

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta

Katedra matematiky a didaktiky matematiky

DISERTAČNÍ PRÁCE

**VNÍMÁNÍ REPREZENTACÍ PROSTORU
ZPROSTŘEDKOVANÝCH VÝPOČETNÍ TECHNIKOU**



Vedoucí disertační práce: prof. RNDr. Milan Koman, CSc.

Praha 2006

Petr Dvořák

Děkuji prof. RNDr. Milanu Komárnovi, CSc. za přínosné rady,
které mi poskytl při zpracování disertační práce.

Prohlašuji, že jsem zadanou disertační práci zpracoval samostatně
za odborného vedení vedoucího práce a s použitím vedené literatury.

*Cyklus není jen souborem věcí jeho části
základní idea gestaltní psychologie
Tato práce není jen souborem jednotlivých kopií
poznámka autora.*

Děkuji prof. RNDr. Milanu Komanovi, CSc. za připomínky a cenné rady, které mi poskytl při zpracování disertační práce.

Děkuji každému, kdo byť i jen nepatrnou poznámkou přispěl ke vzniku této práce a zejména pak své manželce, bez jejíž trpělivosti a podpory, by tato práce nikdy nevznikla.

Celek není jen sumou všech jeho částí.

Obsah základní idea gestaltické psychologie 3

Tato práce není jen souborem jednotlivých kapitol. 3

Představitel poznámka autora. 7

Výroční práce představitel 8

Vnímání 10

Zrakové vnímání 12

Vaditka pro vnímání hloubky podle A. Kinson (2004) 14

Vnímání pohybu 15

Prostorová představitel 17

Vývoj pravolevé orientace 18

Výroční technika 20

Vzdělávání dětí zvláštních škol 29

Výzkumné metoda a výběr probandů 36

Pilotní experiment 39

Vstupní experiment 44

Realizace 45

Zadání experimentu 45

Vyhodnocení 50

Závěry 61

Doplěk vstupního experimentu 62

Hlavní skupina experimentů 65

Příprava 66

Experiment č. 1 69

Realizace 70

Zadání experimentu 71

Vyhodnocení 71

Vyhodnocení jednotlivých úloh 72

Vyhodnocení řešení žáků 78

Závěry 81

Experiment č. 2 83

Realizace 83

Zadání experimentu 84

Vyhodnocení 84

Závěry 85

Experiment č. 3 86

Realizace 86

Zadání experimentu 87

Vyhodnocení 87

Závěry 89

Experiment č. 4 90

Realizace 91

Zadání experimentu 92

Vyhodnocení 94

Závěry 96

Shrnutí 100

Literatura 103

Obsah

| | |
|--|-----|
| Obsah | 2 |
| Resume..... | 3 |
| Úvod..... | 5 |
| Představitost | 7 |
| Vymezení pojmu představivost | 8 |
| Vnímání | 10 |
| Zrakové vnímání | 12 |
| Vodítka pro vnímání hloubky podle Atkinson (2004)..... | 14 |
| Vnímání pohybu | 15 |
| Prostorová představivost..... | 17 |
| Vývoj pravolevé orientace | 18 |
| Výpočetní technika | 20 |
| Vzdělávání dětí zvláštních škol | 29 |
| Výzkumná metoda a výběr probandů | 36 |
| Pilotní experiment..... | 39 |
| Vstupní experiment..... | 44 |
| Realizace | 45 |
| Zadání experimentu | 45 |
| Vyhodnocení | 50 |
| Závěry | 61 |
| Doplněk vstupního experimentu..... | 62 |
| Hlavní skupina experimentů | 65 |
| Příprava | 66 |
| Experiment č. 1 | 69 |
| Realizace | 70 |
| Zadání experimentu | 71 |
| Vyhodnocení | 71 |
| Vyhodnocení jednotlivých úloh..... | 72 |
| Vyhodnocení řešení žáků..... | 78 |
| Závěry | 81 |
| Experiment č. 2 | 83 |
| Realizace | 83 |
| Zadání experimentu | 84 |
| Vyhodnocení | 84 |
| Závěry | 85 |
| Experiment č. 3 | 86 |
| Realizace | 86 |
| Zadání experimentu | 87 |
| Vyhodnocení | 87 |
| Závěry | 89 |
| Experiment č. 4 | 90 |
| Realizace | 91 |
| Zadání experimentu | 92 |
| Vyhodnocení | 94 |
| Závěry | 98 |
| Shrnutí..... | 100 |
| Literatura..... | 103 |

Resume

There was and is written a big amount of literature with the topic of three-dimensional imagery, this literature afflicts almost all areas connected with this problematic. But just a few places are given to the possibility of using information technology for development of three-dimensional imagery. Simultaneously the children grow into the world of computers and we can not neglect this fact. Children approach to computers with a quite commonplace and without fear (in contrast to adults). They are moving in virtual environments, which simulate a real world more and more punctually and also with its physical rules. Every of these experiences can influence their three-dimensional imagery.

Also the ability of transformation of the surrounding three-dimensional world into the picture-two-dimensional form (and of course contrariwise) - it closely bears on the three-dimensional imagination. Mainly the ability to read the planar pictures and to use the gained information in the creation of three-dimensional conceptions. This ability is at school knowingly evolved, for example through channelling the body in free parallel projection. Emphasis insists on the work with real models and their pictures.

In my work I try to refer to the advantages and crags of using computer programmes, which simulate to us real models and work with them. These programmes we can find for example on web pages: <http://www.fi.uu.nl/wisweb/en/>. which contain a wide range of applets, which can be used in education. The advantage of using these programmes can be the lower demand for gentle motorics, which is usually one of the reasons of non-success with the work with models by the less skilful

children. Moreover the work with computers is for our children (Czech Republic) a very motivating factor.

The aim of my work is to show, that for a specific percentage of children population work with computers is the alternative to the work with models for development of three-dimensional imagery. And that is not only for children with the defect of motorics.

TEORETICKÁ ČÁST

Úvod

Představivost (Hartl 1994) *schopnost vytvářet představy; množství a souhlasnost s realitou inter- i intraindividuální, rozdílnost též v oblasti typů představivosti; je předpokladem tvořivé činnosti, zvláště v situacích problémových; viz též fantazie.* Tolik citát.

„Je předpokladem tvořivé činnosti, zvláště v situacích problémových.“
Jedna krátká věta a je řečeno vše.

Nedílnou součástí představivosti je představivost prostorová. Drobnou úpravou předchozího vymezení dostáváme, že se jedná o schopnost vytvářet si představy o prostoru. Slovem prostor je zde zamýšlen prostor jak reálný, myšleno svět, který nás obklopuje, tak ten, který je „pouhou“ reprezentací reálného trojdimenzionálního prostoru nebo jeho částí. Je zřejmé, že některé aspekty prostorové představivosti jsou společné všem realitám (dvourozměrný obrázek skutečné trojrozměrné krychle je určitou realitou), například lokace objektu vlevo (vpravo), od něčeho, některé aspekty budou specifické pro danou konkrétní realitu.

Na téma prostorové představivosti bylo a je napsáno velké množství literatury, která postihuje téměř veškeré oblasti s touto problematikou spojené¹. Minimum prostoru je však věnováno možnostem využití výpočetní techniky pro rozvoj prostorové představivosti. Současně přitom naše děti rostou do světa počítačů a tento fakt nemůžeme opomenout. Děti k počítačům přistupují s naprostou samozřejmostí a beze strachu (na rozdíl od mnoha dospělých). Pohybují se ve virtuálních prostředích, které simulují se stále větší přesností reálný svět, a to včetně jeho fyzikálních pravidel.

¹ Velmi dobrý přehled může čtenář získat z Molnár J.,: *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*, UPOL, Olomouc 2004, ISBN 80-244-0927-5

Každá z těchto zkušeností může mít vliv na prostorovou představivost i na vnímání prostoru a světa kolem nás. A to jak negativní, tak i pozitivní.

S prostorovou představivostí také úzce souvisí schopnost transformace okolního trojdimenzionálního světa do obrazové dvojdimenzionální podoby a pochopitelně i naopak. Tedy schopnost číst rovinné obrazy a získané informace využít při tvorbě prostorových představ. Tato schopnost je pak ve škole cíleně rozvíjena, např. pomocí rýsování těles ve volném rovnoběžném promítání. Důraz je pak kladen na práci s reálnými modely a jejich obrazy.

Ve své práci se snažím poukázat na výhody a úskalí při využití počítačových programů, které nám reálné modely a práci s nimi simulují. Takovéto programy najdeme například na stránkách: <http://www.fi.uu.nl/wisweb/en/>, které obsahují rozsáhlou sbírku apletů využitelných ve výuce nejen geometrie.

Výhodou využití těchto programů mohou být nižší nároky na jemnou motoriku, která bývá u méně obratných dětí jednou z příčin neúspěchu při práci s reálnými modely. Navíc práce na počítači je pro naše děti (Česká republika) stále ještě velmi motivujícím faktorem.

Cílem mé práce je ukázat, že pro určité procento dětské populace je práce na počítači alternativou k práci s modely pro rozvoj prostorové představivosti. A že se nejedná jen o děti s vadou motoriky.

Představivost

Představivost, zejména prostorová, je nezbytná v mnoha oborech lidské činnosti, ať už se jedná o tak sofistikovaná povolání jakým je neurochirurg nebo astrofyzik, tak i ve zcela běžnějších povoláních typu truhlář, stavař. Z obecného hlediska by se jistě dala najít činnost, při které prostorovou představivost nepotřebujeme nebo jen minimálně. Například zpěvák pro svůj výkon prostorovou představivost možná nepotřebuje. Je ale jisté, že při svém výkonu může prožívat různé představy, které mohou mít významný vliv na jeho prožitek, a tím i na vlastní umělecký projev. Představivost jako schopnost znovuvybavení paměťových představ nebo vytváření představ dosud nikdy nevnímaných objektů, jevů (Encyklopedický slovník, 1993), nás provází celým životem. Otázkou zůstává, do jaké míry je zásadní, například pro zmíněného zpěváka, rozvinutá prostorová představivost. Pomineme-li (jde-li to vůbec) nezbytnost tohoto typu představy pro život (např. orientace ve městě), lze některá zaměstnání vykonávat i bez ní. Kolik takových profesí však je? Jestliže otevřeme například Katalog prací, tak u valné většiny z nich prostorovou představivost ve větší či menší míře využijeme ve prospěch kvality práce.

Prostorová představivost se vytváří od prvního roku života dítěte. Významně se na vývoji podílí obrazové a sluchové vnímání, pohyb a manipulace s předměty. Často zkoumanou otázkou v oblasti prostorové představivosti je vliv manipulace, potažmo vnímání a prezentování obrazového materiálu. Čáp, Mareš (2001) píše, že většina výzkumů o vnímání obrazového materiálu vycházela ze statických obrazů, z učebnicových ilustrací; zůstává otázkou, nakolik lze závěry dosavadních výzkumů zobecnit i na případy dynamických obrazů či dokonce kombinaci

textu, dynamických obrazů (zčásti ovládaných učícím se jedincem) a zvukových efektů, jak to umožňují interaktivní videosystémy, jednoduché audiovizuální programy pro personální počítače či nejnověji multimediální prostředí personálních počítačů využívající mimo jiné technologie CD-ROM.

V každém případě jde o nadějnou oblast, jejíž interdisciplinární prozkoumání se stává imperativem pro nejbližší období. Jinak technické možnosti předběhnou humánní aspekt lidského učení a člověk (učitel i žák) se bude přizpůsobovat obrazovým možnostem studijních materiálů, třebaže by tomu mělo být naopak: obrazový materiál by měl usnadňovat vyučování a učení.

Tato situace, ale reálně již nastala, neboť v mnoha případech na stávající počítačový program učitelé „šroubují“ vlastní metodologické postupy, vymýšlejí, jak aplikaci využít, hledají její slabiny a přednosti (v lepším případě) nebo ji jen použijí bez hlubšího zájmu a porozumění.

Vymezení pojmu představivost

Obecné vymezení pojmu představivost je velmi nesnadné. A ani na základě studované literatury nelze vyslovit obecnou definici, neboť jednotlivá vymezení jsou vždy více či méně poplatná problematice, kterou se příslušný autor zabývá. Obecně lze asi přijmout již uvedenou definici, že představivost je znovuvybavením paměťových představ či vytváření představ dosud nikdy nevnímaných objektů, případně jevů. V každém případě představivost řadíme mezi schopnosti a z širšího hlediska ji chápeme jako součást osobnosti člověka.

Představy pak společně s vnímáním, fantazií, procesy paměti, řešením problémů a myšlením, emocemi, volným rozhodováním a úsilím zařazujeme podle Čápa, Mareše (2001) mezi psychické procesy. Sternberg (2002) definuje představy jako mentální reprezentace těch věcí (předmětů, událostí, scénérií apod.), které v okamžiku reprezentace nejsou vnímány smyslovými orgány. Představivost může reprezentovat i věci, s nimiž jste se nikdy a nikde smyslově nesetkali. Představy mohou dokonce reprezentovat věci, které mimo mysl člověka, jenž je vytvořil, neexistují.

Představa je tedy názorný obraz něčeho, co v daném okamžiku sice nepůsobí na naše smyslové orgány, ale co se zakládá na minulém vnímání nebo fantazii. Představa je většinou méně výstižná a živá než vjem².

Přehledně uspořádaný výběr pojetí představ podává Molnár (2004), odkud vybírám:

Podle Piageta, Inhelderové (1968) představa je nástroj poznání a je tedy závislá na poznávacích funkcích. Ty mohou mít funkci zobrazovací, kde v této souvislosti rozlišujeme – vnímání, nápodobu, představu. Poznávací funkce mají ale i operativní aspekt, který spočívá v modifikaci poznávaného jevu. Oba aspekty poznávacích funkcí působí komplementárně.

Představy můžeme třídit podle jejich obsahu (vizuální, zrakové a jiné) nebo podle jejich struktury. Jiným příkladem rozdělení představ je dělení na reprodukční a anticipační nebo statické pohybové a transformační.

Představa všeobecně vytváří relativně adekvátní symbol, když reprezentuje statické útvary. Ale symbol se stává stále méně věrným, snaží-li se

² Výsledek vnímání spojený s prožitkem a uchovaný v paměti a zkušenostech člověka (Hartl 1994)

reprezentovat operační transformace narůstající složitosti. Existuje kategorie představ, jejichž relevantní adekvátnost je pozoruhodná, pokud se týče i transformací. Jsou to představy o prostoru, zdroj toho, čemu se dá říkat prostorová představivost. Prostorová představa je jediná představa, jejíž symbolizující forma směřuje k úplnému izomorfizmu se symbolizovaným obsahem. Představa čísla nebo třídy není číslo nebo třída, ale představa spočítaných nebo zařazených předmětů, zatímco představa čtverce je přibližně čtvercová. Oblast prostorových představ je jediná, ve které se představy transformací umísťují na téže rovině jako reprodukční představy. Proto dostatečně vycvičená prostorová představivost umožňuje „vidět v prostoru“ samotné transformace, protože představa tu spočívá na zprostorněném napodobení operací, které jsou taktéž prostorové.

Souhrnně řečeno představivost je tedy schopnost mentální činnosti s představami.

Vnímání

Podle nejnovějších výzkumů se účastní tvorby představ tytéž části mozku, které se účastní příslušného druhu vnímání. Například při manipulaci s kostkami vnímáme obraz kostek, ale také využíváme hmat a navíc vnímáme polohu našeho těla vzhledem ke kostkám i okolí. Všechny tyto vjemy společně s dalšími aspekty, jako je paměť a s tím například související předchozí zkušenost, napomáhají ke tvorbě prostorových představ o kostkách i o možnostech další manipulace s nimi. Nejvýznamnějším je však z hlediska tvorby těchto představ vnímání zrakové.

O to významněji vstupuje zrak do hry, jestliže poskytnutý podnět nemáme možnost vnímat jiným způsobem. Vhodným příkladem jsou ilustrace knih. Je možné, aby i takto „chudé“ prostředí mělo významnější vliv na prostorové představy? Koukolík (2002) uvádí: Jestliže pozorovatelé vnímali dvojznačné obrázky jako prostorové struktury, aktivita LOC (oblast mozku – laterální okcipitální kortex) rostla. Když pozorovatelé vnímali stejné dvojznačné obrázky jako dvourozměrné struktury, aktivita oblasti klesala. Fyzikální podnět je v obou případech stejný, aktivita oblasti tedy odpovídá subjektivnímu prožitku. Je tedy pravděpodobné, že trojrozměrné vnímání objektů je u lidí stejně jako u jiných savců, značně závislé na zrakovém učení, počínaje nejranějším dětstvím. Zrakový systém je v tomto vývojovém období mimořádně plastický, plasticita trvá poměrně dlouho a v celém tomto období se pod vlivem zevních informací rychle stavějí nové neuronální obvody.

To však vede k myšlence, že pro zrak bohaté prostředí napomáhá rozvoji trojrozměrného vnímání a díky tomu i rozvoji prostorových představ. Z toho pak plyne schopnost vnímat rovinné obrazy jako reprezentaci prostorového vyobrazení, což v důsledku napomáhá opět rozvoji trojrozměrného vnímání.

Správná orientace v prostoru je podle Zelinkové (1994) dána nejen jeho vnímáním, které je výslednicí smyslových orgánů a mentálních výkonů, ale i adekvátním zobrazováním. Což však opět směřuje zejména ke zrakovému vnímání a významně podporuje předchozí myšlenky.

Zrakové vnímání

Mozek můžeme charakterizovat jako soubor jednotlivých funkčních systémů. V mozku tak lze rozlišit pět anatomicky různých neurokognitivních sítí velkého rozsahu a jednou z nich je i systém prostorového vědění, jehož epicentry jsou zadní temenní kůra a frontální oční korová pole (Koukolík, 2002). Atkinson (2003) uvádí, že nejdůležitější oblastí mozku pro zpracování zrakových vjemů je primární zraková korová oblast, která je umístěna v zadní části mozku představující první místo v mozkové kůře, na něž jsou napojeny neurony vysílající signály z oka. Další oblasti mozkové kůry citlivé na zrakové podněty jsou spojené s očima právě přes tuto oblast.

Pokud se budeme orientovat směrem k prostorové představivosti stojí zrakové vnímání v centru našeho zájmu.

Ve zrakovém vnímání rozlišujeme dva základní aspekty. Prvním je tvarové rozpoznávání³, které se vztahuje k určení významu objektu, a druhým je prostorová lokalizace, tedy určení objektu v prostoru.

Při lokalizaci objektů v prostoru je nejprve důležité jeho vlastní odlišení od ostatních a od pozadí, na kterém se nachází. Teprve poté je percepční systém schopen určit polohu objektu v trojrozměrném světě, včetně jeho vzdálenosti od nás a směru jeho pohybu. Na principu potlačení pozadí pracují například pout'ové simulátory virtuální reality. Člověk je uzavřen do temné kabinky před velké plátno, na které se mu promítá třeba jízda na horské dráze natočená z pohledu účastníka jízdy (využívá se počítačová

³ Z hlediska této práce a charakteru experimentů není rozpoznávání tak zásadní jako lokalizace, proto mu nebude věnována pozornost v takové míře, jakou by si jistě zasloužilo.

3-D simulace, nikoliv skutečný film). Společně s pohybem kabinky je tímto vyvolán u zákazníka pocit opravdového prožitku takovéto jízdy. Ten však okamžitě ustane, pokud přestaneme vnímat plátno, i když se s ním kabinka stále hýbe. Opačně to ale neplatí. Statická kabinka ještě nezaručuje, že obrazové „propadnutí se do propasti“ nezpůsobí značné žaludeční hnutí. Je tedy zřejmé, že podstatou prožitku bylo oproštění se od vnímání reálného pozadí.

Odlišování objektu od pozadí jako východisko obrazové percepce zdůrazňují gestaltističtí psychologové. Jak píše Sternberg (2002), podle gestaltistického zákona pregnance⁴ zrakově vnímáme jakékoliv uspořádání objektů způsobem, který co nejjednodušeji organizuje vzájemně odlišné prvky do stabilní, souvislé formy. Změť nepochopitelných dezorganizovaných počitků nevzniká. Vnímáme klíčový objekt (figuru) obrazového sdělení, ostatní počitky přitom vnímáme jako pozadí objektu, na který jsme se soustředili. Objekt (figura) je jakýkoliv předmět (nebo uskupení předmětů), který vnímáme, jako by byl osvětlen nebo byl v kontrastu vůči ustupujícímu, neosvětlenému pozadí.

Skupinu předmětů pak jako figuru vnímáme na základě jejich blízkosti (vzdálenosti), podobnosti, kontinua (naší tendencí je vnímat formy s hladkými a souvislými tvary spíše než s tvary přerušovanými nebo lomenými), uzavírání (kompletujeme skupiny, které ve skutečnosti kompletní nejsou) a symetrie.

Jsou pochopitelně situace, kdy nejsme schopni určit, co má být pro nás hlavním objektem zrakového vnímání a co pozadím. Ale v každé takové

⁴ Zákona pregnance (dobrého tvaru) – princip gestaltistické psychologie, podle něhož máme tendenci vizuálně vnímat pole objektů způsobem, který nejjednodušeji uspořádává různorodé prvky do stabilního a souvislého tvaru.

situaci si vybereme jeden z objektů nebo skupiny objektů a ty ostatní potlačíme na pozadí. Jsou-li v obrazu stejně významné skupiny, nejsme je schopni vnímat naráz a vybereme si. To může způsobit, že ale vidíme něco zcela jiného než jiný člověk.

Jakmile odlišíme objekt od jeho pozadí, vnímáme další informace, které nám obraz poskytuje, například hloubku (vzdálenost) nebo pohyb.

Vodítka pro vnímání hloubky podle Atkinson (2004)

Sítnice, která je podkladem našeho vnímání, je dvourozměrnou strukturou. To znamená, že obraz na sítnici je plochý a nemá hloubku. Pro odhadování vzdálenosti v trojrozměrném prostoru tedy musíme využívat dvojrozměrné vjemy nebo vodítka pro vnímání hloubky. Tato vodítka se při určování vzdálenosti objektu různým způsobem kombinují. Mohou být rozdělena na monokulární a binokulární v souvislosti s tím, zda jsou vnímána jedním okem nebo oběma očima. Za monokulární vodítka považujeme: relativní velikost obdobných objektů, překrývání, relativní výšku umístění obdobných objektů vzhledem k horizontu, lineární perspektivu, stínování a stíny.

Další důležité monokulární vodítko využívá pohybu. Bližší objekty se pohybují relativně rychleji než vzdálenější. Rozdíl mezi rychlostmi, jimiž se tyto objekty zdánlivě pohybují, slouží pro odhad vzdálenosti od pozorovatele. Tento jev se nazývá paralaxa pohybu.

Pro zjištění hloubky je výhodné sledovat objekt oběma očima. Oči jsou od sebe vzdáleny, a proto vidí trojrozměrný objekt z poněkud jiného úhlu.

Složením těchto odlišných pohledů vzniká vjem hloubky objektu. Rozdíl v pohledu očí se nazývá binokulární disparita.

Při prohlížení obrázku, na kterém je zobrazena prostorová situace, vnímáme prostorovost zobrazení díky monokulárním vodítkům. Zároveň si ale uvědomujeme, že se jedná o rovinné zobrazení, které prostorové zobrazení pouze simuluje. Toto uvědomění spočívá zejména v absenci binokulární disparity. Sledování monitoru počítače, na kterém je zobrazován objekt ve 3-D, je stejnou situací, a to přesně do chvíle, než se zobrazovaný objekt pohne. Právě pohyb objektu na obrazovce monitoru i přes zmíněnou absenci binokulární disparity je tím zásadním vodítkem, které přesvědčí náš mozek o „reálnosti“ zobrazeného prostoru. Vnímání pohybu je natolik významným vodítkem, že mu věnujeme samostatnou kapitolu.

Vnímání pohybu

Vnímání pohybu je jednou z životně důležitých schopností, kterými člověk disponuje. Rozpoznání letícího objektu ve směru k nám může být pro život opravdu aktuální. Vnímání pohybu v sobě zahrnuje kromě registrace samotné změny zejména rychlost těchto změn.

Člověk dokáže mnohem lépe vnímat objekt, pokud se pohybuje na strukturovaném pozadí, zde hovoříme o relativním pohybu, než když je pozadí tmavé nebo neutrální – absolutní pohyb.

Pohyb může sloužit jako velice dobré vodítko pro rozpoznávání tvarů a povahy trojrozměrných objektů. Dokonce není nezbytně nutné vnímat objekty do všech podrobností. Stačí registrovat několik bodů objektu.

Například obrysová světla letadla letícího na tmavé obloze v nás okamžitě navodí pocit pohledu na letadlo, přestože to samo (s výjimkou uvedených světél) nemusí být vidět.

Vnímání pohybu zpracovávají specifické buňky v korové zrakové oblasti mozku (Koukolík, 2002). Není však založeno jen na aktivaci těchto buněk. Jestliže sledujeme vzdálený plynule se pohybující objekt na tmavém pozadí, tak obraz na sítnici našich očí bude téměř nehybný. Přesto víme, že se objekt hýbe. Chybějící informace našemu mozku dodává zřejmě motorický systém, který registruje změny polohy očí, hlavy, případně celého těla.

Samostatnou kapitolou vnímání pohybu je pohyb zdánlivý. Do této kategorie řadíme pohyb indukovaný a stroboskopický. U indukovaného pohybu je pocit pohybu indukován pohybem jiného objektu. Například vlak odjíždějící z vedlejší koleje v nás probouzí pocit našeho pohybu v opačném směru.

Pro účely této práce je však zajímavější pohyb stroboskopický. Ten lze ilustrovat na základě promítání filmu. Film je sérií za sebou řazených statických obrázků, které jsou promítány v rychle jdoucí sekvenci (dnes 20 – 30 snímků za minutu). Tímto vzniká pocit pohybu, neboť náš mozek není schopen registrovat přechod mezi jednotlivými okénky filmu. Počítačové monitory v podstatě využívají též princip vyvolání zdání pohybu. Ve skutečnosti se jedná o zobrazování statických obrazů, skládajících se z jednotlivých bodů.

V rámci zrakového vnímání je kromě lokalizace a rozpoznávání zajímavá ještě schopnost udržení stálosti obrazů předmětů. Hovoříme zde o konstantách jasu a barvy, tvaru a umístění a zejména o konstantě

velikosti. Konstanta velikosti je jev, který popisuje to, že například dveře, které se otvírají směrem k nám, vnímáme jako stále stejně velké, přestože obraz na sítnici našeho oka se co do velikosti mění. Stejný příklad se vztahuje i na tvar. Konstanta velikosti souvisí s tím, že vnímáme více monokulárních vodítek najednou. Odcházející postava se zmenšuje, ale zároveň se zvětšuje vzdálenost od nás. Tím se změny ruší a my vnímáme postavu stále stejně velkou.

Vývoj prostorové orientace

Prostorová představivost

Vycházíme-li z pojmu představivosti, jako schopnosti mentální činnosti s představami, vede nás to k definici prostorové představivosti jako schopnosti mentálních činností s prostorovými představami. Prostorová představa může být představou reálného nebo imaginativního prostoru, ve kterém se můžeme pohybovat, prohlížet ho, ale který je kolem nás, jsme jeho součástí. Jiným typem představ jsou představy trojrozměrných těles a uskupení. Tyto objekty dokážeme prohlížet, případně s nimi manipulovat, rotovat je, sklápět, převracet. Společným atributem všech těchto představ, případně jejich kombinací, je schopnost prostorové orientace.

Podle Zelinkové (1994) se schopnost orientovat se v prostoru vyvíjí již v prvním roce života dítěte. Významným způsobem se na vývoji podílí zrakové a sluchové vnímání, lokomoce a manipulace.

Ve vývoji dítěte nejdříve zvládá operace ve směru vertikálním, dále předozadním a na závěr ve směru horizontálním tedy pravolevém. Díky gravitaci dítě nejdříve zvládá pojmy pohybující se v rozmezí nahoře – dole. S rozvojem zrakového vnímání a zvládáním prostoru pomocí pohybu postupně získávají obsah i pojmy vpředu – vzadu. Zatímco pojmy nahoře

a dole jsou jednoznačné, pojmy vpředu – vzadu, vpravo – vlevo mění svůj význam vzhledem k poloze těla.

Proto při diagnostikování dosažené úrovně orientace v prostoru a poté i při nácviku této dovednosti postupujeme od roviny vertikální přes předozadní k horizontální.

Vývoj pravolevé orientace

Zvládání pojmů vpravo – vlevo prochází několika stádii. Posledním stádiem je rozlišování pravé a levé strany při představě vlastního pohybu v prostoru se současnou projekcí do plošné roviny (například orientace na mapě a následné převádění poznatků do prostoru, v němž se jedinec pohybuje.) Tuto dovednost je dítě schopno zvládnout mezi 11 – 15 rokem. Byly zjištěny významné rozdíly mezi chlapci a dívkami. Úroveň pravolevého rozlišování se odráží v rozlišování reverzních figur. U dětí s poruchami učení přetrvávají chyby v rozlišování reverzních figur mnohdy až do dospělosti.

Prostorová představivost je zpracovávána různými autory již řadu let. Ucelený přehled podává Molnár (2004), odkud vybírám přehled jednotlivých přístupů k tomuto tématu:

Ananěv (1961) pojímá prostorovou představivost jako schopnost operovat prostorovými představami, nejsou to představy o činnosti, ale rozumová činnost s představami.

Gardner (1999) vnímá prostorovou představivost jako prostorovou inteligenci, jejímž jádrem jsou schopnosti, které zajišťují přesné vnímání vizuálního světa, včetně transformací a modifikací původních jevů.

Šarounová (1982) rozumí prostorovou představivostí soubor dílčích schopností, týkajících se našich představ o prostoru, o tvarech a vzájemných vztazích mezi tělesy, o vztazích mezi předměty a námi a konečně také o prostorových vztazích jednotlivých částí našeho těla navzájem.

Říčan (1972) definuje prostorovou představivost jako komplex prostorové orientace, vizualizace a kinestetické představivosti.

Termínem, který je velmi blízký pojmu prostorová představivost a místy se s ním i prolíná, je představivost geometrická. Například Dušek (1970) ji pojímá jako představivost s geometrickým obsahem.

S označením geometrická představivost pracuje také Šarounová (1982), Kuřina (1987) nebo Jirotková (1990). Podle Stopenové (1999) pak podává nejucelenější přehled o rozvoji geometrických představ a pojmů v ontogenetickém vývoji jedince van Hiele (1986).

Sám Molnár (2004) definuje prostorovou představivost jako soubor schopností týkajících se reprodukčních a anticipačních, statických i dynamických představ o tvarech, vlastnostech a vzájemných vztazích mezi geometrickými útvary v prostoru.

Výpočetní technika

V následující části textu se pokusím odpovědět, proč zkoumat aspekty použití počítačů a proč v souvislosti s prostorovou představivostí a vnímáním prostorových transformací? Odpovědi se nabízí hned několik.

Jedna z aktuálních otázek současnosti související s využitím výpočetní techniky byla velmi výstižně reprezentována v Čáp, Mareš (2001):

„Většina textů, z nichž se člověk učí, má nejméně dvě stránky: **verbální** a **nonverbální**. Verbální učení je v psychologii předmětem výzkumu již téměř sto let, zatímco učení z obrazového materiálu se systematicky zkoumá teprve posledních 20 let.

Z hlediska výzkumu je druhá stránka textů – **nonverbální** – obtížněji uchopitelná. Přesto se ve vyspělých zemích rozvíjí zkoumání toho, jak se člověk učí z obrazového materiálu a jak by měl být obrazový materiál koncipován, aby se lidem učení usnadnilo. Na tomto bádání se podílejí podobory tradičních disciplín i nové hraniční obory, které se těmito tématy zabývají. Připomeňme například kognitivní psychologii, dále psychodidaktiku, psychologii ilustrace, technologii vzdělávání, teorii vizuálních jazyků.

Do lidského učení ovšem nevstupují jen tradiční texty, ale také texty zobrazované technickými prostředky. S tím přicházejí nové vzdělávací technologie, které využívají počítačů, videoprogramů, nových nosičů

učebních informací (CD-ROM⁵). Objevuje se tzv. hypertext, jehož nedílnou součástí jsou především obrazové informace“.

„Školáci se učí systematicky číst. Mnohem méně systematicky (pokud vůbec) se žák učí učit se čtením textu. Téměř vůbec se na našich školách neučí, jak se učit pomocí obrazového materiálu. Pokud se mezi didaktiky o této problematice mluví, pak zpravidla jako o problému názornosti ve vyučování. Obrázek nebývá předmětem detailního rozboru: učitel neprobírá se žáky, jak si obrázek odborně prohlížet, podle jakých pravidel je koncipován, co všechno obraz sděluje, jak takový obrázek – byť schematicky a neuměle – samostatně nakreslit. Předpokládá se, že je přece „názorný“, že je vše zřejmé, jasné, že obrázek „mluví sám za sebe“. Přesto zahraniční výzkumy ukazují, že podobně jako existují lidé, kteří neumějí číst a psát – tedy jsou negramotní –, tak existují lidé, kteří nedokážou porozumět obrazovému sdělení, nedokážou „vyčíst z obrázku“, co říká – tedy jsou **obrazově negramotní**. Obecně se pracuje s termínem **vizuální gramotnost**. Chápe se buď jako schopnost nebo jako dovednost. Vizuelní gramotnost je vymezena například jako schopnost porozumět („číst“) a používat („vytvářet“) obrazy, myslet a učit se v termínech obrazů. Vizuelní gramotnost může být také definována jako soubor dovedností, jimiž disponuje jedinec, aby porozuměl vizuelnímu obrazu a dokázal jej používat k záměrné komunikaci s jinými lidmi.

Učení z obrazového materiálu je podmíněno věkem, ale nezávisí jen na spontánním dozrání intelektu. Rozvoj myšlení současně závisí na způsobu, jímž je vývoj dítěte systematicky ovlivňován i na podnětnosti prostředí, v němž dítě žije.,,

⁵ Dnes již velmi často také DVD-ROM a to zejména díky vyšší kapacitě paměti a hlavně Internet, který společně s dostatečnou rychlostí připojení se stává téměř neomezenou studnicí informací nejrůznějšího charakteru. Poznámka autora

Počítače dnes dokáží zobrazovat virtuální realitu s věrností blížící se filmovému provedení. Nejedná se jen o statické obrázky, ale hlavně o prostředí, která jsou v pohybu a která lze dynamicky měnit. Dynamičnost, kreativita práce s takovýmto prostředím však překračuje i vše, co je uvedeno výše. Prostorové útvary jsou zobrazovány na monitorech počítačů pomocí pravidel zobrazovacích technik deskriptivní geometrie, tedy obdobně jako v tištěných médiích. To však platí jen pro statické obrázky. V případě dynamicky zobrazovaných útvarů se sice využívá stejných projektivních technik jako v případě statického zobrazení, ale s pohybem vstupuje do hry nový rozměr vnímání. Na první pohled se může zdát, že tato nová situace je snazší z hlediska správné interpretace daného zobrazení. Zůstává však nedorěšena otázka, zda neexistuje určité procento jedinců, kteří jsou vizuálně negramotní či jen mají sníženou úroveň percepce právě v oblasti dynamických zobrazení.

Dalším důvodem, proč zkoumat vliv počítačů, je jev tzv. akcelerace vývoje. „Bylo zjištěno urychlení ve vývoji dětské kresby, ve výběru televizních pořadů, ve výkonu v některých inteligenčních testech. Všeobecně se soudí, že akcelerace vývoje je důsledkem souhry většího počtu podmínek, od měnící se výživy, omezení těžkých infekčních chorob, přes změny ve způsobu chování až po sociální simulaci. Do podrobností není mechanismus akcelerace jasný.

Je pouze zřejmé, že akcelerace je výběrová, částečná, týká se jen některých aspektů vývoje.“ Tolik opět Čáp, Mareš (2001).

Vyvstává otázka, jaký asi bude vliv počítačů a na co? Jsme v době, kdy velmi často slyšíme názory na nebezpečnost hraní počítačových her.

A to jak z důvodu nevhodnosti obsahu, tak z hlediska získání možné závislosti⁶. Proti této názorové formaci stojí skupina lidí obhajujících počítačové hry jako „stimulant“ činností našeho mozku⁷. Názorů je na oblast her jistě bezpočet. A ani na odborné úrovni neexistuje konsensus názorů. Hry však nejsou jediným prostředím, se kterým děti přicházejí při práci s počítačem do styku.

Z hlediska potřeb školy stojí v popředí zájmu tzv. výukové programy. Úmyslně používám termín tzv. výukové programy, neboť pod tuto hlavičku se obecně schovává nepřeberné množství produktů počínaje jednoduchými hříčkami generujícími například sady úloh (zde stačí i využití tabulkových procesorů), přes programy poskytující i zpětnou vazbu řešiteli (například produkty firmy Terasoft), až po ucelená interaktivní řešení simulující výukový proces, včetně většiny jeho součástí (zástupcem této kategorie budiž programy firmy Langmaster)⁸.

Kategorizace výukových programů není jednorozměrná ani přesně vymezená. Více čtenář najde v Dvořák, Olejníková (2000, 2001).

Použití těchto produktů pak naráží na mnohá úskalí. Pomineme-li množství chyb, kterými některé produkty trpí (ale ani knihy nejsou bez vad), je asi největším problémem nedostatečná příprava učitelů na použití programů v praxi.

Výpočetní technika jde stále kupředu, a to takovým tempem, že informace z oblasti počítačů, které si student učitelství odnáší do praxe, mohou být již

⁶ zajímavý text k tomuto tématu najdete na http://en.wikipedia.org/wiki/Video_game_controversy; poznámka autora

⁷ např.: <http://www.svetvedy.cz/aktualita.php?id=086>; poznámka autora

⁸ Uvedené firmy jsou jen příkladem charakteristickým pro Českou republiku, bez nároku na hodnocení kvality těchto produktů.

dosti zastaralé. Realita je však naštěstí (ve skutečnosti bohužel) taková, že ani školy samotné nebyvají, zejména z finančního hlediska, příliš inovativní.

Zásadním problémem však není absence programového vybavení nebo naopak jeho „přílišná aktuálnost“. Hlavním nedostatkem je malá metodologická průprava. Jaké výhody přináší využití výpočetní techniky ve výuce a jak jich nejlépe dosáhnout? Jaká jsou úskalí a jak se jich nejlépe vyvarovat? To jsou fundamentální otázky pro kvalitu výuky předmětů s využitím výpočetní techniky.

Jak píše Bertrand (1998) Technologický rozvoj dvacátého století poznamenal stejně jako ostatní sociální instituce i školy. Tento vliv byl zřetelný ve dvou rovinách – jednak v rovině zavádění konkrétních technologických prostředků, jednak v rovině různých utopických projektů, které se zrodily nad velkým potenciálem změn.

Jestliže si přečteme Bílou knihu⁹, jakožto jeden ze stěžejních dokumentů vzdělávací politiky České Republiky, konkrétně kapitolu Hlavní strategické linie vzdělávací politiky v České republice, tak se na straně 65 uvádí:

„V souladu se státní informační politikou bude podporován rozvoj kompetencí žáků na všech stupních škol, efektivně využívat prostředků informačních a komunikačních technologií při vzdělávání i v pracovním a osobním životě. Školám budou vytvořeny podmínky, aby mohly využívat ICT¹⁰ pro **modernizaci metod a forem výuky**, včetně podpory rozvoje kompetencí učitelů v této oblasti.“

⁹ oficiální název je: Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, vydáno v roce 2002; poznámka autora

¹⁰ informační a komunikační technologie; poznámka autora

Realizace těchto záměrů stále probíhá a je těžké ji hodnotit. Bylo mnoho vykonáno, ale ještě více je toho potřeba teprve vykonat. Zde významnou roli může sehrát akční výzkum, neboť jen ten je schopen podávat kvalitní zpětnou vazbu a vyvolávat potřebu aktuálních změn.

Zaměříme-li se na výzkumy zabývající se využitím moderních technologií konkrétně ve výuce matematice, tak se podle Lagrange, Artique, Laborde a Trouche (2003) dají uspořádat takto:

| | | | |
|---------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| Kalkulátory | 12% | Numerické a vědecké | 2% |
| | | Grafické | 4% |
| | | Symbolické | 6% |
| Software | 50% | (Dynamická) geometrie | 16% |
| | | Ostatní mikrosvěty ¹¹ | 8% |
| | | Tabulkové procesory | 6% |
| | | Symbolické a grafické syst. | 21% |
| Další technologie | 21% | Tutoriály | 2% |
| | | Inteligentní prostředí | 4% |
| | | Internet | 2% |
| | | Multimédia | 3% |
| | | Hypermédia | 3% |
| Ostatní (nespecifikováno) | 17% | | |

Toto rozdělení získali autoři na základě studia obsahů a zaměření 662 prací zabývajících se využitím moderních technologií v oblasti vzdělávání matematice. Pro tuto práci je pak velmi zajímavá druhá pozice dynamické geometrie v celkovém počtu i jen v oblasti software. U nás pak je v této

¹¹ mikrosvětlem se zde rozumí např. podle Bengtsson (1999) interaktivní počítačové prostředí, ve kterém si žák aktivně může vytvářet systém svého učení. Původně se tento termín používal prakticky výhradně pro systém LOGO. Dnes se mikrosvětlem chápe prostředí, jež umožňuje žákovi simultánně objevovat strukturu objektů a vztahů mezi objekty a jejich reprezentacemi.

oblasti nejintenzivněji zkoumáno použití programu Cabri¹². Vezmeme-li v úvahu „neoblíbenost“ geometrie mezi učiteli i mezi žáky, je množství výzkumů zaměřených tímto směrem až zarážející nicméně rozhodně potěšující.

Dynamické geometrie stojí v popředí zájmu jistě právem, neboť právě díky své interaktivitě se mohou stát restaurátorem pozitivního přístupu ke geometrii. Jedním z úskalí geometrie jsou nároky na jemnou motoriku rukou. V dnešní době se zvyšuje množství dětí, které mají handicap v oblasti jemné motoriky. Jak píše Machová (1993): „Významnou skupinou malých mozkových postižení jsou neobratné děti. Neobratnost je velkou nevýhodou v dnešní době, která tolik obrací pozornost na sportovní výkony, fyzickou zdatnost a přesnost a zručnost při práci. Někdy neobratnost způsobuje i neúspěch v psaní a kreslení. Za nejčastější příčinu této vrozené neobratnosti považuje dětská neurologie syndrom vývojové dyspraxie – dysgnózie.

Použití počítačů může u dyspraktických dětí pomoci překlenout averzi ke geometrii jako předmětu, ve kterém nemohly doposud vzhledem ke svému postižení uspět. Někdo může podotknout, že i rýsování na počítači vyžaduje přesnost. Proti tomu nelze nic namítnout, ale současná technika nabízí mnoho způsobů jak uživateli pomoci.

Kdyby nic jiného, tak radost z čistého obrázku (myšleno doslova, výtvarné práce dyspraktických dětí bývají často „umazány“ gumováním nebo opětovným překreslováním obrázku) může být velmi motivující. Pozitivní postoj k počítačem prezentované geometrii, budovaný na základě i jen

¹² Doporučuji k nahlédnutí: <http://www.pf.jcu.cz/cabri/>; poznámka autora

dílčích úspěchů při práci na počítači, pak zpětně upraví i postoj ke geometrii jako takové.

V kontextu předchozích myšlenek se zpět vracím k hlavní otázce práce. Do jaké míry se může stát použití počítačů alternativou k manuální činnosti s modely při budování prostorových představ?

Například Penglase (1996) už v souvislosti s využitím grafických kalkulátorů píše, že použití grafických kalkulátorů vyústilo u studentů ve významně lepší pochopení modelů z reálného světa a že vliv grafických kalkulátorů podporuje úroveň hlubšího porozumění řešení úlohy a prostorové myšlení. Je zřejmé, že zde se prostorovým myšlením chápe něco zcela jiného než v této práci, lépe řečeno je termín prostorového myšlení vztažen hlavně ke grafům funkcí.

Počítače dnes nabízejí podstatně širší možnosti uplatnění než grafické kalkulátory. Počítače poskytují enormní nárůst možností vizualizace, a to hlavně díky aspektu pohybu. To přináší nový přístup ke geometrii jako experimentálnímu prostředku, ve kterém můžeme ověřovat své teorie. S tím vstupuje do hry ale také více možných úskalí, z nichž některá mohou být i značně skryta před zrakem uživatele. Mimo problematiku technických aspektů vstupují do hry také aspekty matematické. Podle Vanička (2001) se používání dynamické geometrie na počítači musí již konkrétněji zaměřovat na geometrii pohybu a její implementaci v počítačových programech. Implementace geometrie do počítače a vytváření geometrického software přineslo některé změny v chápání řady matematických pojmů, v jejich interpretaci, a také některá omezení či naopak nové možnosti dané jiným pojetím geometrických obrazců oproti tradičnímu. Uživateli nestačí znát

ovládání počítače a klasickou statickou geometrii, aby mohl úspěšně používat tento software při řešení úloh dynamické geometrie.

To klade nové nároky na oblast vzdělávání geometrie a jejich nutnou implementaci do systému vzdělávání na všech úrovních škol.

Z vlastní zkušenosti mohu uvést například na první pohled pozitivní reakce na školní akce zvláštní školy, na které také působím. Nežádá se nám stává, že pokud s dětmi vyjedeme na školu v přírodě, tak jsme očekávání s napětím, co že to přijede za „živné děti“, když nemohou chodit na „normální“ školu. O to je větší překvapení, když provozovatele ubytovacího zařízení zjistí, že tyto děti nejsou o nic horší než děti v jiných tzv. „normálních“ škol. Na konci pobytu se nám obvykle stává, že jsme zvaní, ať napřeskok opět přijedeme.

Na první pohled se může zdát uvedený příběh jako pozitivní, ale to, co je na něm alarmující, je onen strach, kterým je příjezd dětí ze zvláštní školy doprovázen. Podobně i tato averze ke zvláštním školám způsobuje problémy rodičům, kteří se rozhodují o umístění svých dětí do zvláštní školy. Zde nejsou bez viny ani výchovní poradci základních škol, případně pedagogicko-psychologičtí poradci spolupracující se základními školami. Tato skutečnost je o to více závažnější, že se jedná o profesionály s patřičným vzděláním.

Často se můžeme setkat s názorem, že za tuto averzi může název zvláštní škola. Je zřejmé, že slovo „zvláštní“ může evokovat různé asociace.

Vzdělávání dětí zvláštních škol

Vzdělávání dětí s lehkou mozkovou retardací nesmí stát na pokraji zájmu pedagogů ani výzkumníků a je potěšující, že tomu tak u většiny není. Nicméně vnímání široké společnosti již není této komunitě tak pozitivně nakloněno, jak by si jistě každý z nás přál. Tuto skutečnost si může kdokoliv snadno ověřit.

Z vlastní zkušenosti mohu uvést například na první pohled pozitivní reakce na školní akce zvláštní školy, na které také působím. Nezřídka se nám stává, že pokud s dětmi vyjedeme na školu v přírodě, tak jsme očekáváni s napětím, co že to přijede za „divné děti“, když nemohou chodit na „normální“ školu. O to je větší překvapení, když provozovatelé ubytovacího zařízení zjistí, že tyto děti nejsou o nic horší než děti z jiných tzv. „normálních“ škol. Na konci pobytu se nám obvykle stává, že jsme zváni, ať napřesrok opět přijedeme.

Na první pohled se může zdát uvedený příběh jako pozitivní, ale to, co je na něm alarmující, je onen strach, kterým je příjezd dětí ze zvláštní školy doprovázen. Podobně tato averze ke zvláštním školám způsobuje problémy rodičům, kteří se rozhodují o umístění svých dětí do zvláštní školy. Zde nejsou bez viny ani výchovní poradci základních škol, případně pedagogicko-psychologičtí poradci spolupracující se základními školami. Tato skutečnost je o to více zarážející, že se jedná o profesionály s patřičným vzděláním.

Často se můžeme setkat s názorem, že za tuto averzi může název zvláštní škola. Je zřejmé, že slovo „zvláštní“ může evokovat různé názory,

včetně těch pejorativních. Nicméně změna názvu (ZŠ Praktická) nepřinese kýžené změny bez změny postojů společnosti.

Pokusíme-li se specifikovat děti, které jsou vzdělávány na zvláštních školách, můžeme dojít k závěru, že se jedná o děti, jež mají problémy s učením se na běžných základních školách. Toto vymezení není zdaleka přehnané. Je pravdou, že jádro tvoří děti s nižším intelektem, který se pohybuje v hraničním pásmu průměru a podprůměru, případně lehce pod ním. Nicméně se zde objevují i děti, které mají problémy s výukou způsobené jinými příčinami. Mohou to být příčiny dané osobností jedince, kdy děti pro svou osobnostní či emoční odlišnost jsou vyčleňovány z kolektivu a tím u nich vzniká odpor ke škole a všemu s tím spojené, tedy i odpor k učení. Nebo jsou to žáci, kteří jsou výchovně obtížně zvladatelní, vyvolávající konflikty, stavějící se do opozice vůči učitelům, škole jako instituci a tím pádem neprospívající (těchto žáků je minimum, neboť většinou skončí v péči jiných institucí). Objevují se zde také děti výchovně zanedbané, které mají osvojené špatné návyky, nemají zájem se učit, a tak zaostávají za svými vrstevníky. Samostatnou kapitolou přesahující rozměry této publikace je problematika vzdělávání menšin, konkrétně rómské populace ve vztahu ke zvláštní škole.

Žáci zvláštních škol jsou stejně jako jejich vrstevníci ze základních škol osobnostmi, z nichž každá je individuem se specifickým osobnostními rysy. Existují však společné znaky, které lze ve větší či menší míře vypočítat u většiny z nich.

Podle Švarcové (2006) se jedná o

- a) zpomalenou chápavost, jednoduchost a konkrétnost úsudku
- b) sníženou schopnost komparace a vyvozování logických vztahů

- c) sníženou mechanickou a logickou paměť
- d) těkavost pozornosti
- e) nedostatečnou slovní zásobu a neobratnost ve vyjadřování
- f) poruchy vizuomotoriky a pohybové koordinace
- g) impulzivnost, hyperaktivitu nebo zpomalenost chování
- h) citovou vzrušivost
- i) nedostatečnou rozvinutost volních vlastností a sebereflexe
- j) sugestivitu a rigiditu chování
- k) nedostatky v osobní identifikaci
- l) nerovnováhu aspirací a výkonů
- m) zvýšenou potřebu uspokojení a bezpečí¹³
- n) poruchy v interpersonálních vztazích a v komunikaci
- o) sníženou přizpůsobivost sociálním požadavkům atd.

Vzdělávání na zvláštních školách musí respektovat výše uvedená specifika dětí s lehkým mentálním postižením. Většina problémů, které jsou spjaty s výukovým procesem, má příčinnou souvislost s inaktivitou vnímání. Mentálně retardované děti se spokojují s povšechným poznáváním předmětů a nezajímají se aktivně o jejich podstatu a funkci. Nedokonalé počítky a vjemy jsou právě těmi základními příčinami, které u těchto dětí brzdí a zpomalují rozvoj vyšších psychických procesů, zejména myšlení, a tím omezují i možnosti výukového procesu. Mentálně retardované děti mají omezenou schopnost abstrakce a zobecňování. V oblasti abstrakcí pak jádro problémů spočívá zejména ve snížené schopnosti tvorby představ do značné míry nahrazované rozvzpomínáním. Charakteristickým prvkem myšlení dětí s mentální retardací je pak nesoustavnost myšlení, slabší řídicí úloha myšlení a jeho nekritičnost (děti jsou často přesvědčeny o bezchybnosti svého postupu).

¹³ i v oblasti vzdělávání; poznámka autora

Zvláštní škola je jednou nikolivěk jedinou možností, jak vzdělávat děti se speciálními vzdělávacími potřebami vyplývajícími z lehké mentální retardace. V dnešní době je jedním z nejčastěji skloňovaných slov, v souvislosti se vzděláváním lehce mentálně retardovaných dětí, termín integrace. Lze ho chápat zejména ve dvou významech. Ve významu integrace dětí s lehkým mentálním postižením do základních škol s důrazem na individuálnost jejich vzdělávacího programu. Tato myšlenka přes všechnu populárnost stále naráží na mnoho problémů nejen technického charakteru. S trochou ironie se můžeme ptát, jak můžeme chtít integrovat děti se specifickými potřebami do škol, jejichž učitelé se speciální pedagogikou setkali jen okrajově. Nejspíše bychom se měli ptát, zda by nebylo vhodné dříve integrovat speciální pedagogiku do vzdělávacího programu „běžných“ učitelů. Dosti sarkasmu.

Druhým významem pojmu integrace (a z hlediska této práce a hlavně budoucnosti žáků zvláštních škol daleko důležitějším) je chápání integrace jako možnosti budoucího bezproblémového začlenění se do života společnosti. Žáci zvláštních škol jsou dětmi, které řeší stejné problémy jako jejich vrstevníci základních škol. Po dokončení základního vzdělání pokračují na učňovských školách, které nezřídka dokončí, a posléze se dobře uplatní v zaměstnání.

Z tohoto hlediska je jednou z hlavních priorit vzdělávání žáků s mentálním postižením příprava pro život a integrace do společnosti. Jelikož se v současné době zcela právem hovoří o informační společnosti, nesmí tento aspekt vzdělávání chybět ani v předprofesní přípravě žáků zvláštních škol. V současné době se nově v souvislosti s přijetím rámcově vzdělávacích programů dostává do vzdělávacího procesu zvláštních škol samostatná

vzdělávací oblast, oblast informačních a komunikačních technologií. Tato oblast může být zařazena do výuky jako samostatný předmět, daleko významnější roli má však v součinnosti s dalšími vyučovacími předměty.

Ve smyslu integračních snah je dovednost práce s počítačem, potažmo s Internetem jedním z významných přínosů pro budoucnost žáků zvláštních škol. Dnešní pracovní agentury běžně požadují na počítači psaný životopis i pro dělnické pozice. Na internetu nabízejí volná místa a je obvyklé, že první kontakt s nimi můžeme navázat emailem.

Výpočetní technika spolu s Internetem stojí také v popředí myšlenek celoživotního vzdělávání. Internet, jako široký zdroj informací a komunikační prostředek, slouží potřebám vzdělávání stejně dobře na institucionální úrovni, jako na úrovni individuální. Nestačí jen děti seznámit s Internetem, případně naučit je využívat poštovní programy. Je více než vhodné integrovat výpočetní techniku do ostatních předmětů a její možnosti prezentovat a hlavně využívat s potřebou řešení konkrétních situací. V současnosti se počítače v ostatních předmětech používají zejména na procvičování případně opakování jednotlivých jevů (například procvičování vyjmenovaných slov doplňováním i/y) Tento trend se mění společně se vztahem učitelů k použití výpočetní techniky.

Specifikem výuky zvláštních škol je důraz na manuální činnosti. Děje se tak ve shodě s budoucím profesním zaměřením jejich absolventů. Hodinová dotace pracovního vyučování je největší ze všech předmětů a její množství se s přijetím rámcově vzdělávacích programů nezmenší. Manuální činnost je a bude jádrem profesní přípravy absolventů zvláštních škol. Děti s lehkou mozkovou retardací však velmi často trpí i problémy v oblasti jemné motoriky. Obecně pracovní vyučování má, mimo

základních dovedností práce s nástroji, rozvíjet zejména volní charakteristiky žáků jako jsou trpělivost, pečlivost, schopnost soustředění, pozornost. Tyto atributy jsou neoddělitelnou součástí i ostatních předmětů, ale v pracovním vyučování vystupují na povrch nejsilněji.

Velmi obdobně je na tom předmět, který se nazývá rýsování. Je to samostatně vyučovaný předmět, který společně s geometrií v matematice má podobné ambice jako pracovní vyučování. Geometrie je zaměřena směrem k vizuálnosti abstraktních pojmů, jakým je například čtyřúhelník a jeho klasifikace, kdežto rýsování je zaměřeno více na řešení konkrétních úloh daných praktickými potřebami života, například čtení a náčrt plánu výrobku ze dřeva. Je zřejmé, že v mnoha ohledech se předměty překrývají, případně doplňují.

Společně je rýsování s geometrií neoddělitelnou složkou rozvoje žákovských kompetencí v oblasti rozvoje vizuálních reprezentací a přináší i nový rozměr v oblasti zdůvodňování (obrázek jako důkaz něčeho, co ve skutečnosti zatím neexistuje). A zejména v těchto aspektech jsou zcela nezastupitelnou součástí vzdělávání žáků (nejen) zvláštních škol.

Jak píše Kuřina (1976) „Vyučování matematice by mělo harmonicky slučovat jak pěstování tvořivých schopností žáka, tak i osvojování dovedností technického charakteru. Přitom je třeba pečlivě uvážit, že některé rutinní složky školské matematiky se stávají již v současné době historickou rekvizitou, význam jiných se mění např. s rozvojem moderní výpočetní techniky. Technickou složku vyučování matematice lze patrně dobře rozvíjet technickými prostředky.“

Jestliže se v předchozím textu místo matematiky omezíme na rýsování a geometrii obecně, získáme tvrzení, které je více než pravdivé i v dnešní době. (Pochopitelně o trvalé pravdivosti citátu v původním znění není pochyb.) Tím se zpět dostáváme k používání počítačů. Z hlediska celkového rozvoje osobnosti žáků, nemůžeme aspekt použití počítačů v oblasti geometrie ignorovat. Navíc u dětí s mentální retardací mohou hrát počítače v kognitivním procesu velmi významnou roli.

PRAKTICKÁ ČÁST

Výzkumná metoda a výběr probandů

Práce má vzhledem k počtu probandů kvalitativní charakter a přístupem k řešení problému se jedná o tzv. (Cavara 2000) analytickou indukci.

Výzkumný problém, nebo lépe řečeno, oblast výzkumu byla stanovena zejména po zkušenostech s výukou rýsování v devátém ročníku zvláštní školy. Objevilo se zde několik zajímavých problémů spojených s problematikou prostorové představitivosti, s vhodností použitých modelů a se zrakovým vnímáním zobrazených těles při výuce pravoúhlého promítání (více v kapitole první Experimentální).

PRAKTICKÁ ČÁST

Zejména vhodnost modelu, zde byl použit tzv. promítací kout a sada plastových krychliček, se ukázala poněkud problematická. Alternativou k ryze manuální činnosti s kostkami se zdálo použití výpočetní techniky. S tím se ale objevily nové a pro práci zásadní otázky. Jak ovlivňuje použití počítače prostorovou představitivost? Jak žáci vnímají použité zobrazení prostoru a těles? Jaké jsou hlavní nedostatky použití počítačů? Které nové prvky výukového procesu může použití počítačů přinést? Do jaké míry je použití počítačů motivující pro žáky a do jaké míry zmíněná motivace ovlivňuje procesy řešení? To je jen hrubý výčet všech možných otázek. Na některé z nich se pokusím odpovědět, některé zůstávají otevřené.

Pilotní experiment byl proveden v devátém ročníku a výběr probandů byl dán situací. V druhé pololetí se podle osnov ZrŠ v devátém ročníku učí pravoúhlé promítání. Tato učebnice má dva specifika. Žáci jsou již většinou rozhodnutí, na které školy půjdou a rozdílka i jít znají rozhodnutí o přijetí. Obecně je jejich přístup k výuce méně motivovaný a zejména

Výzkumná metoda a výběr probandů

Práce má vzhledem k počtu probandů kvalitativní charakter a přístupem k řešení problému se jedná o tzv. (Gavora 2000) analytickou indukci.

Výzkumný problém, nebo lépe řečeno, oblast výzkumu byla stanovena zejména po zkušenostech s výukou rýsování v devátém ročníku zvláštní školy. Objevilo se zde několik zajímavých problémů spojených s problematikou prostorové představivosti, s vhodností použitých modelů a se zrakovým vnímáním zobrazených těles při výuce pravoúhlého promítání (více v kapitole pilotní experiment).

Zejména vhodnost modelu, zde byl použit tzv. promítací kout a sada plastových krychliček, se ukázala poněkud problematická. Alternativou k ryze manuální činnosti s kostkami se zdálo použití výpočetní techniky. S tím se ale objevily nové a pro práci zásadní otázky. Jak ovlivňuje použití počítače prostorovou představivost? Jak žáci vnímají použité zobrazení prostoru a těles? Jaké jsou hlavní nedostatky použití počítačů? Které nové prvky vyučovacího procesu může použití počítačů přinést? Do jaké míry je použití počítačů motivující pro žáky a do jaké míry zmíněná motivace ovlivňuje procesy řešení? To je jen hrubý výčet všech možných otázek. Na některé z nich se pokusím odpovědět, některé zůstávají otevřené.

Pilotní experiment byl proveden v devátém ročníku a výběr probandů byl dán situací. V druhém pololetí se podle osnov ZvŠ v devátém ročníku probírá pravoúhlé promítání. Toto období má svá specifika. Žáci jsou již většinou rozhodnutí, na které školy půjdou a nezdědka i již znají rozhodnutí o přijetí. Obecně je jejich přístup k výuce méně motivován a zejména

v předmětech, které jsou žáky chápány jako okrajové (rýsování k nim rozhodně patří), je tento trend velmi výrazný.

Pro další experimenty byla provedena změna v osnovách výuky předmětu rýsování. Pravoúhlé promítání bylo přesunuto do prvního pololetí osmého ročníku. Tento přesun měl několik důvodů. Mimo výše jmenovaný, se osmé třídy svým věkovým rozmezím jeví jako vhodnější. Žáci devátých tříd dávají rádi najevo svou „dospělost“ a činnosti hrového charakteru jsou „pod jejich úroveň“. Žáci osmých ročníků jsou k „hraní“ přístupnější a přijímají ho jako zpestření výuky.

Hlavním důvodem přesunu experimentů do osmého ročníku je však má daleko větší znalost žáků v jedné z osmých tříd, neboť jsem zde třídním učitelem. Tento aspekt má své výhody i nevýhody. Zásadní výhodou je podrobnější znalost žáků i jejich rodinného a v širším kontextu i jejich sociálního prostředí. Jako třídní učitel jsem poměrně podrobně seznámen nejen se školními úspěchy a problémy, které žáci mají, ale i s tím, co probíhá mimo školu. Dobrá znalost sociálního prostředí, v kterém se žáci pohybují, je pro kvalitativní výzkum nespornou výhodou. V protipólu k této výhodě pak stojí nízká zaujatost, která může mít negativní dopad na relevanci výsledků výzkumu.

K podpoře vyšší úrovně validity výsledků výzkumné práce byla využita tzv. triangulace. A to jak triangulace zdrojů, tak triangulace rolí. V oblasti zdrojů zde vstupují do hry záznamy výzkumné činnosti, výsledky žáků ve standardním vyučovacím procesu a informace z anamnéz jednotlivých žáků. V oblasti rolí stojí na jednotlivých vrcholech pozice výzkumníka, třídního učitele a učitele matematiky a rýsování. Je zřejmé, že nikdy nelze zajistit absolutní oddělení jednotlivých rolí, které vstupují do hry vždy

současně. Ale při jednotlivých experimentech byl průběh každého z nich zaznamenáván několika způsoby a při zpracovávání jsem se pokoušel tuto situaci maximálně zohlednit. Pokud nastala situace, kde jsem byl z konkrétních důvodů nucen opustit roli výzkumníka a přejít na pozici učitele, je tento stav jasně vymezen a v práci označen pomocí textu psaného kurzívou. Výhody učitel jako výzkumníka popisuje Breen (2003): Oproti ryze akademickému výzkumu je výzkum realizovaný učitelem více podnětný, neboť učitel je součástí prostředí, ve kterém výzkum probíhá. Akční výzkum nehledá odpovědi globálního charakteru, ale snaží se poskytnout hypotézy, které ověřil ve svém prostředí, jež je vždy specifické (byť se vždy dají najít společné prvky – věk, typ školy, pohlaví atd.). Tyto hypotézy nabízí dalším učitelům výzkumníkům k prozkoumání a případnému ověření či vyvrácení nebo upřesnění a posléze opět k dalšímu použití.

Jádro výzkumu tvoří analýza audiovizuálních záznamů a vlastních terénních zápisů k daným experimentům.

Přesný popis forem a metod zadání i analýzy, použitý v konkrétních experimentech a pozorováních, je vždy uveden u jednotlivých kapitol.

Pilotní experiment

Hrajeme si s kostkami aneb různé pohledy a jejich znázornění

Jedním ze specifíků zvláštní školy je předmět s názvem Rýsování. Nejedná se o součást hodin matematiky, ale o samostatný předmět, který reflektuje budoucí potřeby žáků řemeslných oborů jako jsou truhlář, zedník, opravář s různými specializacemi, ale také obor šička apod. Kromě evidentního zaměření na schopnosti nakreslit náčrt, narýsovat a hlavně přečíst plán má tento předmět i řekněme skryté ambice. Například jako jeden z mála vyučovaných předmětů, stále a systematicky rozvíjí (nebo alespoň pravidelným „tréninkem“ udržuje) jemnou motoriku rukou. Dále formuje umění (ve smyslu Hejného, Kuřiny 2001) vidět a číst obrázek, tedy zpracovat informace, které nám obrázek dává. Žáci se zde učí pečlivosti a trpělivosti. Budují se zde pracovní návyky, které můžeme využít v jakémkoliv oboru lidské činnosti.

Součástí předmětu rýsování je v devátém ročníku (v rámci celého jednoho pololetí) pravouhlé promítání. Žáci by po absolvování této látky měli být schopni narýsovat nárys, bokorys a půdorys poupravených základních geometrických těles (například krychle s centrálně umístěným válcovým otvorem). Dále by měli být schopni rozpoznat, v případě čtení obrázku, o jaký útvar se jedná.

Jednou z didaktických pomůcek na tyto hodiny je promítací kout a sada krychliček. Promítací kout je složen ze tří k sobě kolmo připojených čtvercových stěn z tvrdého kartonu, které jsou pro usnadnění potištěny čtvercovou sítí (shodné rozměry s příslušnými krychličkami). Jedná se obecně o velmi dobře použitelnou pomůcku, jejíž použití však naráží

na určité obtíže. Jednou z nich je špatná manipulovatelnost s vymodelovaným objektem z krychlí. Pozor, zde je nutné upozornit, že žákům ZvŠ triviální objev, že když nemohou hýbat s promítacím koutem, mohou se pohnout oni sami, trvá delší dobu a někteří to nedokáží přijmout vůbec (změna polohy těla = změna situace)! Totéž se pochopitelně týká i otáčení objektu samého. Další problém při použití přináší nižší schopnost našich žáků přesné manipulace s krychličkami. Přes veškeré problémy se však jedná o jednu z nejlepších pomůcek sloužících při výuce rýsování.

Jeden z prvních dokumentovaných experimentů byl součástí výuky rýsování v počátečních fázích výuky pravoúhlého promítání v devátém ročníku. Experiment byl realizován ve školním roce 2004/2005, zúčastnilo se ho 10 žáků, z toho 6 dívek. Jako „stavební materiál“ jsme využili plastové krychličky o hraně 5 cm, žluté nebo modré barvy. Standardní školní stavebnice Soubor krychlí; Komenium Praha

Jednotlivá zadání a krátké komentáře:

1) (0:00) Postavte dvě různá tělesa, každé z pěti kostek tak, aby při pohledu ze předu byly vidět vždy pouze tři kostky.

Většina žáků bez větších problémů nalézá správná řešení. Pokud se nějaké problémy objevují, tak většinou souvisí „s pohledem ze předu“. Při sezení na židli totiž žáci vidí vždy více krychliček než jen tři. Vstupuje zde do hry představivost, která je však mohutně podpořena skutečným pohledem na situaci, byť z jiného úhlu.

2) (2:49) Postavte dvě různá tělesa, každé z pěti kostek tak, aby při pohledu ze předu byly vidět vždy pouze dvě kostky nad sebou. Doplněno náčrtem situace na tabuli.

Dalo by se předpokládat, že tato úloha bude stejně snadná jako ta předchozí. Zde se však objevují první problematické momenty. Ukazuje se, že ne všichni opravdu chápou, co znamená pohled ze předu. Dalším prvkem je nedodržení více podmínek (ze předu vidím dvě, ale ne nad sebou). Instrukce ke změně polohy tělesa, která by se zdála být jednoduchou, zas až tak snadná není. Žáci těleso většinou staví znovu. Není překvapením, že většina (1 výjimka) těles má v přední stěně dvě krychle a zbytek krychlí je „schován“ za nimi. Zajímavé je, že v předchozí úloze se tento očekávatelný jev tolik neprojevil (3 výjimky). Je pravděpodobné, že to souvisí s absencí grafického zadání.

3) (5:50) Najděte ještě jinou variantu, takovou, která tu ještě není.

Zde se ukazuje, že porušení přední stěny je problém.

4) (6:42) Stejně zadání (ad 2), ale pohled ze předu je (2,1,1), grafické zadání.

Opět se zde projevuje problém pohledu ze předu versus se shora. Na této třídě se také projevuje lepší schopnost plnit zadané úkoly u chlapců než u dívek (možnost problémů s adaptací na kameru - minimální pravděpodobnost), práce s kostkami je chlapcům bližší, a zde nemám na mysli rozdíly mezi mužským a ženským mozkiem (Atkinson 2003), ale pouze to, že vzhledem k věku a naturelu některých dívek, je „hraní si“ s kostkami pod jejich úroveň a některé to prostě nebaví.

5) (10:04) Stejně zadání (ad 2), ale pohled ze předu je doplněn o shodný pohled z boku (2,1), grafické zadání.

Zde „z boku“ znamená v souladu s českou tradicí bokorys, to je pohled zleva. Většina žáků najde jedno správné řešení, nejčastější chybou je pravolevá záměna. Důležité je, že se zde našel dokonce žák, který sám dospěl k otázce, zda vůbec lze postavit ještě jiné těleso než jen to jedno. Nakonec žáci docházejí k nepřesvědčivému závěru, že takovéto těleso může být jen jedno.

6) (13:07) Postavte jedno těleso ze všech deseti krychlí, které při pohledu ze předu bude vypadat takto (2,1,2,1), grafické zadání, ten, kdo bude první, tak zůstává, ostatní už musí ale vymyslet jiné řešení. A tak to bude pokračovat až k poslednímu.

Obtížnost úlohy vzrůstá s počtem správných řešení. Většina žáků však již chápe, jak schovávat kostky za jiné, a tak nakonec úlohu správně řeší téměř všichni.

7) (16:04) Nakreslete na tabuli pohled z boku na své řešení.

Většina dokáže svůj obrázek z boku zakreslit správně, ale i zde se objevují charakteristické „chyby“ jako je pootočení pohledu nebo doplnění o náznak prostoru.

Důležitá poznámka k experimentu!

Sarkastické komentáře v komunikaci s žáky – je to způsob komunikace, na který jsou žáci ode mě zvyklí, pokud bych ho změnil, mohlo by to mít rušivý vliv ještě větší než samotná kamera.

Pokusy s žáky tohoto charakteru měli být průpravou pro využití a snazší uchopení promítacího koutu. Ukázalo se však, že přes poměrně dlouhou dobu tréninku obdobných úloh, se u žáků nevytvořily předpokládané dovednosti v takové míře, aby se to později výrazně projevilo při využití

vlastního promítacího koutu. Jedním z limitujících faktorů je podle mne použití kostech z plastu, které jsou velmi lehké a tím pádem manipulace s nimi je náročnější a méně přesná. Největší problémy však vznikali v propojení zobrazení jednotlivých průmětů. Zdálo se pravděpodobné, že problém bude souviset s pohybem těla při snaze o „správný“ pohled z boku či s hora. Celkově musím konstatovat, že použití krychlí a promítacího koutu v devátém ročníku se neukázalo tak efektivním, jak jsem očekával.

Záznam pořízený z této hodiny nebyl původně plánován jako součást mé výzkumné práce. Měl sloužit především pro mou učitelskou činnost. Nicméně zpětně se ukázal společně s ostatními zkušenostmi z výuky tohoto předmětu dobrým materiálem pro přípravu hlavních experimentů a pozorování.

Vstupní experiment

Vstupní experiment byl realizován u žáků v sedmém ročníku na konci školního roku 2004/2005. Konkrétně v 7.A¹⁴ (9 žáků z toho 2 dívky) a 7.B (8 žáků z toho 4 dívky). Smyslem tohoto experimentu bylo zjištění obecné úrovně prostorové představivosti za použití staveb krychlových těles podle obrazové předlohy a naopak. Průběh experimentu byl v jedné třídě realizován s každým z žáků jednotlivě. Výjimku tvoří dva žáci, kteří v době realizace experimentu nebyli ve škole. S nimi byl experiment proveden dodatečně a za částečně pozměněných podmínek, které budou upřesněny dodatečně. Ve druhé třídě byl experiment realizován frontálně a sloužil pouze jako kontrolní vzorek.

Experiment v 7.A probíhal individuálně a průběh byl zaznamenáván na videokameru a následně analyzován. Část úkolů byla žáky vypracována v písemné podobě. Tyto materiály byly vyhodnoceny za pomoci videa (délka vyhotovení úkolu, postup, atd.) a písemných poznámek zaznamenaných experimentátorem v průběhu realizace jednotlivých experimentů.

Vlastní realizace experimentů probíhala ve dvou dnech. Během této doby se podařilo zrealizovat 8 experimentů. První den 5 a druhý den 2. Zbývající dva experimenty byli zrealizováni dodatečně (z důvodu nemoci probandů). Všechny části experimentu probíhaly v době vyučování v kmenové třídě 7.A. To s sebou přinášelo pozitiva i negativa. Pozitivem byla znalost prostředí, které tak na žáky nepůsobilo rušivým dojmem, a dostupnost žáků (v odpoledních hodinách by se žáci dali jen těžko přesvědčit,

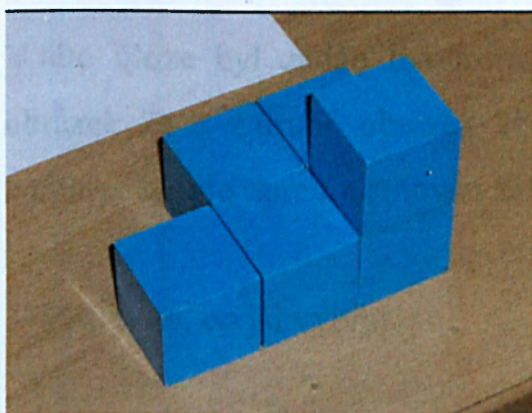
¹⁴ Charakteristiky jednotlivých žáků čtenář najde v příloze Anamnézy probandů.

aby spolupracovali na experimentech). Negativem realizace experimentů v době vyučování je rušení pravidelným zvoněním, hlášením školního rozhlasu, případně ostatními kolegy nebo dětmi.

Všechny experimenty byly zaznamenány na videokameru. První den byla kamera umístěna na stativu a natáčela žáky z předu. Druhý den byla kamera z důvodu vyšší kvality záznamu (méně rušivých zvuků, lepší záznam toho, co se děje na stole) umístěna za žáky. Poslední část experimentu (zbývající dva žáci) byla zaznamenána kamerou z ruky zadavatele. Oba žáci realizovali svá řešení současně.

Realizace

Zadání experimentu

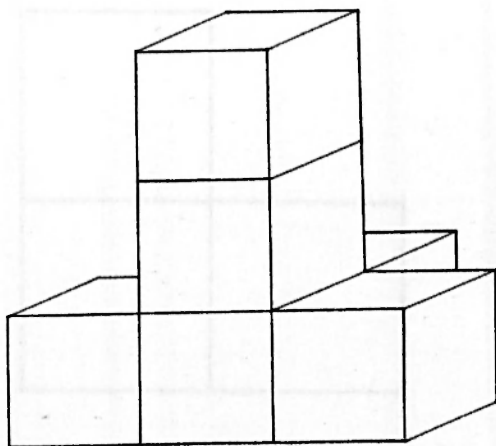


obr. 1

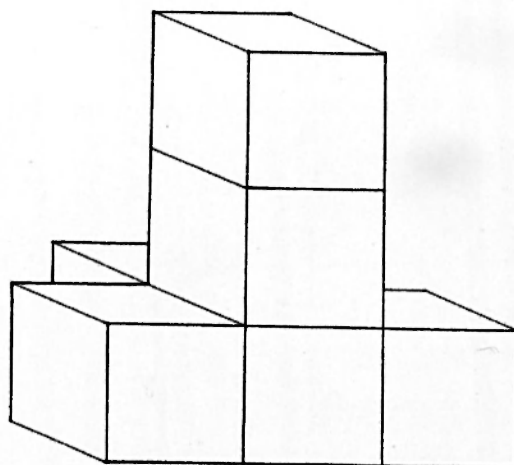
1) Je dáno těleso (reálná stavba podle obr. 1). Nakresli toto těleso tak, aby kdokoliv jiný dokázal postavit podle tvého obrázku ze šesti kostek to samé.

V této úloze se sleduje, zda a jakým způsobem si žáci poradí s pro ně dosud neznámou úlohou. Zdali použijí některé techniky zobrazovacích metod či se jen pokusí nějak nakreslit danou situaci. Dalo se předpokládat, že se

objeví pokusy o ztvárnění prostoru nebo budou obrázky pouze rovinného charakteru.



obr. 2a



obr. 2b

2) Vyber si, která strana obrázku se ti více líbí. (obr. 2a, b)

V této úloze byl zadán list formátu A4, který z jedné strany obsahoval obrázek 2a a z druhé obrázek 2b. Cílem úlohy bylo zjištění, zda jeden z pohledů bude upřednostňován žáky výrazněji než druhý.

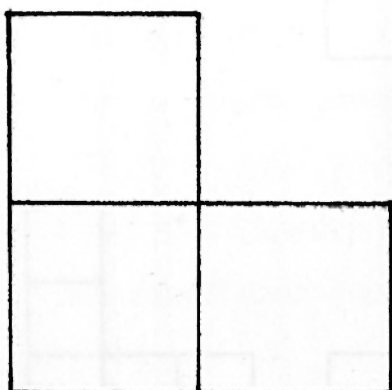
3) Postav to, co jsi vybral.

Úloha sledovala, zda jsou žáci schopni realizovat prostorovou stavbu na základě rovinné interpretace obrázku 2a nebo 2b.

4) Pokud ti to zadání otočím, změní se něco, co, jak?

Tato úloha měla za cíl zpřesnění výsledků zjištěných z předchozí úlohy.

Následující úlohy mají za cíl vytvořit si představu o tom, jaké problémy mohou provázet zobrazování krychlových těles pomocí kolmých průmětů.



obr. 3

5) Postav, co vidíš (obr. 3).

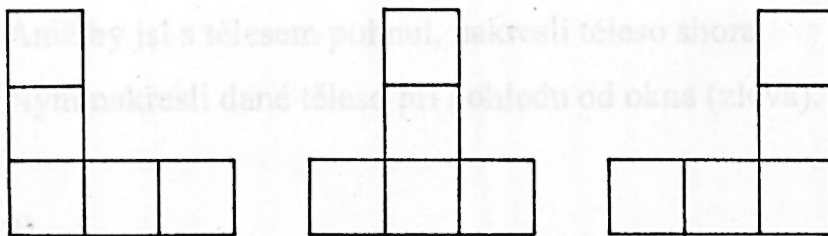
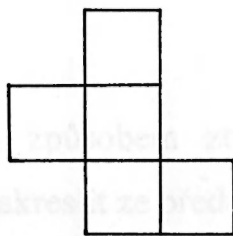
V úloze není specifikováno, kolik kostek mají žáci využít. Druhotně se zde sleduje, zda žáci upřednostní polohu naležato či nastojato a zda to souvisí s polohou zadání.

6) Postav, co vidíš, ale musíš použít všech šest kostek.

Úloha rozvíjí zadání předchozí úlohy a je předstupněm úlohy následující.

7) Dokážeš to ještě jinak?

Úloha č. 6 vybízí k jednoduchému řešení. V této úloze se sleduje, zda žáci dokáží vymyslet i řešení jiná (tvarově).

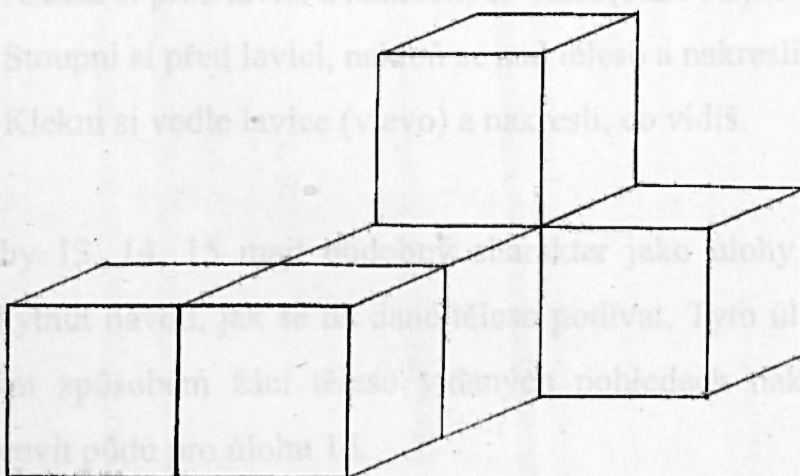


obr. 4

8) Postav, co vidíš (obr. 4).

V této úloze se pouze sleduje, jak se žáci vypořádají s tím, že je zadáno více obrázků najednou.

Nový list papíru.



obr. 5

9) Nakresli postavené těleso (reálná stavba podle obr. 5) při pohledu ze předu.

Úloha sleduje, jakým způsobem ztvární žáci dané těleso. Důraz je zde kladen na pokyn: nakreslit ze předu.

10) Aniž by jsi s tělesem pohnul, nakresli těleso shora.

11) Nyní nakresli dané těleso při pohledu od okna (zleva).

Ad 9)

Úlohy 9,10,11 jsou zaměřeny na žákovu schopnost kolmé projekce zobrazovaného tělesa ve význačných směrech.

12) Nyní nakresli dané těleso při pohledu z druhé strany (zprava).

Úloha 12 je pouze rozšiřující a v průběhu experimentů od ní bylo upuštěno.

Nový list papíru.

13) Klekni si před lavici a nakresli, co vidíš (stále stejné těleso).

14) Stoupni si před lavici, nakloň se nad těleso a nakresli, co vidíš.

15) Klekni si vedle lavice (vlevo) a nakresli, co vidíš.

Úlohy 13, 14, 15 mají obdobný charakter jako úlohy 9, 10, 11. Je zde poskytnut návod, jak se na dané těleso podívat. Tyto úlohy mimo zjištění, jakým způsobem žáci těleso v daných pohledech nakreslí, měly za cíl připravit půdu pro úlohu 16.

16) Návrat k obr. 4. Na obrázku je ve skutečnosti jedno těleso, každý z obrázků je jedním z pohledů, po řadě pohled zleva, ze předu, zprava a uprostřed nahoře je pohled shora. Postav toto těleso.

Tato úloha sleduje, zda jsou žáci schopni na základě předchozích zkušeností vnímat daná zobrazení jako různé interpretace jedné skutečnosti. A tím pádem, zda jsou při realizaci stavby schopni dodržet všechny vstupní podmínky naráz, případně, jestli postupují krok za krokem (ve smyslu realizace jednotlivých pohledů).

Vyhodnocení

1. den

| | | | |
|------|----------------------------|-------|-------------------|
| MAMO | Celková délka experimentu: | 28:38 | |
| JAMA | Celková délka experimentu: | 33:28 | |
| JKR | Celková délka experimentu: | 30:22 | |
| JAKO | Celková délka experimentu: | 27:18 | |
| VEZE | Celková délka experimentu: | 16:38 | (exp. nedokončen) |

2. den

| | | |
|------|----------------------------|-------|
| PEST | Celková délka experimentu: | 23:37 |
| FIHR | Celková délka experimentu: | 14:58 |

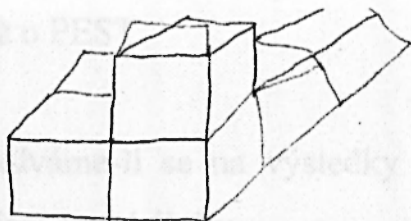
3. den

| | | |
|------|----------------------------|-------|
| JAMI | | |
| KROD | Celková délka experimentu: | 24:00 |

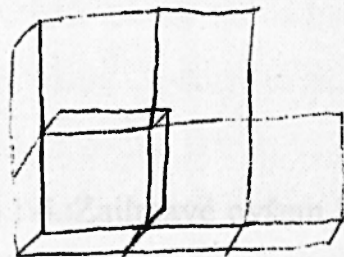
Komentáře k řešením jednotlivých úloh

Ad 1)

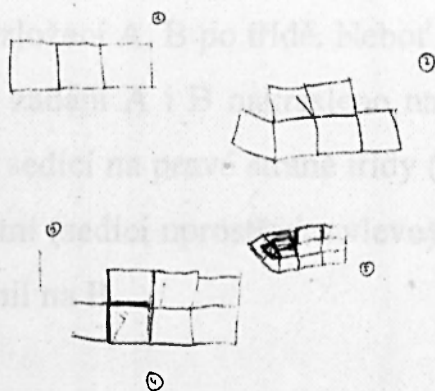
Žádné z uvedených řešení není pouze rovinného charakteru. To znamená, nejedná se o kolmý průmět. Ve všech řešeních je nějakým způsobem zachycený prostor. To souvisí s vnímáním tělesa, které je prostorové. Transformace tohoto vjemu do obrazové podoby je podmíněna potřebou zaznamenat prostorové vlastnosti. Absence třetí dimenze je kompenzována různými postupy. Pomineme-li řešení, která jsou dovedena téměř k dokonalosti¹⁵, (obr. 6 - FIHR, 7 - JAMA, 8 - KROD)



obr. 6



obr. 7



obr. 8

tak u ostatních se dají vyzorovat zejména dva významné jevy. Tím méně častým (v této úloze téměř ojedinělým JAMI) je umístění menšího čtverce

¹⁵ ve smyslu pravidel zobrazovacích technik

na půdorysný pohled. Jev, který se objevuje daleko častěji, souvisí s umístěním tělesa při zadání. Těleso bylo postaveno na stole, tudíž žáci ho viděli z nadhledu. Většina z nich (JIKR, JAKO, VEZE) pak nakreslila půdorys a doplnila ho čtvercem, který nakreslila nad původní obrázek (ve smyslu orientace stránky). Děti cítí potřebu „nějak“ umístit horní kostku do obrázku a tak ji nakreslí nahoru, nad původní obrázek.

Zajímavé jsou v této úloze řešení PEST a MAMO (u MAMO bylo zadáno těleso postavené opačně, viz. videopříloha MAMO, než u ostatních), u obou se objevuje řešení, které je kreslené jakoby ze předu a doplněné o horní stěnu u jedné krychle. U MAMO je tento postup výraznější než u PEST.

Podíváme-li se na výsledky 7. B nalezneme obdobné postupy realizace řešení první úlohy.

Ad 2)

Počet A proti B v 7. A je 6 : 3. V 7. B je to 4 : 4. Zajímavé ovšem je, jaké je rozložení A, B po třídě. Neboť v 7. B byl experiment prováděn frontálně, bylo zadání A i B nakresleno na tabuli, a to v pořadí A vlevo, B vpravo. Žáci sedící na pravé straně třídy (3 žáci) si bez výjimky vybrali variantu B. Ostatní (sedící uprostřed a vlevo) si vybrali variantu A. Jeden žák ji potom změnil na B.

Převládající výběr varianty A v 7. A byl očekávaný. Očekávání souvisí s tím, co píše Hejný, Kuřina (2001): „Úspěšnost v řešení úlohy řezů krychle v zobrazení v nadhledu zprava je vyšší než v zobrazení v podhledu zleva.“ Tento jev lze připsat na vrub tradičnímu zobrazování těles

v literatuře. Pokud bych měl použít jiný příměr, je to asi tak, jakože všechny trojúhelníky se jmenují ABC.

Pozorný čtenář může namítnout, že vzhledem k výsledkům předchozí úlohy nelze vliv literatury v oblasti zobrazování trojrozměrných útvarů příliš přeceňovat, neboť jen malá část se pokusila o ztvárnění, které je běžně využívané v učebnicích geometrie a rýsování. Zde je však nutno podotknout, že schopnost grafického znázornění tělesa, např. volným rovnoběžným promítáním, bez patřičného nácviku, lze jen stěží očekávat a na zvláštní škole o to méně. Vliv obrázků v knihách však může působit podvědomě.

Ad 3)

Tělesa postavená podle zvoleného zadání ve větší či menší míře odpovídala předloze, nejčastější chybou bylo umístění zadní kostky mimo střed ve směru daném vybraným zadáním. Zajímavé je řešení OV7BK13, který (jedná se o chlapce ze 7. B) postavil těleso pouze z pěti kostek (přední stěnu) a šestou měl položenou zcela mimo.

Ad 4)

V 7. A se s výjimkou třech žáků (JAMA, PEST, KROD), každý nějak pokusil o úpravu svého tělesa při změně zadání z A na B nebo z B na A. Většina (MAMO, JAKO, VEZE, JAMI) posouvá zadní kostku více doleva (doprava) podle změny zadání. JIKR a FIHR dospívají k řešení, že se jedná o pootočenou situaci. To je správná úvaha, pouze ukazuje na vyšší stupeň konkrétnosti představ o skutečném tělese. Je zde vyvolána potřeba pohybu pozorovaného objektu. U JAMA, PEST a KROD byla tato potřeba

fyzického pohybu tělesa nahrazena, mentální pootočením nebo představou pohledu z jiného místa.

V 7. B nelze v této úloze vyslovit uspokojivý závěr. Změnu provedli pouze dva žáci. Ostatní změnu neprovedli a je jen otázkou, proč. Zdali k sobě nechtěli přivolávat kameru (experiment byl natáčen z ruky) či na to měl vliv frontální charakter zadání.

AD 5)

Úloha 5 přinesla několik zajímavých výsledků. Jedním z nejvýraznějších bylo řešení FIHR, který jako jediný hned na poprvé při stavbě využil všech šesti kostek. Nejdříve postavil těleso jen ze tří kostek a po dotazu zda k tělesu patří i kostky ležící v těsné blízkosti, bez zaváhání jimi doplnil své těleso. Obdobně se zajímavé výsledky objevili i v 7. B. Konkrétně u dvou žáků. Jeden (hoch) využil čtyři kostky, druhá (dívka) využila pět kostek. Zejména řešení ze čtyř kostek je zajímavé, neboť u něj nelze spolehlivě určit, zda výchozím tvarem je trojice postavená nastojato nebo naležato.

Zmíněné výsledky žáků 7.B nejsou tak překvapivé jako u FIHR, neboť oba žáci jsou na poměry zvláštní školy nadprůměrně inteligentní (důvod jejich studia zde je dán souborem problémů při předchozím studiu na ZŠ). FIHR je žák, který dosahuje ve škole velmi nerovnoměrných výsledků. Předměty, které se stačí naučit z paměti, zvládá bez větších problémů (pokud je mu přesně jasné, co se má naučit). U předmětů, které vyžadují vlastní úsudek, případně tvořivost, má značné problémy. V matematice dosahuje (jako každý správný autista; omlouvám se za drobnou ironii) vynikajících výsledků v numerických výpočtech, v úlohách vyžadující nestandardní postup (stačí slovní úloha nebo úloha, pro kterou ještě nemá dostatečně zautomatizovaný algoritmus řešení) nedokáže najít způsob, jak ji uchopit

a řešit. O to více je potěšující, že se zde objevila nová oblast, ve které se může FIHR uplatnit a zažívat pocity uspokojení z dobře vykonané práce a hlavně si tyto pocity uvědomovat.

Pokud se podíváme na otázku polohy, tak v 7.A bylo šesti žákům zadání předloženo na samostatném listu papíru, který byl položen na lavici. Poměr řešení nastojato : naležato je 3 : 3. KROD a JAMI dostali zadání nakreslené na tabuli, oba stavěli svá tělesa nastojato. V 7. B, kde byla pro zadání také využita tabule bylo skóre buď 4 : 4 nebo 5 : 3 v závislosti na neurčitosti řešení tělesa ze čtyř kostek. Tyto výsledky naznačují, že poloha zadání neovlivňuje polohu řešení. Pro skutečně relevantní zjištění by však bylo třeba provést kvantitativní výzkum s dostatečným počtem probandů.

Ad 6), ad 7)

Úloha 6 měla být poměrně snadná a sloužit jako předstupeň úlohy následující. To se však nepotvrdilo. V několika případech se žáci nedokázali vypořádat s pokynem na využití všech kostek při zachování zadání. Dodrželi pouze tvarovou podobnost, jejich tělesa připomínala v různých podobách písmeno L. Zde hraje roli rovinné zadání, které evokuje „rovinné“ řešení z krychlí. Tento blok pak způsobí, že žáci nejsou schopni učinit krok do prostoru a omezují se na řešení, které sice není shodné se zadáním, ale má s ním společné atributy.

V jednom případě (VEZE) dokonce nebylo těleso ani tvarově podobné. Zde zřejmě potřeba použití všech kostek na stavbu tělesa vytěsnila podmínku tvarové shody. Posléze VEZE těleso přepracovala na dvě samostatná správná řešení, ale jedno kompaktní těleso s využitím všech šesti kostek vytvořit nedokázala.

Pokud se podíváme na záznam 7. B, tak zde byla úloha 6 vyřešena bez větších potíží v očekávaném duchu. Ale právě úloha 7 prokazuje, že se zde objevují stejné „chyby“ jako v 7. A. Některé žáky to dokonce usvědčuje z náhodnosti správnosti jejich prvního řešení.

Obecně lze soudit, že objev nejednoznačnosti takového zadání není zdaleka tak triviální, jak by se na první pohled mohlo zdát.

Z řešení této trojice úloh vyplynul na povrch další jev, který stojí za pozornost. Dal by se nazvat jevem neporušitelnosti přední stěny. Všechna tělesa, která byla vytvořena správně ve smyslu zadání, provází společná charakteristika. Přední nebo horní krychlová stěna je krychlemi realizované zadání z úlohy 6. Ostatní krychle se pak schovají za tuto stěnu nebo pod ni. Z toho také vyplývá určitá výhoda pro žáky, kteří stavěli svá tělesa z úlohy 6 nastojato. Neboť rozšíření úlohy o další kostky umožňuje více možností realizace při zachování původní stavby. Pokud žáci stavěli výchozí těleso naležato, dokázali ho rozšířit nahoru pouze o shodný útvar. To je ale přesně v duchu neporušitelnosti horní stěny. Možnost rozšíření tělesa dopředu (do směru pohledu), případně vzhůru (ne výše uvedeným způsobem), je zřejmě pro žáky „nepřijatelným“ postupem.

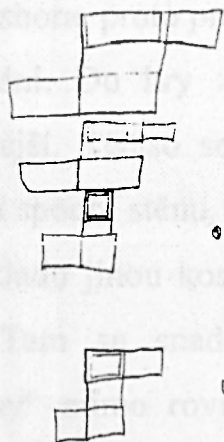
Ad 8)

Osmá úloha pouze sleduje jak se žáci vypořádají se zadáním, které zahrnuje více obrázků a kde tedy není jasné, co se přesně očekává. Zda to vyvolá potřebu doplňujícího zadání. Pro žáky to ale nebyl žádný větší problém a postupně postavili jednotlivé pohledy. Většinou začínali vlevo a postupně pokračovali doprava.

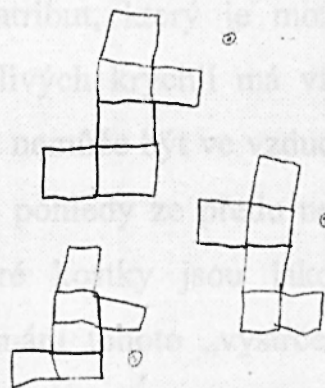
Zajímavým se v kontextu této úlohy jeví řešení FIHR, který (stejně jako KROD) postavil levý pohled a za něj umístil zbývající kostku. To společně s předchozími zkušenostmi vedlo k modifikaci experimentu pro FIHR. Byly vynechány další části a přešlo se hned na úlohu 16. Nutno předeslat, že se s ní FIHR vypořádal více než obstojně.

Ad 9), Ad 10), Ad 11), Ad 13) Ad 14) Ad 15)

Tyto dvě série úloh měly návodní charakter pro úlohu 16. V průběhu jejich realizace se objevují obdobné způsoby zachycení prostoru jako v řešení úlohy 1. Zde se však s atributem menšího čtverce setkáme častěji, viz obr. 9.



obr. 9



obr. 10

I druhý postup zmíněný v řešení první úlohy se zde objevuje, viz obr. 10 a z hlediska četnosti použití je tento postup upřednostněn.

Zajímavé je srovnání první a druhé série úloh. V druhé sérii byl žákům dán návod, jak se na těleso podívat, aby viděli skutečně jen ten „správný“ pohled. Nicméně výsledky nejsou nijak výrazně lepší než výsledky série první. V několika málo případech došlo dokonce ke zhoršení výsledku.

To souvisí nejspíše se změnou pozice těla. Žák se musí dojít podívat či jinak změnit svou pozici a pak se vrací zpět, aby nakreslil, co viděl. Přesto, že se nejedná o velké vzdálenosti, nutnost vykonat pohyb, má za následek odpoutání se od obrazu, který máme v paměti, a nahrazení ho staronovým pohledem z místa, kde obrazy kreslíme. Vědomí toho, že těleso uvidím i z pozice, ve které ho budu kreslit, má za následek nižší úroveň soustředění se na patřičný pohled.

Nejúspěšnějším pohledem z hlediska korektnosti řešení, byl pohled shora. Úspěšnost v řešení pohledu shora je významně vyšší než ve zbývajících případech. Za touto asymetrií zjevně stojí způsob, jakým se na těleso díváme, když ho máme na lavici před sebou. Náš pohled na těleso je částečně shora, proto pro nás není přechod mezi pohledem ve stoje a v sedě tak zásadní. Do hry zde vstupuje ještě další atribut, který je možná významnější. Těleso sestavené na lavici z jednotlivých krychlí má vždy souvislou spodní stěnu, jinak řečeno, žádná kostka nemůže být ve vzduchu bez podkladu jinou kostkou. To však neplatí pro pohledy ze předu nebo z boku. Tam se snadno může stát, že některé kostky jsou jakoby „vystrčeny“ mimo rovinu ostatních kostek. Vnímání tohoto „vystrčení“ máme ztíženo absencí viditelné roviny, do které je těleso promítáno. Kdežto při pohledu shora nám tuto rovinu zprostředkuje právě deska lavice.

Úmyslně jsem vypustil z experimentů úlohu 12, jelikož její význam se zdál být mizivým.

Ad 16)

Úloha 16 je z hlediska následujících experimentů s počítači nejdůležitější. Zadání se vrací k obr. 4. Žákům je podáno vysvětlení, co která část znamená. Zde stojí za zmínku důvod uspořádání jednotlivých průmětů.

Jelikož při realizaci vstupního experimentu bylo již stanoveno, jakým způsobem budou realizovány další experimenty, byl zvolen systém průmětů uvedený v zadání úlohy č. 16. Java aplety, jenž měly být využity v experimentech s počítači, využívají právě tohoto systému uspořádání průmětů. Tím se liší od pro českou školu tradičního uspořádání pravoúhlého rovnoběžného promítání typu nárys, půdorys, bokorys (viz Linkeová, Novák 2004).

Ve výuce rýsování v předchozím ročníku (viz pilotní experiment) se používal pro snazší vyvození jednotlivých průmětů a jejich vazeb promítací kout, kde těleso umístěné v promítacím koutu se „promítá“ na jeho stěny. Po rozložení koutu do roviny obdržíme klasické uspořádání jednotlivých průmětů. Použití této pomůcky nepřineslo očekávaný efekt. Nejproblematictější se ukázalo propojení průmětů mezi sebou. Nabízela se otázka, zda při změně způsobu promítání dojde ke zvýšení či snížení úspěšnosti v řešení takto zadaných úloh.

Úlohy 16 se nejlépe zhostil FIHR, který s minimem nápověd postavil hledané těleso v rekordním čase (2 min 40 s). Velmi dobře se jeví také řešení JAMA, který si s ním poradil téměř bez pomoci, akorát postavené těleso obsahovalo drobnou chybu. U ostatních bylo třeba dát žákům více nápověd. Zejména dodržení více podmínek daných různými pohledy činilo žákům problémy. To ale odpovídá žákům zvláštních škol, pro které je ve většině charakteristická snížená schopnost dodržení více podmínek u jedné úlohy. Dalším problematickým místem řešení byla závislost na rovinné interpretaci jednotlivých pohledů. Ukázalo se, že předchozí úlohy neměly tak silný vliv, aby tento problém dokázaly pomoci překlenout. Například pohled ze předu byl převážně stavěn tak, že otočené T bylo v přední štěně tělesa, přestože to nevyhovovalo podmínce pohledu z boku.

U některých žáků však tato chyba má spojitost s pravolevou orientací (např. MAMO). Obdobně pak některým žákům (např. JAKO, JIKR) při pohledu z boku „překážela“ dopředu vyčnívající kostka.

Obecně lze říci, že většina žáků vycházela ze stavby pohledu s hora, případně ze předu a jejich následné kombinaci. Pohled z boku vstupoval do hry jako poslední.

Silným prostředkem nápovědy se pro jednotlivé pohledy (hlavně z boku a ze předu) stalo postavení předlohy do příslušné polohy společně se zakrytím ostatních pohledů.

Poznámky k průběhu experimentů

U VEZE nebyl experiment dokončen z důvodu konce vyučování. Po zazvonění se VEZE již nebyla schopna ani ochotna na úlohu soustředit a experiment byl proto předčasně ukončen.

U KROD a JAMI byl experiment ukončen z organizačních důvodů. Ze stejného důvodu bylo použito alternativní zadání s využitím zobrazení zadání na tabuli, stejně jako v 7. B.

U FIHR byl průběh experimentu pozměněn zcela záměrně, na základě dosavadních výsledků. U JAMA došlo k záměně v pořadí úloh. Tato záměna vznikla nedopatřením. Obdobně došlo u MAMO k záměně polohy tělesa pro úlohu č. 1.

Závěry

Na základě provedeného experimentu lze říci, že žáci sedmých tříd mají dostatek vlastních zkušeností, aby se ve větší či menší míře dokázali vyrovnat s nároky, které na ně kladou úlohy prostorového charakteru zadané pomocí reprezentací rovinného charakteru. Objevují se zde však společné problémy.

Rovinné zobrazování těles provázejí komplikace se zakreslením částí, které z pohledu žáků vybočují mimo hlavní rovinu tělesa. Pokud dochází k zobrazení více pohledů, je tato rovina pokaždé jiná. Žáci v uvedených experimentech využili zejména dvou způsobů, jak tento problém vyřešit.

Pokud se zaměříme na žakovské interpretace obrazových předloh, můžeme konstatovat, že volné rovnoběžné promítání je vnímáno žáky téměř bez problémů a dobře slouží svému účelu. Pokud se zaměříme na problematiku interpretace jednotlivých průmětů tělesa, je zde nejvýraznějším aspektem snížená schopnost představy, že se za uvedeným obrázkem může skrývat více jak jedno uspořádání tělesa, které navíc nemusí být rovinného charakteru. Tento jev byl očekáván, neboť kolmý průmět tělesa je přeci jenom dosti abstraktní záležitostí. Druhým zásadním problémem bylo dodržení více podmínek při použití vyššího počtu průmětů. Také zde se opět projevil „rušivý“ vliv pohybu žáka (změna pozice) na vnímání rovinných reprezentací těles.

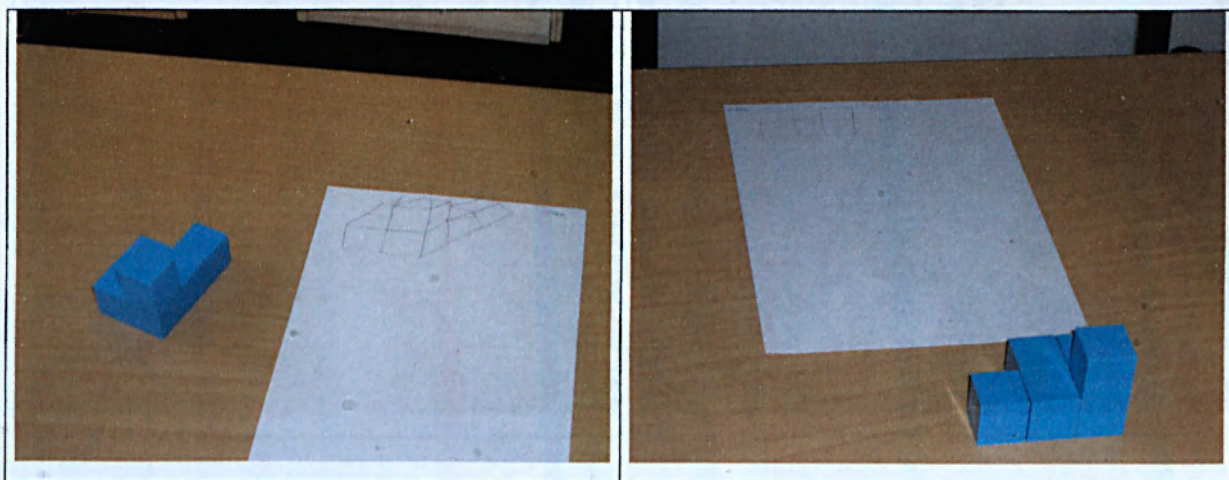
Doplněk vstupního experimentu

Na začátku osmého ročníku (školní rok 2005/2006), před zahájením hlavní skupiny experimentů, byl zrealizován jednoduchý experiment, který měl doplnit závěry z pokusů realizovaných v předchozím školním roce.

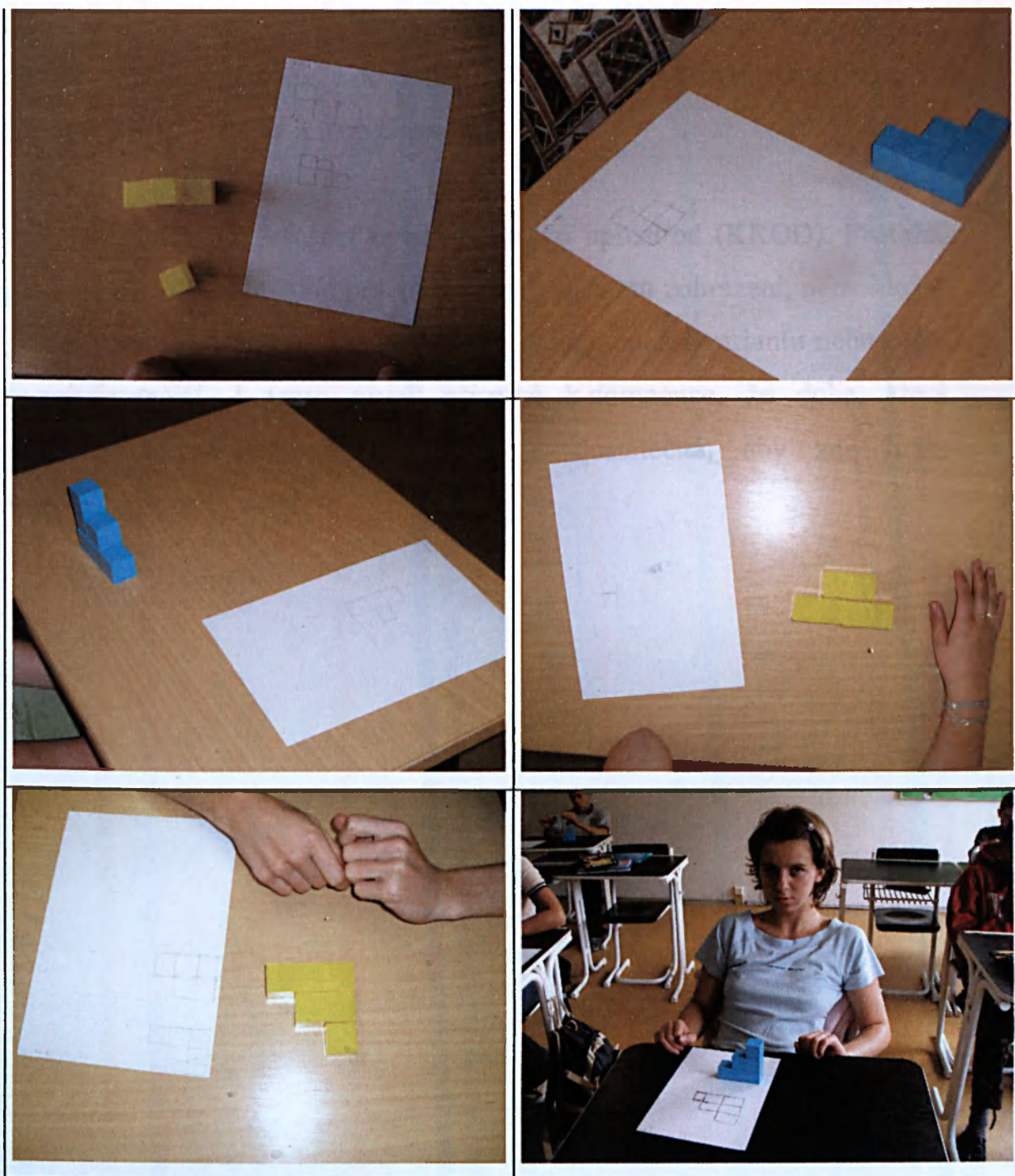
Žákům byly podle kódu rozdány jejich záznamové listy z první úlohy vstupního experimentu. K tomu obdrželi šest plastových krychliček ze stavebnice, která byla původně využita k vymodelování předlohového tělesa. Dále bylo žákům sděleno zadání:

„Postavte těleso, které je na obrázku.“

Experiment sleduje, zda jsou žáci schopni podle svého zobrazení provést rekonstrukci původního tělesa či nikoliv.



Pouze v těchto dvou případech (vlevo FIHR, vpravo MAMO) se podařilo provést rekonstrukci tělesa. U FIHR to není tak překvapivé vzhledem k použitému způsobu zobrazení. U MAMO je úspěch zajímavý, ale není jasné, do jaké míry zde hrála roli paměť. U nikoho jiného se však použití paměti neprokázalo!



Z uvedených obrázků je patrné, že zpětná rekonstrukce není provedena správně. Jedná se vždy v podstatě o rovinné těleso odpovídající zadání.

Pro zajímavost zde uvádím, že opět není upřednostněna pozice naležato ani nastojato, přestože zadání je umístěno naležato na stole.

Za povšimnutí stojí také obrázek uvedený v druhé skupině vlevo nahoře (řešení PEST). Zejména v porovnání s řešením MAMO se prokazuje, že obrázek PEST je zcela jiného charakteru.

Překvapením je také řešení uvedené vpravo uprostřed (KROD). Protože, pokud by KROD použila opravdu poslední variantu zobrazení, nemohla by postavit uvedené těleso. Buď si vybrala nejjednodušší variantu nebo spíše tu nejméně výraznější. I tento prvek přispívá k domněnce, že doba, která uplynula od vstupního experimentu, je dostatečná, aby zde hrála významnější roli paměť.

Hlavní skupina experimentů

Hlavní skupinu experimentů lze rozdělit na několik samostatných částí. Přípravu, experimenty 1-4 a závěry.

Společným prostředím všech zde uvedených experimentů jsou applety uvedené na stránkách <http://www.fi.uu.nl/wisweb/en/> v sekci applety, oblast geometrie. Jedná se o java programy přístupné on-line na Internetu, které svým charakterem lze zařadit mezi tzv. CAD¹⁶ programy. Konkrétně se po řadě jedná o applety:

3 – D Object Viewer

Cube houses

Colouring sides 1

Colouring sides 2

Rotating houses

Building houses

Stránky WisWeb jsou provozovány Freudenthal Institutem¹⁷ v Holandském Utrechtu a slouží jako podpůrný prostředek pro výuku matematiky na druhém a třetím stupni škol (žáci ve věku 12 – 18 let).

Volba apletů byla podmíněna zkušenostmi při výuce kolmého promítání (viz pilotní experiment). Společným znakem apletů je způsob použité reprezentace prostorových útvarů. Je v podstatě dvojího druhu. Prvním je využití kolmých průmětů tělesa, které jsou uspořádány stejným způsobem, jaký byl použit v zadání úlohy č. 16, ve vstupním experimentu. Druhý způsob je využit pro zobrazení pohyblivých reprezentací tělesa. Jedná se

¹⁶ CAD – Computer Assisted Design, poznámka autora

¹⁷ <http://www.freudenthal.nl>

o projektivní zobrazení se středem promítání umístěným za zobrazovaným tělesem (chápej monitorem) a to ve vzdálenosti, která je dostatečná. Dostatečná ve smyslu, že se zobrazované těleso na první pohled jeví téměř jako zobrazené ve volném rovnoběžném promítání (nedochází k nepřirozené deformaci) a přitom se zde uplatňují monokulární vodítka vnímání prostoru (bližší stěna krychle je větší než vzdálenější stěna krychle).

V každém z apletů je sledován trochu jiný jev. Obecně je jádrem problému otázka, jakým způsobem ovlivňují tyto programy vnímání a tvorbu představ zobrazených těles.

Výzkumnou metodou bylo pozorování a následná analýza videozáznamů, v součinnosti s analýzou vlastních terénních záznamů. Videozáznam byl proveden pomocí freeware programu CamStudio 2.0¹⁸ a kamery. Sledovanou skupinou byli žáci 8. A (10 žáků, viz anamnéza). Oproti předchozímu experimentu se skupina probandů rozšířila o nově příchozího žáka (LUHO).

Příprava

Seznámení se s prostředím apletů, možnostmi ovládání atd., probíhalo frontálním způsobem v počítačové učebně. Každý z žáků měl možnost si „pohrát“ s programy 3 – D Object Viewer, Cube houses a Building houses. Při této činnosti se žáci zcela bez návodu (angličtina žákům ZvŠ nepřináší žádnou nápovědu, tento předmět se sice v 8. třídách učí, ale ne na úrovni

¹⁸ Jedná se o počítačový program, která zachytává s určitou frekvencí obraz na monitoru a výsledek ukládá do filmové podoby ve formátu avi, případně wmv. Pokud je k počítači připojen i mikrofón, program dokáže zaznamenat i zvuk. Bohužel zde je v programu chyba a zvuk se postupně rozchází z obrazem.

čtení textů), metodou pokusu a omylu seznamují s možnostmi jednotlivých apletů. Této činnosti bylo věnováno dvacet minut. Během seznamování se s aplety byla řešena otázka jednotlivých reprezentací, co že to vlastně vidíme a jak ovládat pohyblivé části apletů.

Ovládání žákům nečinilo větší obtíže a to ani u těch, kteří počítač doma nevládnou a mají možnost práce s ním jen ve škole.

Zajímavostí je, že i leváci používají pro ovládání programů myši pravou ruku a není to prakticky poznat. Tento jev může souviset s tím, co píše Machová (1993):

„Lateralita rukou se nejdříve začíná projevovat koncem prvního roku, ale u většiny dětí až do věku pěti let stále kolísá. Asi u 30% dětí se již záhy projeví převaha v přednostním užívání jedné ruky. U ostatních je levorukost nebo pravorukost tak málo vyznačena, že střídavě používají obou rukou (ambidextrie). Na tyto děti však působí pravoruké prostředí, takže v pěti letech asi 50% dětí se projevuje jako praváci a jen 10% jako leváci. Obourukost u zbývajících dětí později zpravidla přejde v pravorukost.“

V našem případě se jedná o JAMI a JAMA. Anamnéza nám nic o lateralitě neprozradí. Proto se můžeme jen dohadovat, zda je tato vlastnost podmíněna nevyhraněností levorukosti či zda je to jen důsledek častějšího používání počítačů (tedy i myši), které jsou prioritně nastaveny pro praváky, případně zda je to kombinace obou uvedených aspektů.

V apletu 3 – D Object Viewer se žáci seznamují se způsobem zobrazení osmi různých těles, která si mohou volně vybírat z nabídky a sledovat, jak se mění jednotlivé průměty právě v závislosti na vybraném tělese.

Pokud si přepnou na 3D-model, mohou si ho volně otáčet a prohlížet ze všech stran, nastavovat ho do konkrétní polohy a sledovat, zda to odpovídá sledovaným průmětům. Uvedená tělesa jsou posléze použita i při vlastních experimentech, ale to žáci dopředu nevědí.

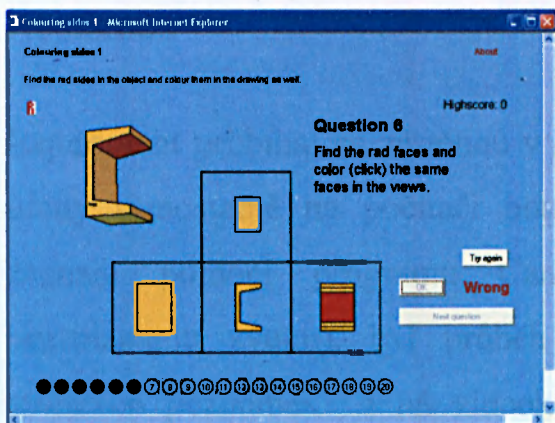
V apletu Cube houses se žáci mohou setkat s novou skupinou těles (také bude později využita) a navíc zde mají možnost přepnutí na zobrazení siluet. Jedná se o významný prvek napomáhající při vytváření představ zobrazení průmětů. Tím, že si žáci mohou průmět i těleso zobrazit v začerněném zobrazení, se u nich podvědomě vytváří poznatek, že nezáleží na tom, co je blíže nebo dál, ale jen na tom, zda je to vidět nebo ne.

Aplet Building houses byl použit až před vlastním (závěrečným) experimentem a posléze i při něm. Možností zcela svobodné tvorby krychlových těles se právě tento aplet stává „konkurentem“ promítacího koutu se sadou krychlí.

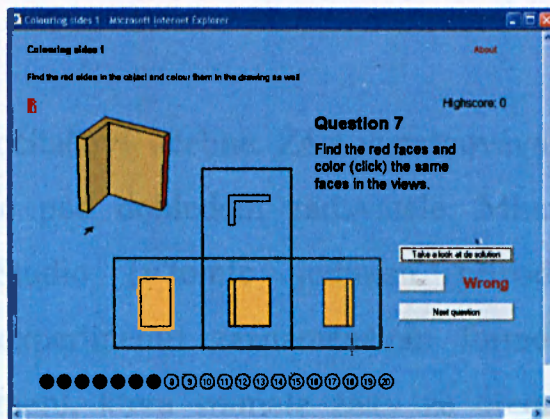
Společnou vlastností všech uvedených apletů je označení přední strany tělesa šipkou, která míří na těleso a společně s ním se i otáčí. Tento prvek je velmi důležitý pro snazší orientaci těleso do správné polohy. Přesto se nezdá stávalo, že si žáci pletli strany a těleso si například otočili zadní stěnou dopředu. Dalším společným prvkem je způsob ovládání, který je realizován pouze za pomoci myši.

Experiment č. 1

Jako první aplet byl použit Colouring sides 1. Program nabízí 20 úloh, ve kterých je cílem obarvovat příslušné stěny v jednotlivých průmětech podle předlohy. Předlohou je těleso, které má obarvenu jednu nebo dvě stěny a se kterým lze libovolně pohybovat pomocí myši. Stavět si ho do význačných poloh a tím si usnadnit řešení jednotlivých úloh.



obr. 12



obr. 13

Program obsahuje dvě funkční tlačítka OK a Next question, která slouží pro ukončení jedné úlohy a pokračování s úlohou další. Mimo tato tlačítka jsou zde ještě dvě skrytá, která se objeví v případě chyby (text Wrong), případně opakované chyby. Program umožňuje nejvýše jednu možnost opravy každé úlohy. Pokud řešitel neobarví správnou stěnu v zobrazených průmětech ani napodruhé, program mu správné řešení ukáže. Mimo reakce typu OK a Wrong slouží ke zpětné vazbě barevné značení číselných terčů jednotlivých úloh. Varianty jsou:

zelený terč – správné řešení

zelený terč s červeným okrajem – správné řešení, ale až na druhý pokus

červený terč – nesprávné řešení

Cílem experimentu je zjištění, jak budou žáci postupovat při řešení jednotlivých úloh, zda se budou opírat a svou představivost nebo budou muset hledat odpovídající polohu tělesa k jednotlivým průmětům. Dále zde bylo sledováno, jak se žáci vypořádají s ovládním a jak bude celkově přijato prostředí programu. Přípravná část naznačovala, že by se v této oblasti nemusel objevit výraznější problém. V neposlední řadě měl experiment propedeutický charakter pro finálový experiment.

Realizace

Experiment probíhal za zástěnou v počítačové učebně. Žáci vypracovávali úlohy samostatně na počítači pouze pod dohledem zadavatele. Mimo záznam pomocí programu CamStudio (v tomto jediném případě bez záznamu zvuku), byl průběh experimentu zaznamenáván formou terénních poznámek a na videokameru, která snímala žáky ze předu. Účelem byl záznam zvuku a reakcí žáků při práci na počítači.

Experimentu se postupně zúčastnilo všech deset žáků, všichni experiment dokončili. Pouze u VEZE došlo k přerušení z důvodů, které budou rozebrány později. Každému z žáků bylo na začátku experimentu umožněno si pohnout s tělesem, aby věděl, že to funguje na stejném principu jako u předchozích programů. Dále byli všichni upozorněni, že šipka označuje předek tělesa, a bylo znovu upřesněno, jaký pohled na těleso se skrývá v každém z průmětů.

Zadání experimentu

Na tělese je obarvena stěna na červeno, ale na jednotlivých průmětech žádná červená stěna není. Tvým úkolem je kliknutím myši na správné místo obarvit stěnu i v příslušném pohledu. Pokud budeš chtít stěnu odbavit, klikni na ni znovu. Pokud si budeš myslet, že jsi hotov(a), klikni na tlačítko OK. Jestliže číslo úlohy zezelená, tak to máš dobře. Když zčervená, tak jsi udělal(a) chybu. Máš nový pokus, klikni na Try again. Pokud se ti nepodaří ani druhý pokus, můžeš se podívat, jak to mělo být. K další úloze se dostaneš kliknutím na tlačítko Next question.

Vyhodnocení

| | | |
|------|--------------------------|---------------------------------|
| FIHR | Celková délka exp. 25:00 | opravená řešení: 6, 11, 13 |
| | | chybná řešení: |
| JAMA | Celková délka exp. 9:45 | opravená řešení: 10 |
| | | chybná řešení: 11 |
| LUHO | Celková délka exp. 9:15 | opravená řešení: 16 |
| | | chybná řešení: 11 |
| PEST | Celková délka exp. 7:12 | opravená řešení: |
| | | chybná řešení: |
| JAKO | Celková délka exp. 27:26 | opravená řešení: 12,14,15,16,19 |
| | | chybná řešení: 6, 11, 17 |
| JKR | Celková délka exp. 19:45 | opravená řešení: 10, 15 |
| | | chybná řešení: 6,11, 12, 13, 14 |
| JAMI | Celková délka exp. 12:37 | opravená řešení: 20 |
| | | chybná řešení: 11, 12, 19 |

| | |
|------|---|
| MAMO | Celková délka exp. 25:47 opravená řešení: 2, 11, 12, 16 chybná řešení: 6, 15 |
| KROD | Celková délka exp. 21:35 opravená řešení: 11, 12, 14 chybná řešení: 13 |
| VEZE | Celková délka exp. 40:30 opravená řešení: 4, 10, 17 chybná řešení: 6, 11, 12, 13 |

Vyhodnocení jednotlivých úloh

Jelikož úlohy jsou při tomto experimentu dané, neboť program nelze nijak modifikovat, je následná analýza postavena na řešeních žáků, zejména na chybách, které se v řešeních objevily.

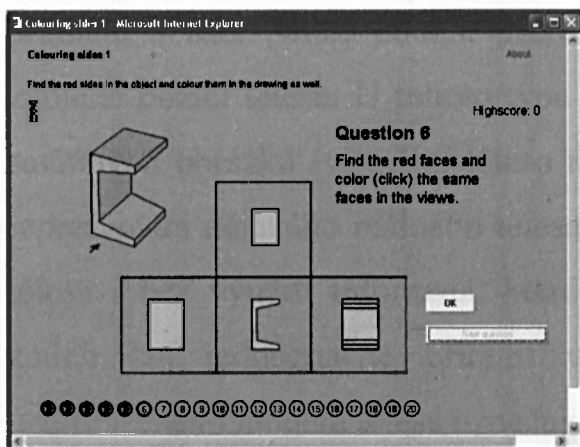
Pokud si četnost chybových řešení přepíšeme do přehlednější formy, získáme rychlý přehled o náročnosti jednotlivých zadání.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|------|---|---|---|-----|----------|----------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| / | / | | / | | //// | | | | /// | //////// | //////// | //// | /// | /// | /// | /// | // | | // | / |

/ - označuje opravené řešení / - označuje chybné řešení

Na první pohled zaujme vysoký počet chybových řešení u úlohy číslo 11 a 12, případně ještě 13. Za povšimnutí také stojí výsledek u úlohy 6. U úloh 6, 11, 12 a 13 je ještě zajímavý počet řešitelů, kteří si s úlohou neporadili ani na druhý pokus.

Úloha 6



obr. 14

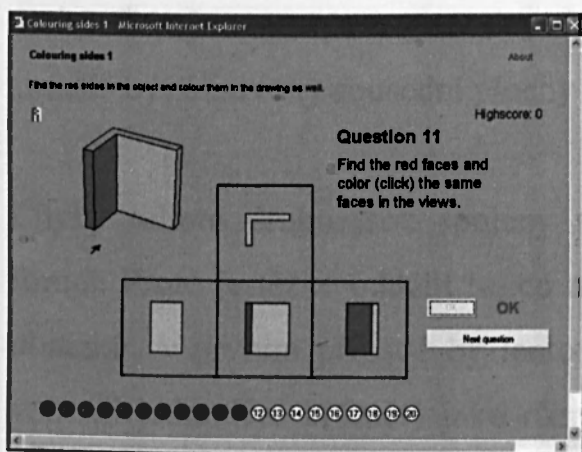
Výchozí pozice úlohy 6 je po přechodu z úlohy 5 uvedena na obrázku 14. Na první pohled zde žádná stěna obarvena není. Skutečnost je ovšem jiná, jak jsme mohli vidět na obr. 12. Tato úloha je v sérii zadání s jednou obarvenou stěnou (úlohy 1 – 9) jednoznačně nejtěžší. Skrývá v sobě hned dvě úskalí. Prvním je „absence“ červené stěny. To však lze snadno překlenout pootočením tělesa. FIHR byl jediný, kdo si nevšiml, která strana je červeně obarvena, a tak zkusmo něco obarvil. Byl ale také jediným, kdo na druhý pokus dokázal řešení úlohy opravit a dojít ke správnému výsledku. Ostatní chybní červenou stěnu našli a chyba u nich vznikla jiným způsobem.

Druhým a z hlediska náročnosti daleko podstatnějším úskalím je místo, které bylo na tělese obarveno. Při pokusech o řešení mají žáci problém najít správný průmět a doplnit ho červenou barvou. Pokud už správný průmět mají (MAMO), tak se u nich dostane do opozice vědomí o velikosti obarvené plochy s velikostí zobrazeného průmětu. To může mít za následek potlačení původně správně zvoleného průmětu a jeho nahrazením průmětem, který obsahuje podobně velký útvar.

U ostatních (JAKO, JIKR, VEZE) nedošlo k identifikaci správného průmětu a žáci pouze použili průmět, který se alespoň něčím podobal zvolené pozici tělesa. U tohoto typu řešení dochází pouze k porovnávání rovinných obrázků (virtuální těleso na monitoru bez pohybu je rovinnou reprezentací nějakého reálného tělesa) bez využití představ o zobrazeném tělese i bez využití informací, které nám dávají kolmé průměty (každý z nich lze jednoznačně přiřadit určité poloze tělesa, neboť šipka u zobrazeného modelu tělesa označuje vždy přední stěnu.)

U MAMO a JAKO došlo při řešení k zajímavému pokusu. Oba žáci se pokoušeli obarvit v pohledu ze předu spodní část horního dílu tělesa, která je zde zobrazena úsečkou. Tento postup, jakkoliv nepoužitelný, alespoň ukazuje, že oba vědí, který z průmětů patří k pohledu ze předu (nebo ho identifikují na základě tvarové shody; JAKO) a že mají správnou představu o tom, kde je červená stěna v tomto pohledu skryta.

Úloha 11



obr. 15

Zdaleka nejvíce chyb se objevuje při řešení úlohy 11. Pouze jediný žák (PEST) si s úlohou dokázal poradit na první pokus, a to pečlivým prohlížením jednotlivých průmětů.

V čem tkví obtíž této úlohy? Analýza řešení žáků ukazuje na výrazné aspekty úlohy, které ji činí obtížnou.

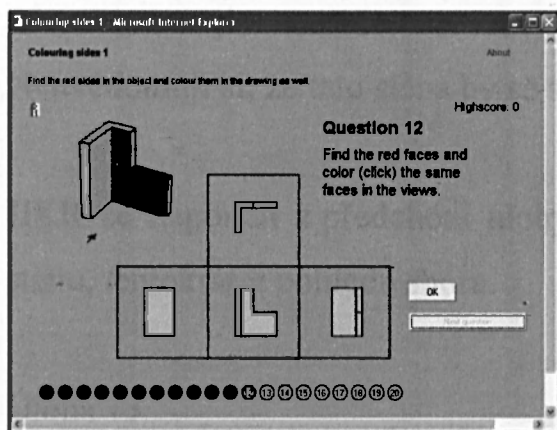
Úloha 11 vede na obarvení dvou stěn. To ale bylo i v úloze 10, jenže v té se obě obarvované stěny nacházely ve stejném průmětu. Zde je nutné obarvit dva průměty, a to je pro žáky nové. FIHR, JAMA, JAKO, JIKR, MAMO a KROD, ti všichni se nechali zmást, obarvili jeden průmět a chtěli pokračovat. Je zajímavé, že poučit se touto chybou dokázal jen FIHR, MAMO a KROD. JAMA, JAKO i JIKR ji v podstatě opakují, akorát použijí druhý průmět. U JAMA jde také trochu o zbrklost (*pro JAMA velmi výrazný charakteristický rys*), o čemž svědčí i to, že následující úlohy už vyřešil bez chyby.

S jiným způsobem řešení se můžeme setkat u JAMA (nakonec ji nepoužil), JAMI a VEZE. Jde v podstatě o zopakování úspěšné strategie z předchozí úlohy. Zde je tento postup motivován sousedností obarvených stěn, proto „musí“ být obarveny sousední plochy i v zobrazeném průmětu.

Chyby tohoto druhu jsou spojeny s vnímáním tělesa v jeho kompaktní formě. Proto je těžké oddělit to, co má být u sebe, do dvou samostatných obrázků. V prvním případě by tento jev také mohl hrát roli, pokud žáci vnímají jednotlivé průměty jako různé reprezentace celého tělesa (o tom, že alespoň někteří to tak dokáží vnímat, nás může přesvědčit pokus MAMO a JAKO v úloze 6 obarvit stěnu zobrazenou na úsečku). Pak lze

interpretovat obarvení pouze jednoho průmětu jako „že se ta barva přelije i za roh“.

Úloha 12



Obr. 16

Úloha 16 je svým charakterem velmi blízká předchozí úloze. Opět je zde obarvena dvojice stěn, které mají společnou hranu. Lze tedy očekávat obdobné obtíže jako v úloze 11. Menší počet chybných řešení naznačuje, že se někteří žáci z předchozí úlohy dokázali poučit.

Analýza příslušných videí nám tuto hypotézu potvrzuje. Všichni napoprvé vybarví stěnu, která leží v nárysném průmětu a úlohu ukončí. Přestože je to již třetí úloha, kde se obarvují dvě stěny, žáci si neuvědomují, že musí kliknout na dvě místa. Jiným možným výkladem této situace je výše zmíněné celistvé chápání obarvené plochy. Tím, že obarvené stěny spolu sousedí, u žáků vzniká chybný vjem, a to i přes to, že stěny jsou graficky oddělené černě obarvenou hranou. Vnímání celistvosti vnímané plochy pak má za následek vyvolání pocitu, že stačí jeden klik na obarvení v průmětech.

Tím, že se jedná o obdobnou situaci jako výše, dokáží se někteří žáci poučit (KROD, JAKO, MAMO). U JAMI a VEZE také dochází k poučení, ale v pravém bokorysu obarví stěnu, která obarvena být nemá. Tato chyba je však pochopitelná. Oba žáci stěnu obarvili po prohlédnutí tělesa z pravého boku, ale s mírným náklonem horní stěny tělesa k sobě. Z tohoto důvodu se jim ukáže červeně obarvená stěna v pravém pohledu. Neuvědomují si, že tato stěna by se správně měla zobrazit na úsečku.

JIKR se nepoučil z předchozí úlohy a při opravě opět obarvil jen jednu stěnu, tentokrát v pohledu shora.

Úloha 13

Úloha 13 nepřináší nic překvapivého. V podstatě se zde objevují stejné chyby jako v předchozích úlohách. Zejména JIKR se stále není schopen poučit a opakovaně ukončuje úlohu po obarvení jedné stěny (ty ale vybírá správně!). Je možné že tlačítko OK chápe jako potvrzovací pro obarvení v jednom průmětu. Dalo by se zde mluvit o období mačkání tlačítka Enter na konci řádku u lidí, kteří se učí psát na počítači.

FIHR poučen chybou v úloze 11 v následující úloze hledá další stěny a správně obarvuje průměty. V úloze 13 jakoby ale na tento postup zapomněl a spokojí se pouze s jedním průmětem. Opravu provede již bez chyby.

U VEZE a KROD nesouvisí chyby s typem úlohy.

Vyhodnocení řešení žáků

Již při vyhodnocování jednotlivých úloh bylo využito řešení žáků. Pokud se zaměříme na určení strategií řešení, které byly použity, může nám předchozí text mnohé napovědět.

FIHR zpočátku nechápe princip obarvování a že znázorněné těleso a uvedené průměty jsou různou reprezentací téhož. Toto zablokování trvá poměrně dlouho (6:08), ale posléze dochází k pochopení, a od té doby se FIHR již bez větších problémů vypořádává s většinou úloh. *Pro FIHR je typické, že nové věci obtížněji přijímá, občas u něj vyvolávají stavy strachu. V tomto případě se tak nestalo, což souvisí s tím že žáci byli podrobně seznámeni s tím, co je čeká. FIHR nedokáže vstřebat více podmínek najednou, ale jestliže pochopí, co se po něm chce, většinou pak již pracuje bez problémů.*

Chyby se dopouští pouze v úloze 6 a v úlohách 11, 13 (viz komentáře k úlohám). Strategie řešení je skryta v preciznosti, se kterou jsou jednotlivá řešení hledána. FIHR pečlivě staví těleso do patřičných poloh a posléze obarví příslušné stěny v jednotlivých průmětech. O tom, že se nejedná o hledání pouze podobných obrazců, nás může mimo jiné přesvědčit řešení úlohy 13 nebo 19, kde jsou bokorysné průměty shodné a FIHR při obarvování jednoho z nich neváhá určit, že to má být ten pravý.

S postupem času se rychlost řešení úloh zvyšuje, ale ne na úkor pečlivosti nastavení polohy tělesa ani správnosti řešení.

JAMA velice rychle chápe, co se po něm žádá, začíná pracovat. Chyba v úloze 10 vzniká nahodilou záměnou pravé a levé strany. V ostatních

případech se mu to již nestává. Chyba v úloze 11 viz komentář výše. JAMA těleso natáčí do příslušných pozic s postupujícím časem s menší přesností bez z újmy na správnosti příslušného řešení.

LUHO zpočátku nechápe zadání a pouze obarvuje průměty. Po zopakování zadání chápe a ve zvyšujícím se tempu vyřeší téměř všechny úlohy bez chyby (úloha 11 viz výše). Zajímavá je chyba v úloze 16, kde přestože je to v pořadí sedmá úloha na obarvení 2 stěn, LUHO obarví pouze jednu, protože si druhé nevšiml. *Toto je charakteristický prvek pro děti zvláštních škol. Děti s nižším intelektem se soustředí na plnění úkolu a jevům, které nejsou zmíněny, nevěnují pozornost.*

PEST je jediný z žáků, který se nedopustil ani jedné chyby. Pracoval až na výjimky způsobem, který můžeme nazvat pozičním, podobně jako FIHR. Přes bezchybnost řešení provázela celý průběh experimentu nejistota. *Pro PEST je to charakteristický rys v nestandardních situacích, případně úkolech.*

JAKO zpočátku nechápe zadání a hlavně vztah tělesa k jednotlivým průmětům. Pro JAKO byla doba přípravné části nedostatečná. Řešení většiny úloh provází nejistota a nesystematičnost. JAKO se často upíná k pohledu zepředu. Chyby mu nepřinášejí poučení.

JIKR vyžaduje také důkladné vysvětlení zadání. Chyby v řešení jednotlivých úloh nepřinášejí poučení (viz výše), ale u JIKR se nejedná tolik o chyby související se smyslem řešení, jde spíše o chyby ze zbrklosti(?) JIKR má výrazné projevy radosti v případě úspěchu a naopak v případě neúspěchu. Je možné, že často odklikne úlohu z důvodu vnitřní jistoty správnosti řešení (jeho části), přestože není úplné.

JAMI zpočátku při řešení váhá a jen pomalu se dostává do tempa. Vícekrát se zde objevuje snaha obarvit hranu. Další chybnou strategií je obarvování horní stěny tělesa v bočním průmětu (viz výše).

U MAMO můžeme velmi často pozorovat problémy se záměnou pravé a levé strany. Tento jev souvisí s nevyhraněnou lateralitou MAMO (viz anamnézy probandů). Zpočátku se přidává nejistota v chápání průmětů, která později odeznívá. Přes zvýšenou chybovost MAMO dokáže většinu úloh správně vyřešit, i když občas byla nutná korekce vzhledem k problémům v oblasti pravolevé orientace. Hlavní strategií v řešení byla obrazová shoda, občas doplněna pokusem o obarvení hrany.

Pro KROD byl jeden ze zásadních okamžiků experimentu zapnutí kamery. Kamera jí vadí, schovává se před ní. Na řešení úloh to ale zřejmě vliv nemělo. Při chybě v úloze 11 se KROD ptá, zda může obarvit stěny na více průmětech. Po odpovědi je jí zcela jasné, jak úlohu vyřešit. Přesto hned v následující úloze se nechá opět zmást a obarví na první pokus jen jeden průmět. V úloze 13 pak zamění pravý a levý průmět a při opravě vychází z chybného umístění pravého průmětu a „opravuje“ původně správné řešení na chybné. V úloze 14 se opět spokojí s jedním průmětem, v dalších úlohách je vše již v pořádku.

VEZE potřebovala k dokončení experimentu jednoznačně nejvíce času. Navíc byl experiment přerušen, neboť se dostal do slepé uličky. Zejména od 10 úlohy VEZE začíná chybovat a postupně nepomáhají ani kontrolní otázky, ani konkrétní nápověda. Se ztrátou jistoty dochází u VEZE k jen těžko identifikovatelným postupům při řešení úloh. *VEZE je dívka, která při výuce dosahuje velmi nevyrovnaných výsledků. Její schopnost se*

soustředit je do značné míry závislá na úspěšnosti při řešení úloh dané výukové situace. Pokud se dostane do situace, kdy tzv. začne „ztrácet půdu pod nohama“, dochází u ní k přechodu do opozice, kterou dává najevo zcela nahodilým způsobem řešení. Předpokládám, že tato situace nastala i zde, a přerušeni bylo vhodným (na základě zkušenosti) způsobem, jak tuto situaci vyřešit.

Po přerušeni dojde nejdříve k návratu k apletu 3 – D Object Viewer a opětovnému připomnění základních pravidel příslušného zobrazení. Poté se VEZE vrátila k experimentu, který byl znovu zahájen od úlohy 15¹⁹. Až na chybu v úloze 17 VEZE dokázala vyřešit všechny úlohy správně, ale ve většině případů s nápovědou!

Závěry

Shrneme-li předchozí postřehy, můžeme dojít k následujícím závěrům.

Experiment č. 1 společně s přípravnou částí jednoznačně ukazuje, že žáci, kteří byli úspěšní při vstupním experimentu, se bez větších problémů dokáží adaptovat na prostředí, které jim poskytuje počítačový program. Lze také dobře vyzorovat, kdo dokáže při řešení úloh využívat představivost a kdo jen hledá graficky podobné obrazce.

Tím se dostáváme ke strategiím řešení, které byly použity. Jednou z nejvýraznějších je výše zmíněná obrazová shoda. Pokud je navíc podpořena pochopením polohy jednotlivých průmětů vzhledem k tělesu,

¹⁹ Do úlohy 14 (video VEZE 1_1) vyřešeno zadavatelem; poznámka autora

je tato strategie v podstatě absolutní. Její nevýhodou (nikoliv pro úspěšnost řešení) je, že k ní není potřeba prostorových představ.

Jiným způsobem řešení úloh je vzhled do situace. Žák nemusí otáčet těleso do přesné polohy (vzhledem k průmětům) a přesto je schopen obarvit správný průmět. Tato strategie je již ryze prostorová.

Jiná metoda, jak ověřit, že je zobrazené těleso vnímáno opravdu prostorově, souvisí s chybným řešením, kdy se žák snaží obarvit, např. v nárysném průmětu, stěnu, která je reprezentována úsečkou. Chyba obarvování průmětů související se sousedností červených stěn v předloze je naopak spojena spíše s rovinným vnímáním zobrazeného tělesa.

Realizace

Experiment byl opět prováděn na počítači umístěném v počítačové učelně. Jeho záznam byl proveden pomocí programu CamStudio, tentokrát včetně zvukové stopy²⁰ a pomocí záznamů zadavatele.

Experimentu se postupně zúčastnilo všech deset žáků, všichni experiment dokončili. Každému z žáků bylo na začátku experimentu umožněno si počkat s učitelem, aby věděl, že to funguje na stejném principu jako u předchozích programů. Dále byl všichni upozomeni, že šipka označuje předek tělesa a bylo snová upozomeno, jaký pohled na těleso se skrývá v každém z průmětů.

²⁰ Databáze program CamStudio má problémy se zachycením skříněcího zvuku a učitel vzhledem k tomu, že učitel je učitel, není je kvůli němu vyloučen. Ani s tímto nastavením programu se učitel nechtěl vyrovnat, takže učitel vzhledem k tomu, že učitel je učitel, není je kvůli němu vyloučen.

Experiment č. 2

Pro druhý experiment byl využit aplet Colouring sides 2. Prostředí a ovládání apletu je shodné s apletem Colouring sides 1. Rozdíl je pouze v záměně předlohy. Zde jako předloha slouží kolmé průměty a obarvuje se dynamický model tělesa. Úlohy jsou řazeny ve stejném pořadí a jedná se v podstatě o inverzní úlohy k úlohám z předchozího experimentu.

Cílem experimentu je zjištění, jestli a případně do jaké míry zkušenost žáků s předchozím experimentem ovlivní řešení úloh zde. Dále se experiment zaměřil na potvrzení případně vyvrácení některých postřehů zaznamenaných při realizaci experimentu č. 1.

Realizace

Experiment byl opět prováděn na počítači umístěném v počítačové učebně. Jeho záznam byl proveden pomocí programu CamStudio, tentokrát včetně zvukové stopy²⁰ a pomocí terénních záznamů zadavatele.

Experimentu se postupně zúčastnilo všech deset žáků, všichni experiment dokončili. Každému z žáků bylo na začátku experimentu umožněno si pohnout s tělesem, aby věděl, že to funguje na stejném principu jako u předchozích programů. Dále byli všichni upozorněni, že šipka označuje předeek tělesa a bylo znovu upřesněno, jaký pohled na těleso se skrývá v každém z průmětů.

²⁰ Bohužel program CamStudio má problémy se současným ukládáním videa a audia. V důsledku toho výsledný soubor obsahuje audiostopu, která je kratší než videostopa. Ani změnou nastavení programu se tento nedostatek nepodařilo odstranit. Poznámka autora.

Zadání experimentu

Na jednotlivých průmětech vpravo jsou některé stěny tělesa nabarveny na červeno. Tvým úkolem je najít příslušné stěny na pohyblivém tělesu vlevo nahoře a obarvit je kliknutím. Pokud se spleteš, stačí kliknout podruhé. Ovládání je stejné jako minule, včetně hodnocení. Zelená dobře, červená chyba.

Vyhodnocení

| | | |
|------|--------------------------|--|
| FIHR | Celková délka exp. 10:47 | opravená řešení: 11, 14, 19 chybná řešení: |
| KROD | Celková délka exp. 13:16 | opravená řešení: 19 chybná řešení: 10 |
| JAMI | Celková délka exp. 4:43 | opravená řešení: chybná řešení: |
| PEST | Celková délka exp. 7:17 | opravená řešení: 1, 6, 19 chybná řešení: |
| JAMA | Celková délka exp. 4:16 | opravená řešení: 19 chybná řešení: |
| LUHO | Celková délka exp. 4:45 | opravená řešení: 13 chybná řešení: |
| VEZE | Celková délka exp. 14:40 | opravená řešení: chybná řešení: 6, 11, 13, 17 |
| JKR | Celková délka exp. 6:10 | opravená řešení: 12 chybná řešení: |
| JAKO | Celková délka exp. 11:05 | opravená řešení: 15 chybná řešení: 6, 19 |
| MAMO | Celková délka exp. 6:43 | opravená řešení: 15 chybná řešení: |

Hned na první pohled je znát velký nárůst úspěšnosti řešení, a to jednak z hlediska rychlosti a také z hlediska počtu chybně řešených úloh. Tento jev může být zapříčiněn tím, že si žáci pamatují úlohy z minula. To se nepotvrdilo, žáci si pouze uvědomují podobnost zadání. Mezi ně patří FIHR, JAMI, PEST. Tito žáci sami začali řešit úlohy, aniž by potřebovali zadání slyšet. Našli se ale i tací, kteří zadání napoprvé nepochopili.

Z hlediska počtu chyb byla nejméně úspěšnou úloha 19. Významná je pouze chyba, kterou udělali FIHR a JAMA, když zaměnili pohled shora za pohled zdola. JAKO využívá tvarové shody a zcela ignoruje informace o průmětech. PEST chybí ze zbrklosti.

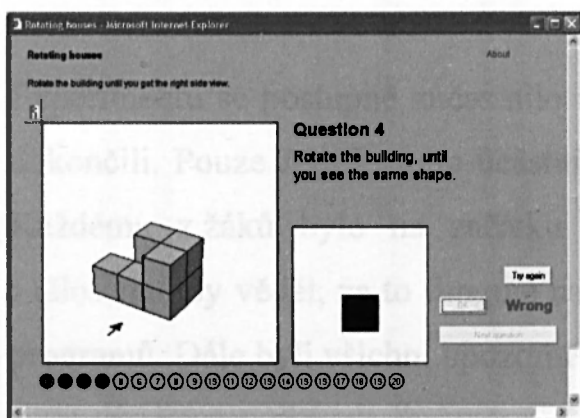
V úloze 6 sehrál roli stejný aspekt, o kterém se hovořilo v předchozím experimentu. U PEST došlo k obarvení horní části a naklonění tělesa, čímž vznikl podobný útvar jako v zadání. Tento postup svědčí o hledání řešení na základě rovinné podobnosti.

Z hlediska způsobů řešení zadaných úloh lze opět pozorovat stejné strategie řešení jako v předešlém experimentu. Zde se častěji objevuje řešení bez umístění tělesa do patřičné polohy.

Závěry

Při řešení úloh se projevila zkušenost z minulého experimentu. Žáci si byli daleko jistější a podstatně méně chybovali. Nízký počet chyb dozajista ovlivnila i paměť (*JAMI se svěřil, že úlohu 6 si pamatoval*). Svou roli zde sehrál i fakt, že tento směr zadání, od průmětů k tělesu, je snazší, například v oblasti obarvování sousedních stěn.

Experiment č. 3



obr. 17

Třetí experiment využívá aplet Rotating houses. Program nabízí 20 úloh, ve kterých je cílem nastavit zobrazené těleso do odpovídající polohy.

Program obsahuje dvě funkční tlačítka, OK a Next question, která slouží pro ukončení jedné úlohy a pokračování s úlohou další. Mimo tato tlačítka je zde ještě jedno skryté, které se objeví v případě chyby (text Wrong). Program umožňuje nejvýše jednu možnost opravy každé úlohy. Zpětnovazební prvky jsou shodné s doposud používanými aplety (obr. 17).

Cílem experimentu je zjištění, jak budou žáci postupovat při řešení jednotlivých úloh. Jak budou vnímat „stínový“ průmět ve vztahu k zobrazenému tělesu a zda se u nich neobjeví rozkol mezi znázorněním tělesa a průmětem. Experiment měl pouze doplňkový charakter.

Realizace

Experiment probíhal za zástěnou v počítačové učebně. Žáci vypracovávali úlohy samostatně na počítači pouze pod dohledem zadavatele. Mimo

záznam pomocí programu CamStudio byl průběh experimentu zaznamenáván formou terénních poznámek.

Experimentu se postupně zúčastnilo všech deset žáků, všichni experiment dokončili. Pouze JAMI se ho účastnil později z důvodů absence ve škole. Každému z žáků bylo na začátku experimentu umožněno si pohnout s tělesem, aby věděl, že to funguje na stejném principu jako u předchozích programů. Dále byli všichni upozorněni, že šipka označuje předek tělesa.

Zadání experimentu

Tvým úkolem je postavit těleso do takové polohy, aby to odpovídalo obrázku vpravo. Můžeš si představit, že je to jeho stín. Ovládání je stejné jako u programů, které jsme využívali dříve.

Vyhodnocení

| | | |
|------|--------------------------|---|
| LUHO | Celková délka exp. 6:7 | opravená řešení: chybná řešení: |
| PEST | Celková délka exp. 7:32 | opravená řešení: 6, 8, 9 chybná řešení: |
| JAKO | Celková délka exp. 16:03 | opravená řešení: 8 chybná řešení: 1, 2 |
| KROD | Celková délka exp. 5:30 | opravená řešení: chybná řešení: |
| MAMO | Celková délka exp. 5:58 | opravená řešení: chybná řešení: |
| VEZE | Celková délka exp. 35:33 | opravená řešení: 1, 2, 8, 11, 12 chybná řešení 7, 16 |

| | | |
|------|-------------------------|---------------------|
| JIKR | Celková délka exp. 4:49 | opravená řešení: 18 |
| | | chybná řešení: |
| FIHR | Celková délka exp. 7:56 | opravená řešení: |
| | | chybná řešení: |
| JAMA | Celková délka exp. 5:15 | opravená řešení: |
| | | chybná řešení: |
| JAMI | Celková délka exp. 7:48 | opravená řešení: 6 |
| | | chybná řešení: |

Jak je patrné z výsledků, tak se většina žáků již natolik sžila s programy tohoto typu, že jim nedělají už téměř žádné potíže. Jednotlivé chyby jsou způsobeny zbrklostí nebo nepřesností polohy (JAMI, JIKR a hlavně PEST).

Chyby JAKO jsou opět zajímavé. V první úloze nepochopil zadání a v opravě se pokusil použít těleso v podobném tvaru, ale ne v tom správném. Druhá úloha je poněkud složitější. JAKO využívá souměrných poloh, ale není schopen určit tu správnou.

Nejvíce problémů má s programem VEZE, jelikož její strategie spočívá zásadně v porovnávání průmětu a tělesa (nejčastější strategie řešení). Protože těleso je zobrazeno v projekčním zobrazení a průměty v kolmém, tak se pochopitelně stává, že se porovnávané obrázky liší. Pozitivní na tom je, že VEZE vnímá dynamické těleso jako prostorovou reprezentaci. Protože v komentářích používá např. „že kostky jsou nahoře ale vedle je to rovný“.

Závěry

Přes minimum chyb je dobré si uvědomit, že úlohy sami o sobě mohou být pro někoho obtížné. Zejména přetočení nahoru nebo dolů, případně prohození stran, to jsou úlohy, které našim dětem činí největší problém. Také možnost více řešení byla zpomalujícím atributem řešení úloh.

Úlohy tohoto experimentu mají navíc poněkud horší ovladatelnost²¹, o to více je potěšující, jak se s tímto prvkem žáci dokázali vyrovnat.



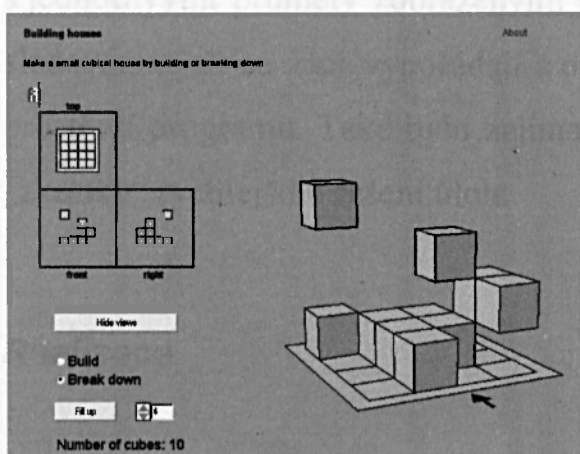
obráz. 18

Program nabízí možnost pomocí klikání myši vytvářet libovolné tělesa v maximálních rozměrech odpovídající krychli s podstavou čtverce daného tvarového rámečku (tu lze upravovat, ale v experimentech byl použit rozměr 4 x 4). Krychle se přidávají klikáním na podklad nebo na strany již existujících krychlí. Pokud potřebujeme některou z nich smazat zakrtáme ji do pole tlačítka Break, down. Ještě je zde tlačítko Fill up, které se po použití zobrazí na Remove all. Toto tlačítko může urychlit stavbu trojitého tělesa, což je významné hodí na smazání starého řešení. Možnosti stavby jsou naznačeny na obr. 18.

²¹ Mají jinak umístěný střed otáčení, což způsobuje drobné obtíže při ovládání.

Experiment č. 4

V zásadě lze říci, že se jedná o experiment nejobsáhlejší. Pro jeho realizaci byl použit aplet Building Houses a písemné zadání (viz příloha II). Tomu předcházelo dvacet minut volné práce s apletem, při kterých se žáci seznamovali s možnostmi a ovládacími prvky apletu.



obr. 18

Program nabízí možnost pomocí klikání myši vybudovat libovolné těleso v maximálních rozměrech odpovídající krychli s podstavou čtverce daného stavební plochou (tu lze upravit, ale v experimentech byl použit rozměr 4 x 4). Krychle se přidávají klikáním na podklad nebo na stěny již existujících krychlí. Pokud potřebujeme některou z nich smazat zaškrtneme místo pole Build pole Break down. Ještě je zde tlačítko Fill up, které se po použití změní na Remove all. Toto tlačítko může urychlit stavbu určitého tělesa a také se výborně hodí na smazání starého zadání. Možnosti stavby jsou naznačeny na obr. 18.

Při stavbě nebo bourání krychlového tělesa se stále upravuje pole průmětů podle aktuálního stavu tělesa. Tuto vlastnost můžeme vypnout. V experimentu slouží toto zobrazení jako zpětná vazba pro řešitele zadání.

Cílem experimentu je zjištění, jak budou žáci postupovat při řešení jednotlivých úloh, zda se budou opírat a svou představivost nebo budou muset hledat odpovídající polohu krychlí porovnáváním zadání s jednotlivými průměty zobrazenými na monitoru počítače. Dále zde bylo sledováno, jak se žáci vypořádají s ovládáním a celkově jak bude přijato prostředí programu. Také bylo zajímavé sledovat jestli žáci odhalí některé „zkratky“ rychlejšího řešení úloh.

Realizace

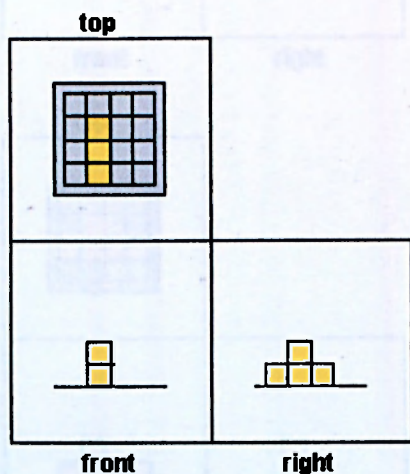
Experiment probíhal za zástěnou v počítačové učebně. Žáci vypracovávali úlohy samostatně na počítači pouze pod dohledem zadavatele. Mimo záznam pomocí programu CamStudio, byl průběh experimentu zaznamenáván formou terénních poznámek.

Experimentu se postupně zúčastnilo všech deset žáků, všichni experiment dokončili. Experiment proběhl ve třech dnech. U JIKR došlo k přerušení z organizačních důvodů (25 min). U VEZE opakovaný experiment z důvodů selhání techniky.

Každému z žáků bylo na začátku experimentu připomenuto, co znamenají jednotlivé průměty (zde jen tři) a jak se přidávají a odebírají krychle. Dále byli všichni upozorněni, že šipka označuje předek vzniklého tělesa.

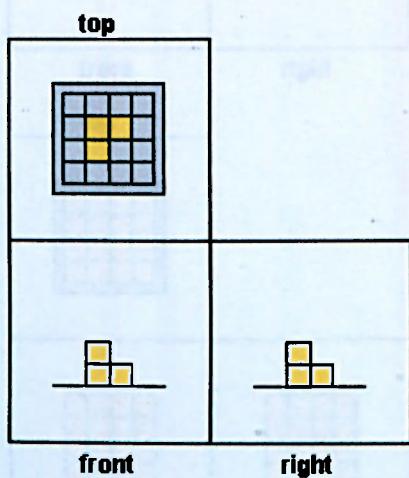
Zadání experimentu

Každému z žáků byly postupně předkládány kartičky se zadáním a s pokynem, ať postaví dané těleso. Náročnost úloh se postupně zvyšovala.



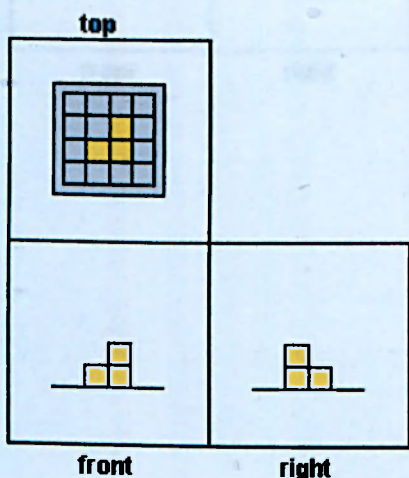
Úloha A

Ověřovací úloha na pochopení zadání.



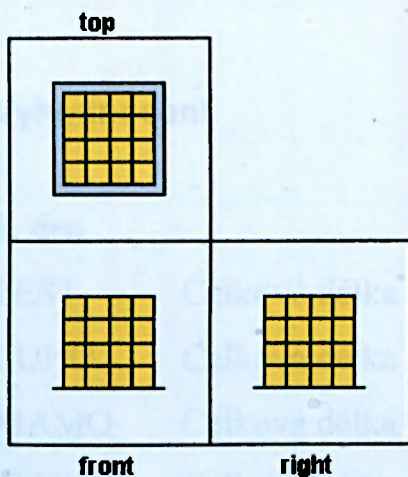
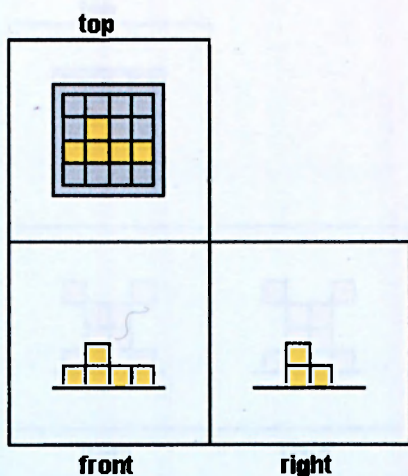
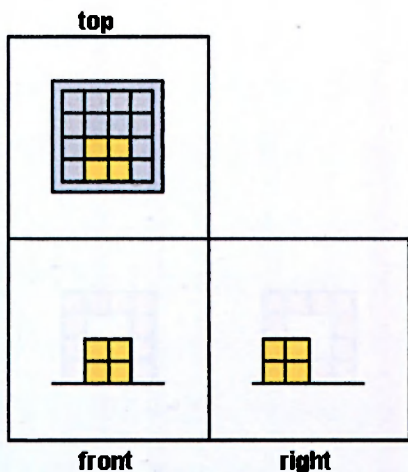
Úloha B

Ad A



Úloha C

Zde se sledovala potenciální změna. Doplnující otázka: Lze nějakou krychli ubrat, aby se nezměnily zobrazené průměty? Kterou?



Úloha D

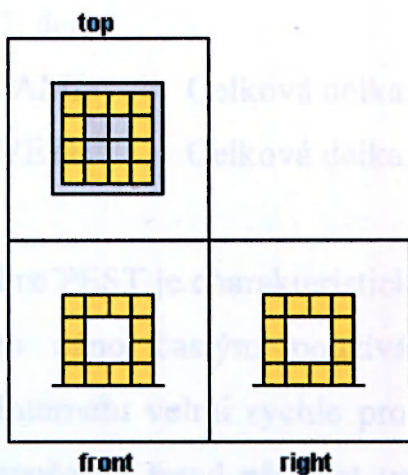
Zde se sledovala dodržení umístění. Doplňující otázka: Lze nějakou krychli ubrat, aby se nezměnily zobrazené průměty? Kterou?

Úloha E

Ad D sledovala způsob realizace. Doplňující otázka: Lze nějakou krychli ubrat, aby se nezměnily zobrazené průměty? Kterou?

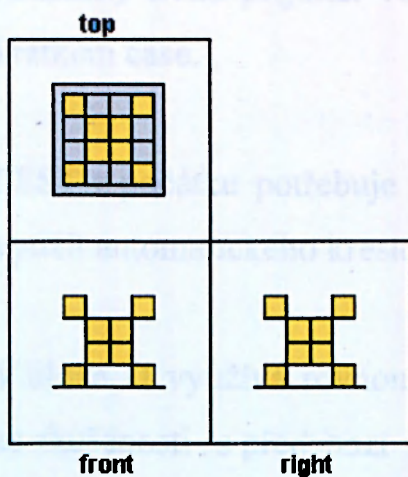
Úloha F

Úloha sledovala způsob realizace. Doplňující otázka: Lze nějakou krychli ubrat, aby se nezměnily zobrazené průměty? Kterou?



Úloha G

Úloha sledovala způsob realizace.
Doplňující otázka: Lze nějakou krychli ubrat, aby se nezměnily zobrazené průměty? Kterou?



Úloha H

Úloha sledovala způsob realizace.
Doplňující otázka: Lze nějakou krychli ubrat, aby se nezměnily zobrazené průměty? Kterou?

Vyhodnocení

1. den

| | | |
|------|----------------------------|---------|
| PEST | Celková délka experimentu: | 25:51 |
| LUHO | Celková délka experimentu: | 15:19 |
| MAMO | Celková délka experimentu: | 34:56 |
| JAKO | Celková délka experimentu: | 1:00:43 |

2. den

| | | |
|------|----------------------------|---------------|
| FIHR | Celková délka experimentu: | 58:56 |
| KROD | Celková délka experimentu: | 37:50 |
| JKR | Celková délka experimentu: | 24:25 + 10:46 |

3. den

JAMI Celková délka experimentu: 21:35

VEZE Celková délka experimentu: ??? + 41:26

Pro PEST je charakteristická zbrkllost při řešení úloh na PC. Je možné, že je to dáno častým používáním počítače, potažmo Internetu. Uživatelé Internetu velmi rychle procházejí stránky a málokde se zdrží déle. Je to současný trend přijímat velké množství útržkovitých informací ve velmi krátkém čase.

PEST z počátku potřebuje nápovědu ve formě výzvy ke kontrole. Neumí využít automatického kreslení průmětů počítačem jako kontrolní zařízení.

V úloze D využívá rovnou méně kostek než je nezbytně nutné, to plyne ze zkušenosti s předchozí úlohou. Na následujících úlohách prokazuje, že tomu opravdu rozumí.

V úloze F má nápad, že může využít Fill up, při ubírání není systematický a dostane se na počet 31 krychlí.

V úloze H má problém, jak dostat krychle do vzduchu (krajní sloupy), přestože to už v podstatě jednou udělal (prostředek). V H ubírá jednu krychli.

LUHO si velice dobře poradil s prvními úlohami, bez problémů přichází na to, která kostka je nadbytečná.

Stejně jako PEST staví úlohu G jedním kliknutím. Ubírá kostky systematictěji, ale dostává se také „jen“ na 31 krychlí.

Pozoruhodný je jeho výsledek v úloze G, kde při minimalizaci dosahuje 18 kostek! Skutečné minimum je 12! Velmi dobře si dokázal poradit i se závěrečnou úlohou, kde při minimalizaci využívá zkušenost z úlohy D, kterou ještě vylepšuje.

MAMO zpočátku není schopen splnit podmínku správného umístění. Posléze se s ní vyrovná a pak již umísťuje tělesa správně.

U MAMO je největším problémem pravolevá orientace. Neustále má tendence kontrolovat levý pohled, který zde ale není využit.

V úloze G se dostane do pozice, kdy by mohl skončit, ale pokračuje dál. Řešení následujících úloh se neobejde bez směrování.

JAKO dosáhl jednoznačně nejdelšího času, ale poté, co pochopil smysl úlohy, snaží se alespoň o nějakou systematickosti, proto začíná vždy pohledem shora. Neustále si také kontroluje pohledy na těleso i na zobrazované průměty. Přesto u JAKO dochází asi k největším problémům s realizací experimentu. Chybí propojení průmětů na těleso, představivost je také v této oblasti nedostatečná. Navíc JAKO nezvládá kontrolovat více podmínek najednou.

Náročnější úlohy v závěru experimentu není schopen řešit bez pomoci. Ale nakonec se k řešení dostane!

Při srovnání s JAKO stojí JAMA na opačném pólu. Až na drobnosti si dokáže poradit s celou sérií úloh sám a v některých případech dokonce velmi efektivně. Například minimalizace počtu krychlí v úloze D je úplná!

V úloze G staví JAMA jen nezbytné stěny a ještě je dokáže částečně minimalizovat (21!)

V poslední úloze pak, až na jednu chybu týkající se špatného odhadu výšky, dokáže uplatnit postup pro minimalizaci z úlohy D.

Zásadní problém pro FIHR je projektivní zobrazení tělesa. Zejména v úloze F to jasně vyplývá, když FIHR končí třetí řadou, aby při pohledu shora stále viděl šedý okraj stavební plochy.

Dalším specifikem pro FIHR je jeho nedůvěra v sebe sama, která se projevuje ve váhavosti a nejistotě při řešení úloh, ale také radost, pokud se mu podaří dojít k cíli.

KROD se při svých řešeních víceméně upíná na pohled ze předu, který potom doplňuje. Pracuje v klidném tempu.

Úlohu F zpočátku staví po jedné, ale později dochází k poznání, že to lze udělat na ráz. Krychle ubírá ze zadu ve shodě s řešením minimalizace úlohy D.

V úloze G staví jen dostačující stěny, ale pak je doplňuje. Při ubírání je patrná nejistota. KROD nemá dostatečné propojení na průměty .

V úloze H dokáže využít doplnění do úplné krychle a z ní postupným ubíráním obdržet hledané těleso.

Pro JIKR byl jedním u největších problémů, pochopit ubírání kostek beze změn v průmětech. Jedna z příčin je spojena s neuvědoměním si, že v této aplikaci mohou krychle být umístěné i v prostoru bez spodní opory.

JAMI po zkušenosti s úlohou C řeší následující úlohu rovnou s minimálním počtem krychlí. Tuto strategii se pokouší uplatnit i v dalších úlohách. Ale ne efektivně, vždy přidává kostky, i když už by nemusel.

Ve většině případů si JAMI kontroluje těleso a vynechává průměty. Z tohoto důvodu dělá častěji chyby. Po upozornění je ale okamžitě dokáže odstranit.

VEZE dělá experiment podruhé, protože u prvního nebyl funkční záznam. Přesto jsou její výsledky více než slabší. Pomineme-li druhou část experimentu, kde více než své chápání využívá paměť, nejsou její výsledky přesvědčivé.

Závěry

Experiment č. 4 byl jednoznačně nejrozsáhlejší, ale také nejméně regulovaný. Z hlediska vyhodnocení by jistě data vydala na samostatnou práci, pokud by byl jejím obsahem kvalitativní rozbor prací žáků. Z hlediska zaměření této práce však vystačíme i s užším výběrem charakteristických jevů pro řešení výše uvedených úkolů.

Jedním z nejvýraznějších problémů v tomto experimentu je neschopnost žáků dodržet více podmínek a zároveň efektivně využít širší možnost kontroly svého výsledku. Dalším problémem je charakter experimentu.

Zde se v podstatě jedná o částečně řízený rozhovor doprovázený realizací činností na počítači, při které jsou žáci více či méně směřováni k cíli.

V protiváze negativ stojí minimálně jedno velké pozitivum. Všichni žáci experiment úspěšně dokončili. A nejen to. Většina z nich návody skoro nepotřebovala a někteří dokonce nacházeli efektivnější řešení než se očekávalo. Zejména stavby z konce zadání nebyly rozhodně triviální.

Také problematika ubírání neboli minimalizace byla žáky zvládána od nahodilého pokusu až po systematické čištění za pomoci představivosti. Velmi silným prvkem je také schopnost použít postup redukce krychlí z jednoduchých úloh do úloh náročnějších.

Shrnutí

V práci jsem se pokoušel ukázat, že problematika vnímání prostorových reprezentací nemusí být zkoumána jen za použití reálných modelů tak, jak to bývá obvyklé. Ale že můžeme nahradit modely reálného světa modely virtuálními.

Vnímání prostoru a vytváření představ v uměle vytvořeném světě počítačové reality má svá pravidla. Pokud bychom používali pouze statická zobrazení, bylo by to stejné, jako kdybychom chtěli zkoumat reálný svět pomocí fotek v knize. Jisté informace sice obdržíme, ale vždy nám bude scházet jeden rozměr. Počítačové simulace tento rozměr postrádají také, ale nahrazují ho pohybem. A je to právě pohyb, který společně s monokulárními vodítky hloubky vyvolává pocit reálného prostoru. Virtuální realita je ve skutečnosti dvourozměrná, takže stojí někde mezi obrazovou reprezentací prostoru a modelováním ve skutečném trojdimenzionálním prostoru.

Tato pozice může přinášet výhody i úskalí. Obojího se v experimentech objevilo dosti. Mezi úskalí může řadit onu nevyhraněnost počítačových reprezentací. Ta pak může způsobovat vznik chyb, které by se při práci s reálnými modely neobjevily. Příkladem takovéhoho obstaklu může být špatná interpretace projektivně zobrazeného tělesa. Totéž ale můžeme pozorovat i u rovinných reprezentací prostoru a oproti těm je zde možnost podívat se na zobrazené těleso z jiného úhlu, pootočit ho.

Nevýhod se jistě najde ještě více, stačí se podívat na závěry jednotlivých experimentů. Co je však velmi podstatné, je to, že je dokážeme popsat a v některých případech i překlenout.

Výhody použití počítačů jsou pak jednoznačně dány vyšší mírou jednoduchosti vnímání a interpretace reprezentací prostorových útvarů právě díky možnosti pohybu! Zde musím zmínit komentář mého školitele, že do budoucna by mohlo být zajímavé u reálných těles použít rotační podstavec a provést srovnání s počítačovou simulací.

V neposlední řadě se zdá, že by uvedené programy mohly dobře sloužit jako diagnostický nástroj pro zkoumání prostorové představivosti. Tato myšlenka by však potřebovala podpořit výzkumem, který by měl zcela jiný charakter. Z důvodu dostatečné relevance validity by muselo jít o kvantitativní výzkum se zaměřením na konkrétní jevy.

Závěrem si neodpustím jednu poznámku. Motivace vzniku této práce měla dva kořeny. Jeden nedůležitý – povinnost, a jeden přirozený. Výuka rýsování na zvláštní škole je oním přirozeným motivem pro realizaci provedených experimentů.

Za těch několik málo let, co učím na zvláštní škole, jsem si uvědomil, jak velký přínos pro mě tato zkušenost má. Dennodenně jsem nucen se potýkat s problémy, o kterých jsem dříve ani netušil, že je žáci mohou mít. To, co na základních školách je samozřejmostí, to zde je cílem, který nemusí každý dosáhnout. Nechci, aby tento text vyzníval příliš pateticky, jen se snažím ilustrovat situaci, v jaké vznikla potřeba realizace uvedených experimentů.

Po nepříliš dobrých zkušenostech s promítacím koutem a plastovými modely krychlí při výuce rýsování jsem se rozhodl jít jinou cestou. Zdůrazňuji, že si ale rozhodně nemyslím, že počítače jsou řešením všeho. V tomto případě se však stalo, že žáci osmé třídy po několika hodinách řeší úlohy, které rozhodně nepatří mezi triviální. A to rozhodně stojí za povšimnutí. Do budoucna bude zajímavé, jak a zdali vůbec se tato zkušenost žáků projeví v novém školním roce, až se vrátíme k pravítku, tužce a listu čistého papíru.

Aitwood, T., Asperger, G., Šedroň, P.: *Portál*, Praha 2005 ISBN 80-7178-2979-8

Bertrand, Y.: *Soudobé teorie vzdělávání*, Portál, Praha, 1998,
ISBN 80-7178-216-5

Bengissoon, K.: *Using New Technology and Group Work Activities to Enhance of Mathematics*, South Bank University, London, 1999

Čáp, J., Mareš, J.: *Psychologie pro učitele*, Portál, Praha, 2001,
ISBN 80-7178-463-X

Dvořák, P., Olejníková, B.: *Výukový software*. In: *Sborník Letní školy doktorandských studií Chocerady*, 2000.

Dvořák, P., Olejníková, B.: *Výukový software*. In: *Sborník Dva dny s didaktikou matematiky 2001*, Praha, 2001

Dvořák, P.: *Use of information technologies in mathematics education of children concretely with learning difficulties*. *Povzr na SEMT*, Praha, 2005

Gardner, H.: *Dimenze myšlení - teorie rozmanitých inteligencí*, Portál, Praha, 1999, ISBN 80-7178-279-3

Literatura

Atkinson, R., L.: *Psychologie*, Portál, Praha, 2003, ISBN 80-7178-640-3

Ananěv, B. G. a kol.: *Problémy vosprijatija prostranstva i prostranstvěnných predstavlenij*, APN RSFSR, Moskva, 1961

Attwood T.: *Aspergerův syndrom*, Portál, Praha 2005 ISBN 80-717-8979-8

Bertrand, Y.: *Soudobé teorie vzdělávání*, Portál, Praha, 1998, ISBN 80-7178-216-5

Bengtsson, K.: *Using New Technology and Group Work Activities to Enhance of Mathematics*, South Bank University, London, 1999

Čáp, J., Mareš, J.: *Psychologie pro učitele*, Portál, Praha, 2001, ISBN 80-7178-463-X

Dvořák, P., Olejníková, B.: *Výukový software*. In: Sborník Letní školy doktorandských studií. Chocerady, 2000

Dvořák, P., Olejníková, B.: *Výukový software*. In: Sborník Dva dny s didaktikou matematiky 2001. Praha, 2001

Dvořák, P.: *Use of information technologies in mathematics education of children concretely with learning difficulties*. Poster na SEMT, Praha, 2005

Gardner, H.: *Dimenze myšlení - teorie rozmanitých inteligencí*, Portál, Praha, 1999, ISBN 80-7178-279-3

Gavora Peter, *Úvod do pedagogického výzkumu*, Brno, 2000,
ISBN 80-85931-79-6

Mašková, J.: *Biologie člověka pro speciální pedagogy*, SPN, Praha,

Hartl, P.: *Psychologický slovník*, Budka, Praha, 1994, ISBN 80-901549-9-9

Hejný, M., Kuřina, F.: *Dítě, škola a matematika (Konstruktivistické přístupy k vyučování)*, Portál, Praha, 2001, ISBN 80-7178-581-4

Hejný, M., Michalcová A.: *Skúmanie matematického riešiteľského postupu*, Metodické centrum, Bratislava, 2001, ISBN 80-8052-085-2

Hershkowitz, R.: *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*, Kluwer Academic Publishers, 1998, ISBN 0-7923-4990-3

Jirotková, D.: *Rozvoj prostorové představivosti žáků*, Komenský, 1990

Cultures and Computers, Kluwer academic publishers, 1996,

Klimeš, L.: *Slovník cizích slov*, SPN, Praha, 1981

Koukolík, F.: *Lidský mozek, Funkční systémy, Norma a poruchy*, Portál, 2002, ISBN 80-7178-632-2

Number 1, 1996

Kuřina, F.: *Deset geometrických transformací*, Prometheus, Praha, 2002, ISBN 80-7196-231-7

matematiky ročník 12, Číslo 34, 2004

Kuřina, F.: *K diskuzi o vyučování geometrii na ZDŠ*, ONV, Hradec Králové, 1976

Kuřina, F.: *Geometrická představivost a vyučování stereometrii*, MFvŠ 18, 1987

Kuřina, F.: *Poznáváme prostor*, UK PedF, KMDM, 1995

Machová, J.: *Biologie člověka pro speciální pedagogy*, SPN, Praha, ISBN 80-04-23795-9

Molnár J.: *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*, UPOL, Olomouc 2004, ISBN 80-244-0927-5

Nakonečný, N.: *Základy psychologie*, Academia, Praha, 1998, ISBN 80-200-0689-3

Novák, J.: *Dyskalkulie, metodika rozvíjení základních početních dovedností*, Tobiáš, Havlíčkův Brod, 2004, ISBN 80-7311-029-6

Noss, R., Hoyles, C.: *Windows on mathematical Meanings Learning Cultures and Computers*, Kluwer academic publishers, 1996, ISBN 0-7923-4074-4

Penglase, M., Stephen A.: *The Graphics Calculator in Mathematics Education*, In.: *Mathematics Education Research Journal*, Volume 8, Number 1, 1998

Perný, J.: *Krychle, pohyb a prostorová představitost*, In.: *Učitel matematiky*, ročník 12, Číslo 3,4, 2004

Piaget, J., Inhelderová, B.: *Představy*, In.: *Fraisse, Piaget (1968)*

Půlpán, Z., Kuřina, F., Kebza, V.: *O představivosti a její roli v matematice*, Academia, Praha, 1992, ISBN 80-200-0444-0

Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: *Pedagogický slovník*, Portál, Praha, 1995, ISBN80-7178-029-4

Rougier, R.: *Rozvíjíme logické myšlení*, Portál, 1997, ISBN 80- 7178-482-6

Říčan, P.: *Psychologie osobnosti*, Orbis, Praha, 1972

Second international handbook of mathematics education, Kluwer academic publishers, London, 2003, ISBN 1- 4020-1008-7

Sternberg, R. J.: *Kognitivní psychologie*, Portál, Praha, 2002, ISBN 80-7178-376-5

Stopenová, A.: *Rozvíjení prostorové představivosti žáků základní školy* (disertační práce), UP, Olomouc, 1999

Šarounová, A.: *Geometrická představivost* (disertační práce), UK, Praha, 1982

Švarcová, I.: *Mentální retardace*, Portál, Praha, 2006, ISBN 80-7367-060-7

Vaníček, J.: *Autoreferát disertační práce*,
<http://home.pf.jcu.cz/vanicek/papers/disertprace/autoreferat.htm>

Anamnezy probandů:

FIDR

Hošík, 15 let, pravák

Chlapec s nerovnoměrným vývojem nadání, globálně v podprůměru. Oslabena je především verbální složka. Opožděn je celkový sociální výkon. Dělo se projevují obtíže na bázi IMD, nestabilita pozornosti, zvýšená unavitelnost CNS, nerovnoměrná a labilní afektivita. Chlapec se chová jako výrazně mladší a s nepřiměřenými reakcemi. Citová labilita a neadekvátní reakce se zvyšují při zátěži. Diagnostikován Aspergerův syndrom.

PŘÍLOHY

JAKO

Hošík, 14 let, pravák

Emočně pozitivně laděný chlapec, dobře navazující kontakt, verbálně i pracovní aktivní. Psychomotorické tempo je střední, pracovní tempo nestabilní, symptomy zvýšené unavitelnosti, kdy se pak reaktivita a zpracování zpomaluje. Drobný motorický neklid. V podmínkách jednoduššího kontaktu nejsou větší obtíže v oblasti zaměření a udržení koncentrace pozornosti.

Úroveň úroveň intelektových schopností je v pásmu lehké zpoždění středně, v diskrepanci verbální a vizuálně prostorové oblasti. U vizuálně prostorové oblasti je výkon celkově slabší - v číselné, relativně nejlepších výsledků v oblasti logického zpracování vizuálně prostorové informace a posloupnosti

Anamnézy probandů

FIHR

Hoch, 15 let, pravák

Chlapec s nerovnoměrným vývojem nadání, globálně v podprůměru. Oslabena je především verbální složka. Opožděn je celkový sociální výkon. Dále se projevují obtíže na bázi LMD, nestabilita pozornosti, zvýšená unavitelnost CNS, nerovnoměrná a labilní afektivita. Chlapec se chová jako výrazně mladší a s nepřiměřenými reakcemi. Citová labilita a neadekvátní reakce se zvyšují při zátěži. Diagnostikován Aspergerův syndrom¹.

JAKO

Hoch, 14 let, pravák

Emočně pozitivně laděný chlapec, dobře navazující kontakt, verbálně i pracovní aktivní. Psychomotorické tempo je střední, pracovní tempo nestabilní, symptomy zvýšené unavitelnosti, kdy se pak reaktivita a zpracování zpomaluje. Drobný motorický neklid. V podmínkách individuálního kontaktu nejsou větší obtíže v oblasti zaměření a udržení koncentrace pozornosti.

Aktuální úroveň intelektových schopností je v pásmu lehké mentální retardace, s diskrepancí verbální a názorové oblasti. U názorové oblasti jsou výkony celkově slabší – v defektu, relativně nejlepších výsledků dosahuje u logického zpracování názorové situace s chápáním posloupnosti

¹ Aspergerův syndrom patří do skupiny poruch autistického spektra. Je charakteristický disharmonickým vývojem osobnosti s převažující poruchou v oblasti sociální interakce a komunikace. Na rozdíl od dětského autismu není narušen vývoj řeči ani inteligence. Verbální projev těchto dětí ovšem bývá nápadný svou monotónností a pedantickým důrazem na správnost použití jazyka. Jejich zájmové zaměření je rovněž neobvyklé, mívají velice specifické, stereotypní zájmy podobně jako děti s autismem. Udává se, že četnost výskytu této poruchy je vyšší než u autismu, diagnostika je však složitější. Aspergerův syndrom bývá diagnostikován později, protože v raném věku se postižení neprojevuje tak závažně. Převzato z Attwood T.: *Aspergerův syndrom*, Portál, Praha 2005 ISBN 80-717-8979-8

a snížených rozumových schopností. Vzhledem k trvalým školním neúspěchům je snížena motivace a dítě ve zkuškové situaci reaguje předem úzkostně.

MAMO

Hoch, 13 let, pravák

Intelektové schopnosti dítěte se pohybují těsně pod hranicí průměru až podprůměru. Dosahuje dobrých výsledků v oblasti schopnosti zobecnění a abstraktního myšlení, na průměrné úrovni jsou obecné vědomosti dítěte. Oproti tomu, v oblasti matematického logického myšlení dosahuje nižších výsledků. Pracovní tempo je pomalejší. Problém je v percepční oblasti, zejména ve zrakovém rozlišování. Kolísavá pozornost a jemný psychomotorický neklid. Nevyhraněná lateralita.

KROD

Dívka, 14 let, pravák

Intelektuální schopnosti v dolní hranici pásma normy s výkony poměrně vyrovnanými ve verbální a mírně nerovnoměrnými v názorové složce. Didaktické testy vykazují lepší výsledky, než by odpovídalo rozumovým schopnostem, což svědčí o velké snaze dítěte o dobré výkony.

PEST

Hoch, 14 let, pravák

Sociální kontakt bez obtíží. Psychomotorické tempo střední, pracovní tempo pomalejší, celkem stabilní. V úkolových situacích patrná nejistota, obavy ze selhání. Intelektové schopnosti odpovídají mírnějšímu podprůměru, lepších výsledků dosahuje ve verbální oblasti. Dílčí schopnosti nerovnoměrné, podprůměr zejména v slovně-pojmovém myšlení, analyticko-syntetickém zpracování názorové situace jak

s využitím předlohy, tak na základě vlastní představivosti. Vážně bezprostřední sluchová paměť, v psaní chyby specifické i pravopisné.

VEZE

Dívka, 14 let, pravák

Intelektuální úroveň dosahuje pásma mentální retardace, úkolová situace je pro ni větší zátěží, soustředí se pouze krátkodobě. Výrazná závislost na pomoci dospělého, pracuje nerovnoměrným tempem. Lehký psychomotorický neklid, školní vědomosti jsou osvojeny labilně a útržkovitě.

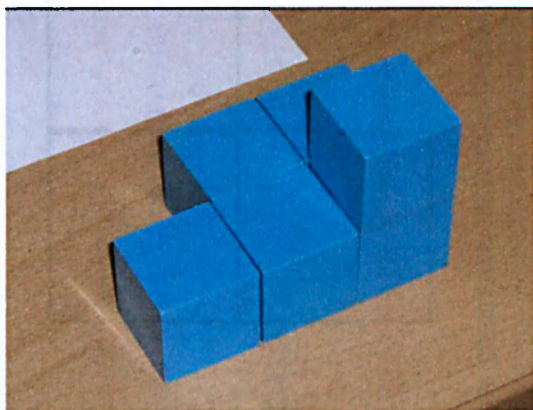
LUHO

Hoch, 14 let, pravák

Komunikativní, dobře se podřizuje vedení, klidný. Úroveň rozumových schopností se pohybuje ve složce verbální na spodní hranici průměru, ve složce názorové v pásmu mírného podprůměru. Schopnost učení se nové úloze, vizuálně percepční organizace, vizuo-motorická koordinace, vytrvalost v řešení monotónní úlohy je na podprůměrné úrovni. Percepční organizace, vizuální analýza prostorových vztahů a vizuálně motorická syntéza elementů v prostoru je na průměrné úrovni.

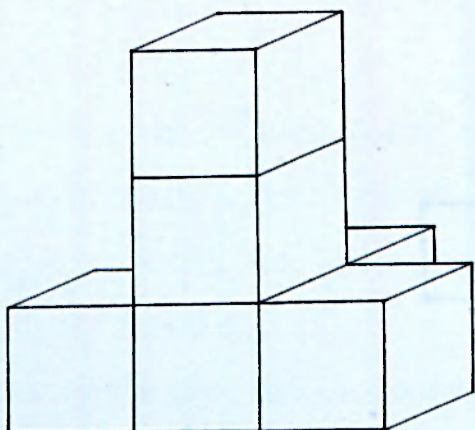
Nerovnoměrnost v rozsahu a formě zpracování jednotlivých anamnéz je dána faktickým rozsahem anamnéz, které byly v materiálech žáků k dispozici. Tato situace je dána volbou školního psychologa, který zprávu sepisoval. Zde jsou uvedeny výběry z anamnéz, ve kterých jsem se pokusil alespoň částečně sjednotit obsahovou složku, vzhledem k obsahu práce. Výběr, případně zkrácení textu jsou jediné formy úpravy, jinak se jedná o doslovné citace. Věk probandů je uveden k dubnu roku 2006.

Písemná příloha I

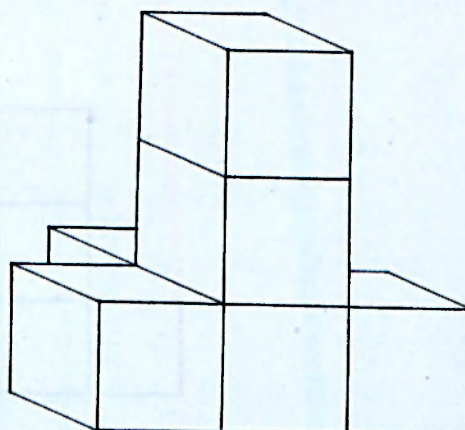


obr. 1

1) Je dáno těleso (reálná stavba podle obr. 1). Nakresli toto těleso tak, aby dokoliv jiný dokázal postavit podle tvého obrázku ze šesti kostek to samé.

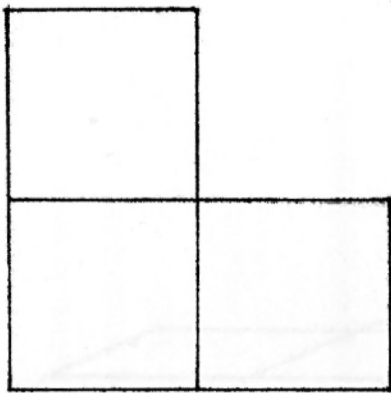


obr. 2a

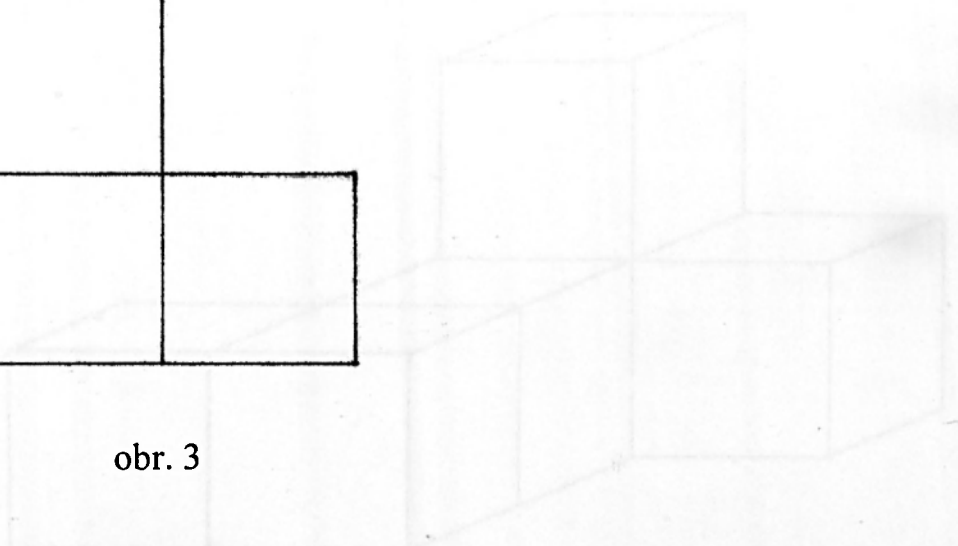


obr. 2b

- 2) Vyber si, která strana obrázku se ti více líbí. (obr. 2a, b)
- 3) Postav to, co sis vybral.
- 4) Pokud ti to zadání otočím, změní se něco, co, jak?



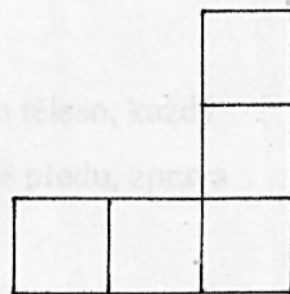
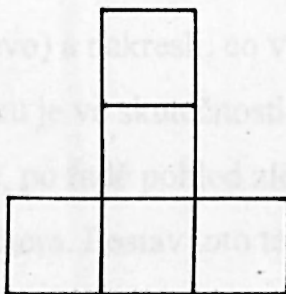
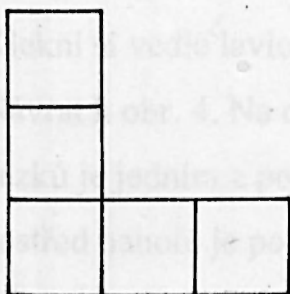
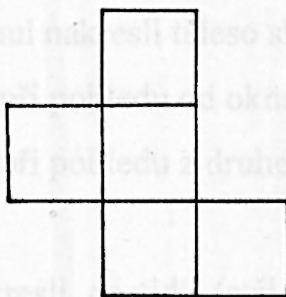
obr. 3



5) Postav, co vidíš (obr. 3).

6) Postav, co vidíš, ale musíš použít všech šest kostek.

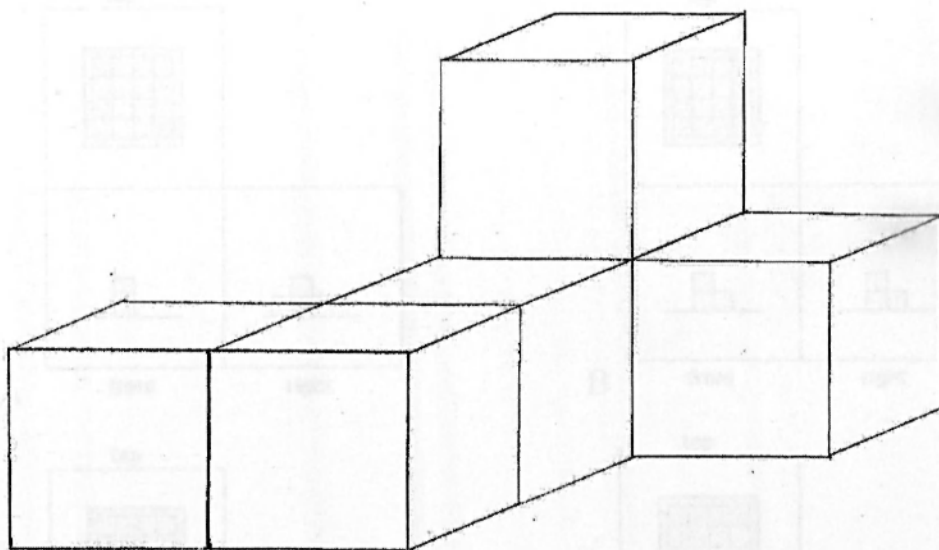
7) Dokážeš to ještě jinak?



obr. 4

8) Postav, co vidíš (obr. 4).

Nový list papíru.



obr. 5

9) Nakresli postavené těleso (reálná stavba podle obr. 5) při pohledu ze předu.

10) Aniž by jsi s tělesem pohnul nakresli těleso shora.

11) Nyní nakresli dané těleso při pohledu od okna (zleva).

12) Nyní nakresli dané těleso při pohledu z druhé strany (zprava).

Nový list papíru.

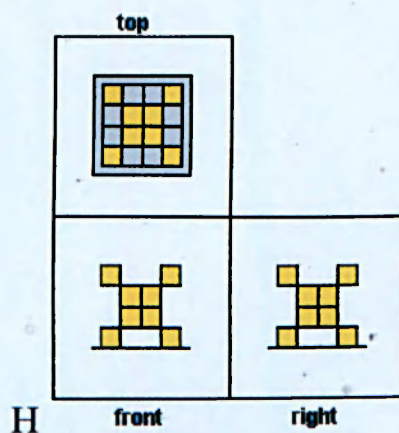
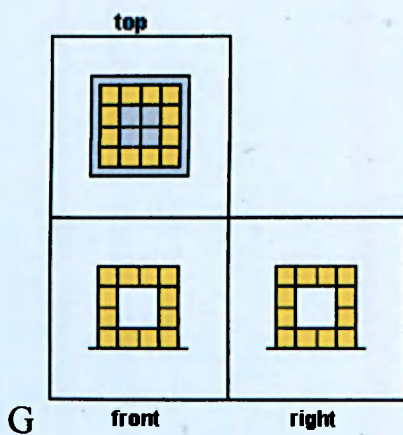
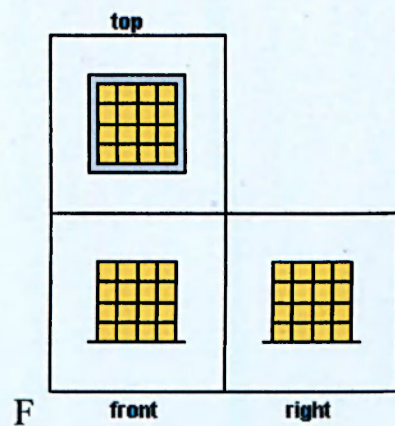
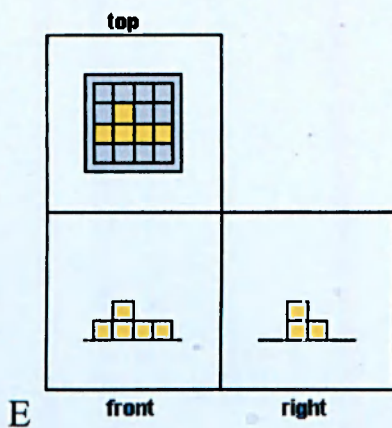
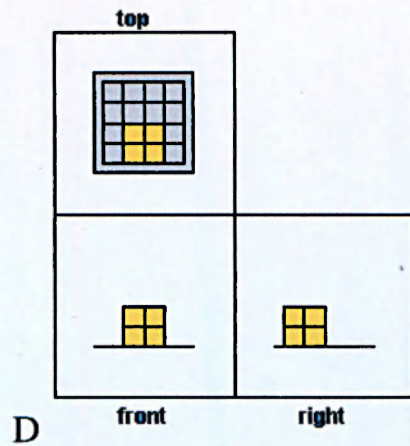
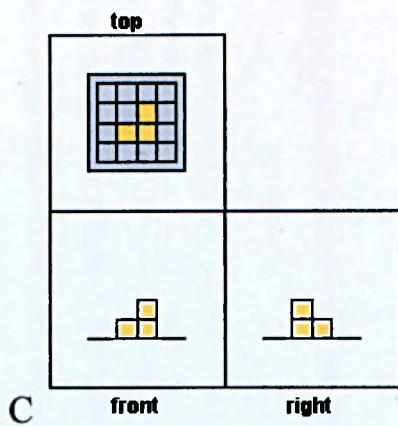
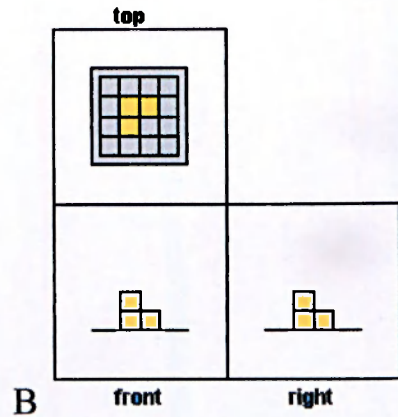
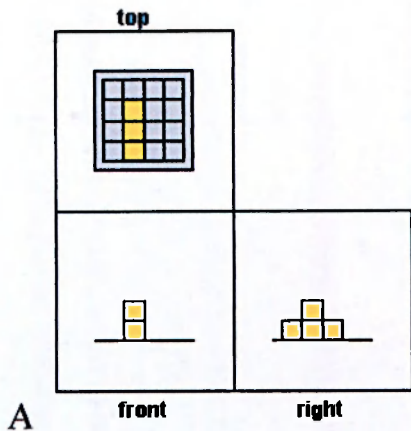
13) Klekni si před lavici a nakresli, co vidíš (stále stejné těleso).

14) Stoupni si před lavici, nakloň se nad těleso a nakresli, co vidíš.

15) Klekni si vedle lavice (vlevo) a nakresli, co vidíš.

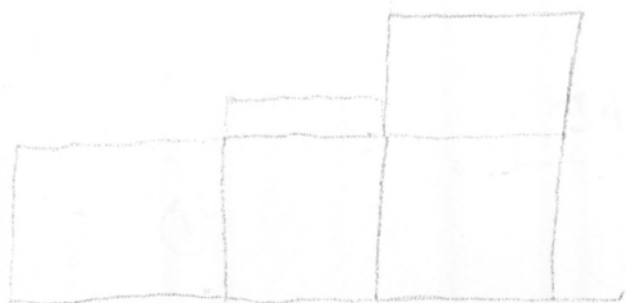
16) Návrat k obr. 4. Na obrázku je ve skutečnosti jedno těleso, každý z obrázků je jedním z pohledů, po řadě pohled zleva, ze předu, zprava a uprostřed nahoře je pohled shora. Postav toto těleso.

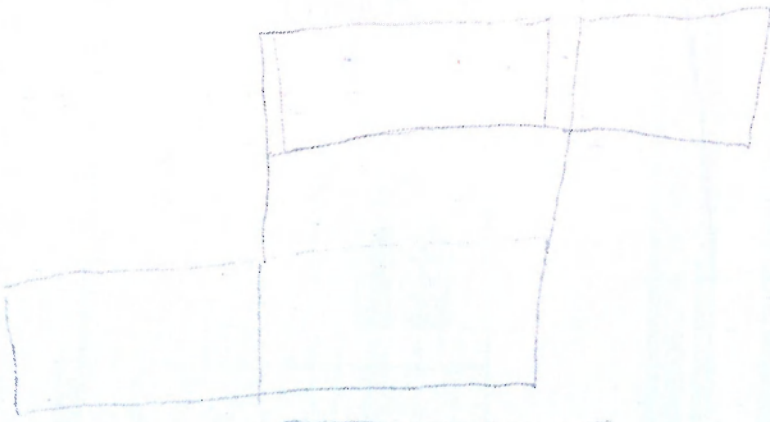
Písenná příloha II



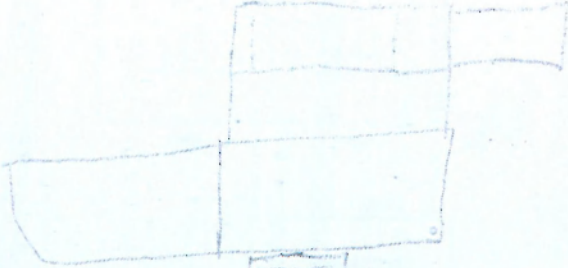
МІТРАК

МАМО

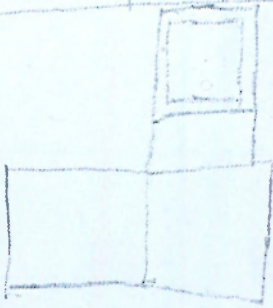




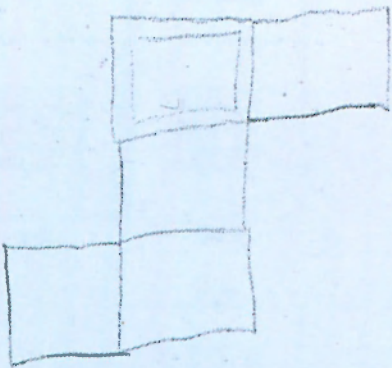
1



2



3

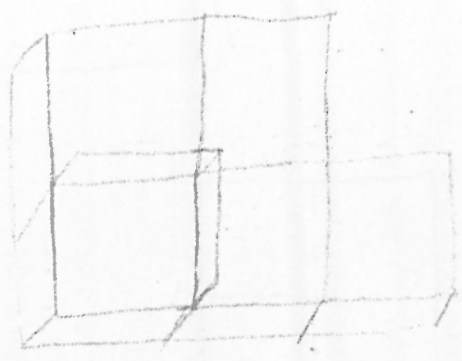


4

ПАНО

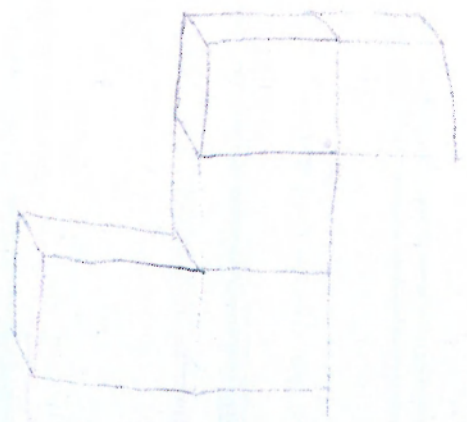
17AK

ΣΑΠΑ



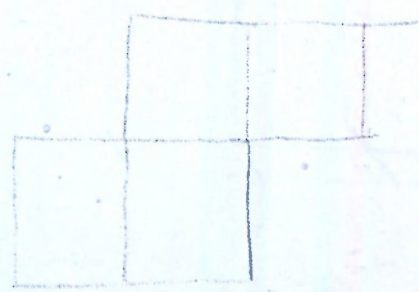
ΑΠΑΣ

30745



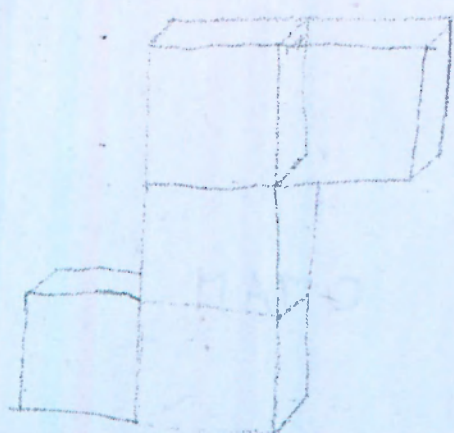
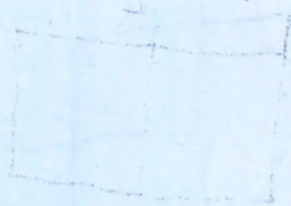
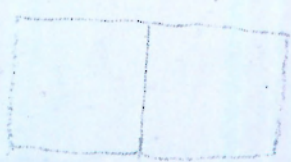
(4)

(1)



3AMÀ

(2)

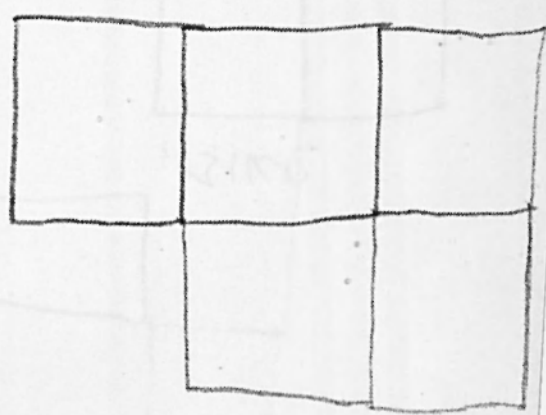


(4)

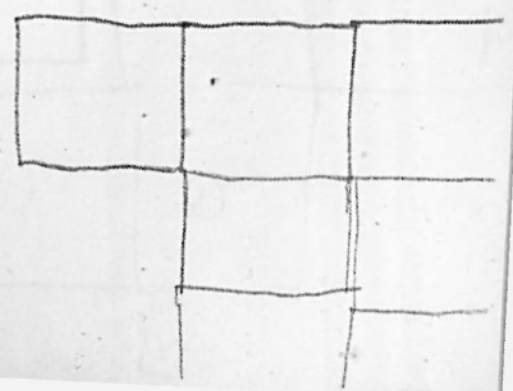
11711

SAMA

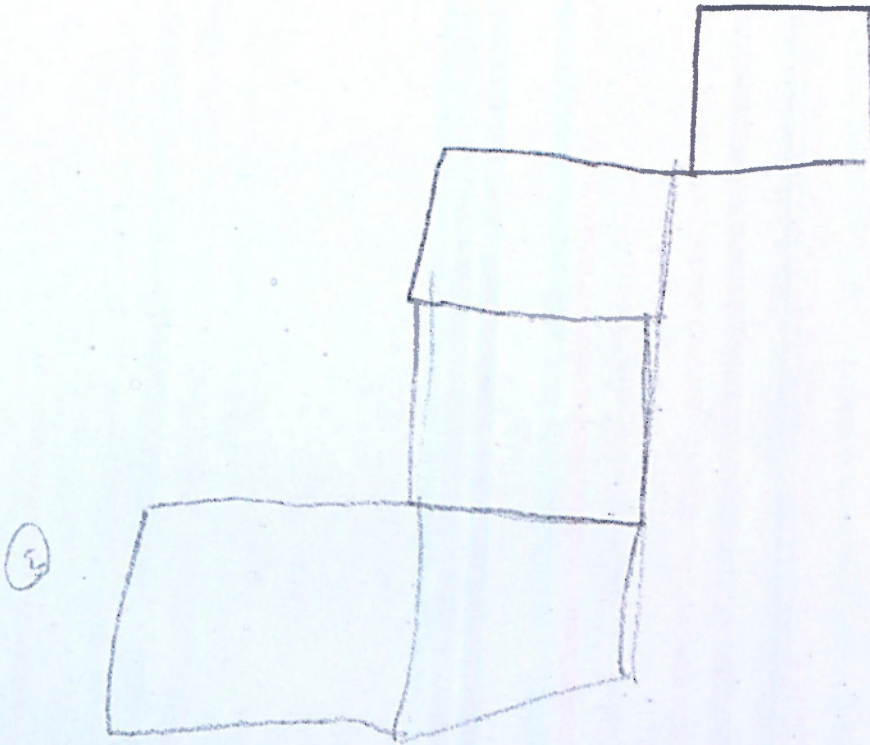




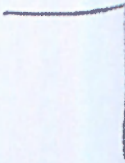
SIDE



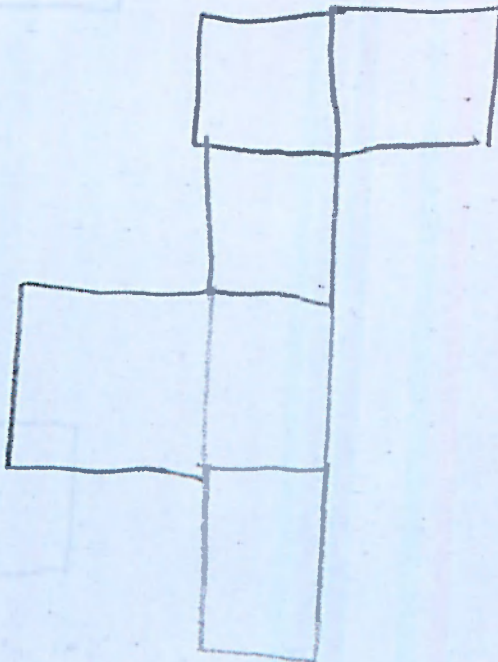
JK + MK



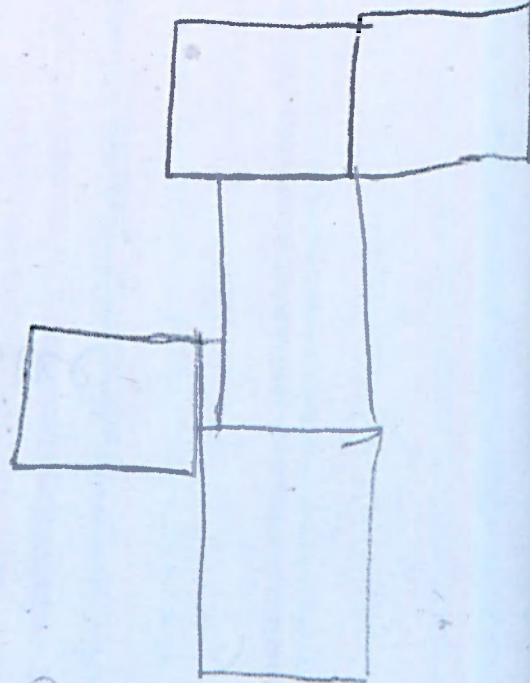
③



311R



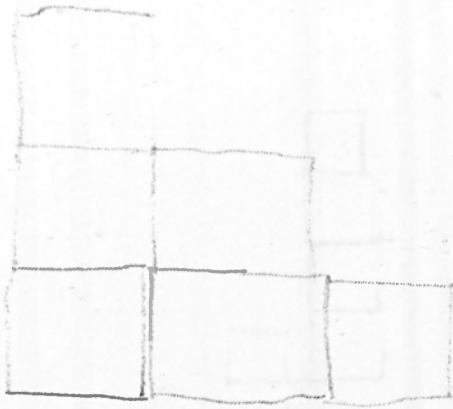
③



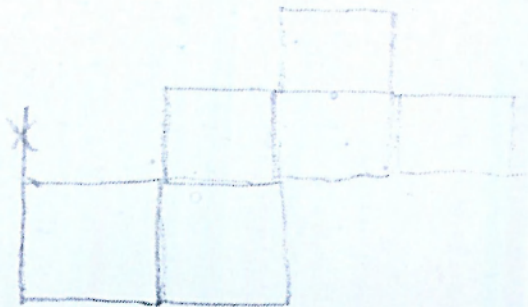
④

KEFAK

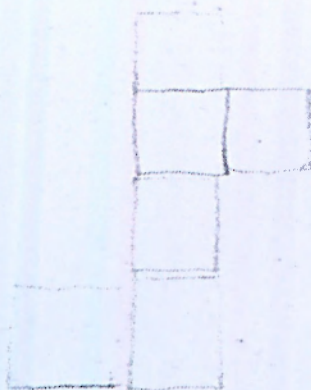
SAKO



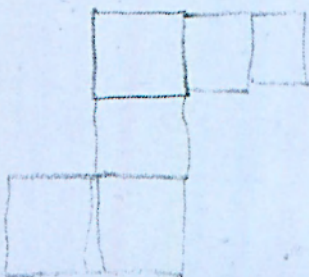
SAKO



(1)



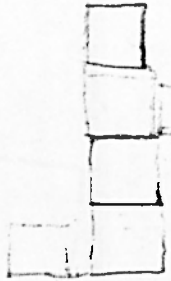
(2)



(3)

KK7AK

V026



3AKO



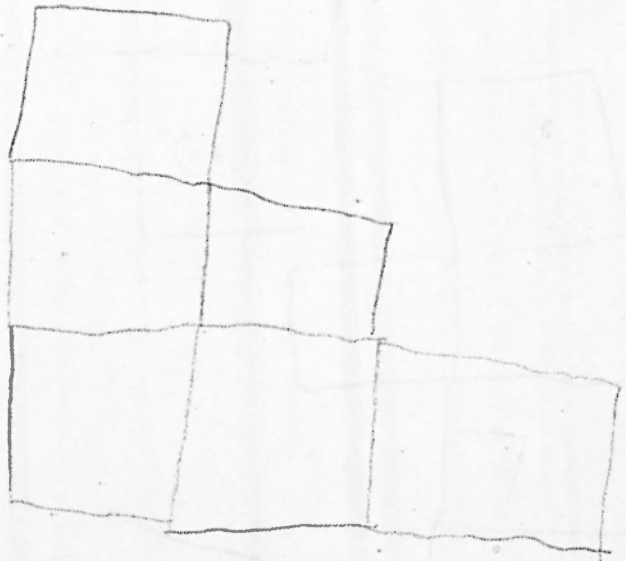
F

VC + AH

VEZE

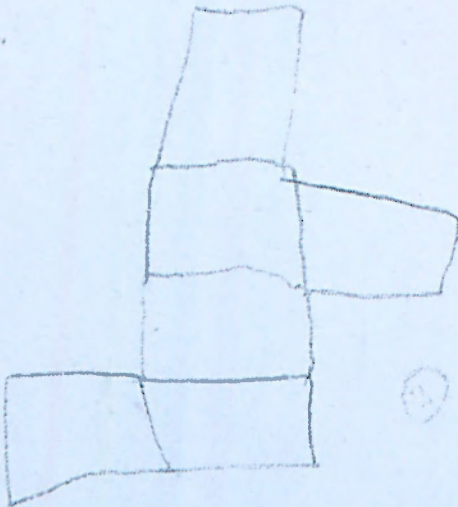
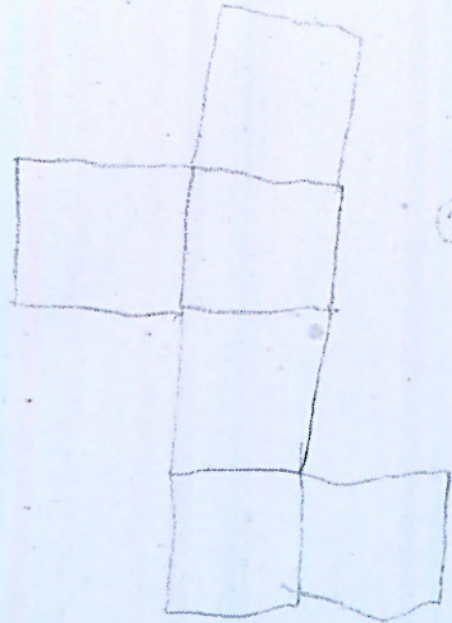
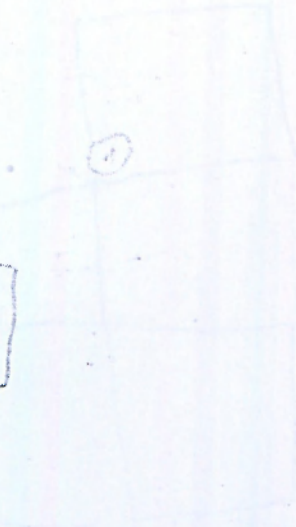
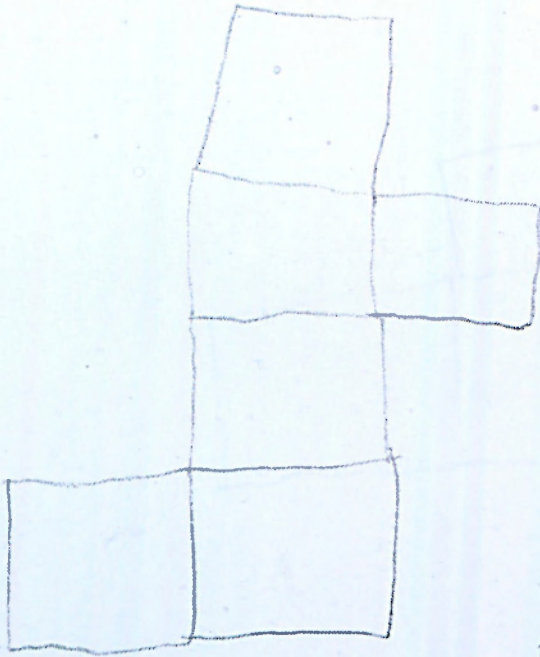
VEZE

VEZE



VEZĚ

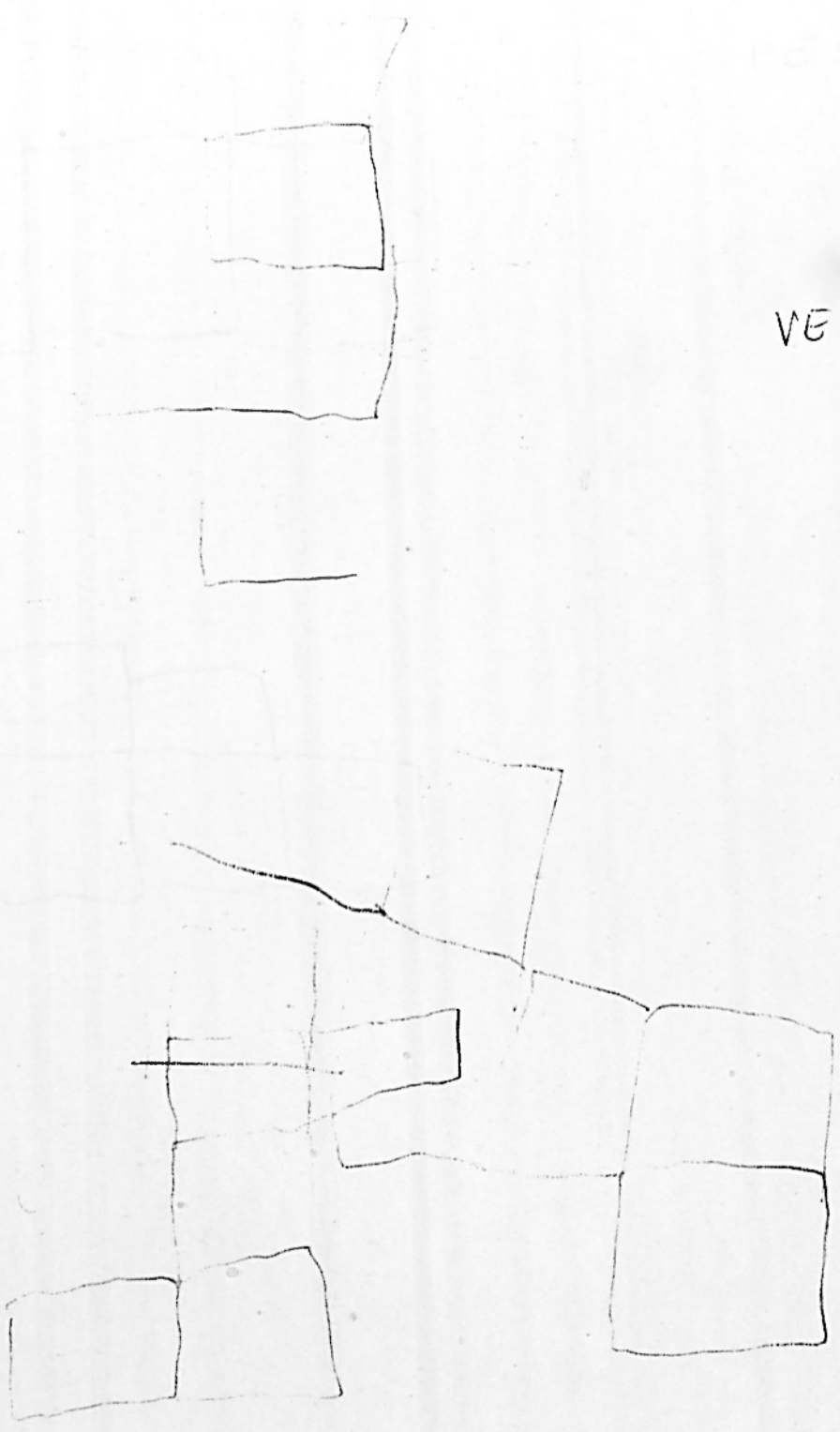
VEZĚ



127AH

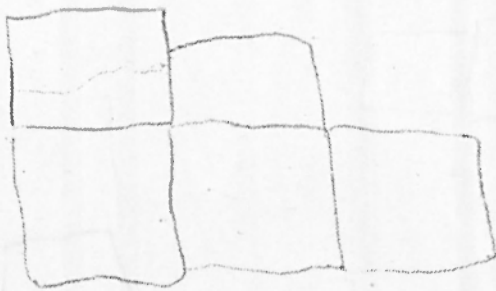
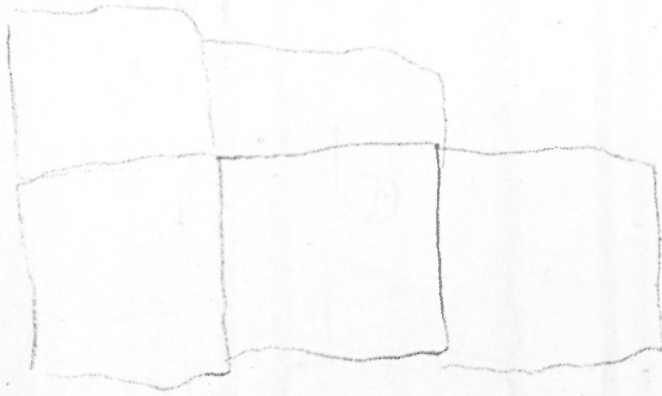
POST

VEZE



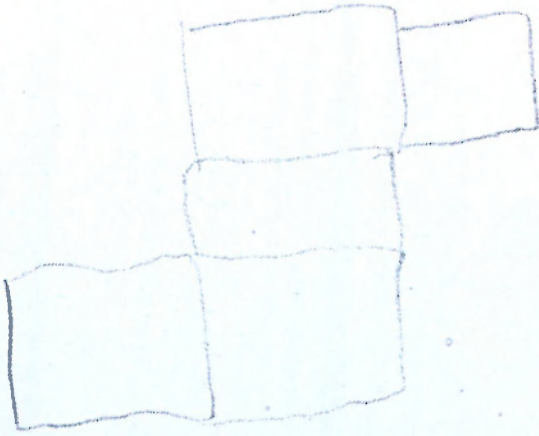
YSTAK

PEST

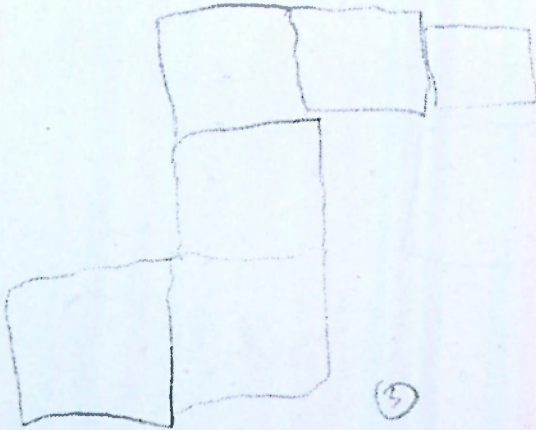
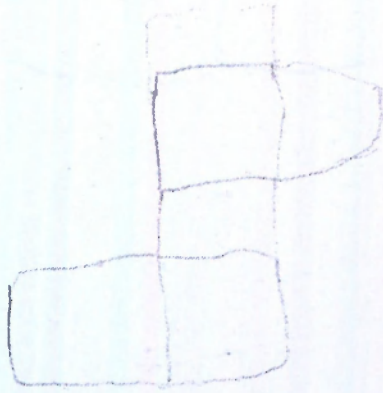


PEST

Task ①



②



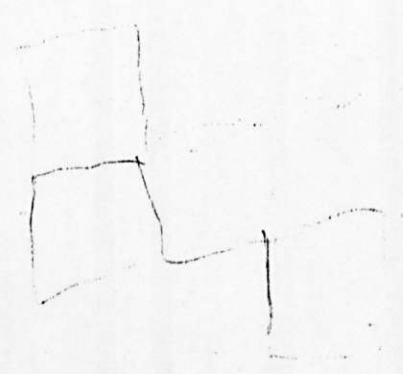
③

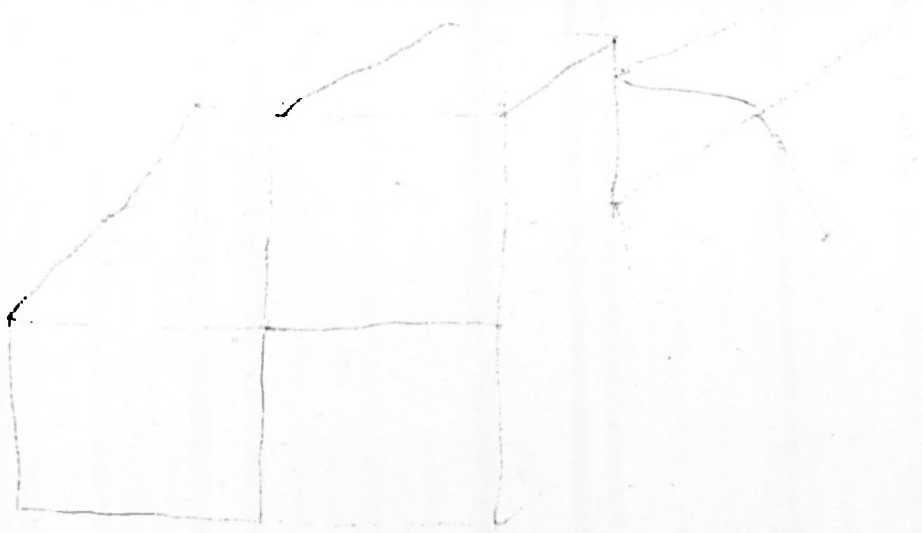
PS (AK)



DIR

PEST





FH7AL

220D

FIHR

FH

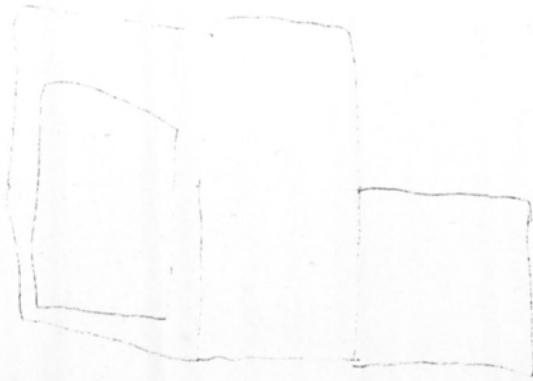
3.5.7 A. 2.
14

KROD

①

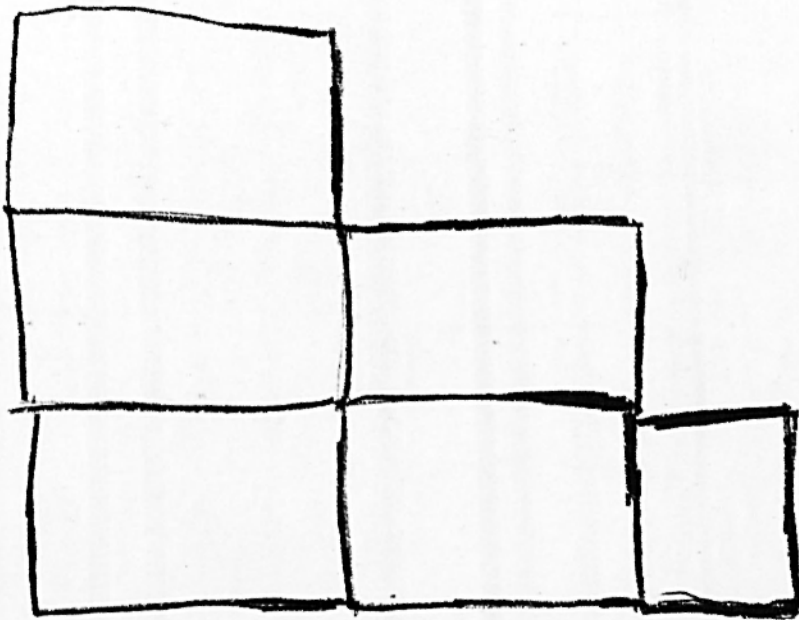


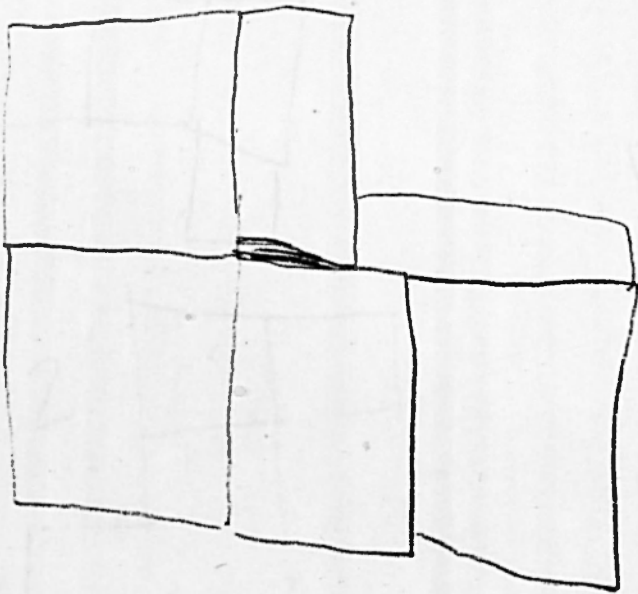
Y.M. 11



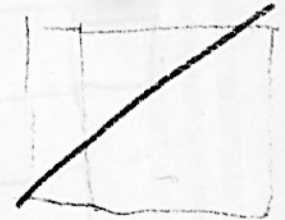
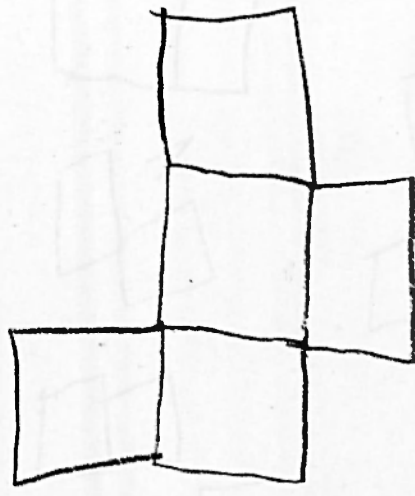
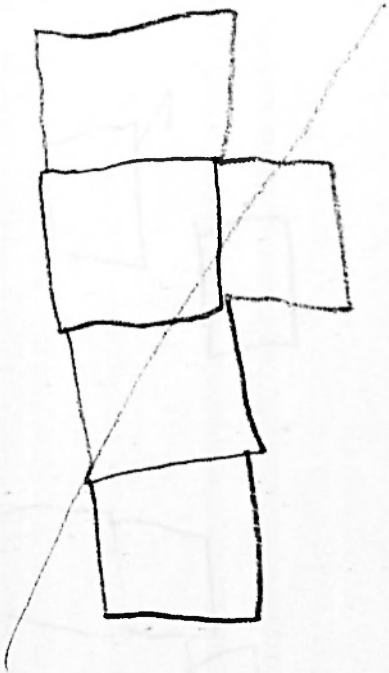
3AM1



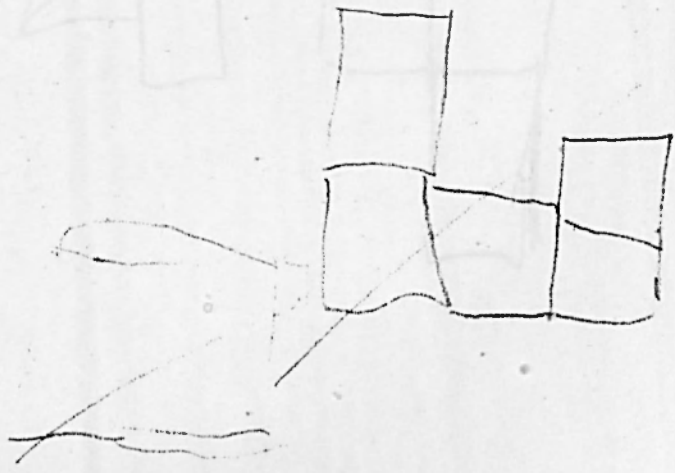
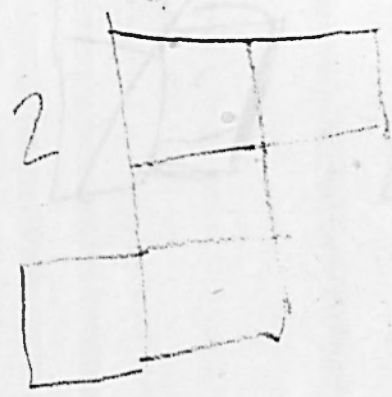
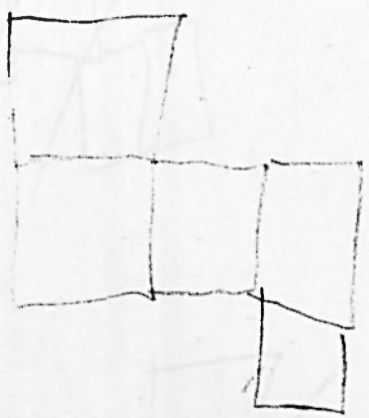


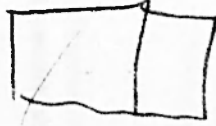
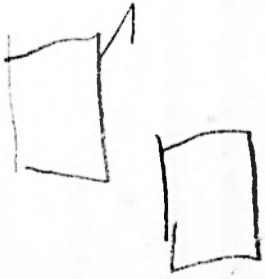


3

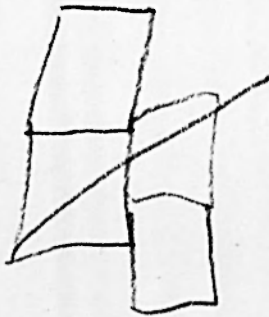
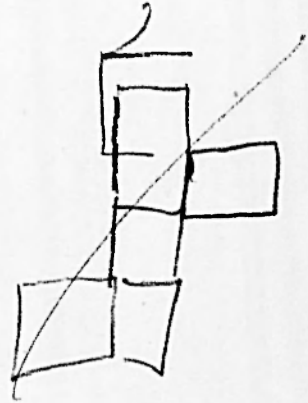
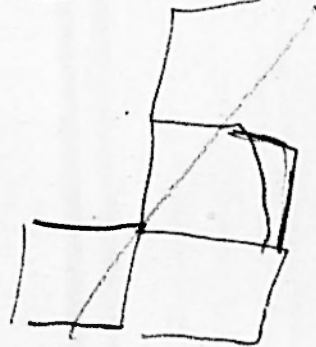
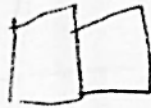
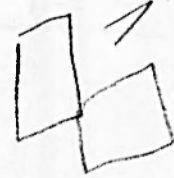
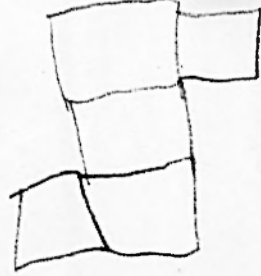


3

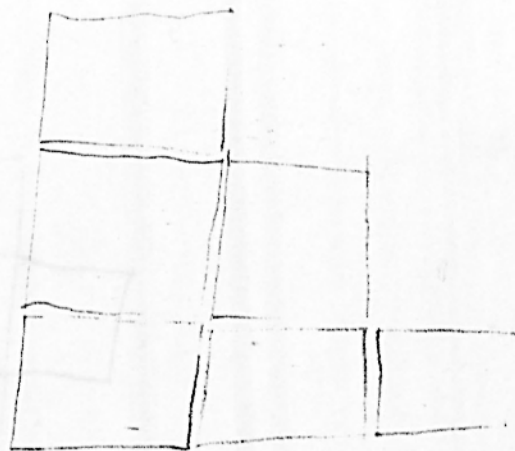




2



3



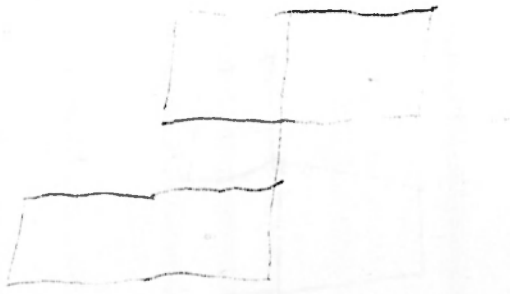
2)



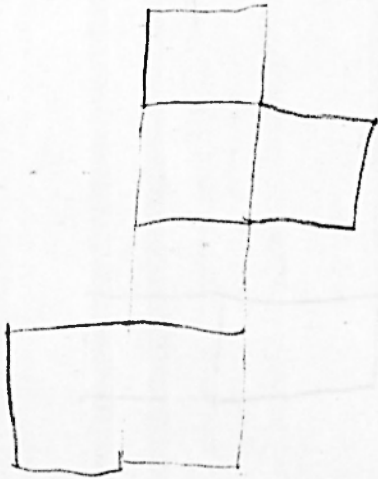
3)



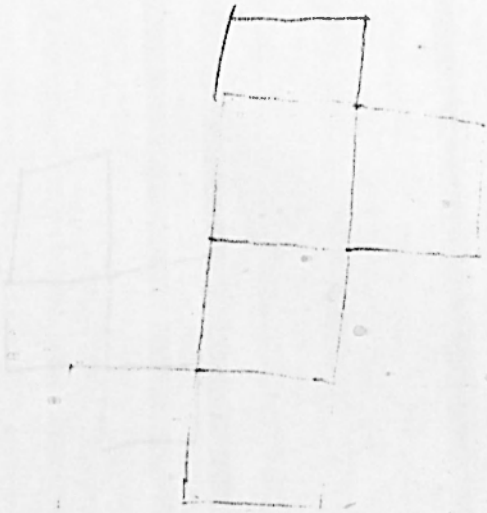
1)



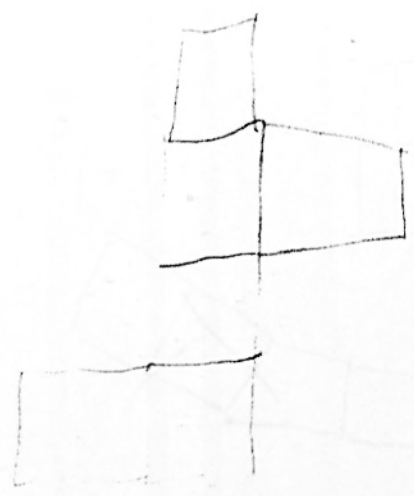
2)



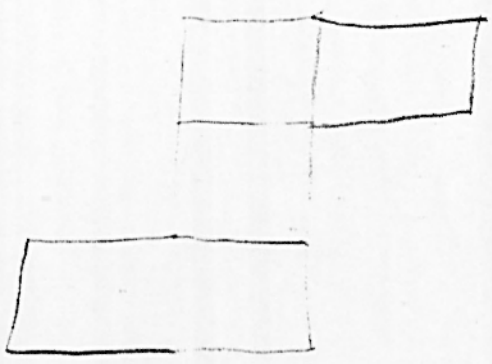
3)



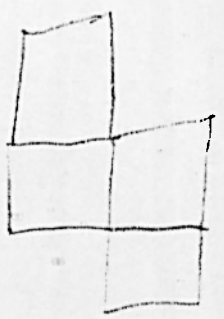
1)

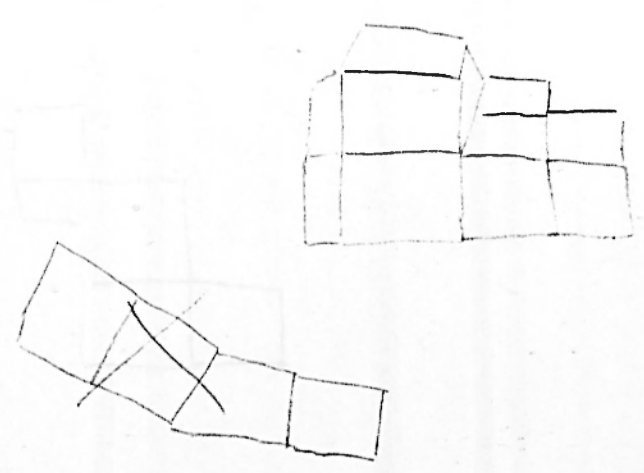


2)

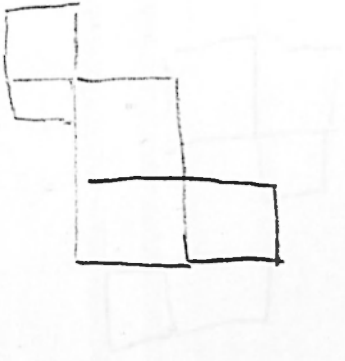


3)

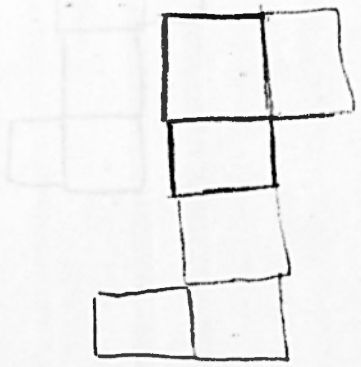




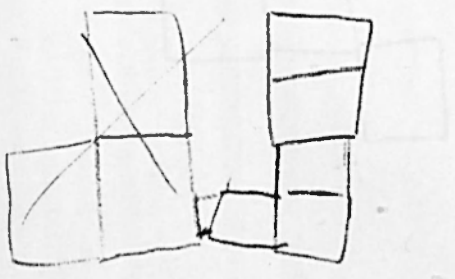
1)



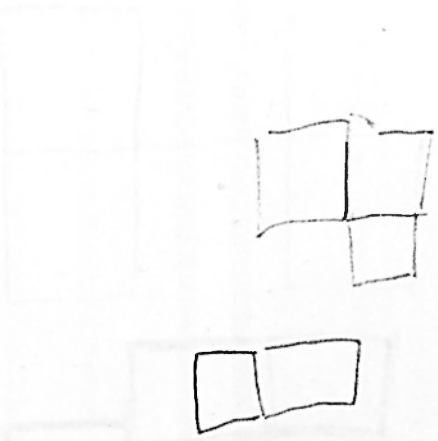
2)



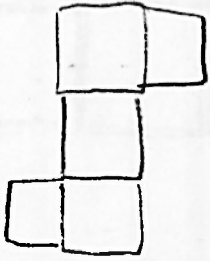
3)



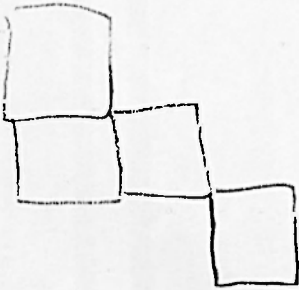
1)



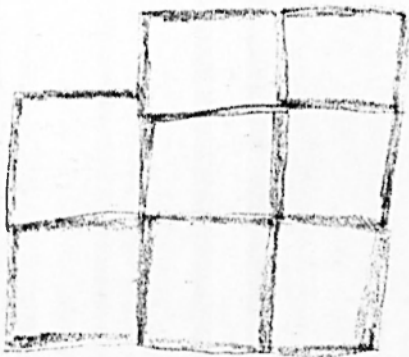
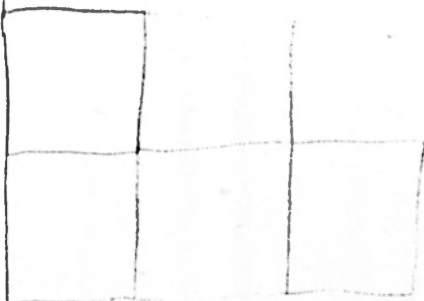
2)

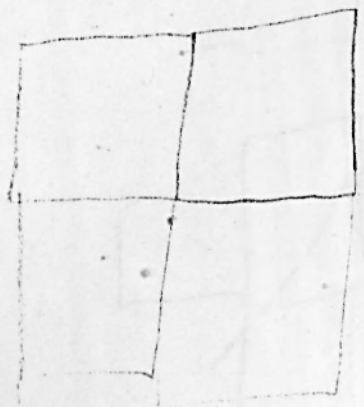
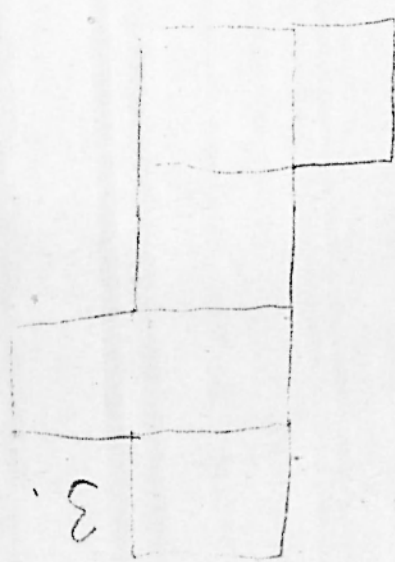


3)



JS 7.B.H.15





2

✓

✓

✓

3,

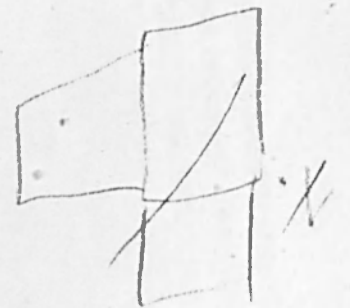
1

3.

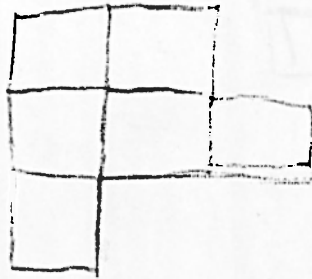
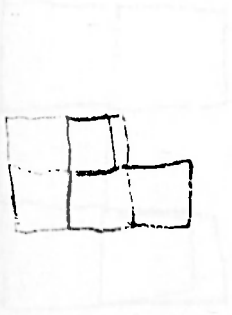
JS. T. BH 13



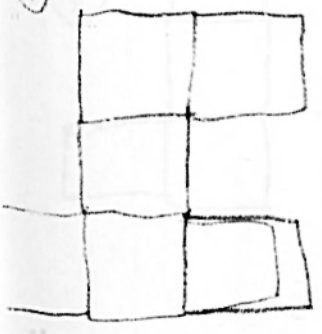
A



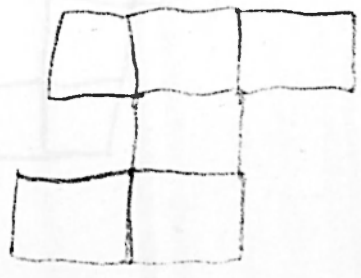
JS 7.8.H.7



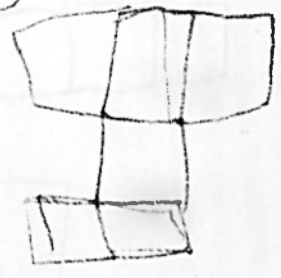
①



②

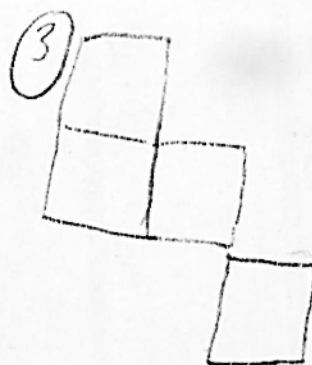
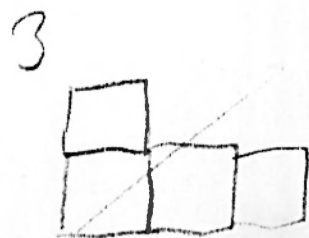
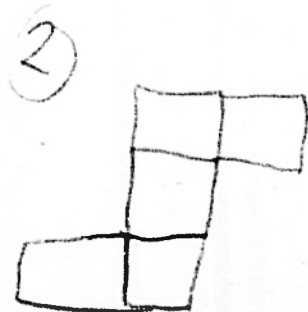
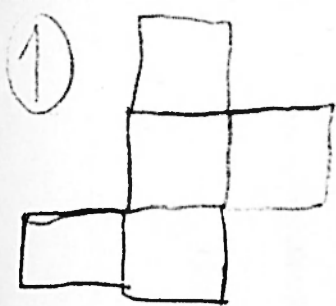


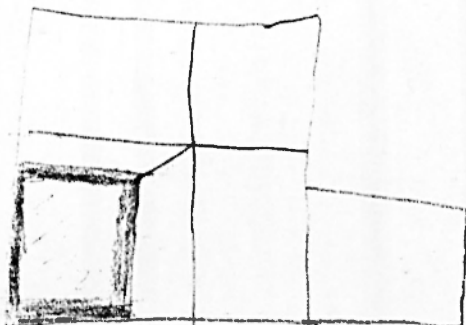
③



④



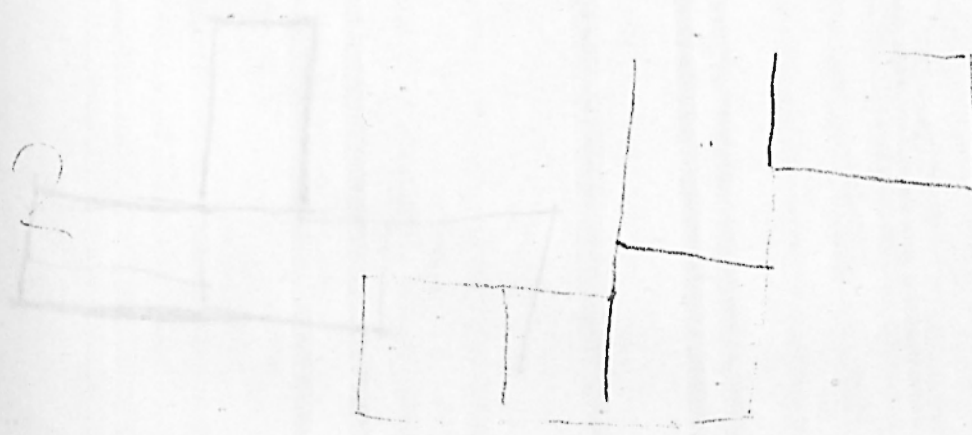




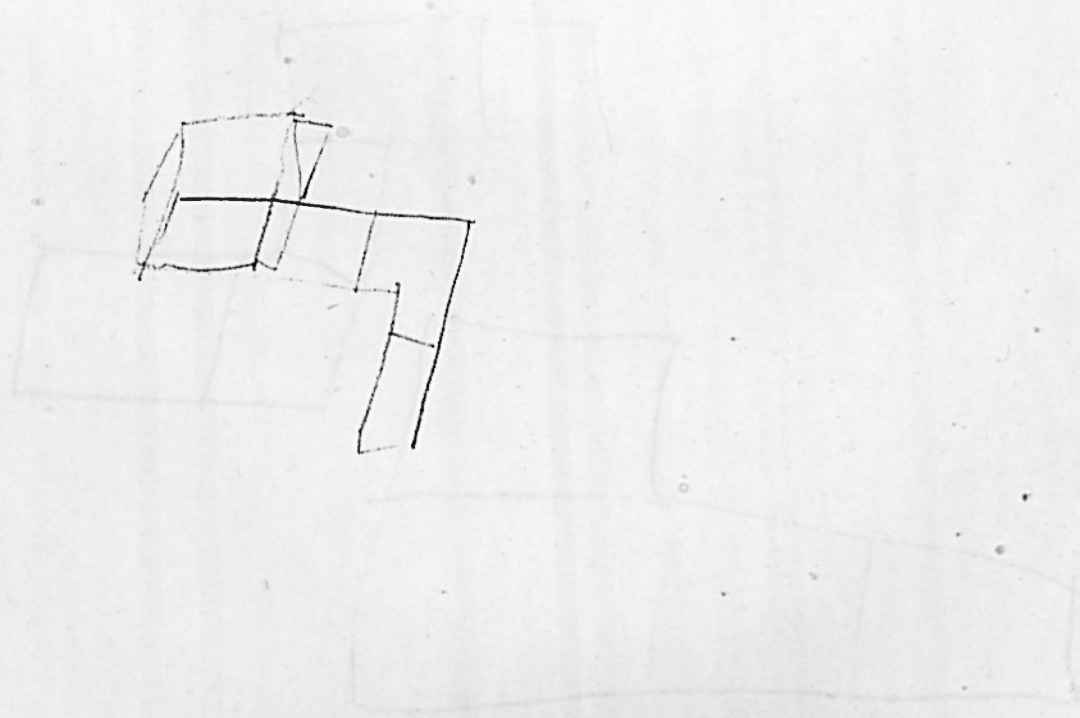
1



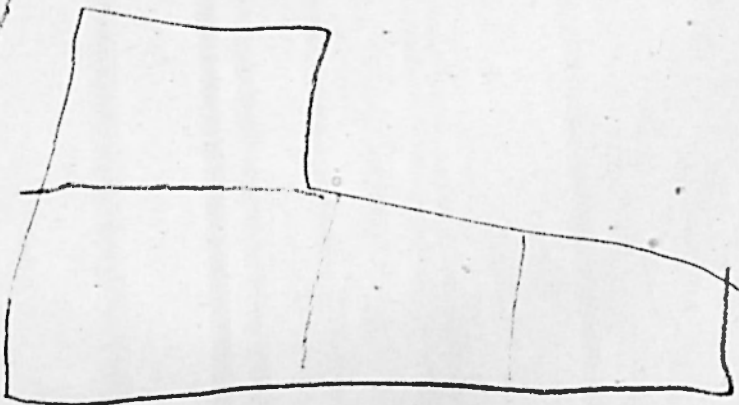
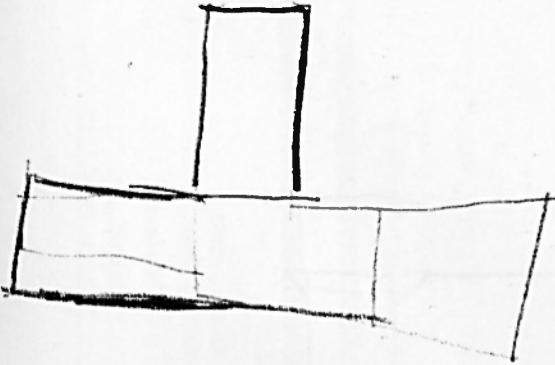
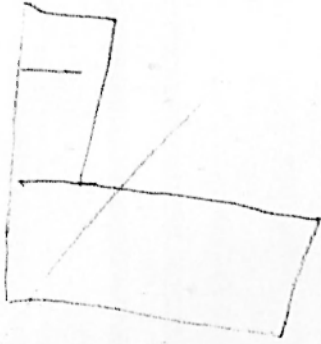
2



3

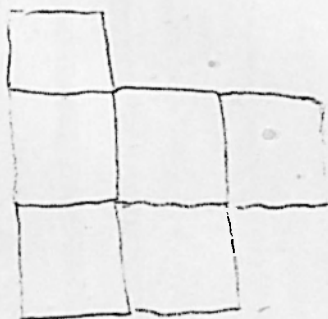
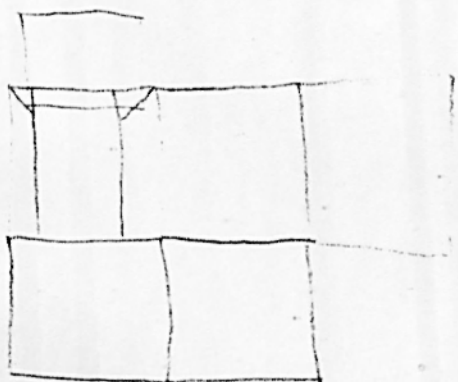


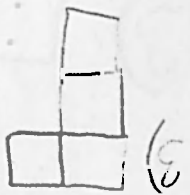
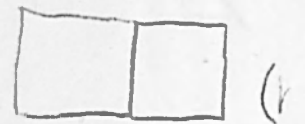
1

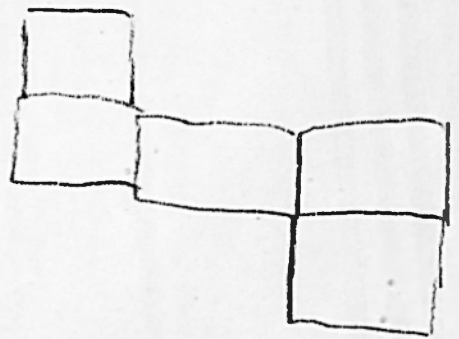


3/

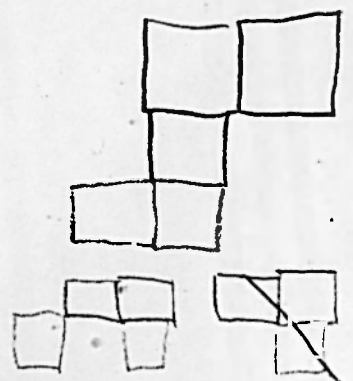
1)







(3)

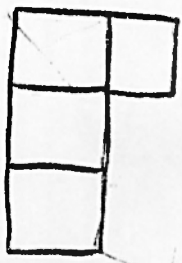


(2)

(1)

MZ7BK13

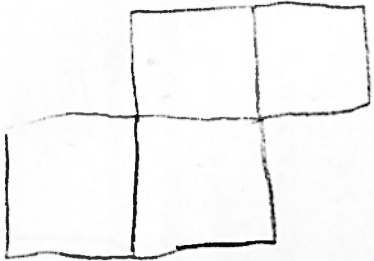
MZ7BK13



MZ7BK-13

MZ7BK-13

1



2



3



4

1



2



3

