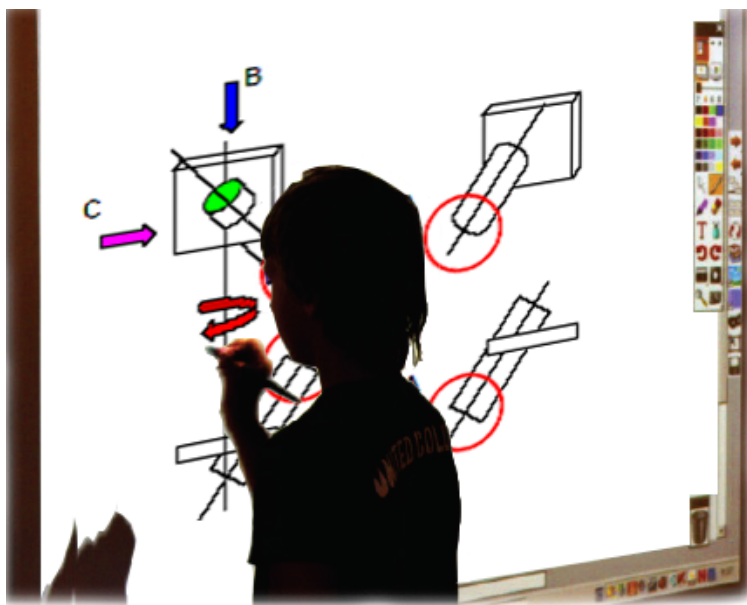


**VÝZKUM PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI
V KONTEXTU METAKOGNITIVNÍ STRATEGIE**



Vědecká ediční rada - ExtraSYSTEM Praha

Vydavatel, šéfredaktor: Ing. Jan Chromý, Ph.D., Praha, CZ
Technický redaktor: doc. dr. René Drtina, Ph.D., Hradec Králové, CZ
Členové: prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc., Praha, CZ
prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D., Hradec Králové, CZ
prof. Ing. Jana Burgerová, PhD., Prešov, SK
prof. Ing. Rozmarína Dubovská, DrSc., Tbilisi, SK
prof. Ing. Tomáš Kozík, DrSc., Nitra, SK
prof. PhDr. Libor Pavera, CSc., Praha, CZ
doc. Ing. Mgr. Radim Bačuvčík, Ph.D., Zlín, CZ
doc. PhDr. Marta Germušková, CSc., Prešov, SK
doc. Ing. Pavel Krpálek, CSc., Praha, CZ
doc. Ing. Jaroslav Lokvenc, CSc., Hradec Králové, CZ
doc. Ing. Štěpán Müller, CSc., Praha, CZ
doc. Ing. Čestmír Serafin, Dr., Olomouc, CZ
Ing. Kateřina Berková, Ph.D., Praha, CZ
Ing. Iveta Kmecová, Ph.D., České Budějovice, CZ

Výzkum prostorové představivosti v kontextu metakognitivní strategie

Monografii recenzovali:
prof. Ing. Rozmarína Dubovská, DrSc.
prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.
doc. PaedDr. Martina Maněnová, Ph.D.

Jazyková úprava monografie:
CZ: doc. Ing. Jaroslav Lokvenc, CSc.
EN: Mgr. Karolína Jarná

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Beisetzer, Peter

Výzkum prostorové představivosti v kontextu metakognitivní strategie / Peter Beisetzer, René Drtina. --

Vydání: první. -- Praha : Extrasystem, 2019. -- 127, lxxi stran. -- (Didaktika - pedagogika ; svazek 36)

České, anglické a slovenské resumé

Obsahuje bibliografii a rejstřík

ISBN 978-80-87570-43-2 (brožováno)

* 159.954.4 * 37.012 * 373.3 * (437.3) * (048.8)

– prostorová představivost

– pedagogický výzkum – Česko

– základní školy -- Česko

– monografie

373.2/3 - Předškolní a primární výchova a vzdělávání [22]

Monografie vznikla s podporou projektu **VEGA č. 1/0574/18** - Výskum miery korelácie medzi geometrickou predstavivosťou a zručnosťami, schopnosťami zobrazovať v technike.

Všechna práva vyhrazena.

Publikace ani její části nesmějí být reprodukovány ani rozšiřovány jakoukoliv cestou bez předcházejícího souhlasu autorů publikace.

© 2019 ExtraSYSTEM Praha

© 2019 doc. PaedDr. Peter Beisetzer, PhD.

© 2019 doc. PaedDr. René Drtina, Ph.D.

ISBN 978-80-87570-43-2 (brož.)

OBSAH

Obsah	3
Seznam obrázků	4
Seznam tabulek	7
Předmluva	9
Úvod	10
1 STRATEGIE VÝZKUMU	11
1.1 Výzkumné otázky, souhrn názorů, proměnné	11
1.1.1 Závislá a nezávislá proměnná	13
1.2 Cíle výzkumu	15
1.3 Výzkumný problém, hypotézy výzkumu	17
2 VERIFIKACE HYPOTÉZ, METODIKA VÝZKUMU	20
2.1. Metody výzkumu	20
2.2 Pedagogický experiment	20
2.2.1 Předmět výzkumu - didaktická intervence, metakognitivní strategie	26
3 VÝZKUM ÚROVNĚ PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI	43
3.1 Ověření účinnosti v současnosti aplikovaného systému rozvoje prostorové představitosti	43
3.1.1 Výkon žáků na vstupu	44
3.2 Ověření účinnosti edukačního modelu podporujícího rozvoj prostorové představitosti	54
3.2.1 První etapa	54
3.2.2 Druhá etapa	71
3.2.3 Třetí etapa	79
POUŽITÉ ZDROJE	113
RESUME	116
CZ	116
SK	119
EN	122
REJSTRÍK	125
PŘÍLOHY	
Příloha A - Žádost	I
Příloha B - Souhlas rodičů	II
Příloha C - Vstupní test	III
Příloha D - Výstupní test	VI
Příloha E - Pracovní listy	XI

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1	Grafické vyjádření vztahu proměnných	14
Obr.2	Organizační schéma experimentu	21
Obr.3	Míra rozptylu úspěšnosti studentů	24
Obr.4	Zadání úkolu č.1	27
Obr.5	Určení tvarové podrobnosti u níž je předpoklad nereálné představy	28
Obr.6	Ilustrace předpokládané souvislosti	31
Obr.7	Ilustrace předpokládané souvislosti	32
Obr.8	Zadání úkolu	34
Obr.9	Určení shodných předmětů	35
Obr.10	Výběr vyhovující doplnění označené části	36
Obr.11	Zdůvodnění vyhovující nabídky	37
Obr.12	Orientace v zobrazení zkreslujícím realitu	38
Obr.13	Detail zkreslující realitu	38
Obr.14	Orientace v zobrazení určením počtu viděných kostek	39
Obr.15	Doplnění kostek ve směru A	39
Obr.16	Porovnání dvou vzájemně souvisejících ploch	39
Obr.17	Vytvoření hrany kvádru doplněním kostek	40
Obr.18	Vizualizace představy o vytvoření kvádru	40
Obr.19	Bodové vyjádření vyřešených úkolů základní skupiny	49
Obr.20	Relativní četnost vyřešených úkolů základní skupiny	50
Obr.21	Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích - chlapci	50
Obr.22	Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích - dívky	51
Obr.23	Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích - chlapci	51
Obr.24a	Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích - dívky	52
Obr.24b	Porovnání vyřešených úkolů - bodový zisk a relativní četnost	52
Obr.25	Porovnání úrovně prostorové představivosti	53
Obr.26	Bodové vyjádření vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu	55
Obr.27	Relativní četnost vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu	56
Obr.28	Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - chlapci	58
Obr.29	Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - dívky	59
Obr.30	Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - chlapci	59
Obr.31	Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - dívky	60
Obr.32	Porovnání vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu - bodový zisk a relativní četnost	60
Obr.33	Relativní četnost žáků v jednotlivých úrovních prostorové představivosti kontrolní skupiny	61

Obr.34	Bodové vyjádření vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu	64
Obr.35	Relativní četnost vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu	65
Obr.36	Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích experimentální skupiny na vstupu - chlapani	65
Obr.37	Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích experimentální skupiny na vstupu - dívky	66
Obr.38	Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích experimentální skupiny na vstupu - chlapani	66
Obr.39	Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích experimentální skupiny na vstupu - dívky	67
Obr.40	Porovnání vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu - bodový zisk a relativní četnost	67
Obr.41	Porovnání úrovně prostorové představivosti experimentální skupiny na vstupu	68
Obr.42	Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - bodový zisk a relativní četnost - chlapani	69
Obr.43	Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - bodový zisk a relativní četnost - dívky	70
Obr.44	Určení tvarové podrobnosti, u níž je předpoklad nereálné představy	72
Obr.45	Problematické vytvoření představy o profilu drátěného modelu v trojrozměrném prostoru	72
Obr.46	Tvarové podrobnosti vedoucí k pochybení při vytváření představy	72
Obr.47	Vytváření představy po otočení obrazu	73
Obr.48	Představa shody verbálního popisu s obrázkem	73
Obr.49	Vytváření představy sledováním polohy určených znaků	74
Obr.50	Určení shody v tvarových podrobnostech	74
Obr.51	Shoda dvou obrázků určená myšlenkovou rotací	75
Obr.52	Poziční změna - změna úrovně prostorové představivosti	75
Obr.53	Vznik představy porovnáváním axonometrického a pravouhlého zobrazení	75
Obr.54	Vytvoření představy v případě zakryté tvarové podrobnosti	76
Obr.55	Vizualizace vedoucí ke zvyšování úrovně prostorové představivosti	76
Obr.56	Ztotožnění části drátěného modelu s příslušnou hranou předmětu	77
Obr.57	Vznik představy na základě parciálního porozumění	77
Obr.58	Zobrazení polohy tvarové podrobnosti	77
Obr.59	Vznik představy na základě parciálního porozumění	78
Obr.60	Vytváření představy o poloze stěn kváдру při složení plošné sítě	79
Obr.61	Porovnání celkového počtu bodů	81
Obr.62	Relativní četnost zisku bodů	81
Obr.63	Rozložení četnosti bodů KoCh	83
Obr.64	Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů KoCh	83
Obr.65	Rozložení četnosti bodů KoD	85
Obr.66	Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů KoD	85
Obr.67	Porovnání bodového zisku a procentní úspěšnosti řešení úkolů KoCh_KoD	86

Obr.68	Počet žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů	88
Obr.69	Relativní četnost žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů	88
Obr.70	Počet a relativní četnost žáků kontrolní skupiny v jednotlivých procentních úrovních prostorové představivosti podle získaných bodů	89
Obr.71	Počet a relativní četnost žáků v jednotlivých úrovních prostorové představivosti	90
Obr.72	Porovnání celkového počtu bodů	91
Obr.73	Relativní četnost celkového počtu bodů	92
Obr.74	Rozložení četnosti bodů ExCh	93
Obr.75	Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů ExCh	94
Obr.76	Rozložení četnosti bodů ExD	96
Obr.77	Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů ExCh	96
Obr.78	Porovnání bodového zisku a procentní úspěšnosti řešení úkolů ExCh_ExD	97
Obr.79	Počet žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů	99
Obr.80	Relativní četnost žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů	99
Obr.81	Počet a relativní četnost žáků experimentální skupiny v jednotlivých procentních úrovních prostorové představivosti podle získaných bodů	100
Obr.82	Počet a relativní četnost žáků v jednotlivých úrovních prostorové představivosti	101
Obr.83	Porovnání bodového zisku a relativní četnosti ExCh a KoCh	102
Obr.84	Rozložení četnosti bodového zisku ExCh a KoCh	103
Obr.85	Porovnání relativní četnosti bodového zisku ExCh a KoCh	103
Obr.86	Porovnání bodového zisku a relativní četnosti ExD a KoD	104
Obr.87	Rozložení četnosti bodového zisku ExD a KoD	105
Obr.88	Porovnání relativní četnosti bodového zisku ExD a KoD	105
Obr.89	Porovnání bodového zisku a relativní četnosti ExCh a ExD	106
Obr.90	Rozložení četnosti bodového zisku ExCh a ExD	107
Obr.91	Porovnání relativní četnosti bodového zisku ExCh a ExD	107
Obr.92	Porovnání bodového zisku a relativní četnosti KoCh a KoD	108
Obr.93	Rozložení četnosti bodového zisku KoCh a KoD	109
Obr.94	Porovnání relativní četnosti bodového zisku KoCh a KoD	109

SEZNAM TABULEK

Tab.1	Hodnocení náročnosti žákem	28
Tab.2	Zpracování dat učitelem	28
Tab.3	Bodová dotace úkolů vstupního testu	45
Tab.4	Četnost vyřešených úkolů základní skupiny	46
Tab.5	Popisná statistika Ch	46
Tab.6	Tabulka četností sum_bU Ch	47
Tab.7	Tabulka četností RelPoc Ch	47
Tab.8	Popisná statistika D	47
Tab.9	Tabulka četností sum_bU D	48
Tab.10	Tabulka četností RelPoc D	48
Tab.11	t-testy	49
Tab.12	Rozložení úrovně prostorové představivosti	53
Tab.13	Četnost vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu	55
Tab.14	Popisná statistika Ko_Ch	55
Tab.15	Tabulka četností sum_bU Ko_Ch	56
Tab.16	Tabulka četností RelPoc Ko_Ch	57
Tab.17	Popisná statistika Ko_D	57
Tab.18	Tabulka četností sum_bU Ko_D	57
Tab.19	Tabulka četností RelPoc Ko_D	58
Tab.20	Rozložení úrovně prostorové představivosti kontrolní skupiny	61
Tab.21	Četnost vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu	62
Tab.22	Popisná statistika Ex_Ch	62
Tab.23	Tabulka četností sum_bU Ex_Ch	62
Tab.24	Tabulka četností RelPoc Ex_Ch	63
Tab.25	Popisná statistika Ex_D	63
Tab.26	Tabulka četností sum_bU Ex_D	63
Tab.27	Tabulka četností RelPoc Ex_D	64
Tab.29	Rozložení úrovně prostorové představivosti experimentální skupiny	68
Tab.30	Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - chlapci	69
Tab.31	Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - dívky	70
Tab.32	Bodová dotace úkolů výstupního testu	79
Tab.33	Četnost vyřešených úkolů kontrolní skupiny na výstupu	80
Tab.34	Popisná statistika KoCh	81
Tab.35	Četnost chlapců v jednotlivých bodových kategoriích	82
Tab.36	Četnost chlapců v jednotlivých procentních kategoriích	82
Tab.37	Popisná statistika KoD	84
Tab.38	Četnost dívek v jednotlivých bodových kategoriích	84
Tab.39	Četnost dívek v jednotlivých procentních kategoriích	84

Tab.40	Hodnoty jednotlivých proměnných KoCh_KoD	86
Tab.41	Rozložení úrovně prostorové představivosti žáků kontrolní skupiny	87
Tab.42	Počet žáků kontrolní skupiny umístěných v procentním rozhraní podle získaných bodů celkem	89
Tab.43	Rozložení úrovně prostorové představivosti	90
Tab.44	Četnost vyřešených úkolů experimentální skupiny na výstupu	91
Tab.45	Popisná statistika ExCh	92
Tab.46	Četnost chlapců v jednotlivých bodových kategoriích	92
Tab.47	Četnost chlapců v jednotlivých procentních kategoriích	93
Tab.48	Popisná statistika ExD	94
Tab.49	Četnost dívek v jednotlivých bodových kategoriích	95
Tab.50	Četnost dívek v jednotlivých procentních kategoriích	95
Tab.51	Hodnoty jednotlivých proměnných ExCh_ExD	97
Tab.52	Rozložení úrovně prostorové představivosti žáků experimentální skupiny	98
Tab.53	Počet žáků experimentální skupiny umístěných v procentním rozhraní podle získaných bodů celkem	99
Tab.53	- pokračování	100
Tab.54	Rozložení úrovně prostorové představivosti	101
Tab.55	Hodnoty jednotlivých proměnných ExCh_KoCh	102
Tab.56	Hodnoty jednotlivých proměnných ExD_KoD	104
Tab.57	Hodnoty jednotlivých proměnných ExCh_ExD	106
Tab.58	Hodnoty jednotlivých proměnných KoCh_KoD	108

PŘEDMLUVA

Úroveň prostorové představivosti je určitým způsobem prognóza schopnosti graficky komunikovat v technice, řešit technické problémy v oblasti navrhování, výrobě, designování a podobně. Proto je nedílnou a nepostradatelnou schopností nejen při studiu technických oborů, ale i v běžném životě. Prostorovou představivost je potřeba záměrně rozvíjet v edukačním systému a je třeba ji vymezit edukačním modelem. Prostřednictvím jeho didaktické konstrukce se vytvoří podmínky pro systémový a koncepční přístup v rozvoji sledovaných výkonů.

Monografie je zaměřena na problematiku řízeného rozvoje prostorové představivosti podporované metakognitivní strategií. Představuje výzkum úrovně prostorové představivosti a ověření účinnosti nově vytvořeného modelu vzdělávání, který se zaměřuje na rozvoj prostorové představivosti.

doc. PaedDr. Peter Beisetzer, PhD.

ÚVOD

Potřeba prostorové představivosti provází člověka po celý život. Jedná se o jedinečnou schopnost, která je důležitou podmínkou pro výkon některých povolání. Prostorová představivost není člověku vrozená, ale musí se postupně vyvinut. Požadavek na záměrný rozvoj prostorové představivosti je v případě vytvoření vzdělávacího systému velmi důležitý. Zároveň je třeba si uvědomit, že podcenění záměrného rozvoje prostorové představivosti může mít za následek snížení efektivity výuky, jejíž tematické zaměření prostorovou představivost předpokládá. Znalost reálné situace proto představuje možnost vyhnout se, resp. řešit nedostatky v této oblasti. To byly hlavní důvody, které vedly k výzkumnému záměru, zjistit, do jaké míry současný edukační systém základní školy v České republice efektivně zajišťuje rozvoj prostorové představivosti žáků základní školy a do jaké míry uvědomělá potřeba určité úrovně prostorové představivosti ovlivňuje rozhodnutí žáků pro studium technických oborů. Součástí iniciativy je nabídnout pedagogické veřejnosti alternativu, která by vedla k optimalizaci rozvoje prostorové představivosti. Doporučení se opírají argumentaci, která vychází z výsledků realizovaného výzkumu.

Strategicky jsme dali do přímé souvislosti rozvoj prostorové představivosti s problematikou prvopočátečního rozvoje grafické komunikace, tj. získávat schopnosti a dovednosti v technickém zobrazování, vytvářet nové, originální konstrukce a designové produkty, které byly vytvořeny na základě analýzy, transformace a doplňování. Důvodem tohoto přístupu je skutečnost, že prostorová představivost hraje u těchto činností klíčovou roli.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání zahrnuje v rámci cílů také rozvoj prostorové představivosti, avšak s otevřenou otázkou: *Jak?* Důležitou roli může v tomto případě hrát vedle matematiky oblast Člověk a svět práce. V monografii se vytýčená strategie odráží ve výzkumu účinnosti nově vyvinutého systému a koncepčního přístupu cíleně zaměřeného na podporu rozvoje prostorové představivosti.

Publikované výsledky našeho výzkumu představují možnost komparace s výsledky podobně zaměřených výzkumů (například publikovaný výzkum Beisetzer - Majherová, 2016).

1.1 Výzkumné otázky, souhrn názorů, proměnné

Prostorová představivost je objektivní skutečností v životě člověka. Z tohoto důvodu je žádoucí zaujmout stanovisko k této objektivní realitě. To přispěje k hlubokému poznání fenoménů, které souvisejí s jejím rozvojem. Prostorové představivosti, jako vědeckému faktu, který registrujeme a který zkoumáme, musíme věnovat pozornost na různých úrovních. Jednou z nich je inovační proces, který odráží inovativní trendy v jejím rozvoji. V tomto kontextu je cílem specifikovat zásah, který postihuje zejména systémy působící ve vzdělávacím procesu.

Samotný rozvoj prostorové představivosti závisí na funkčnosti systému, tj. od existence vzájemných vazeb mezi požadavky, obsahem, formou, prostředky a metodami. Zároveň je součástí tohoto systému profesní kvalifikace pedagogických pracovníků a podmínky, které umožní vtáhnout žáka do procesů rozvoje prostorové představivosti s tím, že je jeho aktivním tvůrcem. Při řešení rozvoje prostorové představivosti vycházíme z předpokladu, že procesy budou efektivní, pokud aktéři budou mít informace o funkčnosti systému s cílem provádět korekce v přijaté strategii daného rozvoje. Půjde nejen o zjištění žákovské úrovně prostorové představivosti, ale také o zjištění stavu, vyznačující se pochopením podstaty a potřeby mít určitou úroveň prostorové představivosti.

V přípravné fázi výzkumu jsou analyzována teoretická a praktická východiska zkoumané problematiky, s cílem specifikovat aspekty resp. principy rozvoje prostorové představivosti pro organizaci výzkumu. Zvolený přístup je vymezen na základě přijetí následujících skutečností:

- schopnost představit si prostorovou situaci není člověku vrozená a je ji proto třeba rozvíjet,
- prostorová představivost patří k problémovým schopnostem člověka a proto je třeba tento problém řešit různými metodami,
- proces rozvoje prostorové představivosti může být:
 - záměrný (např. řešením úkolů podporujících rozvoj představivosti převážně induktivním způsobem). Prostorová představivost představuje soubor mentálních schopností, které je třeba záměrně rozvíjet.
 - podvědomý, způsobený trojrozměrným vnímáním geometrických objektů v prostoru (u dětí předškolního věku např. hra s kostkami),
- představivost, podobně jako logické myšlení, schopnost dedukce a chápání, se dá trénovat a rozvíjet řešením úkolů zaměřených na základní geometrické vztahy v rovině a v prostoru,

- představivost je možné rozvíjet různými pomůckami, které trénují tuto schopnost,
- úroveň prostorové představivosti je třeba konfrontovat úkoly, prověřujícími schopnost zobrazovat a číst zobrazené - získané vědomosti o:
 - průnicích těles různých geometrických tvarů,
 - vzájemných polohových vlastnostech přímek a rovin,
 - principech promítání,
- s rozvojem představivosti je spojena vizuální paměť a logické myšlení (schopnost objevovat skryté vztahy, zákonitosti a souvislosti),
- úroveň prostorové představivosti předpokládá schopnosti a dovednosti (zobrazovací činnosti jsou podmíněny představivostí):
 - graficky komunikovat v technice (zobrazování a čtení zobrazeného),
 - řešit technické problémy v oblasti navrhování, konstruování, designování, apod.,
- v rámci záměrného rozvoje prostorové představivosti, dávané do souvislosti s technickým zobrazováním, je třeba se orientovat na problematiku:
 - prostorové orientace (poloha v prostoru),
 - vizualizace (chápání vztahů mezi předměty),
 - kinetostatické představivosti (schopnost představy pohybu v prostoru),
- záměrný rozvoj prostorové představivosti je nezbytné definovat edukačním modelem (aplikace učební pomůcky, využití možností informačních technologií, apod.)
- ve vědomí člověka se vytvářejí názorné obrazy vnějších předmětů a jeví i tehdy:
 - když právě nepůsobí na jeho receptory,
 - když je předtím vůbec nevnímal,
- představy vznikají na základě vjemů a vjemům se také podobají svojí názorností (zároveň se však od nich liší),
- prostorová představivost je podmiňujícím činitelem při:
 - vytváření promyšleného obrazu předmětů a s nimi souvisejících skutečností,
 - při reprodukci tvarových podrobností předmětů bez přímého působení příslušných podnětů,
- využít výzkum jako motivaci žáků pro vyvolání intenzivního zájmu o rozvoj prostorové představivosti (cílem je spolupráce využívající sebehodnocení a sebeřízení),
- organizovat a řídit výzkum tak, aby na bylo možné jeho základě definovat podmínky pro implementaci principů rozvoje prostorové představivosti v rámci technické výchovy jako systémového a koncepčního prvku výuky předmětu technika,

- dát do souvislosti cíle výzkumu s technickým zobrazováním, přičemž akceptovat skutečnost, že je to vázáno na psychické funkce a procesy, z čehož vyplývá, že zobrazování v technice se prostřednictvím prostorové představivosti stane integrovanou součástí systému psychiky učícího se,
- prostorová představivost umožňuje provádět myšlenkové činnosti jako např. rotace obrazu, přemísťování, tvorba zrcadlového obrazu, apod.,
- formulovat závěry výzkumu ve smyslu respektování zásad systémového a koncepčního rozvoje prostorové představivosti v technické výchově, tj. akceptovat skutečnost, že prostorová představivost studujících hraje klíčovou roli při vizualizaci smyslových prožitků, souvisejících s navrhovatelskou, konstruktérskou a designérskou činností (samotné zobrazování může mít podobu *kreslím co vidím, kreslím to, co si představuji a zároveň analyzuji a syntetizuji*),
- výzkumnými aktivitami sledovat výkon žáků v podobě projevu odrážejícího schopnost vnímat vlastnosti geometrických trojrozměrných předmětů, jako jsou tvarové podrobnosti předmětů, poloha v prostoru a rozměry.

1.1.1 Závislá a nezávislá proměnná

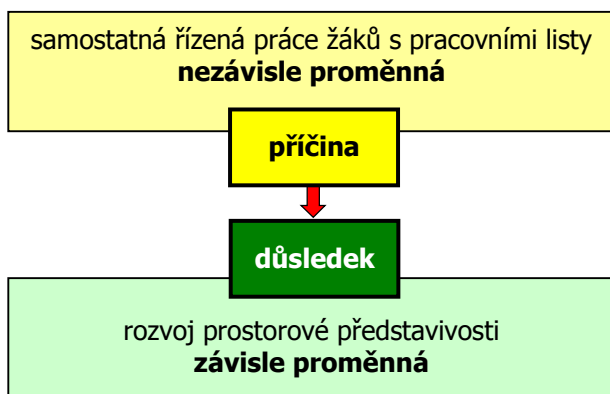
Detailizování předmětu výzkumu vedlo k určení proměnné výzkumu s cílem formulovat hypotézy výzkumu. Kontrolovatelné otázky jsou:

- úroveň prostorové představivosti, kterou disponují žáci základní školy,
 - rozdílnost v úrovni prostorové představivosti u chlapců a u dívek.
- Zkoumání uvedených otázek vedlo ke kategorizaci proměnných, tj.:
- kategoriální (dichotomická) proměnná, tj. proměnná mající dva stavy: muž a žena,
 - nezávisle proměnná, tj. proměnná vyvolávající změnu jiné proměnné:
 - systém výuky na základní škole,
 - edukační model využívající didaktickou funkci pracovních listů,
 - závisle proměnná, tj. proměnná, která je závislá na nezávislém působení jiné proměnné. Jde o poznávací proces probíhající v oblasti Člověk a svět práce, resp. edukačním modelem využívajícím didaktickou funkci pracovních listů). V našem případě jde o měřitelnou proměnnou - výkon v testu prostorové představivosti (prvek proměnné bude nabývat různé hodnoty a to od 0 do 13,1 bodů pod vlivem uvedených dvou nezávislých proměnných).

Námi realizovaný průzkum je deskriptivní (popisný), není založen na hypotézách. Z uvedeného důvodu formulujeme jen výzkumné otázky (ne hypotézy - podrobněji Gavora, 2010):

- 1) *Jakou mají zkušenost žáci s řešením úkolů prostorové představivosti?*
- 2) *Jaký zájem mají žáci o rozvoj prostorové představivosti prostřednictvím úkolů prostorové představivosti?*
- 3) *Jak chápou žáci souvislosti mezi prostorovou schopností a studiem na střední odborné škole technického zaměření?*

V rámci výzkumu aplikován edukační model jako nezávislá proměnná je příčinou, která má vyvolat důsledek - rozvoj prostorové představivosti, tj. změnu závisle proměnné - výkon v testu prostorové představivosti (obr.1).



Obr.1 Grafické vyjádření vztahu proměnných

Vzhledem k tomu, že intervence inovovala samostatnou řízenou práci žáků, byly rod, věk a délka praxe učitele vyhodnoceny jako proměnné, které neměly ovlivňovat výsledky záměrného rozvoje prostorové představivosti. Dále uvádíme, že všichni učitelé měli plnou kvalifikaci pro aplikaci nově vytvořeného edukačního modelu.

1.2 Cíle výzkumu

V našem případě jsou zdrojem výzkumná témata i vlastní zkušenosti, které jsme získali během několikaleté pedagogické praxe. Ty se v tomto případě týkají řešení problému efektivního rozvoje dovedností zobrazování v technice a to v souvislosti s technickou tvořivostí, projevující se v návrhové a konstruktérské činnosti.

Pro technickou praxi je schopnost grafické komunikace klíčovou kompetencí, která se rozvíjí již na základní škole. Didaktický přístup upozorňuje, že samotné zobrazování nemůže být živelné či náhodné, ale má mít oporu

v analytické činnosti tvarových podrobností na základě respektování principů dané metody zobrazování. Samotný proces zobrazování je prostředkem rozvoje představivosti, i když schopnost zobrazovat určitý stupeň představivosti už předpokládá. Toto konstatování zároveň chápeme jako doporučení pro pedagogickou praxi s tím, že při stanovení hlavního cíle výzkumu budeme vycházet z podmínek:

- pro zobrazovací činnosti v technice je úroveň představivosti podmiňující a proto je třeba jejímu rozvoji věnovat samostatnou pozornost (ve výuce předmětu technické kreslení, je teorie prostorové představivosti učícími se často přehlížena),
- součástí systému výchovy k technické tvořivosti je i rozvoj prostorové představivosti,
- prostorovou představivost rozvíjet v kontextu rozvoje technického myšlení a technického vyjadřování a to prostřednictvím navrhující, konstruktérské, resp. designérské činnosti učících se,
- úroveň technického zobrazování je posuzována v souvislostech, to znamená s úrovní prostorové představivosti (není posuzována jen úroveň zvládnutí některé z metod zobrazování) a úrovní tvůrčích schopností.

K tvorbě výše uvedených podmínek, resp. k jejich kvalitě mají přispět výzkumem zjištěné skutečnosti. Na základě takto stanovené strategie byl definován hlavní cíl výzkumu - *objektivně posoudit úroveň prostorové představivosti žáků.*

Další důležitou podmínkou úspěšného rozvoje prostorové představivosti je aplikace edukačního modelu, který umožní učícím se z vnějšího prostředí přijímat objektivní realitu s tím, že se ocitá v pozici, kdy je sám sobě objektem i subjektem výchovy a vzdělávání, tj. sám sebe vychovává a vzdělává. V této souvislosti vznikla výzkumná otázka - jak chápou problematiku prostorové představivosti žáci samotní. Problematika je analyzována v souvislosti se sebereflexí, názory a postoji na rozvoj prostorové představivosti. Na základě výše uvedeného byl definován cíl - *zjistit jakou zkušenost se záměrným rozvojem prostorové představivosti mají žáci základní školy a to na úrovni cílů výuky, seberealizace, zájmu a potřeby.*

Z uvedených cílů nám vyplynuly tyto úkoly:

- příprava materiálů:
 - › žádost o provedení průzkumu,
 - › informační souhlas rodičů (informace o testování žákovské úrovně prostorové představivosti),
 - › provedení testu prostorové představivosti,

- › provedení dotazníku pro žákovské vyjádření se k problematice prostorové představivosti,
- realizace výzkumu:
 - › registrace úrovně prostorové představivosti,
 - › zpracování dat,
 - › vyhodnocení zkoumaného jevu,
- realizace průzkumu:
 - › registrace žákovských názorů a postojů na rozvoj prostorové představivosti,
 - › zpracování dat,
 - › vyhodnocení zkoumaného jevu,
- statistické zpracování:
 - › vyhodnocení výsledků v programu STATISTICA v.6.1,
 - › výsledky testů popsat deskriptivní statistikou,
 - › data zobrazit graficky,
 - › organizování a seřazení dat do tabulek a grafů,
- interpretace dat:
 - › analýza tabulek a grafů (prohloubení a rozšíření),
 - › vyhodnocení a vysvětlení získaných dat, tj. vysvětlit hlavní a souhrnné informace (postupně od obecnějších, resp. rozhodujících, k podrobnějším, dílčím),
 - › vyjádření se k výzkumným otázkám a k hypotézám,
- závěry a doporučení pro praxi:
 - › uvedení souvislostí, které vyplynuly z porovnání dat,
 - › učinit vysvětlení (pokud to bude možné) v případech kdy se v údajích vyskytnou symetrie, pravidelnost, odchylka diskrepance,
 - › vyjádřit se ke zjištěným skutečnostem, tj. zjištěné údaje komentovat - konstatovat, zda jsou v souladu se současnými trendy, strategickými směry, vytyčenou linií nebo jsou spíše chaotické, zda jsou v souladu se stávající teorií a praxí rozvoje prostorové představivosti (potvrzují, rozšiřují, specifikují, nebo popírají),
 - › komentovat zjištění týkající se konfrontace údajů se stanovenými výzkumnými otázkami a hypotézami (výsledky výzkumu porovnat s výsledky podobných výzkumů),
 - › definovat podmínky, pro které platí rozsah platnosti uvedených závěrů (do jaké míry lze závěry zobecnit, pro koho platí a jakým omezením podléhají),
 - › vyjádřit se k problematice inovace rozvoje prostorové představivosti v rámci výuky předmětu technika,

- vyjádřit se k aplikaci učební pomůcky podporující rozvoj prostorové představivosti.

1.3 Výzkumný problém, hypotézy výzkumu

Výzkumný problém byl vymezen studiem dané problematiky, diskutí s odborníky a osobní zkušeností získanou v rámci praxe (organizování a řízení poznávacích procesů vyžadujících při porozumění potřebnou úroveň prostorové představivosti). Při volbě výzkumného problému a jeho formulaci rezonovaly zejména tyto otázky (specifikace z uvedeného v kap.1.1):

- 1) Podporuje edukační systém na základní škole v dostatečné míře rozvoj prostorové představivosti?
- 2) Zefektivní aplikace učební pomůcky systém rozvoje prostorové představivosti?
- 3) Chápou žáci v dostatečné míře význam prostorové představivosti ve spojitosti s:
 - výskytem tohoto tématu ve výuce,
 - posouzením disponující úrovně (sebehodnocení, sebereflexe),
 - motivací být aktivním v rámci záměrného rozvoje,
 - dalším studiem na střední odborné škole technického zaměření?

Literaturou uváděná terminologie prostorové představivosti není jednotná. Přikláníme se k výkladu, který co nejvíce vystihuje skutečnost, že prostorová představivost je základním předpokladem úspěšně graficky komunikovat v technice:

- Gardner (1999) ve vyjádření se k multiplikační inteligenci (také jako teorie vícesložkové inteligence) uvádí vizuální - prostorovou inteligenci jako samostatný činitel, přičemž uvádí, že jde o schopnost vytvářet si v mysli obrazy, uchovávat je a znovu si je vyřizovat. Podotýká, že tento způsob uložení informací je pro zapamatování účinnější u většiny lidí jako zapamatování pomocí slov (obraz má vyšší hodnotu než několik stovek slov). Z uvedeného vyplývá, že představivost je mimořádně důležitá při zapamatování, z čehož vyplývá, že i při grafické komunikaci interpretujícího tvůrčí schopnosti bude základním předpokladem.
- Pulpán a kol. (1992) uvádí, že představivost je v běžném životě chápána jako schopnost vybavovat si a vytvářet představy v mysli a to díky tomu, že rozumová činnost dokáže zpracovat minulý vjem, resp. spíše nabytou zkušenost. Vycházejíce z toho, k analýze výzkumného problému přiřadíme konstatování, že rozvoj prostorové představivosti bude probíhat v případě, že pro žáka vytvoříme podmínky, které u něho vyvolají stav, kdy si ve své mysli bude představovat tvarové podrobnosti

předmětů a ty následně vizualizovat pomocí grafické komunikace (návrhová, konstrukční a designérská činnost).

- při analýze prostorové představivosti, v souvislosti s technickým zobrazováním, vycházíme z interpretace Ďuriče a Bratské (1997) v rámci níž konstatujeme, že prostorovou představivost chápeme jako:
 - soubor mentálních schopností, které je třeba rozvíjet,
 - promyšlený obraz předmětů a s nimi souvisejících skutečností, které byly dříve pořízeny lidskými orgány vnímání jako zkušenost a jejichž prostřednictvím je možné v budoucnu reprodukovat tvarové podrobnosti předmětů bez přímého působení příslušných podnětů,
 - proces probíhající v mozku, který se vztahuje na minulost a budoucnost (vnímání se vztahuje pouze na přítomnost), tj. vyřizování si názorných obrazů předmětů a s nimi související realitou bez přímého působení těchto předmětů,
 - centrální podnět (představa vzniká přímo v mozku, zatímco vjemy mají periferní vznik, tj. vznikají prostřednictvím receptorů).

Z hlediska strategie rozvoje prostorové představivosti půjde u žáka o dosažení stavu, v rámci kterého ve svém vědomí bude mít názorné obrazy vnějších předmětů, resp. jevů a to i tehdy, když v daném okamžiku nebudou působit na jeho receptory, resp. je ani předtím skutečně nevnímal. Představy vzniknou na základě vjemů, přičemž se vjemům budou podobat svojí názorností (zároveň se však od nich liší).

- Robová (2009, s.64) uvádí *„prostorová představivost je součástí geometrické představivosti a v užším slova smyslu tím rozumíme souhrn schopností, které souvisejí s představami jednotlivce o prostoru, geometrických objektech, jejich vlastnostech a vzájemných vztazích.“* K uvedenému dodáváme, že odborná veřejnost považuje za nejdůležitější období pro rozvoj prostorové představivosti předškolní a mladší školní věk. Z pohledu rozvoje geometrické představivosti jsou to nenahraditelné období, přičemž však nevylučuje, že i později je možné prostorovou představivost rozvíjet. Existenci takového přístupu dokumentuje např. Uherčiková (2014), kde autorka argumentačně zdůvodňuje význam prostorové představivosti a zároveň prezentuje přístup k jejímu rozvoji v předškolního vzdělávání.
- v kontextu výše uvedeného Ďurič a kol. (1997, s.263) uvádí, že prostorová představivost *„je nepostradatelná - zabezpečuje komplex psychických procesů.“* Konstatuje, že se vyvíjí od 1. roku, po 3. roce má již dítě funkční prostorové vidění (nedokonalé) a v 5.-7. roce má schopnost projekce vlastní pozice do roviny. Další operační definici představivosti najdeme v pedagogickém slovníku Průcha a kol. (2001), aj.

Publikované závěry výzkumů úrovně prostorové představivosti, resp. publikovaná doporučení pro rozvoj prostorové představivosti mají jednoho společného jmenovatele - nedostatečnou úroveň prostorové představivosti a navrhování intervence optimalizující rozvoj prostorové představivosti. Zároveň na základě uvedeného konstatujeme shodu s námi nabytými zkušenostmi pro oblast rozvoje grafické komunikace v technice.

Vycházejíc z dosud uvedené argumentace jsme pro definování výzkumného problému přijali stanovisko, že schopnost prostorové představivosti je kriticky důležitá pro technickou praxi a z tohoto důvodu uvádíme jako výzkumný problém:

- systém rozvoje prostorové představivosti není dostatečně funkční na to, aby plnil cíle v oblasti rozvoje prostorové představivosti žáků základní školy, tj. nízké procento žáků dosahuje v řešení úkolů prostorové představivosti požadovanou úspěšnost,
- edukační systém základní školy nedostatečně formuje názory a postoje žáků k problematice prostorové představivosti z hlediska její důležitosti.

K základní orientaci výzkumu využijeme výzkumné problémy a k jeho směřování hypotézy. Při formulování hypotézy jsme vycházeli z jejího významu pro výzkum, tj.:

- představuje vědecký předpoklad, který je třeba stanovit z teorie dané problematiky (v případě málo známých skutečností přicházejí v úvahu vlastní zkušenosti),
- rozšiřuje poznatky, tj. umožňuje empiricky ověřit určitý teoretický poznatek s tím, že na základě nových zjištění se tyto následně upraví.

Pro pravděpodobné, empiricky ověřitelné řešení problému - zvýšení úrovně prostorové představivosti jsme zformulovali hypotézy (dále už jen H):

H1: *Méně než polovina z celkového počtu žáků dosáhne více než 60% (60,1 % a více) úspěšnosti v testech prostorové představivosti.*

H2: *Mezi výkonem chlapců a dívek v testech prostorové představivosti bude statisticky významný rozdíl.*

H3: *Žáci vyučování systémem nově vytvořeného edukačního modelu dosáhnou v testu prostorové představivosti vyšší výkon než žáci kontrolní skupiny.*

Ověření hypotéz vyžaduje aplikaci diagnostických metod. Při jejich výběru jsou zohledňovány zejména dva základní přístupy: kvalitativní a kvantitativní (v praxi často doplňovány - smíšený přístup). Na verifikaci námi stanovených hypotéz byl použit tzv. sekvenční model s dominantním statusem kvantitativního výzkumu.

2.1. Metody výzkumu

V námi realizovaném výzkumu zaměřeném na verifikaci hypotéz, má klíčové postavení experimentální metoda, tj. přirozený pedagogický experiment. Prostřednictvím této metody chceme prokázat kauzální důsledky působení nově vytvořeného edukačního modelu na rozvoj prostorové představivosti. Experimentem chceme zjistit účinnost zvolené intervence do systému rozvoje prostorové představivosti žáků základní školy.

K experimentu jsme přistupovali jako ke komplexní výzkumné metodě. Z uvedeného přístupu nám vyplynul požadavek aplikovat další výzkumné metody k získání dat o subjektech experimentu: dotazník, test, teoretickou analýzu, indukci a dedukci, didaktickou intervenci, statistické vyhodnocení dat. Prostřednictvím těchto metod jsme zjišťovali stav subjektů na začátku a na konci experimentu.

Měřeny byly schopnosti a dovednosti řešit úkoly prostorové představivosti. Úrovně byly měřeny počtem získaných bodů v testu prostorové představivosti (zjišťován rozsah, frekvence a intenzita prostorové představivosti).

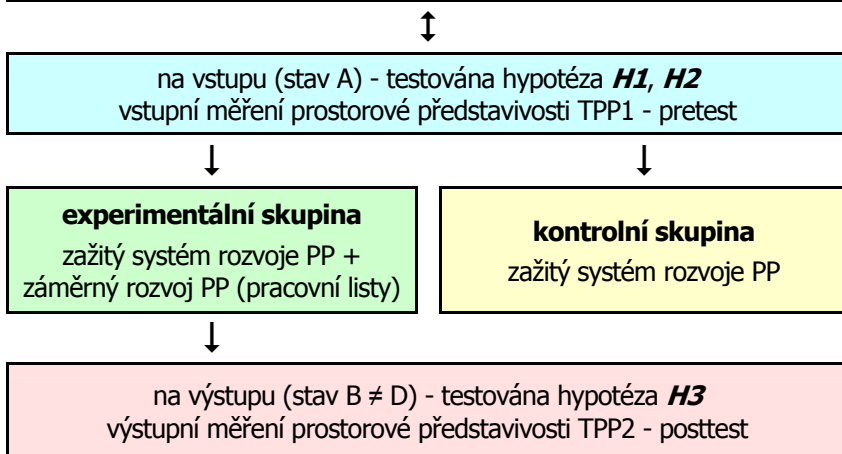
2.2 Pedagogický experiment

V této části se zaměříme na objasnění manipulace s nezávisle proměnnou s cílem zjistit výsledek, který intervence vyvolala. Kauzální problém zkoumáme experimentálně na základě metodologického konceptu.

Vycházejíc z principů pedagogického experimentu uvádíme, že prostřednictvím nově vytvořeného edukačního modelu chceme cíleně vyvolat změny v podmínkách rozvoje prostorové představivosti. V rámci experimentální skupiny aktivně manipulujeme s edukačním procesem, kde intervencí jsou pracovní listy. Od jejich aplikace očekáváme, že budou tou příčinou, která vyvolá změnu v úrovni prostorové představivosti žáků.

Samotná realizace experimentu probíhala v několika etapách (obr.2). Klíčový byl návrh a realizace pracovních listů s funkcí intervenčního prvku, který má za cíl podpořit a optimalizovat rozvoj prostorové představivosti žáků. V rámci edukace jsou tyto pracovní listy prvky systému samostatně řízené práce žáků, výrazně podněcující aktivity vedoucí k sebekontrolě, sebehodnocení a sebeřízení.

Úroveň prostorové představivosti žáků Královéhradeckého kraje



Obr.2 Organizační schéma experimentu

TPP - test prostorové představivosti, PP - prostorová představivost

1. Etapa

Návrh konstrukce testu prostorové představivosti (TPP). V případě pedagogického experimentu jde o vstupní a výstupní test (TPP1 a TPP2). Testy jsou zvoleny jako nástroj výzkumu s tím, že přispějí k jeho objektivnímu hodnocení výsledků, tj. ověří stanovené hypotézy.

V obou případech jde o kvazi standardizovaný test (příloha C, resp. D), sestavený pro potřeby předmětného experimentu. Pojem kvazi standardizovaný má vystihnout skutečnost, že testy obsahovaly standardní úkoly, které jsou v odborné praxi běžně používané jak v procesu rozvoje prostorové představivosti, tak i při rozvoji schopností a dovedností zobrazovat metodou pravouhlého promítání (Beisetzer, 2011, 2012; Tarbajovský, 1971; Veselovský, 1990; Vyšnepol'skij a kol. 1986; Kunc, 1989; Čillík - Barysz, 1994; a další).

Jako způsob skórování úkolů bylo zvoleno bodování. Bodové rozlišení jednotlivých úkolů má za cíl vyjádřit náročnost řešení, která sestává z počtu potřebných myšlenkových operací (myšlenková rotace a posun, identifikace tvarových podrobností a tvarových souvislostí, apod.).

Výběr jednotlivých úkolů vycházel z jevové analýzy rozvoje prostorové představivosti a rozvoje schopností zobrazovat metodou pravoúhlého promítání. Pro konstrukci uvedených testů bylo přijato kritérium, že na základě opakovaného použití budou testy vykazovat základní znaky kvality, tj. byly respektovány poznatky z teorie a praxe o validitě a reliabilitě (Turek, 1998; Darák - Krajčová, 1995; Gavora, 2000; Vankúš, 2014):

- A) **Validita** - testy vykazují platnost, míru shody. S podmínkou správnosti výzkumu (vznik možnosti zobecnit výsledky výzkumu) byla nastolena otázka, zda testem měříme to, co má být měřeno. V této souvislosti konstatujeme, že předmětné testy byly vypracovány na základě jevové analýzy a v souladu se systémem rozvoje představivosti a systémem rozvoje pravoúhlého zobrazování.

Vzhledem k tomu, že mezi učební látkou a úkoly, které tvořily obsah daných testů, je shoda, byla validitě testu přisouzena forma přímé validity (více druhů validity), a to tzv. obsahová validita (hodnotí úplnost významové domény jevu, kterým je v našem případě prostorová představivost a jejíž úroveň zkoumáme). Obsahovou validitu nevyjadřujeme číselně (nelze ji zkoumat klasickými statistickými metodami).

Obsahová validita nám umožnila sestavit test tak, aby podle odpovědí na otázky bylo možné posoudit míru prostorové představivosti, tj. každý úkol v testu pokládáme za indikátor úrovně žákovi představivosti. Tyto skutečnosti nás vedly ke konstatování, že obsahová validita TPP je zjevná, jelikož je zřejmé, že úkoly testu měří úroveň prostorové představivosti, tj. řešení je žákům vygenerované z myšlenkových operací:

- rotace v prostoru (pootočení celého předmětu, resp. jen některé jeho části),
- posouvání v prostoru,
- identifikace tvarových podrobností (různý počet),
- identifikování souvislostí (tvar, rozměr, počet, poloha, apod.)
- kombinace výše uvedených.

Z uvedeného vyplývá, že je splněno kritérium pro obsahovou validitu, tj. soulad mezi obsahem testu a obsahem (cíle) rozvoje prostorové představivosti.

- B) **Reliabilita** - pro technickou kvalitu výzkumu, kterou je spolehlivost, byla přijata podmínka, že testy mají vykazovat přesnost a spolehlivost (stejný test, zadaný za stejných podmínek stejným žákům, vyazuje výsledky v přijatelné hodnotě a nastane co možná nejmenší rozptyl nových hodnot kolem hodnot původních). Míru reliability testu vyjadřu-

jeme koeficientem reliability. Koeficient reliability r teoreticky nabývá hodnoty z $r \in \langle -1; 1 \rangle$, my posuzujeme $|r| \in \langle 0; 1 \rangle$. Protože v našem případě jde o pedagogické měření, přijali jsme zásadu, že koeficient reliability bude mít hodnotu minimálně 0,8. Tuto hodnotu jsme se pokusili dosáhnout počtem úkolů v testu (11), tj. více než 10 (kdy 10 a méně znamená hodnotu koeficientu cca 0,6), a dodržáním času 45 minut. Při posuzování koeficientu reliability jsme vzali na vědomí skutečnost, že k hlavním faktorům, které ovlivní reliabilitu testu bude patřit:

- počet úkolů - čím větší počet úkolů, tím vyšší reliabilita (v našem případě to znamenalo, že některé úkoly obsahovaly několik dílčích úkolů),
- obtížnost položek - reliabilitu snižuje velký počet příliš lehkých nebo těžkých položek (eliminováno ve smyslu úpravy testů, tj. vyloučeny byly úkoly, které vykazovaly největší a nejmenší úspěšnost),
- časový limit řešení testu - pokud je rychlost řešení položek významný faktor úspěšnosti, reliabilita bude uměle zvýšena (časová dotace pro řešení úkolů bylo dáno standardním limitem vyučovací jednotky 45 minut a v rámci výzkumu nebyla předmětem zájmu),
- rozptyl výkonnosti testovaných žáků - čím je větší, tím je vypočtená hodnota reliability vyšší.

Dále v souvislosti s charakteristikou testů uvádíme, že k popisu statistického souboru (žáci, kteří se do výzkumu zapojily) jsme zvolili kvantitativní analýzu. Výpočtem jsme zjistili charakteristiky testu:

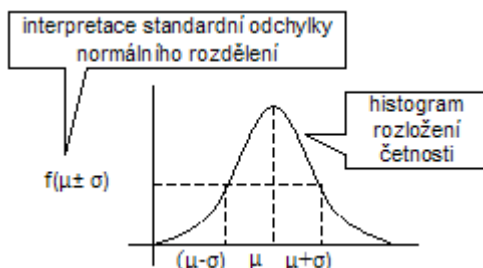
- úspěšnost - procento bodů (z celkového počtu bodů, které bylo možné v testu získat) za položky, na které žák správně odpověděl,
- průměrná úspěšnost - definovaná aritmetickým průměrem (maximum a minimum procent, kterých dosáhl testovaný žák):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

kde x_i je úspěšnost i -tého žáka a n je počet žáků.

- standardní odchylka SD (resp. σ) je míra rozptylu úspěšnosti studentů od střední hodnoty (resp. μ - průměr naměřených odchylek od aritmetického průměru. Čím větší je SD , tím je úspěšnost rozptýlenější, tj. jsou velké rozdíly ve výkonech žáků):

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$



Obr.3 Míra rozptylu úspěšnosti studentů

- položky testu byly hodnoceny binárně,
- na hodnocení míry reliability testu byl použit Kunder-Richardsonův vzorec - koeficient reliability KR-20 (3)

$$KR-20 = \frac{k}{k-1} - \frac{SD^2 - \sum_{i=1}^k p_i(1-p_i)}{SD^2} \quad (3)$$

kde k je počet úkolů v testu, SD^2 celková variabilita, p_i úspěšnost i -tého úkolu (jaká část žáků ho vyřešila správně).

Analyzované testy nám nabídli dostatečnou reliabilitu (bylo možné je použít na hodnocení) při váhovém skórování správných a nesprávných odpovědí. Součástí této etapy byla příprava dotazníku. Volbu dotazů podmiňoval zájem zjistit:

- zda žáci byli již dříve kontaktováni s úkoly prostorové představivosti a zda na tom má podíl výuka, např. Matematika,
- zda žáky oslovili úkoly prostorové představivosti mimo školních aktivit, např. jako forma zábavy, apod.,
- zda žáci jsou motivováni řešit úkoly tohoto typu,
- zda si žáci umí dát do souvislosti úroveň prostorové představivosti s úspěšným studiem na střední odborné škole technického zaměření.

2. Etapa

Vytvoření dvou skupin. Z celkového počtu probandů byly vytvořeny dvě skupiny (splněna podmínka o vyváženosti), tj. experimentální a kontrolní. Takový přístup umožnil porovnat dvě koncepce rozvoje prostorové představitosti, tj.:

- experimentální - žáci zařazení do této skupiny, kromě aplikace zažitého edukačního systému rozvoje prostorové představitosti, absolvovali záměrný rozvoj prostorové představitosti nově vytvořeným edukačním modelem, tj. samostatná práce s nově vytvořených pracovních listy.
- kontrolní - žáci zařazení do této skupiny, téhož ročníku, absolvovali rozvoj prostorové představitosti činnostmi, které podléhaly zažitému edukačnímu systému rozvoje prostorové představitosti.

3. Etapa

Ověření úrovně prostorové představitosti na vstupu. Výzkum úrovně prostorové představitosti žáků proběhlo na dvou úrovních s cílem realizovat komparaci:

- úroveň prostorové představitosti žáků základních škol Královéhradeckého kraje (vzorek větší než 700),
- úroveň prostorové představitosti žáků zúčastněných na pedagogickém experimentu.

Zjištění úrovně představitosti na začátku výzkumu mělo za cíl vytvořit předpoklad pro ověření hypotézy H1 až H3 (porovnání úrovně představitosti na vstupu a výstupu). Pro zjištění úrovně představitosti, resp. k ověření hypotéz byl použit kvazi standardizovaný test představitosti (příloha C, resp. D) sestavený pro potřeby předmětného experimentu. Tak jak jsme již uvedli dříve, pojem kvazi standardizovaný má vystihnout skutečnost, že test obsahoval standardní úkoly, které jsou v pedagogické praxi běžně používány v procesu rozvoje představitosti.

4. Etapa

Aplikace pracovních listů na rozvoj prostorové představitosti. Skupina žáků, označena jako experimentální, měla za úkol řešit úkoly tvořící obsah pracovních listů. Úkoly jsou strukturovány tak, aby vyhovovaly principům samostatné řízené práce. Pracovními listy byly vytvořeny podmínky, které umožnily realizovat rozvoj prostorové představitosti i mimo kontaktních vyučovacích hodin. Žáci kontrolní skupiny byly vyučovány v podmínkách s tradičním přístupem k rozvoji prostorové představitosti. Aplikace pracovních listů (nezávislá proměnná) má jako příčina podnítit rozvoj prostorové

představivosti (následek - změna závisle proměnné). Očekávaným výsledkem je pozitivní vliv na rozvoj prostorové představivosti.

5. Etapa

Výstupní úroveň představivosti. Příprava dat do podoby umožňující realizovat statistickou analýzu výsledků výzkumu. Hodnotící procesy související s posouzením možnosti použít získané výsledky výzkumu v praxi, vycházejí ze statistické analýzy. Statistická analýza umožnila ověřit výsledky, tj.:

- stanovit přípustné odchylky,
- vyloučit, resp. charakterizovat úroveň:
 - náhodných chyb,
 - systematických odchylek, které se mohly kumulovat při získávání informací o úrovni prostorové představivosti.

2.2.1 Předmět výzkumu - didaktická intervence, metakognitivní strategie

V této části uvádíme okolnosti, za kterých byla intervence aplikována na experimentální skupinu. Interpretaci funkčnosti jednotlivých částí považujeme pro experiment za podstatnou, protože je možné ji inovovat (možnost několika variant) a tím přizpůsobovat cílům výzkumu.

Experimentem ověřovaná účinnost didaktické intervence vychází z paradigmatu interaktivního vzdělávání a metakognitivní strategie. Interaktivita je zprostředkována nově vytvořenou učební pomůckou kategorie pracovní list. Aplikace tohoto kooperačního a komunikačního nástroje je prezentována jako intervence do systému rozvoje prostorové představivosti. Výzkumem ověřovaná účinnost pracovních listů je podmíněna tím, jak jsou aplikovány principy metakognitivních strategií, v našem případě v rozsahu vytvoření podmínek pro:

- zamýšlení žáka nad svým přemýšlením, uvažováním, analyzováním, dedukováním, apod.,
- monitorování vlastních myšlenek a to vše na základě sebepoznání, regulace svého chování, tj. poznává jak poznává,
- autoregulované učení - žák rozvíjí schopnost vyhodnotit co ví a co neví, stav, kdy si žák sám určí směr a strategii svého dalšího učení (takovýmto přístupem se učíme učit),
- monitorování vlastních kognitivních procesů (kontrola, řízení a regulování kognitivních procesů na principu disponování vědomostmi žáka o sobě samém),

- odbourávání mechanického učení a využívání aktivního učení se (žák chápe postupy vedoucí ke zpracování informací na základě zkoumání procesů svého myšlení).

Činnosti žáků experimentálních skupin podléhaly jednotlivým úrovním metakognitivity (Martinez, 2006). Každá z kategorií monitoruje, kontroluje a plánuje myšlení, paměť a porozumění s cílem volit optimální postupy poznávacího procesu s porozuměním. Jednotlivé části pracovního listu vedou žáka ke kladení si otázek jako:

- k řešení úkolu vím všechno, vím jen něco, nevím v podstatě nic?
- vím co mám vyřešit, co mám udělat, aby se mi to podařilo, zvolil jsem ten nejsprávnější přístup, jsou má rozhodnutí funkční?
- mají mé náměty, návrhy řešení význam?

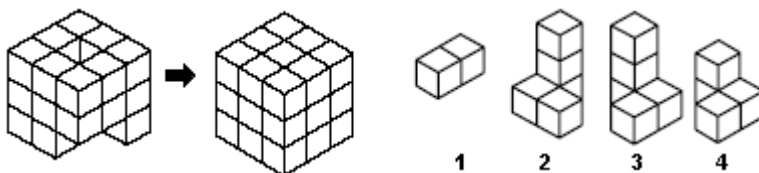
Výzkumem ověřovaná účinnost konstrukce pracovních listů akceptuje výše uvedené, tj. žáci jsou vedeni k tomu, aby:

- tvořili vlastní postupy,
- osvojovali si různé strategie řešení problému (následně je zautomatizovali a přeměnili na dovednosti),
- v činnostech uplatňovali vlastní myšlenkové postupy,
- plánovali, kontrolovali, hodnotili, řídili a vyjadřovali vlastní názor,
- monitorovali své učení se, tj. zhodnocují ho s cílem určit, které poznatky si potřebují ještě osvojit.

Hodnocené výsledky vzešly z aktivit, u kterých předpokládáme, že pozitivně ovlivňují rozvoj prostorové představivosti. Tyto aktivity byly organizovány a řízeny na základě promyšlené intervence. V dalším uvádíme ukázkou metodicko-didaktické intervence, aplikované na výuku experimentální skupiny (příloha E - pracovní listy).

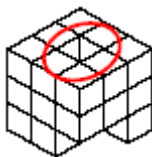
A) Intervence s funkcí samostatnosti při řešení

Aktivace analyticko-syntetické činnosti žáků má za cíl vytvořit představy o reálné podobě předlohy. Žák určí předmět z možností 1 až 4, který po spojení s předlohou vytvoří kvádr (obr.4).



Obr.4 Zadání úkolu č.1

Očekává se, že u žáka dojde k představě vzniku kvádrů poté, co zrealizuje myšlenkové posunutí jedné z možností do předlohy (doplnění chybějících kostek). Ke zjištění reality žák přisuzuje souvislosti mezi předlohou a možnostími (počet kostek a jejich poloha). Předpokládaný problém s prostorovou představivostí je vyznačen na obrázku 5.



Obr.5 Určení tvarové podrobnosti u níž je předpoklad nereálné představy

S řešením úkolu je spojena sebereflexe žáka, tj. vyjádření se ke schopnosti řešit tento úkol a to v podobě označení její náročnosti. Na níže uvedené stupnici (tab.1) žák vyznačí, jak byl pro něj daný úkol náročný (1 symbolizuje nejnižší a 10 nejvyšší náročnost).

Tab.1 Hodnocení náročnosti žákem

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Následně jsou získaná data zanesena do tabulky 2 a vyhodnoceny učitelem. Na základě výsledků lze rozvoj prostorové představivosti posoudit ve smyslu potřeby diferencovat a individualizovat, tj. dělat korekce ve strategii rozvoje prostorové představivosti. Doporučujeme dělat i komparaci výsledků jednotlivých žákovských skupin.

Tab.2 Zpracování dat učitelem

Sledovaný aspekt	Stupnice náročnosti úkolu									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Počet správných řešení na úrovni náročnosti										
Počet nesprávných řešení na úrovni náročnosti										
Počet správných řešení na rozhraní náročnosti										
Počet nesprávných řešení na rozhraní náročnosti										

Pracovní listy nepředstavují měřící nástroj (test) a jednotlivé úkoly jsou prostředkem vytvářejícím podmínky pro učení jak se učit. Z uvedeného důvodu učitel nebude zpracovávat data statistickou analýzou pomocí některého z programů jako je např. Statgraphics nebo Statistica.

Navržená metoda vyhodnocení dat pro tento edukační model má za cíl vytvořit podmínky pro zpětnou vazbu, tj. na jejím základě učitelům umožnit sledovat a usměrňovat rozvoj prostorové představivosti. I přes uvedené nevylučuje možnost vyhotovit standardy, které budou odrážet požadavky na úroveň prostorové představivosti, účelově vázané např. na zmíněné pravouhlé zobrazování (příležitost pro tvůrčího učitele).

Sběr dat je nastaven tak, aby informoval o:

- názoru žáků na náročnost řešení úkolu,
- počtu žáků, kteří úkol vyřešili,
- počtu žáků, kteří úkol nevyřešili,
- souvislosti správného, resp. nesprávného řešení s názorem na náročnost úkolu.

Se zvoleným záměrem ztotožníme následující:

- 1) Žák označil roli jako lehce řešitelnou, tj. na stupnici náročnosti od 1 do 3 přičemž:
 - a) úkol za stanovených podmínek (bez pomoci, v časovém limitu, atd.) nevyřešil. Tuto situaci vyhodnotíme jako *nevyhovující úroveň prostorové představivosti*. Vycházíme z předpokladu, že žák neodhalil realitu tvarových podrobností a zároveň u něj nedošlo k uvědomění si, že to může být z důvodu nízké úrovně prostorové představivosti. V případě této skupiny žáků přijmeme opatření, vedoucí k zintenzivnění rozvoje prostorové představivosti s uvědoměním si zvýšených nároků na interaktivitu výuky.
 - b) úkol vyřešil. Tuto situaci vyhodnotíme jako *vyhovující úroveň prostorové představivosti*.

V případě této skupiny žáků zvážíme podporu rozvoje prostorové představivosti úkoly s vyšší náročností, resp. zvýšením jejich počtu. Toto rozhodnutí může být ovlivněno skutečností, zda jde o skupinu žáků, kteří mají zájem působit v technické praxi, nebo naopak, že zájem nemají. V úvahu je třeba brát i jiné skutečnosti, jak např. dávkování prostorové představivosti do souvislosti s výukou některých předmětů, resp. jejich témat. Například pro rozvoj dovedností navrhovat, technicky zobrazovat apod. je třeba definovat minimální úro-

veň prostorové představivosti jako podmiňující schopnost pro dovednosti zobrazovat metodou pravoúhlého zobrazování.

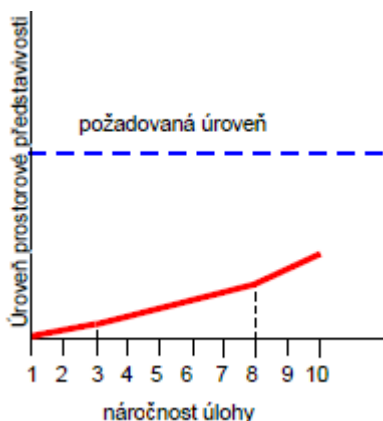
Uvedená zjištění jsou hraniční a plní funkci rychlé orientace v hodnocení úrovně prostorové představivosti (např. ve stanovení procentního minima, apod.). Konstruktivní reakci vyžadují také následující zjištění:

- 2) Žák označil náročnost úkolu na stupnici od 4 do 7 (mírně náročná) přičemž:
 - a) úkol nevyřešil. Tuto situaci vyhodnotíme jako *nevyhovující úroveň prostorové představivosti* s tím, že předpokládáme u žáka určité uvědomění si jednat na základě prostorové představivosti. V tomto případě vycházíme z předpokladu, že žák v určité situaci projevil neznalost, nerozhodnost, apod. Tato situace si od něj vyžádala realizovat hlubší analýzu, která vyžadovala určitý stupeň prostorové představivosti, kterým on nedisponuje. Na rozdíl od situace uvedené v 1b), připustíme, že v rámci analyticko-syntetické činnosti žák využíval prostorovou představivost, jejíž nedostatečnou úroveň klasifikoval jako obtížný úkol. V případě této skupiny žáků vyhodnotíme situaci jako požadavek *identifikovat detail, který byl příčinou omylu*. Dané zjištění je konfrontováno s úrovní prostorové představivosti (např. tvarový detail analyzujeme z hlediska reálnosti). Žák pokračuje řešením dalších úkolů pracovního listu.
 - b) úkol vyřešil. Tuto situaci vyhodnotíme jako *vyhovující úroveň prostorové představivosti*. V případě, že tato skupina žáků je významně početná, zvážíme náročnost úkolu.
- 3) Žák označil náročnost úkolu na stupnici od 8 do 10 (značně náročná) přičemž:
 - a) úkol nevyřešil. Tuto situaci vyhodnotíme jako *nevyhovující úroveň prostorové představivosti*. Předpokládáme, že názor o náročnosti vychází ze skutečnosti, která hovoří o tom, že žák, disponující určitou prostorovou představivostí, odhalil více detailů, jako skupina uvedená v bodě 2a), které je třeba analyzovat a to na základě prostorové představivosti. I v tomto případě je třeba zjistit, které části zadání, resp. nabízeného řešení jsou pro žáka překážkou porozumění. Na základě analýzy je argumentačně zdůvodněno správné řešení. Žák pokračuje řešením dalších úkolů pracovního listu.
 - b) úkol vyřešil. Tuto situaci vyhodnotíme jako *vyhovující úroveň prostorové představivosti*. Vzhledem k tomu, že žák označil roli jako značně náročnou je třeba, aby učitel identifikoval problémové části

úkol s tím, že usměrní žáka v chápání souvislostí a zároveň vyloučí, resp. potvrdí náhodný výběr správné odpovědi.

Z hodnocení výsledků děláme závěry přičemž vycházíme z předpokladu, že:

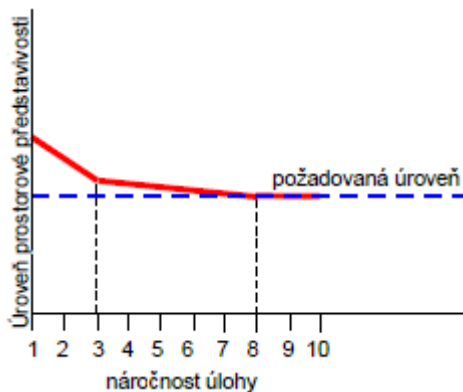
- a) i žáci, kteří úkol nevyřešili, disponují určitou - rozdílnou, spíše nabytou prostorovou představivostí (pro vyřešení tohoto úkolu nedostatečnou). Vyjádření žáka k náročnosti úkolu umožňuje v rámci skupiny diferencovat s cílem zefektivnit rozvoj prostorové představivosti individualizací. Obrázek 6 znázorňuje předpoklad souvislosti mezi stupněm prostorové představivosti a názorem na náročnost úkolu neúspěšných řešitelů, tak jak je to popsáno v bodě 1a).



Obr.6 Ilustrace předpokládané souvislosti

úroveň prostorové představivosti a vyjádření neúspěšných řešitelů k náročnosti úkolu

- b) žáci, kteří úkol vyřešili, disponují potřebnou prostorovou představivostí přičemž připouštíme, že na různé úrovni. Proto i v tomto případě budeme diferencovaně přistupovat v organizaci a řízení procesů rozvíjejících prostorovou představivost. Obrázek 7 znázorňuje předpoklad souvislosti mezi stupněm prostorové představivosti a názorem na náročnost úkolu úspěšných řešitelů, tak jak je popsáno v bodě 1b).



Obr.7 Ilustrace předpokládané souvislosti

úroveň prostorové představivosti a vyjádření úspěšných řešitelů k náročnosti úkolu

K subjektivní pohodě žáka přispívá skutečnost, že je mu výsledek oznámen, ale není klasifikován. Strategie vtažení žáka do edukačního procesu jako jeho spoluvůrce, má konkrétní podobu ve výzvě: uved', jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Jde o stručné uvedení změn (potřebná inovace úkolu z pohledu žáka) například:

- v textu úkolu,
- v grafickém vyobrazení předlohy,
- v grafickém vyobrazení uvedených možností řešení.

Připomínky, podněty jsou zdrojem informací o připravenosti žáka konat ve prospěch strategie rozvoje prostorové představivosti. Tato část pracovního listu má za cíl didakticky zhodnotit aktivní přístup žáka k analyticko-syntetické činnosti směřující k uvědomění si nejasností, resp. vlastních předstáv o činnostech spojených s řešením daného úkolu.

Aktivita žáka, rozšířená o oblast podnětů a připomínek, má za cíl vyvolat u žáka větší soustředěnost a uvědomění si souvislosti záměrného působení. Žák je vyzván být aktivním tvůrcem podmínek efektivního rozvoje prostorové představivosti. Zvolený přístup má za cíl dosáhnout stavu, kdy žák není jen objektem, na který systém působí, ale je zároveň subjektem aktivně působícím na výukový proces.

Vyjádření žáka je dáno do souvislosti:

- s problematikou vnitřní motivace, tj. být aktivním v oblasti rozvoje prostorové představivosti,

- s úrovní prostorové představivosti, kde žák:
 - s nedostatečnou prostorovou představivostí může své připomínky směřovat ke zjednodušení úkoly,
 - s dostatečnou prostorovou představivostí může své připomínky směřovat k požadavku zvýšit náročnost úkolu.

Uvedené podněty a úvahy jsou akceptovány v případě, že mají opodstatnění na úrovni inovačních změn. V opačném případě je třeba ocenit aktivitu žáka a argumentačně zdůvodnit neprovádění změn. Pro toto vysvětlování je třeba zvolit způsob, kterým navedou žáka k uvědomění si nedostatečného porozumění, které může vyplývat z nízké úrovně prostorové představivosti. Významnou roli sehraje motivační stimul vyvolávající aktivní přístup v řešení dalších úkolů.

Vycházíme-li z předpokládaných připomínek, podnětů je možné provést následující zobecnění:

- a) výzvu k úpravě textu je možné posuzovat jako:
 - nedostatečné porozumění problému, resp. pokynů na jeho řešení,
 - nedostatečně známý obsah použitých pojmů, tj. žák nekomunikuje danými vyjadřovacími prostředky,
 - nejasná orientace v souboru požadavků,
 - dvojnásobným vysvětlení zadání úkolu, apod.
- b) výzvu ke zjednodušení úkolu je možné posuzovat jako:
 - problém řešitele identifikovat detaily grafického zobrazení úkoly (například tvarové podrobnosti zobrazené v předloze, resp. v nabízených řešeních) z důvodu nedostatečné úrovně prostorové představivosti,
 - v případě nežádoucího počtu neúspěšných řešení je vhodné posoudit tvarové podrobnosti z hlediska:
 - jejich počtu,
 - polohy při daném zobrazení,
 - geometrické náročnosti.

V takovém případě je třeba zvážit zjednodušení úkolu vzhledem k nižší úrovni prostorové představivosti. V rámci tohoto přístupu respektujeme princip postupného zvyšování náročnosti. Individuálně je třeba posoudit možnost podpořit prostorovou představivost barevným zobrazením, tj. jednotlivé plochy rozlišit barevně tak, aby pomohly k lepší orientaci při vytváření představy.

- a) výzvu ke zvýšení náročnosti úkolu je možné posuzovat jako očekávaný stav prostorové představivosti s následným rozhodnutím pokračovat

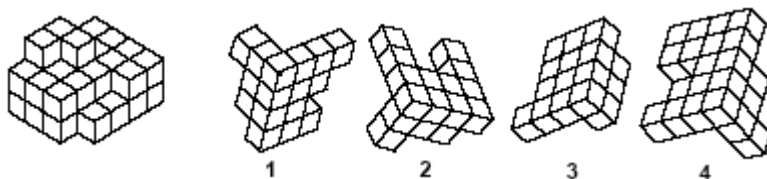
v rozvoji prostorové představivosti aplikací individuálního přístupu (např. individualizace stupněm náročnosti úkolů, počtem úkolů, přiděleného času na řešení, apod.).

Podcenění tohoto přístupu může vyvolat nežádoucí stav, kdy žák ztratí zájem o rozvoj prostorové představivosti z důvodu uspokojení se s dosaženou úrovní. Opakované zamyšlení nad úkolem podporuje komunikaci mezi žákem a učitelem, v jejímž rámci je žák vtažen do výukového procesu, je jeho aktivním tvůrcem. Spoluúčast žáka na tvorbě výukového systému jej činí spoluodpovědným za jím dosažené výsledky učení. Zároveň takto zvolený přístup napomáhá odhalit problémy, které měl žák při řešení úkolu.

B) Intervence s funkcí pokyny při řešení

Na záměrný rozvoj prostorové představivosti je aplikována strategie učit se jak se učit. Pro tuto strategii je navržen algoritmus usměrnění analyticko-syntetických činností, realizovaných v rámci řešení daného úkolu. Tyto činnosti mají svoji posloupnost stanovenou kroky, které vedou k odhalení souvislostí a následnému porozumění. Zároveň vizualizují myšlenkové operace, jako např. rotace obrazu, přemísťování (posouvání), tvorba zrcadlového obrazu, apod. Ve vědomí žáka dojde ke stavu, kdy se vytvoří názorné obrazy vnějších předmětů, jevů a přitom tyto předměty a obrazy právě nepůsobí na jeho receptory, resp. je spíše vůbec nevnímá (představy vznikají na základě vjemů). Cílem je vyvolat u žáka stav uvědomění si klíčových souvislostí, na základě kterých dochází k porozumění. Rozvoj prostorové představivosti tak podpoříme sebekontrolou, sebehodnocením a sebeřízením.

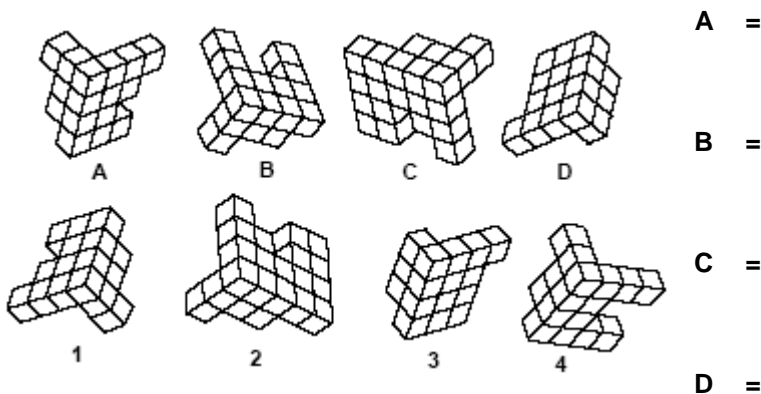
Následující schéma řešení úkolu má za cíl postupně odhalit souvislosti, respektive jejich uvědomění si. Analyticko-syntetická činnost žáka je usměrňována, tj. řízený postup žakovských činností učí žáka jak postupovat při vytváření představy. Představa o vytvoření kvádrů je posunuta do úrovně vyšší náročnosti (obr.8), jak tomu bylo v předchozím případě (větší počet tvarových podrobností, myšlenkové posouvání a myšlenková rotace).



Obr.8 Zadání úkolu

K určení správného řešení žák přistoupí až na základě uvedení výsledků parciálních řešení, tj. až na základě specifikace souvislostí vedoucích k porozumění. Jde zejména o:

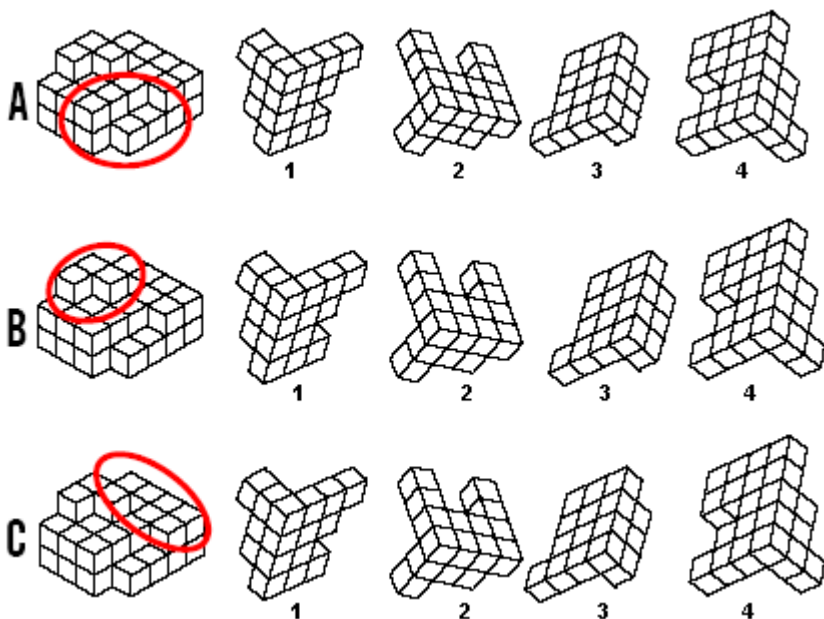
- uvědomění si prostorového vidění, tj. předloha a příslušné nabídky řešení jsou zobrazeny axonometrické (3D),
- určení počtu kostek, tj. percepce souvislostí seskupení jednotlivých částí do celku při trojrozměrném vidění,
- určení minimálního počtu kostek pro doplnění předlohy s cílem vytvořit kvádr, tj. percepce tvarových podrobností předmětu při trojrozměrném vidění souvislosti mezi hranami a plochami předmětu,
- vytvoření dvojic, které představují stejný předmět vzájemně pootočený (obr.9), tj. párování na základě identifikace shody tvarových podrobností. S touto činností je spojena virtuální rotace, tj. představovaná trojrozměrná rotace.



Obr.9 Určení shodných předmětů

Představa je vyvolána určením shody tvarových podrobností postupně (vyžaduje se virtuální rotace a virtuální posouvání). Představa o předloze je vytvářena na základě identifikace jednotlivých ploch a hran. Následně je vyznačena část předmětu ztotožněna s identickou částí nabídnutého řešení. Do souvislosti jsou dávány:

- poloha a počet kostek,
- vytváření ploch a hran,
- určení možnosti, která jednou svou částí vyhovuje pro doplnění označené části chybějících kostek předlohy (obr.10),

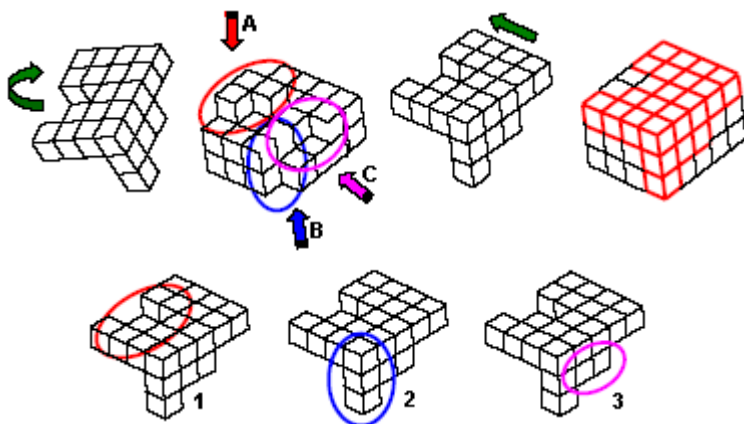


Obr.10 Výběr vyhovující doplnění označené části

Vyznačené tvarové podrobnosti předlohy (A, B, C) jsou porovnávány s jednotlivými nabídkami. Představa se vytváří na základě vhodného doplnění, tj. žák na základě myšlenkového doplnění (zasunutí) určí vyhovující možnost (obr.11).

- zdůvodnění řešení - ověření porozumění a vyloučení náhodného výběru (např. vyloučením variant). I v případě vyhovujícího řešení žák zdůvodní své rozhodnutí (nestačí konstatování učitele, že řešení je správné). Komentář může mít podobu:
 - při pohledu na variantu 4 vidíme, že tři kostky, které z plochy předlohy vyčnívají (označení A), je možné zasunout do prostoru označeného jako 1 a tak vytvořit plochu kvádrů.
 - tři, resp. dvě kostky označené jako 2 zapadnou do části předlohy označené jako B čímž se vytvoří hrana kvádrů.
 - kostky označené jako 3 zapadnou do části předlohy označené jako C.

I v této části pracovního listu je žák vyzván k hodnocení a poradenství (aktivita vyskytující se v závěru všech úkolů).



Obr.11 Zdůvodnění vyhovující nabídky

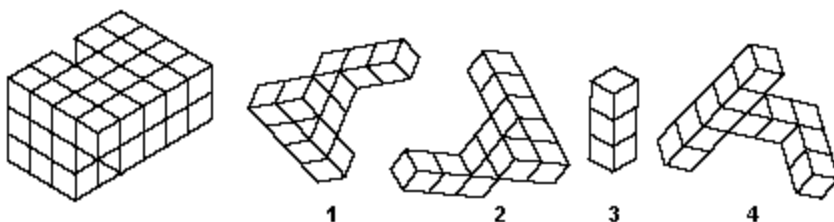
C) Intervence s funkcí parciálního řešení

Zařazení parciálního řešení do systému rozvoje prostorové představivosti má za cíl vyvolat u žáka větší soustředění na podstatný detail úkolu. Řešení primárního úkolu předchází řešení parciálního úkolu, které s ním souvisí. Parciální úkol je zaměřen na detail, který je vyhodnocen jako možný zdroj potíží, resp. omylů při vytváření představy o reálném tvaru předmětu.

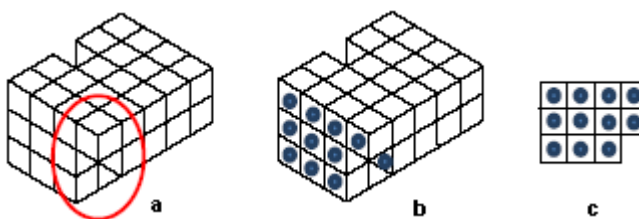
Cílem zařazení parciálního úkolu je upozornit žáka na klíčovou informaci o tvarové podrobnosti daného předmětu, jejíž uvědomění, resp. neuvědomění si zásadně ovlivní žákovu představu o reálné podobě předmětu. Parciální řešení úkolu podporuje percepci skutečné podoby daného předmětu v jedné, resp. více jeho částech. Z tohoto důvodu je počet parciálních úkolů podmíněn:

- geometrickou náročností daného předmětu (např. počet obrysových hran a ploch, tj. počet informací, které má žák získat, zpracovat a následně je aplikovat do vytvoření reálné představy o předmětu),
- žákovská úroveň prostorové představivosti (dříve nabytá prostorová představivost v rámci záměrného a nezáměrného rozvoje, tj. žákovi jsou již známy některé souvislosti),
- strategií řízeného samostudia, v jehož rámci učíme žáka se učit (včetně vyvolání vnitřní motivace pro sebekontrolu, sebehodnocení a seberegulaci).

Analytická činnost zaměřená na výběr nabídky, s cílem spojit ji s předlohou a tak vytvořit kvádr (obr.12), předpokládá problém představit si realitu vyznačené tvarové podrobnosti (obr.13).



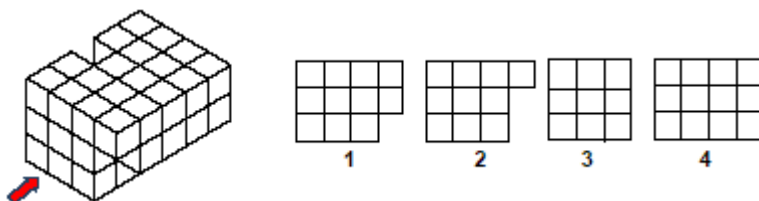
Obr.12 Orientace v zobrazení zkreslujícím realitu



Obr.13 Detail zkreslující realitu

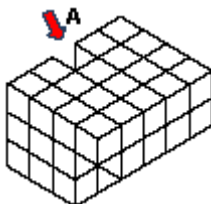
Axonometrické zobrazení tělesa (3D) je názornější než zobrazení metodou pravoúhlého promítání (2D), avšak jeho nevýhodou je, že některé tvarové podrobnosti jsou zobrazeny zkresleně. V tomto případě rozvoj prostorové představivosti zohledňuje tuto skutečnost tím, že žáka usměrní v porozumění dané reality parciálním řešením úkolu, tj. v první etapě žák určí počet kostek, které vidí v šipkou vyznačeném směru (obr.14).

Řešení primárního úkolu (obr.12) předchází podpora v podobě dílčího řešení, klíčového problému (obr.13). Zvolená intervence má za cíl vyvolat u žáka porozumění týkající se schématu postupného usměřňování v krocích:



Obr.14 Orientace v zobrazení určením počtu viděných kostek

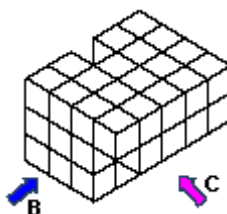
1) Uspořádání kostek ve vyznačeném směru A (obr.15).



Obr.15 Doplnění kostek ve směru A

Při prvním kroku vycházíme z předpokladu, že z hlediska názornosti je pro žáka nejméně problémové vyhodnotit tvarovou podrobnost při pohledu A. Pro hodnocení správné nabídky žák využívá představu (analyzuje nabídky 1 až 4), kterou získává virtuálním pootočením předmětu tak, že nová poloha umožní virtuální posunutí do předlohy. V rámci této činnosti jsou brány v úvahu souvislosti jako počet kostek a jejich poloha.

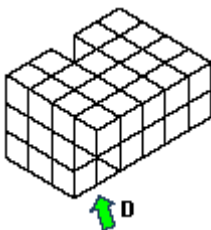
2) Uspořádání kostek ve vyznačených směrech B a C (obr.16).



Obr.16 Porovnání dvou vzájemně souvisejících ploch

Ze vzájemného srovnání uspořádání kostek ve směrech pohledů B a C žák na základě počtu kostek a jejich polohy konstatuje, že kostky chybí. Představou realizované doplnění dává do souladu s nově vytvořenou plochou, resp. hranou kvádrů.

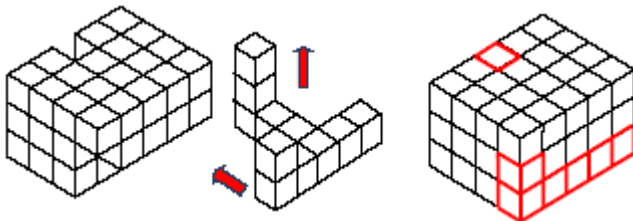
3) Uspořádání kostek ve směru D (obr.17).



Obr.17 Vytvoření hrany kváдру doplněním kostek

Poznatky z řešení úkolu 1a žák přenesse do řešení úkolu 1b už jako zkušenost, kterou využívá v dalším uvědomění si souvislostí při pohledu D. Konstatuje chybějící sloupec kostek (vertikální uspořádání). Výběr vhodné nabídky žák realizuje porovnáváním počtu kostek a jejich polohy. Zároveň dává do souvislosti s předchozím rozhodnutím (krok 2).

4) Kontrola správného řešení využívá myšlenkovou rotaci a myšlenkové posouvání - žák spojuje předlohu s vybranou nabídkou (obr.18).



Obr.18 Vizualizace představy o vytvoření kváдру

V tomto případě procesy rozvoje prostorové představivosti jsou nastaveny tak, aby u žáka došlo k uvědomění si, že:

- reálnou podobu předlohy vidíme zkresleně,
- představu o reálném tvaru předlohy vytváříme postupně z různých pohledů,
- plochy, resp. hrany předlohy posuzujeme ve vzájemných souvislostech.

I v této části pracovního listu je žák vyzván k hodnocení a poradenství (platí schéma jako v případě A).

D) Intervence s funkcí návrhu zadání a řešení úkolu

Aktivita žáka jsou voleny tak, aby na jejich základě došlo k synergickému efektu v rozvoji prostorové představivosti. Edukační strategie má za cíl vytvořit pro žáka podmínky umožňující z vnějšího prostředí přijímat objektivní realitu. Žák se ocitá v pozici, kdy je sám sobě objektem i subjektem výchovy a vzdělávání, tj. sám sebe vychovává a vzdělává. V rámci této činnosti podléhá řízení a sebeřízení - dá si příkaz, postaví úkol, kontroluje, hodnotí, apod. Míra zmíněných atributů závisí na jeho vyspělosti, tj. od úrovně prostorové představivosti a tvůrčích schopností (senzitivita, fluence, flexibilita, originalita, elaborace, redefinování, aj.). Tato etapa rozvoje prostorové představivosti je spojena s výchovou k tvořivosti. Aktivita, samostatnost a tvořivost žáka se projeví v této poslušnosti:

- 1) ***Návrh zadání úkolu.*** Samotný návrh úkolu spočívá v modifikaci těch úkolů, které byly dříve řešeny. Vypracování textu, zadání úkolu je první představou žáka o tom, jak má probíhat rozvoj prostorové představivosti. Zároveň informuje o svých schopnostech řešit takové úkoly, což se promítá do jeho představy o předpokládané úrovni prostorové představivosti.
- 2) ***Grafický návrh předlohy.*** Grafické zobrazení úkolu je vizualizace představy žáka o tvarových podrobnostech předlohy a nabídek. Při posuzování grafického projevu je do souvislosti s geometrickou složitostí daná grafická zručnost a úroveň prostorové představivosti žáka. Nevyváženost těchto dvou aspektů může způsobit, že žák nedokáže v dostatečné míře vyjádřit svou představu o náročnosti úkolu. Během grafického projevu dochází k uvědomění si souvislosti na základě prostorové představivosti. V úvodu je vhodné přijmout omezení týkající se celkového počtu kostek, z něhož je předloha sestavena. Cílem je předejít situaci, kdy žák neodhadl své schopnosti a úkol nesplnil. Tato skutečnost může žáka odradit být aktivním v řešení následujících úkolů.
- 3) ***Grafické návrhy nabídek řešení a jejich charakteristika.*** Další aktivity směřují k vytvoření nabídek řešení. Kromě jednoho správného řešení žák vypracuje minimálně tři nabídky s rozpoznatelnými odchylkami. Ke každé nabídce žák vypracuje písemnou charakteristiku, kterou identifikuje tvarové podrobnosti, potvrzující, resp. vyvracející správné řešení. Vyhovující, resp. nevyhovující detaily z nabídky je vhodné interpretovat i graficky (stačí jen daný detail).

Výsledek navrhování vhodných odchylek bude záviset na úrovně tvůrčích schopností, vyžadujících určitý stupeň prostorové představivosti. Má oporu

v tvořivosti vyžadující prostorovou představivost. Zároveň je možné připustit, že konstrukce nevyhovujících řešení vznikne jako zkušenost z analytické činnosti, v rámci které měl žák pochybnosti, resp. se dopustil omylu. Danými odchylkami žák vyjadřuje svou představu o situaci, kdy realnost může z důvodu nízké úrovně prostorové představivosti být ztotožněna např. s podobností, apod. V části **komentář** žák argumentací zdůvodní:

- a) v případě vyhovujícího řešení žák upozorní na shodu určujících částí nabídky s určujícími částmi předlohy,
- b) v případě nevyhovujícího řešení poukáže na detaily odlišující určující částí nabídky s určujícími částmi předlohy.

E) Intervence s funkcí vyjádření žáka k rozvoji prostorové představivosti

Vyjádření názorů a postojů k výše uvedeným činnostem plní funkci vytvoření systému zpětné vazby. Cílem je odhalit souvislosti, které informují o tom, zda žáci realizované činnosti vnímají jako smysluplné a koncepční. Svůj názor mohou vyjádřit např. prostřednictvím níže uvedených výroků:

- 1) Řešit takové úkoly mě baví.
- 2) Tyto úkoly jsem řešil(a) s příjemným pocitem.
- 3) V řešení těchto úkolů chci být úspěšný(á).
- 4) Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
- 5) Myslím, že zvládnou i náročnější úkoly tohoto typu.
- 6) Chci, abych měl(a) možnost navrhnout takové úkoly.
- 7) Myslím, že řešení takových úkolů mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost.
- 8) Tento pracovní list zpestřuje výuku.
- 9) Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Zjištěné skutečnosti je možné využít pro inovaci předmětného systému rozvoje prostorové představivosti.

3 VÝZKUM ÚROVNĚ PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI

3.1 Ověření účinnosti v současnosti aplikovaného systému rozvoje prostorové představivosti

Pro zjištění úrovně prostorové představivosti žáků základní školy jsme aplikovali vstupní test (dále už jen TPP1). Tento krok měl za cíl:

- 1) Získat informaci o stavu úrovně prostorové představivosti, která byla získána žáky prostřednictvím dosud zažitého systému rozvoje prostorové představivosti. Tato část výzkumu váže na sebe hypotézu H1: *Méně než polovina z celkového počtu žáků dosáhne více než 60% (60,1 % a více) úspěšnosti v testech prostorové představivosti.*
- 2) Vytvořit dvě rovnocenné skupiny (kontrolní a experimentální) na které bude aplikován pedagogický experiment.

S testováním úrovně prostorové představivosti souvisí otázka rodového rozdílu ve výkonu, tj. chlapců a dívek. Měření celkové inteligence standardními IQ testy obecně neuvádějí rozdíl mezi muži a ženami. Odlišují se od sebe ve způsobu řešení abstraktních úloh s čímž souvisí skutečnost, že muži jsou zdárnější jako ženy v prostorové orientaci a v prostorové představivosti. Zjištění říkají, že dokáží být lepší v myšlenkových operacích s trojrozměrnými předměty a v představování si je v různých polohách. Na základě uvedené jsme nastolili výzkumný problém: zjistit zda tento rozdíl existuje (pokud ano, jaký je velký) už i v případě žáků základní školy v době, kdy prostorová představivost je v počátečním vývojovém stádiu. K této aktivitě se váže hypotéza H2:

Mezi výkonem chlapců a dívek v testech prostorové představivosti bude statisticky významný rozdíl.

Pro sběr dat byl získán základní vzorek 710 žáků, z toho 362 chlapců a 348 dívek (sběr dat probíhal v rozsahu 3 let (2013–2016)). Pro záměr realizovat kvantitativní výzkum byly přijaty podmínky:

- vzorek budou tvořit žáci devátého ročníku z náhodného výběru městských a obecních základních škol Královéhradeckého kraje;
- při testování byla plněna podmínka anonymity (platná i pro nezveřejnění škol, jejich seznam byl využit pouze pro potřeby výzkumníka);
- testování proběhlo prostřednictvím nestandardizovaného, tj. námi zkonstruovaného testu, prostorové představivosti (příloha C).

Uznali jsme, že jednotlivé úkoly mají různou náročnost, kterou ovlivnil tvarové podrobnosti předmětu (geometrická náročnost, počet tvarových podrobností), různý počet a různý charakter myšlenkových operací. Z uve-

deného vyplývá, že jednotlivé úkoly testu jsou nositeli určitých specifík, které lze analyzovat ve smyslu definování problémů souvisejících s úrovní prostorové představivosti. Liší se od sebe náročností vizuálně identifikovat na základě schopností jako:

- paměť pro prostorové umístění,
- vnímání tvaru a jeho změny,
- mentální manipulace (rotace, posouvání, složení a rozložení částí celku, a další),
- identifikovat rozdíly na základě rozsahu (odhad rozměrů),
- zrakové představy,
- prostorové orientace,
- rozpoznávání (změna polohy po pootočení, posunutí), střídání vjemů, vizuální identifikaci.

Testované nebyly schopnosti:

- odolnost vůči optickým klamům,
- manuální manipulace.

Předpokládanou rozdílnou náročnost jednotlivých úkolů zohledňuje bodování, tj. jednotlivým úkolům je přiřazena bodová dotace s cílem objektivizovat celkový výkon. Čas určený pro řešení úkolů v TPP1 byl stanoven na 25 minut. Pro výstupní test (dále už jen TPP2) byl čas určený pro řešení úkolů 35 minut. Pětiminutová dotace byla určena pro pokyny, rozdání a sběr testů.

3.1.1 Výkon žáků na vstupu

K vytvoření dvou vyvážených skupin, tj. kontrolní a experimentální byl zrealizován TPP1 (příloha D). Výzkumné aktivity byly strukturovány následovně:

- 1) Zjištění úrovně prostorové představivosti žáků na základní vzorku 710 žáků z toho 362 chlapců a 348 dívek. Tato část výzkumu poskytla informaci o stavu prostorové představivosti žáků (obecná orientace výzkumníka).
- 2) Vytvoření dvou skupin žáků, tj. kontrolní (ve zkratce označené jako KS) a experimentální (ve zkratce označené jako ES). na principu rovnosti výkonů, tj. s vyváženou úrovní prostorové představivosti. Pro přijatelnou vyváženost těchto dvou skupin byla přijata podmínka: testovaná úroveň prostorové představivosti nebude vykazovat statisticky významný rozdíl přičemž výkon těchto dvou skupin bude korelovat s výkonem základní skupiny.

Pro splnění této podmínky vyhovovalo složení: 208 žáků kontrolní skupiny, z toho 105 chlapců a 103 dívek a 212 žáků experimentální skupiny, z toho 107 chlapců a 105 dívek.

Při stanovení kritérií pro vyhodnocení testu jsme vycházeli, jak již bylo uvedeno, ze skutečnosti, že jednotlivé úkoly se budou lišit náročností (tab.3), tj. jejich řešení vyžaduje rozdílnou úroveň prostorové představivosti.

Tab.3 Bodová dotace úkolů vstupního testu

Úkol	1	2	3	4	5	6
Bodová dotace	1,5	1,4	1,6	1,2	1,1	1,3

Při porovnávání těchto úkolů jsme identifikovali rozdílnost zejména:

- v rozsahu analyzování úkolu (předlohy),
- v počtu myšlenkových operací,
- v posuzování tvarových podrobností tělesa na základě komparace prostorového a plošného zobrazení (transformovat prostorové vidění na plošné a naopak),
- v náročnosti realizovat myšlenkovou rotaci, resp. myšlenkové posouvání předmětů s cílem vidět uspořádání (polohu) jednotlivých tvarových podrobností (resp. jednotlivých předmětů celku), analyzovat jejich geometrii, apod.,
- v určení shody na základě ztotožnění polohy jednotlivých částí předlohy s nabídkou pomocí myšlenkových operací (například pohyb různými směry).

Stejně jako u základní skupiny žáků, tak i u kontrolní a experimentální skupiny žáků umožnilo vyhodnocení vstupních dat porovnat:

- 1) výkon na úrovni (H1):
 - a) 0-30% úspěšnosti řešených úkolů (kritická)
 - b) 31,01-50% úspěšnosti řešených úkolů (nepříznivá)
 - c) 50,01-60% úspěšnosti řešených úkolů (nedostatečná)
 - d) 60,01-70% úspěšnosti řešených úkolů (dobrá)
 - e) 70,01-99,9% úspěšnosti řešených úkolů (pozoruhodná)
 - f) 100% úspěšnosti řešených úloh (významná)
- 2) výkon chlapců a dívek (H2),

- 3) výkon kontrolní a experimentální skupiny z hlediska znázornění vyváženosti úrovně prostorové představivosti obou skupin (KS a ES, chlapců a dívek).

K výše uvedenému uvádíme následující výsledky:

A) Základní skupina žáků

Tab.4 Četnost vyřešených úkolů základní skupiny

Počet řešitelů		Úkol							
		PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]		
celkem	710	U1		U2		U3			
chlapci	362	199,5	36,74	217,0	42,82	161,6	27,90		
dívky	348	169,5	32,47	180,6	37,07	110,4	19,83	celkem U1-U6	
		U4		U5		U6		PB	Rel [%]
chlapci	362	345,6	79,56	382,8	96,13	275,6	58,56	1582,1	53,96
dívky	348	321,6	77,01	365,2	95,40	250,9	55,46	1398,2	49,60

PB - počet bodů; Rel - relativní četnost

Poznámka:

V následujících tabulkách je použito označení CH - chlapci, D - dívky.

Tab.5 Popisná statistika CH

↓	celý soubor St_1_opr_MM; shrnout podmínku V1 = "CH"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min	max	sm. odch.
sum_bU	362	4,37444	5,00000	1,10000	8,10000	1,63647
RelPoc	362	53,95607	61,72840	13,58025	100,00000	20,20337

Tab.6 Tabulka četností sum_bU CH

↓	sum_bU celý soubor St_1_opr_MM; shrnout podmínku V1 = "CH" K-S d = 0,17187; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 1	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
1 < x ≤ 2	31	31	8,56354	8,5635	8,56354	8,5635
2 < x ≤ 3	38	69	10,49724	19,0608	10,49724	19,0608
3 < x ≤ 4	62	131	17,12707	36,1878	17,12707	36,1878
4 < x ≤ 5	100	231	27,62431	63,8122	27,62431	63,8122
5 < x ≤ 6	87	318	24,03315	87,8453	24,03315	87,8453
6 < x ≤ 7	26	344	7,18232	95,0276	7,18232	95,0276
7 < x ≤ 8	0	344	0,00000	85,0276	0,00000	85,0276
8 < x ≤ 9	18	362	4,97238	100,0000	4,97238	100,0000
ChD	0	362	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.7 Tabulka četností RelPoc CH

↓	RelPoc celý soubor St_1_opr_MM; shrnout podmínku V1 = "CH" K-S d = 0,17187; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	31	31	8,56354	8,5635	8,56354	8,5635
20 < x ≤ 40	38	69	10,49724	19,0608	10,49724	19,0608
40 < x ≤ 60	104	173	28,72928	47,7901	28,72928	47,7901
60 < x ≤ 80	145	318	40,05525	87,8453	40,05525	87,8453
80 < x ≤ 100	44	362	12,15407	100,0000	12,15407	100,0000
ChD	0	362	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.8 Popisná statistika D

↓	celý soubor St_1_opr_MM; shrnout podmínku V1 = "D"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min	max	sm. odch.
sum_bU	348	4,01782	4,10000	1,10000	8,10000	1,74830
RelPoc	348	49,60267	50,61728	13,58025	100,00000	21,58401

Tab.9 Tabulka četností sum_bU D

↓	sum_bU celý soubor St_1_opr_MM; shrnout podmínku V1 = "D" K-S d = 0,17551; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 1	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
1 < x ≤ 2	58	58	16,66667	16,6667	16,66667	16,6667
2 < x ≤ 3	30	88	8,62069	25,2874	8,62069	25,2874
3 < x ≤ 4	67	155	19,25287	44,5402	19,25287	44,5402
4 < x ≤ 5	87	242	25,00000	69,5402	25,00000	69,5402
5 < x ≤ 6	73	315	20,97701	90,5172	20,97701	90,5172
6 < x ≤ 7	21	336	6,03448	96,5517	6,03448	96,5517
7 < x ≤ 8	0	336	0,00000	96,5517	0,00000	96,5517
8 < x ≤ 9	12	348	3,44828	100,0000	3,44828	100,0000
ChD	0	348	0,00000		0,00000	100,0000

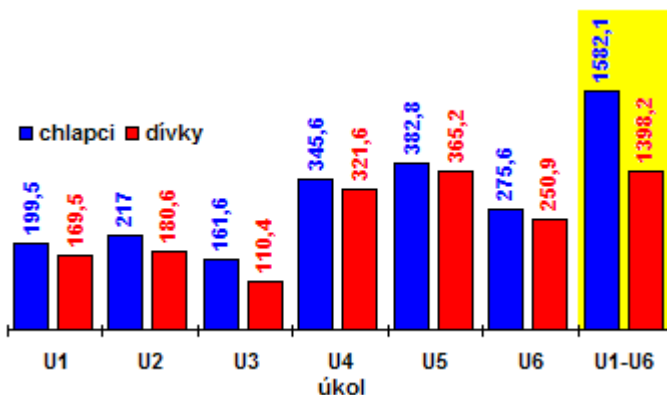
Tab.10 Tabulka četností RelPoc D

↓	RelPoc celý soubor St_1_opr_MM; shrnout podmínku V1 = "D" K-S d = 0,17551; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	58	58	16,66667	16,6667	16,66667	16,6667
20 < x ≤ 40	30	88	8,62069	25,2874	8,62069	25,2874
40 < x ≤ 60	99	187	28,44828	53,7356	28,44828	53,7356
60 < x ≤ 80	128	315	36,78161	90,5172	36,78161	90,5172
80 < x ≤ 100	33	348	9,48276	100,0000	9,48276	100,0000
ChD	0	348	0,00000		0,00000	100,0000

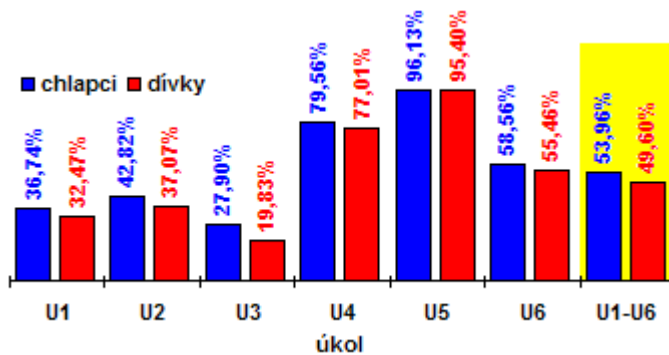
Tab.11 t-testy

↓ proměnná	t-testy; grupováno: skup celý soubor St_1_opr_MM skup.1: CH skup.2: D						
	průměr		t	sv	p	počet platných	
	CH	D				CH	D
sum_bU	4,37044	4,01782	2,775719	708	0,005653	362	348
RelPoc	53,59607	49,60267	2,775719	708	0,005653	362	348
proměnná	směrodatná odchylka		F-poměr rozptyly	p rozptyly			
	CH	D					
	sum_bU	1,63647	1,74830	1,141344			0,213722
RelPoc	20,20337	21,58401	1,141344	0,213722			

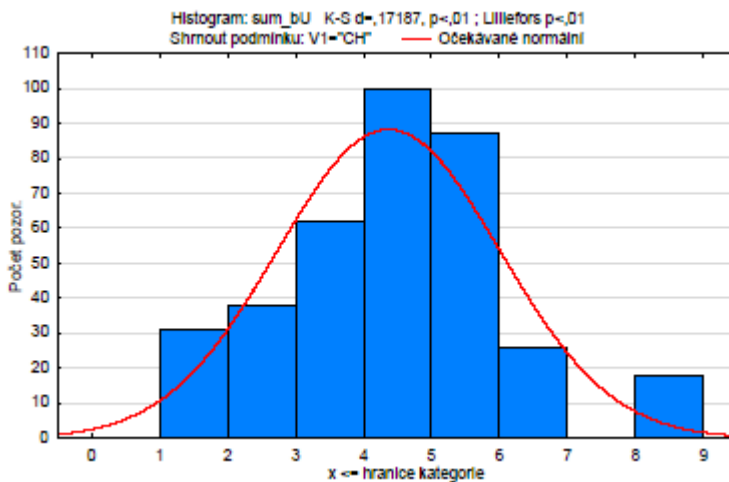
Při porovnání souboru dívek a souboru chlapců konstatujeme, že ve dvou sledovaných proměnných (celkovém počtu bodů a relativní četnosti) statistika v obou případech potvrdila signifikantní rozdíl mezi chlapci a dívkami na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Významný rozdíl byl potvrzen ve prospěch chlapců, který dosáhl vyššího počtu bodů než dívky.



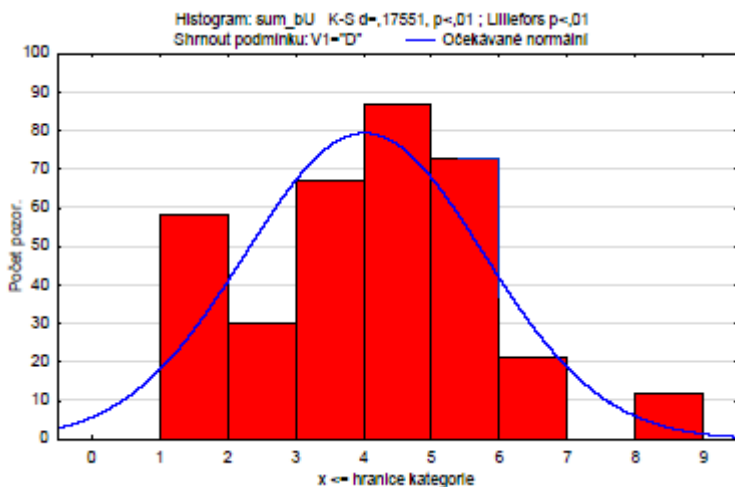
Obr.19 Bodové vyjádření vyřešených úkolů základní skupiny



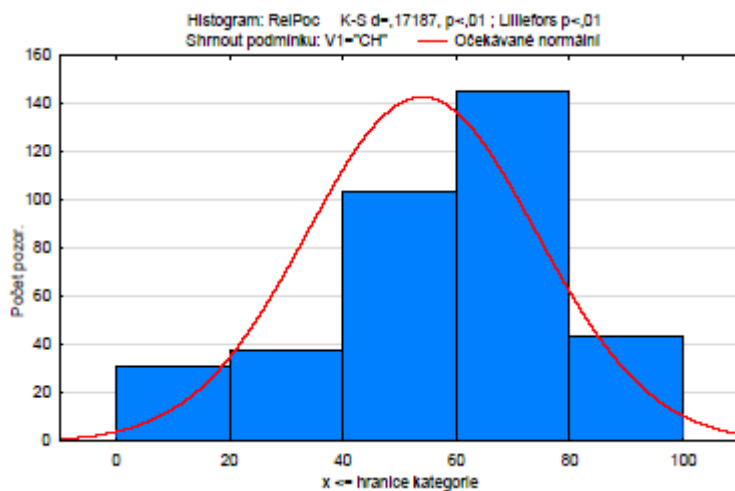
Obr.20 Relativní četnost vyřešených úkolů základní skupiny



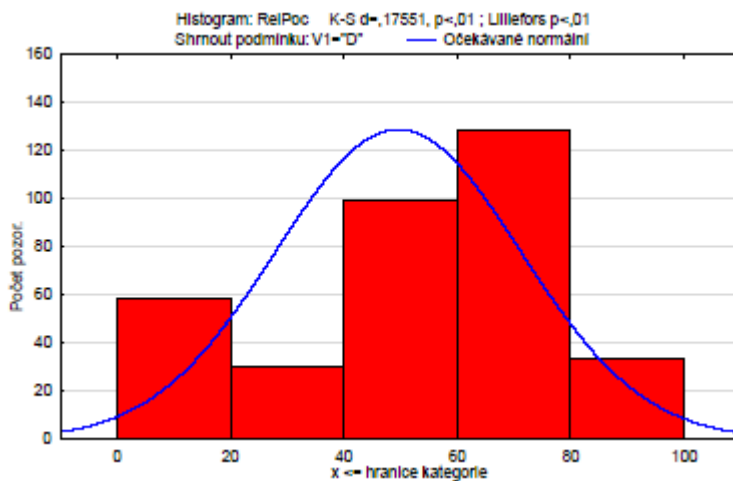
Obr.21 Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích - chlapani



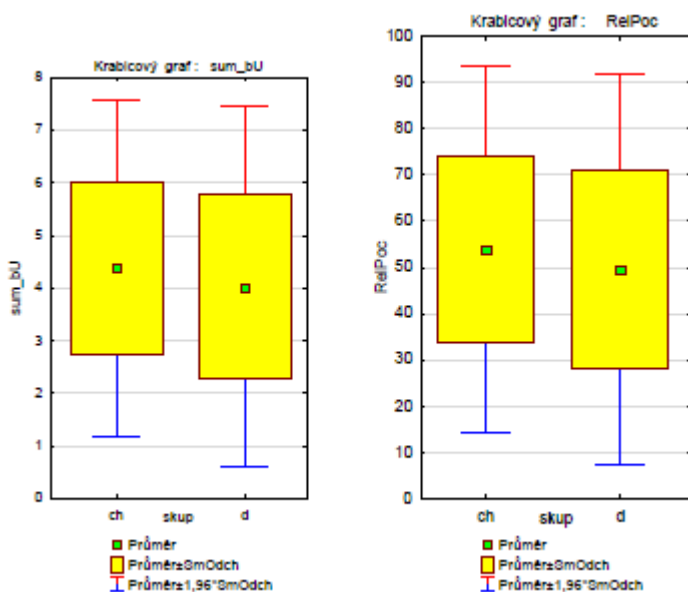
Obr.22 Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích - dívky



Obr.23 Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích - chlapi



Obr.24a Rozložení četností v jednotlivých procentních kategoriích - dívky

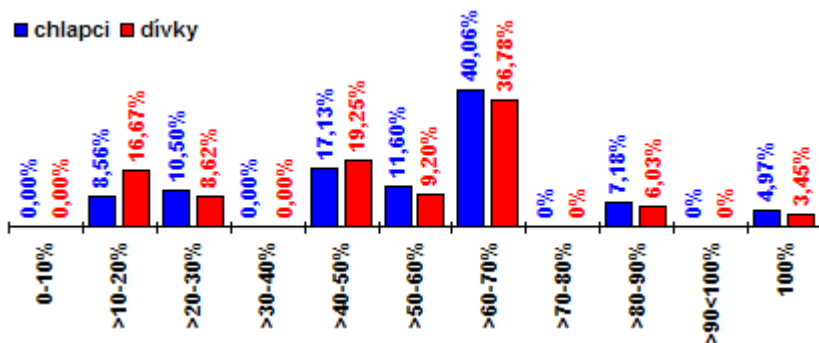


Obr.24b Porovnání vyřešených úkolů - bodový zisk a relativní četnost
ch - chlapani, d - dívky

Data uvedená v tabulce 12 vyjadřují skutečnost, že více než 60% úspěšnost v řešení úkolů nedosáhla většina žáků z celkového počtu 710 (362 chlapců a 348 dívek).

Tab.12 Rozložení úrovně prostorové představivosti

Úroveň prostorové představivosti								
	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %
	kritická							
	0-10%		>10-20%		>20-30%			
chlapci	0	0	31	8,56	38	10,5		
dívky	0	0	58	16,67	30	8,62		
	nepříznivá				nepostačující		dobrá	
	>30-40%		>40-50%		>50-60%		>60-70%	
chlapci	0	0	62	17,13	42	11,60	145	40,06
dívky	0	0	67	19,25	32	9,20	128	36,78
	pozoruhodná						významná	
	>70-80%		>80-90%		>90<100%		100%	
chlapci	0	0	26	7,18	0	0	18	4,97
dívky	0	0	21	6,03	0	0	12	3,45



Obr.25 Porovnání úrovně prostorové představivosti

3.2 Ověření účinnosti edukačního modelu podporujícího rozvoj prostorové představivosti

Cílem následně popsaných výzkumných aktivit je nabídnout pedagogické praxi řešení, u kterého je předpoklad, že pozitivně ovlivní záměrný rozvoj prostorové představivosti. Jde o nově vytvořený edukační model, který je možné systémově a koncepčně začlenit do edukačního systému. Podstatou metodiky edukačního modelu je samostatná řízená práce využívající možností pracovních listů s prvky metakognice. Jejich konstrukce je volena tak, aby v co největší míře umožnily učitelům organizovat a řídit záměrný rozvoj prostorové představivosti. Aktivity vyplývající z obsahu pracovních listů mají za cíl vyvolat synergický efekt při rozvoji schopností a dovedností pro vizualizaci předmětů pomocí myšlenkových činností jako:

- rotace obrazu v prostoru (pootočení celého předmětu, resp. jen některé jeho části),
- přemísťování, posouvání v prostoru,
- tvorba zrcadlového obrazu,
- identifikace tvarových podrobností (různý počet),
- identifikování souvislostí (tvar, rozměr, počet, poloha, apod.).

Hlavním cílem této části výzkumu je ověřit nakolik intervenční aspekty podporují rozvoj prostorové představivosti v kontextu H3. K objektivnímu posouzení byly zvoleny následující aktivity přirozeného pedagogického experimentu.

3.2.1 První etapa

A) Výzkumný vzorek

Možnost realizovat výzkum nastala poté, co byly vytvořeny podmínky pro porovnání výsledků dvou skupin žáků: kontrolní a experimentální. Pro jejich vytvoření byly přijaty následující podmínky:

- 1) Vyváženost v úrovni prostorové představivosti, tj. testovaná úroveň prostorové představivosti nebude vykazovat statisticky významný rozdíl.
- 2) Výsledky kontrolní a experimentální skupiny na vstupu budou korelovat s výsledky základní skupiny.
- 3) Přirozený pedagogický experiment probíhal ve složení:
 - a) 212 žáků v experimentální skupině, z toho 107 chlapců a 105 dívek,
 - b) 208 žáků v kontrolní skupině, z toho 105 chlapců a 103 dívek.

B) Výsledky experimentální a kontrolní skupiny na vstupu

K sběru dat byl použit vstupní test (příloha C), stejný jako v případě základní skupiny (kap.3.1.1). Zároveň byla použita stejná metodika jeho vyhodnocení (kap. 3.1.1). Ze zpracování dat vyplynulo následující:

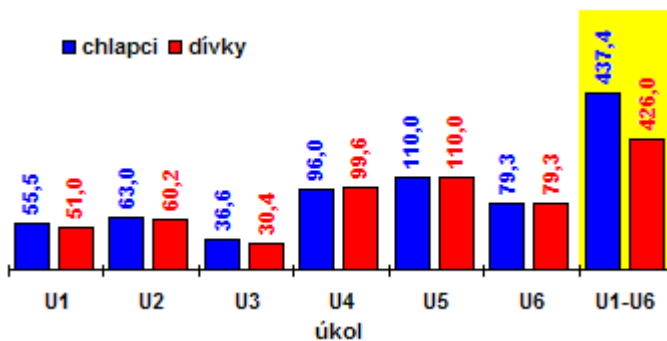
Tab.13 Četnost vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu

Počet řešitelů		Úkol							
		PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]		
celkem	208	U1		U2		U3			
chlapani	105	55,50	35,24	63,00	42,86	33,60	20,00		
dívky	103	46,50	30,10	60,2	41,75	30,40	18,45	celkem U1-U6	
		U4		U5		U6		PB	Rel [%]
chlapani	105	96,00	76,19	110,00	95,24	79,30	58,10	437,40	51,43
dívky	103	99,60	80,58	110,00	97,09	79,30	59,22	426,00	51,06

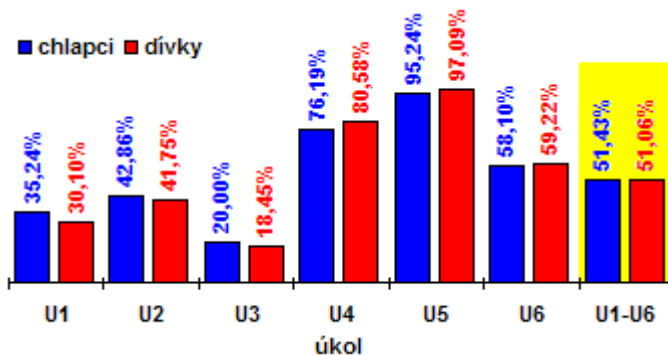
PB - počet bodů; Rel - relativní četnost

Tab.14 Popisná statistika KO_CH

↓	vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "KO_CH"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min	max	sm. odch.
sum_bU	105	4,16571	4,10000	1,10000	8,1000	1,49524
RelPoc	105	51,42857	50,61728	13,58025	100,0000	18,45973



Obr.26 Bodové vyjádření vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu



Obr.27 Relativní četnost vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu

Tab.15 Tabulka četností sum_bU KO_CH

↓	sum_bU vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "KO_CH" K-S d = 0,19728; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 1	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
1 < x ≤ 2	8	8	7,61905	7,6190	7,61905	7,6190
2 < x ≤ 3	17	25	16,19048	23,8095	16,19048	23,8095
3 < x ≤ 4	18	43	17,14286	40,9542	17,14286	40,9542
4 < x ≤ 5	30	73	28,57146	69,5238	28,57146	69,5238
5 < x ≤ 6	23	96	21,90476	91,4286	21,90476	91,4286
6 < x ≤ 7	7	103	6,66667	98,0952	6,66667	98,0952
7 < x ≤ 8	0	103	0,00000	98,0952	0,00000	98,0952
8 < x ≤ 9	2	105	1,90476	100,0000	1,90476	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.16 Tabulka četností RelPoc KO_CH

↓	RelPoc vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "KO_CH" K-S d = 0,19728; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
$0 < x \leq 20$	8	8	7,61905	7,6190	7,61905	7,6190
$20 < x \leq 40$	17	25	16,19048	23,0859	16,19048	23,0859
$40 < x \leq 60$	29	54	27,61905	51,4286	27,61905	51,4286
$60 < x \leq 80$	42	96	40,00000	91,4286	40,00000	91,4286
$80 < x \leq 100$	9	105	8,57143	100,0000	8,57143	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.17 Popisná statistika KO_D

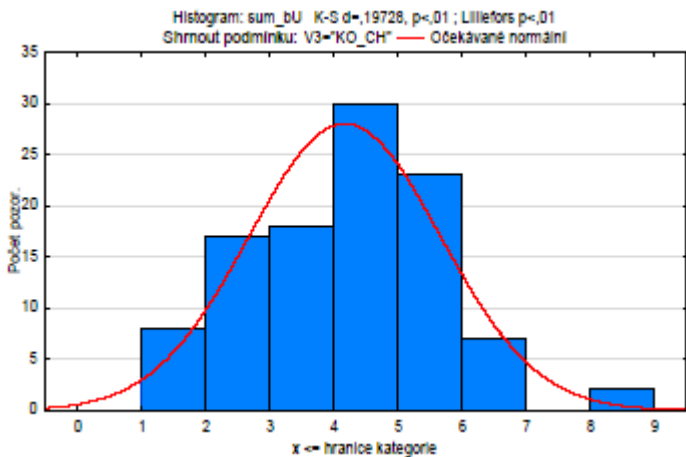
↓	vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "KO_D"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min	max	sm. odch.
sum_bU	103	4,13592	4,10000	1,10000	8,10000	1,59151
RelPoc	103	51,06077	50,61728	13,58025	100,00000	19,64830

Tab.18 Tabulka četností sum_bU KO_D

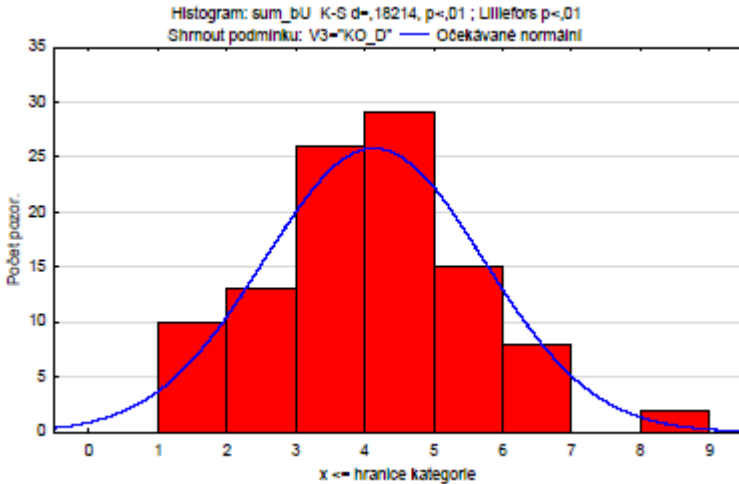
↓	sum_bU vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "KO_D" K-S d = 0,18214; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
$0 < x \leq 1$	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
$1 < x \leq 2$	10	10	9,70874	9,7087	9,70874	9,7087
$2 < x \leq 3$	13	23	12,62136	22,3301	12,62136	22,3301
$3 < x \leq 4$	26	49	25,24272	47,5728	25,24272	47,5728
$4 < x \leq 5$	29	78	28,15534	75,7282	28,15534	75,7282
$5 < x \leq 6$	15	93	14,56311	90,2913	14,56311	90,2913
$6 < x \leq 7$	8	101	7,76699	98,0583	7,76699	98,0583
$7 < x \leq 8$	0	101	0,00000	98,0583	0,00000	98,0583
$8 < x \leq 9$	2	103	1,94175	100,0000	1,94175	100,0000
ChD	0	103	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.19 Tabulka četností RelPoc KO_D

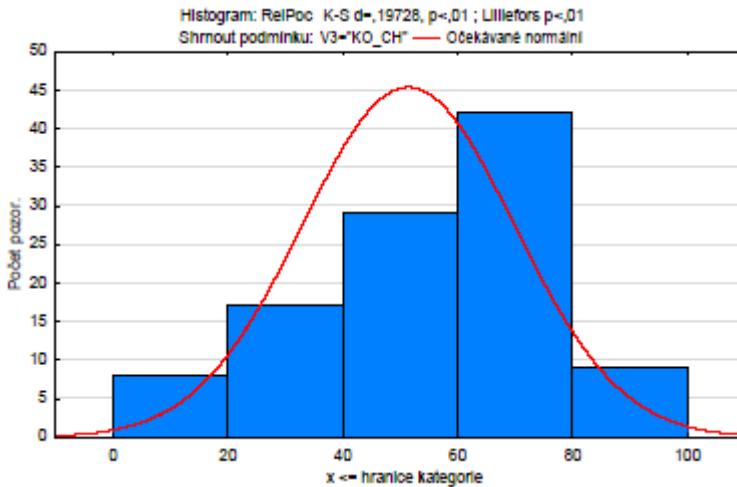
↓	RelPoc vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "KO_D" K-S d = 0,18214; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	10	10	9,70874	9,7087	9,70874	9,7087
20 < x ≤ 40	13	23	12,62136	22,3301	12,62136	22,3301
40 < x ≤ 60	31	54	30,09709	52,4272	30,09709	52,4272
60 < x ≤ 80	39	93	37,86408	90,2913	37,86408	90,2913
80 < x ≤ 100	10	103	9,70874	100,0000	9,70874	100,0000
ChD	0	103	0,00000		0,00000	100,0000



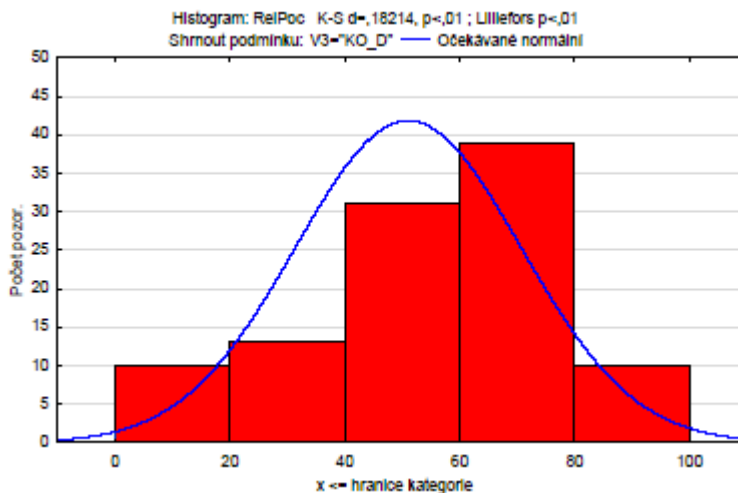
Obr.28 Rozložení četnosti v jednotlivých bodových kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - chlapi



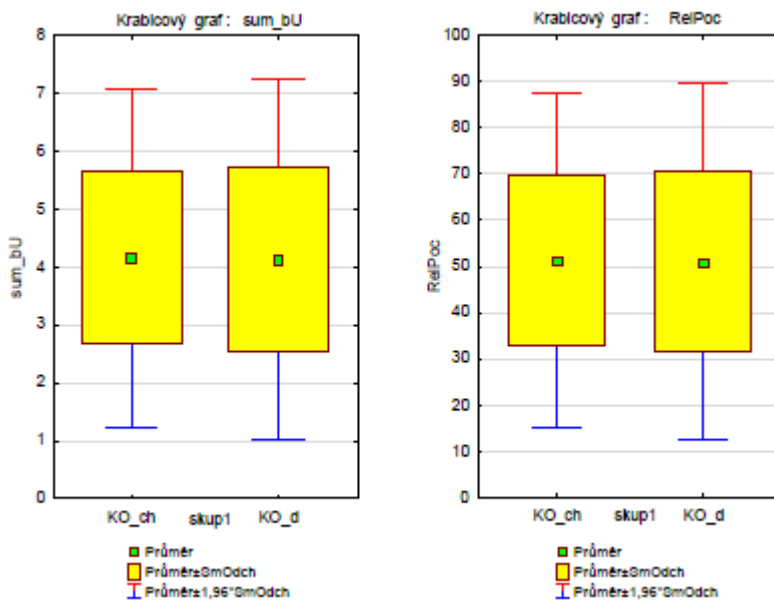
Obr.29 Rozložení četností v jednotlivých bodových kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - dívky



Obr.30 Rozložení četností v jednotlivých procentních kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - chlápci



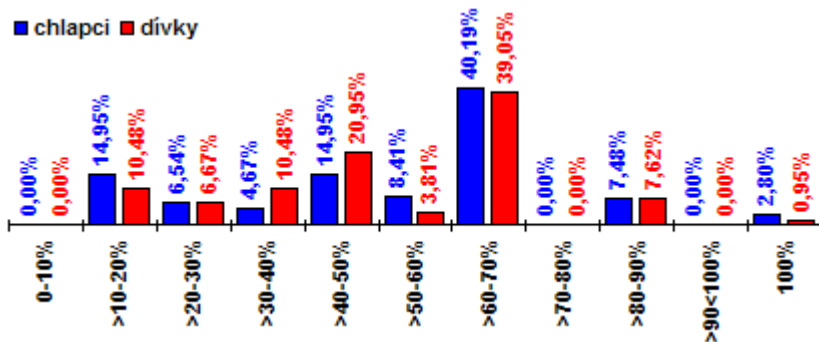
Obr.31 Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích kontrolní skupiny na vstupu - dívky



Obr.32 Porovnání vyřešených úkolů kontrolní skupiny na vstupu - bodový zisk a relativní četnost (ch - chlapci, d - dívky)

Tab.20 Rozložení úrovně prostorové představivosti kontrolní skupiny

Úroveň prostorové představivosti								
	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %
	kritická							
	0-10%		>10-20%		>20-30%			
chlapci	0	0	8	7,62	6	5,71		
dívky	0	0	9	8,74	10	9,71		
	nepříznivá				nepostačující		dobrá	
	>30-40%		>40-50%		>50-60%		>60-70%	
chlapci	11	10,48	18	17,17	11	10,48	42	40,00
dívky	4	3,88	26	25,24	5	4,85	39	37,86
	pozoruhodná						významná	
	>70-80%		>80-90%		>90<100%		100%	
chlapci	0	0	7	6,67	0	0	2	1,90
dívky	0	0	8	7,77	0	0	2	1,94



Obr.33 Relativní četnost žáků v jednotlivých úrovních prostorové představivosti kontrolní skupiny

Tab.21 Četnost vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu

Počet řešitelů		Úkol						
		PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	
celkem	212	U1		U2		U3		
chlapci	107	55,50	34,58	63,00	42,06	36,80	21,50	
dívky	105	51,00	32,38	57,40	39,055	22,40	13,33	celkem U1-U6
		U4		U5		U6		PB Rel [%]
chlapci	107	97,20	75,70	104,50	88,79	83,20	59,81	440,20 50,79
dívky	105	96,00	76,19	107,80	93,33	89,70	65,71	424,30 49,89

PB - počet bodů; Rel - relativní četnost

Tab.22 Popisná statistika EX_CH

↓	vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "EX_CH"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min	max	sm. odch.
sum_bU	107	4,11402	4,20000	1,10000	8,10000	1,74785
RelPoc	107	50,79035	51,85185	13,58025	100,00000	21,57843

Tab.23 Tabulka četností sum_bU EX_CH

↓	sum_bU vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "EX_CH" K-S d = 0,18921; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 1	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
1 < x ≤ 2	16	16	14,95327	14,9533	14,95327	14,9533
2 < x ≤ 3	12	28	11,21495	26,1682	11,21495	26,1682
3 < x ≤ 4	17	45	15,88785	42,0561	15,88785	42,0561
4 < x ≤ 5	21	66	19,62617	61,6822	19,62617	61,6822
5 < x ≤ 6	29	95	27,10280	88,7850	27,10280	88,7850
6 < x ≤ 7	9	104	8,41121	97,1963	8,41121	97,1963
7 < x ≤ 8	0	104	0,00000	97,1963	0,00000	97,1963
8 < x ≤ 9	3	107	2,80374	100,0000	2,80374	100,0000
ChD	0	107	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.24 Tabulka četností RelPoc EX_CH

↓	RelPoc vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "EX_CH" K-S d = 0,18921; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	16	16	14,95327	14,9533	14,95327	14,9533
20 < x ≤ 40	12	28	11,21495	26,1682	11,21495	26,1682
40 < x ≤ 60	26	54	24,29907	50,4673	24,29907	50,4673
60 < x ≤ 80	41	95	38,31776	88,7850	38,31776	88,7850
80 < x ≤ 100	12	107	11,21495	100,0000	11,21495	100,0000
ChD	0	107	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.25 Popisná statistika EX_D

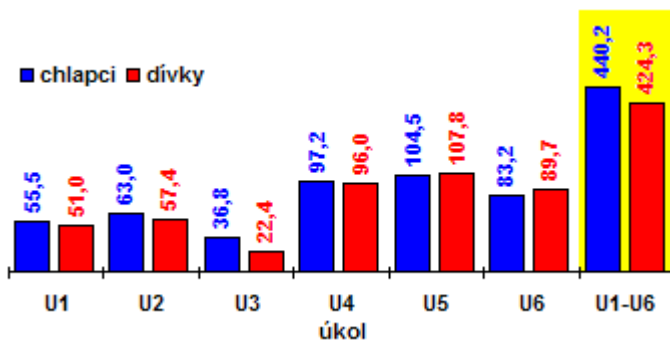
↓	vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "EX_D"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min	max	sm. odch.
sum_bU	105	4,04095	4,20000	1,10000	8,10000	1,58063
RelPoc	105	49,88830	51,85185	13,58025	100,00000	19,51400

Tab.26 Tabulka četností sum_bU EX_D

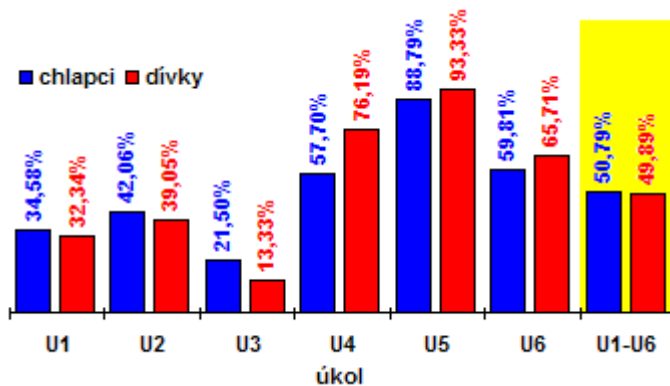
↓	sum_bU vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "EX_D" K-S d = 0,20418; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 1	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
1 < x ≤ 2	11	11	10,47619	10,4762	10,47619	10,4762
2 < x ≤ 3	18	29	17,14286	27,6190	17,14286	27,6190
3 < x ≤ 4	22	51	20,95238	48,5714	20,95238	48,5714
4 < x ≤ 5	18	69	17,14286	65,7143	17,14286	65,7143
5 < x ≤ 6	26	95	24,76190	90,4762	24,76190	90,4762
6 < x ≤ 7	9	104	8,57143	99,0476	8,57143	99,0476
7 < x ≤ 8	0	104	0,00000	99,0476	0,00000	99,0476
8 < x ≤ 9	1	105	0,95238	100,0000	0,95238	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.27 Tabulka četností RelPoc EX_D

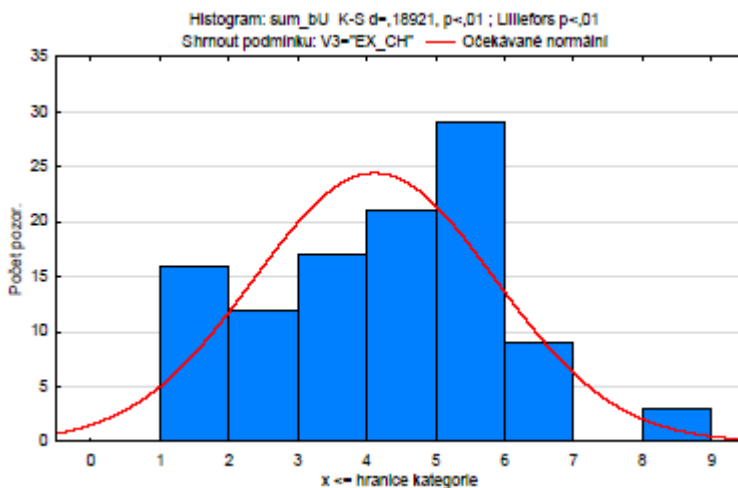
↓	RelPoc vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov; shrnout podmínku V3 = "EX_D" K-S d = 0,20418; p < 0,01; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	11	11	10,47619	10,4762	10,47619	10,4762
20 < x ≤ 40	18	29	17,14286	27,6190	17,14286	27,6190
40 < x ≤ 60	26	55	24,76190	52,3810	24,76190	52,3810
60 < x ≤ 80	40	95	38,09524	90,4762	38,09524	90,4762
80 < x ≤ 100	10	105	9,52381	100,0000	9,52381	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000



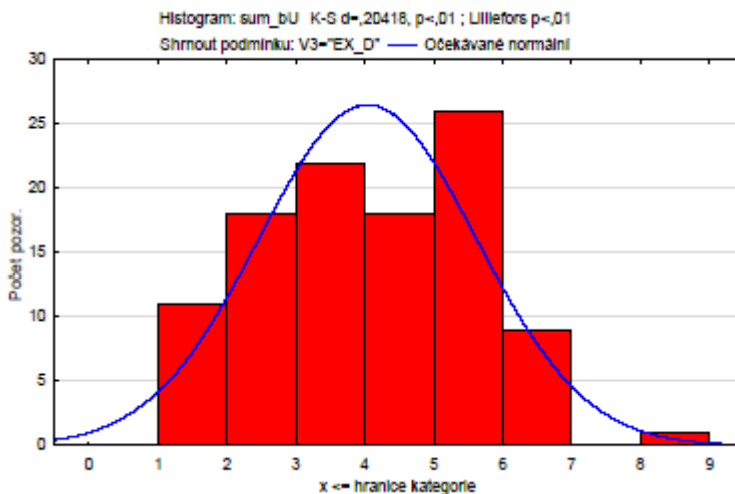
Obr.34 Bodové vyjádření vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu



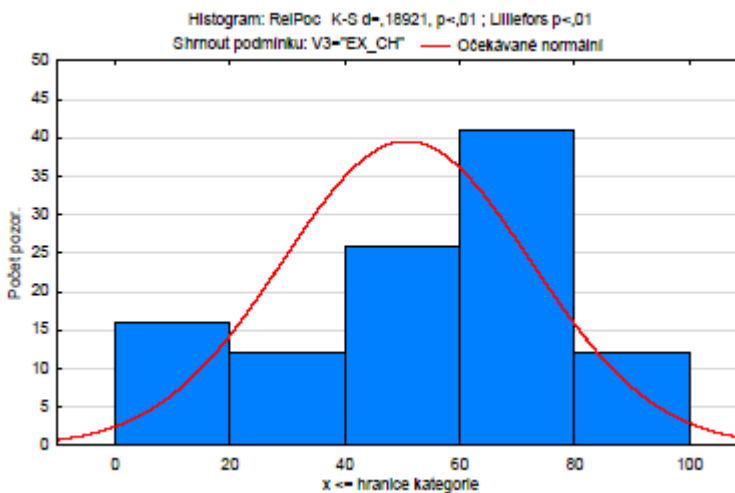
Obr.35 Relativní četnost vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu



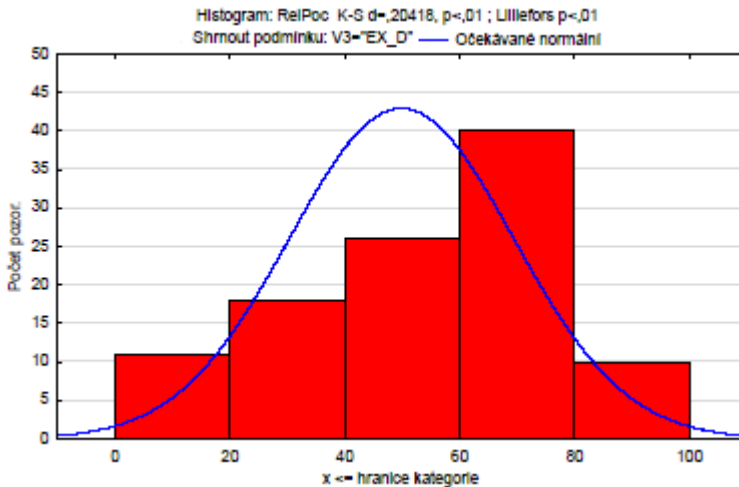
Obr.36 Rozložení četností v jednotlivých bodových kategoriích experimentální skupiny na vstupu - chlapci



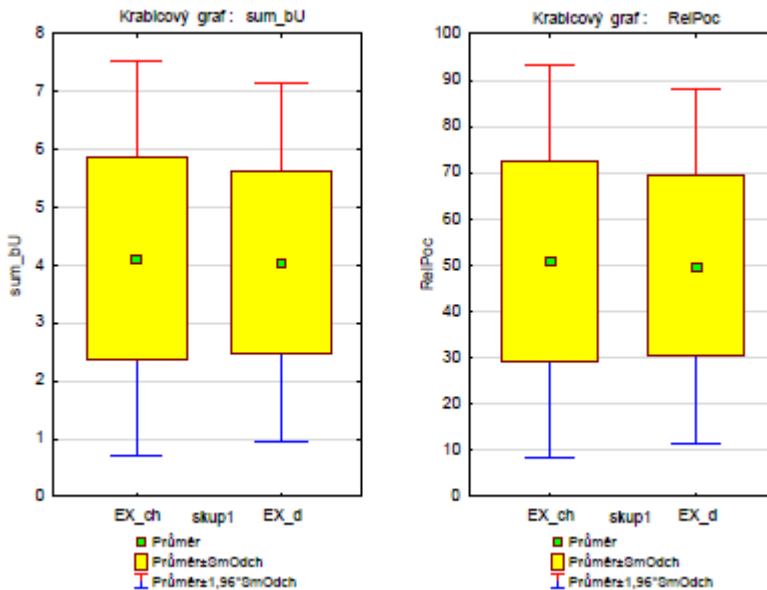
Obr.37 Rozložení četností v jednotlivých bodových kategoriích experimentální skupiny na vstupu - dívky



Obr.38 Rozložení četností v jednotlivých procentních kategoriích experimentální skupiny na vstupu - chlapci



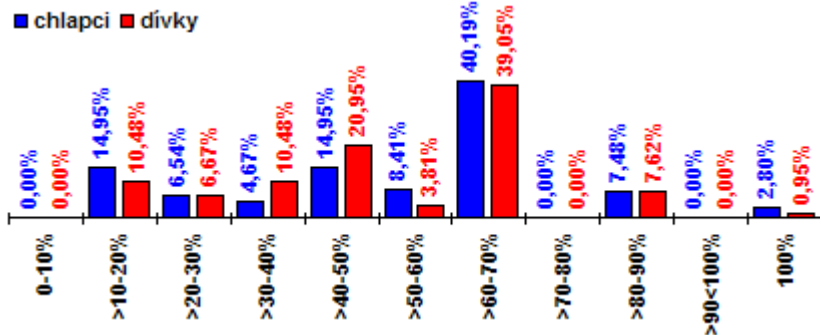
Obr.39 Rozložení četnosti v jednotlivých procentních kategoriích experimentální skupiny na vstupu - dívky



Obr.40 Porovnání vyřešených úkolů experimentální skupiny na vstupu - bodový zisk a relativní četnost (ch - chlapani, d - dívky)

Tab.29 Rozložení úrovně prostorové představivosti experimentální skupiny

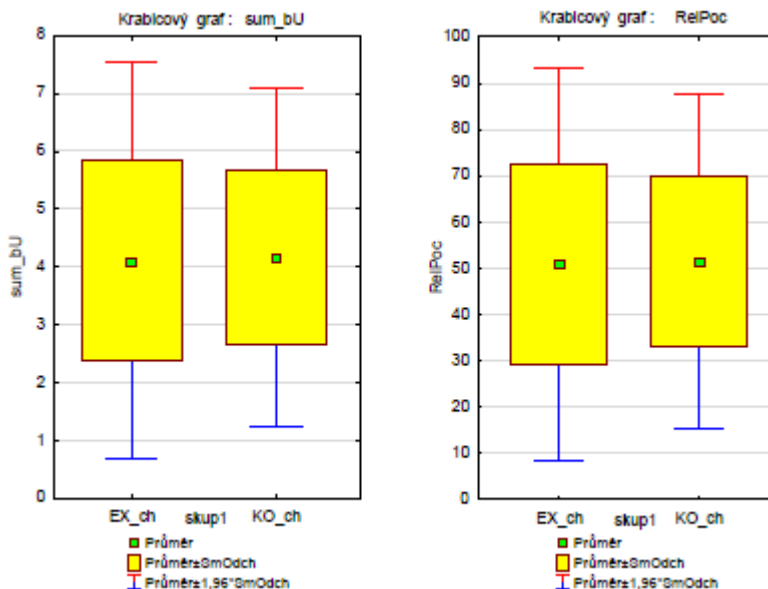
Úroveň prostorové představivosti								
	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %	počet	relativní četnost %
	kritická							
	0-10%		>10-20%		>20-30%			
chlapci	0	0	16	14,95	7	6,54		
dívky	0	0	11	10,48	7	6,67		
	nepříznivá				nepostačující		dobrá	
	>30-40%		>40-50%		>50-60%		>60-70%	
chlapci	5	4,67	16	14,95	9	8,41	43	40,19
dívky	11	10,48	22	20,95	4	3,81	41	39,05
	pozoruhodná						významná	
	>70-80%		>80-90%		>90<100%		100%	
chlapci	0	0	8	7,48	0	0	3	2,8
dívky	0	0	8	7,62	0	0	1	0,95



Obr.41 Porovnání úrovně prostorové představivosti experimentální skupiny na vstupu

Tab.30 Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - chlapani

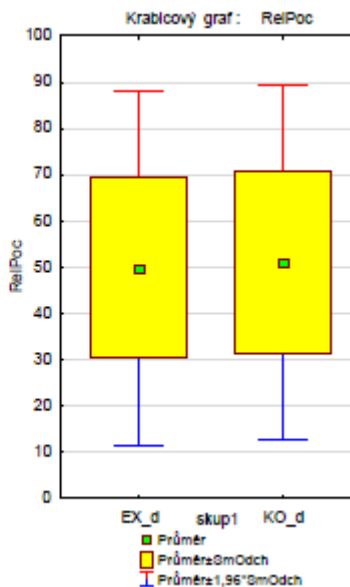
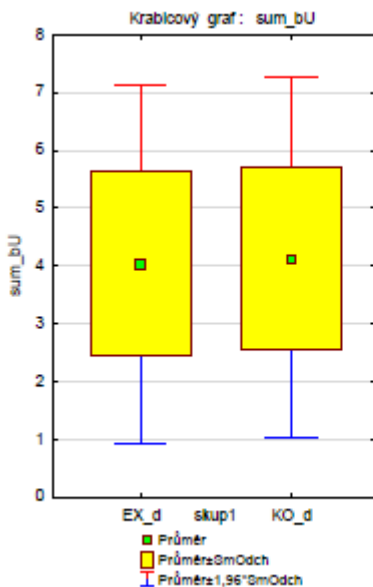
↓	t-testy; grupováno: skup1 vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov skup.1: EX_ch skup.2: KO_ch						
	průměr		t	sv	p	počet platných	
proměnná	EX_ch	KO_ch				EX_ch	KO_ch
sum_bU	4,11402	4,16571	-0,231212	210	0,817376	107	105
RelPoc	50,79035	51,42857	-0,231212	210	0,817376	107	105
	směrodatná odchylka		F-poměr		p		
proměnná	EX_ch	KO_ch	rozptyly		rozptyly		
sum_bU	1,74785	1,49524	1,366436		0,111591		
RelPoc	21,57843	18,45973	1,366436		0,111591		



Obr.42 Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - bodový zisk a relativní četnost - chlapani
(EX_ch - experimentální skupina, KO_ch - kontrolní skupina)

Tab.31 Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - dívky

↓	t-testy; grupováno: skup1 vyber_vs_Ko_EX_CH_Dnov skup.1: EX_d skup.2: KO_d						
	průměr		t	sv	p	počet platných	
proměnná	EX_d	KO_d				EX_d	KO_d
sum_bU	4,04095	4,13592	-0,431774	206	0,666357	105	103
RelPoc	49,88830	51,06077	-0,431774	206	0,666357	105	103
	směrodatná odchylka		F-poměr rozptyly		p rozptyly		
proměnná	EX_d	KO_d					
sum_bU	1,58063	1,59151	1,013813		0,944130		
RelPoc	19,51400	19,64830	1,013813		0,944130		



Obr.43 Porovnání vyřešených úkolů experimentální a kontrolní skupiny - bodový zisk a relativní četnost - dívky
(EX_d - experimentální skupina, KO_d - kontrolní skupina)

Na základě výše uvedených porovnání je možné konstatovat, že na vstupu jsou tato porovnání signifikantní a úrovně prostorové představivosti se významně neliší, tj. nevykazují statisticky významný rozdíl.

3.2.2 Druhá etapa

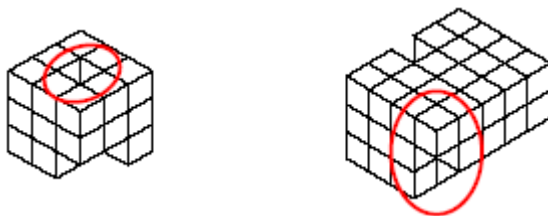
V rámci pedagogického experimentu byla do výuky experimentální skupiny aplikována intervence s cílem realizovat záměrný rozvoj prostorové představivosti prostřednictvím pracovních listů (příloha E). V kontrolní skupině žáků probíhal rozvoj prostorové představivosti klasickým způsobem. V této souvislosti uvádíme následující specifika vyvolané intervencí:

1. Pracovní listy byly aplikovány do systému řízené samostatné práce žáků.
2. Za klíčové prvky probíhajícího pedagogického experimentu považujeme:
 - a) vnitřní motivaci, kterou měly cíleně vyvolat:
 - úkoly, které nevyžadují mimořádnou úroveň prostorové představivosti (postačuje úroveň získaná nezáměrným rozvojem),
 - hodnocení náročnosti úkolu,
 - možnost vyjádřit vlastní představu o daném úkolu (žák má možnost navrhnout pozitivní změny pro grafiku a text).
 - b) učení jak se učit. Konstrukce úkolů byla volena tak, aby samotné řešení usměřňovalo poznávací proces s porozuměním. To znamená, že jednotlivé kroky mají řídicí funkci, tj. determinovaná postupnost jednotlivých činností vede k uvědomění si těch souvislostí, které přispívají k vytvoření představy. I pro tyto úkoly platí možnost "hodnotit a navrhovat".
 - c) odhalování souvislostí. Zvolená strategie přiřadila úkolu funkci, která se projeví tím, že je označena předpokládaná problémová část řešení úkolu. V parciálním řešení, je žák veden k uvědomění si rozhodujícího detailu pro vytvoření představy. Soustředění pozornosti na předmětný detail má za cíl zvýšit pozornost a získat zkušenost, kterou žák dokáže následně aplikovat na primárně řešené úkoly. I pro tyto úkoly platí možnost "hodnotit a navrhovat".
 - d) synergický efekt. Samostatná práce žáků je organizovaná a řízená tak, aby žák úkoly nejen řešil, ale aby je i sám navrhoval. Předpokládáme, že tyto jeho aktivity budou využívat jím získané zkušenosti z problematických částí řešených úkolů (souvislosti vedoucí k vytvoření prostorové představy).
 - e) sebereflexe. Sebekontrola, sebehodnocení a sebeřízení věnované zamyšlení se, respektive diskuze v podobě dotazníku. Cílem je, aby v rámci odpovídání na otázky došlo k uvědomění si opodstatněnosti záměrného rozvoje prostorové představivosti. Zároveň je učiteli dá-

na možnost hodnotit vývoj žáka z hlediska změn v jeho postoji a ná-
zorech na danou problematiku s cílem provádět korekce v edukač-
ních strategiích.

K výše uvedenému uvádíme následující příklady realizované intervenční
strategie:

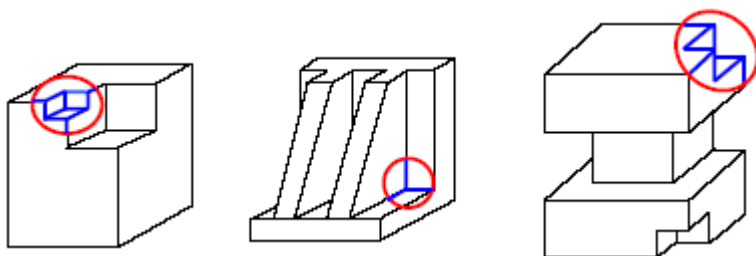
1. Určení problému - detaily vyvolávající pochybení ve vytváření reálné
představy (obr.44-53):



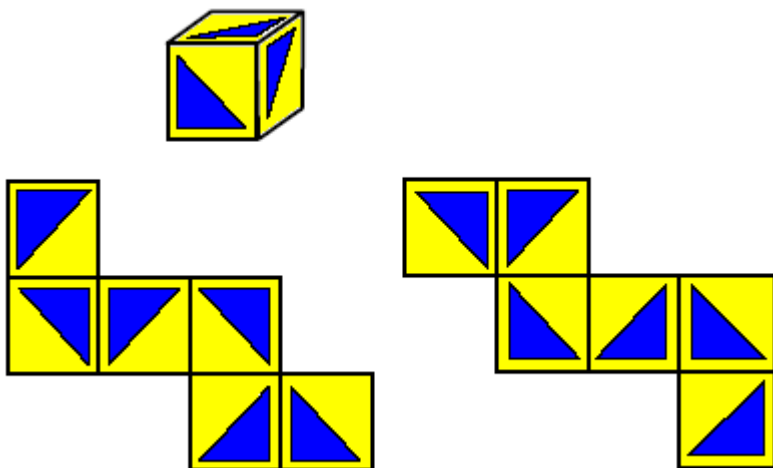
Obr.44 Určení tvarové podrobnosti, u níž je předpoklad nereálné představy



Obr.45 Problematické vytvoření představy o profilu
drátěného modelu v trojrozměrném prostoru



Obr.46 Tvarové podrobnosti vedoucí k pochybení při vytváření představy

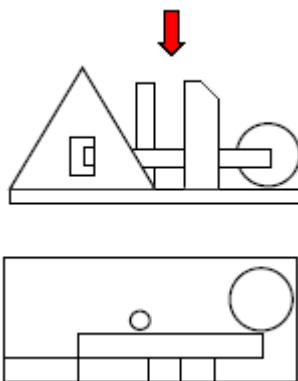


Obr.47 Vytváření představy po otočení obrazu

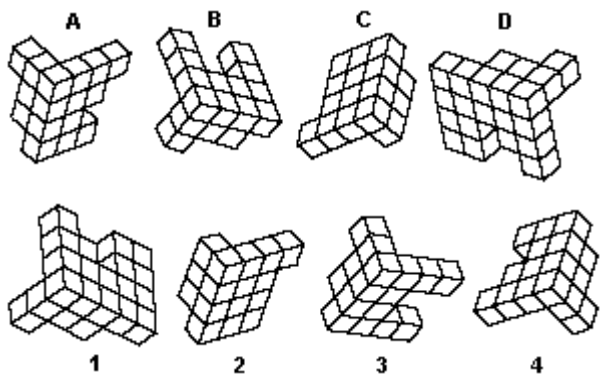
Uspořádání předmětů:

- přes otvor trojúhelníku je vidět konec vodorovně uložené tyče,
- trojúhelník a tyč částečně zakrývají svislou tyč s hrotem,
- vodorovnou tyč zčásti zakrývá hranol se sraženou hranou,
- koule je zčásti zakryta vodorovnou tyčí.

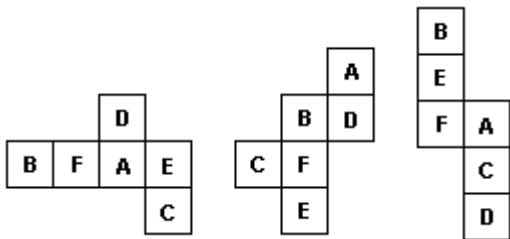
(zkráceno)



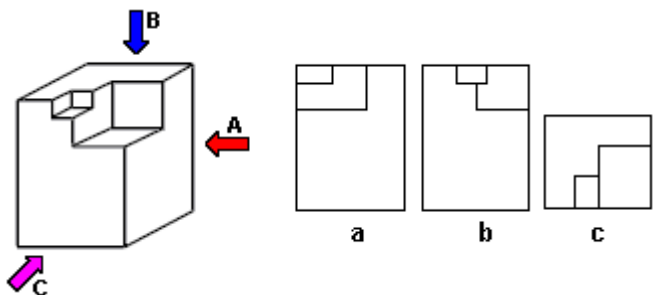
Obr.48 Představa shody verbálního popisu s obrázkem



Obr.51 Shoda dvou obrázků určená myšlenkovou rotací



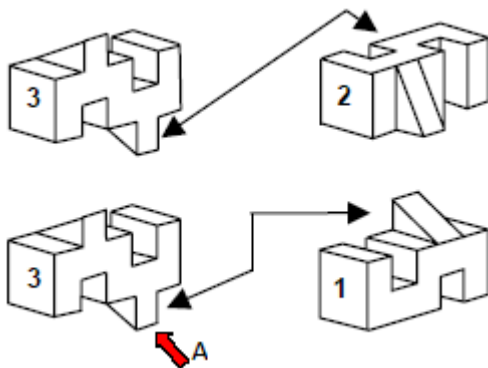
Obr.52 Poziční změna - změna úrovně prostorové představitosti



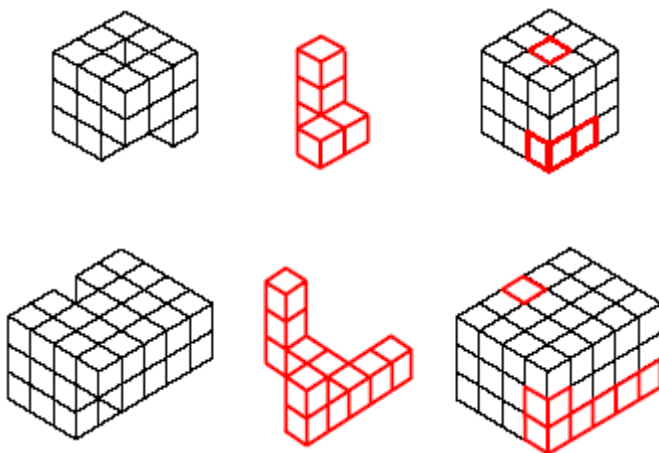
Vyhovuje skupina obrázků			
zobrazení	a	b	c
směr pohledu			

Obr.53 Vznik představy porovnáváním axonometrického a pravouhlého zobrazení

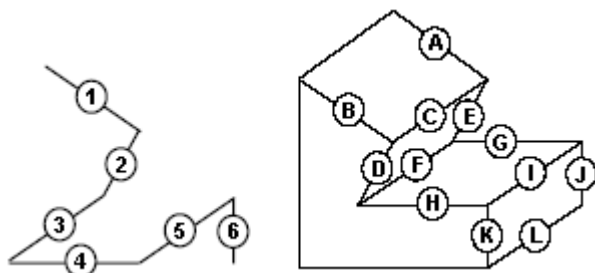
2. Aktivity vedoucí k porozumění (učit se učit - obr.54-60):



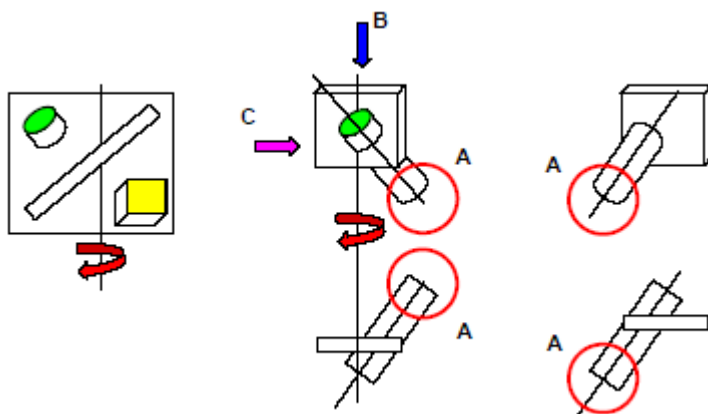
Obr.54 Vytvoření představy v případě zakryté tvarové podrobnosti



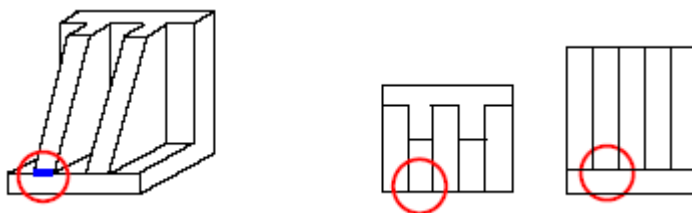
Obr.55 Vizualizace vedoucí ke zvyšování úrovně prostorové představivosti



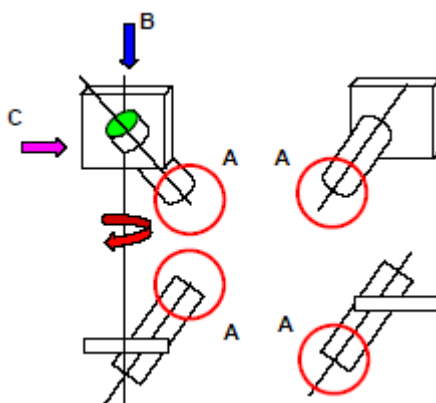
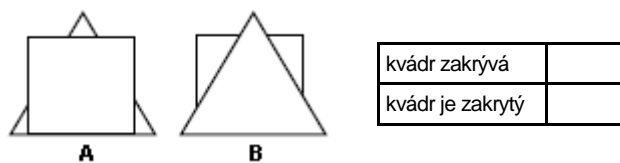
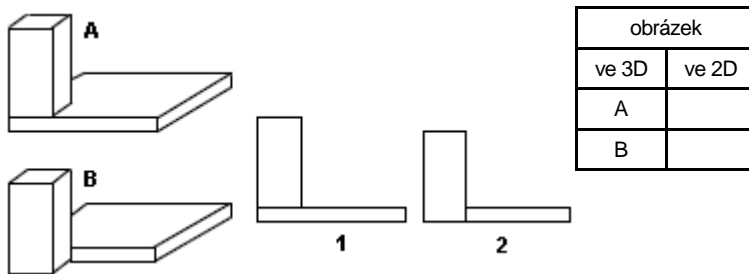
Obr.56 Ztotožnění částí drátěného modelu s příslušnou hranou předmětu



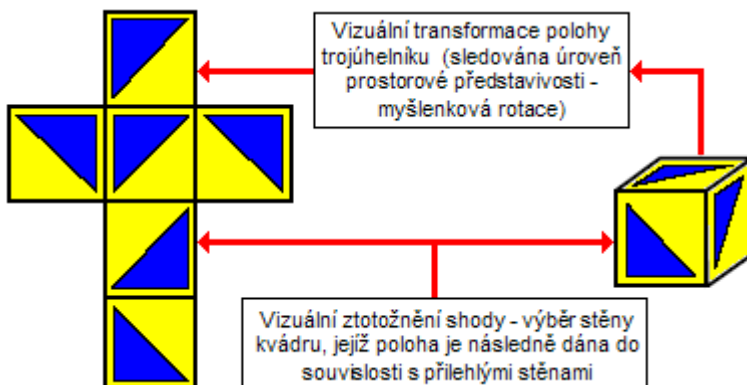
Obr.57 Vznik představy na základě parciálního porozumění



Obr.58 Zobrazení polohy tvarové podrobnosti



Obr.59 Vznik představy na základě parciálního porozumění



Obr.60 Vytváření představy o poloze stěn kvádrů při složení plošné sítě

3.2.3 Třetí etapa

I v tomto případě jsme při stanovení kritérií pro vyhodnocení testu vycházeli ze skutečnosti, že se jednotlivé úkoly budou lišit náročností (tab.32), tj. jejich řešení vyžaduje rozdílnou úroveň prostorové představivosti. Při porovnávání těchto úkolů jsme identifikovali rozdílnost zejména v:

- rozsahu analyzování úlohy (předlohy),
- počtu myšlenkových operací,
- posuzování tvarových podrobností tělesa na základě komparace prostorového a plošného zobrazení (transformace prostorového vidění na plošné a naopak),
- náročnosti realizovat myšlenkovou rotaci, resp. myšlenkové posouvání předmětů s cílem vidět uspořádání (polohu) jednotlivých tvarových podrobností (resp. jednotlivých předmětů celku), analyzovat jejich geometrii, apod.,
- určení shody na základě ztotožnění polohy jednotlivých částí předlohy s nabídkou pomocí myšlenkových operací (např. pohyb různými směry).

Tab.32 Bodová dotace úkolů výstupního testu

Úkol č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bodová dotace	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,2	1,5	1,4	1,5	1,5

Stejně jako u základní skupiny žáků, tak i u kontrolní a experimentální skupiny umožnilo vyhodnocení vstupních dat porovnat:

1) výkon na úrovni (H1):

- a) 0-30% úspěšnosti řešených úkolů (kritická)
- b) 31,01-50% úspěšnosti řešených úkolů (nepříznivá)
- c) 50,01-60% úspěšnosti řešených úkolů (nedostatečná)
- d) 60,01-70% úspěšnosti řešených úkolů (dobrá)
- e) 70,01-99,9% úspěšnosti řešených úkolů (pozoruhodná)
- f) 100% úspěšnosti řešených úkolů (významná)

2) výkon chlapců a dívek (H2),

3) výkon kontrolní a experimentální skupiny z hlediska nastínit vyváženosti úrovně prostorové představivosti obou skupin (KS a ES, i chlapců a dívek).

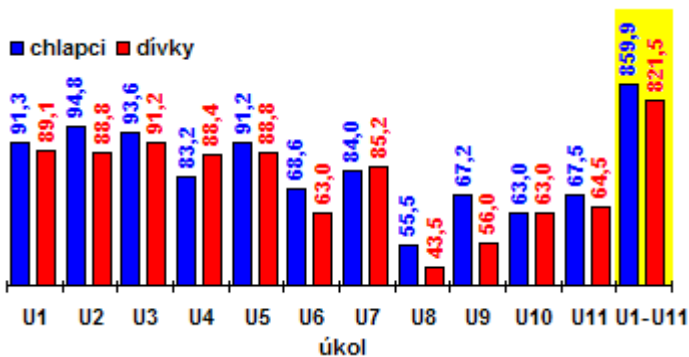
A) Vyhodnocení výstupních dat kontrolní skupiny

Ve smyslu výše uvedené intervence jsou výstupním testem (příloha D) zkoumány rozdíly v úrovni prostorové představivosti kontrolní skupiny, na kterou nebyl aplikován záměrný rozvoj prostorové představivosti. Ze získaných dat porovnávání uvádíme následující výsledky pro skupiny KoCh (kontrolní skupina chlapci) a KoD (kontrolní skupina dívky).

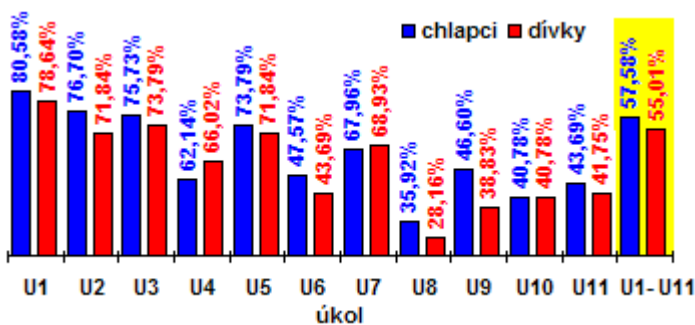
Tab.33 Četnost vyřešených úkolů kontrolní skupiny na výstupu

Počet řešitelů		Úkol							
		PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]
celkem	208	U1		U2		U3		U4	
chlapci	105	91,3	80,58	94,8	76,70	93,6	75,73	83,2	62,14
dívky	103	89,1	78,64	88,8	71,84	91,2	73,79	88,4	66,02
		U5		U6		U7		U8	
chlapci	105	91,2	73,79	68,6	47,57	84,0	67,96	55,5	35,92
dívky	103	88,8	71,84	63,0	43,69	85,2	68,93	43,5	28,16
		U9		U10		U11		Celkem U1-U11	
chlapci	105	67,2	46,60	63,0	40,78	67,5	43,69	859,9	57,58
dívky	103	56,0	38,83	63,0	40,78	64,5	41,75	821,5	55,01

PB - počet bodů; Rel - relativní četnost



Obr.61 Porovnání celkového počtu bodů



Obr.62 Relativní četnost zisku bodů

Tab.34 Popisná statistika KoCH

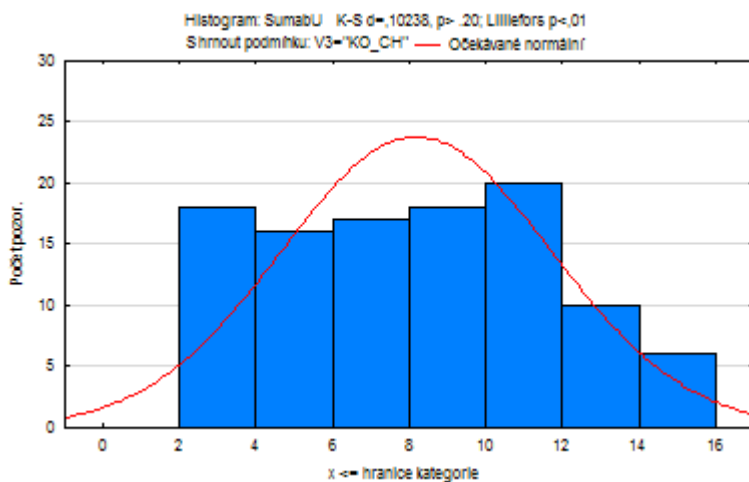
Popisné statistiky (výstup) - shrnout podmínku: V3 = "KO_CH"						
proměnná	N platných	průměr	medián	min.	max.	sm. odch.
sum_bU	105	8,18952	8,70000	2,40000	14,50000	3,53316
RelPoc	105	56,47947	60,0000	16,55172	100,0000	24,36665

Tab.35 Četnost chlapců v jednotlivých bodových kategoriích

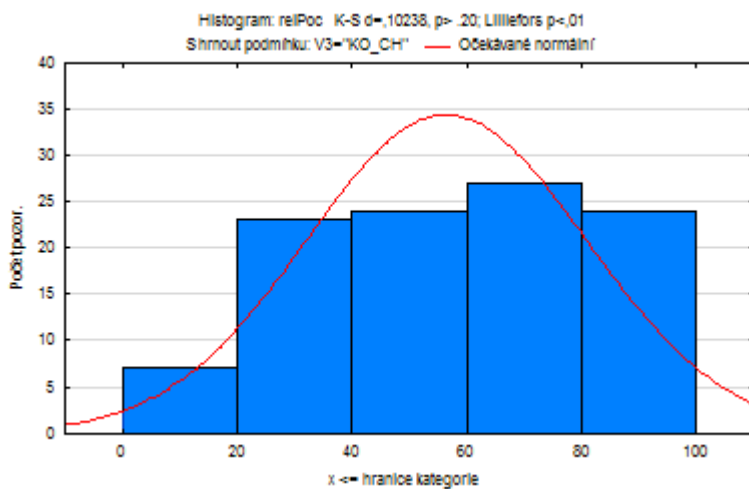
↓	SumabU (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "KO_CH" K-S d = 0,10238; p > 0,20; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 2	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
2 < x ≤ 4	18	18	17,14286	17,1429	17,14286	17,1429
4 < x ≤ 6	16	34	15,23810	32,3810	15,23810	32,3810
6 < x ≤ 8	17	51	16,19048	48,5714	16,19048	48,5714
8 < x ≤ 10	18	69	17,14286	65,7143	17,14286	65,7143
10 < x ≤ 12	20	89	19,04762	84,7619	19,04762	84,7619
12 < x ≤ 14	10	99	9,52381	94,2857	9,52381	94,2857
14 < x ≤ 16	6	105	5,71429	100,0000	5,71429	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.36 Četnost chlapců v jednotlivých procentních kategoriích

↓	relPoc (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "KO_CH" K-S d = 0,10238; p > 0,20; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	7	7	6,66667	6,6667	6,66667	6,6667
20 < x ≤ 40	23	30	21,90476	28,5714	21,90476	28,5714
40 < x ≤ 60	24	54	22,85714	51,4286	22,85714	51,4286
60 < x ≤ 80	27	81	25,71429	77,1429	25,71429	77,1429
80 < x ≤ 100	24	105	22,85714	100,0000	22,85714	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000



Obr.63 Rozložení četnosti bodů KoCh



Obr.64 Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů KoCh

Tab.37 Popisná statistika KoD

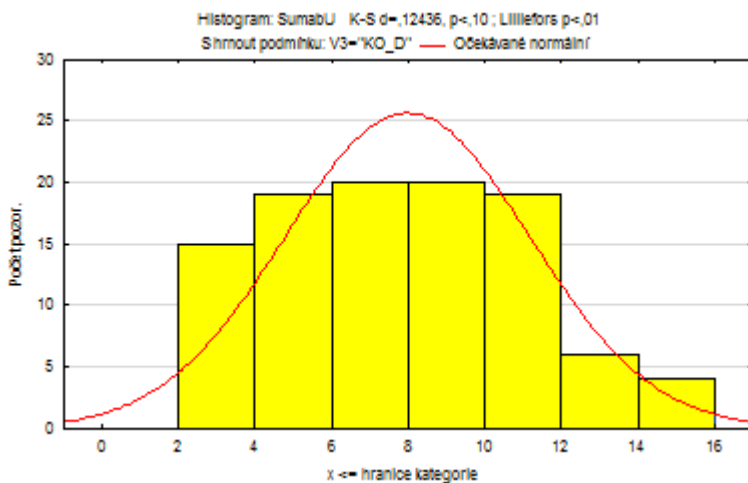
	Popisné statistiky (výstup) shrnout podmínku: V3 = "KO_D"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min.	max.	sm. odch.
sum_bU	103	7,97573	7,70000	2,40000	14,50000	3,20534
RelPoc	103	55,00502	53,10345	16,55172	100,0000	22,10580

Tab.38 Četnost dívek v jednotlivých bodových kategoriích

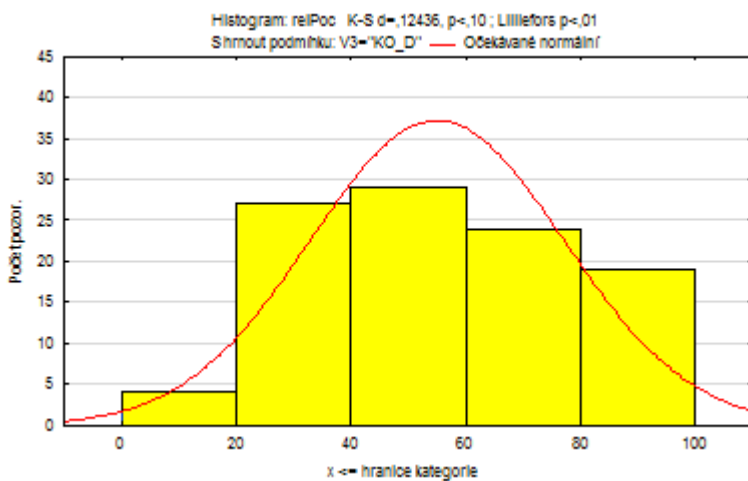
↓	SumabU (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "KO_D" K-S d = 0,12436; p > 0,10; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 2	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
2 < x ≤ 4	15	15	14,56311	14,5631	14,56311	14,5631
4 < x ≤ 6	19	34	18,44660	33,0097	18,44660	33,0097
6 < x ≤ 8	20	54	19,41748	52,4272	19,41748	52,4272
8 < x ≤ 10	20	74	19,41748	71,8447	19,41748	71,8447
10 < x ≤ 12	19	93	18,44660	90,2913	18,44660	90,2913
12 < x ≤ 14	6	99	5,82524	96,1165	5,82524	96,1165
14 < x ≤ 16	4	103	3,88350	100,0000	3,88350	100,0000
ChD	0	103	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.39 Četnost dívek v jednotlivých procentních kategoriích

↓	relPoc (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "KO_D" K-S d = 0,12436; p > 0,10; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
0 < x ≤ 20	4	4	3,88350	3,8835	3,88350	3,8835
20 < x ≤ 40	27	31	26,21359	30,0971	26,21359	30,0971
40 < x ≤ 60	29	60	28,15534	58,2524	28,15534	58,2524
60 < x ≤ 80	24	84	23,30097	81,5534	23,30097	81,5534
80 < x ≤ 100	19	103	18,44660	100,0000	18,44660	100,0000
ChD	0	103	0,00000		0,00000	100,0000



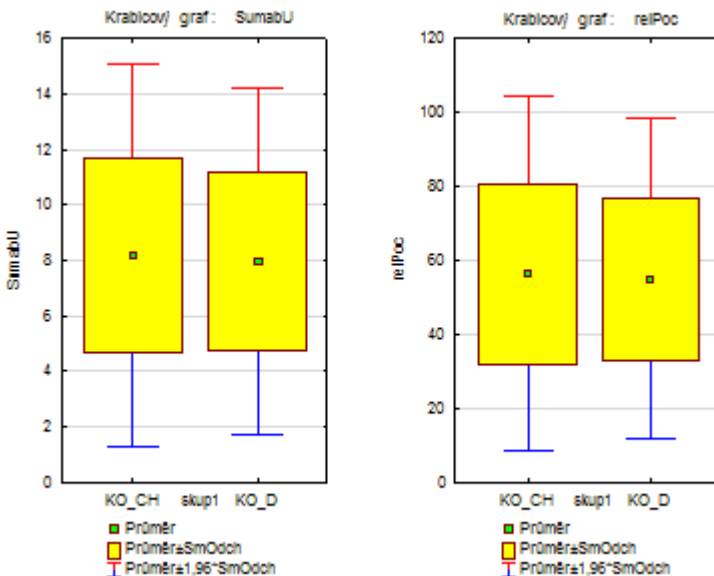
Obr.65 Rozložení četnosti bodů KoD



Obr.66 Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů KoD

Tab.40 Hodnoty jednotlivých proměnných KoCh_KoD

t-testy, grupováno: skup1 (kontrolní skupina chlapců a dívek) Skup.1: KoCh; Skup.2: KoD						
Proměnná	Průměr KoCH	Průměr KoD	t	sv	p	Poč. plat. KoCH
SumabU	8,18952	7,97573	0,456803	206	0,648294	105
relPoc	56,47947	55,00502	0,456803	206	0,648294	105
Proměnná	Poč. plat. KoD	Sm. odch. KoCH	Sm. odch. KoD	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
SumabU	103	3,53316	3,20534	1,215009	0,325072	
relPoc	103	24,36665	22,1058	1,215009	0,325072	



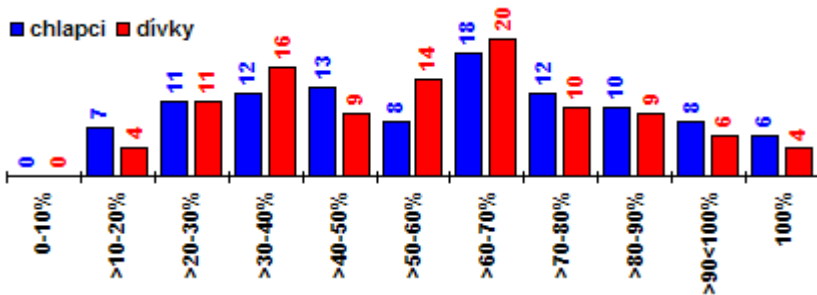
Obr.67 Porovnání bodového zisku a procentní úspěšnosti řešení úkolů KoCh_KoD (ch - chlapci, d - dívky)

Pro hodnocení výkonů jsme přijali námi stanovené skórování. Vycházíme z klasifikace podle průměrné úspěšnosti správných řešení v testu. Při tomto přístupu jsme výsledky výstupního testu zařadili do skupin označujících jednotlivé úrovně prostorové představivosti prokázané výsledky předemtného testu. Tabulka 40 uvádí procentní rozhraní (zařazení výkonu do skupin). Jednotlivé skupiny odrážejí požadavek na prostorovou představivost a uvádíme je jako doporučení pro pedagogickou praxi (další možnosti je stanovení kritérií s označením přísné a velmi přísné).

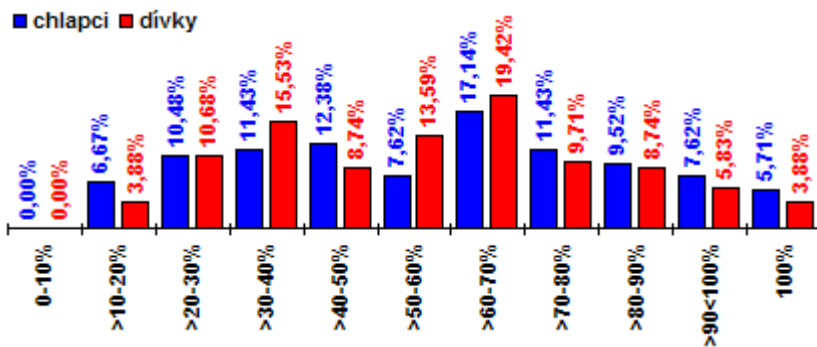
Tab.41 Rozložení úrovně prostorové představivosti žáků kontrolní skupiny

Úroveň prostorové představivosti										
	kritická									
	0-10%		>10-20%		>20-30%					
	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]				
chlapci	0	0	7	6,67	11	10,48				
dívky	0	0	4	3,38	11	10,68				
	nepříznivá					nedostačující				
	>30-40%		>40-50%		>50-60%					
	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]				
chlapci	12	11,43	13	12,38	8	7,62				
dívky	16	15,53	9	8,74	14	13,59				
	dobrá		pozoruhodná						významná	
	>60-70%		>70-80%		>80-90%		>90<100%		100%	
	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]
chlapci	18	17,14	12	11,43	10	9,52	8	7,62	6	5,71
dívky	20	19,42	10	9,71	9	8,74	6	5,83	4	3,88

Na základě dat v tab.41 vidíme, že pouze 51,43 % chlapců (54 ze 105) a 47,57 % dívek (49 ze 103) vyhovělo požadovaným kritériím (dosáhlo více než 60% úspěšnosti). Tabulka 42 vyjadřuje vztah počtu bodů k procentní úspěšnosti (100% úspěšnosti odpovídá hodnota 14,5 bodů) - chlapci a dívky celkem.



Obr.68 Počet žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů



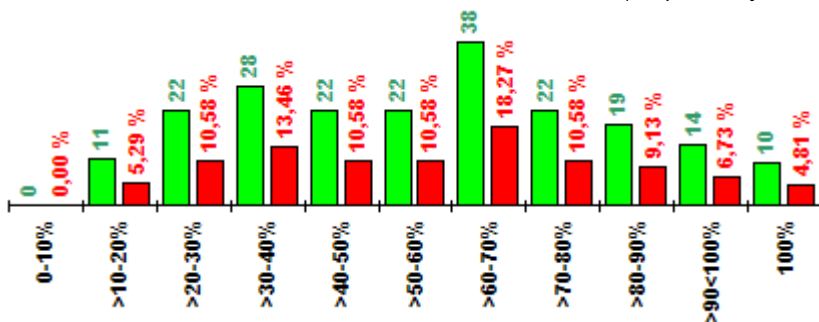
Obr.69 Relativní četnost žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů

Tabulka 42 vyjadřuje vztah počtu bodů k procentuální úspěšnosti (100% úspěšnosti odpovídá hodnota 14,5 bodu) - chlapci a dívky celkem.

Tab.42 Počet žáků kontrolní skupiny umístěných v procentním rozhraní podle získaných bodů celkem

procentní vyjádření	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
počet bodů	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35
procentní vyjádření	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %
počet bodů	7,98	8,70	9,43	10,15	10,88	11,60
procentní vyjádření	35 %	40%	45%	50%		
počet bodů	5,08	5,80	6,53	7,25		
procentní vyjádření	85 %	90%	95%	100%		
počet bodů	12,33	13,05	1,78	14,5		
úroveň - rozhraní	0-10%		>10-20%		>20-30%	
chlapci a dívky celkem	počet	0	11	22		
	rel. poč.	0 %	5,29 %	10,58 %		
úroveň - rozhraní	>30-40%		>40-50%		>50-60%	
chlapci a dívky celkem	počet	28	22	22		
	rel. poč.	13,46 %	10,58 %	10,58 %		
úroveň - rozhraní	>60-70%		>80-90%		>90<100%	
chlapci a dívky celkem	počet	38	19	14	10	
	rel. poč.	18,27 %	9,13 %	6,73 %	4,81 %	

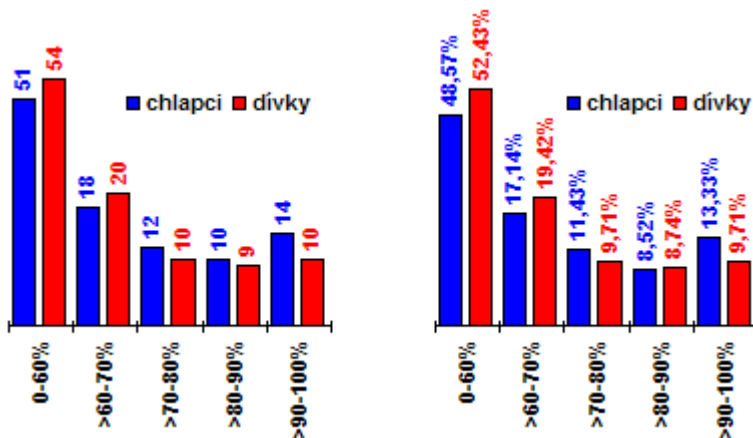
(chlapci a dívky celkem)



Obr.70 Počet a relativní četnost žáků kontrolní skupiny v jednotlivých procentních úrovních prostorové představivosti podle získaných bodů
(chlapci a dívky celkem; data z tab.42)

Tab.43 Rozložení úrovně prostorové představivosti

	Úroveň prostorové představivosti				
	0-60%	>60-70%	>70-80%	>80-90%	>90-100%
	výkon prostorové představivosti				
	neuspokojivý	postačující	dobrý	pozoruhodný	významný
	počet (absolutní/relativní)				
chlapci	51	18	12	10	14
	48,57 %	17,14 %	11,43 %	9,52 %	13,33 %
dívky	54	20	10	9	10
	52,43 %	19,42 %	9,71 %	8,74 %	9,71 %



Obr.71 Počet a relativní četnost žáků v jednotlivých úrovních prostorové představivosti

Na základě výše uvedených dat můžeme konstatovat, že obě skupiny (skupina chlapců a skupina dívek) dosáhly poměrně vyváženého výkonu. Určitý rozdíl výkonu je ve prospěch skupiny chlapců a to zejména na úrovni dobrý, pozoruhodný a významný výkon prostorové představivosti. Zároveň v kategorii neuspokojivý výkon prostorové představivosti, je rozdíl relativně nevýrazný a je v neprospěch dívek.

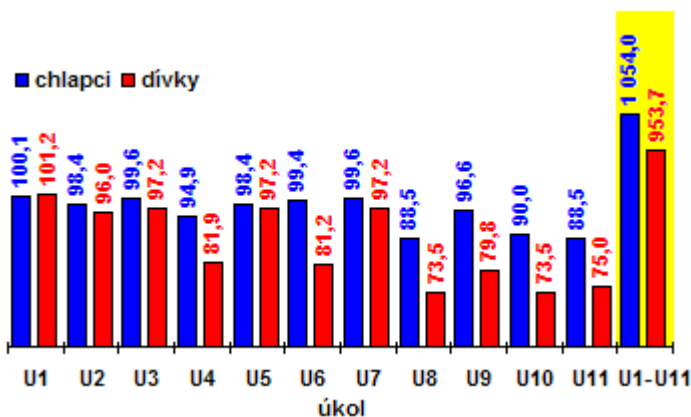
B) Vyhodnocení výstupních dat experimentální skupiny

Výstupním testem byly zkoumány výkony experimentální skupiny chlapců a dívek poté, co na nich byl aplikován záměrný rozvoj prostorové představitivosti. Ze získaných dat uvádíme následující výsledky pro skupiny ExCh (experimentální skupina chlapci) a ExD (experimentální skupina dívky):

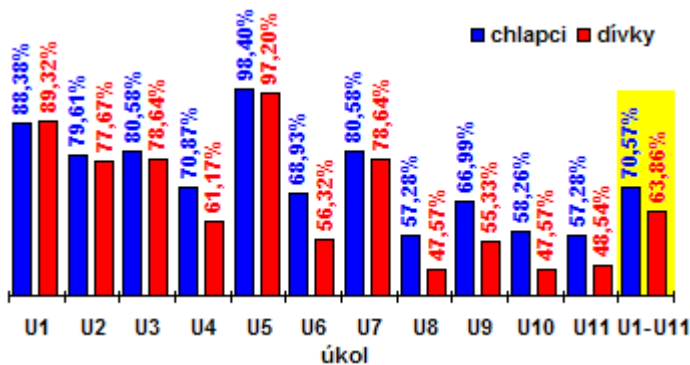
Tab.44 Četnost vyřešených úkolů experimentální skupiny na výstupu

Počet řešitelů		Úkol							
		PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]	PB	Rel [%]
celkem	212	U1		U2		U3		U4	
chlapci	107	100,1	88,35	98,40	79,61	99,60	80,58	94,90	70,87
dívky	105	101,2	89,32	96,00	77,67	97,20	78,64	81,90	61,17
				U6		U7		U8	
chlapci	107	98,40	79,61	99,4	68,93	99,6	80,58	88,5	57,28
dívky	105	97,2	78,64	81,2	56,31	97,2	78,64	73,5	47,57
				U10		U11		Celkem U1-U11	
chlapci	107	96,60	66,99	90,0	58,25	88,50	57,28	1 054	70,57
dívky	105	79,8	55,34	73,5	47,57	75,00	48,54	953,7	63,86

PB - počet bodů; Rel - relativní četnost



Obr.72 Porovnání celkového počtu bodů



Obr.73 Relativní četnost celkového počtu bodů

Tab.45 Popisná statistika ExCH

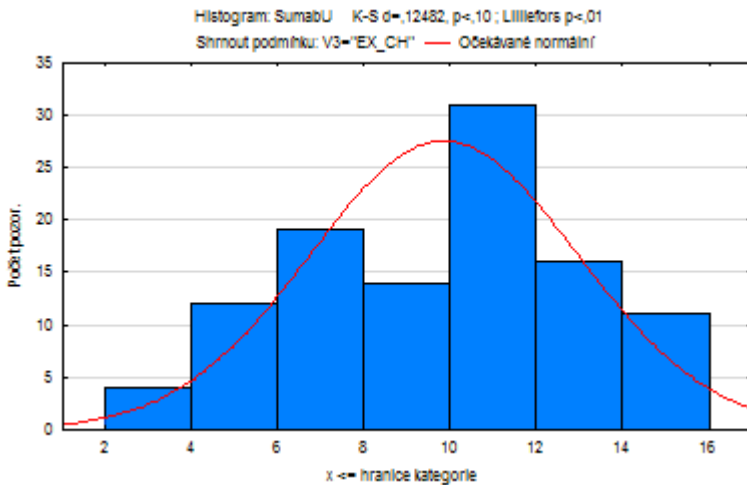
	Popisné statistiky (výstup); shrnout podmínku: V3 = "EX_CH"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min.	max.	sm. odch.
sum_bU	107	9,85047	10,50000	3,80000	14,50000	3,10843
RelPoc	107	67,93426	72,41379	26,20690	100,0000	21,43745

Tab.46 Četnost chlapců v jednotlivých bodových kategoriích

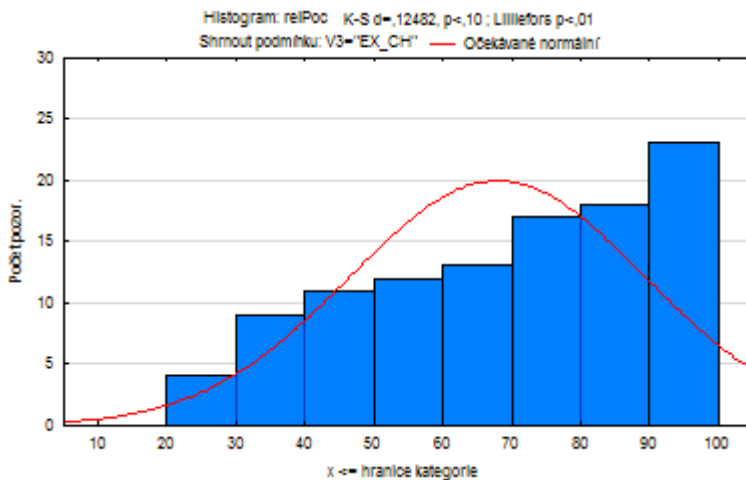
↓	SumabU (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "EX_CH" K-S d = 0,12482; p > 0,10; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
2 < x ≤ 4	4	4	3,73832	3,7383	3,73832	3,7383
4 < x ≤ 6	12	16	11,21495	14,9533	11,21495	14,9533
6 < x ≤ 8	19	35	17,75701	32,7103	17,75701	32,7103
8 < x ≤ 10	14	49	13,08411	45,7944	13,08411	45,7944
10 < x ≤ 12	31	80	28,97196	74,7664	28,97196	74,7664
12 < x ≤ 14	16	96	14,95327	89,7196	14,95327	89,7196
14 < x ≤ 16	11	107	10,28037	100,0000	10,28037	100,0000
ChD	0	107	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.47 Četnost chlapců v jednotlivých procentních kategoriích

↓	relPoc (vyzkum_maj); shrnout podminku V3 = "EX_CH" K-S d = 0,12482; p > 0,10; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
10 < x ≤ 20	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
20 < x ≤ 30	4	4	3,73832	3,7383	3,73832	3,7383
30 < x ≤ 40	9	13	8,41121	12,1495	8,41121	12,1495
40 < x ≤ 50	11	24	10,28037	22,4299	10,28037	22,4299
50 < x ≤ 60	12	36	11,21495	33,6449	11,21495	33,6449
60 < x ≤ 70	13	49	12,14953	45,7944	12,14953	45,7944
70 < x ≤ 80	17	66	15,88785	61,6822	15,88785	61,6822
80 < x ≤ 90	18	84	16,82243	78,5047	16,82243	78,5047
90 < x ≤ 100	23	107	21,49533	100,0000	21,49533	100,0000
ChD	0	107	0,00000		0,00000	100,0000



Obr.74 Rozložení četnosti bodů ExCh



Obr.75 Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů ExCh

Tab.48 Popisná statistika ExD

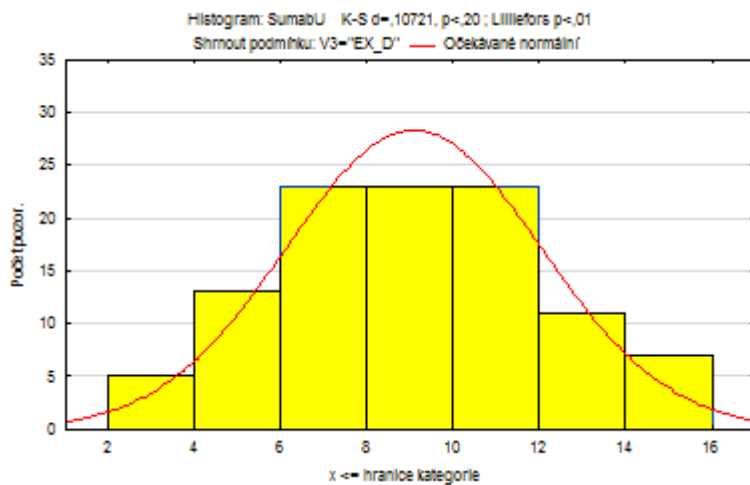
	Popisné statistiky (výstup); shrnout podmínku: V3 = "EX_D"					
proměnná	N platných	průměr	medián	min.	max.	sm. odch.
sum_bU	105	9,08286	8,90000	3,90000	14,5000	2,96085
relPoc	105	62,64039	61,37931	26,89655	100,000	20,41965

Tab.49 Četnost dívek v jednotlivých bodových kategoriích

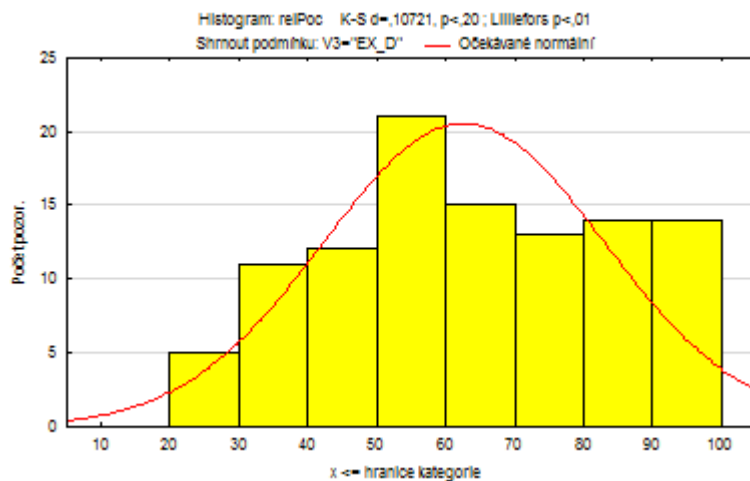
↓	SumabU (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "EX_D" K-S d = 0,10721; p > 0,20; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
$2 < x \leq 4$	5	5	4,76190	4,7619	4,76190	4,7619
$4 < x \leq 6$	13	18	12,38095	17,1429	12,38095	17,1429
$6 < x \leq 8$	23	41	21,90476	39,0476	21,90476	39,0476
$8 < x \leq 10$	23	64	21,90476	60,9524	21,90476	60,9524
$10 < x \leq 12$	23	87	21,90476	82,8571	21,90476	82,8571
$12 < x \leq 14$	11	98	10,47619	93,3333	10,47619	93,3333
$14 < x \leq 16$	7	105	6,66667	100,0000	6,66667	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000

Tab.50 Četnost dívek v jednotlivých procentních kategoriích

↓	relPoc (vyzkum_maj); shrnout podmínku V3 = "EX_D" K-S d = 0,10721; p > 0,20; Lilliefors p < 0,01					
kategorie	četnost	kumulativní četnost	rel. četnost (platných)	kumul. % (platných)	rel. četnost (všech)	kumul. % (všech)
$10 < x \leq 20$	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
$20 < x \leq 30$	5	5	4,76190	4,7619	4,76190	4,7619
$30 < x \leq 40$	11	16	10,47619	15,2381	10,47619	15,2381
$40 < x \leq 50$	12	28	11,42857	26,6667	11,42857	26,6667
$50 < x \leq 60$	21	49	20,00000	46,6667	20,00000	46,6667
$60 < x \leq 70$	15	64	14,28571	60,9524	14,28571	60,9524
$70 < x \leq 80$	13	77	12,38095	73,3333	12,38095	73,3333
$80 < x \leq 90$	14	91	13,33333	86,6667	13,33333	86,6667
$90 < x \leq 100$	14	105	13,33333	100,0000	13,33333	100,0000
ChD	0	105	0,00000		0,00000	100,0000



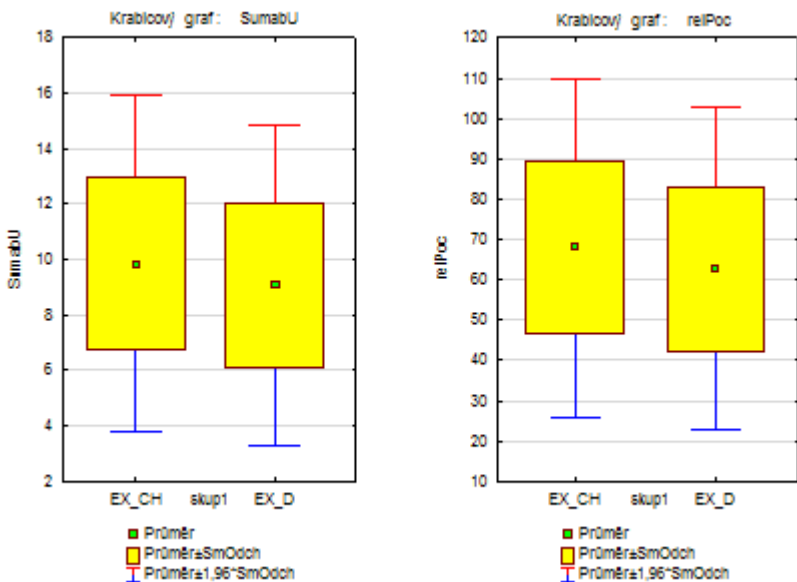
Obr.76 Rozložení četností bodů ExD



Obr.77 Rozložení procentní úspěšnosti v řešení úkolů ExCh

Tab.51 Hodnoty jednotlivých proměnných ExCH_ExD

t-testy, grupováno: skup1 (experimentální skupina chlapců a dívek) Skup.1: ExCh; Skup.2: ExD						
Proměnná	Průměr ExCH	Průměr ExD	t	sv	p	Poč. plat. ExCH
SumabU	9,85047	9,08286	1,840447	210	0,067114	107
relPoc	67,93426	62,64039	1,840447	210	0,067114	107
Proměnná	Poč. plat. ExD	Sm. odch. ExCH	Sm. odch. ExD	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
SumabU	105	3,10843	2,96085	1,102173	0,619594	
relPoc	105	21,43745	20,41965	1,102173	0,619594	



Obr.78 Porovnání bodového zisku a procentní úspěšnosti řešení úkolů ExCh_ExD (ch - chlapci, d - dívky)

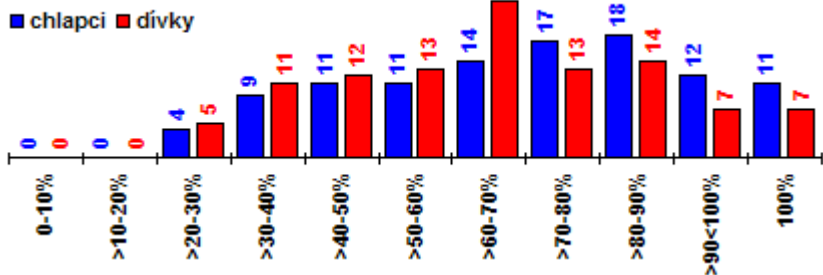
Rovněž pro výkony experimentálních skupin jsme přijali námi stanovené skórování. Vycházíme z klasifikace podle průměrné úspěšnosti správných

řešení v testu. Stejně jako v případě kontrolních skupin jsme výsledky výstupního testu zařadili do skupin označujících jednotlivé úrovně prostorové představivosti prokázáno výsledky předmětného testu. Tabulka 52 uvádí procentní rozhraní (zařazení výkonu do skupin). Jednotlivé skupiny odrážejí požadavky na prostorovou představivost a uvádíme je jako doporučení pro pedagogickou praxi (další možností je stanovení kritérií s označením přísné a velmi přísné).

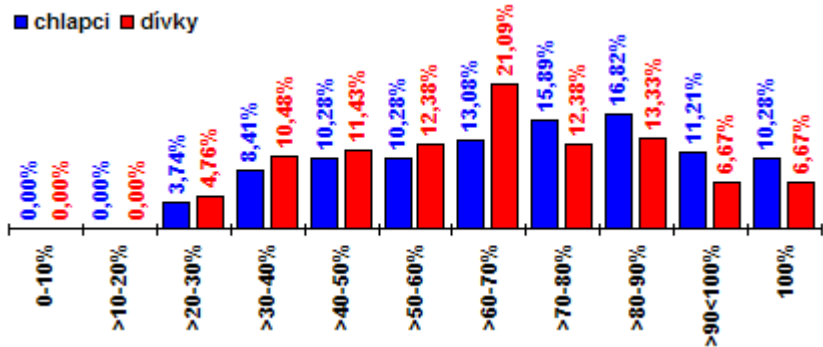
Tab.52 Rozložení úrovně prostorové představivosti žáků experimentální skupiny

Úroveň prostorové představivosti										
	kritická									
	0-10%		>10-20%		>20-30%					
	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]				
chlapci	0	0	0	0	4	3,74				
dívky	0	0	0	0	5	4,76				
	nepříznivá					nedostačující				
	>30-40%		>40-50%		>50-60%					
	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]				
chlapci	9	8,41	11	10,28	11	10,28				
dívky	11	10,48	12	11,43	13	12,38				
	dobrá		pozoruhodná						významná	
	>60-70%		>70-80%		>80-90%		>90<100%		100%	
	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]	počet	RP [%]
chlapci	14	13,08	17	15,89	18	16,82	12	11,21	11	10,28
dívky	23	21,09	13	12,38	14	13,33	7	6,67	7	6,67

Na základě dat v tab.52 vidíme, že v úspěšnosti řešení úkolů došlo k překročení hranice 60 % (požadované kritérium), tj. hranici 60 % překročilo 65,42 % chlapců (72 ze 107) a 60,95 % dívek (64 ze 105). Tabulka 53 vyjadřuje vztah počtu bodů k procentní úspěšnosti (100% úspěšnosti odpovídá hodnota 14,5 bodů) - chlapci a dívky celkem.



Obr.79 Počet žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů



Obr.80 Relativní četnost žáků v procentním rozhraní úspěšnosti řešených úkolů

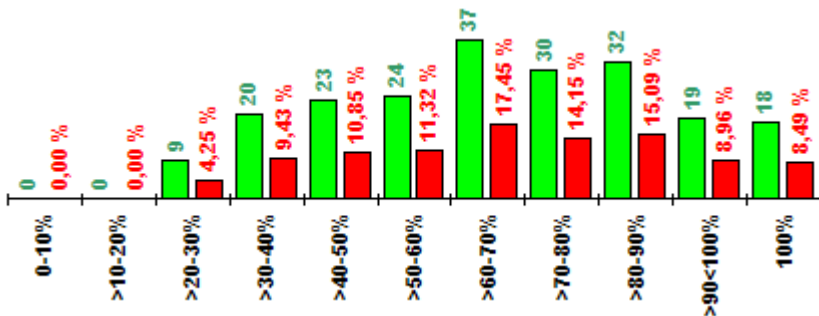
Tab.53 Počet žáků experimentální skupiny umístěných v procentním rozhraní podle získaných bodů celkem

procentní vyjádření	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
počet bodů	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35
procentní vyjádření	35 %	40%	45%	50%	55%	60%
počet bodů	5,08	5,80	6,53	7,25	7,98	8,70
procentní vyjádření	65%	70%	75%	80%		
počet bodů	9,43	10,15	10,88	11,60		
procentní vyjádření	85%	90%	95%	100%		
počet bodů	12,33	13,05	1,78	14,5		

Tab.53 - pokračování

úroveň - rozhraní		0-10%	>10-20%	>20-30%	
chlapci a dívky celkem	počet	0	0	9	
	rel. poč.	0 %	0 %	4,25 %	
úroveň - rozhraní		>30-40%	>40-50%	>50-60%	
chlapci a dívky celkem	počet	20	23	24	
	rel. poč.	9,43 %	10,85 %	11,32 %	
úroveň - rozhraní		>60-70%	>80-90%	>90<100%	100%
chlapci a dívky celkem	počet	37	32	19	18
	rel. poč.	17,45 %	15,09 %	8,96 %	8,49 %

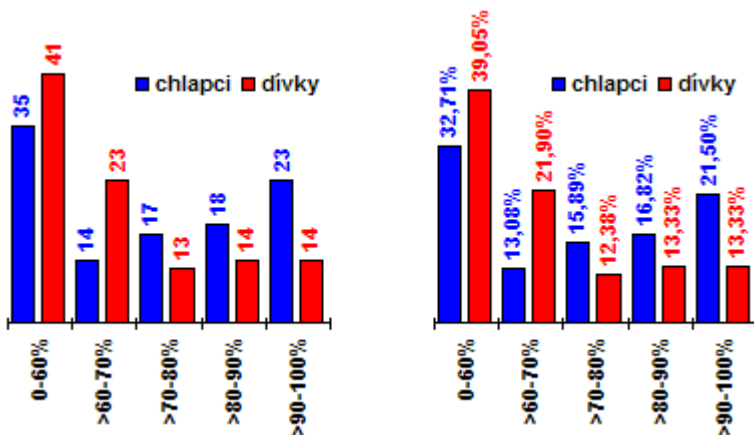
(chlapci a dívky celkem)



Obr.81 Počet a relativní četnost žáků experimentální skupiny v jednotlivých procentních úrovních prostorové představivosti podle získaných bodů
(chlapci a dívky celkem; data z tab.53)

Tab.54 Rozložení úrovně prostorové představivosti

	Úroveň prostorové představivosti				
	0-60%	>60-70%	>70-80%	>80-90%	>90-100%
	výkon prostorové představivosti				
	neuspokojivý	postačující	dobrý	pozoruhodný	významný
	počet (absolutní/relativní)				
chlapci	35	14	17	18	23
	32,71	13,08	15,89	16,82	21,50
dívky	41	23	13	14	14
	39,05	21,90	12,38	13,33	13,33



Obr.82 Počet a relativní četnost žáků v jednotlivých úrovních prostorové představivosti

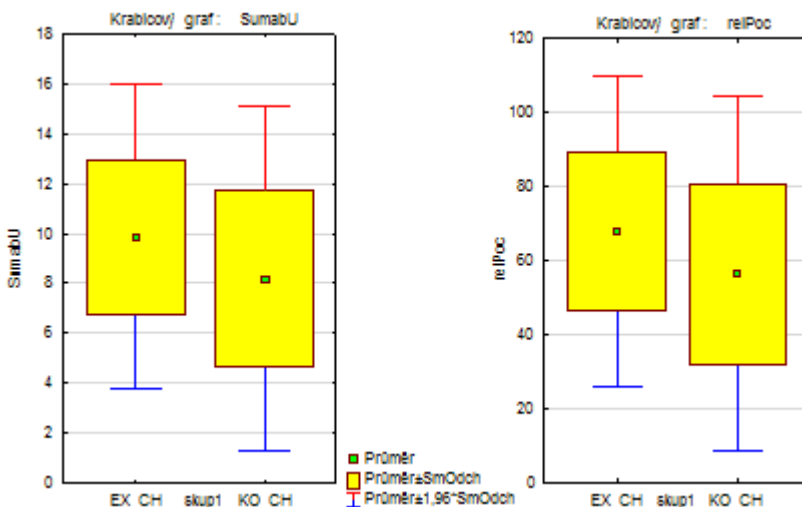
Výše uvedená data vykazují rozdíl ve výkonu ve prospěch skupiny chlapců a to zejména na vyšších úrovních prostorové představivosti. V neprospěch dívek mluví jejich větší zastoupení v kategorii neuspokojivé úrovně. Při porovnávání výkonů chlapců a dívek je vidět významnější rozdíl, o kterém se domníváme, že vznikl na základě realizace intervenčního zásahu.

C) Srovnání výstupních dat kontrolní a experimentální skupiny

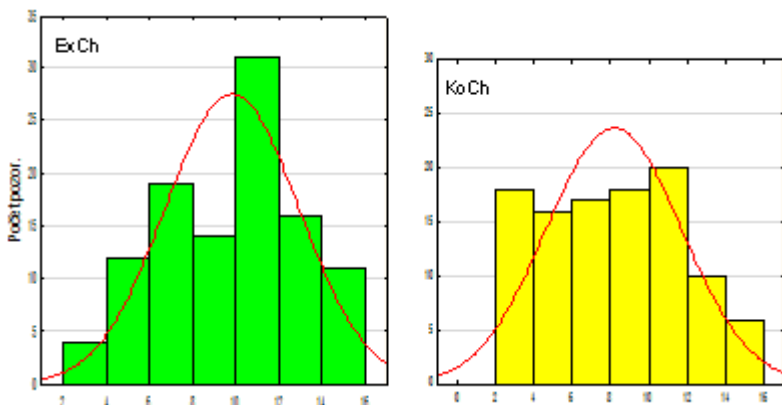
Strategii výzkumu dáme v dalším do souvislosti s uvedenou intervencí, tj. získaná data na výstupu budeme analyzovat ve smyslu porovnávání jednotlivých skupin a to KoCh, ExCh, KoD a ExD.

Tab.55 Hodnoty jednotlivých proměnných ExCh_KoCh

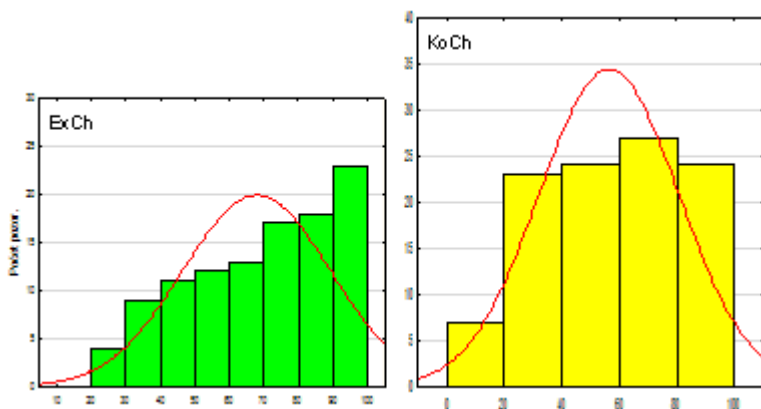
t-testy, grupováno: skup1 (experimentální a kontrolní skupina chlapců) Skup.1: ExCh; Skup.2: KoCh						
Proměnná	Průměr ExCh	Průměr KoCh	t	sv	p	Poč. plat. ExCh
SumabU	9,85047	8,18952	3,635871	210	0,000349	107
relPoc	67,93426	56,47947	3,635871	210	0,000349	107
Proměnná	Poč. plat. KoCh	Sm. odch. ExCh	Sm. odch. KoCh	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
SumabU	105	3,10843	3,53316	1,291950	0,190676	
relPoc	105	21,43745	24,366665	1,291950	0,190676	



Obr.83 Porovnání bodového zisku a relativní četnosti ExCh a KoCh



Obr.84 Rozložení četnosti bodového zisku ExCh a KoCh



Obr.85 Porovnání relativní četnosti bodového zisku ExCh a KoCh

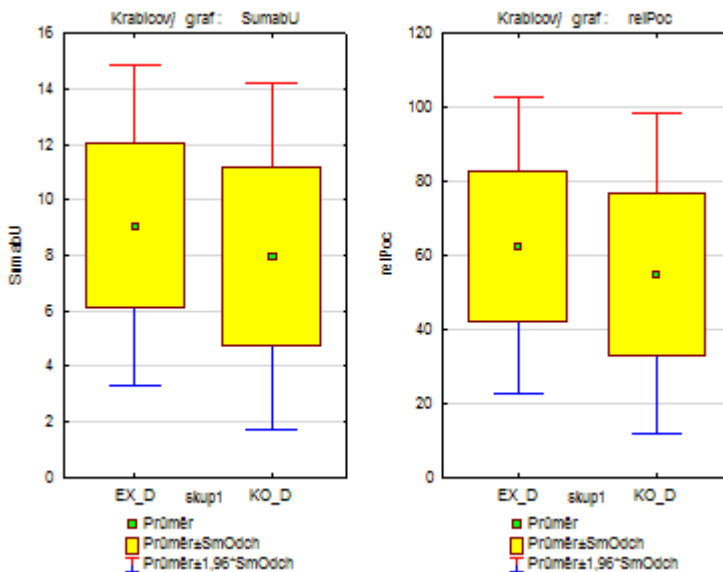
Z porovnání výsledků ExCh a KoCh vidíme, že ve skupině ExCh je četnost více posunuta za hranici 60 %. Ve všech dvou proměnných je zaznamenán signifikantní rozdíl v úrovni na hladině 0,01. V každé proměnné je to ve prospěch chlapců v experimentální skupině, což můžeme připsat předmětnému intervenčnímu zásahu.

Poznámka:

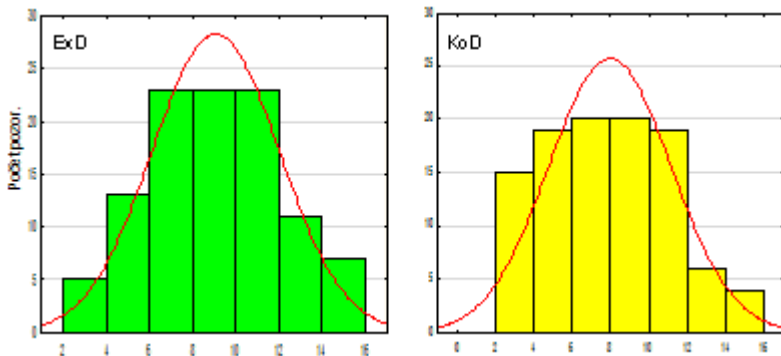
Rozdílná výška obrázků histogramů je dána úpravou obrazového výstupu statistického programu tak, aby u vertikálních os došlo k souhlasu měřítek.

Tab.56 Hodnoty jednotlivých proměnných ExD_KoD

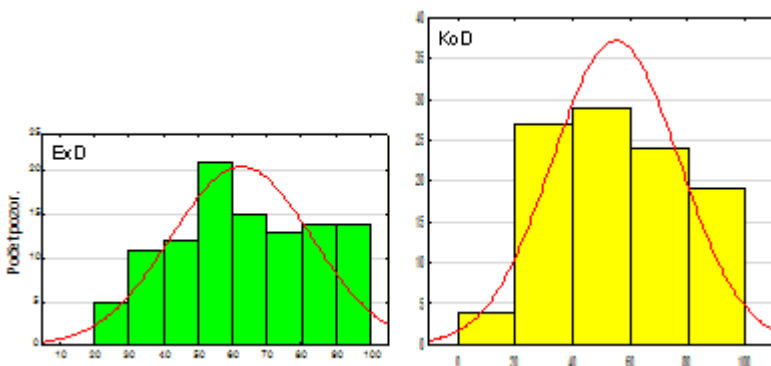
t-testy, grupováno: skup1 (experimentální a kontrolní skupina dívek) Skup.1: ExD; Skup.2: KoD						
Proměnná	Průměr ExD	Průměr KoD	t	sv	p	Poč. plat. ExD
SumabU	9,08286	7,97573	2,588325	206	0,010331	105
relPoc	62,64039	55,00502	2,588325	206	0,010331	105
Proměnná	Poč. plat. KoD	Sm. odch. ExD	Sm. odch. KoD	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
SumabU	103	2,96085	3,20534	1,171968	0,421587	
relPoc	103	20,41965	22,10580	1,171968	0,421587	



Obr.86 Porovnání bodového zisku a relativní četnosti ExD a KoD



Obr.87 Rozložení četnosti bodového zisku ExD a KoD

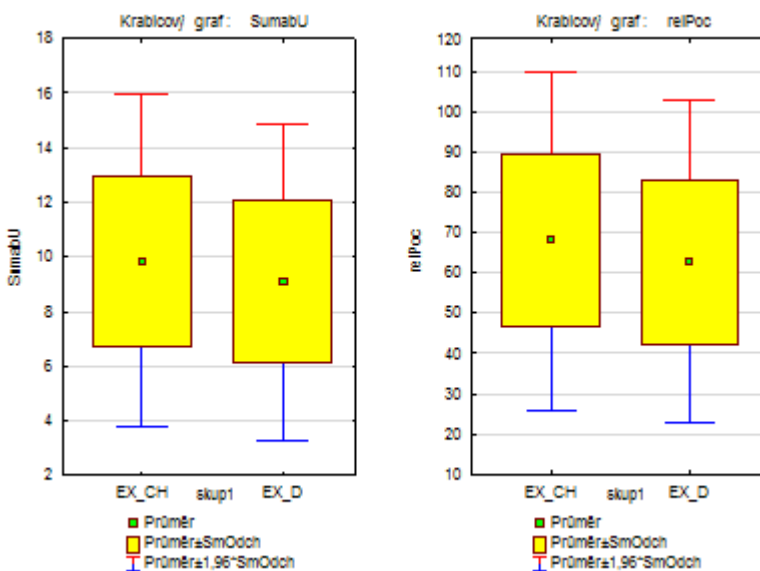


Obr.88 Porovnání relativní četnosti bodového zisku ExD a KoD

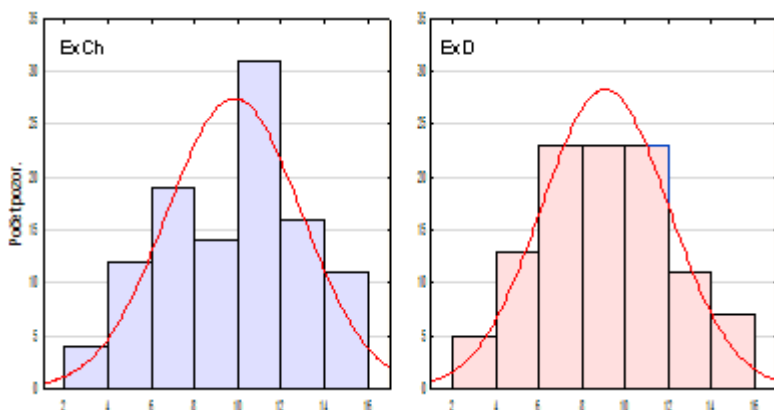
Z porovnávání výsledků ExD a KoD vidíme, že ve skupině ExD je četnost více posunuta za hranici 60 %. Ve všech dvou proměnných je zaznamenán signifikantní rozdíl v úrovni na hladině 0,05. V každé proměnné je rozdíl ve prospěch dívek v experimentální skupině, což můžeme připsat předmětnému intervenčnímu zásahu.

Tab.57 Hodnoty jednotlivých proměnných ExCh_ ExD

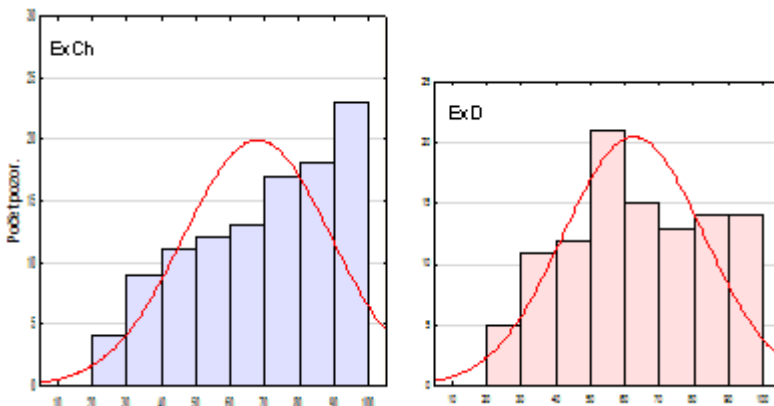
t-testy, grupováno: skup1 (experimentální skupiny chlapců a dívek) Skup.1: ExCh; Skup.2: ExD						
Proměnná	Průměr ExCh	Průměr ExD	t	sv	p	Poč. plat. ExCh
SumabU	9,85047	9,08286	1,840447	210	0,67114	107
relPoc	67,93426	62,64039	1,840447	210	0,67114	107
Proměnná	Poč. plat. ExD	Sm. odch. ExCh	Sm. odch. ExD	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
SumabU	105	3,10843	2,96085	1,102173	0,619594	
relPoc	105	21,43745	20,41965	1,102173	0,619594	



Obr.89 Porovnání bodového zisku a relativní četnosti ExCh a ExD



Obr.90 Rozložení četnosti bodového zisku ExCh a ExD

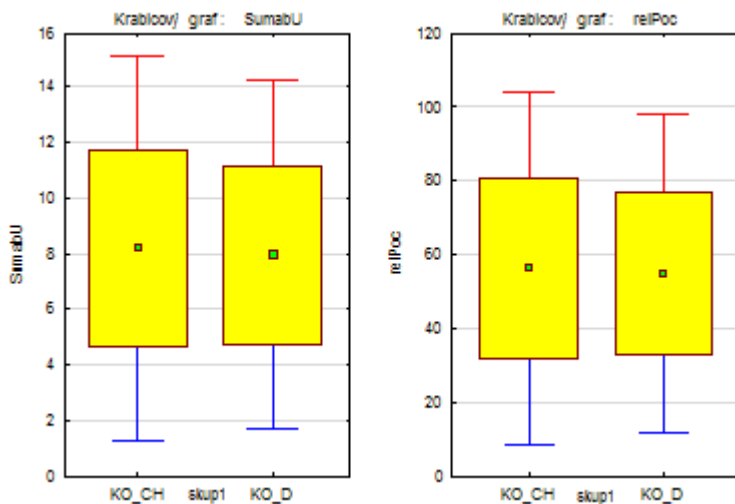


Obr.91 Porovnání relativní četnosti bodového zisku ExCh a ExD

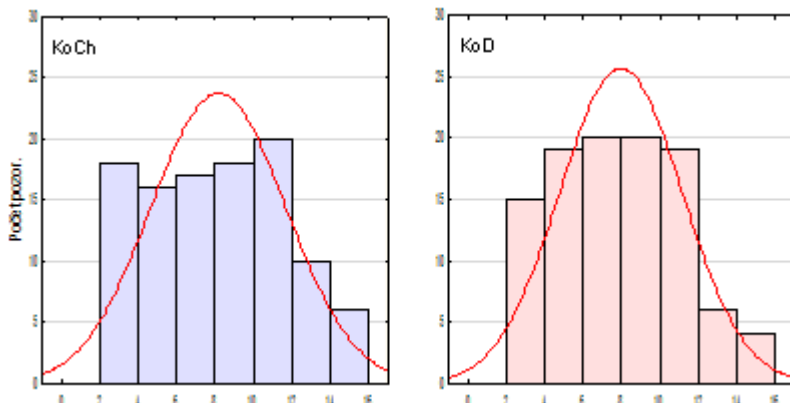
Z porovnání výsledků ExCh a ExD vidíme, že ve skupině ExCh je hodnota úrovně vyšší, ale signifikantní rozdíl mezi chlapci a dívkami experimentálních skupin statistika nepotvrdila. Tento stav si vysvětlujeme jako jev, ke kterému může dojít v případě záměrného rozvoje prostorové představitivosti, tj. rodová rozdílnost při záměrném rozvoji prostorové představitivosti nemusí sehrát, při testování úrovně, statisticky významný rozdíl.

Tab.58 Hodnoty jednotlivých proměnných KoCh_KoD

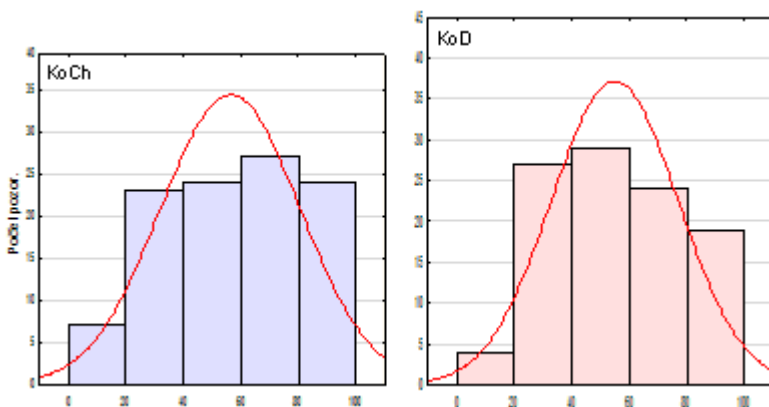
t-testy, grupováno: skup1 (kontrolní skupiny chlapců a dívek) Skup.1: KoCh; Skup.2: KoD						
Proměnná	Průměr KoCh	Průměr KoD	t	sv	p	Poč. plat. KoCh
SumabU	8,18952	7,97573	0,456803	206	0,648294	105
relPoc	56,47947	55,00502	0,456803	206	0,648294	105
Proměnná	Poč. plat. KoD	Sm. odch. KoCh	Sm. odch. KoD	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
SumabU	103	3,533316	3,20534	1,215009	0,325072	
relPoc	103	24,36665	22,10580	1,215009	0,325072	



Obr.92 Porovnání bodového zisku a relativní četnosti KoCh a KoD



Obr.93 Rozložení četnosti bodového zisku KoCh a KoD



Obr.94 Porovnání relativní četnosti bodového zisku KoCh a KoD

Z porovnání výsledků KoCh a KoD vidíme, že ve skupině KoCh je hodnota úrovně vyšší, ale signifikantní rozdíl mezi chlapci a dívkami kontrolních skupin statistika nepotvrdila. Pokud hypoteticky připustíme, že se rodová rozdílnost může projevit v úrovni prostorové představivosti ve prospěch chlapců, tak v případě nezáměrného rozvoje je třeba hodnotit tuto úroveň ve větším časovém rozpětí.

ZÁVĚR

Aplikace nově vytvořeného, resp. inovovaného, edukačního modelu do praxe má představovat systémové a koncepční změny ve vzdělávacím systému výuky daného předmětu. Tato skutečnost mění zároveň přístup k organizování a řízení poznávacího procesu s porozuměním. Ze strategického hlediska jde o cíl učitele aktivovat styly učení a reagovat na nejnovější trendy výuky a společenské požadavky.

K pocitu měnit zažitý způsob výuky mohou přispět výzkumem zjištěné skutečnosti o souvislostech probíhajících edukačních procesů. Realizovaným výzkumem chceme přispět k optimalizaci rozvoje prostorové (geometrické) představivosti. V kontextu uvedeného jsme ověřovali účinnost nově vytvořeného edukačního modelu, který prezentuje záměrný rozvoj prostorové představivosti.

Na základě výsledků výzkumu můžeme konstatovat, že se experimentální skupina homogenizovala - došlo ke zmenšení variability, tj. došlo k vyšší úrovni prostorové představivosti. Předpokládáme, že výše uvedené konstatování ovlivnil předmětný edukační model, tj. měl pozitivní vliv na záměrný rozvoj prostorové představivosti. Pozitivní význam připisujeme synergickému efektu, který využívají pracovní listy aplikované na experimentální skupinu. S tím související aktivity zdůvodňujeme potřebou podpořit oblast samostatné řízení práce, která je zaměřena na pozitivní ovlivnění rozvoje technické gramotnosti a to zejména v oblasti grafické komunikace, řešení technických problémů souvisejících s návrhovou a konstruktérskou činností, a podobně.

Výzkumem predikované a následně ověřené jevy mají přispět ke vzniku nových didaktických souvislostí. To je dáno samotným charakterem přirozeného pedagogického výzkumu, jehož realizací přispíváme do struktury vývoje pedagogického působení se strategickou funkcí vyjadřovat se k organizování a řízení rozvoje prostorové představivosti prostřednictvím samostatné řízení práce žáků. Předmětným výzkumem chceme přispět k inovativním strategiím záměrného rozvoje prostorové představivosti. V rámci tohoto přístupu nabízíme pedagogické praxi následující doporučení:

- vypracovat obsahové a výkonnostní standardy pro jednotlivé úrovně prostorové představivosti. Šlo by například o standardy odrážející požadavky na úroveň prostorové představivosti žáků základní školy v počátečním stadiu jejího rozvoje. Jiné standardy by odrážely úroveň prostorové představivosti v počátcích poznávacího procesu o pravoúhlém a axonometrickém zobrazování v technice. Jinou úroveň prostorové před-

stavivosti budou reprezentovat standardy odrážející požadavek na rozvoj konstruktérských a návrhových schopností a dovedností.

- učební pomůcky (např. Pracovní listy), určené k podpoře rozvoje prostorové představivosti, budou kromě kritérií na učební pomůcku, podléhat specifickým požadavkům, jako například:
 - aplikované úlohy budou spolehlivě zaměřovat pozornost a aktivitu žáků na rozvoj prostorové představivosti,
 - typ úloh svou náročností nevyvolá přetíženost žáků,
 - návrhu úloh bude předcházet didaktická analýza jevů ve smyslu udržování pozornosti didaktickým principem, organizačním a řídicím schémátům samostatně řízené práce žáků,
 - pro práci s edukačním modelem, zaměřeným na rozvoj prostorové představivosti podporujícího technickou gramotnost, připravit učitele ve smyslu jejich angažovanosti získat profesní dovednosti působit odborně v dané oblasti.

Míra účinnost námi zkoumaného edukačního modelu je výsledkem souboru vztahů určité uspořádanosti, pravidelnosti, individuálnosti a subjektivity. Uvedené atributy jsou ovlivňovány specifiky rozvoje prostorové představivosti (např. mentální schopnosti, jako je myšlenková rotace, myšlenkové posouvání, aj.). V kontextu uvedeného má aplikace edukačního modelu ovlivnit řešení dané problematiky v oblastech jako:

- **změny** - aplikace má mít dynamický charakter, tj. edukační model se bude vyvíjet tak, jak se budou vyvíjet schopnosti a dovednosti studujících a studujících v rámci poznávacího procesu s porozuměním.
- **výzkum** - problematika rozvoje prostorové představivosti má podléhat výzkumným aktivitám s předpokladem, že všechny jejich závěry přispějí do diskuse o optimalizujících faktorech, které posunou současné trendy blíže k potřebám studujících.
- **kompetence učitele** - tvůrce, resp. aplikátor inovačních změn, hraje klíčovou úlohu a je proto nutné, aby se tato problematika stala součástí profilace budoucích učitelů. Zažitý způsob výuky může změnit sám učitel a zároveň jím aktivovat styly a strategie učení. Změnu stylu učení a strategie však musí pocítovat jako nutnost reagovat na rozvojové trendy, např. navrhováním edukačních modelů.
- **uvědomění** - aktéři rozvoje prostorové představivosti vezmou na vědomí, že:
 - problematika prostorové představivosti nepůsobí izolovaně,

- ▶ jsou činnosti, které určitou úroveň prostorové představivosti předpokládají (např. schopnosti a dovednosti technicky zobrazovat, resp. zobrazené číst, realizovat konstruktérskou a návrhovou činnost),
- ▶ samostatná řízená práce žáků, rozvíjející prostorovou představivost, vyžaduje systémový a koncepční přístup v rámci celého vzdělávacího systému, resp. školní politiky,
- ▶ učící se je schopen z vnějšího prostředí přijímat objektivní realitu s tím, že se ocitá v pozici, kdy je sám sobě objektem i subjektem výchovy a vzdělávání, tj. sám sebe vychovává a vzdělává. Je veden k tomu, aby s informacemi uměl pracovat, orientovat se v nich a následně je přeměňovat na znalosti.

Na závěr je třeba zdůraznit, že záměrný rozvoj prostorové představivosti dosáhne kvalitativně vyšší úroveň, pokud systémy podporující porozumění nebudou do reálného edukačního prostředí transformovány jednoznačně. Je na učiteli, aby volil takové, které zohlední specifické osobnostní zvláštnosti i osobnostní předpoklady studujících.

POUŽITÉ ZDROJE

- BEISETZER, P. *Edukačný model rozvoja zručností technického zobrazovania*. Prešov. FHPV PU. 2012. ISBN 978-80-555-0627-2.
- BEISETZER, P. *Priestorová predstavivosť - rozvoj s podporou pracovných listov*. Prešov. PU v Prešove. 2016. ISBN 978-80-555-1627-1.
- BEISETZER, P. *Priestorová predstavivosť v kontexte aktivít učiteľa*. In *Aktivnošč podmiotów edukacji*. Nowz Sasz. PL. Wyższa Szkoła Zawodowa. 2014. s.121-126. ISBN 978-83-63196-64-6.
- BEISETZER, P. *Priestorová predstavivosť v kontexte edukačného modelu*. In *Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů MVVTP* 2015. Hradec Králové. Gaudeamus. s.11-12. ISBN 978-80-7435-555-4.
- BEISETZER, P. *Priestorová predstavivosť v kontexte technického kreslenia*. In *Modernizace vysokoškolské výuky technických predmetu MVVTP* 2015. Hradec Králové. Gaudeamus. s.12-13. ISBN 978-80-7435-555-4.
- BEISETZER, P. *Technické zobrazovanie a virtuálne výučbové prostredie*. In *Súčasný trendy elektronického vzdelávania 2013*. Prešov. FHPV PF. 2013. s.9-12. ISBN 978-80-555-0745-3. (CD-ROM)
- BEISETZER, P. - MAJHEROVÁ, M. *Výskum priestorovej predstavivosti*. Prešov. FHPV PU. 2016. ISBN 978-80-555-1628-8.
- BEISETZER, P. - BURGEROVÁ, J. *Spatial visualization ability in the context of intentional development*. In *Selected problems education and prevention of early school children*. Opole. 2015. s.31-38. ISBN 978-83-62683-72-7.
- BEISETZER, P. - J. BURGEROVÁ. *Edukačný model rozvoja priestorovej predstavivosti*. In *História, súčasnosť a perspektívy vzdelávania na Pedagogickej fakulte Prešovskej univerzity v Prešove*. Prešov. PU. 2014. s.383-388. ISBN 978-80-555-1237-2.
- BEISETZER, P. - MANĚNA, V. *Virtual Learning Environment and Educational Model. Advanced educational technology and information engineering (AETIE 2015)*. Lancaster. DEStech. 2015. ISBN 978-1-60595-245-1. Kód UT ISI 000361831300046.
- BEISETZER, P. - MANĚNA, V. - HUBALOVSKÝ, Š. *Technical Projection and Virtual Learning Environment. Advanced educational technology and information engineering (AETIE 2015)*. Lancaster. DEStech. 2015. ISBN 978-1-60595-245-1.
- DUCHOVIČOVÁ, M. 2012. *Rozvíjanie priestorovej predstavivosti pomocou výtvarných techník*. In *Technika a vzdelávanie*. 1/2012. s.60-63. ISSN 1338-9742.
- ĎURIČ, L. - BRATSKÁ, M. a kol. *Pedagogická psychológia*. Bratislava. SPN. 1997. ISBN 80-08-02498-4.
- GERGELITSOVÁ, Š. - HOLAN, T. *Hříčky pro rozvoj prostorové orientace*. In Hašek, R. (ed.). *Sborník 3. konference Užítí počítačů ve výuce matematiky*. České Budějovice. JČU. 2007. s.61-66. ISBN 978-80-7394-048-5.
- MOLNÁR, J. *Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii*. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci. 2004. ISBN 80-244-0927-5.

MOLNÁR, J. - PERNÝ, J. - STOPENOVÁ, A. *Prostorová predstavivosť a prostriedky k jejimu rozvoju*. JČMF. 2006. Dostupné z: <[PERNÝ, J. Geometrické skládanky. In *Od činnosti k poznatku*. Smí. ZČU. 2003. ISBN 80-7082-955-9.](http://www.google.sk/#hl=sk&gs_nf=3&cp=96&gs_id=b&xhr=t&q=MOLN%C3%81R,+J.+%E2%80%93+PERN%C3%9D,+J.+%E2%80%93+STOPENOV%C3%81,+A.:+Prostorov%C3%A1+p%C5%99edstavivosť+a+prost%C5%99edky+k+jej%C3%ADmu+rozvoji.&pf=p&tbo=d&output=search&scient=psy-ab&oq=MOLN%C3%81R,+J.+%E2%80%93+PERN%C3%9D,+J.+%E2%80%93+STOPENOV%C3%81,+A.:+Prostorov%C3%A1+p%C5%99edstavivosť+a+prost%C5%99edky+k+jej%C3%ADmu+rozvoji.+&gs_l=&pbx_1=bav=on.2,or_r_gc.r_pw.r_qf.&fp=38401273bc8d1908&bpcl=38897761&biw=1600&bih=747> [cit.2015-11-20]</p></div><div data-bbox=)

PERNÝ, J. *Prostorová predstavivosť a sieť tělesa*. Matematika jako prostředí pro rozvoj osobnosti žáka primární školy. Olomouc. UP. 2006. ISBN 80-244-0618-X.

PERNÝ, J. *Tvořivost k rozvoji prostorové představivosti*. Liberec. TUL. 2004. ISBN 80-7083-802-7.

RUMANOVÁ, L. - J. ZÁHORSKÁ. Možnosti využitia štvorcovej siete vo vyučovaní geometrie. 2012. In *Matematika 5 - Specifika matematické edukace v prostredí primární školy*. Acta universitatis Palackianae Olomucensis. Olomouc. UP. 2012. s.246-254. ISBN 978-80-244-3048-5.

SLEZÁKOVÁ, J. - MOLNÁR, J. Testovani geometricke predstavivosti v rovině. In *E-pedagogium III/2011*. Olomouc. PF UP. 2011. s.80-96. ISSN 1213-7499.

ŠEDIVÝ, O. et al. *Stereometria. Umenie vidieť a predstavovať si priestor*. Nitra. UKF. 2007. ISBN 978-80-8094-180-2.

TOMKOVÁ, V. *Priestorová predstavivosť vo vzdelávaní na základnej škole*. Olomouc. GEVAK. 2012. ISBN 978-80-86768-36-6.

TOMKOVÁ, V. *Technická neverbálna komunikácia*. Nitra. UKF. 2013. ISBN 978-80-558-0367-8.

TOMKOVÁ, V. *Význam priestorovej predstavivosti v technickom vzdelávaní*. 2012. ISSN 2080-9069.

VIDERMANOVÁ, K. - VIZIOVÁ, A. - ZÁHORSKÁ, J. Analýza žiackych chýb pri konštrukcii rezov telies a možnosti ich odstránenia využitím programu Cabri 3D. In *Acta Mathematica 15*. Nitra UKF 2012. s.179-189. ISBN 978-80-558-0135-3.

ŽIDEK, O. Manipulačná činnosť ako prostriedok pri budovaní geometrických predstáv a poznatkov. In *Od činnosti k poznatku*. Smí. ZČU. 2003. s.84-86. ISBN 80-7082-955-9.

<http://profuvsvet.ic.cz/search.php?rsvelikost=sab&rstext=all-phpRS-all&rstema=8> [cit.2015-03-04]

<http://sk.wikipedia.org/wiki/Predstavivos%C5%A5> [cit.2014-02-16]

<http://www.ddm.fmph.uniba.sk/files/EMATIK/Palaj.pdf> [cit.204-01-14]

http://www.fi.uu.nl/toepassing/00207/toepassing_rekenweb.html [cit.2015-10-10]

http://www.fi.uu.nl/toepassing/00339/toepassing_rekenweb.html [cit.2016-10-10]

http://www.google.sk/#hl=sk&gs_nf=3&cp=65&gs_id=6&xhr=t&q=Prostorov%C3%A1+p%C5%99edstavivost+a+prost%C5%99edky+k+jej%C3%ADmu+rozvoji.+J%C4%8CMF+2006&pf=p&output=search&scient=psy-ab&oq=Prostorov%C3%A1+p%C5%99edstavivost+a+prost%C5%99edky+k+jej%C3%ADmu+rozvoji.+J%C4%8CMF+2006&gs_l=&pbx=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.&fp=af940e63d2890806&bpcl=36601534&biw=1366&bih=572 [cit.2015-11-20]

<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/puzzles/java/cube.html> [cit.2016-09-05]

<http://www.matcomp.pl/sk/texty/3kap-prodesktop.pdf> [cit.2015-03-04]

<http://www.muni.cz/tsp/prostorove> [cit.2014-10-10]

http://www.sccg.sk/~ferko/Stereometria3D_150306_files/frame.htm [cit.2013-04-14]

http://www.sccg.sk/~ferko/Stereometria3D_150306_files/frame.htm [cit.2016-02-25]

<http://www.software3d.com/PuzzleCubeNets.php> [cit.2012-08-12]

<http://www.spatial-intelligence.com/freeTry.html> [cit.2012-09-05]

Základní filozofickou otázkou realizovaného výzkumu je výrok o inovaci výuky. To znamená, že výuku může změnit sám učitel s cílem aktivovat styly učení. Změnu stylu učení pocítujeme jako nutnost reagovat na nejnovější trendy ve výuce a společenský požadavek. V této souvislosti vycházíme z předpokladu, že výsledky výzkumu mohou přispět k optimalizaci poznávacího procesu s porozuměním.

V kontextu uvedeného je přirozeným pedagogickým experimentem ověřována účinnost edukačního modelu, který využívá, prostřednictvím pracovního sešitu, resp. pracovních listů metakognitivní strategie k optimalizaci rozvoje prostorové (geometrické) představivosti. Experimentem ověřovaný edukační model má vícenásobné využití (je například využitelný při rozvoji grafické komunikace v technice, řešení technických problémů souvisejících s návrhovou a konstrukční činností, designem, a podobně). Navrhovaná řešení zároveň didakticky posilují oblast samostatné řízené práce v dané oblasti s důrazem na kritické myšlení.

Testování uvedeného edukačního modelu je především zaměřené na účinnost podmínek, které dávají žákovi možnost přijímat z venkovního výukového prostředí objektivní realitu s tím, že se ocitá v pozici kdy je sám sobě objektem i subjektem výchovy a vzdělávání, tj. sám sebe vychovává a vzdělává. Žák je veden k tomu, aby pro rozvoj osobnosti využíval sebekontrolu, sebeřízení a seberegulaci.

Při hodnocení výsledků výzkumu uvádíme, že aplikace uvedeného edukačního modelu přispěla k rozvoji prostorové představivosti, tj., že došlo ke zmenšení variability, to znamená, že se skupina homogenizovala.

Výsledky experimentální skupiny odrážejí míru účinnosti námi zkoumaného edukačního modelu. K aspektům, které v rámci experimentu sehráli klíčovou roli řadíme:

- uspořádanost souboru edukačních vztahů,
- pravidelnost v rámci záměrného působení na rozvoj osobnosti žáka,
- individuálnost a subjektivitu v rámci aplikace metakognitivních strategií.

Výuka experimentální skupiny vykazovala, v porovnání s obvyklým způsobem výuky kontrolní skupiny, atributy záměrného ovlivňování specifik rozvoje prostorové představivosti (např. mentální schopností jako je myšlenková rotace, myšlenkové posouvání, a další). Experimentální část výzkumu ovlivňovala zejména:

- dynamický charakter záměrného rozvoje prostorové představivosti (edukačním modelem je možné prostorovou představivost rozvíjet tak, jak se budou rozvíjet schopnosti a dovednosti učících a učících se),
- strategii výuky (výzkumné aktivity podněcují diskusi o optimalizačních faktorech s cílem posunout současné trendy rozvoje prostorové představivosti blíže k požadavkům praxe),
- tvořivý přístup učitele k inovačním změnám (učitel jako tvůrce, resp. aplikátor inovačních změn sehraává klíčovou úlohu),
- strategii rozvoje kompetencí učitele (je nutné, aby se problematika rozvoje prostorové představivosti stala součástí profilace budoucích učitelů, kteří jsou zainteresovaní na jejím využívání v určitém kontextu s jinými tématy. Změnu stylu a strategie učení má učitel cítit jako potřebu reakce na rozvojové trendy v oblasti navrhování edukačních modelů).

Na základě výše uvedeného můžeme konstatovat, že výzkum přispěl k tvrzení, že aktéři rozvoje prostorové představivosti mají vzít na vědomí, že:

- rozvoj prostorové představivosti nepůsobí v rámci vzdělávacího systému izolovaně (např. v souvislosti se schopností a dovednostmi technicky zobrazovat, resp. zobrazené číst, realizovat konstrukční a návrhovou činnost),
- záměrný rozvoj prostorové představivosti vyžaduje systémový a koncepční přístup v rámci celého vzdělávacího systému, resp. školské politiky,
- v rámci záměrného rozvoje prostorové představivosti žák získá schopnosti a dovednosti získat a zpracovat informace, orientovat se v nich a následně je transformovat na vědomosti,
- záměrný rozvoj prostorové představivosti docílí kvalitativně vyšší úroveň, když edukační systémy, podporující porozumění, nebudou do reálného edukačního prostředí transformované jednoznačně (je na učiteli, aby volil ty, které zohlední specifické osobnostní zvláštnosti i osobnostní předpoklady žáků).

Realizovaným výzkumem jsme se chtěli vyjádřit k organizaci a řízení záměrného rozvoje prostorové představivosti prostřednictvím samostatné řízené práce žáků. Námi prognózované a výzkumem ověřené jevy mají za cíl přispět ke vzniku nových didaktických souvislostí. Samotný předmět výzkumu má ambici přispět k inovativním strategiím záměrného rozvoje prostorové představivosti. V této souvislosti doporučujeme:

- vypracovat obsahové a výkonnostní standardy pro jednotlivé úrovně prostorové představivosti, zohledňující počáteční stádium rozvoje, resp.

požadovanou úroveň pro určitý výkon, jako je např. grafická komunikace v technice.

- zhotovit a centrálně distribuovat učební pomůcky podporující rozvoj prostorové představivosti,
- záměrnému rozvoji prostorové představivosti bude předcházet didaktická analýza jevů ve smyslu věnování pozornosti dodržování didaktických principů, organizačních a řídicích schémat samostatné řízení práce žáků,
- pro rozvoj prostorové představivosti podporující technickou gramotnost připravit učitele ve smyslu jejich angažovanosti rozšiřovat a prohlubovat svoje profesní dovednosti.

Výzkum úrovně prostorové představivosti je určitým způsobem prognóza schopností řešit problémy, které prostorovou představivost předpokládají. V této souvislosti má existovat synergický efekt, který využívá kontextu odborných znalostí s určitou mírou prostorové představivosti. Pro takto zvolenou strategii je určena i tato monografie.

Základnou filozofickou otázkou realizovaného výskumu je výrok o inovácii výučby, t.j., že výučbu môže zmeniť sám učiteľ s cieľom aktivovať štýly učenia sa. Zmena štýlu učenia je pocitovaná ako nutnosť reagovať na najnovšie trendy výučby a spoločenskú požiadavku. V tejto súvislosti vychádzame z predpokladu, že výsledky výskumu môžu prispieť k optimalizácii poznávacieho procesu s porozumením.

V kontexte uvedeného je prirodzeným pedagogickým experimentom overovaná účinnosť edukačného modelu, ktorý využíva, prostredníctvom pracovného zošita, resp. pracovných listov metakognitívne stratégie k optimalizácii rozvoja priestorovej (geometrickej) predstavivosti. V práci experimentom overovaný edukačný model má viacnásobné využitie (napr. je využiteľný pri rozvoji grafickej komunikácii v technike, riešení technických problémov súvisiacich s navrhovateľskou a konštruktérskou činnosťou, dizajnovaním a pod.). Zároveň navrhované riešenia didakticky posilňuje oblasť samostatnej riadenej práce v danej oblasti s dôrazom na kritické myslenie.

Testovanie predmetného edukačného modelu je zamerané predovšetkým na účinnosť podmienok, ktoré žiakovi dávajú možnosť z vonkajšieho učebného prostredia prijímať objektívnu realitu s tým, že sa ocitá v pozícii keď je sám sebe objektom aj subjektom výchovy a vzdelávania, t.j. sám seba vychováva a vzdeláva. Je vedený k tomu, aby v prospech rozvoja osobnosti využíval sebakontrolu, sebariadenie a sebareguláciu.

Pri hodnotení výsledkov výskumu uvádzame, že aplikácia predmetného edukačného modelu prispela k rozvoju priestorovej predstavivosti, t.j., že došlo k zmenšeniu variability, t.j., skupina sa zhomogenizovala.

Výsledky experimentálnej skupiny odrážajú mieru účinnosti nami skúmaného edukačného modelu. K aspektom, ktoré v rámci experimentu zohrali kľúčovú úlohu zaradzujeme:

- usporiadanosť súboru edukačných vzt'ahov,
- pravidelnosť v rámci zámerného pôsobenia na rozvoj osobnosti žiaka,
- individuálnosť a subjektívnosť v rámci aplikácie metakognitívnych stratégií.

Výučba experimentálnej skupiny v porovnaní so zaužívaným spôsobom výučby kontrolnej skupiny vykazovala atribúty zámerného ovplyvňovania špecifik rozvoja priestorovej predstavivosti (napr. mentálne schopností ako:

myšlienková rotácia, myšlienkové posúvanie a i.). Výskum v svojej experimentálnej časti ovplyvňoval najmä:

- dynamický charakter zámerného rozvoja priestorovej predstavivosti (edukačným modelom je možné priestorovú predstavivosť rozvíjať tak, ako sa budú rozvíjať schopnosť a zručnosť učiacich a učiacich sa),
- stratégiu výučby (výskumné aktivity podnecujú diskusiu o optimalizujúcich faktoroch s cieľom posunúť súčasné trendy rozvoja priestorovej predstavivosti bližšie k požiadavkám praxe),
- tvorivý prístup učiteľa k inovačným zmenám (učiteľ ako tvorca, resp. aplikátor inovačných zmien zohráva kľúčovú úlohu),
- stratégiu rozvoja kompetencií učiteľa (je potrebné, aby sa problematika rozvoja priestorovej predstavivosti stala súčasťou profilácie budúcich učiteľov, ktorí sú zainteresovaní na jej využívaní v určitom kontexte s inými témami. Učiteľ zmenu štýlu učenia a stratégie učenia má pociťovať ako potrebu reagovať na rozvojové trendy aj v oblasti navrhovania edukačných modelov).

Na základe uvedeného uvádzame, že výskum prispel k tvrdeniu, že aktéri rozvoja priestorovej predstavivosti majú zobrať na vedomie, že:

- rozvoj priestorovej predstavivosti nepôsobí v rámci vzdelávacieho systému izolovane (napr. v súvislosti so schopnosťou a zručnosťou technicky zobrazovať, resp. zobrazené čítať, realizovať konštruktérsku a navrhovateľskú činnosť),
- zámerný rozvoj priestorovej predstavivosti si vyžaduje systémový a koncepcný prístup v rámci celého vzdelávacieho systému, resp. školskej politiky,
- v rámci zámerného rozvoja priestorovej predstavivosti učitelia sa nadobudne schopnosti a zručnosti informácie získať, spracovať, orientovať sa v nich a následne ich premieňať na vedomosti,
- zámerný rozvoj priestorovej predstavivosti dosiahne kvalitatívnejšie vyššiu úroveň ak edukačné systémy, podporujúce porozumenie, nebudú do reálneho edukačného prostredia transformované jednoznačne (je na učiteľovi, aby volil tie, ktoré zohľadnia špecifické osobnostné zvláštnosti i osobnostné predpoklady učiacich sa).

Realizovaným výskumom sme sa chceli vyjadriť k organizovaniu a riadeniu zámerného rozvoja priestorovej predstavivosti prostredníctvom samostatnej riadenej práce žiakov. Nami prognózované a výskumom overené javy majú za cieľ prispieť k vzniku nových didaktických súvislostí. Samotný predmet výskumu má ambíciu prispieť k inovativným stratégiám zámerného rozvoja priestorovej predstavivosti. V tejto súvislosti odporúčame:

- vypracovať obsahové a výkonové štandardy pre jednotlivé úrovne priestorovej predstavivosti zohľadňujúce počiatočné štádium rozvoja, resp. úroveň požadujúcu pre určitý výkon ako napr. grafická komunikácia v technike.
- vyhotoviť a centrálné dodať učebné pomôcky podporujúce rozvoj priestorovej predstavivosti,
- zámernému rozvoju priestorovej predstavivosti bude predchádzať didaktická analýza javov v zmysle venovania pozornosti dodržiavania didaktických princípov, organizačných a riadiacich schém samostatnej riadenej práce žiakov,
- pre zameraný rozvoj priestorovej predstavivosti, podporujúceho technickú gramotnosť, pripraviť učiteľov v zmysle ich angažovanosti sa rozširovať, prehĺbovať profesijne zručnosti.

Výskum úrovne priestorovej predstavivosti je určitým spôsobom prognóza schopností riešiť problémy, ktoré priestorovú predstavivosť predpokladajú. V tejto súvislosti má dôjsť k synergickému efektu, ktorý využívajú súvislosti odborného zamerania s určitým stupňom priestorovej predstavivosti. Pre takto zvolenú stratégiu je určená aj táto monografia.

The essential philosophical question of conducted research is a statement about the innovation of tuition, i.e. teaching process might be modified by a teacher intending to activate learning styles. The change in learning styles is perceived as the need to respond to the latest teaching trends and social demand. Thus we presuppose that the research results might contribute to the optimization of cognitive processes of comprehension.

In this context, the effectiveness of educational model is tested by natural pedagogical experiment. The model making use of metacognitive strategies by means of workbook, or more precisely worksheets contributes to the optimization of development of spatial (geometric) imagination. The educational model tested by the experiment in this work has multiple functions (e.g. developing graphic communication in technical fields, when solving technical problems related to proposal and construction activities, designing and so on.). Meanwhile the proposed solution develops significantly self-directed work in this field focusing on critical thinking.

The testing process of educational model focuses predominantly on the effectiveness of conditions providing a learner with the opportunity to accept objective reality from external learning environment finding himself being a subject and an object as well of learning/teaching process and educational process, i.e. teaching and educating himself. The learner is thus directed towards self-control, self-management and self-regulation aiming at personal development.

When evaluating the research results we state that the application of the educational model contributed to the development of spatial imagination, i.e. decrease of variability, i.e. homogenisation of the group.

The rate of efficiency of our educational model is manifested by the results of experimental group. The key aspects playing a crucial role in the experiment are:

- ordering of the set of educational relations,
- regularity in terms of intentional activities leading to the development of student's personality,
- personalised approach and subjectivity in terms of the implementation of metacognitive strategies.

The teaching process in case of experimental group in comparison to the traditional approach in the control group was characterised by intentional activities leading to the improvement of specific aspects of spatial imagi-

nation (e.g. mental abilities, as for instance, mental rotation, mental moving etc.). The research in the experimental part had a considerable impact on:

- dynamic character of intentional development of spatial imagination (spatial imagination might be developed by the educational model in coherence with the improvement of teachers' and learners' skills and abilities),
- teaching strategy (research activities generate discussions on optimizing factors with the aim to balance current trends of the development of spatial imagination and the requirements of labour market),
- creative attitude of a teacher towards innovative changes (teacher as a creator, or the one who implements innovative changes occupies a key role),
- development strategy of teachers' competencies (it is necessary that the issue of development of spatial imagination becomes a part of educational profile of future teachers that might actively work with it and use it in a certain context with different topics. The modification of learning styles and strategies shall be perceived by a teacher as the need to respond to development trends in the field of proposing new educational models).

Referring to the above-mentioned we state that the research supported the statement that the participants of the spatial imagination development process shall take into consideration the following:

- spatial imagination development is not a separate unit in the context of educational system (for instance, in relation to the technical visualization skills and abilities, or in other words, reading what is visualised, performing construction and proposal activities),
- intentional development of spatial imagination goes hand in hand with systematic and conceptual approach within the whole educational system, or in fact, educational policy,
- within the intentional development of spatial imagination a learner acquires the skills and abilities needed to gain, process, organise information, and consequently transform them to knowledge,
- higher quality level of intentional development of spatial imagination will be achieved if educational systems, supporting comprehension, will not be transformed directly and uniformly into real educational settings (it shall be a teacher who decides which specific features, skills and abilities of learners will be taken into account).

The main goal of the conducted research was to contribute to the issue of management of intentional development of spatial imagination by means of self-directed work of learners. The phenomena predicted and proved by our research aim to contribute to the creation of new didactic contexts. The subject of research itself aims to contribute to innovative strategies of intentional development of spatial imagination. Thus we recommend:

- define content and performance standards of specific levels of spatial imagination taking into account the initial development stage, i.e. level required for a specific task, e.g. graphic communication in technical fields,
- work out and centrally provide learning tools supporting the development of spatial imagination,
- intentional development of spatial imagination shall be preceded by didactic analysis of phenomena focusing on applying didactic principles, organisation and management schemes of self-directed work of learners,
- in terms of the intentional development of spatial imagination supporting technical literacy, to provide teachers with training focusing on their needs to actively participate in their own professional development, improving their professional skills.

Research activities on the levels of spatial imagination are to a certain extent a predictor of the abilities to solve problems in which spatial imagination will most probably be involved. Thus, synergistic effect shall arise using information from a specific field and a a certain level of spatial imagination. This publication is designed to follow the above-mentioned-selected.

REJSTRÍK

A

analýza
didaktická, 111
jevu, 111, 117
statistická, 26

C

cíle
výzkumu, 3, 14

Č

četnost
bodů, 85
dívek, 7, 8, 84, 95
chlapců, 7, 8, 82, 92
kritická, 53
kumulativní, 47, 64, 82
relativní, 4-6, 46-50, 64-67
rozložení, 4-6, 50-52, 58-60
tabulka, 7, 47, 48, 56, 57

D

doména
jevu, 22
dovednost, 10, 12, 14, 20, 21,
27, 29, 30, 111, 112
profesní, 118

E

efekt
synergický, 54, 71, 118

F

faktor, 117
optimalizující, 111
úspěšnosti, 23
fáze
výzkumu, 11
funkce, 20, 27, 30, 34, 41, 42

didaktická, 13
psychická, 13
řídící, 71
strategická, 110

H

histogram, 103

I

intervence, 14, 19, 20, 26, 27,
34, 37, 38, 41, 71, 80
didaktická, 3, 26, 27

J

jev, 33, 107
analýza, 111, 117
doména, 22
ověřený, 110
zkoumaný, 16

K

kompetence
klíčová, 14
učitele, 111, 117

M

metoda
výzkumu, 20
metodika
výzkumu, 20
model
drátěný, 5, 72, 77, 111
edukační, 3, 9, 13, 19, 29,
54, 110
sekvenční, 19
vzdělávání, 9

O

orientace

prostorová, 12, 44, 113

P

problém

klíčový, 38

technický, 9, 12, 110, 116

výzkumný, 3, 17, 19

proměnná, 46, 47, 49, 55, 57,

62, 63, 69, 70, 81, 84,

86, 92, 94, 97, 102, 104,
108

kategoriální (dichotomická),
13

nezávislá, 3, 13, 14, 25,

závislá, 13, 14

představitost

definice, 18

geometrická, 114

kinetostatická, 12

podmíněná, 12

prostorová, 11-18, 43-46,

53, 51, 61, 68, 71, 111-
118, 126

test, 25

úroveň, 25

R

rotace

myšlenková, 21, 34, 111

obrazu, 18, 34, 54

virtuální, 35

v prostoru, 22

S

schéma

organizační, 4, 21

schopnost, 10-15, 17-22, 26, 28

podmiňující, 30

mentální, 11, 18, 111

návrhová, 111

tvůrčí, 41

skupina

experimentální, 21, 69, 70

kontrolní, 21, 69, 70

obrázků, 75

žáků, 25, 30

soubor, 23, 46-49

dívek, 49

chlapců, 49

mentálních schopností, 11,
18

požadavků, 33

uspořádanost, 111

statistika

popisná, 7, 8, 46, 47, 49,
55,

62, 63, 81, 84, 92, 94

systém

edukační, 10, 17, 19, 117

rozvoje, 17, 19, 21, 43

výchovy, 15

výuky, 13, 19, 34

vzdělávací, 110

T

test, 13-16, 19, 21, 22-25, 29

43-45, 49, 55, 79, 87

t-test, 49, 69, 70, 86, 97,

102, 104, 106, 108

transformace, 10, 45, 79, 112

U

úroveň

nevyhovující, 29, 30

představitosti, 9, 12, 13,

15, 21, 25, 29-32, 61,
68, 71, 110

testovaná, 44, 54

vyhovující, 29, 30
uspořádanost
souboru, 111

V

výkon
žáků, 3, 13, 44
výkonnost, 23, 117
výzkum
cíle, 3, 14
fáze, 11
hypotézy, 3, 13
kvantitativní, 43
metodika, 3, 20
metody, 3
nástroj, 20
organizace, 11

pedagogický, 110
předmět, 3, 13
publikovaný, 10
realizace, 16
realizovaný, 10
strategie, 102
úrovně, 9
výsledek, 110
závěr, 13
zdroj, 14

Z

zobrazení
axonometrické, 38
plošné, 45, 79
pravoúhlé, 5, 75

Věc: Žádost o provedení průzkumu

Vážený pane řediteli, vážená paní ředitelko,

obracím se na Vás se žádostí o souhlas s provedením průzkumu úrovně prostorové představivosti žáků devátého ročníku na Vaší škole.

Údaje získané testem a dotazníkem zůstanou anonymní a budou použity pro řešení problematiky rozvoje prostorové představivosti a to na úrovni navrhování koncepčních a systémových změn ve výuce tohoto tématu a při tvorbě nové učební pomůcky.

Za pochopení a umožnění výzkumných aktivit Vám srdečně děkuji.

S úctou

V dne

INFORMOVANÝ SOUHLAS RODIČE

Informace o testování úrovně prostorové představivosti

- 1) Předpokladem úspěšného studia na střední škole je prostorová představivost, která hraje klíčovou roli při vizualizaci smyslových prožitků.
- 2) Záměrný rozvoj prostorové představivosti probíhá v rámci vzdělávacího procesu.
- 3) Cílem testování úrovně prostorové představivosti je optimalizace vzdělávacího procesu ve prospěch jejího rozvoje u žáků základních škol.
- 4) Úkolem testování je důkladně se zorientovat v dané problematice a následně navrhnout vzdělávací model efektivního rozvoje prostorové představivosti.
- 5) Na testování je použit diagnostický nástroj, tj. nestandardizovaný didaktický test sestavený z úkolů, zaměřených na prostorovou představivost.
- 6) Testování žáků probíhá anonymně.
- 7) Vyhodnocení a informování o výsledcích je provedeno pro daný kraj, bez specifikace konkrétní školy, resp. třídy.
- 8) V případě potřeby je možné doplnit informace telefonickou konzultací na tel. XXX XXX XXX

Po prostudování uvedených informací souhlasím s testováním úrovně prostorové představivosti mého dítěte:

Jméno:

Podpis rodiče/zákonného zástupce žáka:

Jméno a podpis odborníka:

V dne

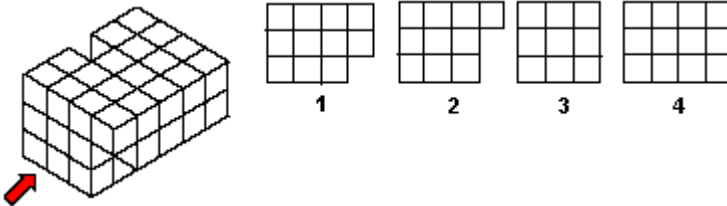
TEST PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI

(v rámci pedagogického experimentu - vstupní)

označte křížkem		dívka		chlapec
-----------------	--	-------	--	---------

**Následující úkoly řešte v libovolném pořadí
SPRÁVNÉ ODPOVĚDI ZAKROUŽKUJTE**

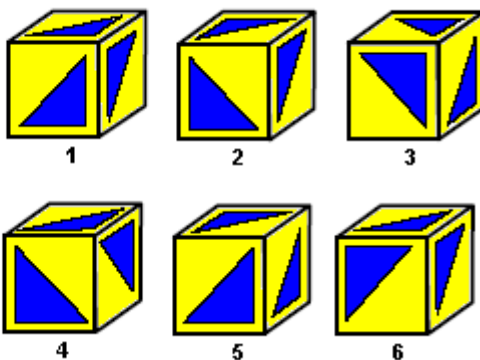
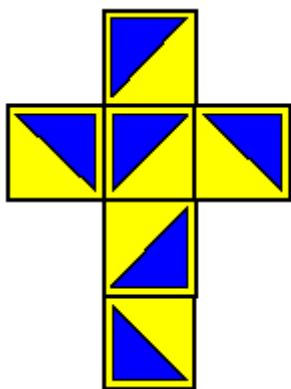
- 1) Při pohledu ve směru vyznačeném šipkou, vidíme určitý počet kostek předlohy. Určete počet kostek výběrem z možností 1 až 4.



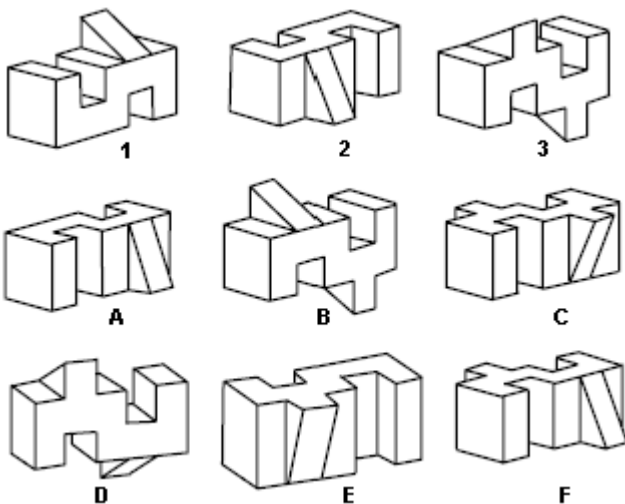
- 2) Tvary 1 až 4 představují drátěný model části předlohy (ohnutý drát). Který z nabízených tvarů je totožný s hranami určité části předlohy?



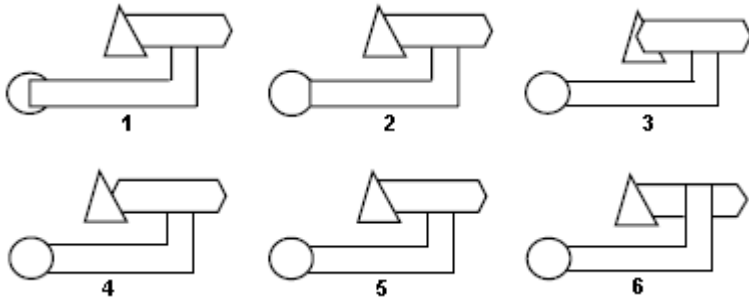
- 3) Který kvádr z nabídky 1 až 6 odpovídá předložené plošné síti (rozvinutému tvaru kváдру)?



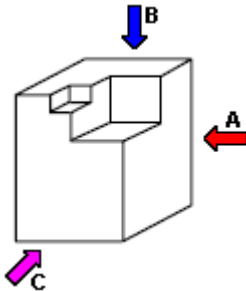
- 4) Najděte vzájemnou souvislost mezi prvním, druhým a třetím obrázkem. Následně určete, který obrázek z možností a až f bude další v pořadí.



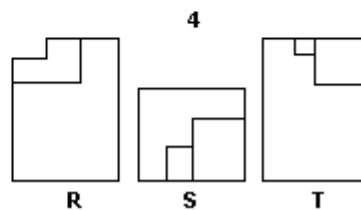
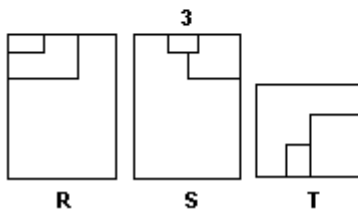
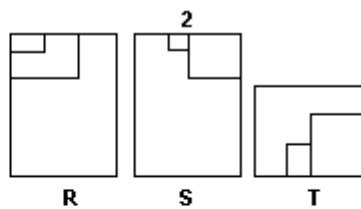
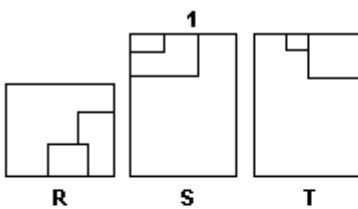
- 5) Na základě následujícího popisu vyberte z nabídky obrázků 1 až 6 ten, který popisu vyhovuje: předmět tvaru L je na jednom konci zakrytý koulí a druhý konec zakrývá kvádr se sraženými hranami. Dvě sražení kvádrů jsou zakryté předmětem trojúhelníkového tvaru.



6) Určete skupinu obrázků z nabídky 1 až 4, která ve všech třech případech vyhovuje zobrazení předmětu ve směru vyznačených pohledů A, B a C předlohy. Do tabulky запиšte shodu pohledu s obrazem určené skupiny.



Vyhovuje skupina obrázků			
směr pohledu	obrázek		
	R	S	T



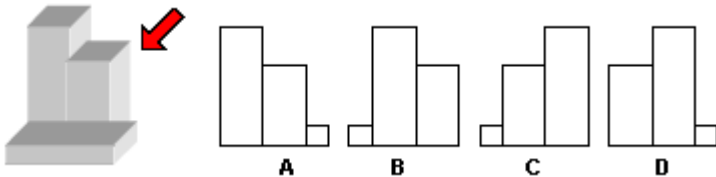
TEST PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI

(v rámci pedagogického experimentu - výstupní)

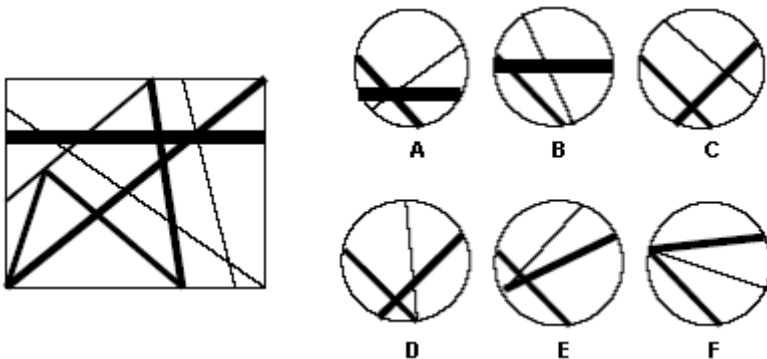
označte křížkem		dívka	chlapec
-----------------	--	-------	---------

**Následující úkoly řešte v libovolném pořadí
SPRÁVNĚ ODPOVĚDI ZAKROUŽKUJTE**

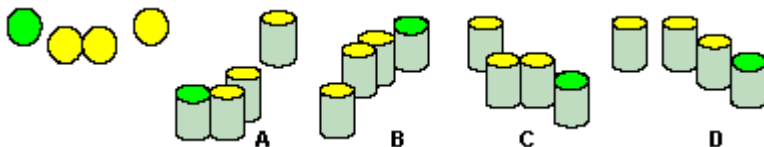
- 1) Která z nabízených možností A až D zobrazeného pohledu vyznačeným směrem (pohled zezadu) je shodná s daným seskupěním předmětů?



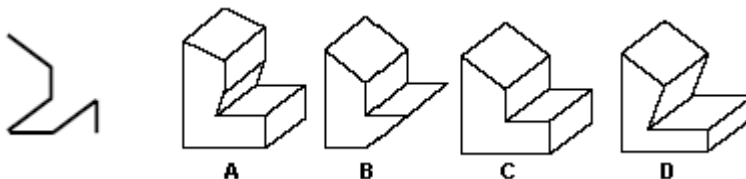
- 2) Která ze znázorněných částí A až F je vyříznutá z obrazu předlohy?



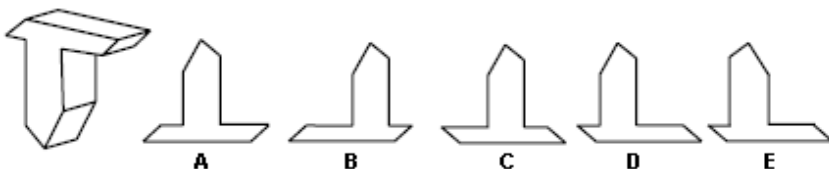
- 3) Předloha představuje uspořádání čtyř sudů, které vidíte z letadla. Která z nabízených možností A až D pohledu ze země je totožná s pohledem z letadla?



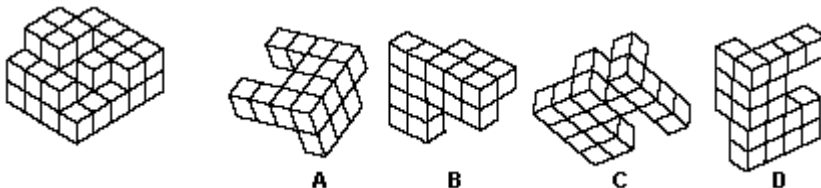
- 4) Vzor představuje část drátěného modelu předmětu, tj. drát je ohnutý tak, aby tvarem a rozměry byl totožný s hranami určité části předmětu. Na základě tohoto pravidla ztotožněte předlohu s některým z předmětů z možností A až D.



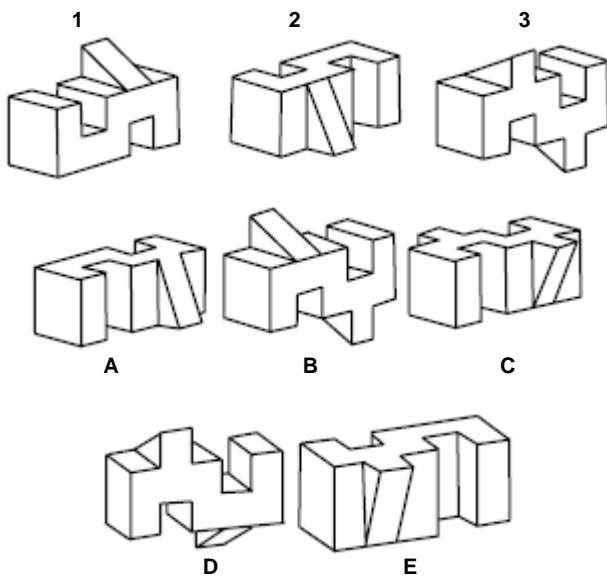
- 5) Které zobrazení 2D (plošné) z alternativ A až E odpovídá zobrazení 3D (prostorové)?



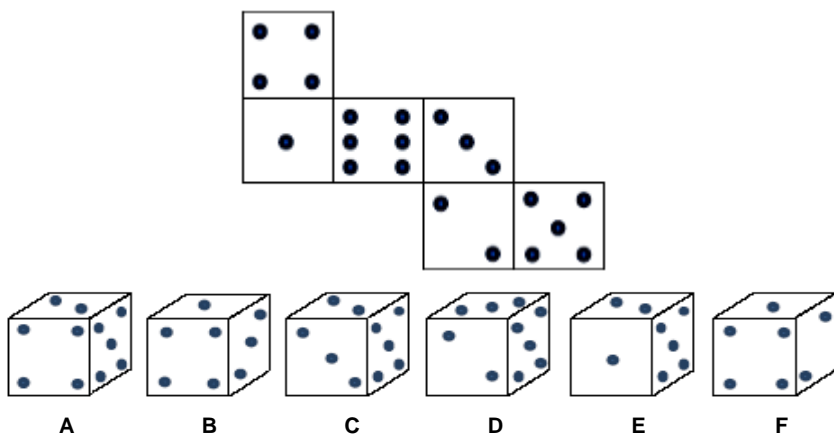
- 6) Který předmět z možností a) až d) doplní předlohu do tvaru kvádra?



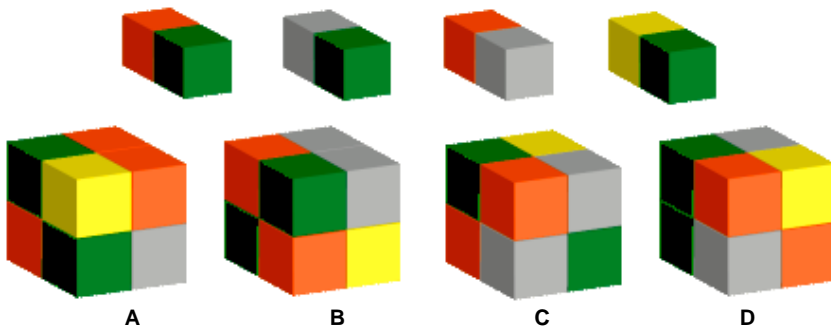
- 7) Najděte vzájemnou souvislost mezi prvním, druhým a třetím obrázkem. Následně brčte, který obrázek z možností A až E bude další v pořadí.



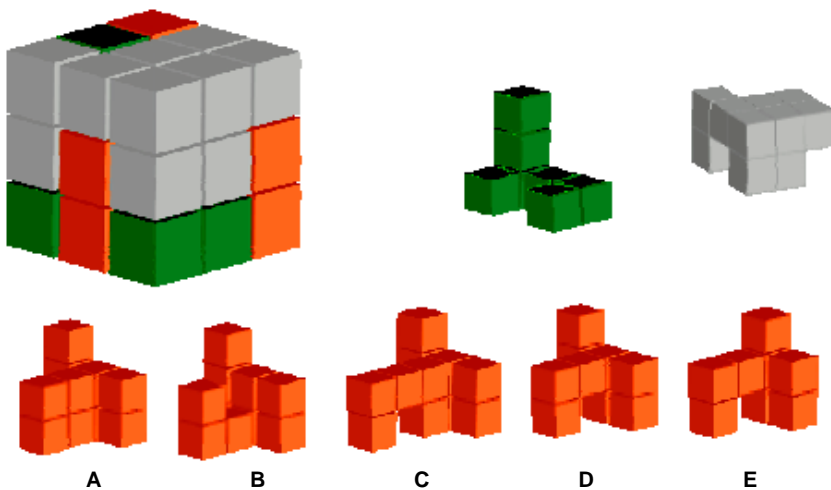
- 8) Která kostka z nabízených možností A až F odpovídá předložené síti (rozvinutému tvaru kostky)?



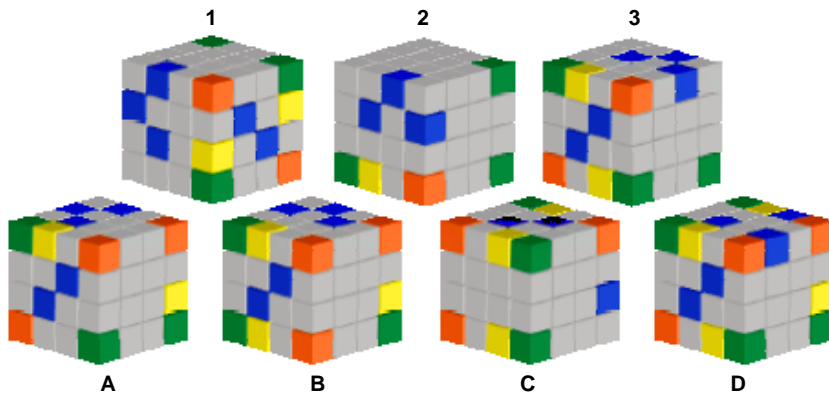
9) Když použijete čtyři zobrazené části kostky, kterou z nabízených kostek A až D sestavíte?



10) Z nabídky A až E označte vhodnou chybějící část rozebrané kostky.



11) Najděte vzájemnou souvislost mezi první, druhou a třetí kostkou.
 Následně určete, která kostka z nabídky A až D bude další v pořadí.



Pracovní list 1 - DOPLNĚNÍ DO KVÁDRU

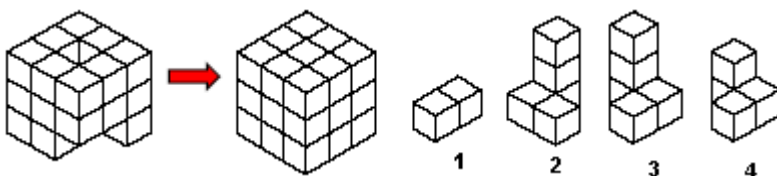


Při řešení úkolů je nutné dodržet pořadí, v jakém jdou úkoly za sebou. Odpovědi označte \bigcirc , resp. \square .

Úkol 1

1) Řešte

Který předmět z nabídky 1 až 4 po spojení s předlohou vytvoří kvádr?



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.

1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:


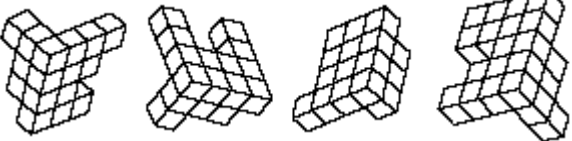
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 2

1) Řešte

Který předmět ze čtyř nabídek po spojení s předlohou vytvoří kvádr?
Než odpovíte řešte úkoly a) až g).

Předloha	Nabídky řešení
	

Uveďte správnou odpověď:

a) Předloha a příslušné nabídky řešení jsou zobrazeny:

dvojrozměrně trojrozměrně





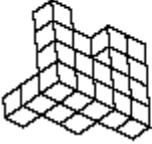
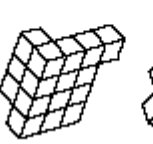
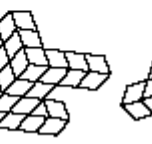
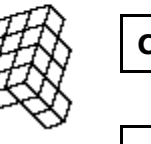
b) Předloha je vytvořena z určitého počtu kostek. Jejich celkový počet je:

40 39 38

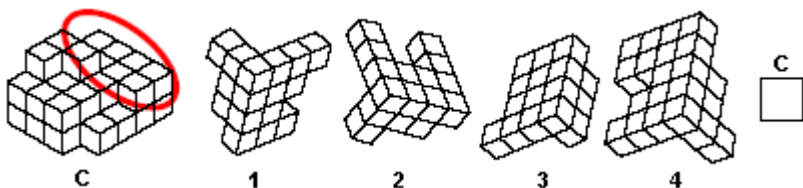
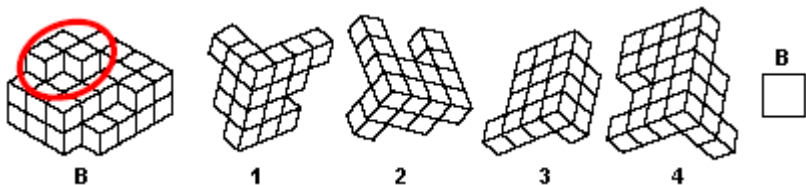
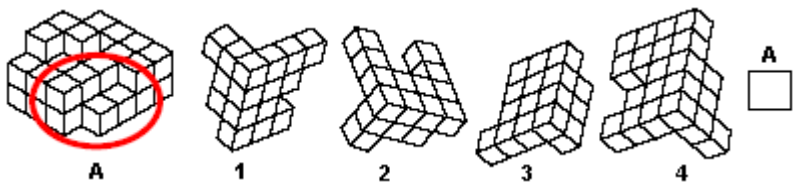
c) Jaký minimální počet kostek je třeba doplnit do předlohy, aby vznikl kvádr?

19 20 21

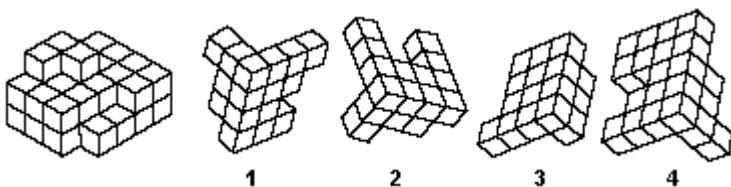
d) Pokračujte ve vytvoření dvojic, které představují stejný předmět vzájemně pootočen:

A 	B 	C 	D 	A = <input style="width: 40px; height: 30px;" type="text"/>
 1	 2	 3	 4	B = <input style="width: 40px; height: 30px;" type="text"/> C = <input style="width: 40px; height: 30px;" type="text"/> D = <input style="width: 40px; height: 30px;" type="text"/>

e) Vyberte z nabídky 1 až 4 tu, jejíž jedna část vyhovuje pro doplnění do označené části tak, že doplní chybějící kostky předlohy s cílem vytvořit kvádr (číslo vepište do čtverečku):



f) Který předmět z nabídky 1 až 4 po spojení s předlohou vytvoří kvádr?

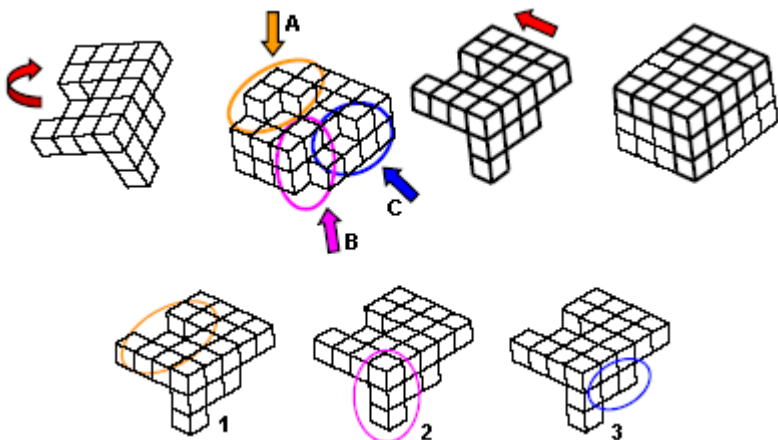


g) Zdůvodněte nabídku 4 jako vyhovující:

1. Označené jako "A" můžeme zasunout do označeného jako:

2. Označené jako "2" můžeme zasunout do označeného jako:

3. Označené jako "3" můžeme zasunout do označeného jako:



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

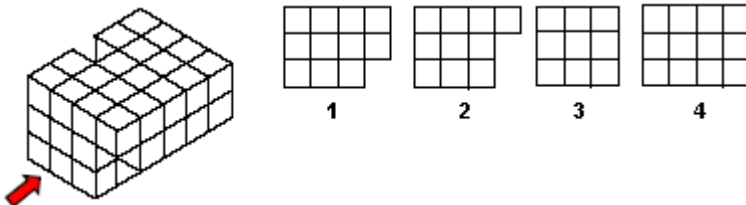
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

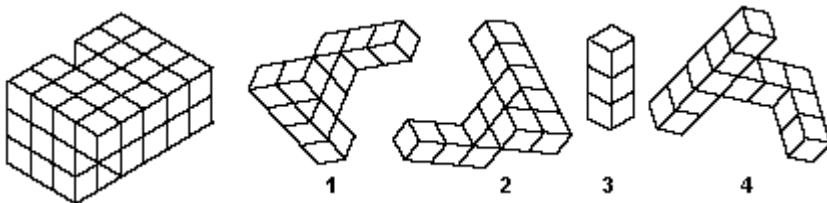
Úkol 3

1) Řešte

a) Při pohledu směrem vyznačeným šipkou vidíme určitý počet kostek předlohy. Tento počet určete výběrem z nabídek 1 až 4.



b) Který předmět z nabídek 1 až 4 po spojení s předlohou vytvoří kvádr?



K správnému řešení vám pomůže uvědomit si, že:

- reálnou podobu předlohy vidíme zkresleně,
- představu o reálném tvaru předlohy vytváříme postupně z různých pohledů,
- plochy, resp. hrany předlohy posuzujeme ve vzájemných souvislostech.

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 4

Navrhněte úkol podobný úkolu 1. Jednotlivé kroky realizujte v následující posloupnosti:

1) Napište text úkolu

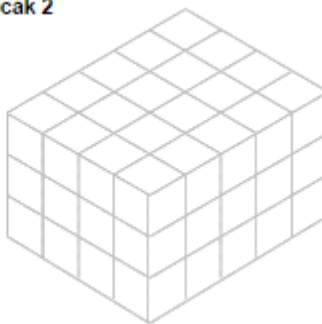
Text úkolu:

2) Navrhněte předlohu

Pro grafické zobrazení využijte skicáky.

Skicák 1

Skicák 2



3) Navrhňte možná řešení

Navrhňte čtyři možná řešení, z nichž bude jen jedno správné a ostatní budou mít rozpoznatelné odchylky. Ve vyznačené části:

- **náčrt** proveďte grafickou podobu vhodného/nevhodného pootočeného řešení,
- **komentář** upozorněte (popište, označte) na detail (např. poloha kostky, počet, apod.), který je třeba dát do souvislosti se správným řešením.

Nabídka 1

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 2

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 3

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 4

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

4) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Úkol 5

Vyjádřete svůj názor na tento pracovní list prostřednictvím níže uvedených výroků. Ten výrok, který se nejvíce přibližuje vaší představě, zakroužkujte.

1. Řešit takové úkoly mě baví
2. Tyto úkoly jsem řešil/řešila s příjemným pocitem
3. V řešení těchto úkolů chci být úspěšný/úspěšná.
4. Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
5. Myslím, že zvládnou i náročnější úkoly tohoto typu.
6. Chci, abych měl/měla možnost navrhnout takové úkoly
7. Myslím si, že řešení takových úloh mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost
8. Tento pracovní list dělá výuku zajímavější.
9. Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Pracovní list 2 - DRÁTĚNÝ MODEL

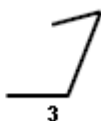
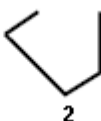


Při řešení úkolů je nutné dodržet pořadí, v jakém jdou úkoly za sebou. Odpovědi označte \bigcirc , resp. \square .

Úkol 1

1) Řešte

Nabídky 1 až 4 představují drátěný model části předlohy (ohnutý drát). Která z těchto nabídek je svým tvarem a rozměry totožná s hranami určité části předlohy?



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný. 1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.


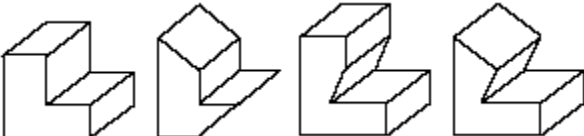
Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 2

1) Řešte

Předloha představuje část drátěného modelu jednoho ze zobrazených předmětů. Ztotožňují předlohu s některou ze čtyř nabídek.

Dříve, než odpovíte, řešte dále uvedené úkoly a) až e).

Předloha	Nabídky řešení
	

Uved'te správnou odpověď:

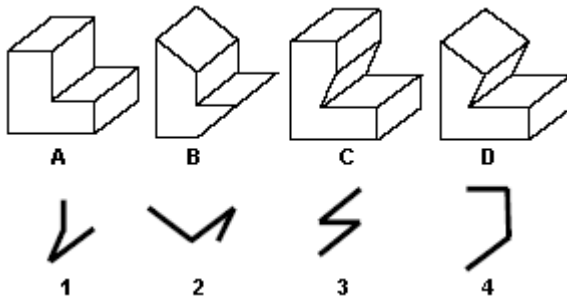
a) Ohnutý drát (předloha) kopíruje svým tvarem hrany určité části některého z předmětů, které jsou zobrazeny:

dvojrozměrně

trojrozměrně

b) Vytvořte dvojici z předmětu a ohnutého drátu, který svým tvarem kopíruje některou část tohoto předmětu. Číslo vybrané nabídky vepište do tabulky.

Příklad 1



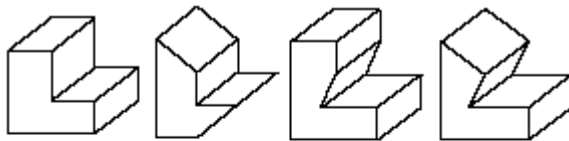
A =

B =

C =

D =

Příklad 2



A

B

C

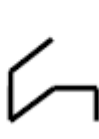
D



1



2



3



4

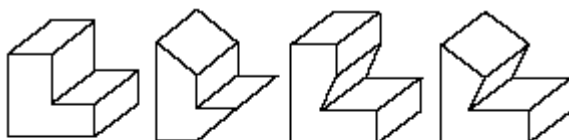
A =

B =

C =

D =

Příklad 3



A

B

C

D



1



2



3



4

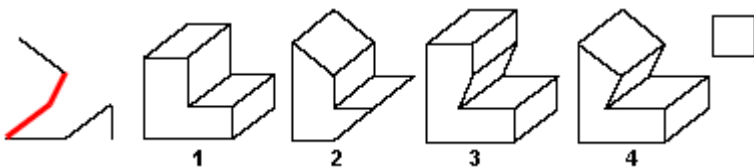
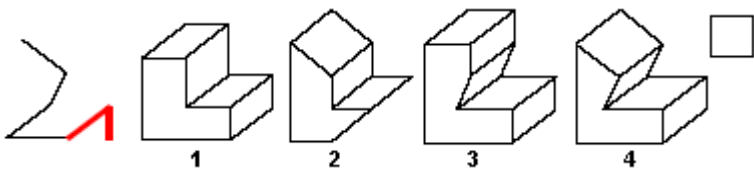
A =

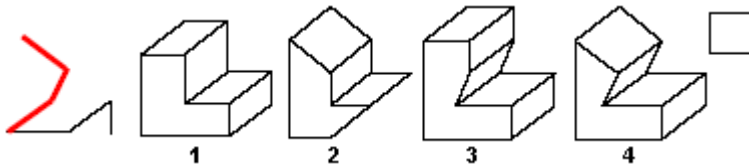
B =

C =

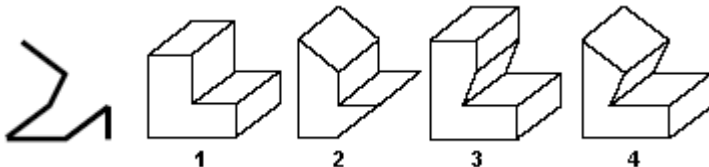
D =

c) Vyberte z nabídek 1 až 4 tu, která jednou svou částí vyhovuje označené části ohnutého drátu (číslo vepište do čtverečku):

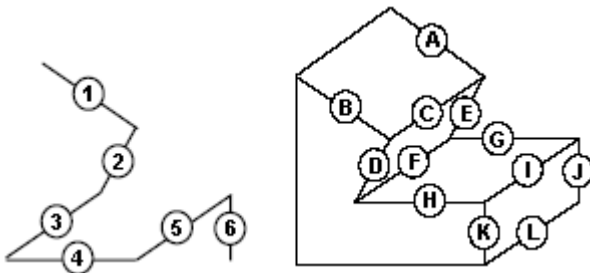




d) Předloha představuje část drátěného modelu jednoho ze zobrazených předmětů. Ztotožněte předlohu s některou ze čtyř nabídek.



e) Zdůvodněte nabídku 4 jako vyhovující, tj. označenou část drátěného modelu ztotožněte s příslušnou hranou předmětu.



1. Část ① je totožná s hranou předmětu označenou jako
2. Část ② je totožná s hranou předmětu označenou jako
3. Část ③ je totožná s hranou předmětu označenou jako
4. Část ④ je totožná s hranou předmětu označenou jako
5. Část ⑤ je totožná s hranou předmětu označenou jako
6. Část ⑥ je totožná s hranou předmětu označenou jako

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

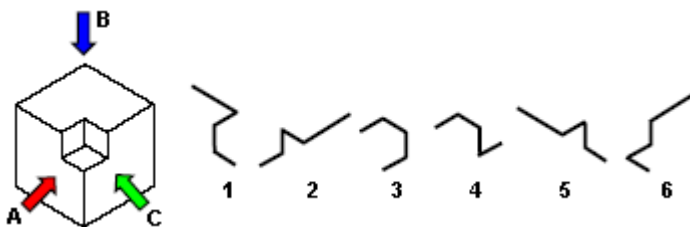
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 3

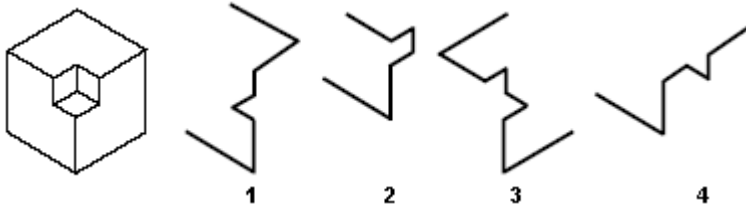
1) Řešte

a) Nabídky 1 až 6 představují ohnutý drát. Která z těchto nabídek svým tvarem a rozměry je totožná s hranami určité části předlohy.
Při výběru porovnávejte s vyznačeným směrem pohledu.



Doplňte: Pro směry pohledu A, B a C vyhovuje nabídka

b) Nabídky 1 až 4 představují ohnutý drát. Určete, která z těchto nabídek svým tvarem a rozměry je totožná s hranami určité části předlohy.



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.

1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 4

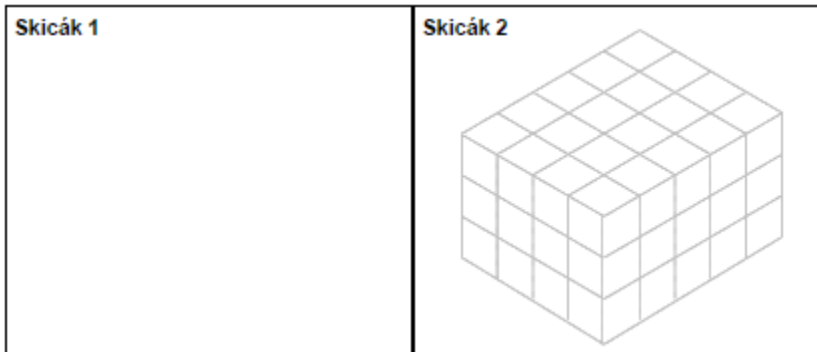
Navrhňte úkol podobný úkolu 1. Jednotlivé kroky realizujte v následující posloupnosti:

1) Napište text úkolu

Text úkolu:

2) Navrhňte předlohu

Pro grafické zobrazení využijte skicáky.



3) Navrhňte možná řešení

Navrhňte čtyři možná řešení, z nichž bude jen jedno správné a ostatní budou mít rozpoznatelné odchylky. Ve vyznačené části:

- **náčrt** proveďte grafickou podobu vhodného/nevhodného potočeného řešení,
- **komentář** upozorněte (popište, označte) na detail (např. poloha kostky, počet, apod.), který je třeba dát do souvislosti se správným řešením.

Nabídka 1

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 2

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 3

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 4

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

4) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Úkol 5

Vyjádřete svůj názor na tento pracovní list prostřednictvím níže uvedených výroků. Ten výrok, který se nejvíce přibližuje vaší představě, zakroužkujte.

1. Řešit takové úkoly mě baví
2. Tyto úkoly jsem řešil/řešila s příjemným pocitem
3. V řešení těchto úkolů chci být úspěšný/úspěšná.
4. Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
5. Myslím, že zvládnou i náročnější úkoly tohoto typu.
6. Chci, abych měl/měla možnost navrhnout takové úkoly
7. Myslím si, že řešení takových úloh mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost
8. Tento pracovní list dělá výuku zajímavější.
9. Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Pracovní list 3 - PLOŠNÁ SÍŤ KVÁDRU

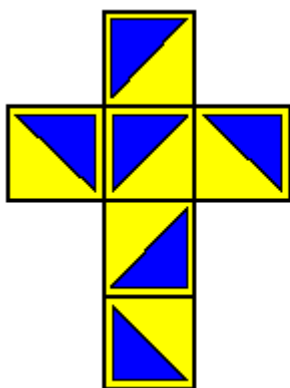


Při řešení úkolů je nutné dodržet pořadí, v jakém jdou úkoly za sebou. Odpovědi označte , resp. .

Úkol 1

1) Řešte

Který kvádr z nabídky 1 až 6 odpovídá předložené plošné síti (rozvinutému tvaru kvádru)?



1



2



3



4



5



6

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.

1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

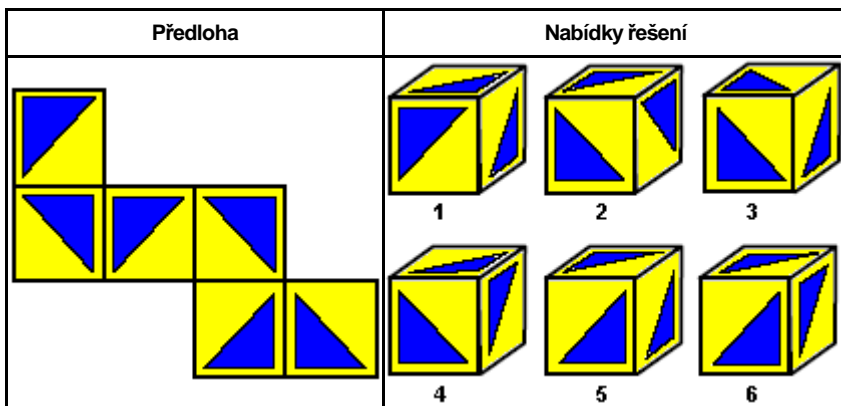
Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 2

1) Řešte

Který kvádr z nabídky odpovídá předložené síti (rozvinutému tvaru kvádra)?

Dříve, než odpovíte, řešte dále uvedené úkoly a) až f).



Uved'te správnou odpověď:

a) Předloha je zobrazena:

dvojrozměrně

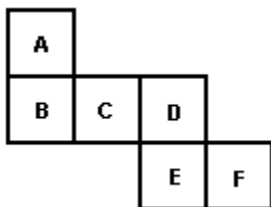
trojrozměrně

b) Nabídky řešení jsou zobrazeny:

dvojrozměrně

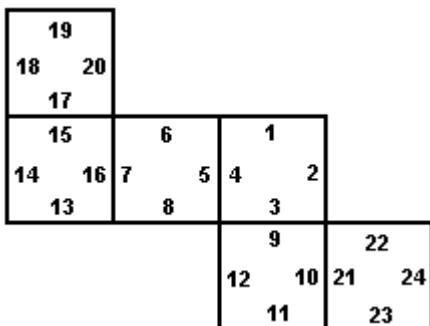
trojrozměrně

c) Složením plošné sítě vznikne kvádr. Kvádr je vytvořen ze tří dvojic rovnoběžných (protilehlých) stěn. Na obrázku jsou stěny označeny písmeny A až F. Do tabulky vepište kombinaci písmen, kterými jsou dvojice označeny.



Dvojice	Stěny kvádru	
1		
2		
3		

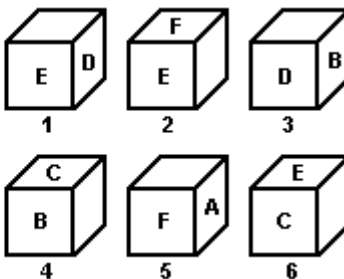
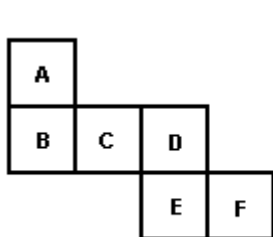
d) Na síti jsou obrysovové hrany stěn kvádru označené čísly 1 až 24. Po složení sítě budou mít některé stěny kvádru společnou hranu. Do tabulky vepište k uvedenému číslu hrany to číslo hrany, která bude tvořit společnou hranu kvádru.



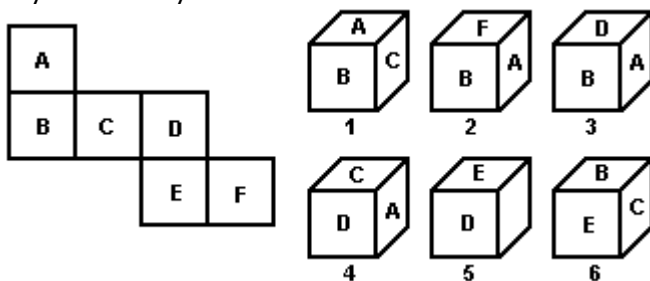
	Dvojice obrysových hran tvořící společnou hranu kvádru			
Číslo hran stěn kvádru	5	4	24	
	6		12	
	8		11	
	19		23	

e) Určete, který kvádr je totožný se sítí.

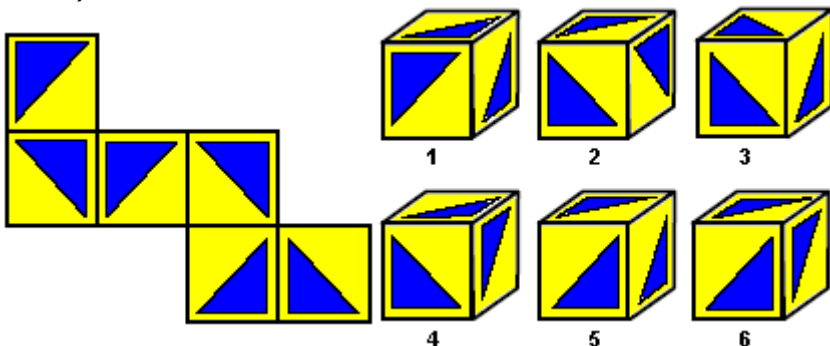
Poznámka: Následující úkoly nepřihlížejí k rotaci písmen.



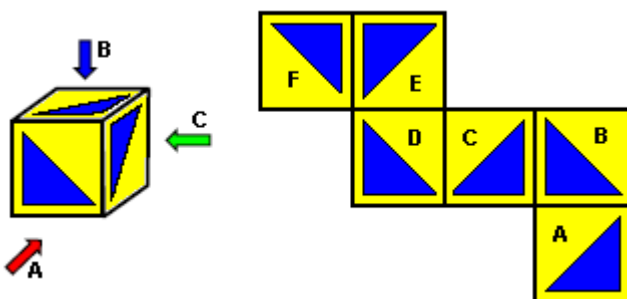
f) Nabídky představují rotaci kvádrů podle svislé a vodorovné osy. Označte kvádr, který není totožný se sítí.



g) Který kvádr z nabídky odpovídá předložené síti (rozvinutému tvaru kvádrů)?



h) Zdůvodněte nabídku 4 jako vyhovující:



1. Ve směru šipky **A** vidíme plochu označenou písmenem
2. Ve směru šipky **B** vidíme plochu označenou písmenem
3. Ve směru šipky **C** vidíme plochu označenou písmenem

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

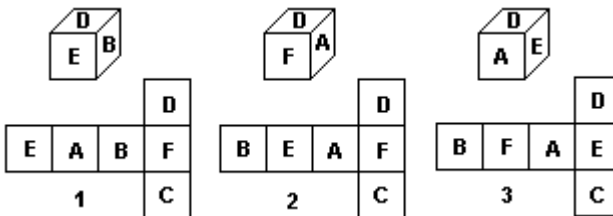
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

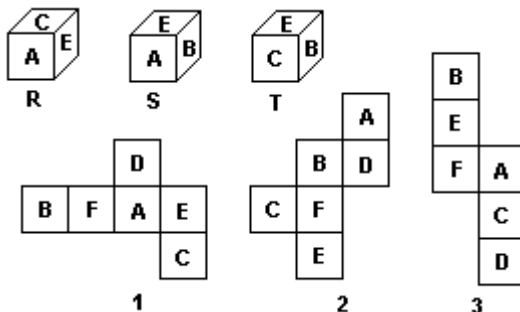
Úkol 3

1) Řešte

a) Označte síť, která vyhovuje všem třem kvádrům.



b) Určete shodu kvádrů se sítí. K jednotlivým kvádrům **R**, **S**, **T** přiřipšte v tabulce číslo sítě, jejíž složením vytvoříte totožný kvádr.



Ke správnému řešení vám pomůže, když si uvědomíte, že:

- kvádr je vytvořen ze tří dvojic rovnoběžných (protilehlých) stěn,
- před složením plošné sítě si uvědomíte (pro lepší představu označíte), které stěny budou protilehlé,
- při složení sítě jednotlivé ohyby mění polohu stěn kolem svislé a vodorovné osy.

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.

1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 4

Navrhněte úkol podobný úkolu 1. Jednotlivé kroky realizujte v následující posloupnosti:

1) Napište text úkolu

Text úkolu:

2) Navrhněte předlohu

Pro grafické zobrazení využijte skicáky.

Skicák 1

Skicák 2



3) Navrhněte možná řešení

Navrhněte čtyři možná řešení, z nichž bude jen jedno správné a ostatní budou mít rozpoznatelné odchylky. Ve vyznačené části:

- **náčrt** proved'te grafickou podobu vhodného/nevhodného pootočeného řešení,
- **komentář** upozorněte (popište, označte) na detail (např. poloha kostky, počet, apod.), který je třeba dát do souvislosti se správným řešením.

Nabídka 1

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 2

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 3

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 4

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

4) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Úkol 5

Vyjádřete svůj názor na tento pracovní list prostřednictvím níže uvedených výroků. Ten výrok, který se nejvíce přibližuje vaší představě, zakroužkujte.

1. Řešit takové úkoly mě baví
2. Tyto úkoly jsem řešil/řešila s příjemným pocitem
3. V řešení těchto úkolů chci být úspěšný/úspěšná.
4. Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
5. Myslím, že zvládnou i náročnější úkoly tohoto typu.
6. Chci, abych měl/měla možnost navrhnout takové úkoly
7. Myslím si, že řešení takových úloh mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost
8. Tento pracovní list dělá výuku zajímavější.
9. Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Pracovní list 4 - ZMĚNA POLOHY TVAROVÉ PODROBNOSTI

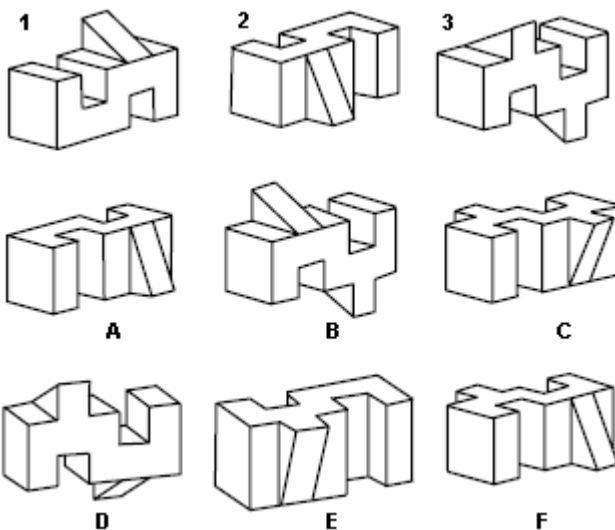


Při řešení úkolů je nutné dodržet pořadí, v jakém jdou úkoly za sebou. Odpovědi označte \bigcirc , resp. \checkmark .

Úkol 1

1) Řešte

Najděte vzájemnou souvislost mezi prvním, druhým a třetím obrázkem. Následně určete, který obrázek z možností **A** až **F** bude další v pořadí.



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný. 1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

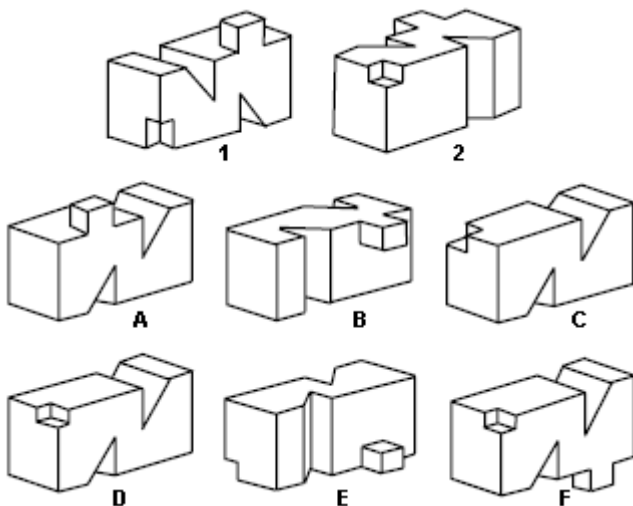
Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 2

1) Řešte

Najděte vzájemnou souvislost mezi prvním a druhým obrázkem. Následně určete, který obrázek z nabídky bude další v pořadí.

Dříve, než odpovíte, řešte dále uvedené úkoly a) až f).

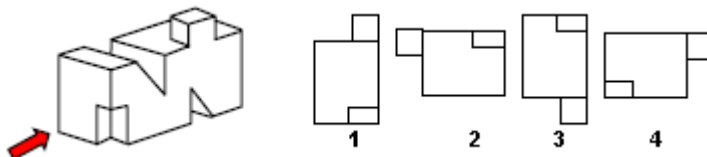


Uved'te správnou odpověď:

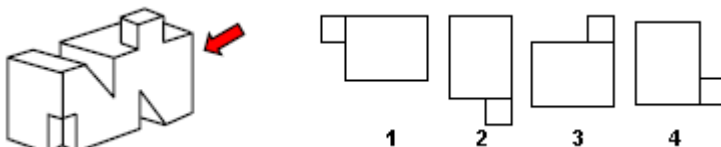
a) Předloha a příslušné nabídky řešení jsou zobrazeny:

dvojrozměrně trojrozměrně

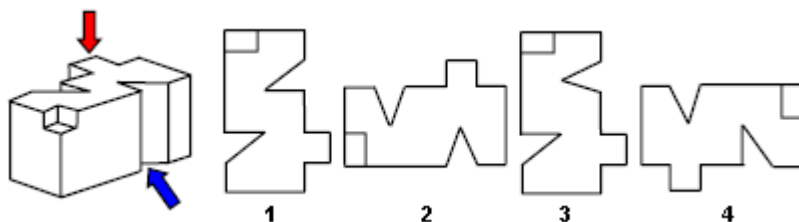
b) Označte zobrazení z nabídky **1** až **4**, které je shodné s tím, co vidíme ve směru šipky.



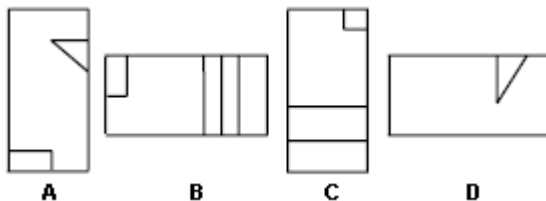
c) Označte zobrazení z nabídky **1** až **4**, které je shodné s tím, co vidíte ve směru šipky.



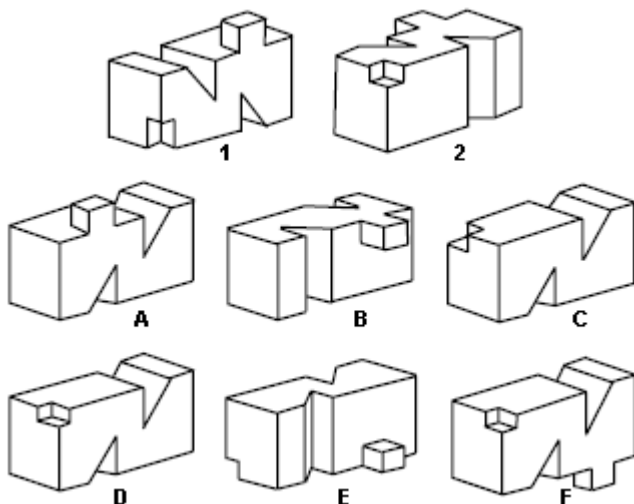
d) Určete dvojici obrazů, které jsou shodné s tím, co vidíte ve směru šipek. Vhodné zobrazení z nabídky **1** až **4** a z nabídky **A** až **D** запиšte do tabulky.



Obrázek z nabídky	
1 až 4	A až D

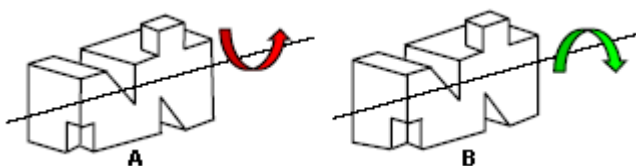


e) Najděte vzájemnou souvislost mezi prvním a druhým obrázkem. Následně určete, který obrázek z nabídky **A** až **F** bude další v pořadí.

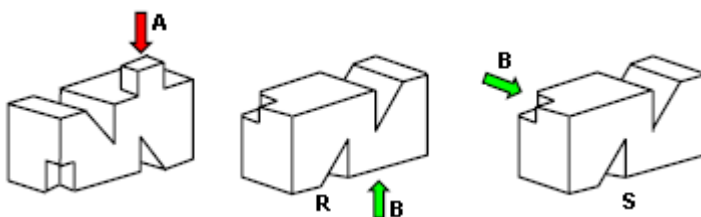


f) Zdůvodněte nabídku **C** jako vyhovující:

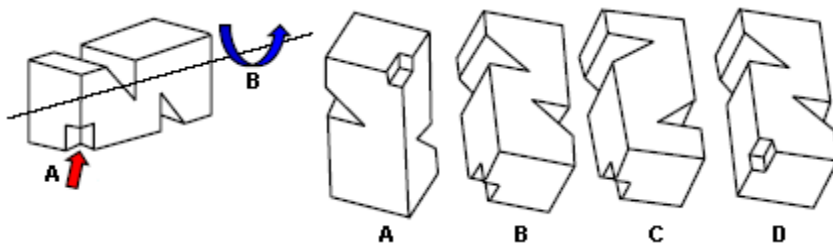
1) Označte v nabídce A, B smysl otočení předmětu, jehož zobrazení vyhovuje obrázku 2 předlohy.



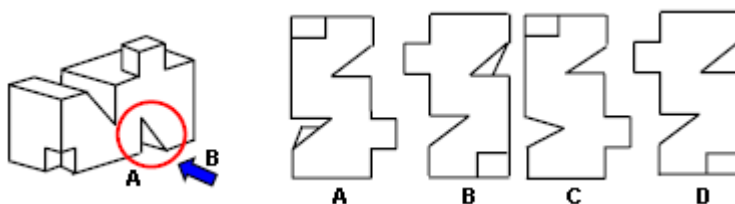
2) Označte v nabídce R, S obrázek, který vyhovuje tvrzení, že plochu označenou šipkou A budeme vidět při pohledu B.



3) Označte v nabídce **A** až **D** obrázek, který vyhovuje zobrazení polohy tvarové podrobnosti označené šipkou A v předloze po otočení předmětu ve směru vyznačeném šipkou B.



4) Označte v nabídce **A** až **D** obrázek, který vyhovuje zobrazení tvarové podrobnosti označené šipkou A v předloze ve směru vyznačeném šipkou B.



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

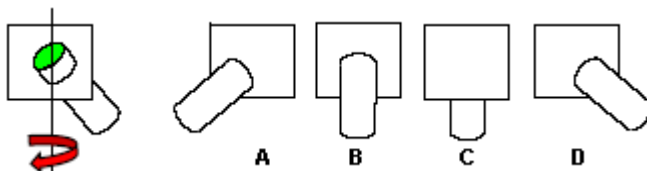
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

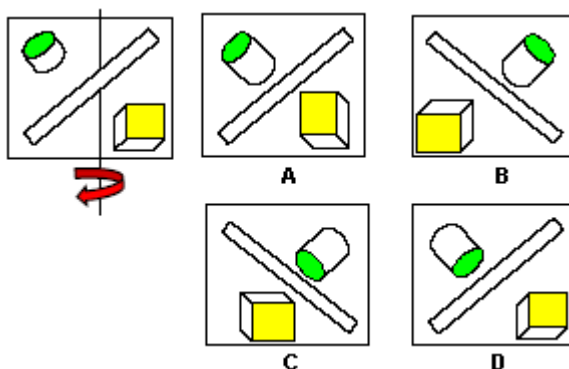
Úkol 3

1) Řešte

a) Určete shodu pootočení zobrazení. V nabídce **A** až **D** označte zobrazení, které je shodné s předlohou, je však otočeno o 180° .

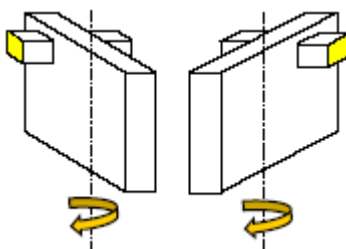


b) Určete shodu pootočení zobrazení. Z nabídky **A** až **D** označte zobrazení, které je shodné s předlohou, je však otočeno o 180° .

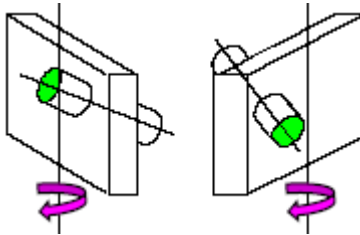


Ke správnému řešení vám pomůže, když si uvědomíte, že:

- sledujeme změnu polohy konkrétní tvarové podobnosti při pohybu kolem osy,



- sledujeme úhel sklonu sledované části předmětu,



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 4

Navrhněte úkol podobný úkolu 1. Jednotlivé kroky realizujte v následující posloupnosti:

1) Napište text úkolu

Text úkolu:

2) Navrhněte předlohu

Pro grafické zobrazení využijte skicáky.

Skicák 1

Skicák 2



3) Navrhněte možná řešení

Navrhněte čtyři možná řešení, z nichž bude jen jedno správné a ostatní budou mít rozpoznatelné odchytky. Ve vyznačené části:

- **náčrt** proved'te grafickou podobu vhodného/nevhodného pootočeného řešení,
- **komentář** upozorněte (popište, označte) na detail (např. poloha kostky, počet, apod.), který je třeba dát do souvislosti se správným řešením.

Nabídka 1

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 2

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 3

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 4

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

4) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Úkol 5

Vyjádřete svůj názor na tento pracovní list prostřednictvím níže uvedených výroků. Ten výrok, který se nejvíce přibližuje vaší představě, zakroužkujte.

1. Řešit takové úkoly mě baví
2. Tyto úkoly jsem řešil/řešila s příjemným pocitem
3. V řešení těchto úkolů chci být úspěšný/úspěšná.
4. Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
5. Myslím, že zvládnu i náročnější úkoly tohoto typu.
6. Chci, abych měl/měla možnost navrhnout takové úkoly
7. Myslím si, že řešení takových úloh mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost
8. Tento pracovní list dělá výuku zajímavější.
9. Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Pracovní list 5 - SKUPINA PŘEDMĚTŮ

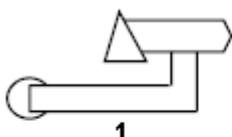


Při řešení úkolů je nutné dodržet pořadí, v jakém jdou úkoly za sebou. Odpovědi označte \bigcirc , resp. \square .

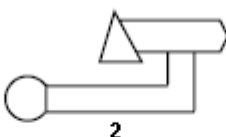
Úkol 1

1) Řešte

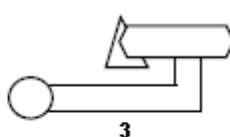
Na základě následujícího popisu vyberte z nabídky **1** až **6** obrázek, který mu vyhovuje: předmět tvaru L je z jednoho konce zakrytý koulí a druhý konec zakrývá kvádr se sraženými hranami. Dvě sražení kvádru jsou zakryté předmětem trojúhelníkového tvaru.



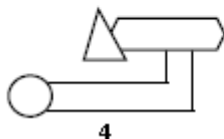
1



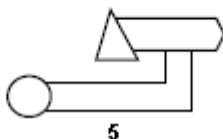
2



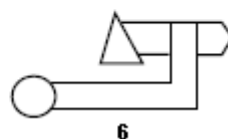
3



4



5



6

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný. 1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

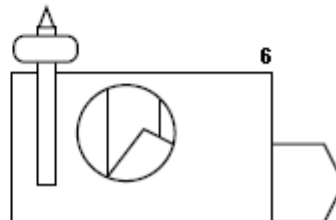
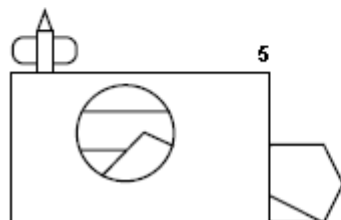
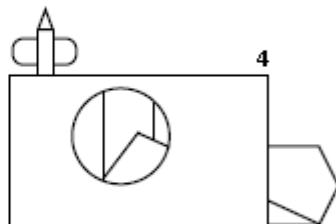
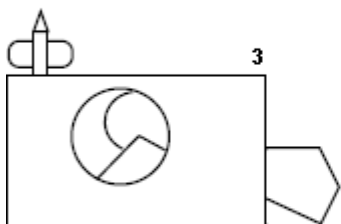
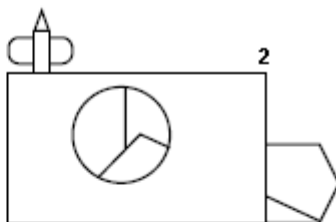
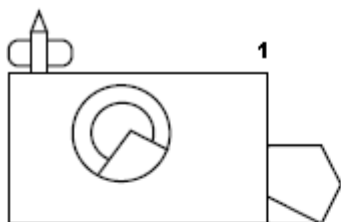
Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 2

1) Řešte

Podle následujícího popisu vyberte z nabídky **1** až **6** obrázek, který mu vyhovuje: kvádr s otvorem částečně zakrývá svisle umístěný válec, jehož velikost průměru je možné vidět přes otvor v kvádru. Předmět trojúhelníkového tvaru je částečně zakrytý kvádrem a zároveň sám zakrývá válec a zčásti zakrývá i pravidelný šestihran. Další částí celku je kvádr se zaoblenými hranami, který je částečně zakryt tyčkou s hrotem, kterou částečně zakrývá kvádr s otvorem.

Dříve, než odpovíte, řešte dále uvedené úkoly a) až f).



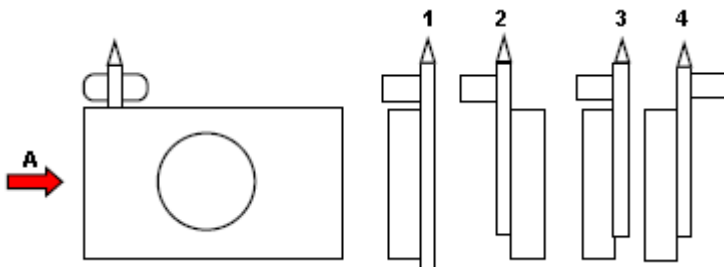
Uved'te správnou odpověď:

a) Obrazy nabídky jsou zobrazeny:

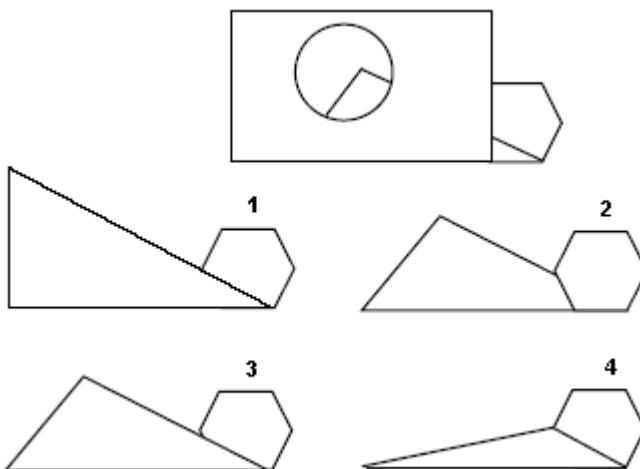
dvojrozměrně

trojrozměrně

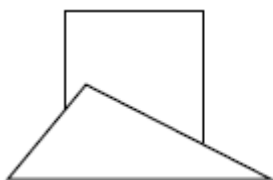
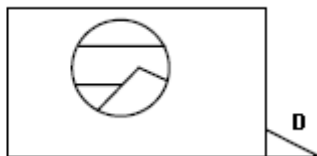
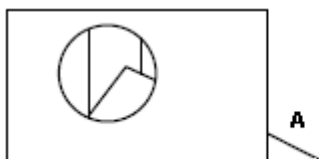
b) Označte to zobrazení z nabídky **1** až **4**, které je shodné s tím, co vidíme ve směru šipky.



c) Označte obrázek z nabídky, který vyjadřuje to, co uvidíme, když kvádr odstraníme.



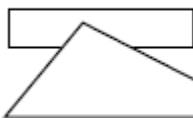
d) Určete dvojici obrázků, které jsou shodné poté, když v případě nabídky **A** až **D** odstraníme kvádr s otvorem. Shodné zobrazení z nabídky **1** až **6** запиšte do tabulky.



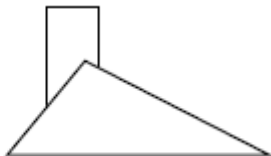
1



2



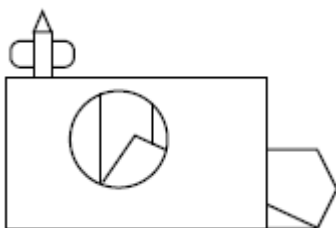
3



4

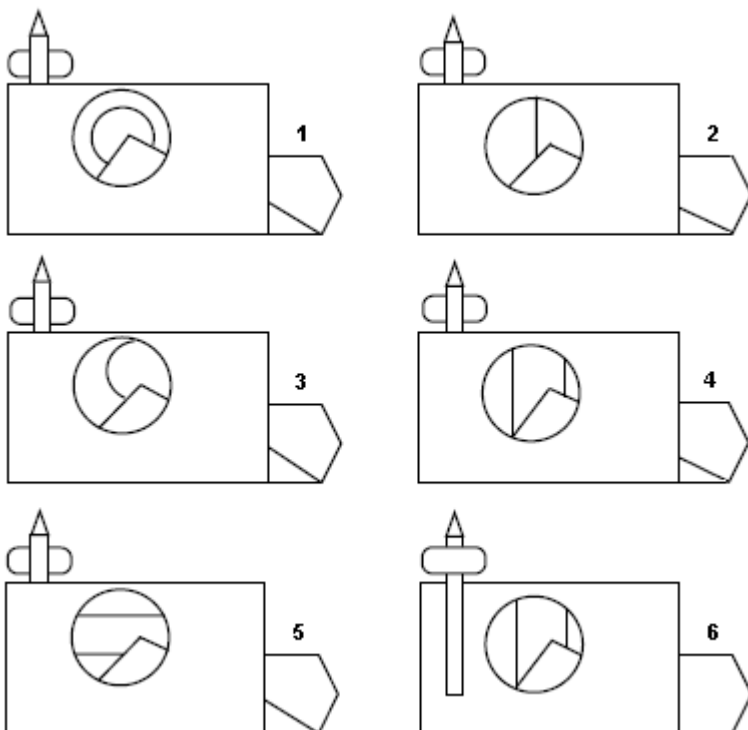
Obrázek z nabídky	
A	
B	
C	
D	

e) Ze zobrazení skupiny předmětů určete kolikrát došlo k částečnému zakrytí předmětu jiným předmětem. Zároveň do tabulky zapište počet předmětů zobrazených na obrázku.



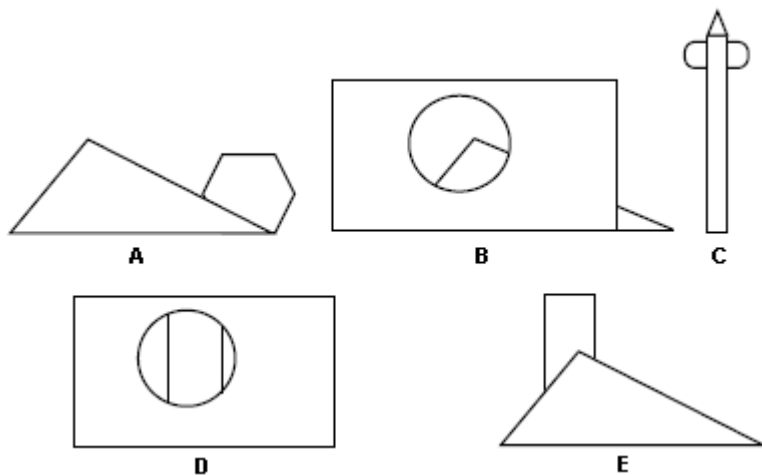
Celkový počet	
zakrytí	předmětů

f) Na základě následujícího popisu vyberte z nabídky **1** až **6** obrázek, který mu vyhovuje: kvádr s otvorem částečně zakrývá svisle umístěný válec, jehož velikost průměru je možné vidět přes otvor v kvádru. Předmět trojúhelníkového tvaru je částečně zakrytý kvádrem a zároveň sám zakrývá válec a zčásti zakrývá i pravidelný šestihran. Další částí celku je kvádr se zaoblenými hranami, který je částečně zakryt tyčkou s hrotem, kterou částečně zakrývá kvádr s otvorem.



g) Zdůvodněte nabídku **4** jako vyhovující a to tak, že k jednotlivým výročkům **1** až **5** přiřadíte obrázek z nabídky **A** až **E**. Uvedené запиšte do tabulky.

1. Kvádr s otvorem částečně zakrývá svisle umístěný válec, jehož velikost průměru je možné vidět přes otvor v kvádru.
2. Předmět trojúhelníkového tvaru je částečně zakrytý kvádrem s otvorem.
3. Předmět trojúhelníkového tvaru zakrývá válec.
4. Předmět trojúhelníkového tvaru zakrývá pravidelný šestihran.
5. Kvádr se zaoblenými hranami je částečně zakrytý tyčkou s hrotem.



Výrok	1	2	3	4	5
Obrázek z nabídky A až E					

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.

1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

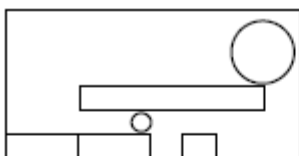
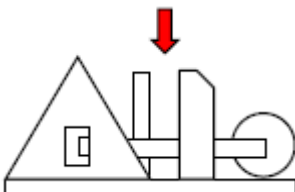
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

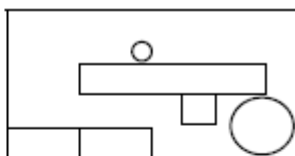
Úkol 3

1) Řešte

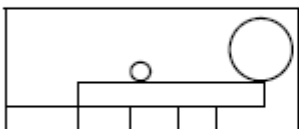
a) Označte to zobrazení z nabídky **1** až **6**, které je shodné s tím, co vidíme ve směru šipky.



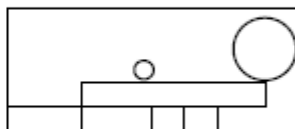
1



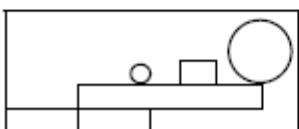
2



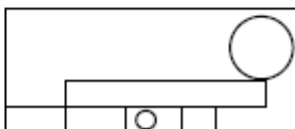
3



4

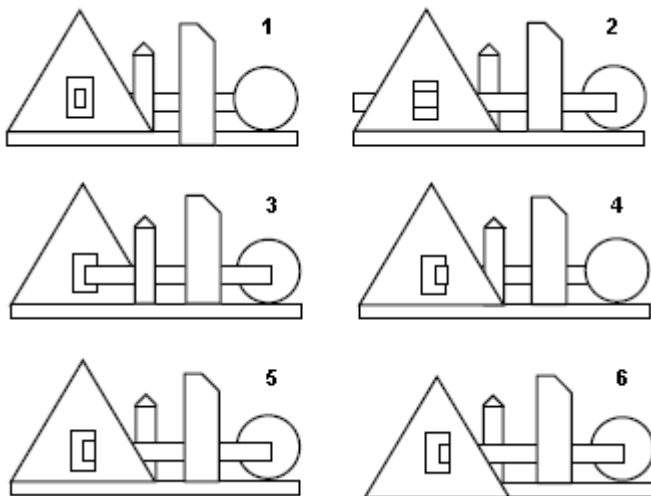


5



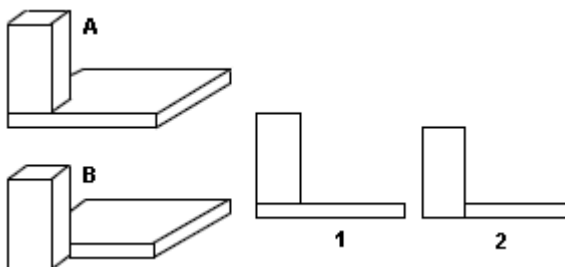
6

b) Z nabídky **1** až **6** označte obrázek, který vyhovuje následujícímu popisu. Na základní desce tvaru kvádrů jsou položeny předměty: jeden z nich má tvar trojúhelníku, v němž je otvor. Přes otvor je vidět konec vodorovně uložené tyče. Tento předmět spolu s vodorovnou tyčí částečně zakrývají svislou tyč s hrotem. Vodorovnou tyč zčásti zakrývá hranol se sraženou hranou. Koule je zčásti zakryta vodorovnou tyčí.



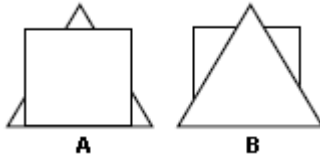
Ke správnému řešení vám pomůže, když si uvědomíte, že:

- předmět je položen na desce. Do tabulky запиšte informační shodu obrázků ve 3D a ve 2D,



Obrázek ve 3D	A	B
Obrázek ve 2D		

- předmět zakrývá jiný předmět nebo je sám zakrytý předmětem. Do tabulky uveďte obrázek z nabídky **A** a **B**, který vyjadřuje konstatování (při pohledu zepředu) **kvádr zakrývá, kvádr je zakrytý**.



kvádr zakrývá	
kvádr je zakrytý	

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 4

Navrhněte úkol podobný úkolu 1. Jednotlivé kroky realizujte v následující posloupnosti:

1) Napište text úkolu

Text úkolu:

2) Navrhněte předlohu

Pro grafické zobrazení využijte skicáky.

Skicák 1

Skicák 2



3) Navrhněte možná řešení

Navrhněte čtyři možná řešení, z nichž bude jen jedno správné a ostatní budou mít rozpoznatelné odchytky. Ve vyznačené části:

- **náčrt** proved'te grafickou podobu vhodného/nehodného pootočeného řešení,
- **komentář** upozorněte (popište, označte) na detail (např. poloha kostky, počet, apod.), který je třeba dát do souvislosti se správným řešením.

Nabídka 1

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 2

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 3

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 4

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

4) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Úkol 5

Vyjádřete svůj názor na tento pracovní list prostřednictvím níže uvedených výroků. Ten výrok, který se nejvíce přibližuje vaší představě, zakroužkujte.

1. Řešit takové úkoly mě baví
2. Tyto úkoly jsem řešil/řešila s příjemným pocitem
3. V řešení těchto úkolů chci být úspěšný/úspěšná.
4. Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
5. Myslím, že zvládnu i náročnější úkoly tohoto typu.
6. Chci, abych měl/měla možnost navrhopvat takové úkoly
7. Myslím si, že řešení takových úloh mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost
8. Tento pracovní list dělá výuku zajímavější.
9. Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Pracovní list 6 - SKUPINA NAVZÁJEM SOUVISEJÍCÍCH ZOBRAZENÍ

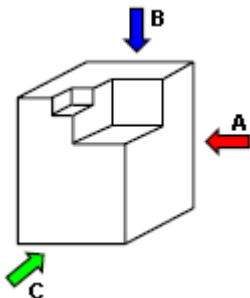


Při řešení úkolů je nutné dodržet pořadí, v jakém jdou úkoly za sebou. Odpovědi označte , resp. .

Úkol 1

1) Řešte

Určete skupinu obrázků z nabídky **1** až **4**, která vyhovuje ve všech třech případech zobrazení předmětu ve směru vyznačených pohledů A, B a C předlohy. Do tabulky vepište shodu pohledu s obrazem určené skupiny.



Vyhovuje skupina obrázků			
zobrazení	R	S	T
směr pohledu			

<p>1</p> <p>R S T</p>	<p>2</p> <p>R S T</p>
<p>3</p> <p>R S T</p>	<p>4</p> <p>R S T</p>

2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

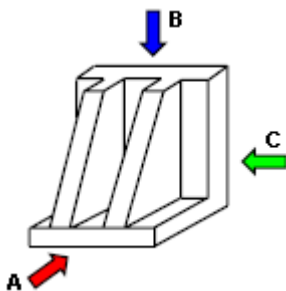
Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 2

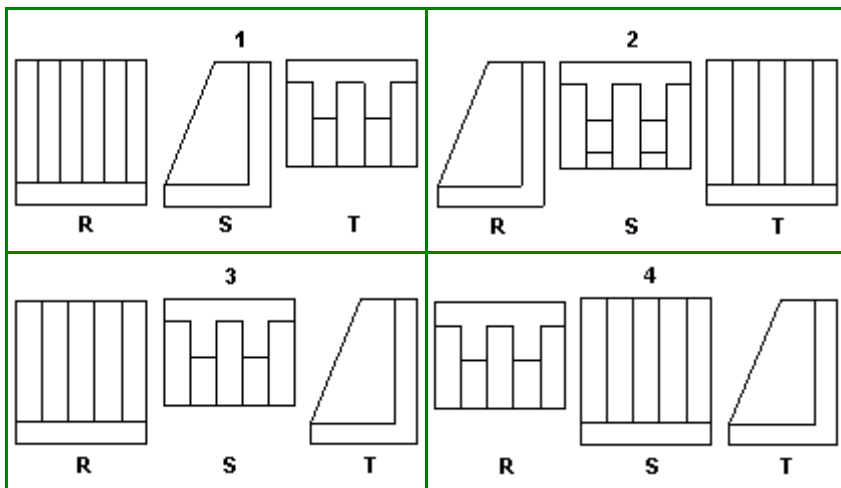
1) Řešte

Určete skupinu obrázků z nabídky **1** až **4**, která vyhovuje ve všech třech případech zobrazení předmětu ve směru vyznačených pohledů A, B a C předlohy. Do tabulky vepište shodu pohledu s obrazem určené skupiny.

Dříve, než odpovíte, řešte dále uvedené úkoly a) až f).



Vyhovuje skupina obrázků			
zobrazení	R	S	T
směr pohledu			



Uved'te správnou odpověď:

a) Obrázek předlohy je zobrazen:

dvojrozměrně

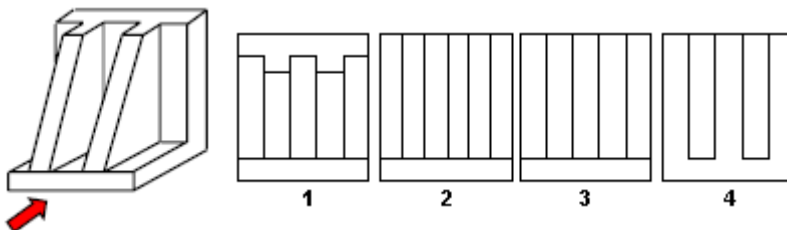
trojrozměrně

b) Nabídky řešení **1** až **4** jsou zobrazeny:

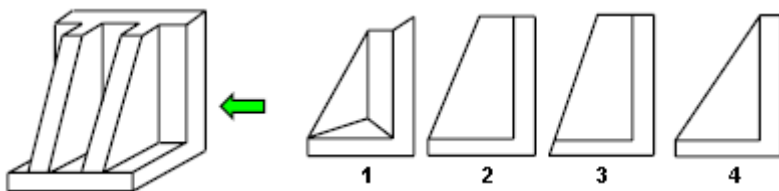
dvojrozměrně

trojrozměrně

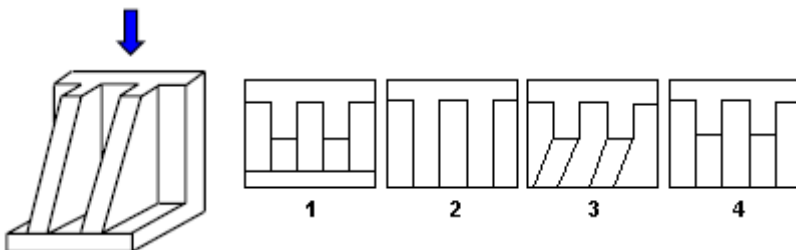
c) Označte to zobrazení z nabídky **1** až **4**, které je shodné s tím, co vidíte ve směru šipky.



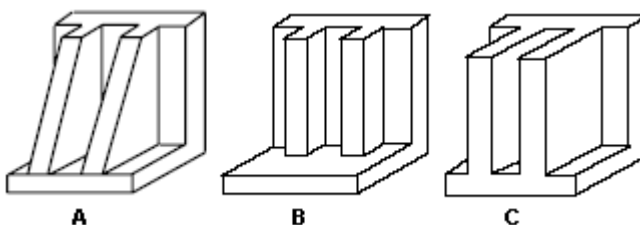
d) Označte to zobrazení z nabídky **1** až **4**, které je shodné s tím, co vidíte ve směru šipky.



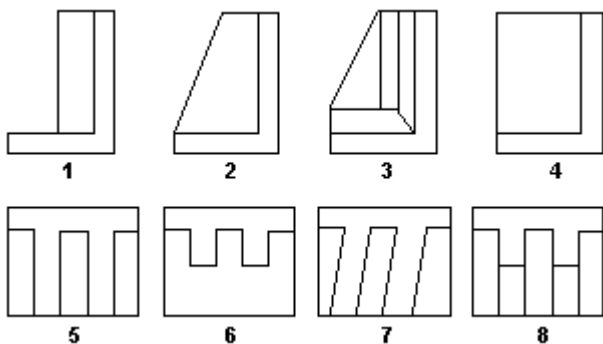
e) Označte to zobrazení z nabídky **1** až **4**, které je shodné s tím, co vidíte ve směru šipky.



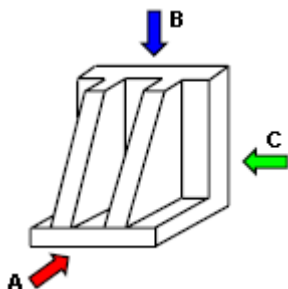
f) K jednotlivým předmětům A, B, C z předlohy přiřaďte obrázek, který zobrazuje určitý předmět z určitého pohledu. Shodu zapíšte do tabulky (označte políčko shody ve směru horizontálním a vertikálním).



	Obrázek z nabídky							
	1	2	3	4	5	6	7	8
předmět A								
předmět B								
předmět C								



g) Určete skupinu obrázků z nabídky **1** až **4**, která vyhovuje ve všech třech případech zobrazení předmětu ve směru vyznačených pohledů A, B a C předlohy. Do tabulky vepište shodu pohledu s obrázkem určené skupiny.

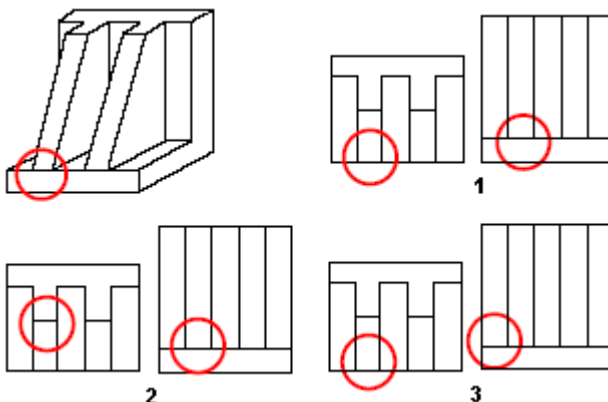


Vyhovuje skupina obrázků			
zobrazení	R	S	T
směr pohledu			

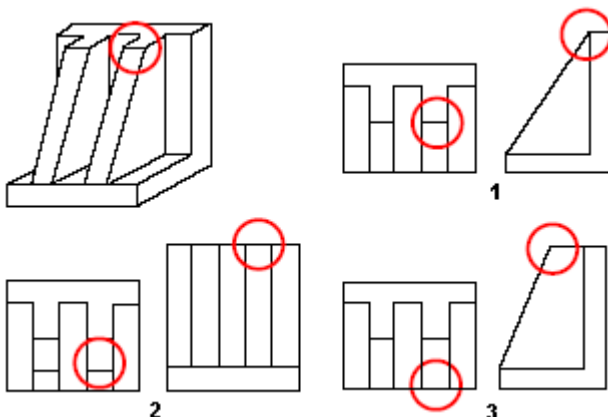
 1	 2
 3	 4

h) Zdůvodněte nabídku 3 jako vyhovující:

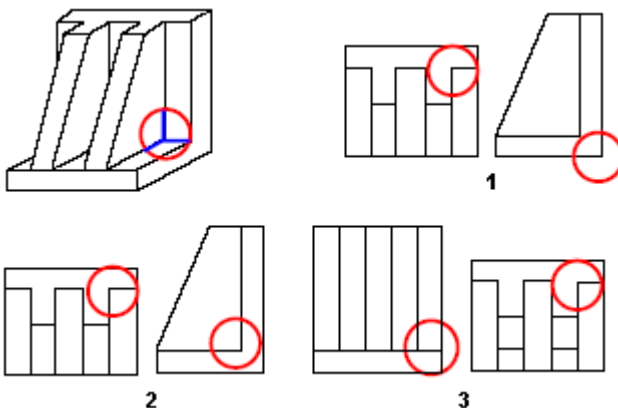
1) Určete shodu v zobrazení polohy tvarové podrobnosti označené na předloze kružnicí s označením v nabídce **1** až **3**. V případě určení nabídky je třeba brát v úvahu shodu v označení v obou jejích případech.



2) Určete shodu v zobrazení polohy tvarové podrobnosti označené na předloze kružnicí s označením v nabídce **1** až **3**. V případě určení nabídky je třeba brát v úvahu shodu v označení v obou jejích případech.



3) Určete shodu v zobrazení polohy tvarové podrobnosti označené na předloze kružnicí s označením v nabídce **1** až **3**. V případě určení nabídky je třeba brát v úvahu shodu v označení v obou jejích případech.



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný. 1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

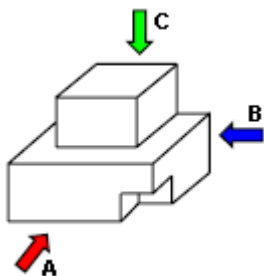
- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 3

1) Řešte

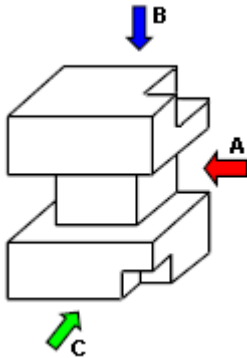
a) Určete skupinu obrázků z nabídky **1** až **4**, která vyhovuje ve všech třech případech zobrazení předmětu ve směru vyznačených pohledů A, B a C předlohy. Do tabulky vepište shodu pohledu s obrazem určené skupiny.



Vyhovuje skupina obrázků			
zobrazení	R	S	T
směr pohledu			

<p>1</p> <p>R S T</p>	<p>2</p> <p>R S T</p>
<p>3</p> <p>R S T</p>	<p>4</p> <p>R S T</p>

b) Určete skupinu obrázků z nabídky **1** až **4**, která vyhovuje ve všech třech případech zobrazení předmětu ve směru vyznačených pohledů A, B a C předlohy. Do tabulky vepište shodu pohledu s obrazem určené skupiny.

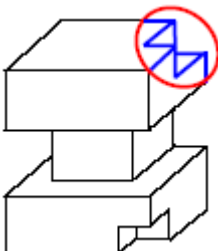


Vyhovuje skupina obrázků			
zobrazení	R	S	T
směr pohledu			

1	2
3	4

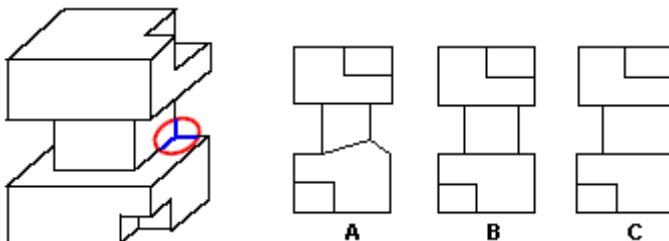
Ke správnému řešení pomůže, když si uvědomíte následující:

1) Označte z nabídky ten obrázek, který vyhovuje zobrazení označené tvarové podrobnosti na předloze. Zároveň pro shodu určete směr pohledu.

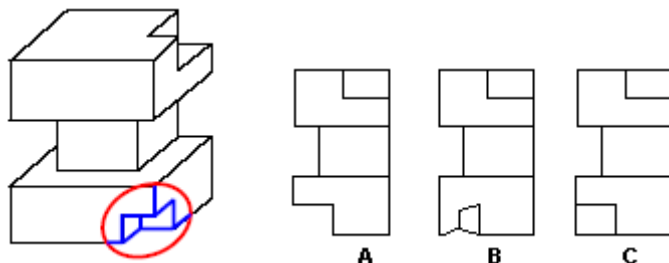


A	B	C

2) Označte z nabídky ten obrázek, který vyhovuje zobrazení označené tvarové podrobnosti na předloze. Zároveň pro shodu určete směr pohledu.



3) Označte z nabídky ten obrázek, který vyhovuje zobrazení označené tvarové podrobnosti na předloze. Zároveň pro shodu určete směr pohledu.



2) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.

1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Porad'te - stručné vyjádření k úkolu

Jaká změna přispěje k vylepšení tohoto úkolu? Stručně uveďte, co na úkolu oceňujete, co je třeba změnit nebo doplnit například v:

- textu úkoly,
- grafickém vyobrazení předlohy,
- grafickém vyobrazení uvedených nabídek řešení.

Připomínky, podněty a úvahy:

Úkol 4

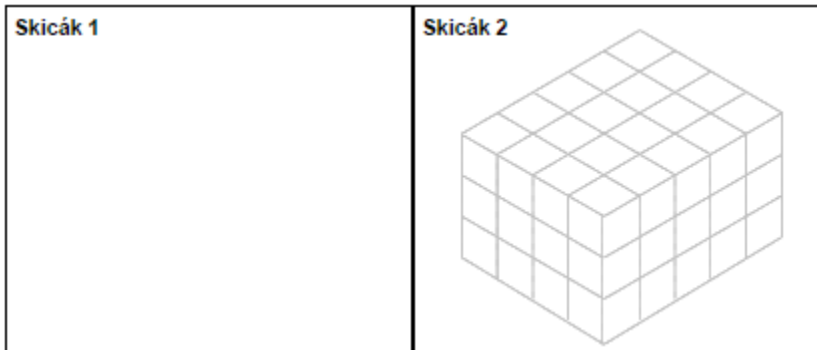
Navrhňte úkol podobný úkolu 1. Jednotlivé kroky realizujte v následující posloupnosti:

1) Napište text úkolu

Text úkolu:

2) Navrhňte předlohu

Pro grafické zobrazení využijte skicáky.



3) Navrhňte možná řešení

Navrhňte čtyři možná řešení, z nichž bude jen jedno správné a ostatní budou mít rozpoznatelné odchylky. Ve vyznačené části:

- **náčrt** proveďte grafickou podobu vhodného/nevhodného pootočeného řešení,
- **komentář** upozorněte (popište, označte) na detail (např. poloha kostky, počet, apod.), který je třeba dát do souvislosti se správným řešením.

Nabídka 1

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 2

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 3

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

Nabídka 4

Komentář:	Náčrt:
-----------	--------

4) Hodnot'te

V tabulce na stupnici vyznačte, jak byl daný úkol náročný.
1 symbolizuje nejnižší náročnost, 10 nejvyšší náročnost.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Úkol 5

Vyjádřete svůj názor na tento pracovní list prostřednictvím níže uvedených výroků. Ten výrok, který se nejvíce přibližuje vaší představě, zakroužkujte.

1. Řešit takové úkoly mě baví
2. Tyto úkoly jsem řešil/řešila s příjemným pocitem
3. V řešení těchto úkolů chci být úspěšný/úspěšná.
4. Úkoly jsou netradiční a měly by se ve výuce vyskytovat častěji.
5. Myslím, že zvládnu i náročnější úkoly tohoto typu.
6. Chci, abych měl/měla možnost navrhopvat takové úkoly
7. Myslím si, že řešení takových úloh mi pomáhá rozvíjet prostorovou představivost
8. Tento pracovní list dělá výuku zajímavější.
9. Těším se na práci s dalším pracovním listem.

Název: Výzkum prostorové představivosti v kontextu metakognitivní strategie
Autoři: Peter Beisetzer, doc. PaedDr., Ph.D.
René Drtina, doc. PaedDr., Ph.D.
Obálka: Lenka Drtinová
Vydal: ExtraSYSTEM Praha
Ediční řada: Didaktika - pedagogika, svazek 36
Rok a místo vydání: 2019, Praha
Tisk: ExpresTlač, Bratislava
Vydání: první
Rozsah: 200 stran
Náklad: 240 ks
AA/VA: AA 9,14 (text 5,32; obrázky 3,82)/ VA 9,25

ISBN 978-80-87570-43-2



9788087570432