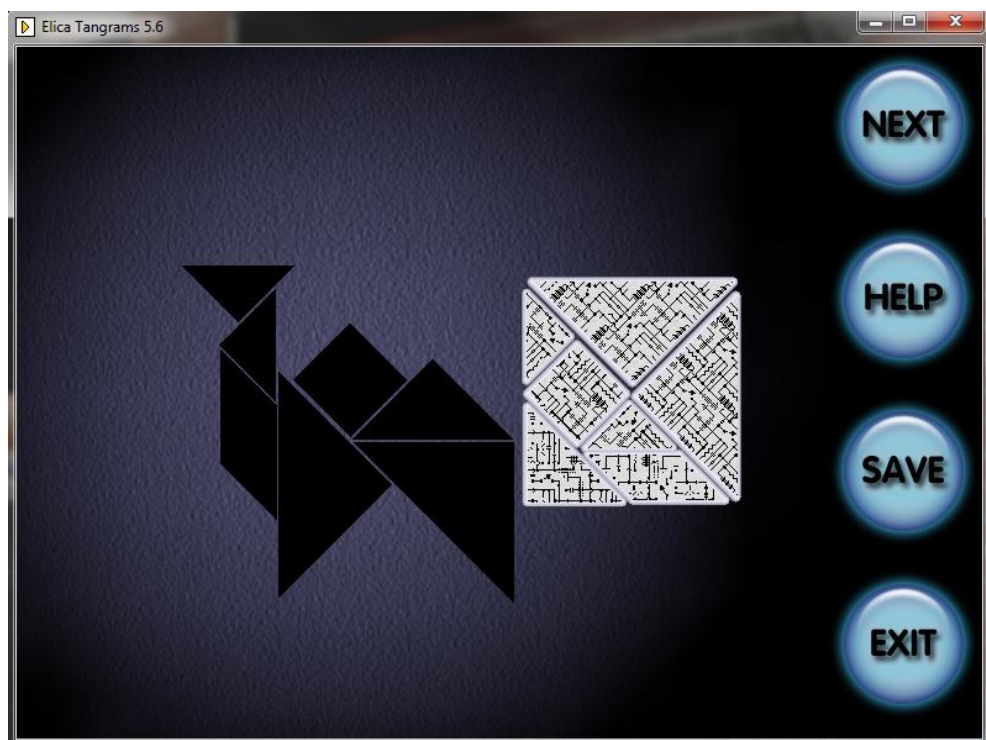
Po instalaci (viz odstavec 3.4.1 Instalace) najdeme standardně aplikaci: *Start → Programy → Elica 5.6 → Elica Tangrams*

Spuštěním Elica Tangrams aplikace generuje nový obrazec, který je nutné složit, a zároveň sadu sedmi dlaždic, odpovídajících danému obrazci. Pomocí přetahování myši, otáčením, resp. zrcadlením dlaždic uživatel skládá předdefinovaný obrazec.

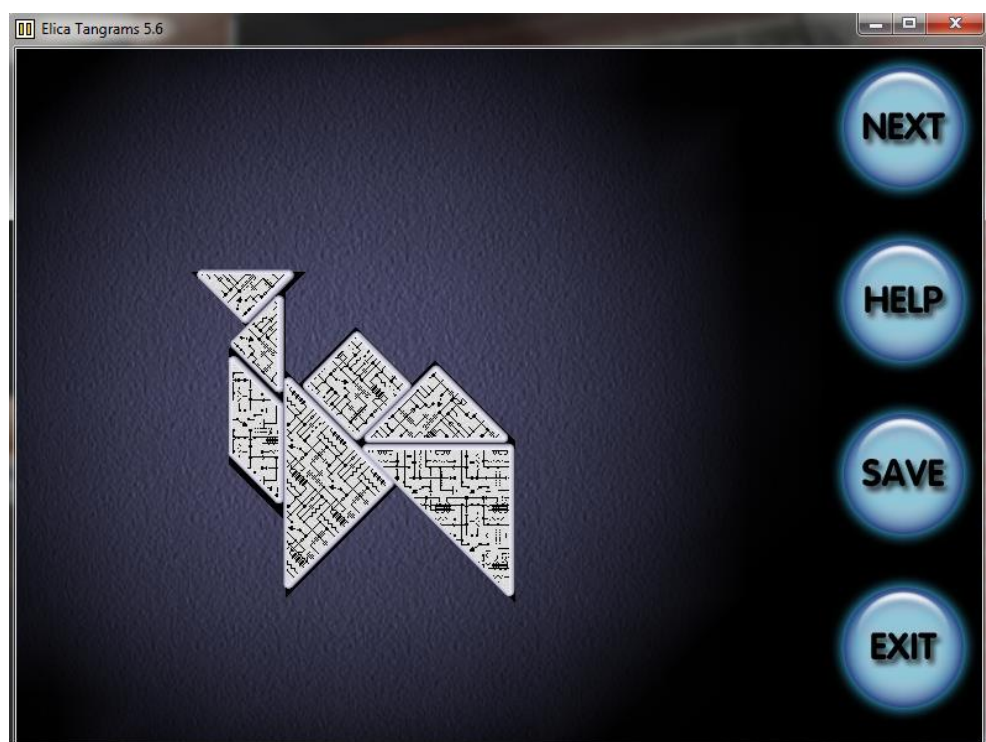


Obrázek 26: Elica Tangrams
zdroj: vlastní zpracování

Pro složení hlavolamu je k dispozici nápověda, která se zobrazí po kliknutí na tlačítko HELP. Vyvolá krátkodobé rozložení obrazce na jednotlivé dlaždice. Je-li hlavolam úspěšně složen, tedy nezbyla-li žádná dlaždice a žádná z dlaždic nepřesahuje přes předdefinovaný obrazec, je možné vygenerovat další úlohu stisknutím tlačítka NEXT.



Obrázek 27: Elica Tangrams - nápověda
zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 28: Elica Tangrams - složený hlavolam
zdroj: vlastní zpracování

5 Praktická část

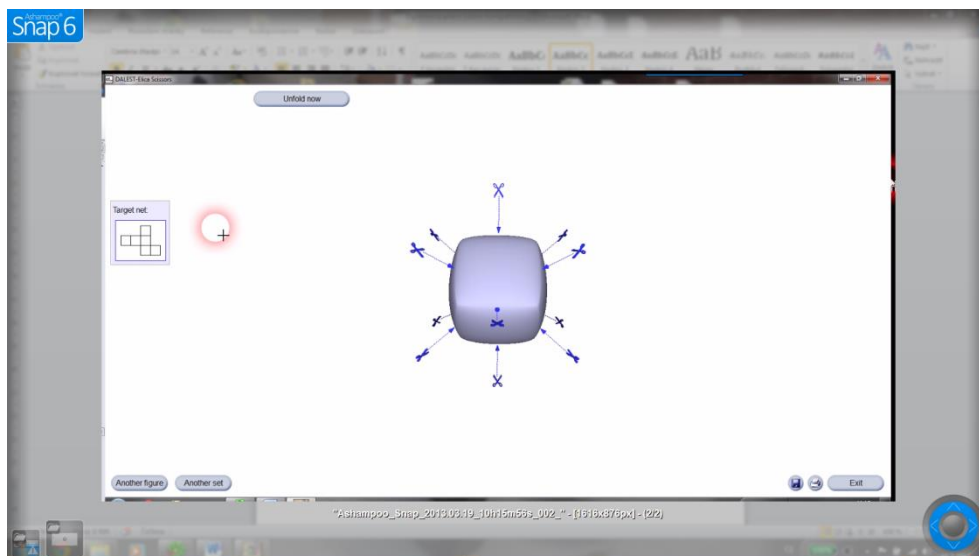
5.1 Instruktažní videa

5.1.1 Tvorba instruktážních videí

Pro jednotlivé aplikace ze softwaru Dalest Elica jsou vytvořena komentovaná instruktážní videa, která jsou součástí této diplomové práce a jsou přiložena na CD.

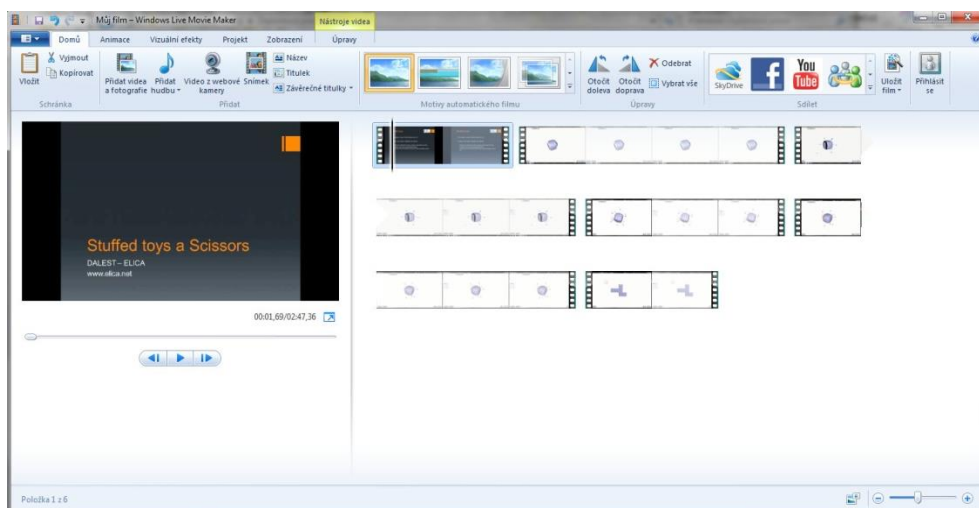
Instruktažní videa mají pomoci učitelům při seznamování se s konkrétní aplikací. Po zhlédnutí každého videa by mělo být jasné, co konkrétní aplikace umí, jak se obsluhuje a pro jaké učivo je vhodné ji použít. Většina aplikací softwaru Dalest Elica jsou tzv. uzavřené výukové programy, což značně zužuje jejich použití na podporu výuky jiných témat.

Jednotlivá videa jsem původně chtěl vytvořit snímáním obrazovky za pomoci volně dostupného softwaru. Z dřívějších zkušeností padla volba na software CamStudio 2.7 (dostupné například z <http://www.slunecnice.cz/sw/camstudio/>). Po několika pokusech a nastavení programu se mi však nedařilo snímat okno aplikace běžící v Javě. Byl jsem proto nucen použít licencovaný software Ashampoo Snap 6 ve trialové verzi, dostupný z oficiálního webu Ashampoo <https://www.ashampoo.com/en/usd/dld/0824/Ashampoo-Snap-6/> a fungující 30 dní. V této aplikaci poté již nebyl problém se snímáním. Aplikace navíc umožňuje snímání obrazovky po nastaveném časovém okamžiku, tvorbu a úpravu screenshotů atd. Pro výsledné sestříhání videoklipu a nahrání zvukové stopy jsem použil software Windows Live Movie maker 15.4, dostupný v každé instalaci Windows 7.



Obrázek 29: Ashampoo Snap 6 - snímání obrazovky
zdroj: vlastní zpracování

V programu Ashampoo Snap 6 se mi nepodařilo nastavit vstup zvuku z externího zdroje, i když tuto funkci software slibuje. Byl jsem nucen využít integrovaný mikrofon mého notebooku, a proto není zvuková stopa v ideální kvalitě.



Obrázek 30: Windows Live Movie Maker – výsledný stříh videa
zdroj: vlastní zpracování

Jednotlivá instruktážní videa jsou komprimována do formátu *.wmv (Windows media video), což umožňuje jejich bezproblémové a kvalitní přehrávání na počítačích s operačním systémem Windows. Velikost výsledných klipů je cca do 30 MB velikosti,

což je vzhledem ke kapacitě běžných přenosových médií zanedbatelné, a umožňuje to uživatelům snadný přenos videoklipů a stažení do jiného počítače, tabletu ...

5.1.2 Umístění videí

Všechna videa jsou součástí této diplomové práce na příloženém CD ve složce „video“ a zároveň jsou ke stažení na webu na adrese dalest.kenynet.cz, nebo se dají live přehrát na serveru YouTube.com v kanálu videí Elica Dalest na adrese http://www.youtube.com/channel/UCiEIZ0_EoItHpgvBsKydJ2g.

5.2 Webové stránky pro zveřejnění materiálů

5.2.1 Účel vytvoření webu

Hlavním účelem vytvoření webu, zabývajícíím se softwarem Dalest Elica, je absence podobného webu s českou lokalizací. Myšlenka a hlavní cíle projektu Dalest (*viz odstavec 3.4. Dalest Elica project*) mne zaujala. Tvorba podobných volně dostupných výukových pomůcek pro základní školy je potřebná a zajímavá.

Tento web má zároveň sloužit pro seznámení učitelů s projektem Dalest Elica. Má přinášet nové nápady do výuky pro učitele matematiky, ukázat jim práci s jednotlivými aplikacemi a inspirovat je k dalšímu rozvoji aplikací z balíku Dalest, jehož zdrojový kód je volně k dispozici pro úpravu za pomoci programovacího jazyku Elica, vycházejícího z programovacího jazyku Logo.

5.2.2 Webhosting a doména

Webhosting a doména (dalest.kenynet.cz) jsou zcela zdarma poskytnuty firmou Kenynet.cz, za což bych jí tímto chtěl poděkovat. Vzhledem k většímu objemu dat, což je způsobeno umístěním videoklipů na webu, by náklady na webhosting byly značné. Použitá doména je třetího řádu, což vzhledem k umístění klíčových slov v hlavičce stránky nečiní vyhledávacím robotům problémy s nalezením tohoto webu.

5.2.3 Technické řešení webu

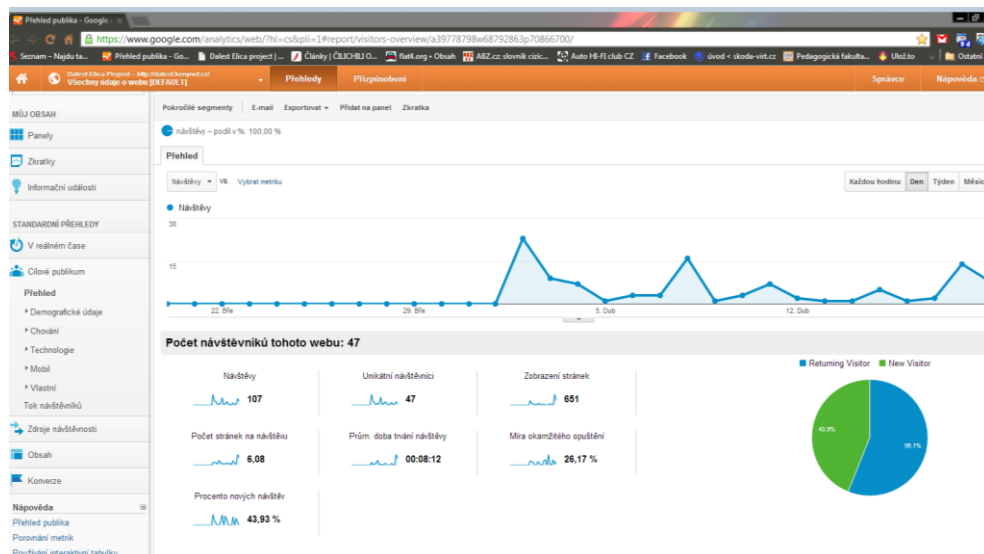
Z důvodu snadného editování webových stránek, běží web na open source redakčním publikačním systému WordPress, napsaném v PHP a MySQL. Tento systém umožňuje snadnou tvorbu příspěvků, upload nových souborů na web a téměř bezchybnou administraci celého webu. Pro monitorování provozu na webu je použit systém Google Analytics.

Pro tvorbu webu fungujícím na tomto systému bylo nutné se s WordPressem seznámit a naučit. Pro zpříjemnění návštěvy webu jsem vytvořil líbivou barevnou grafiku.



Obrázek 31: Ukázka webových stránek dalest.keny.net.cz

zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 32: Monitoring provozu na webu Google Analytics
zdroj: vlastní zpracování

5.3 Reflexe od učitelů

Informace o využitelnosti jednotlivých aplikací ve výuce stereometrie na základních školách jsem získával formou nestrukturovaného rozhovoru.

Nestrukturovaný rozhovor (neformální, volný) je forma rozhovoru, kdy si tazatel a informátor volně a nezávazně vyměňují své názory. Výhoda nestrukturovaného rozhovoru spočívá v jeho konverzační povaze, která tazateli umožňuje reagovat na změnu situace. Před zahájením rozhovoru není předem daný plán, jak bude rozhovor probíhat a na jaké otázky se bude tazatel dotazovat [5].

Reflexe od učitelů jsou podrobněji rozepsány v následující kapitole.

6 Zhodnocení

Tato kapitola je věnována zhodnocení využitelnosti jednotlivých aplikací ve výuce stereometrie na základní škole, přičemž jsem vycházel z referencí získaných od učitelů matematiky. Nedostatky jednotlivých aplikací, týkající se zejména uživatelsky přívětivé obsluhy, jsou, vzhledem k volné dostupnosti zdrojových kódů jednotlivých aplikací, myšleny spíše jako „poselství“ pro vývojáře, či případné budoucí uživatele, kteří si budou schopni aplikaci upravit.

6.1 Potter's wheel

Dotazovanými pedagogy byla aplikace ohodnocena jako vhodná pro procvičování prostorové představivosti.

Informace pro následující odstavec poskytl Martin Günzel, učitel matematiky na ZŠ Máj, České Budějovice, 28.3.2013. „U aplikace mi chybí možnost vyhodnocení. Umím si ji představit jako prostředek pro procvičování představivosti, nebo se s ní zabývat v dobrovolném matematickém semináři. Jako prostředek do výuky se mi aplikace jeví jako nepoužitelná.“ Na předchozím se shoduje i Mgr. Blanka Kovářová, učitelka matematiky na ZŠ Dubné, České Budějovice, 3.4.2013.

Všichni dotazovaní se shodli na těchto nedostatcích:

- nemožnost vyhodnocení řešení
- v modelovacím režimu chybí osa rotace
- nelze zobrazit zadání do modelovacího režimu

Nedostatky aplikace

Zásadním negativem Potter's wheel je nemožnost zobrazit si vzor i do modelovacího režimu. Tento nedostatek nutí uživatele neustále přepínat z režimu modelování (*Design*) do režimu zadání (*See original*). Určitě se snáz hledá správný model dle předlohy, kterou má řešitel před očima. Toto nastavení aplikace by bylo výhodné pouze tehdy, pokud by nebylo žádoucí, aby měl řešitel zadání před očima a trénoval si tak zejména svoji paměť a prostorovou představivost.

Rovněž vyhodnocení řešení není zcela dokonalé. Řešitel sice vymodeluje 3D model podle zadání a může pouhým okem vidět, zda je jeho model stejný, nebo alespoň podobný, jako originál ze zadání. Aplikace ale nevyhodnocuje, zda jsou modely shodné natolik, že se dá řešení považovat za správné. V modelovacím režimu rovněž chybí osa rotace, proto nelze tuto aplikaci považovat za vhodný učební prostředek.

Generování jednotlivých zadání ve všech uživatelských režimech *Segment set*, *Circle set*, *Square set*, *Triangle set*, *Sine set*, *Free shape set* je zcela náhodné. Aplikaci proto nelze použít pro zadávání konkrétního příkladu, či modelování konkrétního modelu. Uživatel by byl před řešením nucen daný model najít.

6.2 Math wheel

Tato aplikace je velmi podobná jako aplikace Potter's wheel. Není mi příliš jasné, proč jsou tyto dvě aplikace oddělené. Podobně aplikace Bottle design, která funguje na stejném principu jako již zmíněné předchozí dvě, ale není součástí této diplomové práce.

Reference pro tento odstavec poskytl Mgr. Josef Scháněl, učitel matematiky na ZŠ O.Nedbala, České Budějovice, 26.3.2013. „Myšlenka této aplikace se mi líbí, nicméně aplikace by chtěla doladit. Podobně, jako aplikaci Potter's wheel, i tuto si dovedu představit jako nástroj na procvičování prostorové představivosti v nějakém matematickém kroužku. Zapojení této aplikace do běžné výuky, kvůli složitému zápisu v matematickém okně, si příliš nedovedu představit. Obávám se, že by se výuka matematiky mohla u žáků změnit v pouhé klikání, bez hlubšího smyslu.“

(Günzel, 2013) „Math wheel si dovedu představit jako generátor příkladů pro výpočet objemů a povrchů těles. Pro žáky bude jistě zajímavější a zábavnější interaktivní zadání příkladů, než příklady z učebnice typu: „Kuzel má poloměr podstavy 5cm, výšku 6cm ...“

(Kovářová, 2013) „Tuto aplikaci si umím představit pro procvičování prostorové představivosti u jednodušších těles na ZŠ.“

Nedostatky aplikace

Všichni dotazovaní se shodli na následujících nedostatcích.

Použití této aplikace ve výuce matematiky na základní škole velmi znesnadňuje složitý zápis matematických vzorců. Jednotlivé vygenerované vzorce je nutné přepsat do podoby, na níž jsou žáci zvyklí, tzn. do zlomků namísto lomítek; pod odmocniny místo $\sqrt{\quad}$, apod. s podobným zápisem se žáci mohou setkat na středních školách, či v některých CAS systémech (Derive, Maple ...).

pozn.: CAS systém (computer algebra system) je obecné pojmenování pro matematický software zvládající nejrůznější matematické operace, tvorbu grafů, matic či vytváření algoritmů.

Další nepříjemnou vlastností této aplikace je, že v modelovacím režimu (*See in 3D*) je nemožné si zobrazit matematický zápis vzorců pro objemy a povrchy vymodelovaných těles. Pro zobrazení vzorců je nutný návrat do režimu úprav (*Redesign*). Matematické okno se při přepínání mezi režimy vždy vypne a je nutné jej vždy zapnout.

6.3 Stuffed toys

Společně s následující aplikací Scissors se jedná o velmi dobře promyšlenou aplikaci, nad kterou může řešitel strávit hodiny při řešení jednotlivých úloh. Všechny úlohy jsou generovány náhodně, proto je zadávání úloh problematické. Nicméně na procvičování problematiky čtvercových sítí (bez papíru, nůžek a lepidla) je to velmi dobrá a efektivní aplikace.

Velmi výhodné je i ocenění žákova řešení, kdy aplikace automaticky vyhodnocuje a žák je ihned informován, zda úlohu řešil správně, či se při řešení mýlil.

Dle mého hodnocení jsou aplikace Stuffed toys a Scissors z balíku Dalest Elica nejlépe zpracované. Lze je bez problémů používat ve výuce stereometrie, konkrétně pak pro procvičování čtvercových sítí těles. Při používání této aplikace jsem neshledal žádné nedostatky.

Reference pro tento odstavec poskytl Jaroslav Chlumský RNDr., učitel matematiky na Gymnáziu Bystřice nad Pernštejnem, 18. 4. 2013. „Aplikace se mi líbí, zejména na vyplnění času ve volnějších hodinách matematiky, například před prázdninami.“

(Günzel, 2013) „I když se jedná o podobné aplikace, Stuffed toys se mi líbí více, než Scissors. Žáci mohou příklady řešit stylem pokus, omyl, čímž se učí z vlastních chyb. Zapojení do výuky si umím představit, ale pouze v režimu Stuffed cubes set (*pozn. režim krychle*). Následující režim Stuffed toys set (*pozn. režim plyšových hraček*) by pro žáky základní školy byl velmi složitý. Je škoda, že po označení správného řešení neprovede aplikace animaci rozložení krychle na síť, podobně jako u Scissors.“

(Kovářová, 2013) „Aplikaci shledávám jako použitelnou pro výuku čtvercových sítí na základních školách.“

(Scháněl, 2013) „Režim Stuffed toys set by mohl žáky zmást. Jednotlivé stěny nejsou čtvercové, ale různě deformované – nejedná se o stěny v rovině.“

6.4 Scissors

(Günzel, 2013) „Pro použití na základní škole bude vzhledem k obtížnosti vhodný Stuffed cubes set (*pozn. režim krychle*). Tuto aplikaci lze podle mého využít pouze pro frontální výuku, kdy učitel vysvětluje látku a děti se dívají, popřípadě radí. Při této formě výuky se nezapojují všichni, což není optimální.“

(Scháněl, 2013) „Scissors je pro žáky daleko těžší, než Stuffed toys. Aplikace se mi líbí, využil bych ji v matematickém kroužku pro zvědavé žáky.“

(Kovářová, 2013) „Nad úlohami generovanými aplikací je nutné přemýšlet. Dovedu si představit její využití při výuce čtvercových sítí v kombinaci s papírovými modely krychlí.“

(Chlumský, 2013) „Tuto aplikaci si dokážu představit na zaplnění volného času při hodině matematiky.“

Nedostatky aplikace

Jako největší nedostatek vidím absenci tlačítka zpět, či fungování známé klávesové zkratky Ctrl+Z. Tlačítko zpět má eliminovat lidskou chybu a u softwaru pro děti i jejich „zbrkllost“. Při chybném kliknutí je nutné vygenerovat novou úlohu, přičemž si nemohu vybrat, jakou síť budu chtít vystřihovat z 3D modelu krychle. Absence této funkce znemožňuje řešení typu pokus, omyl.

Po rozstříhání krychle a jejím rozložení není možnost opět krychli složit zpět. Tato funkce by přispěla větší názornosti.

6.5 Slider

Slider je opět velmi dobře a jednoduše zpracovaná aplikace pro procvičování dané problematiky. Úlohy jsou opět generovány náhodně, a proto je program použitelný zejména na procvičování úloh generovaných aplikací.

Dle referencí od učitelů se jedná o jednu z nejlepších aplikací z balíku softwaru Dalest Elica. Pro procvičování příkladů není potřeba pedagogického dozoru. Žák má možnost si procvičovat své znalosti z pravoúhlého promítání a aplikace jeho řešení automaticky vyhodnocuje. Zobrazení nápovědy je rovněž bráno jako plus.

(Kovářová, 2013) „Pro žáky základních škol jsou úlohy náročné, ale věřím, že je pro ně možné po chvíli procvičování úlohy vyřešit správně.“

Nedostatky aplikace

Při zobrazení roviny kolmé na osu z není možný pohled shora. Při procvičování pravoúhlého promítání není proto možné mluvit o nárýsu, levém bokorysu a půdorysu, neboť se o půdorys (pohled shora) nejedná.

Při práci s aplikací se občas objevovala chybová hlášení, pro jejichž odstranění bylo nutné aplikaci vypnout a znovu spustit.

6.6 Elica Tangrams

(Günzel, 2013) „Zapojení tangramů do výuky považuji za dobrý nápad. Nicméně na procvičování tangramů jsem viděl již lépe zpracované aplikace, než alternativu od Elicy.“

(Chlumský, 2013) „Aplikaci vidím jakou použitelnou a užitečnou při trénování geometrické představivosti v ploše.“

Jednoduchá funkční aplikace, bez zbytečností, které by řešitele rozptylovaly. Při jejím využívání jsem neshledal žádné zásadní nedostatky.

Nedostatky aplikace

Spíše vadou na kráse je, podle mého mínění, poměrně tmavé grafické zpracování aplikace. Nepůsobí to na mne příjemně, což je škoda u jinak poměrně povedené aplikace.

Při hodnocení aplikace je nutné brát ohled na dobu jejího vzniku. V porovnání s obdobnými současnými aplikacemi Elica Tangrams ztrácí. Velkým mínusem je, že se jednotlivé dlaždice dají umisťovat přes sebe. Aplikace by tato chybná řešení měla znemožnit. Žákům je díky tomuto nedostatku umožněno „podvádět“. Rovněž vyhodnocování jednotlivých úloh chybí, proto je zapojení této aplikace do výuky problematické.

7 Závěr

Celá práce je věnována softwaru Dalest Elica, který primárně slouží pro procvičování konkrétní problematiky ve výuce stereometrie na základních a středních školách. Cílem bylo vytvořit manuály pro jednotlivé aplikace tohoto softwaru, dále propagovat Dalest Elica project na webu a zjistit reference od učitelů na tento software a vytvořené návody.

Referencemi od učitelů bylo prokázáno, že lze tento software použít za pomoci výše uvedených návodů pro výuku stereometrie na základních školách. Výuku však nelze stavět pouze na tomto konkrétním softwaru. Software lze použít jako vhodnou, finančně nenáročnou názornou pomůcku pro podporu výuky stereometrie.

Jednotlivé aplikace jsou i podle dotazovaných názorné, přehledné a vhodné pro téma čtvercových sítí, rotací kolem osy, osově souměrnosti, odvozování objemů a povrchů těles, pravoúhlého promítání, či pro modelování specifických, papírem obtížně sestrojitelných těles. V aplikacích Potter's wheel a Math wheel lze navíc dobře pozorovat řezy 3D těles.

Při zjišťování referencí jsem zaznamenal zájem o software u učitelů, kteří již pro podporu výuky využívají multimédia (ať už počítače, projektory, nebo interaktivní tabule). Zájem se projevil zejména u učitelů mladších ročníků narození. Učitelé nevyužívající multimédia ve výuce byli aplikacemi zaujati, nicméně tvrdili, že již nemají v plánu měnit styl své výuky a zapojovat do ní multimédia. Zde se, dle mého počátečního očekávání, jednalo o učitele starších ročníků narození.

Práce splnila očekávané cíle a podle předpokladu bude učiteli matematiky použita k zapojení tohoto, či jiného 3D interaktivního softwaru ve výuce stereometrie na základních školách, neboť interaktivní výuka má své nesporné výhody v názornosti a motivaci u žáků. Interaktivní výuka a konstruktivistický přístup k vyučování zefektivňují výuku a mají nesporné výhody při zkoumání a řešení problémů. Další výhodou je zjednodušení práce učitele při vysvětlování podstaty problému a jeho možného řešení [9].

Výstupy z této diplomové práce (instruktážní videa a návody ve formátu *.pdf) jsou zveřejněny na webu dalest.kenynet.cz a předpokládám (vzhledem k současné návštěvnosti webu), že do obhajoby práce budou na webu ohlasy. Web je rovněž propagován v sekci odkazy na metodickém portálu Rvp.cz a na sociální síti [Facebook.com](https://www.facebook.com). Propagaci webu na metodickém portálu Rvp.cz lze shlédnout na adrese: <http://odkazy.rvp.cz/odkaz/z/7283/DALEST-ELICA-PROJECT-.html>. Jednotlivá videa jsou pak umístěna v kanálu videí [elica dalest](https://www.youtube.com/channel/UCiEIZ0_EoItHpgvBsKydJ2g) na [YouTube.com](https://www.youtube.com) na adrese: http://www.youtube.com/channel/UCiEIZ0_EoItHpgvBsKydJ2g.

8 Použitá literatura

- [1] M. HEJNÝ, F. KUŘINA: *Dítě, škola a matematika. Konstruktivistické přístupy k vyučování*. Portál Praha, 2001.
- [2] HEJNÝ, Milan a Darina JIROTKOVÁ. *Matematické úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání: náměty pro rozvoj kompetencí žáků na základě zjištění výzkumu TIMSS 2007* [online]. 1. vyd. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2010, 111 s. [cit. 2013-03-20]. ISBN 978-80-211-0612-3. Dostupné z: http://fyzweb.cz/materialy/timss2007/M8_web.pdf
- [3] HEJNÝ, Milan. *Teoria vyučovania matematiky 2*. Bratislava: SPN, 1990.
- [4] D. HRUBÝ, E. FUCHS a kol.: *Standardy a testové úlohy z matematiky pro základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Praha, Prometheus, 2000.
- [5] *Nestrukturovaný rozhovor*. JEŘÁBEK, Hynek. CUNI. [online]. [cit. 2013-03-21]. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/hendl/metodologie/jerabek3/k9/9-1-3.htm>
- [6] JIROTKOVÁ, Darina. *Budování schématu síť krychle*. [online]. [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: http://class.pedf.cuni.cz/jirotkova/VZ/SCHEMA_SIT_KRYCHLEJirotkova.pdf
- [7] JŮZLOVÁ, Zdeňka. *Deskripce vyučovacích metod ve výuce anglického jazyka na pozadí dotazníkového šetření*. Brno, 2007. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/84204/pedf_m/DP_KOMPLET.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Jana Škrabánková.
- [8] KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. *Školní didaktika*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2009, 447 s. ISBN 978-807-3675-714.
- [9] KOVÁŘOVÁ, Blanka. *Interaktivní výuka matematiky v 7. třídě ZŠ*. České Budějovice, 2012. Dostupné z: <http://wstag.jcu.cz/StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=21980>. Diplomová práce. PF JČU. Vedoucí práce Binterová Helena.
- [10] KUŘINA, František. *Umění vidět v matematice*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. Odborná literatura pro učitele. ISBN 80-042-3753-3.
- [11] MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003, 219 s. ISBN 80-731-5039-5.
- [12] *Metodické listy: Varianty*. PETROVÁ, Jana. [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.varianty.cz/index.php?id=17&action=list&theme=&target=&orderCol=title&direction=DESC&start=40&item=84>
- [13] POMYKALOVÁ, Eva. *Matematika pro gymnázia: stereometrie*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1995, 223 s. Učebnice pro střední školy (Prometheus). ISBN 80-719-6004-7.

- [14] VANÍČEK, J. *Počítačové kognitivní technologie ve výuce geometrie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2009. 212 s., ISBN 978-807-2903-948.
- [15] VANÍČEK, Jiří. *Přednášky z didaktiky informatiky a výpočetní techniky: Počítačem podporovaná výuka* [online]. 2004. vyd. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_inf/externi/kat_inf_0548/13_pocitacem_podporovana_vyuka.pdf
- [16] VANÍČEK, Jiří. *Počítač jako nositel změn ve školském geometrickém kurikulu* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://mat.fsv.cvut.cz/gcg/sbornik/vanicek.pdf>
- [17] *Elektronická příprava učitele*. FLEXILEARN. [online]. [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://ucitel.flexilearn.cz/elektronicka-priprava-ucitele/>
- [18] Elica DALEST Applications. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/Dalest/dalest.html>
- [19] Elica DALEST Potter's Wheel Application. BOYTCHEV, Pavel. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/Dalest/pw.html>
- [20] Elica DALEST Math Wheel Application. BOYTCHEV, Pavel. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/Dalest/mw.html>
- [21] Elica DALEST Stuffed Toys Application. BOYTCHEV, Pavel. [online]. [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/Dalest/st.html>
- [22] Elica DALEST Scissors Application. BOYTCHEV, Pavel. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/Dalest/sc.html>
- [23] Elica DALEST Slider Application. BOYTCHEV, Pavel. [online]. [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/Dalest/sl.html>
- [24] Elica DALEST Tangrams game. BOYTCHEV, Pavel. [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.elica.net/site/museum/tangrams/tangrams.html>
- [25] *Interaktivní výuka*. FLEXILEARN. [online]. [cit. 2013-03-19]. Dostupné z: <http://ucitel.flexilearn.cz/interaktivni-vyuka/>
- [26] *Origami a geometrie: Axiomy*. [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://www.origami.cz/Geometrie/axiomy.html>
- [27] POLYDRON (UK) LIMITED. [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: www.polydron.com
- [28] *Proč používat interaktivní tabuli*. AV MEDIA. [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.avmedia.cz/smart-trida-clanky/proc-pouzivat-interaktivni-tabuli.html>

- [29] *Prostorová představivost a prostředky k jejímu rozvoji* [online]. Praha: JČMF, 2006[cit. 2013-03-12]. Dostupné z:
<http://class.pedf.cuni.cz/NewSUMA/FileDownload.aspx?FileID=100>
- [30] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2013-03-14]. Dostupné z WWW:< <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV-pomucka-ucitelum.pdf> >
- [31] Tangram. [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z:
<http://www.e-hracky.cz/udej/tangram.htm>
- [32] UNIVERSITY OF CYPRUS. *STEREOMETRY ACTIVITIES WITH DALEST* [online]. Nicosia, 1678, Kypr [cit. 2013-03-13]. ISBN 978-9963-671-21-2. Dostupné z:
<http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=34263857&url=27c927c4f20d53f0fc5ed9d555802fcb>
- [33] *Závěrečná zpráva projektu VZDĚLÁNÍ21 třetí školní rok – 2011/2012*. [online]. s. 5-17 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.vzdelani21.cz/download/v21/84-v21-zaverecnazpravauk-2012.pdf>
- [34] Zkušební test Klokan. *Matematický klokan* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: http://www.glouny.cz/klokan/klokanek_04_t.html