

TECHNOLOGIE A GARDNEROVA TEORIE VÍCENÁSOBNÉ INTELIGENCE V PROCESU KONSTRUKTIVISTICKÉHO MATEMATICKÉHO POZNÁNÍ

Dagmar Kocichová

Gymnázium Hladnov a Jazyková škola, Ostrava

Abstrakt: Článek je věnován problematice aplikace Gardnerovy teorie při výuce matematiky využitím nejsilnější dimenze žákovy inteligence. Byl proveden experiment se žáky čtyřletého gymnaziálního studia, v němž byla ověřována kvalita výstupů žáků v matematice, jestliže pracovali s elektronickými výukovými materiály podle jejich nejvýraznější dimenze inteligence.

Klíčová slova: žákova konstrukce matematických poznatků; Gardnerova teorie vícenásobné inteligence; dimenze inteligence; ICT ve výuce; elektronické výukové materiály

Technology and Gardner's theory of multiple intelligence in the process of constructivist math knowledge

Abstract: The article is devoted to the issue of application of Gardner's theory in teaching mathematics using the strongest dimension of pupils' intelligence. An experiment was performed with pupils of a four-year grammar school study programme, in which was verified quality of the students' outlets in mathematics when working with electronic teaching materials according to their dimension of intelligence.

Key words: Pupils' construction of knowledge in mathematics, Gardner's theory of multiple intelligences, intelligence dimension, electronic teaching materials

1. Úvod

Z četných publikovaných výzkumů vyplývá, že by učitelé měli kromě společných učebních potřeb všech žáků třídy věnovat pozornost individuálním potřebám a učebním stylům žáků a odpovídajícím způsobem jim výuku přizpůsobit [9; 10]. Pokud by se začalo časně, nemusely by případné problémy s matematikou u žáků mít dlouhé trvání či velkou intenzitu [3]. Rovněž Evropská komise dala v roce 2010 k nasměrování politik svých zemí doporučení vládám v oblasti vzdělávání *Key Lessons learned by ICT cluster* (Hlavní zjištění ICT clusteru). Jednou ze čtyř oblastí je individualizace vzdělávání. Ta zdůrazňuje, že technologiemi

podporované prostředí umožňuje individualizovat vzdělávací proces. Žák tak může pracovat svým tempem, podle svých schopností, aktuálního stavu poznání, motivace i zájmu.

Při výuce je podstatné, aby žákovi bylo umožněno využívat svého potenciálu k efektivnějšímu učení a vytvářet si tak poznatky vlastními postupy. Vytváření matematických poznatků je nepřenositelné, přenosné jsou pouze informace. Pro úspěšnou výuku matematiky je důležité, aby učitel věděl, jak žák vnímá jeho výklad, jaké postupy pro abstrakci jsou pro něj optimální, zda žák vidí při konstrukci poznatků to, co vidí učitel.

2. Gardnerova teorie vícenásobné inteligence

Za teoretický základ individualizace výuky můžeme považovat teorii vícenásobné inteligence podle profesora Harvardské univerzity v USA, Howarda Gardnera [4], který na základě osmi znaků potvrdil, že člověk má několik odlišných dimenzí inteligence, a to v různé míře, a právě tou se jednotlivci odlišují. Autor dále uvádí, že k základním charakteristikám každé dimenze inteligence patří osobitý způsob práce a specifické biologické základy. Autor jednotlivé dimenze inteligence označil jako jazykovou, hudební, pohybovou, vizuálně-prostorovou, intrapersonální, intrapersonální, přírodopisnou, inteligence existencionální. Dimenze inteligence jsou relativně navzájem nezávislé a mohou být dále podporovány a sílit nebo ignorovány a slábnout.

2.1. Analýza dimenzí inteligence

Budeme analyzovat jednotlivé dimenze inteligence z hlediska osobnosti člověka se záměrem využití v procesu poznávání. Soustředíme se na prvních pět dimenzí inteligence, u kterých jsme určili typické dovednosti a strategie učení (způsoby a postupy učení). Dominantní znak, kterým jsou jednotlivé dimenze charakterizovány, jsme nazvali symbol.

Jazyková dimenze inteligence

Typické dovednosti: čtení, psaní, mluvení, diskuse.

Strategie učení: Žáci se učí tím, že pozorují napsaná slova, také foneticky. Pamatují si informace podané mluvenou i písemnou formou. Dovedou dobře vysvětlovat.

Symbole: slova, text.

Hudební dimenze inteligence

Typické dovednosti: smysl pro rytmus, výšku a barvu zvuku, paměť na básně a melodie.

Strategie učení: Žák se učí snadným zapamatováním slov, která vznikla na hudbu nebo jsou-li v učebním materiálu tóny, rytmy.

Symbole: rytmy, zvuky, tóny.

Matematicko-logická dimenze inteligence

Typické dovednosti: Řešení problémů, odhad, logická argumentace, analýza, kategorizace.

Strategie učení: Žáci se učí pochopením podstaty, systémově, zvažují minulé zkušenosti, než udělají další krok. Používají sekvenční myšlení, mohou lehce zpětně najít vlastní chybu.

Symbole: systém, čísla, koncepce, logika, abstrakce.

Vizuálně-prostorová dimenze inteligence

Typické dovednosti: kreslení, malba, tvorba mentálních map a diagramů, projektování, navigace.

Strategie učení: Žák se učí tím, že vnímá tvar a barvy, vytváří si jasný obraz v mysli, vyjadřuje se formou kreseb, návrhů, barevných schémat.

Symbols: mentální obrazy, transformace jednoho modelu v druhý.

Pohybová dimenze inteligence

Typické dovednosti: Žák má spíše tendenci tvořit, než slyšet a vidět.

Strategie učení: Žák se učí pohybem, používáním gest, prostřednictvím fyzického dotyku, manipulace s předměty.

Symbols: dotek, pohyb, manipulace, gesta.

Má-li každý jedinec některou dimenzi inteligence převažující, pak se bude lišit jeho způsob učení od jedince s převažující jinou dimenzí inteligence.

3. Konstrukce procesu poznání v matematice

3.1. Teorie konstruktivismu

Současný pedagogický směr preferuje pojetí učení, v němž se klade důraz na uplatňování problémově orientovaného učení, badatelsky zaměřený přístup a také na skutečné životní situace. Jedná se o konstruktivistickou teorii. Zabývá se učením s porozuměním. Její zakladatel, švýcarský biolog Jean Piaget, uvedl: „*Pochopit znamená objevit. Žák, který získá jistou vědomost objevováním, zkoumáním a přirozeným úsilím, bude schopen si ji zapamatovat*“ [7] na straně 56.

Pedagogický konstruktivismus ve výuce vyžaduje řešení konkrétních – praktických – problémů, tvořivé myšlení, manipulaci s předměty, názorné pomůcky, například interaktivní software. Porozumění si žák konstruuje sám. Zvažuje nové informace, porovnává je s předchozími zkušenostmi, poznatky a schémata. Jde v podstatě o problémové vyučování [11].

Premisou myšlenky konstruktivismu je tvorba žákových vědomostí na základě vědomostí a zkušeností dosavadních, a to aktivně v procesu řešení problémů. Žáci si své vědomosti konstruují sami, případně provádějí přestavbu starých myšlenkových struktur. J. Vaníček upřesňuje: „*V konstruktivistickém pojetí je učení aktivní, adaptivní a zkušenostní proces. Učící se snaží pozorovat podobnosti a rozdíly ve vlastním kognitivním schématu v nové situaci, ve které se octne, a přitom toto schéma může změnit.*“ viz [12] na straně 24.

Konstruktivistické pojetí procesu poznání v matematice z J. Piageta vychází. Není přijímáním hotových matematických struktur, ale, jak uvádí M. Hejný a F. Kuřina [6] na straně 129 jde o: „*...proces konstruování poznatkových struktur u jednotlivých žáků*“. Proces vzniku nového poznatku podle uvedených autorů obsahuje pět fází a dva fázové přechody, tzv. zdvihy. Jedná se o fázi motivace, fázi modelu izolovaných modelů, první abstrakční zdvih, fázi univerzálního modelu, druhý abstrakční zdvih, fázi abstraktních znalostí, fázi krystalizace (strukturalizace).

Konstruktivistické pojetí procesu poznání v matematice vychází z J. Piageta. Není přijímáním hotových matematických struktur, ale, jak uvádí M. Hejný a F. Kuřina [6] na straně 129, jedná se o „*...proces konstruování poznatkových struktur u jednotlivých žáků*“. Proces vzniku nového poznatku podle uvedených autorů obsahuje pět fází a dva fázové přechody, tzv. zdvihy. Jedná se o fázi motivace, fázi modelu izolovaných modelů, první abstrakční zdvih, fázi univerzálního modelu, druhý abstrakční zdvih, fázi abstraktních znalostí, fázi krystalizace (strukturalizace).

3.2. Proces vzniku poznatku v matematice

Hybným momentem učení je motivace, avšak podstatou poznávacího procesu jsou dva mentální zdvihy: první od izolovaných modelů k univerzálním, druhý zdvih od univerzálních modelů k abstraktním znalostem. Krystalizace (strukturalizace) je stálá složka poznávání, což je fáze začleňování nových poznatků do struktury.

Izolované body

Izolované body reprezentují obecný pojem (např. izolovanými modely čísla 5 je 5 jablek, 5 autíček...). V procesu poznání je velmi důležitá vzájemná vazba izolovaných modelů nově vznikajícího poznatku. Bez ní nemůže být konstruován univerzální model [6; 5]

Zobecnění (1. zdvih)

Izolované modely se postupně organizují, seskupují, strukturují, čímž dochází k hlubokému vzhledu do současného poznání. Často jde jen o velmi krátký časový interval [5]. Etapa objevování a objev univerzálního modelu je zobecněním. Objev M. Hejný [5; 32] chápe jako „náhlé uzření nové obecnější nebo abstraktně vyšší skutečnosti“. Jde o jednu fázi mentální konstrukce, a to fázi nejdůležitější.

Univerzální model

Hladina univerzálního modelu je hladina nalézání výsledků, společného jádra skupiny izolovaných modelů a jejich vzájemných souvislostí, oproti hladině izolovaných modelů pojmu nebo poznatku, která je hladinou hledání. M. Hejný [5; 31] píše, že „*jakmile vytvoří skupina izolovaných modelů strukturu, pojmenujeme tento strukturovaný princip modelem univerzálním*“.

„Univerzální model představuje obecný postup, vzorec, návrh, graf atd., je tedy obecný.“ Libovolný izolovaný model představuje „*pouze ukázkou*“, jak uvádí M. Hejný, F. Kuřina [6; 108].

Abstraktní poznání

Abstraktní poznání je výsledkem abstrakčního zdvihu. „*Restrukturací souboru izolovaných a univerzálních modelů žák získává nový, abstraktnější vzhled*“ [5; 28]. Abstraktní znalosti jsou vyjádřeny symbolickými znaky, které novou strukturu reprezentují, např. v matematice jde o matematickou symboliku.

Hladina krystalizace

Nové poznatky se propojují s předchozími vědomostmi nejdříve na úrovni modelů, pak na úrovni abstrakce. Jde o proces dlouhodobý [5; 29], neboť každé další modely, izolované i univerzální, se propojují v nový poznatek a ten se váže s poznatky předchozími. M. Hejný, F. Kuřina [6; 112–113] uvádějí, že „*proces poznávání nemusí procházet všemi hladinami, avšak každý musí obsahovat hladinu izolovaných modelů a aspoň jeden zdvih*“.

Hladina automatizace

V této fázi nevzniká nový poznatek, jen se nově vzniklý poznatek procvičuje. Fáze automatizace proto není součástí poznávacího procesu.

4. Filosofie tvorby výukových materiálů

Izolované a univerzální modely jsou myšlenkovými konstrukcemi, týkají se mentálních transformací. „*Učitelé by měli předkládat žákům takové vnější reprezentace poznatků, aby jim tím umožnili vytvářet si své vlastní mentální reprezentace k řešení problémů*“ [1; 85].

Využitím potenciálu žáka, jeho silné stránky – dominantní dimenze inteligence, mu umožníme učit se prostřednictvím převažujících osobnostních mechanismů. Především však chceme podpořit jeho proces učení k provedení prvního a druhého abstrakčního zdvihu. Každá dimenze inteligence pracuje s určitými symboly a výukou matematiky chceme dosáhnout k symbolům matematickým. Jedná se o jistou transformaci symbolů. Tyto symboly jsou stavebním kamenem při tvorbě úloh i elektronických výukových materiálů. Z hlediska taxonomie úloh podle D. Tollingerové [8] se jedná o úlohy III. typu, konkrétně III. 1 – úlohy na překlad – translaci, transformaci.

Tvorba elektronických výukových materiálů vychází z obsahu předmětu matematika, konkrétně vektorové algebry, strategií podle Gardnerovy teorie vícenásobné inteligence, konstruktivistického pojetí výuky, z konstruktivistického postupu žákovy poznávání.

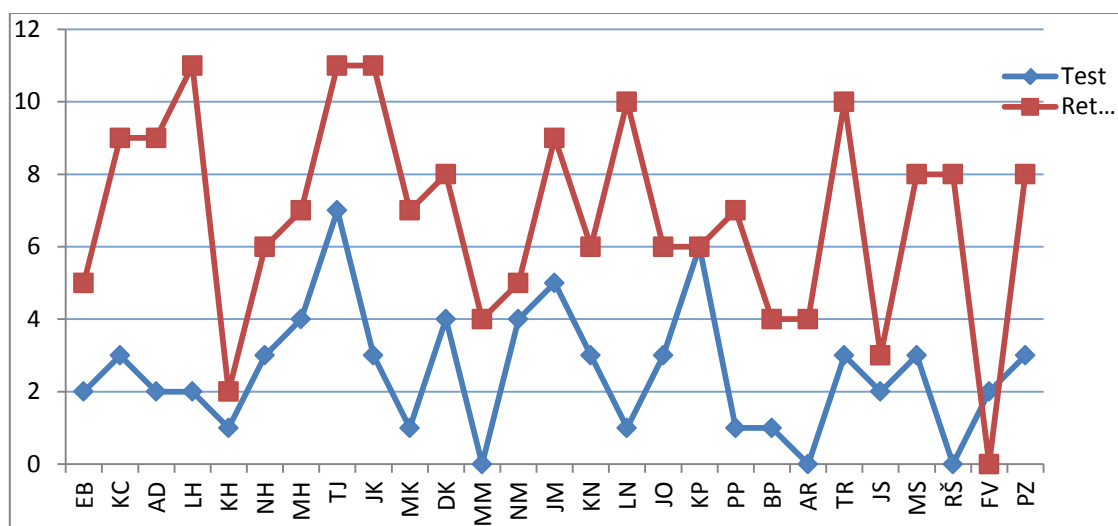
5. Pedagogický experiment

Jako výzkumná metoda byl zvolen pedagogický experiment. Vstupním parametrem byla převažující dimenze inteligence žáka, kterou žák znal, byla výsledkem dotazníkového šetření. Cílem experimentu bylo ověření kvality výstupů žáků v matematice aplikací Gardnerovy teorie vícenásobné inteligence v elektronických výukových materiálech.

Experimentu se účastnili žáci druhého ročníku třídy 2. A čtyřletého studia Gymnázia Hladnov a Jazykové školy, Ostrava, byť učivo se běžně učí v ročníku třetím. Všem žákům byly po výkladu (formou problémových otázek) zadány pro prohloubení učiva úlohy se stejným vzdělávacím cílem, přičemž strategie učení se opíraly o Gardnerovu teorii vícenásobné inteligence.

Po ukončení experimentální výuky proběhlo následné zadání posttestu, který byl shodný s pretestem.

6. Závěr

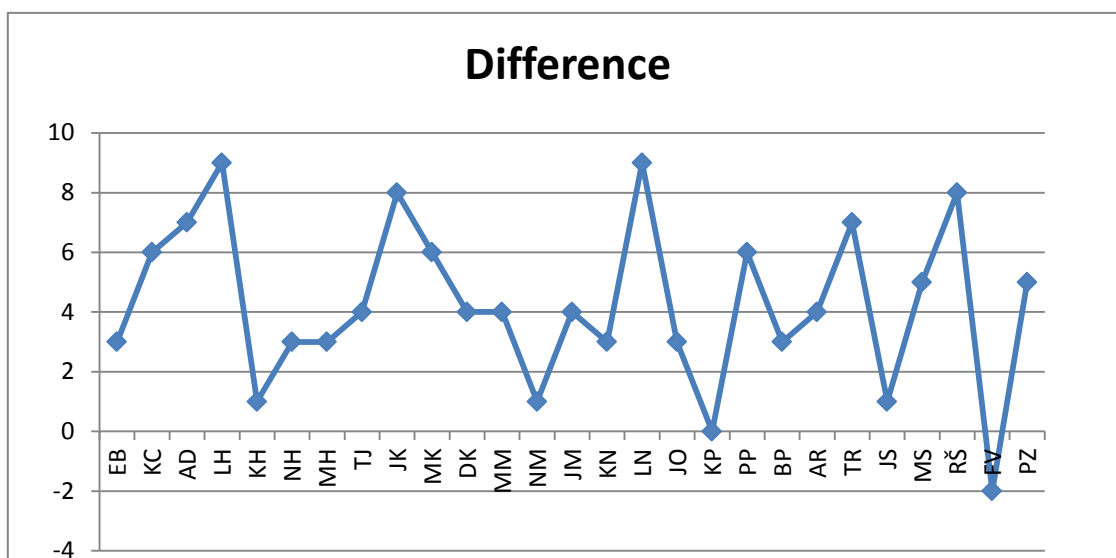


Obr. 1 Výsledky testu a retestu

Třída má 32 žáků. Vzhledem k tomu, že 5 žáků se pro nemoc nezúčastnilo retestu, do celkového hodnocení nebyli zařazeni. V tabulce na obrázku 1 je zahrnuto 26 žáků, z toho 11 chlapců.

Na x-ové ose jsou uvedeny iniciály žáků. Z maximálního počtu 11 bodů testu zobrazují grafy počet bodů testu a pretestu. Z nich je patrné, že pouze jedna žákyně (KP) měl počet bodů testu i pretestu stejný, takže se u ní neprojevila žádná přidaná hodnota. Jeden žák (FV) naprosto nezvládl učivo a výsledek jeho pretestu byl horší než testu. Lze taky vzít v úvahu alternativu, že test vypracoval nahodile a získal pár bodů. Při retestu se však potvrdilo, že učivu nerozumí. U všech ostatních žáků došlo ke zlepšení vědomostí a dovedností. Maximálního počtu bodů dosáhli jen tři žáci (LH, TJ, JK).

Výše uvedená analýza je patrnější z obrázku č. 2. Graf ukazuje rozdíl výsledků každého žáka testu a následného pretestu. Je nutné podotknout, že mezi výukou a pretestem neproběhlo žádné opakování ani procvičování. Pretest je výsledkem momentálního stavu nabytých znalostí, pochopení vzájemných vztahů, vazeb a souvislostí.

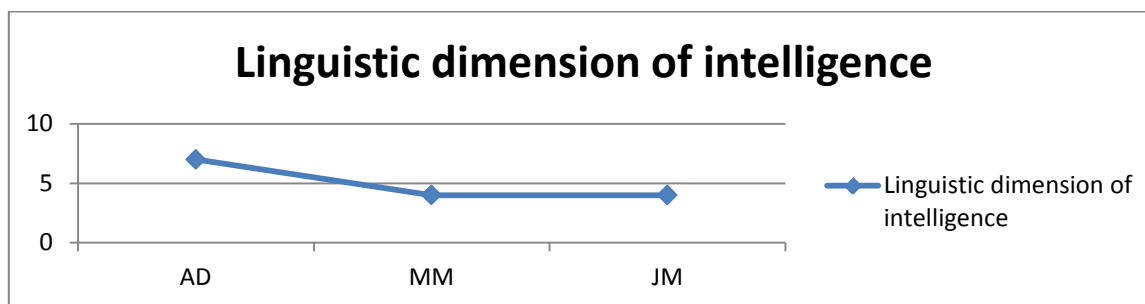


Obr. 2 Bodový rozdíl testu a pretestu

Nyní se zaměříme na skupiny žáků seskupených podle dimenzí inteligence a provedeme analýzu z hlediska dosažených výsledků obou testů.

Zvolíme pořadí:

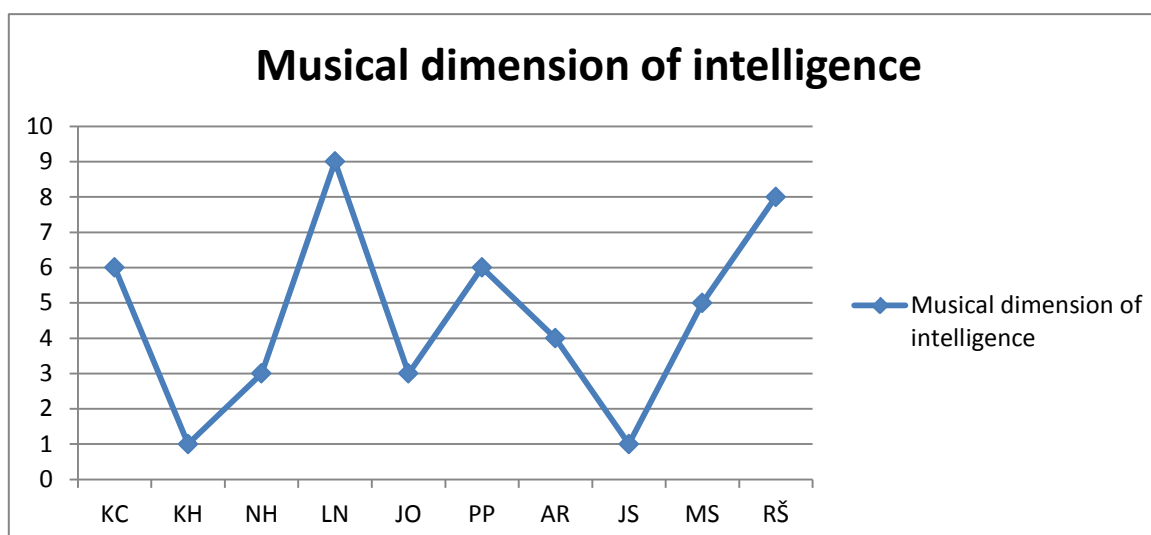
- jazyková dimenze inteligence,
- hudební dimenze inteligence,
- matematicko-logická dimenze inteligence,
- vizuálně-prostorová dimenze inteligence,
- pohybová dimenze inteligence.



Obr. 3 Jazyková dimenze inteligence

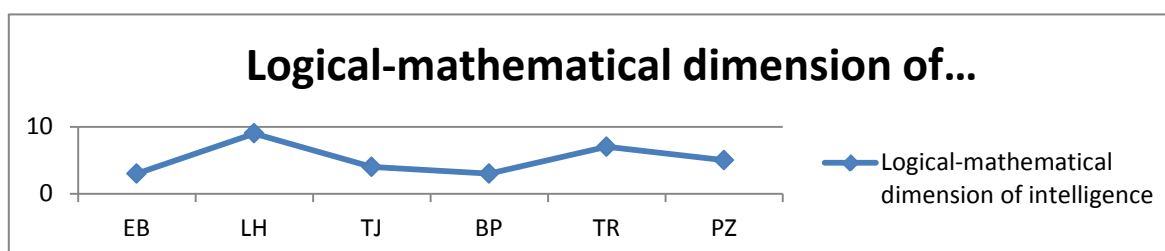
Pouze tři žákyně pracovaly s materiály podle jazykové dimenze inteligence.

Graf, viz obrázek číslo 3, znázorňuje rozdíl bodů testu a retestu. Jinými slovy znázorňuje přírůstek bodů v retestu. Průměrná hodnota přírůstku je 5 bodů, což je poměrně vysoké číslo vzhledem k maximálnímu počtu bodů testu. Všechny tři žákyně se po retestu vyjádřily, že jim výukový materiál pomohl k pochopení učiva a tento způsob výuky matematiky by jim vyhovoval.



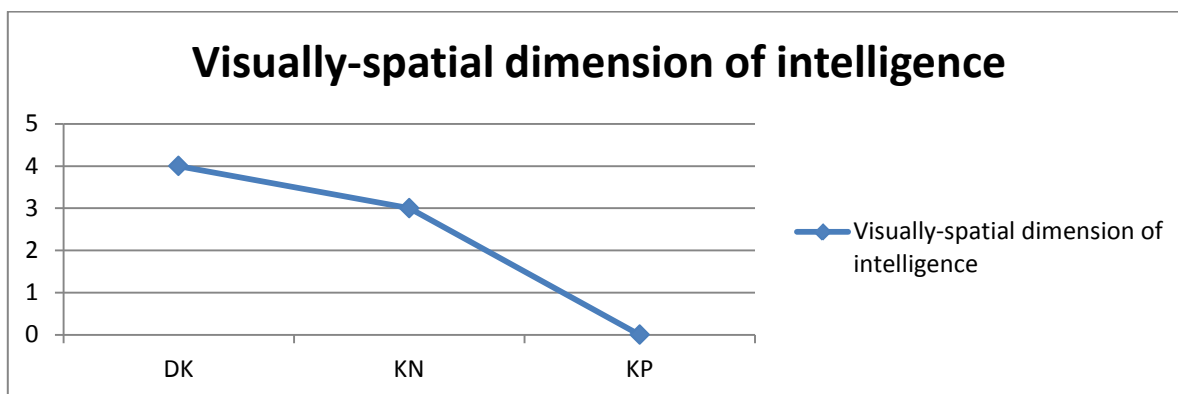
Obr. 4 Hudební dimenze inteligence

Z grafu obrázku číslo 4 je zjevné, skupinu žáků s hudební dimenzí inteligence bylo 10, z toho 3 chlapci. Přírůstky bodů retestu se pohybují v intervalu od 1 do 9. Průměrný bodový přírůstek této skupiny žáků je 4,6.



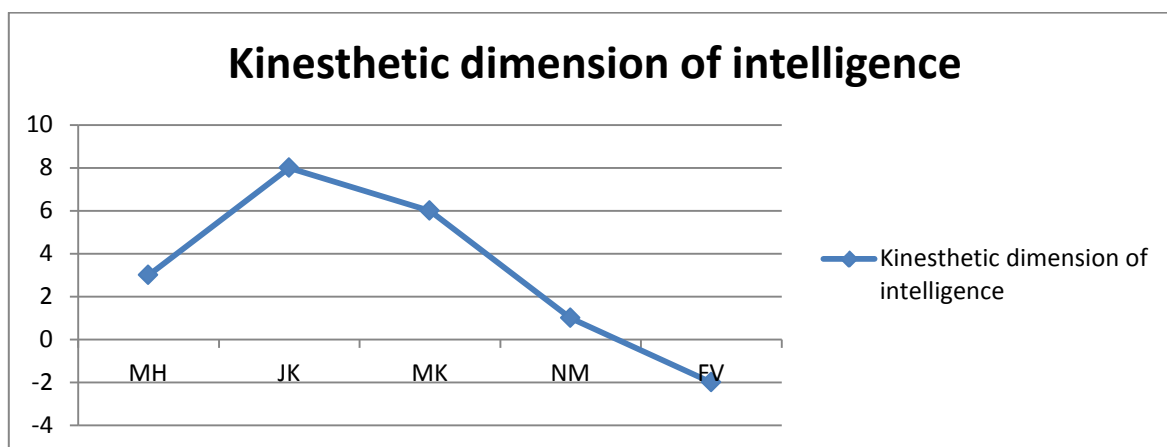
Obr. 5 Matematicko-logická dimenze inteligence

Šest žáků třídy, z toho tři chlapci, mají matematicko-logickou dimenzi inteligence nejvyšší míře, viz obrázek číslo 5. Rozsah bodového přírůstku se pohybuje v rozmezí od 3 do 9, ale průměrný přírůstek je 5,2, což je nejvyšší hodnota porovnání všech skupin dle dimenzí inteligence.



Obr. 6 Vizuálně-prostorová dimenze inteligence

Nejnižší bodový nárůst retestu se projevily u žáků s vizuálně-prostorovou dimenzí inteligence, jak ukazuje graf obrázku 6. Jednalo se o tři žákyně, z nichž žákyně KP měla výsledky testu i retestu stejné. Průměrný bodový přírůstek retestu činil 2,3.



Obr. 7 Pohybová dimenze inteligence

Obrázek číslo 7 ukazuje, že s materiály pracovalo pět žáků, navíc uvedeme, že z toho byli čtyři chlapci. Rozsah bodového přírůstku byl v intervalu od -2 do 8, což je poměrně velký rozptyl, ale průměrná hodnota přírůstku bodu retestu činí 3,2.

Zajímavé by bylo srovnání výsledků retestu s hlediska pohlaví žáků či z hlediska dosavadních výsledků v matematice. My se však zaměříme na zhodnocení třídy jako celku.

Byly statisticky vyhodnoceny přírůstky znalostí jednotlivých žáků v matematice porovnáním výsledků výstupního a vstupního testu. Signifikance T-testu je velmi malá, což znamená, že hladina významnosti je menší než 0,1 %, hodnota $p < 0,01$ a tudíž statisticky vysoce významná. Hypotéza H_0 byla odmítnuta a přijata hypotéza H_1 . “Při používání elektronických

výukových materiálů s využitím převažující dimenze inteligence žáka se učební výsledky všech žáků zlepšily stejnou měrou, mezi výsledky žáků není statisticky významný rozdíl”.

Úlohy pretestu i posttestu byly problémové. Výsledky posttestu ukázaly, že žáci danému matematickému učivu rozumějí.

Abstrakční zdvihy v poznávacím procesu žáků v rámci experimentu byly umocněny použitím elektronických výukových materiálů, které vycházely z Gardnerovy teorie vícenásobné inteligence žáka. Zda tato metoda výuky matematiky zlepší učební výsledky žáků bude předmětem pedagogického výzkumu.

7. Literatura

- [1] BERTRAND, Y. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál, 1998. 247 s. ISBN 80-7178-216-5.
- [2] ČÁP, J. MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-463-X.
- [3] DOWKER, A. *What works for children with mathematical difficulties*. The effectiveness of intervention schemes [online]. London: DCSF, 2009, [cit. 5. dubna 2011]. Dostupné na WWW: <http://nationalstrategies.standards.dcsf.gov.uk/node/174504>.
- [4] GARDNER, H. *Dimenze myšlení*. Praha: Portál, s. r. o., 1999. ISBN 80-7178-279-3.
- [5] HEJNÝ, M. *Mechanismus poznávacího procesu*. In Hejný, M., Novotná, J., Stehlíková, N. (Eds.), *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky*. Praha: PedF UK, sv. 1, 2004, s. 23–42.
- [6] HEJNÝ, M., KUŘINA, F. *Dítě, škola a matematika*. Konstruktivistické přístupy k matematice. Praha: Portál, 2009, s. 232. ISBN 978-80-7367-397-0.
- [7] PIAGET, J. *To understand is to invent: The future of education*. New York: Grossman, 1973.
- [8] TOLLINGEROVÁ, D. *Pedagogicko-psychologické teorii učebních úloh*. Socialistická škola, 1976–77, č. 4, s. 156–160.
- [9] TOMLINSON, C. A. *Differentiating instruction for academic diversity*. 7th ed. In: J. M. Cooper, ed. *Classroom teaching skills*. Boston: Houghton Mifflin, pp. 149–180. 2003.
- [10] TOMLINSON, C. A. STRICKLAND, C. A. *Differentiation in practice*. A resource guide for differentiating curriculum. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 2005.
- [11] TUREK, I. *Didaktika*. Bratislava: Iura Edition spol s. r. o., 2010. 595 s. ISBN 978-80-8078-322-8.
- [12] VANÍČEK, J. *Počítačové kognitivní technologie ve výuce geometrie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2009. ISBN 978-80-7-394-8.

Kontaktní údaje

Mgr. Dagmar Kocichová
Gymnázium Hladnov a Jazyková škola, Ostrava
Hladnovská 35, Slezská Ostrava
Tel: 603703270
email: dasakocichova@centrum.cz