

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE**  
**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**MANIPULÁCIE S KOCKAMI AKO METÓDA**  
**ROZVÍJANIA PRIESTOROVEJ PREDSTAVIVOSTI**  
**DETI PREDŠKOLSKÉHO A MLADŠIEHO ŠKOLSKÉHO VEKU**

**Bakalárska práca**

**2014**

**Jarmila Ondrejková**

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE**  
**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**MANIPULÁCIE S KOCKAMI AKO METÓDA**  
**ROZVÍJANIA PRIESTOROVEJ PREDSTAVIVOSTI**  
**DETI PREDŠKOLSKÉHO A MLADŠIEHO ŠKOLSKÉHO VEKU**

Bakalárska práca

Študijný program: Učiteľstvo pre materské školy a vychovávateľstvo pre školské kluby

Študijný odbor: 7536 Predškolská a elementárna pedagogika

Školiace pracovisko: Katedra predprimárnej a primárnej pedagogiky

Školiteľ: doc. PaedDr. Katarína Žilková, PhD.

**Bratislava, 2014**

**Jarmila Ondrejková**

## ABSTRAKT

Ondrejková, Jarmila: Manipulácie s kockami ako metóda rozvíjania priestorovej predstavivosti detí predškolského a mladšieho školského veku. Bakalárska práca, Univerzita Komenského. Pedagogická fakulta, Katedra predprimárnej a primárnej pedagogiky. Školiteľka bakalárskej práce: doc. PaedDr. Katarína Žilková, PhD. Bratislava: Pedagogická fakulta UK, 2014. 51 s.

Práca sa zaoberá jednou zo súčastí matematickej gramotnosti - priestorovou predstavivosťou a overuje možnosť zvýšenia jej úrovne. Práca má teoreticko-empirický charakter. V teoretickej časti práce sú definované základné pojmy ako napríklad predstavivosť a priestorová predstavivosť. Jedna časť je venovaná stavbám a telesám z kociek, spôsobom ich záznamov. V ďalšej je porovnanie zastúpenia úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach matematiky pre primárne vzdelávanie na Slovensku a v Čechách. Empirická časť práce overuje vplyv aktivít a úloh s kockami, pri ktorých sa aktívne využíva haptická manipulácia, na zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti. Overovanie sa uskutočnilo v dvoch experimentálnych a v dvoch kontrolných skupinách detí mladšieho školského veku.

**Kľúčové slová:** priestorová predstavivosť, ukazovateľ úrovne priestorovej predstavivosti, kocka, stavba z kociek, teleso z kociek, plán, úplný plán, šifra, haptická manipulácia

## ABSTRACT

Ondrejková, Jarmila: Manipulation with cubes as the method of developing spatial imagination of children of preschool and early school age. Bachelor thesis, Comenius University in Bratislava. Faculty of Education, Department of Pre-Primary and Primary Education. Tutor of bachelor doc. PaedDr. Katarína Žilková, PhD. Bratislava: Faculty of Education UK, 2014. 51 pages

The thesis deals with one of the components of numeracy - the spatial imagination and verifies the possibility of increasing its level. The thesis has a theoretical and empirical character. In the theoretical part of the work is defined the basic terms such as imagination and spatial imagination are defined. One section is devoted to the construction and bodies of cubes and to the way of their recording. The next task si devoted to comparing the representation of developing the spatial imagination in Mathematics textbooks for primary education in Slovakia and the Czech Republic. The empirical part of the work verifies the effects of activities and tasks with cubes where the active use of haptic manipulation increases the level of spatial imagination. The verification was carried out in two experimental and two control groups of children of younger schoolage.

**Keywords:** spatial imagination, indicator of spatial imagination, cube, structure of cubes, body of cubes, plan, comprehensive plan, cipher, haptic manipulation

## PREDHOVOR

Pre výber témy tejto práce bol primárnym motívom vyvrátený mýtus o vrodenej úrovni priestorovej predstavivosti. Prof. Milan Hejný (1989, s. 367), významný pedagóg a didaktik matematiky, uvádza: „Priestorovú predstavivosť pomáhajú rozvíjať už od predškolského veku všetky aktivity, pri ktorých dieťa prichádza do styku s geometrickými objektmi – predovšetkým hra s kockami.“ Overovanie tohto tvrdenia potvrdzuje práca odovzdaná v rámci stredoškolskej odbornej činnosti s názvom Rozvíjanie priestorovej predstavivosti u detí predškolského veku (Jarmila Ondřejková, 2009). A práve kladný výsledok spomínanej práce bol sekundárnym motívom hľadať odpoveď na ďalšiu otázku a overovanie cieľa, či je možné pomocou cielených činností a úloh, pri ktorých deti aktívne využívajú hmat pri narábaní s kockami, zvýšiť úroveň priestorovej predstavivosti aj u starších detí, konkrétne u detí mladšieho školského veku. Výsledok práce ukázal pozitívny vplyv manipulácie s kockami a riešenie úloh so stavbami z kociek na zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti aj u detí mladšieho školského veku. V prenesenom význame výsledok ukazuje na dôležitosť dostatočného zastúpenia týchto úloh v učebniciach matematiky a vo vzdelávacom procese.

Za konzultácie, cenné rady, pripomienky a odbornú pomoc patrí poďakovanie školiteľke záverečnej práce doc. PaedDr. Kataríne Žilkovej, PhD.

## Obsah

ABSTRAKT .....	3
ABSTRACT .....	4
PREDHOVOR .....	5
Obsah .....	6
ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV .....	8
Úvod .....	10
1 Priestorová predstavivosť .....	11
1.1 Čo je predstavivosť? .....	11
1.2 Pojem priestorová predstavivosť .....	11
1.3 Dve koncepcie výučby priestorovej predstavivosti .....	13
2 Stavby z kociek a telesá z kociek .....	15
2.1 Stavba z kociek, teleso z kociek .....	15
2.2 Spôsoby záznamov stavieb a telies z kociek .....	17
2.2.1 Voľné rovnobežné premietanie .....	17
2.2.2 Tri pohľady .....	19
2.2.3 Plán .....	19
2.2.4 Úplný plán .....	20
2.2.5 Šifrovanie .....	21
3 Stavby z kociek v učebniciach matematiky .....	22
3.1 Zastúpenie úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach matematiky pre primárne vzdelávanie na Slovensku .....	22
3.2 Zastúpenie úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach matematiky pre primárne vzdelávanie v Čechách .....	24
4 Stavby z kociek a ich využitie v rozvíjaní priestorovej predstavivosti detí mladšieho školského veku .....	27
4.1 Zameranie výskumu .....	27
4.2 Realizácia výskumu .....	27
4.3 Vyhodnotenie výskumu a interpretácia výsledkov .....	29
4.3.1 Hodnotenie pretestu .....	29
4.3.2 Hodnotenie postestu .....	38
4.3.3 Zhrnutie výsledkov výskumu .....	43

5	Odporúčania pre prax .....	45
6	Záver.....	46
	Použitá literatúra: .....	48

## ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV

Obr. 1 Teleso z kociek.....	16
Obr. 2 Stavba z kociek.....	16
Obr. 3 Stĺpcová stavba.....	17
Obr. 4 Nestĺpcová stavba.....	17
Obr. 5 Rovnobežné premietanie.....	18
Obr. 6 Voľné rovnobežné premietanie .....	18
Obr. 8 Stavba z kociek zaznamenaná vo voľnom rovnobežnom premietaní .....	19
Obr. 7 Fotografia stavby z kociek .....	19
Obr. 9 Stavba z kociek.....	19
Obr. 10 Tri pohľady na stavbu z kociek obr. 9 .....	19
Obr. 11 Kótované premietanie .....	20
Obr. 12 Plán stavby z kociek .....	20
Obr. 13 Úplný plán telesa z kociek .....	21
Obr. 14 Šifra.....	21
Obr. 15 Obkreslená kocka .....	31
Obr. 16 Kocka bez obkreslenia .....	31
Obr. 17 Pokus o náčrt kocky 1 .....	32
Obr. 18 Pokus o náčrt kocky 2.....	32
Obr. 19 Neidentifikovaný rovinný útvar .....	32
Obr. 20 Ukážka riešenia jedného žiaka .....	33
Obr. 21 Kocka.....	40
Obr. 22 Pokus o náčrt kocky 3.....	40
Obr. 23 Iné riešenie .....	40
Obr. 24 Pokus o náčrt kocky 4.....	40
Obr. 25 Stavanie stavby z kociek podľa obrázka.....	60
Obr. 26 Stavanie z kociek veľkú kocku.....	60
Obr. 27 Stavanie stavby z kociek .....	60
Obr. 28 Zaznamenávanie troch pohľadov stavby z kociek .....	60
Obr. 29 Otáčanie a kreslenie hracej kocky .....	60
Obr. 30 Skladanie kocky zo sietí .....	60
Obr. 31 „Kódovanie“ – šifra stavby z kociek .....	61



Graf 1 Úspešnosť tried v preteste.....	29
Graf 2 Úspešnosť podľa tried v posteste .....	39
Graf 3 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v preteste .....	61
Graf 4 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v posteste .....	61
Tab. 1 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v preteste .....	38
Tab. 2 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v posteste.....	43

## Úvod

Každý človek žije od narodenia v trojrozmernom priestore. Všetko okolo nás, čo vidíme, čoho sa dotýkame, čo vnímame, je trojrozmerné. Ale ľudstvo zobrazuje, znázorňuje či zaznamenáva trojrozmerný priestor spravidla v dvojrozmernom priestore. Výnimku tvoria napríklad hologramy. Uvedomenie si trojrozmernosti priestoru sa zjednodušene nazýva priestorová predstavivosť. Je to schopnosť, ktorá nám nie je vrodená, teda nie je to danosť, s ktorou sa narodíme. Ako každá schopnosť aj táto sa dá vedome i podvedome rozvíjať.

Preto cieľom tejto práce je overiť si, či pomocou vedomých činností a úloh, pri ktorých žiaci mladšieho školského veku aktívne využívajú hmat pri narábaní s kockami, môže nastať zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti.

Samotná práca pozostáva zo štyroch kapitol. V prvej, teoretickej kapitole, definujeme základné pojmy ako predstavivosť a priestorová predstavivosť. V druhej, tiež teoretickej kapitole, sa budeme venovať stavbám a telesám z kociek ako i spôsobom ich záznamov. V tretej kapitole porovnáme zastúpenie úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach matematiky pre primárne vzdelávanie na Slovensku a v Čechách. Vo štvrtej kapitole opíšeme výskum a jeho vyhodnotenie.

Naším zámerom je stanovený cieľ verifikovať. Na skupine žiakov najskôr určíme pomocou testu úroveň priestorovej predstavivosti. Potom skupina žiakov bude riešiť sériu úloh so stavbami kociek a úlohy zamerané na manipuláciu s kockami. Na záver pomocou ďalšieho testu opäť určíme úroveň priestorovej predstavivosti. Porovnaním výsledkov testov zistíme, aká zmena nastala po riešení série úloh. Túto skupinu budeme označovať pojmom experimentálna. Pre korektné hodnotenie výsledkov bude nevyhnutné zohľadnenie výsledkov daných testov na inej, kontrolnej skupine žiakov.

Úlohy rozvíjajúce priestorovú predstavivosť sa vyskytujú v učebniciach matematiky. Preto porovnáme zastúpenie týchto úloh v učebniciach prvého až štvrtého ročníka na Slovensku a v Čechách.

# 1 Priestorová predstavivosť

## 1.1 Čo je predstavivosť?

Predstavivosť, ako pojem sám o sebe, sa vyskytuje v literatúre pomerne málo. V niektorých slovníkoch nie je vôbec vysvetlený, alebo je stotožnený s výrazmi obrazotvornosť alebo dokonca fantázia. Ale vo väčšine prípadov je predstavivosť definovaná ako určitý druh schopnosti. Z mnohých druhov predstavivosti je najčastejšie opisovaná priestorová alebo geometrická predstavivosť.

„Podľa psychologického slovníka je predstavivosť (imagination) schopnosť, vybaviť si a vytvárať predstavy, líši sa v množstve a v zhode s realitou, je predpokladom tvorivej činnosti, zvlášť v problémových situáciách“ (Perný, 2004 citovaný podľa Hartlová, Hartl 2000).

„Pedagogický slovník uvádza predstavivosť ako základnú psychickú funkciu, ktorá zaisťuje možnosť aktuálneho psychického sprítomnenie javov, ktoré nie sú de facto prítomné, a to ako v zmysle rekonštruujúcom, t. j. v zmysle nového vyvolania už známych podnetov z minulosti, tak v zmysle konštruktívnom, invenčnom, t. j. z hľadiska tvorby originálnych, len na predstavách založených a de facto doteraz na neexistujúcich produktoch. Predstavivosť je viazaná na ostatné psychické funkcie a procesy a je integrovanou súčasťou systému psychiky“ (Perný, 2004 citovaný podľa Hartlová, Hartl 2000).

## 1.2 Pojem priestorová predstavivosť

„Pod pojmom priestorovej predstavivosti rozumieme schopnosť predstavovať si vlastnosti geometrických trojrozmerných predmetov, ich tvar (podobu telies), polohu, veľkosť a umiestnenie v priestore“ (Šedivý et. al., 2007, s. 13).

Terminologickým spojením priestorová predstavivosť sa zaoberajú mnohí odborníci, z ktorých prác vyberáme niekoľko pohľadov:

J. Molnár (2009, s. 33) „vysvetľuje priestorovú predstavivosť v užšom zmysle ako geometrickú predstavivosť potrebnú v stereometrii. Charakterizuje ju ako súbor schopností

týkajúcich sa reprodukčných a anticipačných, statických a dynamických predstáv o tvaroch, vlastnostiach a vzájomných vzťahov medzi geometrickými útvarmi v priestore.“  
Říčan (2007, s.81) „pod týmto pojmom rozumie tri prakticky dôležité schopnosti. Predovšetkým je to priestorová orientácia, pri nej ide o určovanie polohy človeka v jeho okolí. Ďalej je to vizualizácia, ktorá umožňuje predstaviť si, do akých vzájomných vzťahov sa dostanú predmety mimo nás, keď sa ocitnú v určitých polohách. Treťou zložkou priestorovej predstavivosti je kinestetická predstavivosť.“

Podľa O. Šedivého (2007, s.13) „môžeme rozdeliť úrovne priestorovej predstavivosti na tri formy (najnižšiu, vyššiu, najvyššiu):

Najnižšou formou priestorovej predstavivosti je priestorová predstavivosť všeobecná alebo intuitívna priestorová predstavivosť. Rozumie sa tým schopnosť vybavovať si (predstavovať si):

- a) Skôr videné (vnímané) objekty v trojrozmernom priestore a vybaviť si ich vlastnosti, polohu a priestorové vzťahy.
- b) Skôr alebo v danom momente videné (vnímané) objekty v inej vzájomnej polohe, než v akej boli alebo sú skutočne vnímané.
- c) Objekty v priestore na základe ich rovinného obrazu.
- d) Neexistujúci reálny objekt v trojrozmernom priestore na základe ich (slovného) popisu.

Vyššia forma je geometrická predstavivosť, čo je schopnosť:

- a) Abstrahovať z reálnej skutočnosti – konkrétnych objektov ich geometrické vlastnosti a vidieť v nich modely geometrických útvarov v ich čistej podobe.
- b) Predstavovať si geometrické útvary, vzťahy medzi nimi na základe ich jednoduchých modelov, predstavovať si geometrické útvary v najrôznejších vzájomných vzťahoch a to aj v takých, v ktorých nemôžu byť predvedené pomocou hmotných modelov geometrických útvarov (napr. prienik dvoch telies).
- c) Mať zásobu predstáv geometrických útvarov a schopnosť vybavovať si ich najrôznejšie podoby a polohy.

Najvyššou formou priestorovej predstavivosti je priestorové a geometrické (priestorové schematické) myslenie. Priestorové myslenie je schopnosť na základe priestorových a geometrických predstáv:

- a) Vyvodiť závery, poprípade si vytvoriť nové predstavy, vedieť také nové predstavy vyjadriť, prípadne ich realizovať.

- b) Myšlienково konštruovať priestorové obrazy – geometrické útvary a robiť s nimi operácie a vedieť také operácie vyjadriť, prípadne ich realizovať.
- c) Vyjadriť graficky, diagramom, grafom alebo iným spôsobom – geometrickou schémou v realite existujúce vzťahy a závislosti, vlastnosti rôznych matematických pojmov a javov a vzťahy a závislosti medzi nimi, prípadne vedieť vyjadriť prebiehajúci dej.
- d) Vedieť predstaviť si rôzne vzťahy, javy, závislosti existujúce v realite i v čistej matematike, ak sú vyjadrené geometrickou schémou.
- e) Využívať grafických metód k riešeniu praktických úloh i matematických problémov.“

Vzhľadom na to, že istá úroveň priestorovej predstavivosti je nevyhnutná pre každého z nás, treba hľadať cesty, ako priestorovú predstavivosť budovať a rozvíjať.

Práca v škole dáva veľké možnosti na rozvoj priestorovej predstavivosti. Ved' napr. cieľom vyučovania geometrie je systematickým skúmaním vlastností geometrických útvarov v rovine i v priestore rozvíjať priestorovú predstavivosť žiakov a naučiť ich používať pri riešení konštrukčných úloh a úloh na výpočty, rozvinúť u žiakov logické myslenie a schopnosti používať získané poznatky k plneniu praktických úloh.

Priestorová predstavivosť sa opiera o poznanie tvaru predmetov, ich rozmiestnenia, veľkosti, o pohyb v priestore. Preto jej rozvoj veľmi súvisí s rozvojom pojmov geometrický útvar, miera a zobrazenie.

### 1.3 Dve koncepcie výučby priestorovej predstavivosti

Vyššia schopnosť priestorovej predstavivosti znamená lepší predpoklad predstaviť si a pochopiť vzťahy geometrie v priestore, teda stereometrie. Pod pojmom stereometria budeme chápať tú oblasť geometrie, ktorá sa venuje priestorovým útvarom a ich vlastnostiam (Šedivý, Vallo, 2009, s. 102).

Pri vyučovaní priestorovej predstavivosti, resp. stereometrie sa môžeme stretnúť s dvomi koncepciami. V prvej sa vychádza z pojmov **bod**, **priamka**, **rovina** a relácie **incidencie** (napr. bod leží na priamke). Stereometrické predstavy týchto elementárnych prvkov sa následne využívajú pri priestorovej predstavivosti zložitejších útvarov a telies.

Táto koncepcia sa javí ako očividný prístup, ktorý Komenský nazýval - od jednoduchého k zložitejšiemu.

Podľa druhej koncepcie má vyučovanie stereometrie nadväzovať na skúsenosti získané pri hre s kockami. Teda základným pojmom a objektom stereometrie je **kocka**. Manipulácia i cielené gradovanie úloh a hier s kockami, keď to nie je tak zjavné, možno tiež považovať za Komenského zásadu - od jednoduchého k zložitejšiemu (Hejný, 1989, s. 367).

Teória súvisiaca s priestorovou predstavivosťou odzrkadľuje reálne skúsenosti človeka s trojrozmerným priestorom. Takéto prepojenie teórie a praxe nám umožňuje rozvíjať teóriu priestorovej predstavivosti pomocou empirie. Preto aj my budeme tézu o potenciálnom rozvíjaní priestorovej predstavivosti overovať pomocou (pre dieťa) dominantného telesa – kocky a stavieb z kociek.

## 2 Stavby z kociek a telesá z kociek

Deti mladšieho školského veku už majú skúsenosti s kockami z rôznych detských hier. Využívanie úloh zameraných na tvorbu stavieb a telies z kociek znamená hravým spôsobom rozvíjať priestorovú predstavivosť. Úlohami máme na mysli riešenie problémov, pri ktorých dochádza k manipulácii s kockami, taktiež spôsoby zaznamenávania telies do roviny a priestorové predstavy telies zaznamenaných v rovine. V práci budeme využívať špeciálne telesá zostavené výhradne z kociek, preto budeme definovať pojmy stavba z kociek a teleso z kociek. Neskôr opíšeme rôzne spôsoby znázorňovania stavieb a telies z kociek.

### 2.1 Stavba z kociek, teleso z kociek

Jirotková (2010, s. 49, 62) vymedzuje stavby a telesá z kociek dvomi spôsobmi: konceptuálne a procesuálne.

#### **Konceptuálne vymedzenie stavby z kociek:**

„Stavba z kociek je priestorový útvar z konečného počtu zhodných kociek. Môžeme vymedziť niekoľko pravidiel pre postavenie stavieb z kociek:

1. Každé dve kocky majú spoločnú buď jednu stenu, jednu hranu, jeden vrchol alebo nemajú nič spoločné.
2. Žiadna kocka „nevisí“ vo vzduchu.
3. Stavba je z jedného kusu (t.j. stredy ľubovoľných dvoch kociek stavby možno spojiť čiarou, ktorá celá leží vo vnútri stavby).

#### **Procesuálne vymedzenie stavby z kociek:**

Stavba z kociek je priestorový útvar postavený podľa určitých pravidiel z konečného počtu zhodných kociek. Pravidlá pre vytvorenie stavby z kociek:

1. Začneme položením jednej kocky na „podlahu“.
2. Položíme k nej druhú kocku tak, že priložíme stenu jednej kocky presne na stenu druhej kocky.
3. Pokračujeme položením ďalších kociek, vždy na jednu alebo viac kociek už rozostavanej stavby, až vyčerpáme všetky pripravené kocky.

### Konceptuálne vymedzenie telesa z kociek:

Teleso z kociek je priestorový útvar vytvorený z konečného počtu zhodných kociek ak:

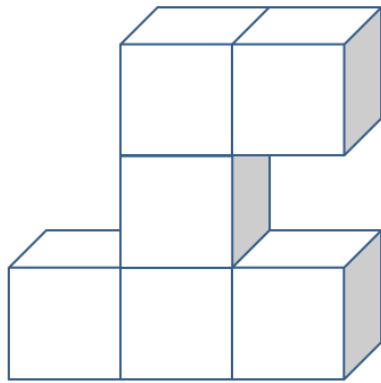
1. každé dve kocky majú spoločnú jednu stenu, jednu hranu, jeden vrchol alebo nemajú nič spoločné.
2. je z jedného celku, t.j. stredy ľubovoľných dvoch kociek stavby možno spojiť lomenou čiarou, ktorá celá leží vo vnútri stavby.

### Procesuálne vymedzenie telesa z kociek:

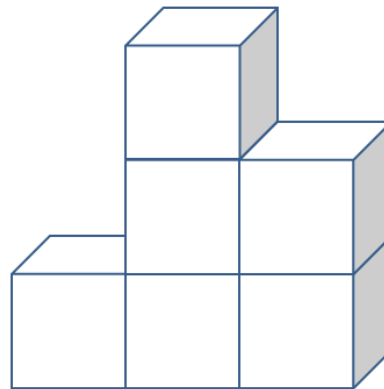
Teleso z kociek je priestorový útvar postavený podľa istých pravidiel z konečného počtu zhodných kociek. Pravidlá pre vytvorenie telesa z kociek:

1. K jednej kocke prilepíme druhú kocku tak, že presne priložíme stenu jednej kocky na stenu druhej kocky.
2. pokračujeme týmto spôsobom lepením ďalších a ďalších kociek vždy na stenu jednej alebo viacerých kociek už rozostavanej stavby, až vyčerpáme všetky pripravené kocky.“

Rozdiel medzi stavbou a telesom z kociek je, že teleso z kociek obsahuje kocku, ktorá nie je položená na žiadnej inej, ale je spojená bočnou stenou s inou kockou (obr. 1 teleso z kociek, obr. 2 stavba z kociek).



Obr. 1 Teleso z kociek

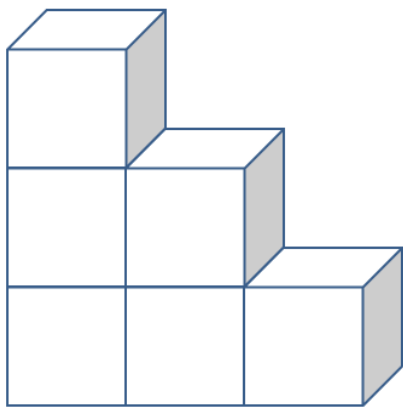


Obr. 2 Stavba z kociek

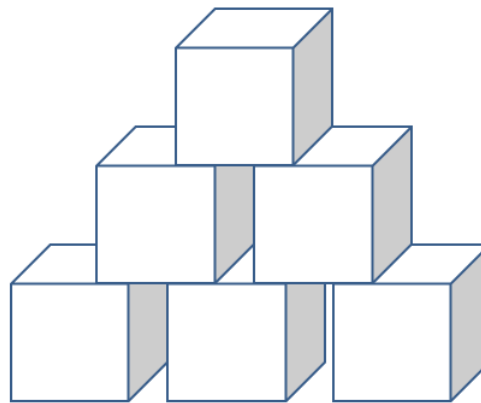
Jirotková (2010, s. 49) uvádza dva druhy stavieb z kociek: stĺpcovú a nestĺpcovú.

**Stĺpcová stavba z kociek** je taká stavba, ktorá sa skladá zo stĺpcov a dá sa presúvať po stĺpcoch (obr. 3). **Nestĺpcová stavba z kociek** je pyramída alebo objekt, v ktorých sú kocky natočené, alebo sú postavené na hrane (obr. 4).





Obr. 3 Stúpcová stavba



Obr. 4 Nestúpcová stavba

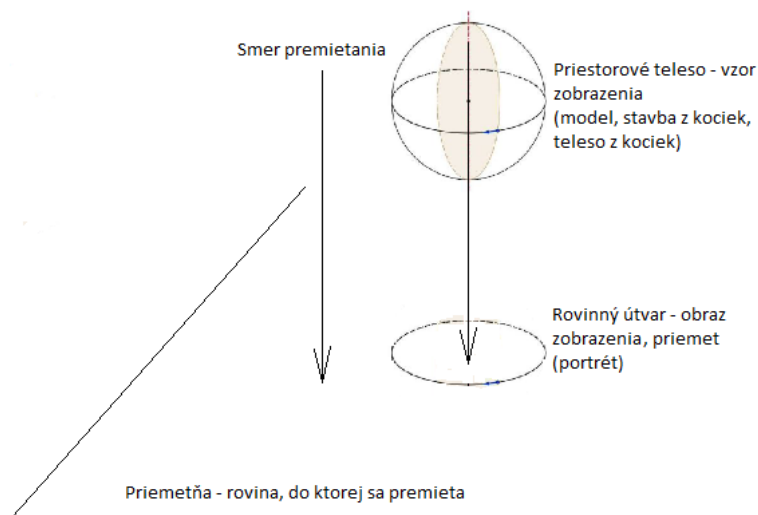
## 2.2 Spôsoby záznamov stavieb a telies z kociek

Stavby a telies z kociek môžeme zaznamenať viacerými spôsobmi. Uvedieme si päť spôsobov, ktoré sú vhodné pre deti mladšieho školského veku:

1. voľné rovnobežné premietanie
2. tri pohľady
3. plán
4. úplný plán
5. šifrovanie

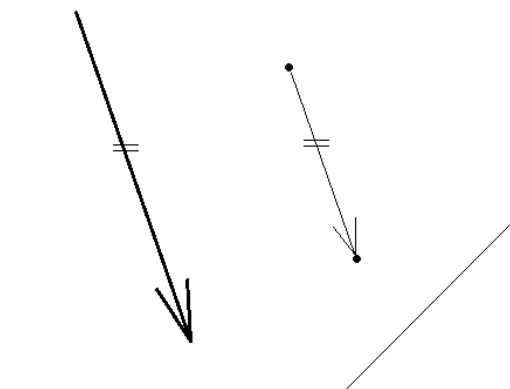
### 2.2.1 Voľné rovnobežné premietanie

Niektoré spôsoby zaznamenávania stavieb a telies z kociek využívajú princípy a vlastnosti rovnobežného premietania. Je to spôsob, pri ktorom je daná rovina (priemetňa), smer premietania, ktorý nie je rovnobežný s priemetňou a každý bod priestoru sa zobrazí ako prienik danej roviny a priamky rovnobežnej s daným smerom a prechádzajúcej (incidentnej) daným bodom. Súvisiace pojmy sú vzor, obraz, priemetňa a smer premietania ako známe z deskriptívnej geometrie a na tomto mieste ich ponecháme bez presnejšej definície. Pre účely tejto práce postačuje grafické znázornenie pojmov na obrázku (obr. 5).



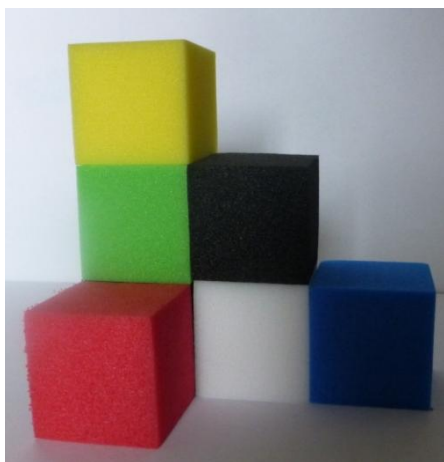
**Obr. 5 Rovnobežné premietanie**

Pre danú ľubovoľnú priamku a ľubovoľnú rovinu rôznobežnú s priamkou sa zobrazenie z priestoru do roviny, ktoré priradzuje ľubovoľnému bodu priestoru bod v rovine ako prienik danej roviny a priamky prechádzajúcej bodom rovnobežnej s danou priamkou, nazýva voľné rovnobežné premietanie (obr. 6).

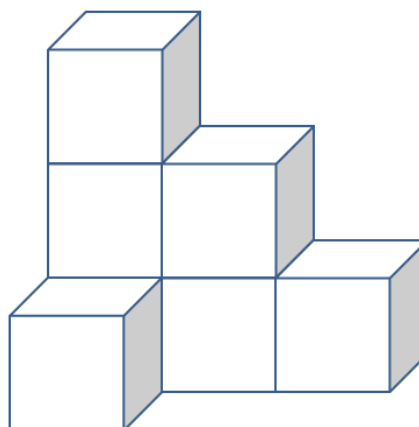


**Obr. 6 Voľné rovnobežné premietanie**

V školskej praxi sa najčastejšie používa dohoda, podľa ktorej sa vo voľnom rovnobežnom premietaní úsečka kolmá na priemetňu zobrazí do úsečky, ktorá zvierá uhol  $45^\circ$  s obrazom úsečky rovnobežnej s priemetňou. Dĺžka zobrazenej úsečky sa zmenší na polovicu.



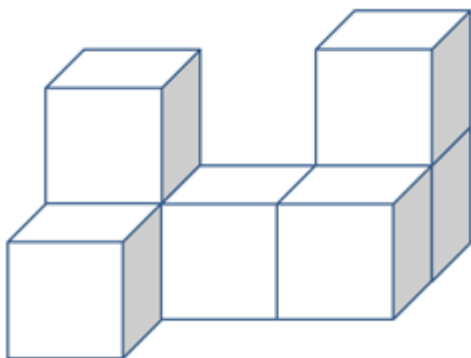
Obr. 7 Fotografia stavby z kociek



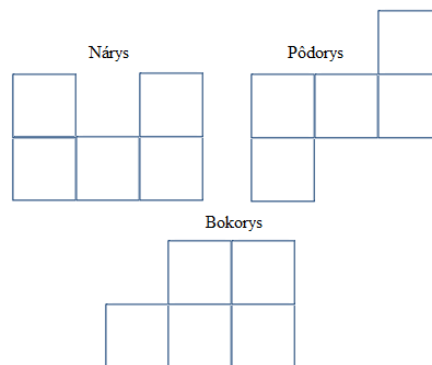
Obr. 8 Stavba z kociek zaznamenaná vo voľnom rovnobežnom premietaní

## 2.2.2 Tri pohľady

Stavbu z kociek (obr. 9), môžeme zaznamenať tromi rôznymi pohľadmi (obr. 10) a to: pohľad zhora, pohľad spredu a pohľad z boku. Pôdorys je pohľad na stavbu zhora, nárys je pohľad na stavbu spredu a bokorys je pohľad na stavbu z boku. Steny kociek, pretože sú štvorce, sa v kolmom rovnobežnom premietaní zobrazujú ako štvorce.



Obr. 9 Stavba z kociek

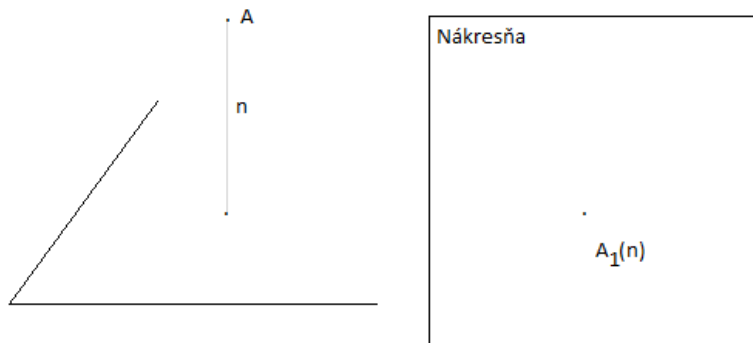


Obr. 10 Tri pohľady na stavbu z kociek obr. 9

## 2.2.3 Plán

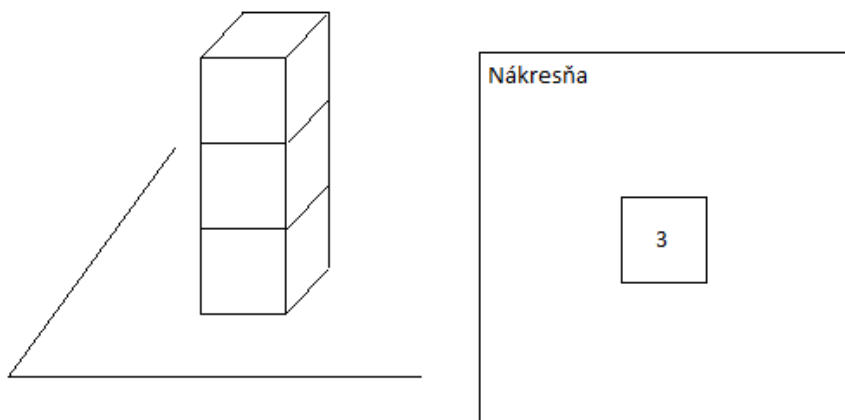
Obdobou znázorňovania pomocou plánu je kótované premietanie. Kótované premietanie (obr. 11) je bijektívne zobrazenie, ktoré každému bodu priestoru priradí jeho kolmý prie-

met do priemetne spolu s reálnym číslom – kótou, ktorá je v absolútnej hodnote vzdialenosťou bodu od priemetne.



Obr. 11 Kótované premietanie

Pod plánom stavby z kociek budeme rozumieť pôdorys stavby, ktorý sa skladá z jedného alebo viacerých štvorcov, v ktorom je zaznamenané číslo resp. počet bodiek. Číslo alebo počet bodiek vo štvorci znázorňuje, koľko kociek sa nachádza v danom stĺpci (obr. 12).

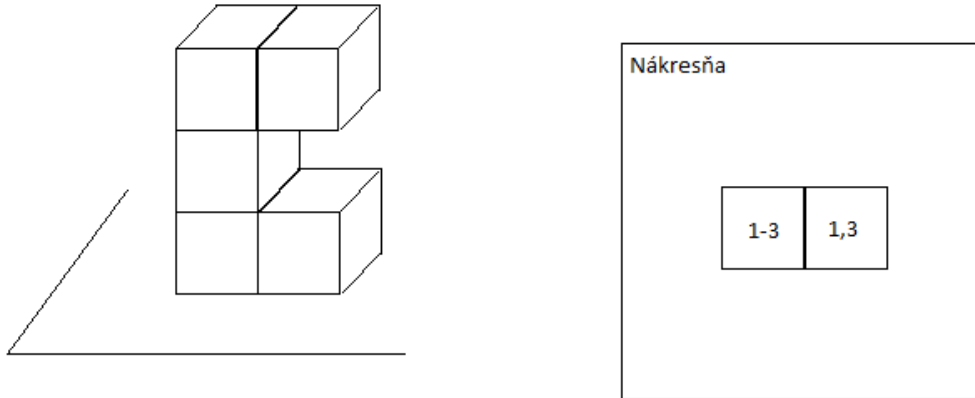


Obr. 12 Plán stavby z kociek

## 2.2.4 Úplný plán

Pre zaznamenávanie telies z kociek, ktoré majú jednu alebo viac kociek vo vzduchu, využívame úplný plán. V prípade „plného“ stĺpca sa zapíše poradové číslo prvej a číslo po-

slednej kocky, pričom čísla sú oddelené pomlčkou. V prípade „vynechania“ niektorých kociek v stĺpci sa zapisujú poradové čísla kociek, pričom čísla sú oddelené čiarkou (obr. 13).



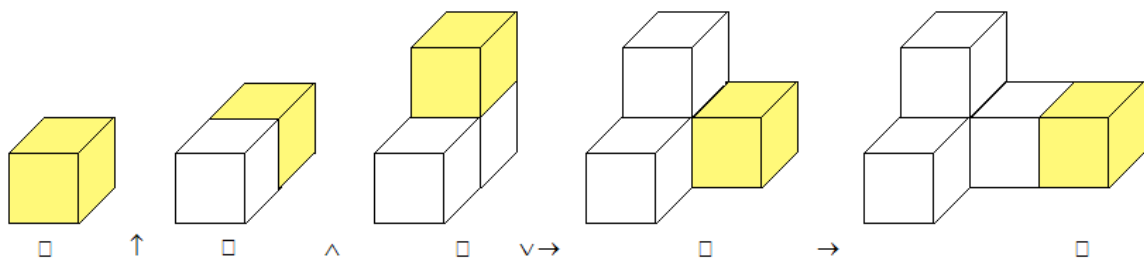
Obr. 13 Úplný plán telesa z kociek

### 2.2.5 Šifrovanie

Pod pojmom šifra alebo šifrovanie budeme rozumieť záznam alebo postup zaznamenávania stavby z kociek s vopred dohodnutými znakmi, z ktorých každý znamená jeden úkon (krok). Šifra sa zapisuje v riadku zľava doprava po jednotlivých krokoch.

Význam jednotlivých znakov:  $\square$  polož kocku,  $\rightarrow$  choď vpravo,  $\leftarrow$  choď vľavo,  $\downarrow$  choď dopredu (k sebe),  $\uparrow$  choď dozadu (od seba),  $\wedge$  choď hore (o poschodie vyššie),  $\vee$  choď dole (o poschodie nižšie).

Príklad postupu stavby z piatich kociek podľa šifry  $\square \uparrow \square \wedge \square \vee \rightarrow \square \rightarrow \square$  (obr. 14).



Obr. 14 Šifra

### **3 Stavby z kociek v učebniciach matematiky**

So stavbami z kociek človek manipuluje už od detstva, a to v hrách s kockami a stavbami z nich. Stavby z kociek umožňujú deťom lepšie pochopiť a predstaviť si ich v skutočnosti, keď s nimi manipulujú. Preto je dôležité, aby sa s nimi narábalo aj v primárnom vzdelávaní, čím by sa úroveň priestorovej predstavivosti mohla zvyšovať a manipulácia s nimi by sa zdokonaľovala. Uvedený aspekt bol dôvodom k nahliadnutiu do učebníc matematiky na Slovensku, ale aj v Čechách a na zistenie, ako sú úlohy na rozvoj priestorovej predstavivosti v nich zastúpené, a či sa v učebniciach vyskytujú aj úlohy s využitím kociek a stavieb z kociek.

#### **3.1 Zastúpenie úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach matematiky pre primárne vzdelávanie na Slovensku**

Štúdiom aktuálnych učebníc z matematiky na Slovensku pre primárne vzdelávanie sme zistili, že v učebniciach sú zastúpené vybrané typy úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť.

V učebniciach pre 1. ročník, t. j. 1. a 2. časť autorka B. Lehoťanová, sa nachádzajú úlohy rozvíjajúce priestorovú predstavivosť. Tieto úlohy by sme mohli kategorizovať ako úlohy na orientáciu v priestore, telesá - (guľa, kocka, valec), stavby z kociek a iných geometrických telies. Ako prvú kategóriu sme určili orientáciu v priestore. V týchto úlohách majú deti pred sebou obrázok a určujú polohu predmetov, ktoré sa tam nachádzajú. Pri tejto úlohe deti rozlišujú pojmy ako „vľavo“, „vpravo“, „hore“, „dole“ a i. V kategórii telesá môžeme nájsť úlohy zamerané na rozvoj schopnosti rozlišovať telesá, napr. guľu, kocku a valec. Deti pri týchto úlohách rozlišujú telesá, pomenúvajú ich alebo priradujú k nim predmety toho istého tvaru. Poslednou kategóriou, ktorú sme vymedzili, sú stavby z kociek a iných geometrických telies. Do týchto úloh sme zaradili všetky stavby, ktoré sa v učebniciach nachádzajú. Deti pri týchto úlohách majú na obrázku stavbu a ich úlohou je zapísať počet rôznych geometrických tvarov ako guľa, kocka, valec. Ďalšie úlohy sú zamerané na postavenie stavby podľa nákresu. Deti majú na obrázku stavbu z kociek a ich úlohou je postaviť stavbu, ktorú vidia.

V učebniciach pre 2. ročník, t. j. učebnica a pracovný zošit 1. a 2. časť autorov P. Černek, S. Bednářová, môžeme úlohy na priestorovú predstavivosť identifikovať nasledovne: stavby z kociek a telesá (guľa, kocka, valec). Pri stavbách z kociek žiaci určujú, v ktorej veži sa nachádza viac kociek, stavajú z 2 kociek rôzne veže, alebo podľa obrázku stavajú stavbu. Ďalej spájajú stavby s ich pôdorysom a zaznamenávajú, z koľkých kociek je stavba zložená. Na poslednej strane môžeme nájsť taktiež stavby z kociek, ktoré sú zamerané na pozorovanie stavby z každej strany a taktiež stavanie stavby podľa obrázku. Niektoré úlohy sú zamerané na plán a nárys, pôdorys a bokorys, ale u žiakov sa tento pojem nezavádza. V týchto učebniciach sa vyskytuje plán stavby častejšie, ale nárys, pôdorys a bokorys sa vyskytuje len jednej úlohe.

V učebniciach pre 3. ročník, t. j. učebnica a pracovný zošit 1. časť autora P. Černek, môžeme nájsť zastúpenie úloh na priestorovú predstavivosť len v niekoľkých úlohách. Zameriavajú sa na kocky, ako napr. zistiť počet kociek v stavbe alebo v škatuliach a na stavbu rôznofarebných veží, ktoré sa skladajú zo štyroch kociek.

V učebniciach pre 4. ročník, t. j. učebnica a pracovný zošit 1. a 2. časť autora P. Černek, sa nachádzajú úlohy orientované na priestorovú predstavivosť. Zväčša sú zamerané na kocky a stavby z kociek. Tieto úlohy sa vyskytujú hlavne v pracovnom zošite v 2. časti - pri geometrii. Žiaci v tomto ročníku stavajú stavby podľa obrázku, určujú počet kociek v stavbe, vyfarbujú kocky podľa poschodí a zároveň zapisujú, koľko kociek má každé poschodie. Znázorňujú pôdorys každého poschodia vo štvorcovej sieti a zároveň zapisujú plán stavby. Plán stavby v učebniciach nazývajú „zakódovanie“ stavby. Ďalšie úlohy sú: podľa zakódovanej stavby znázorni všetky poschodia, podľa obrázkov zakóduj stavby, alebo aj vyfarbovanie stavieb pohľadu zhora a zaznamenávanie do štvorcovej siete. Taktiež sa žiaci stretávajú s telesom z kociek i keď tento pojem nepoužívajú. V úlohách teleso z kociek pomenúvajú ako zlepené stavby. Žiaci riešia úlohy aj na úplný plán, najskôr zapisujú pomocou písmen a neskôr pomocou číslíc. V učebnici a v pracovnom zošite 1. časť sme našli úlohy zamerané na kocky a to zistenie počtu kociek v škatuli.

### **3.2 Zastúpenie úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach matematiky pre primárne vzdelávanie v Čechách**

Štúdiom aktuálnych učebníc z matematiky v Čechách pre primárne vzdelávanie sme zistili, že v učebniciach sú zastúpené vybrané typy úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť.

V učebniciach pre 1. ročník, t. j. 1. a 2. diel autorov M. Hejný, D. Jirotková, J. Slezáková-Kratochvílová, sú zastúpené úlohy na priestorovú predstavivosť, ktoré môžeme rozdeliť do troch kategórií: orientácia v priestore, stavby z kociek a plán stavby. Do kategórie orientácia v priestore môžeme zaradiť cvičenia zamerané na orientáciu v priestore, ktoré spočívajú v priestorovom obrázku, kde žiaci určujú polohu jedného predmetu vzhľadom na iný. Pritom využívajú pojmy pred, za, nad, pod, vpravo alebo vľavo. Správnym používaním pojmov sa overuje, či si žiaci vedia dostatočne predstaviť priestorové usporiadanie predmetov. Takáto úloha sa vyskytuje v učebniciach len jedna, pričom každý obrázok je dostatočne veľký (na jednej dvojstránke), s postavičkami, zvieratkami a predmetmi, ktoré žiaci môžu bez ťažkostí pomenovať a plne sa môžu sústrediť na správne používanie pojmov priestorovej orientácie. Ďalšou kategóriou, ktorú sme vymedzili, sú stavby z kociek. Sem zaraďujeme úlohy ako: postaviť z kociek veže, alebo vláčik, postaviť stavbu podľa predlohy, usporiadanie veže z kociek podľa veľkosti, určovanie počet kociek na každom poschodí. Poslednou kategóriou je plán stavby, kde žiaci vytvárajú stavby a zapisujú ich plány alebo podľa predlohy stavby zapisujú plány, alebo vytvoria plán a podľa toho postaví stavbu, alebo priradujú stavbu k správne mu plánu. Ďalšou úlohou, je tzv. prestavba, žiaci postaví stavbu podľa predlohy, preložia kocku, zapíšu plán, preložia ďalšiu kocku a napíšu plán. Okrem týchto kategórií, ktoré sme vymedzili, sa v učebniciach nachádzajú aj hry ako poznávanie telesa podľa hmatu, alebo ako prílohy na konci učebnice sú siete kocky.

V učebniciach pre 2. ročník, t. j. 1., 2. a 3. diel autorov M. Hejný, D. Jirotková, J. Slezáková-Kratochvílová, môžeme úlohy zamerané na priestorovú predstavivosť rozdeliť do kategórií: plán stavby, stavby z kociek a siete kociek. V kategórii plán stavby sme zaradili úlohy ako: vytváranie stavieb a nájdenie správneho plánu, vytváranie stavieb podľa plánu, alebo podľa plánu vytvoriť stavbu. Taktiež sem zaraďujeme prestavbu, kde úlohou žiakov je postaviť stavbu podľa predlohy, preložiť kocku, zapísať plán, preložiť ďalšiu kocku a nakoniec napísať plán. Ďalšou kategóriou sú stavby z kociek. V tejto



kategórii môžeme nájsť úlohy ako: vytvorenie stavby, zapisovanie počet kociek na každom poschodí. Do poslednej kategórie sme zaradili úlohy na strihy resp. siete kociek. Tieto úlohy sú zamerané na siete z kociek, kde žiaci pomocou kocky vytvárajú jej strih. Do týchto úloh sme zaradili aj strihy pre divadlo a izbu. V týchto úlohách si žiaci predstavujú divadlo, ktoré má 4 steny a izbu, ktorá má 5 stien. Tieto úlohy sú zamerané za rozpoznanie sietí alebo strihov, vyberanie správnej siete, a napokon vyfarbovanie protiľahlých stien v sieti kocky a zároveň overenie správnosti vyfarbenia, priložením na kocku. Taktiež v týchto učebniciach sa nájdú úlohy na orientáciu v priestore. Tieto úlohy sú zamerané na preklopenie kocky dopredu, dozadu, doľava, doprava a jej zápis.

V učebniciach pre 3. ročník, t. j. učebnica, 1. a 2. pracovný zošit autorov M. Hejný, D. Jirotková, J. Slezáková-Kratochvílová, J. Michnová, sa nachádzajú úlohy orientované na priestorovú predstavivosť. Môžeme ich rozdeliť na stavby z kociek, plán stavby, telesá (kváder, guľa, ihlan, kužeľ, valec), siete kociek, pohľad spredu (nárys), hrany a steny. Pri stavbách z kociek žiaci stavajú stavby podľa predlohy, určujú počet poschodí a kociek a vytvárajú stavbu zo zadaného počtu kociek. V úlohách na siete kociek vytvárajú siete kociek, určujú siete kociek a spoznávajú sieť kvádra. Pri úlohách na plán stavby žiaci priradujú plán k správnej stavbe, podľa plánu stavajú stavbu, alebo podľa stavby zapisujú plán a taktiež tu môžeme nájsť cvičenie prestavby. V úlohách zameraných na telesá, žiaci rozlišujú rôzne druhy geometrických telies ako: kváder, guľa, ihlan, kužeľ a valec, vymenovávajú iné predmety toho istého tvaru a pomenovávajú telesá na obrázku. Žiaci v tomto ročníku sa stretávajú s pohľadom spredu (nárys) a s určovaním počtu hrán a stien. Pri úlohách zameraných na pohľad spredu, stavajú stavby podľa plánu a zároveň zaznamenávajú pohľad spredu, alebo stavajú stavby podľa pohľadu spredu. Taktiež vytvárajú stavbu, zaznamenávajú jej pohľad spredu, pridávajú k stavbe kocky tak, aby sa jej nárys nemenil a zároveň stavbu vždy zaznamenávajú plánom, alebo je úlohou žiakov priradiť stavbu k správne mu plánu a k správne mu nárysu. V úlohách zameraných na hrany a steny kociek, žiaci určujú počet hrán a stien najskôr na kocke, ale neskôr určujú počet stien na stavbe z kociek.

V učebniciach pre 4. ročník, t. j. učebnica, 1. a 2. pracovný zošit autorov M. Hejný, D. Jirotková, J. Michnová, E. Bomerová, môžeme nájsť úlohy zamerané na priestorovú predstavivosť. Tieto úlohy sú zamerané na plány stavieb, nárys, siete kociek, stavby z kociek, pôdorys a šifra. V týchto úlohách žiaci priradujú plány k stavbám, zakresľujú ich pohľady spredu, vytvárajú siete kocky, určujú počet kociek v stavbe a taktiež určujú a zapisujú počet kociek, ktoré vidia zhora. Stretávajú sa s pojmom šifra a pohľad zhora

(pôdorys), kde žiaci vytvárajú vlastnú šifru a zároveň stavajú stavbu, alebo podľa šifry stavajú stavbu. Taktiež podľa stavby vytvárajú šifru. Pri úlohách na pohľad zhora, žiaci podľa stavby zapisujú jej pôdorys. Okrem týchto úloh, žiaci skladajú z papierov kocku, podľa návodu.

## **4 Stavby z kociek a ich využitie v rozvíjaní priestorovej predstavivosti detí mladšieho školského veku**

### **4.1 Zameranie výskumu**

Hlavným cieľom výskumu je overiť, či využívanie aktivít a úloh, pri ktorých sa aktívne využíva haptická manipulácia s kockami, môže mať vplyv na zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti detí mladšieho školského veku.

Za ukazovateľ úrovne priestorovej predstavivosti budeme považovať úspešnosť v riešení matematických úloh, ktoré si vyžadujú istú dávku priestorovej resp. geometrickej predstavivosti v intenciách definícií uvedených v teoretickej časti práce.

Aby sme mohli zistiť vplyv manipulačných aktivít s kockami na úspešnosť v riešení úloh, je potrebné zmapovať úroveň vedomostí na začiatku, teda pred plánovanými aktivitami a tiež po realizácii aktivít v praxi.

V rámci komentovania priebehu výskumu budeme používať termín experiment, hoci si uvedomujeme, že sa v skutočnosti nejedná o experiment v pravom význame. Jednak nebolo možné zabezpečiť výber vzorky náhodným spôsobom, v kontrolnej skupine nebolo možné zabezpečiť výber vzorky náhodným spôsobom a tiež v kontrolnej skupine nebolo možné zabezpečiť experimentálne pôsobenie v danej téme.

Napriek tomu sme presvedčení, že má zmysel skúmať odpovede na otázku, do akej miery vplývajú manipulačné aktivity s kockami vo vyučovaní matematiky žiakov primárneho vzdelávania na rozvoj ich priestorovej predstavivosti. Aj keď naše overovanie nebude možné zovšeobecňovať, môžu zistené výsledky aspoň čiastočne prispieť k uvažovaniu o téme a k overovaniu uvedenej témy, v komplexnejšom meradle, v iných typoch prác.

### **4.2 Realizácia výskumu**

Výskum sme realizovali na Základnej škole v Malackách, v dvoch triedach tretieho a dvoch triedach štvrtého ročníka. Na začiatku experimentu bol vo všetkých triedach administrovaný pretest. Aktivity v rámci experimentu boli zamerané na manipuláciu

s kockami a riešenie úloh, ktoré súviseli s rozvíjaním schopnosti „vidieť“ priestorový útvar a zaznamenať ho, resp. naopak. V rámci experimentálneho pôsobenia sme odučili štyri vyučovacie hodiny v jednej triede tretieho a jednej triede štvrtého ročníka. Tieto triedy sme považovali za experimentálne skupiny. Počas hodín sme sa zamerali na manipuláciu s kockami, stavanie stavieb z kociek a proces ich zaznamenávania. Každá vyučovacia hodina, ktorú sme odučili, bola zameraná vždy na iný typ úlohy alebo na rozvoj danej zložky priestorovej predstavivosti.

Na prvej vyučovacej hodine sme sa zamerali na stavby z kociek. Žiaci počas tejto hodiny stavali stavby podľa predlohy alebo podľa obrázka (príloha č. 5, obr. 25), počítali z koľkých poschodí je stavba postavená, koľko kociek má každé poschodie a stavali z malých kociek veľké kocky (príloha č. 5, obr. 26).

Druhá hodina bola zameraná na pohľady spredu, zhora a z boku. Žiaci počas tejto hodiny taktiež manipulovali s kockami, stavali stavby (príloha č. 5, obr. 27) a zaznamenávali ich (príloha č. 5, obr. 28). Žiaci počas hodiny zaznamenávali pohľady na čistý papier, kreslili štvorčeky tak, ako videli steny kociek z jednotlivých pohľadov.

Tretiu hodinu sme cielene venovali hracej kocke a sieťam kocky. Žiaci mali úlohy zamerané na hraciu kocku a jej otáčanie dopredu, dozadu, doľava a doprava, po každom otočení si žiaci zaznamenávali na papier obraz kocky spolu s jej stenami a správnym počtom bodiek po otočení (príloha č. 5, obr. 29). Ďalšie úlohy boli zamerané na siete kociek. Z rôznych sietí žiaci skladali kocky a následne si zaznamenávali, z ktorých záznamov kocka vznikne (príloha č. 5, obr. 30) a nakoniec vyrábali z papiera vlastnú kocku.

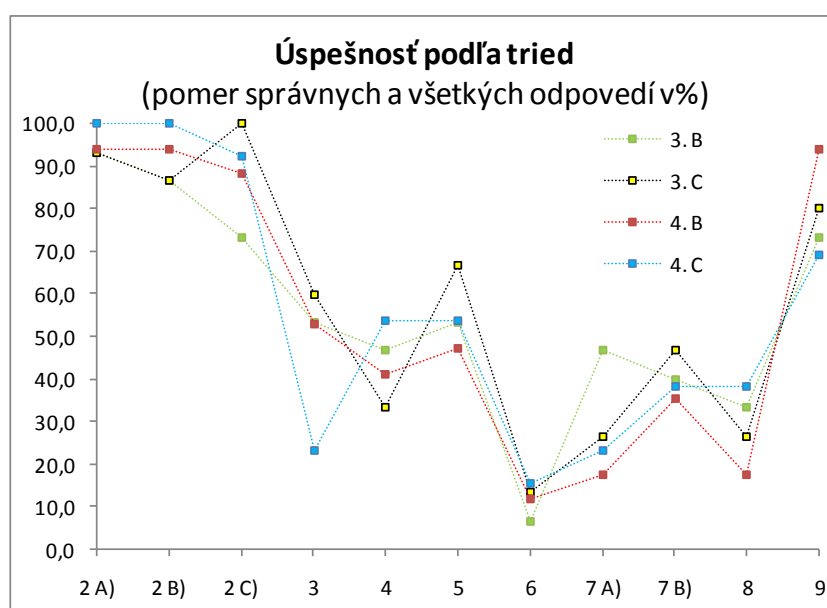
Posledná, štvrtá hodina, bola zameraná znovu na manipuláciu s viacerými kockami. Žiaci stavali stavby podľa obrázkov a zaznamenávali, ako by ich stavali. Pri týchto úlohách si žiaci osvojovali pojmy ako hore, dole, doľava, doprava, dopredu (pred kocku), dozadu (za kocku) a zároveň sa naučili „kódovať stavby“ – šifru (príloha č. 6, obr. 31).

Kontrolné skupiny mali v čase experimentu, riadne vyučovacie hodiny matematiky odučené podľa plánu. Z pragmatických dôvodov nebolo možné zabezpečiť vyučovanie uvedenej témy aspoň podľa zaužívaných zvyklostí. Hlavným dôvodom je skutočnosť, že naša téma má len minimálne zastúpenie v slovenských učebniciach a bežná prax je, že sa danej téme učitelia matematiky nevenujú. Napriek tomu sme sa rozhodli realizovať komparáciu ako medzi kontrolnou a experimentálnou skupinou, tak aj medzi pretestami a postestami v jednotlivých triedach. Preto sme na konci našich aktivít, vo všetkých triedach, realizovali postest.

## 4.3 Vyhodnotenie výskumu a interpretácia výsledkov

### 4.3.1 Hodnotenie pretestu

Pretest absolvovali štyri triedy 3.B, 3.C, 4.B a 4.C s počtom 60 prítomných žiakov v poradí podľa tried 15, 15, 17 a 13 žiakov. Teda 30 žiakov tretieho a 30 žiakov štvrtého ročníka. Pretest obsahoval 9 označených úloh, pričom niektoré pozostávali z viacerých častí. Prvú úlohu budeme hodnotiť len kvalitatívne a ostatných osem kvantitatívne. Test obsahoval celkovo 12 samostatne hodnotených úloh, z nich prvú budeme hodnotiť kvalitatívne a ostatných jedenásť kvantitatívne. Z 11 hodnotených úloh bolo vyhodnotených 366 správnych zo 660 možných odpovedí, t. j. 55,5%. Najviac správnych odpovedí v počte: 57, 55 a 53 mali žiaci v troch častiach druhej úlohy. Tomu zodpovedá úspešnosť 95%, 91,7% a 88,3%. Naopak najmenej správnych odpovedí 7, 17 a opäť 17 mali žiaci v šiestom, prvom siedmom a ôsmom príklade. Tomu zodpovedá úspešnosť 11,7% a dvakrát 28,3%. Úspešnosť, teda počet správnych odpovedí v pomere ku všetkým možným mala trieda 3.B 55,2%, 3.C až 57,6%, trieda 4.B 54% a trieda 4.C 55,2%. Teda tretiaci boli úspešnejší, keď dosiahli 56,4% správnych odpovedí, pričom štvrtáci 54,5% správnych odpovedí. Výsledky všetkých úloh a všetkých tried sú uvedené v prílohe č. 3. Grafické znázornenie úspešnosti v riešení úloh je na grafe 1.



Graf 1 Úspešnosť tried v preteste

## A. Stručná charakteristika testovaných skupín a atmosféra počas testovania

### Trieda 3.B

V triede je zapísaných 19 žiakov, z toho 10 chlapcov a 9 dievčat. Počas pretestu bolo v triede prítomných 15 žiakov, z toho 8 chlapcov a 7 dievčat. Po zazvonení na hodinu sme žiakom vysvetlili priebeh realizácie testu a zároveň sme rozdali zadania. Najskôr vyplnili meno a priezvisko, triedu a potom začali riešiť úlohy. Na začiatku sme si zapísali čas, aby sme vedeli, ako dlho budú vyplňať test. Počas vypracovávania nám žiaci kládli rôzne otázky: či kocku, ktorú majú nakresliť, môžu nakresliť hocikakou farbou, či ju môžu aj vyfarbiť, alebo kde majú napísať výsledok v 5. a 6. úlohe. Žiaci riešili test samostatne. Niektorí využívali ako **pomôcku ruky, ako keby v nich mali kocku a otáčali ňou**, iní zase pri pohľadoch zhora a spredu **otáčali papier**. Prvý žiak odovzdal test po 14 minútach od začiatku a posledný po 37 minútach.

### Trieda 3.C

Triedu navštevuje 20 žiakov, z toho 9 chlapcov a 11 dievčat. Počas pretestu bolo v triede prítomných 15 žiakov, z toho 5 chlapcov a 10 dievčat. Cez prestávku sme žiakom vysvetlili všetko ohľadom testu, ktorý majú vyplniť a tiež, že na vypracovanie majú celú hodinu. Žiakom sme test rozdali a keď zazvonilo, deti ho začali riešiť. Počas vypracovávania sa pýtali, akou farbou majú nakresliť kocku a pri poslednej úlohe ich zaujímalo, či majú pospájať body perom, alebo môžu použiť aj inú farbu. Žiaci si pri pohľadoch zhora a spredu dopomáhali otáčaním papiera, alebo si niektorí **zavreli oči a skúšali si stavby predstaviť**. Zapísali sme si čas začatia riešenia testu a vždy čas každého, kto odovzdal. Prvý žiak nám odovzdal test po 13 minútach a posledný po 30 minútach.

### Trieda 4.B

Triedu navštevuje 24 žiakov, z toho 15 chlapcov a 9 dievčat. Počas pretestu bolo v triede prítomných 17 žiakov, z toho 12 chlapcov a 5 dievčat. Po úvodných inštrukciách o priebehu administrácie testu sme žiakom test rozdali a keď zazvonilo, začali s riešením. Počas vypracovávania sa pýtali, akou farbou majú nakresliť kocku a pri poslednej úlohe opäť padla otázka, či majú pospájať body perom, alebo môžu použiť aj inú farbu. Táto trieda sa pokúšala navzájom si medzi sebou radiť. Začiatok testu sme si zapísali a taktiež vždy aj čas toho, kto test odovzdal. Prvý žiak nám odovzdal po 15 minútach od začiatku a posledný po 30 minútach.

## Trieda 4.C

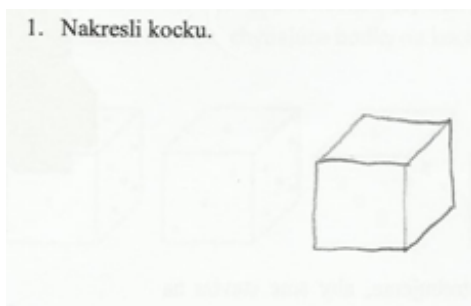
Triedu navštevuje 19 žiakov, z toho 8 chlapcov a 11 dievčat. Počas pretestu v triede bolo prítomných 13 žiakov, z toho 4 chlapci a 9 dievčat. Počas vypracovávania testu sa žiaci informovali, akou farbou majú nakresliť kocku a či majú pri poslednej úlohe pospájať body perom, alebo môžu použiť aj inú farbu a kde majú napísať číslo v úlohe 5 a 6. Žiaci využívali ruky ako pomôcku pri otáčaní kocky. Žiaci si predstavovali, že **v ruke držia kocku a otáčajú ňou**. Zapísali sme si čas začatia testu a vždy čas každého, kto odovzdal. Prvý žiak nám odovzdal po 11 minútach a posledný po 21 minútach.

### B. Hodnotenie pretestu podľa úloh

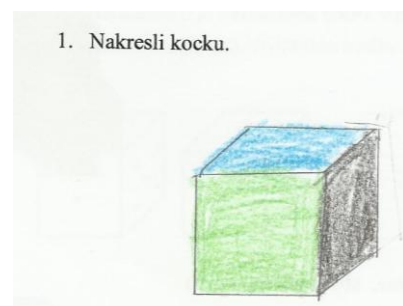
#### 1. úloha: Nakresli kocku.

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** Prvú úlohu sme hodnotili kvalitatívne, pretože nebolo možné jednoznačne určiť, ktorú odpoveď možno považovať za správnu. Cieľom bolo zistiť, aké spôsoby zobrazenia kocky sa vyskytujú u detí mladšieho školského veku a akým spôsobom sa vysporiadávajú so znázornením tretieho rozmeru do roviny. Preto sme riešenia úlohy v preteste rozdelili do 4 skupín.

Do prvej skupiny sme zaradili odpovede, v ktorých žiaci zobrazovali kocku spôsobom, ktorý je bežne zastúpený aj v ilustračných obrázkoch učebníc (nielen) matematiky. Takýchto riešení bolo 21. Túto skupinu sme ďalej rozdelili na dve podskupiny, pretože 13 žiakov kocku obkreslilo (obr. 15) z presvitajúcej druhej strany a ostatných 8 žiakov nakreslilo kocku bez obkreslenia (obr. 16).

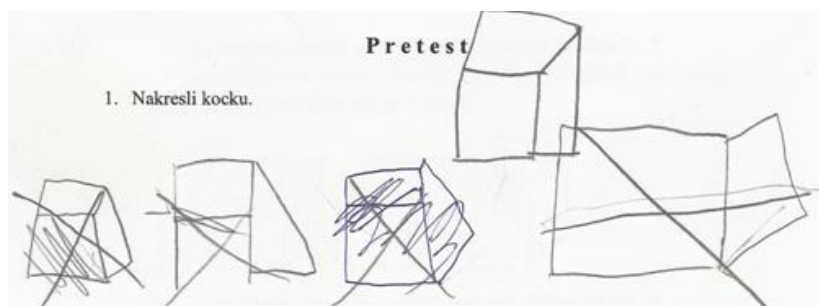


Obr. 15 Obkreslená kocka



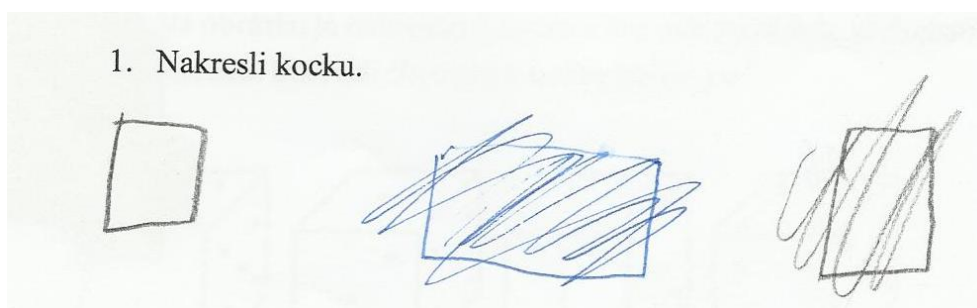
Obr. 16 Kocka bez obkreslenia

Do druhej skupiny sme zaradili odpovede, v ktorých žiaci zobrazovali pokus o zobrazenie kocky, pričom bola badateľná snaha o vystihnúť tretieho rozmeru (obr. 17). Takýchto odpovedí bolo 18.



Obr. 17 Pokus o náčrt kocky 1

Do tretej skupiny sme zaradili odpovede, v ktorých žiaci ako obraz kocky nakreslili štvorec (obr. 18). Takýchto odpovedí bolo 16.



Obr. 18 Pokus o náčrt kocky 2

Do štvrtej skupiny sme zaradili odpovede, v ktorých sa žiaci pokúšali o znázornenie trojrozmernej kocky, ale výsledok nemožno považovať za obraz kocky (obr. 19). Tieto riešenia boli štyri.



Obr. 19 Neidentifikovaný rovinný útvar

Za zaujímavosť možno uviesť ukážku riešenia jedného žiakov, ktorý nakreslil obraz kocky (obr. 20). Je zrejmé, že žiak vnímal a pokúsil sa o zachytenie trojrozmernosti kocky. Ku korektnému znázorneniu už nie je ďaleko.

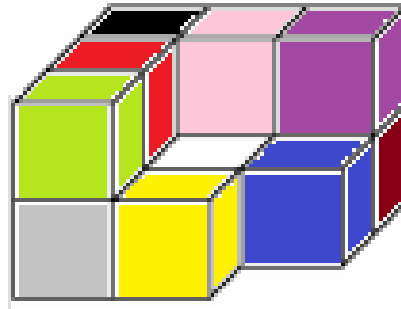




Obr. 20 Ukážka riešenia jedného žiaka

**2. úloha:** Na obrázku sú kocky rôznych farieb. Farba kocky, ktorá je:

- A) nad šedou kockou, je .....;
- B) pod fialovou kockou, je .....;
- C) naľavo od ružovej kocky, je .....



**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** táto úloha pozostávala z troch častí A, B a C.

V prvej časti A) bol počet správnych odpovedí 57 (14, 14, 16 a 13) s úspešnosťou 95,0% (93%, 93%, 94% a 100%);

V druhej časti B) bol počet správnych odpovedí 55 (13, 13, 16 a 13) s úspešnosťou 91,7% (87%, 87%, 94% a 100%);

V tretej časti C) bol počet správnych odpovedí 53 (11, 15, 15 a 12) s úspešnosťou 88,3% (73%, 100%, 88% a 92%);

Úlohy „určiť farbu kocky, ktorá je nad, pod, resp. naľavo...“, teda úlohy na rozvoj orientačných schopností, mali najviac správnych odpovedí. Dôvodom vysokej úspešnosti mohol byť aj fakt, že odpovede na farbu kocky „nad, pod a naľavo ...“ v priestore sú totožné s odpoveďami na farbu kocky „nad, pod a naľavo ...“ znázornených v rovine. Teda nevieme jednoznačne posúdiť, či žiaci využili prvky priestorovej predstavivosti, alebo pracovali s obrázkom ako s rovinným. Nesprávnych odpovedí bolo postupne 3 (1, 1, 1 a 0), 4 (1, 2, 1 a 0) a 7 (4, 0, 2 a 1). V jednom prípade žiak nepochopil zadanie a neurčoval farbu

ale počet kociek. Ostatní žiaci dosiahli aspoň dve správne odpovede, inak povedané najviac jednu nesprávnu odpoveď.

Poznatky z odpovedí na tieto úlohy nás viedli k rozhodnutiu nahradiť v posteste stavbu z kociek takým telesom z kociek, v ktorom sa správne odpovede nebudú vždy zhodovať s odpoveďami jeho priemetu ako rovinného útvaru.

**3. úloha:** Kocku na obrázku vľavo preklopíš k sebe. Predstav si, aké farby vidíš teraz a doplň ich do kocky na obrázku vpravo.



**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v tejto úlohe bol počet správnych odpovedí 29 (8, 9, 9 a 3) s úspešnosťou 48,3% (53%, 60%, 53% a 23%).

**4. úloha:** Kocku na obrázku vľavo preklopíš doľava. Predstav si, aké farby vidíš teraz a doplň ich do kocky na obrázku vpravo.

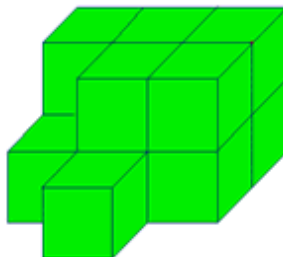


**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v tejto úlohe bol počet správnych odpovedí 26 (7, 5, 7 a 7) s úspešnosťou 43,3% (47%, 33%, 41% a 54%).

V úlohách na pohyb v priestore, kde žiaci mali doplniť farby stien kocky z predlohy po preklopení k sebe, resp. doľava, bol počet správnych odpovedí menší ako počet nesprávnych. Zo 60 žiakov odpovedalo 18 na obe a 19 na práve jednu úlohu správne. 23 žiakov nemalo ani jednu správnu odpoveď. Príčiny chýb môžu byť spôsobené nedostatočnou skúsenosťou s manipuláciou s kockami, nesprávnym použitím pojmov „preklopit' k sebe“, „preklopit' doľava“ alebo v nepozornosti pri čítaní zadania.

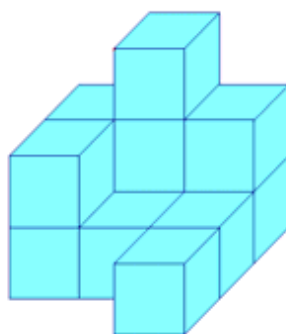
Zistenia z vyhodnotenia odpovedí na tieto úlohy sú dôvodom potreby zdôraznenia potreby väčšej pozornosti pri posteste.

**5. úloha:** Z koľkých stavebnicových kociek je postavená stavba na obrázku?



**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v tejto úlohe bol počet správnych odpovedí 33 (8, 10, 8 a 7) s úspešnosťou 55% (53%, 67%, 47% a 54%). Vzhľadom na to, že úlohu riešili žiaci v rámci testu, nie je možné analyzovať spôsoby počítania kociek, a teda ani to, či využili pri počítaní kociek systém, resp. aký systém.

**6. úloha:** Koľko kociek ešte potrebujeme, aby sme stavbu na obrázku doplnili na kocku?

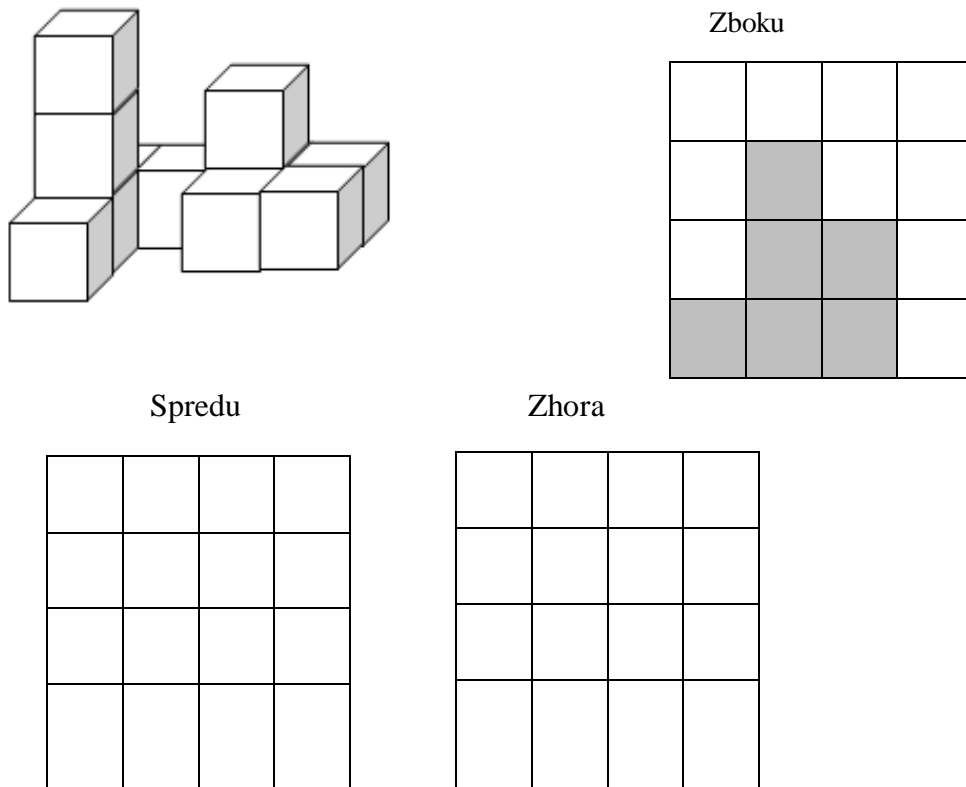


**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v tejto úlohe bol počet správnych odpovedí 7 (1,2, 2 a 2) s úspešnosťou 11,7% (7%, 13%, 12% a 15%)

Piata a šiesta úloha boli možno povedať zdanlivo opticky rovnaké. Zdanlivo sa zopakoval text a obrázok nejakej stavby z kociek. Lenže opätovná nepozornosť pri čítaní zadania spôsobila, že žiaci pri 6. úlohe namiesto dopočítavania chýbajúcich kociek spočítavali kocky na obrázku tak, ako to vyžadovala predošlá 5. úloha. Aj preto 6. úloha mala najmenej správnych odpovedí zo všetkých - iba sedem. Pri 5. úlohe sa vyskytli chyby pri spočítaní kociek, spočítavanie štvorcov (viditeľných stien kociek) alebo pri vynechaní kociek neviditeľných zo zobrazeného pohľadu.

Podobne ako v hodnotení predošlých dvoch úloh zistenia z vyhodnotenia odpovedí na tieto úlohy sú dôvodom potreby zdôraznenia potreby väčšej pozornosti pri posteste.

**7. úloha:** Na obrázku vpravo je vo štvorcovej sieti znázornená stavba z kociek pri pohľade z boku. Do prázdnych štvorcových sietí znázorni, ako vidíš stavbu z kociek pri pohľade: spredu a zhora.



**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** túto úlohu sme rozdelili na dve časti: A) pohľad spredu, B) pohľad zhora.

V prvej časti A) pohľad spredu bol počet správnych odpovedí 17 (7, 4, 3 a 3) s úspešnosťou 28,3% (47%, 27%, 18% a 23%);

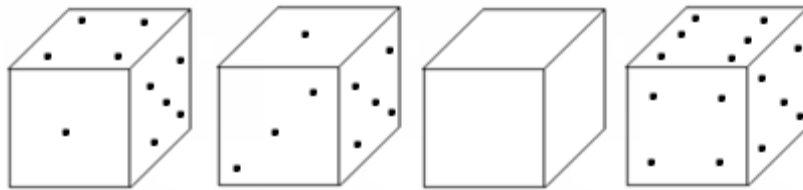
V druhej časti B) pohľad zhora bol počet správnych odpovedí 24 (6, 7, 6 a 5) s úspešnosťou 40% (40%, 47%, 35% a 38%);

Úlohy „na zakreslenie pohľadov spredu a zhora danej stavby z kociek“ boli pre žiakov úplne nové, ešte sa s takými nestretli. Úlohy na tri pohľady majú žiaci na Slovensku v učebnici matematiky uvedené pre štvrtý ročník, aj to až na konci. Pri pozorovaní testovaných žiakov bolo vidno, že zadanie je pre nich náročné. Mnohí si pri hľadaní riešenia pomáhali tým, že si na stole otáčali papier. Asi preto sa vyskytli aj také odpovede, kde vý-

sledný pohľad bol správny, ale otočený o  $90^\circ$ , resp.  $180^\circ$ . Takéto odpovede budeme pokladať za správne, lebo pohľad na teleso je správny, len žiaci nepoznajú formálne pravidlá znázornenia.

Zistenia z odpovedí na tieto úlohy sú dôvodom zaradenia úloh na tri pohľady k úlohám vzdelávania experimentálnej skupiny.

**8. úloha:** Na obrázku je nakreslená kocka v štyroch polohách, vždy preklopená o jednu stenu dozadu. Dokresli chýbajúce bodky na kocku.

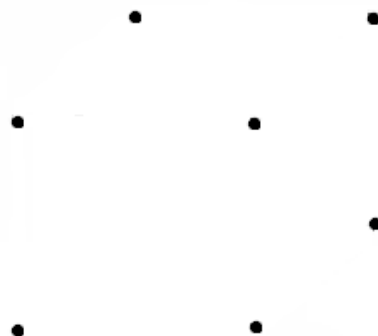


**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v tejto úlohe bol počet správnych odpovedí 17 (4, 4, 3 a 5) s úspešnosťou 28,3% (33%, 27%, 18% a 38%);

Táto úloha je ťažšou obmenou 3. a 4. úlohy. Obmenou preto, lebo tiež ide o úlohu na pohyb v priestore, tentoraz však o preklopenie o jednu stenu dozadu. Ťažšou preto, lebo na dokreslenie bodiek na hornú stenu je potrebná predstava preklopenia predchádzajúceho priemetu kocky vľavo o jednu stenu dozadu, ale na dokreslenie bodiek na prednú stenu je potrebná predstava preklopenia nasledujúceho priemetu kocky vpravo o jednu stenu dopredu. Táto náročnosť spolu s úrovňou schopnosti žiakov manipulovať s kockami v mysli sú dôvodom, že 8. úloha so 17 správnyimi odpoveďami bola spolu s úlohou 7. A) druhá najťažšia.

Zistenia z analýzy odpovedí tejto úlohy sú dôvodom zaradenia úloh na pohyb v priestore k úlohám vzdelávania experimentálnej skupiny.

**9. úloha:** Pospájaj bodky tak, aby ti vznikla kocka.



**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v tejto úlohe bol počet správnych odpovedí 48 (11, 12, 16 a 9) s úspešnosťou 80% (73%, 80%, 94% a 69%).

Úloha na pospájanie bodiek tak, aby vznikla kocka, patrila k ľahším úlohám pretestu. Jednoduchšia mohla byť aj preto, že všetky kocky a stavby z kociek znázornené na obrázkoch v preteste boli zachytené pri pohľade zhora a sprava. Preto mohli slúžiť ako pomôcka pri riešení 9. úlohy - kocky znázornenej tiež pri pohľade zhora sprava. Spoločnou chybou pri nesprávnych odpovediach bolo nevyznačenie všetkých viditeľných hrán kocky. To je pravdepodobne dôsledok nedostatočnej alebo žiadnej skúsenosti pri kreslení kocky.

Poznatok z hodnotenia tejto úlohy o stereotypnom zobrazovaní telies zhora a sprava je dôvodom, aby sme v posteste obmieňali pohľady zobrazených telies.

### C. Hodnotenie pretestu podľa počtu správnych odpovedí

Uvedené údaje nám ukazujú počet správnych odpovedí, ktoré žiaci získali v preteste. Napr. traja žiaci mali v preteste po osem správnych odpovedí z celkového počtu 11 možných odpovedí.

V priemere žiaci dosiahli 6,1 správnych odpovedí z 11 možných. Najviac, až 14 žiakov, dosiahlo šesť správnych odpovedí. Nasledovalo 12 žiakov s piatimi dobrými odpoveďami a 9 žiakov s siedmimi, resp. so štyrmi odpoveďami. Nikto so žiakov nemal 0, 1, 2 alebo 11 správnych odpovedí. Graf počtu žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí je uvedený v prílohe č. 6, graf 3.

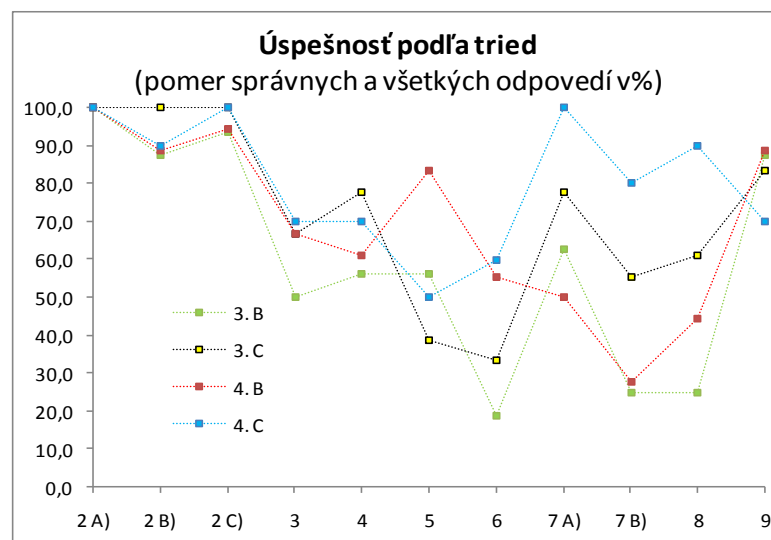
Tab. 1 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v preteste

Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v preteste												
Počet správnych odpovedí	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Počet žiakov	0	0	0	4	9	12	14	9	3	5	4	0

### 4.3.2 Hodnotenie postestu

Postest absolvovali štyri skupiny, triedy 3.B, 3.C, 4.B a 4.C s počtom 62 prítomných žiakov v poradí podľa tried 16, 18, 18 a 10 žiakov. Teda 34 žiakov tretieho a 28 žiakov štvrtého ročníka. Postest obsahoval 9 označených úloh, pričom niektoré pozostávali

z viacerých častí. Prvú úlohu budeme hodnotiť len kvalitatívne a ostatných osem aj kvantitatívne. Test obsahoval celkovo 12 samostatne hodnotených úloh, z nich prvú budeme hodnotiť len kvalitatívne a ostatných jedenásť aj kvantitatívne. Z 11 hodnotených úloh bolo vyhodnotených 474 správnych zo 660 možných odpovedí, t. j. 69,5%. Najviac správnych odpovedí 62, 60 a 57 mali žiaci v troch častiach druhej úlohy. Tomu zodpovedá úspešnosť 100%, 96,8% a 91,9%. Naopak najmenej správnych odpovedí 25, 27 a 32 mali žiaci v šiestom, druhom siedmom a ôsmom príklade. Tomu zodpovedá úspešnosť 40,3%, 43,5% a 51,6%. Úspešnosť, teda počet správnych odpovedí v pomere ku všetkým možným sa v triedach 3.B (kontrolná skupina) zvýšila z 55,2% na 60,2% a v 3.C (experimentálna skupina) z 57,6% na 72,2%. V triedach 4.B (kontrolná skupina) sa taktiež zvýšila z 54,0% na 69,2% a triedy 4.C (experimentálna skupina) z 55,2% na 80%. Výsledky všetkých úloh a všetkých tried sú uvedené v prílohe č. 4. Grafické znázornenie úspešnosti v riešení úloh je na grafe 2.



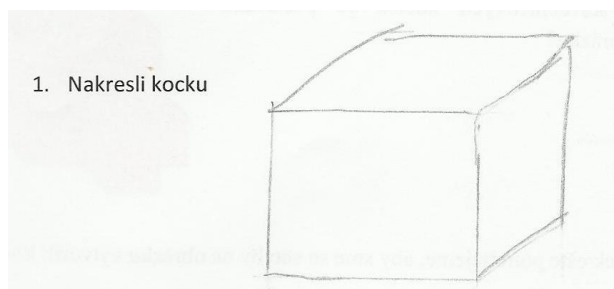
Graf 2 Úspešnosť podľa tried v posteste

## A. Hodnotenie postestu podľa úloh

### 1. úloha: Nakresli kocku.

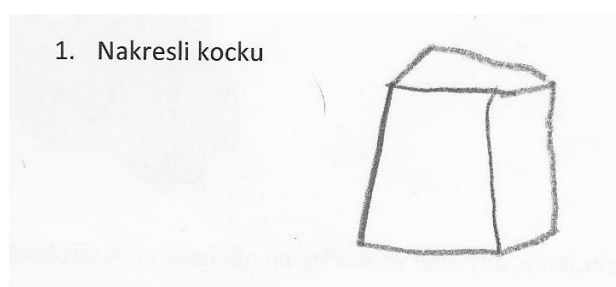
**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** túto úlohu sme hodnotili kvalitatívne, z dôvodu uvedeného pri hodnotení prvej úlohy v preteste. V posteste sme odpovede rozdelili do 4 skupín.

Do prvej skupiny sme zaradili odpovede, v ktorých žiaci zobrazovali kocku ako na obr. 21. V tejto úlohe sa už nevyskytlo, že by žiaci kocku obkresľovali. Takýchto odpovedí bolo 23.



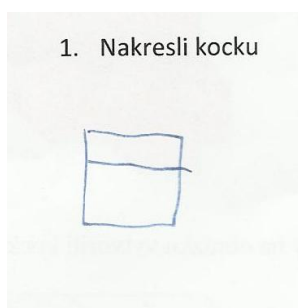
**Obr. 21 Pokus o náčrt kocky 3**

Do druhej skupiny sme zaradili odpovede, v ktorých nám žiaci zobrazovali tiež pomerne vydarený pokus o obraz kocky (obr. 22). Takýchto odpovedí bolo 18.



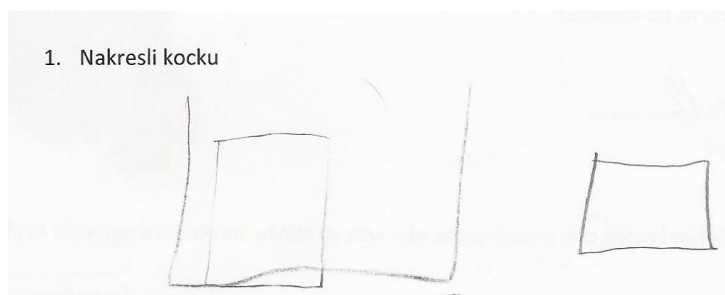
**Obr. 22 Kocka**

Do tretej kategórie sme zaradili odpovede, v ktorých nám žiaci zobrazovali iné riešenia (obr. 23). Takýchto odpovedí bolo 5.



**Obr. 23 Iné riešenie**

Do poslednej, štvrtej skupiny, sme zaradili odpovede, v ktorých nám žiaci zobrazovali štvorec (obr. 24). Takéto odpovede boli dve.



**Obr. 24 Pokus o náčrt kocky 4**



## 2. úloha:

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** Druhá úloha pozostávala z troch častí A, B a C.

V prvej časti A) bol počet správnych odpovedí 62 (16, 18, 18 a 10) s úspešnosťou 100%. V druhej časti B) bol počet správnych odpovedí 57 (14, 18, 16 a 9) s úspešnosťou 91,9% a v tretej časti C) bol počet správnych odpovedí 60 (15, 18, 17 a 10) s úspešnosťou 96,8%. Úlohy „určiť farbu kocky, ktorá je nad, pod, resp. napravo...“, teda úlohy na orientáciu, mali v posteste podobne ako v preteste najviac správnych odpovedí. Úspešnosť tejto úlohy, teda súčet všetkých správnych odpovedí jej troch častí v pomere k počtu všetkých možných odpovedí, sa z 91,7% z pretestu zvýšila na 96,2%. Úspešnosť experimentálnej skupiny 3.C sa zvýšila z 93% na 100% a 4.C sa znížila z 97,4% na 96,7%. Dôvodom zníženia bola jedna nesprávna odpoveď, kde si žiačka nepozorne prečítala zadanie a namiesto kocky vedľa čiernej určovala kocku vedľa červenej. Úspešnosť kontrolnej skupiny 3.B sa zvýšila z 84% na 94% a 4.B z 92% na 94%.

## 3. úloha:

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** V tretej úlohe bol počet správnych odpovedí 39 (8, 12, 12 a 7). Úspešnosť sa zvýšila zo 48,3% na 62,9%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 52,9% na 66,7% a 4.C z 23,1% na 70%. V kontrolnej skupine 3.B sa znížila z 53,3% na 50% a 4.B sa zvýšila z 52,9% na 66,7%.

## 4. úloha:

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** Vo štvrtej úlohe bol počet správnych odpovedí 41 (9, 14, 11 a 7). Úspešnosť sa zvýšila zo 43,3% na 66,1%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 33,3% na 77,8% a 4.C z 53,8% na 70%. V kontrolnej skupine 3.B sa zvýšila z 46,7% na 56,3% a 4.B zo 41,2% na 61,1%.

## 5. úloha:

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** V piatej úlohe bol počet správnych odpovedí 36 (9, 7, 15 a 5) s úspešnosťou 58,1% (56,3%, 38,9%, 83,3% a 54%). Úspešnosť sa zvýšila z 55% na 58,1%. V experimentálnej skupine 3.C sa znížila z 66,7% na 38,9% a 4.C z 53,8% na 50%. V kontrolnej skupine 3.B sa zvýšila z 53,3% na 56,3% a 4.B z 53,8% na 83,3%. Po ukončení postestu v individuálnych rozhovoroch so žiakmi experimentálnej skupiny, ktorí mali o jedno menší výsledok, sa takmer zhodne pomýlili a nezapočítali strednú kocku v zadnej

spodnej hrane. Na svoju chybu prišli sami pri vysvetľovaní, ako dospeli k výsledku. Dôvod takejto hromadnej nepozornosti si neviem vysvetliť.

#### **6. úloha:**

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** V šiestej úlohe bol počet správnych odpovedí 25 (3,6, 10 a 6). Úspešnosť sa zvýšila z 11,7% na 40,3%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 13,3% na 33,3% a 4.C z 15,4% na 60%. V kontrolnej skupine 3.B sa zvýšila zo 6,7% na 18,8% a 4.B z 11,8% na 55,6%.

#### **7. úloha:**

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** siedmu úlohu sme rozdelili na dve časti: A) pohľad spredu, B) pohľad zhora.

V prvej časti A) pohľad spredu bol počet správnych odpovedí 43 (10, 14, 9 a 10). Úspešnosť sa zvýšila z 28,3% na 69,4%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 26,7% na 77,8% a 4.C z 23,1% na 100%. V kontrolnej skupine 3.B sa zvýšila z 46,7% na 62,5% a 4.B z 17,6% na 50%.

V druhej časti B) pohľad zhora bol počet správnych odpovedí 27 (4, 10, 5 a 8). Úspešnosť sa zvýšila zo 40% na 43,5%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 46,7% na 55,6% a 4.C z 38,5% na 80%. V kontrolnej skupine 3.B sa znížila zo 40% na 25% a 4.B z 35,3% na 27,8%.

#### **8. úloha:**

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v ôsmej úlohe bol počet správnych odpovedí 32 (4, 11, 8 a 9). Úspešnosť sa zvýšila z 28,3% na 51,6%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 26,7% na 61,1% a 4.C z 38,5% na 90%. V kontrolnej skupine 3.B sa znížila z 33,3% na 25% a 4.B sa zvýšila zo 17,6% na 44,4%.

#### **9. úloha:**

**Vyhodnotenie riešenia úlohy:** v deviatej úlohe bol počet správnych odpovedí 52 (14, 15, 16 a 7). Úspešnosť sa zvýšila z 80% na 83,9%. V experimentálnej skupine 3.C sa zvýšila z 80% na 83,3% a 4.C zo 69,2% na 70%. V kontrolnej skupine 3.B sa zvýšila zo 73,3% na 87,5% a 4.B sa znížila z 94,1% na 88,9%.

## B. Hodnotenie postestu podľa počtu správnych odpovedí

Uvedené údaje v tabuľke č. 2 nám ukazujú počet správnych odpovedí, ktoré žiaci získali v posteste. Napr. traja žiaci mali v posteste štyri správne odpovede z celkového počtu 11 možných odpovedí.

V priemere žiaci dosiahli 7,6 správnych odpovedí z 11 možných. Najviac, až 14 žiakov dosiahlo osem, resp. deväť správnych odpovedí. Nasledovalo 10 žiakov so siedmimi dobrými odpoveďami. Nikto so žiakov nemal 0, 1 alebo 2 správne odpovede. Graf počtu žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v posteste je uvedený v prílohe č. 6, graf 4.

Tab. 2 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v posteste

Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v posteste												
Počet správnych odpovedí	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Počet žiakov	0	0	0	2	3	2	9	10	14	14	4	4

Porovnaním grafu 3 a grafu 4 sme zistili, že úspešnosť z hľadiska počtu správne riešených úloh sa v posteste zvýšila.

### 4.3.3 Zhrnutie výsledkov výskumu

Cieľom testovania bolo overiť, či úlohy so stavbami z kociek môžu byť nápomocné v rozvíjaní priestorovej predstavivosti detí mladšieho školského veku. Preto sme najskôr pomocou pretestu zistili úroveň riešenia úloh, pri riešení ktorých je potrebné využívať schopnosť priestorovej predstavivosti. Následne sme s experimentálnou skupinou na štyroch vyučovacích hodinách riešili úlohy so stavbami z kociek. Napokon sme pomocou postestu opätovne zisťovali, či nastali zmeny v úspešnosti riešenia úloh uvedeného typu. Pre účely tejto práce budeme považovať úspešnosť dosiahnutú v testovaní za ukazovateľ miery úrovne priestorovej predstavivosti. Experimentálna skupina dosiahla v preteste 174 správnych odpovedí od 28 žiakov a v posteste 231 tiež od 28 žiakov. V preteste žiaci dosiahli priemerne 6,2 správnych odpovedí, to zodpovedá 56,5%-nej úspešnosti. V posteste žiaci dosiahli priemerne 8,3 správnych odpovedí, to zodpovedá 75%-nej úspešnosti. Z toho vyplýva, že u žiakov experimentálnej skupiny nastalo v priemere na

žiaka zvýšenie počtu správnych odpovedí, teda zlepšenie o 32,8%. Pretože nie všetci žiaci písali pretest aj postest, tento údaj je do istej miery skreslený. Ak porovnáme výsledky len tých 20 žiakov, ktorí absolvovali pretest aj postest zistíme, že u nich nastalo zlepšenie zo 119 na 166 odpovedí, teda z priemerných 6 správnych odpovedí na žiaka na 8,3. Tomu zodpovedá zmena v úspešnosti z 54,1% na 75,5% a zlepšenie až o 39,5%.

Kontrolná skupina dosiahla v preteste 192 správnych odpovedí od 32 žiakov a v posteste 243 od 34 žiakov, t.j. zvýšenie o 26,6%. V preteste žiaci dosiahli priemerne 6 správnych odpovedí, to zodpovedá 54,5%-nej úspešnosti. V posteste žiaci dosiahli priemerne 7,1 správnych odpovedí, to zodpovedá 65%-nej úspešnosti. Z toho vyplýva, že u žiakov kontrolnej skupiny nastalo zvýšenie počtu správnych odpovedí, teda zlepšenie o už spomínaných 26,6%. Nakoľko v kontrolnej skupine písal pretest iný počet žiakov ako postest, tak v zvýšení priemerného počtu správnych odpovedí na žiaka, resp. úspešnosti nastalo zlepšenie o 19,1%. Pretože aj v kontrolnej skupine nie všetci žiaci písali pretest aj postest, tento údaj je tiež do istej miery skreslený. Ak porovnáme výsledky len tých 26 žiakov, ktorí absolvovali pretest aj postest zistíme, že u nich nastalo zlepšenie zo 154 na 185 odpovedí, teda z priemerných 5,9 správnych odpovedí na žiaka na 7,1. Tomu zodpovedá zmena v úspešnosti z 53,8% na 64,7% a zlepšenie len o 20,1%.

Z uvedeného kvantitatívneho hodnotenia vyplýva, že u žiakov experimentálnej skupiny, ktorí sa medzi testovaním venovali úlohám so stavbami z kociek a písali oba testy, nastalo zlepšenie o 39,5%. U žiakov kontrolnej skupiny, ktorí písali oba testy, nastalo zlepšenie iba o 20,1%. Výsledky porovnania experimentálnej a kontrolnej skupiny v preteste a posteste, sú uvedené v prílohe č. 7.

Uvedomujeme si, že v prípade kontrolnej skupiny nebolo realizované vyučovanie uvedenej témy v čase, keď boli v experimentálnej skupine realizované aktivity zamerané na riešenie úloh z uvedenej problematiky. Napriek tomu môžeme konštatovať, že rozdiel medzi uvedenými skupinami je pomerne zreteľný. Relevantnejším porovnávacím kritériom bude teda výsledok pretestu a výsledok postestu v experimentálnej skupine. Pozitívna zmena z úrovne 54,1% na úroveň 75,5% je dostatočne významná na konštatovanie, že haptická manipulácia s kockami zameraná na rozvíjanie priestorovej predstavivosti bola v našom prípade nielen opodstatnená, ale priniesla aj očakávaný výsledok v podobe zvýšenia úspešnosti v riešení úloh využívajúcich prvky stereometrie.

## 5 Odporúčania pre prax

Predložená práca sa zaoberá hypotézou, že zvyšovanie úrovne rozvíjania priestorovej predstavivosti detí primárneho vzdelávania podporujú aktivity, pri ktorých sa aktívne využíva haptická manipulácia s kockami, ako aj riešenie úloh so stavbami z kociek a procesom ich zaznamenávania. To znamená, že má zmysel uvažovať o zvýšení zastúpenia takýchto aktivít vo vyučovacom procese. V praxi to môže inšpirovať učiteľských profesionálov na rôznych úrovniach. Uved'me možné príklady odporúčaní pre prax:

- realizácia exaktného experimentu, danej témy na štatisticky významnej vzorke s cieľom dosiahnutia presne definovaných výsledkov;
- inovovať Štátny vzdelávací program a následne školské vzdelávacie programy v časti rozvíjania priestorovej predstavivosti;
- do vysokoškolskej prípravy študentov na pedagogické povolanie, ako i prípravy učiteľov v rámci kreditného celoživotného vzdelávania zakomponovať poznatky o aktívnom rozvíjaní priestorovej predstavivosti;
- zvýšiť zastúpenie počtu úloh rozvíjajúcich priestorovú predstavivosť v učebniciach primárneho matematického vzdelávania vzhľadom na súčasný stav úloh podobného typu v učebniciach matematiky na Slovensku,
- viac využívať haptickú manipuláciu s kockami, riešenie úloh so stavbami z kociek a ich zaznamenávaním vo vyučovacom procese primárneho vzdelávania;
- pripraviť populárno-náučné výstupy pre odbornú verejnosť so zábavnými aplikáciami rozvíjajúcimi priestorovú predstavivosť (napr. knihy, počítačové hry, hry na haptickú manipuláciu, filmy a podobne).

Ambíciou našich odporúčaní je poukázať na široký rozsah možných uplatnení a ďalšie využitie získaných poznatkov o rozvíjaní priestorovej predstavivosti nielen v teórii, ale i praxi.

## 6 Záver

Kľúčovým pojmom bakalárskej práce je priestorová predstavivosť. Potreba jej rozvíjania vyplýva aj z tematických správ OECD PISA - Matematická gramotnosť, kde **priestor a tvar** je jedna zo štyroch oblastí matematického obsahu a ten je dôležitou súčasťou matematickej gramotnosti (napr. Koršňáková a kol., 2004, s. 9). Takéto správy sumarizujú výsledky medzinárodných testovaní žiakov, ktoré sa doteraz uskutočňovali každé tri roky, a do ktorých sa zapájalo od 46 do 65 krajín sveta. Umiestnenie Slovenskej republiky v štyroch uplynulých porovnávaniach má zhoršujúci sa trend, keď v roku 2003 bolo Slovensko na 18. až 25. mieste, v roku 2006 na 23. až 30. mieste, v roku 2009 na 19. až 28. mieste a v roku 2012 dokonca na 31. až 39. mieste. Zmena tejto nepriaznivej tendencie si vyžaduje analýzu dôvodov, návrh opatrení a ich následnú implementáciu. Preverenie stanoveného cieľa bakalárskej práce možno pokladať za stimul pre zlepšenie oblasti priestoru a tvaru, teda jednej z oblastí tvoriacich súčasť matematickej gramotnosti. Pripomeňme si, že cieľom práce bolo overiť si, či využívanie aktivít a úloh, pri ktorých sa aktívne využíva haptická manipulácia s kockami, môže mať vplyv na zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti detí mladšieho školského veku. Kompletne výsledky sú zhrnuté v podkapitole zhrnutie výsledkov výskumu. Na základe získaných výsledkov, môžeme konštatovať, že ciele deklarované v úvode bakalárskej práce boli splnené.

Ukázalo sa, že aktívna manipulácia s kockami a riešenie úloh so stavbami z kociek (dokonca len v rozsahu štyroch vyučovacích hodín) má pozitívny vplyv na zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti u detí mladšieho školského veku. Preto je dôležité zastúpenie týchto úloh v učebniciach matematiky. Analýzou dostupných učebníc pre primárne vzdelávanie matematiky, v ktorých sme hľadali úlohy na rozvoj priestorovej predstavivosti, sme zistili výrazne nižšie zastúpenie spomínaných úloh v učebniciach matematiky na Slovensku. Sme presvedčení, že by ich bolo vhodné doplniť o úlohy na rozvíjanie priestorovej predstavivosti minimálne v rozsahu, aký majú v učebniciach v Českej republike.

Poznanie, ku ktorému sme dospeli a je popísané v tejto práci, otvára však ďalšie otázky. Vyslovme len niektoré z nich:

- Je možné podobne účinne rozvíjať priestorovú predstavivosť aj u detí staršieho školského veku, resp. v inom veku života človeka?
- Aký je optimálny počet vyučovacích hodín, pri ktorých prichádza k významnému zvýšeniu úrovne priestorovej predstavivosti detí mladšieho školského veku?

- Čo je efektívnejšie na zvýšenie úrovne priestorovej predstavivosti? Ak sa hry a úlohy rovnakého rozsahu odučia na vyučovacích hodinách výlučne s týmto učivom, alebo ak sú postupne integrované a odučené spolu s iným učivom.

- Aké typy úloh a hier majú najvyššiu účinnosť rozvíjanie priestorovej predstavivosti u detí mladšieho školského veku, resp. iných vekových kategórií?

Veríme, že hľadanie odpovedí na tieto a podobné otázky bude prinášať okrem nových poznatkov o rozvíjaní priestorovej predstavivosti aj potešenie z poznávania nového.

## Použitá literatúra:

1. ČERNEK, P., BEDNÁŘOVÁ, S. 2011. *Matematika pre 2. ročník základných škôl, učebnica*. Bratislava : Aitec, 2011. ISBN 978-80-89375-79-0.
2. ČERNEK, P., BEDNÁŘOVÁ, S. 2010. *Matematika pre 2. ročník základných škôl, 1. časť pracovný zošit*. Bratislava : Aitec, 2010. ISBN 978-80-89375-30-1.
3. ČERNEK, P., BEDNÁŘOVÁ, S. 2010. *Matematika pre 2. ročník základných škôl, 2. časť pracovný zošit*. Bratislava : Aitec, 2010. ISBN 978-80-89375-47-9.
4. ČERNEK, P. 2011. *Matematika pre 3. ročník základnej školy*. Prešov : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2011. ISBN 978-80-10-02046-1.
5. ČERNEK, P. 2011. *Matematika pre 3. ročník základnej školy, pracovný zošit 1. časť*. Prešov : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2011. ISBN 978-80-10-02047-8.
6. ČERNEK, P. 2011. *Matematika pre 4. ročník základnej školy*. Prešov : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2011. ISBN 978-80-10-02104-8.
7. ČERNEK, P. 2011. *Matematika pre 4. ročník základnej školy, pracovný zošit 1. časť*. Prešov : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2011. ISBN 978-80-10-02103-1.
8. ČERNEK, P. 2012. *Matematika pre 4. ročník základnej školy, pracovný zošit 2. časť*. Prešov : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2011. ISBN 978-80-10-02105-5.
9. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ, J. 2007. *Úvod do studia matematiky I. Geometrie I*. Praha, 2007. Dostupné na:  
<http://class.pedf.cuni.cz/jirotkova/USMA%20I/USMA%20I.pdf>
10. HEJNÝ, M., a kol. 1989. *Teória vyučovania matematiky 2*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1989. ISBN 80-08-00014-7.
11. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J. 2007. *Matematika učebnice pro 1. ročník základní školy 1. díl*. Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2007. ISBN 978-80-7238-626-0.
12. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J. 2007. *Matematika učebnice pro 1. ročník základní školy 2. díl*. Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2007. ISBN 978-80-7238-627-7.
13. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J. 2008. *Ma-*



- tematika pro 2. ročník základní školy 1. díl, pracovní učebnice.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2008. ISBN 978-80-7238-768-7.
14. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J. 2008. *Matematika pro 2. ročník základní školy 2. díl, pracovní učebnice.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2008. ISBN 978-80-7238-769-4.
15. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J. 2008. *Matematika pro 2. ročník základní školy 3. díl, pracovní učebnice.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2008. ISBN 978-80-7238-982-7.
16. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J., MICHNOVÁ, J. 2009. *Matematika pro 3. ročník základní školy, učebnice.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2009. ISBN 978-80-7238-824-0.
17. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J., MICHNOVÁ, J. 2009. *Matematika pro 3. ročník základní školy, 1 pracovní sešit.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2009. ISBN 978-80-7238-825-7.
18. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., SLEZÁKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, J., MICHNOVÁ, J. 2009. *Matematika pro 3. ročník základní školy, 2 pracovní sešit.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2009. ISBN 978-80-7238-826-4.
19. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., BOMEROVÁ, E. 2010. *Matematika pro 4. ročník základní školy, učebnice.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2010. ISBN 978-80-7238-940-7.
20. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., MICHNOVÁ, J., BOMEROVÁ, E. 2010. *Matematika pro 4. ročník základní školy, 1 pracovní sešit.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2010. ISBN 978-80-7238-941-4.
21. HEJNÝ, M., JIROTKOVÁ, D., MICHNOVÁ, J., BOMEROVÁ, E. 2010. *Matematika pro 4. ročník základní školy, 2 pracovní sešit.* Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2010. ISBN 978-80-7238-942-1.
22. HELDOVÁ, D., KROŠŇÁKOVÁ, P., KOVÁČOVÁ, J. 2010. *Národní správa OECD PISA SK 2009.* Bratislava : Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania, 2010. Dostupné na:  
[http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne\\_merania/pisa/publikacie\\_a\\_disemina-  
cia/1\\_narodne\\_spravy/N%C3%A1rodn%C3%A1\\_spr%C3%A1va\\_PISA\\_2009.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_disemina-<br/>cia/1_narodne_spravy/N%C3%A1rodn%C3%A1_spr%C3%A1va_PISA_2009.pdf)  
ISBN 970-80-970261-4-1.
23. JIROTKOVÁ, D. 2010. *Cesty ke zkvalitňování výuky geometrie.* Praha : Univerzita

- Karlova v Praze, 2010. ISBN 978-80-7290-399-3.
24. KROŠŇÁKOVÁ, P., KOSPER, P., KUBÁČEK, Z., TOMACHOVÁ, A. 2004. *PISA SK 2003 Matematická gramotnosť správa*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2004. Dostupné na:  
[http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne\\_merania/pisa/publikacie\\_a\\_diseminacia/2\\_tematicke\\_spravy/Matematick%C3%A1\\_gramotnos%C5%A5\\_-\\_2003.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/2_tematicke_spravy/Matematick%C3%A1_gramotnos%C5%A5_-_2003.pdf) ISBN 80-85756-88-9.
  25. KROŠŇÁKOVÁ, P., KOVÁČOVÁ, J. 2007. *Národná správa OECD PISA SK 2006*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2007. Dostupné na:  
[http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne\\_merania/pisa/publikacie\\_a\\_diseminacia/1\\_narodne\\_spravy/N%C3%A1rodn%C3%A1\\_spr%C3%A1va\\_PISA\\_2006.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/1_narodne_spravy/N%C3%A1rodn%C3%A1_spr%C3%A1va_PISA_2006.pdf) ISBN 978-80-89225-37-8.
  26. LEHOŤANOVÁ, B. 2010. *Matematika pre 1. ročník základných škôl 1. časť*. Bratislava : Aitec, 2010. ISBN 978-80-89375-31-8.
  27. LEHOŤANOVÁ, B. 2010. *Matematika pre 1. ročník základných škôl 2. časť*. Bratislava : Aitec, 2010. ISBN 978-80-89375-57-8.
  28. MOLNÁR, J. 2009. *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*. Olomouc : Univerzita Paleckého v Olomouci, 2009. 33s. ISBN 978-80-244-2254-1.
  29. MEDEK, V., ZÁMOŽNÍK, J. 1978. *Konstruktívna geometria pre technikov*. Bratislava : ALFA, 1978. ISBN 63-552-76.
  30. NÁRODNÝ ÚSTAV CERTIFIKOVANÝCH MERANÍ VZDELÁVANIA. 2013. *PISA 2012 – krátká správa*. 2013. Dostupné na:  
[http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne\\_merania/pisa/publikacie\\_a\\_diseminacia/4\\_in/PISA\\_2012.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/4_in/PISA_2012.pdf)
  31. ONDREJKOVÁ, J. 2009. *Rozvíjanie priestorovej predstavivosti detí predškolského veku*. (stredoškolská odborná činnosť) Modra : 2009.
  32. PERNÝ, J. 2004. *Tvořivost k rozvoji prostorové představivosti*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2004. 37 s. ISBN 80-7083-802-7.
  33. ROUGIER, R. 1997. *Rozvíjíme logické myšlení*. Praha : Portál, 1997. ISBN 80-7178-101-0.
  34. ŘÍČAN, P. 2007. *Psychologie osobnosti*. Praha : Grada Publishing, a. s., 2007. 81s. ISBN 978-80-247-1174-4.
  35. ŠEDIVÝ, O., PAVLOVIČOVÁ, G., RUMANOVÁ, L., VALLO, D. 2007. *Stereo-*

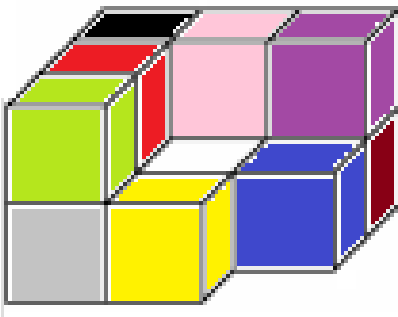
- metria Umenie vidieť a predstavovať si priestor*. Nitra : Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, 2007. ISBN 978-80-8094-180-2.
36. ŠEDIVÝ, O., VALLO, D. 2009. *Základy elementárnej geometrie*. Nitra : 2009. 102s. ISBN 978-80-8094-623-4.
37. VIDERMANOVÁ, K. *Kocka v učive pre 2. stupeň základnej školy a vyučovanie týchto celkov pomocou IKT*. Dostupné na: [http://www.webmatika.sk/zbornik-2/clanky/Vidermanova/clanok\\_Vidermanova.pdf](http://www.webmatika.sk/zbornik-2/clanky/Vidermanova/clanok_Vidermanova.pdf)
38. ŽILKOVÁ, K. – ŽIDEK, O. 2013. *Manipulačná geometria: e-kurz (online)*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2013. Dostupné na: <https://moodle.uniba.sk/moodle/moodle12/course/category.php?id=9>. ISBN 978-80-223-3313-9.
39. ŽILKOVÁ, K. 2012. *Modernizačné prístupy k rozvoju priestorovej predstavivosti v primárnom matematickom vzdelávaní*. (habilitačná prednáška) Prešov : 2012.

## Príloha č. 1:

### Pretest

1. Nakresli kocku.

2. Na obrázku sú kocky rôznych farieb. Farba kocky, ktorá je:

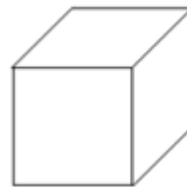
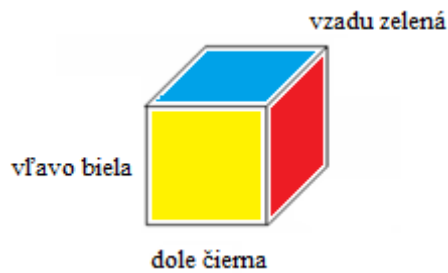


A) nad šedou kockou, je .....

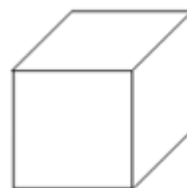
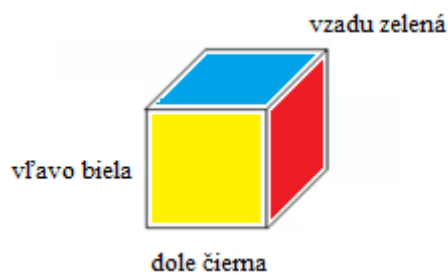
B) pod fialovou kockou, je .....

C) naľavo od ružovej kocky, je .....

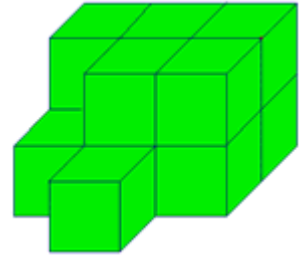
3. Kocku na obrázku vľavo preklopiš k sebe. Predstav si, aké farby vidíš teraz a doplň ich do kocky na obrázku vpravo.



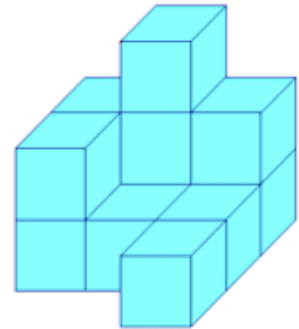
4. Kocku na obrázku vľavo preklopiš doľava. Predstav si, aké farby vidíš teraz a doplň ich do kocky na obrázku vpravo.



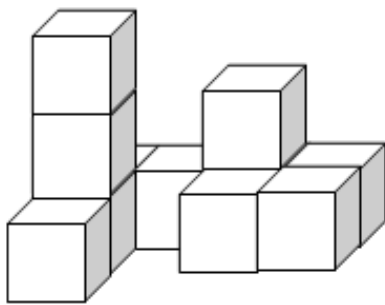
5. Z koľkých stavebnicových kociek je postavená stavba na obrázku?



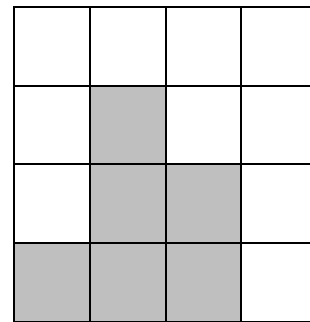
6. Koľko kociek ešte potrebujeme, aby sme stavbu na obrázku doplnili na kocku?



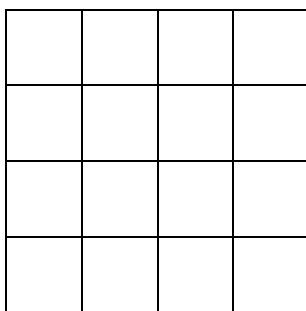
7. Na obrázku vpravo je vo štvorcovej sieti znázornená stavba z kociek pri pohľade z boku. Do prázdnych štvorcových sietí znázorni, ako vidíš stavbu z kociek pri pohľade: spredu a zhora.



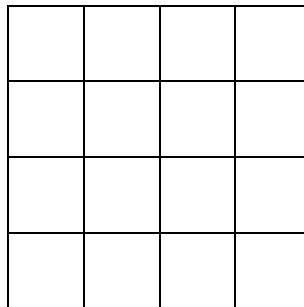
Zboku



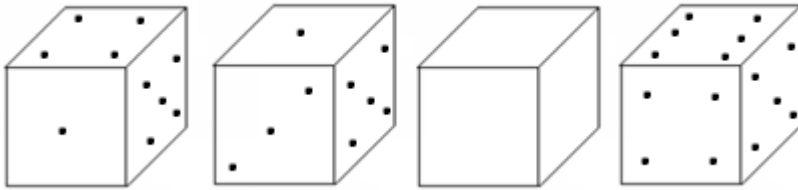
Spredu



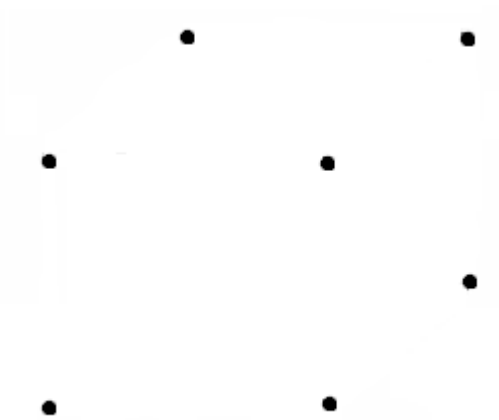
Zhora



8. Na obrázku je nakreslená kocka v štyroch polohách, vždy preklopená o jednu stenu dozadu. Dokresli chýbajúce bodky na kocku.



9. Pospájaj bodky tak, aby ti vznikla kocka.

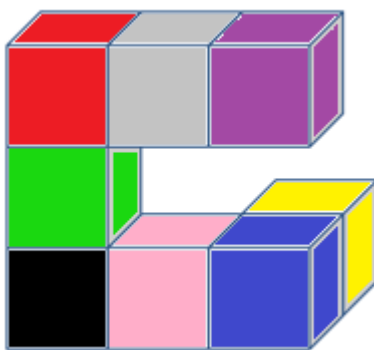


## Príloha č. 2:

### Postest

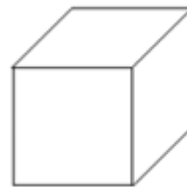
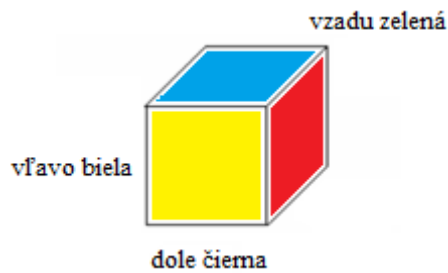
1. Nakresli kocku.

2. Na obrázku sú zobrazené kocky rôznych farieb. Farba kocky, ktorá je:

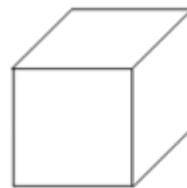
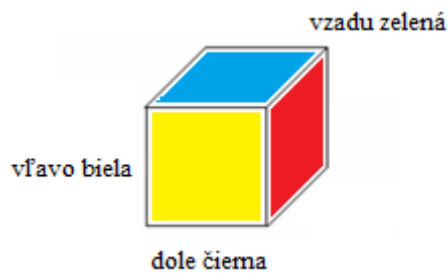


- A) pod červenou kockou, je .....;  
B) napravo od čiernej kocky, je .....;  
C) nad modrou kockou, je .....

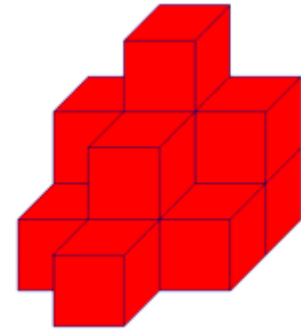
3. Kocku na obrázku vľavo preklopíš o jedno dozadu. Predstav si, aké farby vidíš teraz a doplň ich do kocky na obrázku vpravo.



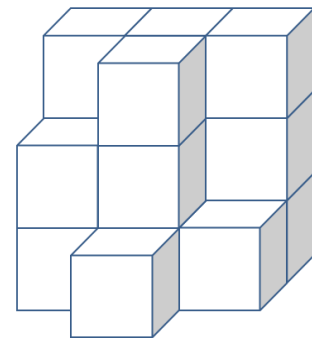
4. Kocku na obrázku vľavo preklopíš o jedno doprava. Predstav si, aké farby vidíš teraz a doplň ich do kocky na obrázku vpravo.



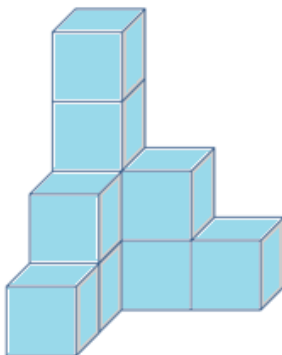
5. Z koľkých stavebnicových kociek je postavená stavba na obrázku?



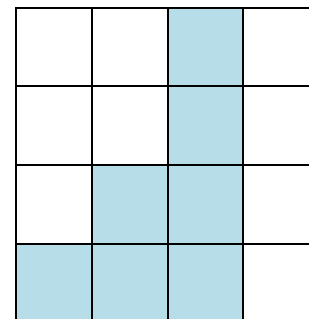
6. Koľko kociek ešte potrebujeme, aby sme stavbu na obrázku doplnili na kocku?



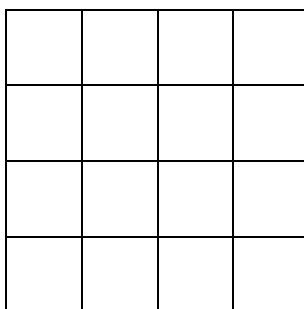
7. Na obrázku vpravo je vo štvorcovej sieti znázornená stavba z kociek pri pohľade z boku. Do prázdnych štvorcových sietí znázorni, ako vidíš stavbu z kociek pri pohľade: spredu a zhora.



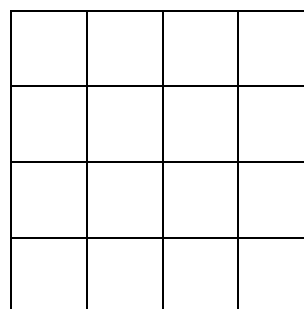
Zboku



Spredu

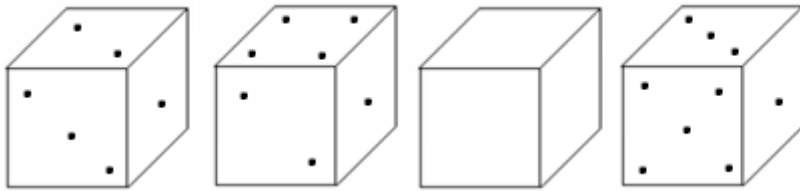


Zhora

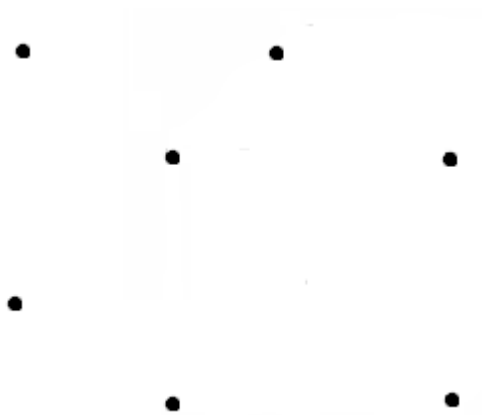




8. Na obrázku je nakreslená kocka v štyroch polohách, vždy preklopená o jedno dopredu. Dokresli chýbajúce bodky na kocku.



9. Pospájaj bodky tak, aby ti vznikla kocka.



Príloha č. 3:

Číslo úlohy	Správne odpovede				Nesprávne odpovede				Bez odpovede				Kontrolný súčet				Úspešnosť (spr./všet. v %)								
	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu					
2 A)	14	14	16	13	57	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	15	15	17	13	60	93,3	93,3	94,1	100,0	95,0
2 B)	13	13	16	13	55	1	2	1	0	4	1	0	0	0	0	15	15	17	13	60	86,7	86,7	94,1	100,0	91,7
2 C)	11	15	15	12	53	4	0	2	1	7	0	0	0	0	0	15	15	17	13	60	73,3	100,0	88,2	92,3	88,3
3	8	9	9	3	29	7	6	8	10	31	0	0	0	0	0	15	15	17	13	60	53,3	60,0	52,9	23,1	48,3
4	7	5	7	7	26	8	10	9	6	33	0	0	1	0	1	15	15	17	13	60	46,7	33,3	41,2	53,8	43,3
5	8	10	8	7	33	7	5	8	6	26	0	0	1	0	1	15	15	17	13	60	53,3	66,7	47,1	53,8	55,0
6	1	2	2	2	7	14	12	14	11	51	0	1	1	0	2	15	15	17	13	60	6,7	13,3	11,8	15,4	11,7
7 A)	7	4	3	3	17	8	10	14	10	42	0	1	0	0	1	15	15	17	13	60	46,7	26,7	17,6	23,1	28,3
7 B)	6	7	6	5	24	9	7	11	8	35	0	1	0	0	1	15	15	17	13	60	40,0	46,7	35,3	38,5	40,0
8	5	4	3	5	17	10	7	14	8	39	0	4	0	0	4	15	15	17	13	60	33,3	26,7	17,6	38,5	28,3
9	11	12	16	9	48	4	3	1	4	12	0	0	0	0	0	15	15	17	13	60	73,3	80,0	94,1	69,2	80,0
<b>Cellkom</b>	<b>91</b>	<b>95</b>	<b>101</b>	<b>79</b>	<b>366</b>	<b>73</b>	<b>63</b>	<b>83</b>	<b>64</b>	<b>283</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>165</b>	<b>165</b>	<b>187</b>	<b>143</b>	<b>660</b>	<b>55,2</b>	<b>57,6</b>	<b>54,0</b>	<b>55,2</b>	<b>55,5</b>

Príloha č. 4:

Číslo úlohy	Správne odpovede				Nesprávne odpovede				Bez odpovede				Kontrolný súčet				Úspešnosť (spr./všet. v %)								
	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu	3. B	3. C	4. B	4. C	Spolu					
2 A)	16	18	18	10	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2 B)	14	18	16	9	57	2	0	2	1	5	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	87,5	100,0	88,9	90,0	91,9
2 C)	15	18	17	10	60	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	93,8	100,0	94,4	100,0	96,8
3	8	12	12	7	39	8	6	6	3	23	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	50,0	66,7	66,7	70,0	62,9
4	9	14	11	7	41	7	4	7	3	21	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	56,3	77,8	61,1	70,0	66,1
5	9	7	15	5	36	7	11	3	5	26	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	56,3	38,9	83,3	50,0	58,1
6	3	6	10	6	25	13	12	8	4	37	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	18,8	33,3	55,6	60,0	40,3
7 A)	10	14	9	10	43	6	4	9	0	19	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	62,5	77,8	50,0	100,0	69,4
7 B)	4	10	5	8	27	12	8	13	2	35	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	25,0	55,6	27,8	80,0	43,5
8	4	11	8	9	32	12	7	10	1	30	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	25,0	61,1	44,4	90,0	51,6
9	14	15	16	7	52	2	3	2	3	10	0	0	0	0	0	16	18	18	10	62	87,5	83,3	88,9	70,0	83,9
<b>Celkom</b>	<b>106</b>	<b>143</b>	<b>137</b>	<b>88</b>	<b>474</b>	<b>70</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>22</b>	<b>208</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>176</b>	<b>198</b>	<b>198</b>	<b>110</b>	<b>682</b>	<b>60,2</b>	<b>72,2</b>	<b>69,2</b>	<b>80,0</b>	<b>69,5</b>

## Príloha č. 5:



Obr. 25 Stavanie stavby z kociek podľa obrázka



Obr. 26 Stavanie z kociek veľkú kocku



Obr. 27 Stavanie stavby z kociek



Obr. 28 Zaznamenávanie troch pohľadov stavby z kociek



Obr. 29 Otáčanie a kreslenie hracej kocky



Obr. 30 Skladanie kocky zo sietí

## Príloha č. 6



Obr. 31 „Kódovanie“ – šifra stavby z kociek



Graf 3 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v preteste



Graf 4 Počet žiakov v závislosti na počte správnych odpovedí v posteste

## Príloha č. 7:

### Porovnanie výsledkov experimentálnej a kontrolnej skupiny v preteste a posteste

#### všetkých žiakov

Skupina	Počet správnych odpovedí		Zlepšenie
	Pretest	Postest	
Experimentálna	174	231	32,8%
Kontrolná	192	243	26,6%

Skupina	Ppriemerný počet správnych odpovedí		Zlepšenie
	Pretest	Postest	
Experimentálna	6,2	8,3	32,8%
Kontrolná	6,0	7,1	19,1%

Skupina	Priemerná úspešnosť		Zlepšenie
	Pretest	Postest	
Experimentálna	56,5%	75,0%	32,8%
Kontrolná	54,5%	65,0%	19,1%

#### všetkých absolvujúcich pretest i postest

Skupina	Počet správnych odpovedí		Zlepšenie
	Pretest	Postest	
Experimentálna	119	166	39,5%
Kontrolná	154	185	20,1%

Skupina	Priemerný počet správnych odpovedí		Zlepšenie
	Pretest	Postest	
Experimentálna	6,0	8,3	39,5%
Kontrolná	5,9	7,1	20,1%

Skupina	Priemerná úspešnosť		Zlepšenie
	Pretest	Postest	
Experimentálna	54,1%	75,5%	39,5%
Kontrolná	53,8%	64,7%	20,1%