

GÓRSKA Renata Anna
Samodzielna Pracownia Geometrii Wykreślnej
i Grafiki Inżynierskiej,
Politechnika Krakowska

CZYNNIKI STATYSTYCZNIE ZNACZĄCE W TESTOWANEJ OCENIE ZDOLNOŚCI POSTRZEGANIA PRZESTRZENNEGO

Streszczenie. Tematem artykułu jest analiza statystyczna badań przeprowadzonych na Politechnice Krakowskiej przy użyciu testów MCT (Mental Cutting Test) i MRT (Mental Rotation Test).

STATISTICAL SIGNIFICANT FACTORS IN SPATIAL VISUALISATION ABILITIES EVALUATION

Summary. A statistical analysis of spatial abilities research performed at Cracow's University of Technology by means of MCT (Mental Cutting Test) and MRT (Mental rotation Test) is presented.

1. Wstęp

Z badań prowadzonych w 1964 roku przez Smitha [64] wynika, że w 84 różnych zawodach zdolności postrzegania przestrzennego i wizualizacji odgrywają znaczącą rolę. Również w typowych testach badających poziom rozwoju intelektualnego dla oceny tzw. poziomu IQ zadania testowe stosowane przez psychologów polegają między innymi na rozwiązywaniu zadań graficznych, czy, inaczej ujmując, zadań geometrycznych. Typowymi testami stosowanymi przez psychologów są: test kwadratów, ogólny test kwalifikacyjny (OTK), test Ravena [GÓRSKA, POCZĘSNA, 96].
Dydaktycy przedmiotów inżynierskich poszukując metod oceniania zdolności po-

strzegania przestrzennego jako kryterium decydującego o przydatności do zawodu inżyniera zaproponowali zastosowanie testów Mental Cutting Test [SUZUKI et al., 92], Mental Rotation Test [GUAY, 77], Purdue Spatial Visualization Test: Rotations [VANDERBERG, KUSE, 78]. Wyniki przeprowadzonych badań testowych w USA, Austrii, Japonii, a w ostatnich latach (po 1994 roku) także w krajach europejskich są tematem międzynarodowej dyskusji naukowej.

W literaturze dotyczącej badania zdolności postrzegania przestrzennego [MAIER, 94] wyróżnia się pięć czynników klasyfikujących ją:

- postrzeganie przestrzenne: identyfikacja pionów i poziomów,
- przestrzenna wizualizacja, czyli umiejętność przestrzennej interpretacji obiektów powstałych w wyobraźni twórcy,
- umiejętność postrzegania ruchu obiektów dwu- i trójwymiarowych (2W i 3W) oraz wzajemnych zależności występujących między poruszającymi się obiektami,
- przestrzenne konfiguracje i zależności występujące między obiektami,
- orientacja przestrzenna.

Wyobraźnia przestrzenna w geometrii

Zdolność postrzegania przestrzennego ma silny wpływ na umiejętność rozwiązywania zadań z zakresu wyznaczania przekrojów brył oraz konstruowania brył i figur geometrycznych. Jest ponadto istotna w przypadku werbalnego formułowania zagadnień dotyczących przenikania obiektów w przestrzeni.

Najsilniejszą korelację między wyobraźnią przestrzenną a geometrią można zaobserwować w dziedzinie przedmiotu geometria wykreślna [MAIER, 94], a szczególnie w kontekście umiejętności przestrzennej wizualizacji oraz przestrzennych zależności zachodzących między trójwymiarowymi i dwuwymiarowymi obiektami. Istnieje silna korelacja między wyobraźnią przestrzenną i rysowaniem, ale też między wyobraźnią przestrzenną i projektowaniem.

Badania zmierzające w kierunku określenia czynników wpływających na rozwój wyobraźni przestrzennej prowadzili: SUZUKI, LEOPOLD, GIMMESTAD, HANISCH, ILGNER, GITTNER, GÓRSKA, POCZĘSNA i in.

2. Opis eksperymentu badawczego

Eksperyment badawczy zakładał przeprowadzenie testów: Mental Rotation Test (dalej: MRT) i Mental Cutting Test (dalej: MCT) w badanej grupie studentów Wydziału inżynierii Lądowej, specjalności magisterskiej i inżynierskiej. Testowi poddano w roku akademickim 1994/95 grupę 99 studentów, składającą się z 82 mężczyzn (dalej oznaczono: M) i 17 kobiet (dalej: K). Testy przeprowadzono dwukrotnie: na początku semestru (oznaczenie MCT_1, MRT_1) i pod koniec semestru (odpowiednio MCT_2, MRT_2). Opis testów i ich oceny zamieszczono w licznych wcześniejszych publikacjach: GÓRSKA, PIEKARSKI [4,5,6], LEOPOLD, SORBY [11].

Celem opracowania jest omówienie wyników analizy wariancji w przeprowadzonym eksperymencie oraz wskazanie tych zmiennych niezależnych, które są znaczące dla wyniku eksperymentu badawczego. W poniższym zestawieniu zawarto opis poszczególnych zmiennych wraz z odpowiednim skrótem zastosowanym w tabeli 1.

Tabela 1

Zmienne niezależne w przeprowadzonym badaniu

Lp.	Nazwa zmiennej	Pytanie w formularzu	Odpowiedzi
1	2	3	4
1.	PŁEĆ	Płeć badanego	M, K
2.	WIEK	Wiek badanego	
3.	P-L-ręczność	Prawo-/leworęczność	
4.	GEOMETRIA	Czy badany uczył się geometrii w szkole średniej?	nie tak, bez 3W obiektów tak, z 3W obiektami
5a.	INNE PRZED. z 3W	Czy uczyłeś się innych przedmiotów, które wymagały rysowania lub odwzorowania obiektów 3W?	nie, tak; 0.5 - 1 roku, 1.5 - 2 lat, 2.5 - 3 lat, 3.5 - 4 lat, 4.5 - 6 lat, ponad 6 lat
5b.	INNE PRZEDM. z 3W-R	Czy uczyłeś się innych przedmiotów, które wymagały rysowania lub odwzorowania obiektów 3W?	nie tak
6a.	NAUKA 3W	Jak długo uczyłeś się przedmiotów zawierających problemy geometrii 3W?	nie, tak: 0.5 - 1 roku, 1.5 - 2 lat, 2.5 - 3 lat, 3.5 - 4 lat, 4.5 - 6 lat, ponad 6 lat
6b.	NAUKA 3W - R	Jak długo uczyłeś się przedmiotów zawierających problemy geometrii 3W?	nie tak

cd. tabeli 1

1	2	3	4
7.	MODELARSTWO	Czy uczestniczyłeś w kursie modelarskim?	nie tak, 0.5 - 1 roku, 1.5 - 2 lat, 2.5 - 3 lat, 3.5 - 4 lat, 4.5 - 6 lat, ponad 6 lat
8.	LEGO	Jakimi zabawkami bawiłeś/aś się w okresie dzieciństwa?	nie tak,
9.	PLASTIK	Jakimi zabawkami bawiłeś/aś się w okresie dzieciństwa ?	nie tak
10.	DREWNO	Jakimi zabawkami bawiłeś/aś się w okresie dzieciństwa?	nie tak
11.	VIDEO/KOMPUTER	Czy badany gra w gry komputerowe i/lub gry video ?	nie tak, 1 raz na kilka mies. tak, co najmniej 1 x w mies., tak, 1 raz w tygodniu, codziennie
12a.	DOŚW.ZAWODOWE	Czy badany ma praktykę w zakresie wykonywania rysunków 3W i budowania obiektów 3w?	nie, tak, 1-3 mies., tak, 4-6 mies. tak, 7 mies. - 1 roku, tak, 1.5-2 lat, tak, 2.5-3 lat, ponad 3 lata
12b.	DOŚW.ZAWODOWE-R	Czy badany ma praktykę w zakresie wykonywania rysunków 3W i budowania obiektów 3w?	nie, tak
13.	SZKOŁA	Jaką szkołę kończył badany?	liceum/technikum

3. Analiza wyników

Metoda statystyczna

W celu opracowania wyników przeprowadzonych testów zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (One-way ANOVA) oraz test χ^2 niezależności Pearsona.

3.1. Jednoczynnikowa analiza wariancji (One-way ANOVA)

Badano, czy zmienna zależna testu Y (o rozkładzie normalnym), np. wynik testu MCT, jest zależna od danego czynnika A (zmiennej niezależnej X) występującego na

p-poziomach (np. $p=2$ oznacza liczbę specjalności). Interesuje nas wpływ zmiennej X na wynik testu. Stawiamy zatem hipotezę: dana zmienna niezależna **nie wpływa** na podwyższenie wyników testu.

W celu oszacowania wprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Jako hipotezę stawiamy poziom istotności α , powyżej której wartość zmienna X nie ma wpływu **na wynik** testu.

W badaniach przyjęto wartość $\alpha = 0.05$. Jeżeli otrzymany wynik ma wartość niższą niż α , to hipoteza jest odrzucana i twierdzimy, że dana zmienna może wpływać na wynik testu. Im mniejsza jest wartość α , tym „pewniejszy” jest wynik. Analizując zmienną *płeć* niemal we wszystkich pozycjach otrzymano bardzo niskie wartości α . Jest bardzo prawdopodobne, że zmienna ta wpływa na wynik testu.

Jeżeli wartość $\alpha > 0.05$, nie możemy hipotezy odrzucić (z prawdopodobieństwem popełnienia małego błędu). Nie oznacza to jednak, że dana zmienna nie ma żadnego wpływu na wynik testu. Jeżeli $\alpha \leq 0.05$, to odrzucamy hipotezę i twierdzimy, że zmienne są wzajemnie niezależne. Im mniejsza wartość α , tym pewniejsze nasze stwierdzenie. Jeżeli $\alpha > 0.05$, to nie możemy hipotezy odrzucić (z małym prawdopodobieństwem popełnienia błędu).

4. Wyniki

W tabeli 2 zestawiono wartości liczbowe przeprowadzonej analizy statystycznej. Zastosowane oznaczenia są zgodne z opisem w tabeli 1.

- ♦ **PŁEĆ** - we wszystkich rodzajów testów (pre- i posttestach) zmienna jest statystycznie **istotna** dla wyników. Bardzo niska wartość poziomu istotności α (prawdopodobieństwo popełnienia błędu) wskazuje na pewność wyniku. Powyższy wynik jest zgodny ze średnimi uzyskiwanymi w grupie K i M dla poszczególnych testów (GÓRSKA, PIEKARSKI [4,5,6]).
- ♦ **WIEK** - jedynie w MRT_2, w grupowanym podsumowaniu, zmienna wskazuje poziom istotności $\alpha < 0.05$. W pozostałych wynikach i analizie uwzględniającej grupy M i K oraz całą grupę badaną RAZEM w obu testach MCT i MRT poziom istotno-

Tabela 2

Wyniki Pre-/Posttestów MCT/MRT
jednoczynnikowa analiza wariancji ANOVA
Politechnika Krakowska 1994/95

	Zmienna zależna	zmienna statystyczna nie znacząca	MRT 1			MRT 2			MCT 1			MCT 2			Wynik egzaminu z geometrii wykreśnej		
			M.	K	Razem	M	K	Razem	M.	K	Razem	M.	K	Razem	M	K	Razem
1	PŁEĆ				0004 m.>k			0006 m.>k			0046 m.>k			0092 m.>k			3160 m.>k
2	WIEK	x	6657	4701	3008	7258	0719	0436	2575	0869	9741	0802	2929	8337	6318	7887	6725
3	P./L-ręczność	x	8523		6151	3239		5640	9114		8749	6868		5129	9106		8526
4	GEOMETRIA		5478	5527	4642	0333 z 3W>	4149	3238 z 3W>	0113 z 3W>	8759	0055	z 3W>	6149	0007 z 3W>	1979	9142	2238
5a	INNE PRZEDM z 3W		8971	9962	5942	5438	4936	3402	7391	5231	2737	3328	4879	0900	3344	5108	2302
5b	INNE PRZEDM z 3W - R		3643	9304	0904	9713	8057	2659	2120	8099	0281 t>n	1021	6719	0122 t>n	2080	3099	2563
6a	NAUKA 3W		5350	6885	6846	4038	6739	2209	2238	0178	2637	3255	0281 t>n	2972	5900	6419	5648
6b	NAUKA 3W - R		3500	6288	3505	2558	8722	3307	3271	0178 n>t N=11	4619	2214	0281 n>t N=11	3651	5187	6419	6699
7	MODELARSTWO		6885	6288	9698	9316	8722	7045	1738	0158 n>t N=21	2709	5279	0030 n>t N=21	8196	4998	6737	6018
8	PLASTIK	x	9246	8337	7849	8857	2514	4655	4171	8403	3604	9778	3206	9525	5911	4281	8912
9	DREWNO		6696	5578	7201	4129	9008	3554	0501 t>n	1885	2017	1795	1669	5122	2369	n>t	6748
10	LEGO	x	9222	1801	4672	2036	7473	5829	0611	1185	3145	1839	2493	5728	9341	7278	7381
11.	VIDEO/KOMPUTER		2412	5718	1030	2648	7163	6022	1886	N=11	1687	3580	1948	3520	2023	4426	1075
12a	DOŚW. ZAWODOWE	x	5077	5414	4261	4761	2673	4208	5712	0686	4531	3266	0881	1308	8629	6202	6606
12b.	DOŚW. ZAWODOWE - R		5144	9879	4104	5777	3753	2819	1199	1386	0911 t>n	0491 t>n	3071	0373 t>n	5892	2534	4515
13.	SZKOŁA		2505	5166	0254 llc>tech	1326	2494	0024 llc>tech	1909	8883	7736	2344	5907	8288	0763	1862	1454

ści $\alpha > 0.05$, zatem zmienna WIEK **nie jest istotna** dla uzyskanych wyników testu. W badanej grupie mężczyźni M byli starsi od kobiet K, a te które były starsze uzyskały lepsze wyniki testu MRT_2.

- ◆ **P-/L-RĘCZNOŚĆ** - w obu badanych grupach M i K oraz w całej badanej grupie RAZEM wyniki wszystkich testów MRT i MCT dały poziom istotności $\alpha > 0.05$. Zmienna niezależna **nie jest istotna** i nie wpływa zatem na wynik testu. W badanej grupie nie było leworęcznych kobiet.
- ◆ **GEOMETRIA** - w grupie M i grupie RAZEM poziom istotności α zmiennej niezależnej jest mniejszy od 0.05 dla wyniku MRT_2, MCT_1, MCT_2, a więc zmienna jest istotna i z dużym prawdopodobieństwem można twierdzić, że uczestnictwo w zajęciach z geometrii w szkole średniej znacznie rozwija wyobraźnię przestrzenną. Większość badanych w zakresie geometrii rozwiązywała zagadnienia 3W.
- ◆ **INNE PRZEDMIOTY z 3W** - zmienna istotna dla wyników w całej grupie RAZEM (M+K) dla wyniku testu MCT_1 i MCT_2. Większość badanych miała wcześniejsze doświadczenia w rysowaniu lub odwzorowywaniu obiektów 3W. W pozostałych wynikach zmienna nie jest istotna dla wyniku testów. W grupie K (kobiet) 10 nie posiadało wcześniejszej praktyki w rysowaniu lub odwzorowywaniu obiektów 3W, a tylko 4 miały. W grupie M. (mężczyzn) 17 nie miało takiej praktyki w przeciwieństwie do 61 badanych, którzy tę praktykę posiadali.
- ◆ **NAUKA 3W** - w grupie K zmienna istotna tylko dla wyników testu MCT_1 i MCT_2 przy uwarunkowaniu $n > t$ (większość kobiet nie deklarowała nauki geometrii z uwzględnieniem obiektów 3W). Czynniki te nie mogą być rozpatrywane jako decydujący o poziomie istotności.
- ◆ **MODELARSTWO** - poziom istotności $\alpha < 0.05$ zmiennej MODELARSTWO w grupie K dla wyników MCT_1 i MCT_2 nie może być rozpatrywany jako istotnie wpływający na wynik testu, gdyż kobiety w większości nie uczestniczyły w kursie modelarstwa. Zmienna nie jest istotna dla wyników testu w grupie M i RAZEM.
- ◆ **LEGO** - czynnik nie jest istotny i nie wpływa na wynik testu.
- ◆ **PLASTIK** - czynnik nie jest istotny i nie wpływa na wynik testu.
- ◆ **DREWNO** - czynnik nie jest istotny i nie wpływa na wynik testu. Jedynie w grupie K zmienna wykazuje istotność na wynik egzaminu końcowego z geometrii wykreślnej. Jednakże w tym przypadku większość osób w grupie K nie bawiła się w dzieciństwie klockami drewnianymi.

- ◆ **VIDEO/KOMPUTER** - dla założonego poziomu istotności α dla jednej tylko grupy kobiet w przypadku testu MCT_1 otrzymany wynik jest mniejszy od 0.05. W pozostałych grupach $\alpha > 0.05$, a zatem ten czynnik nie jest istotny i nie wpływa na wyniki testów.
- ◆ **DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE** - w grupie M i RAZEM większość badanych nie posiada wcześniejszej praktyki zawodowej w zakresie odwzorowywania 3W obiektów lub budowania 3W obiektów. Jedynie w grupie M i RAZEM, w przypadku MCT_2 poziom istotności jest mniejszy od 0.05. Hipoteza nie może być odrzucona, a zatem w pozostałych przypadkach zmienna nie jest istotna dla wyników testów.
Spośród kobiet 12 nie posiadało żadnego doświadczenia zawodowego, podczas gdy 2 posiadały takie doświadczenie, wśród mężczyzn analogiczne liczby wynoszą 46 do 26.
- ◆ **SZKOŁA** - badani byli absolwentami liceum lub technikum. W badanej grupie czynnik ten nie był istotnie znaczący dla wyników testu, z wyjątkiem MRT_1 i MRT_2 w grupie sumarycznie.

5. Podsumowanie i wnioski

W badanej grupie 99 studentów w opracowaniu statystycznym odrzucono przypadki, dla których wyniki były niekompletne (nieobecność badanego w jednym z testów) oraz testy o wynikach skrajnych.

W badaniach wykazano, że czynniki: WIEK, PRAWO-/LEWO-RĘCZNOŚĆ, KLOCKI nie są istotnie znaczące dla wyników testu. W badaniach niemieckich (LEOPOLD [12,11]) i amerykańskich (SORBY [11], GIMMESTAD [14]) otrzymano analogiczne wyniki.

W przypadku badania istotności czynników: GEOMETRIA, INNE PRZEDMIOTY z 3W oraz DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE otrzymano wyniki różniące się od niemieckich i amerykańskich.

W badanej grupie GEOMETRIA była czynnikiem mogącym mieć wpływ na wyniki testów MRT_2 (K i RAZEM), MCT_1 i MCT_2 (M i RAZEM). W niemieckich bada-

niach ([12]) oraz w badaniach amerykańskich (Sorby [11]) czynnik nie był istotny i nie wpływał na wyniki testu.

W badanej polskiej grupie wyniki dla MCT_1 78.2% mężczyzn posiadało praktykę w rysowaniu przedmiotów 3W (czynnik: INNE PRZEDMIOTY z 3W), podczas gdy w grupie kobiet tylko 28.5% deklaroowało się na „tak”. W grupie DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE deklaruje tylko 14.3% podczas gdy w grupie mężczyzn 36%. W obu przypadkach oszacowanie poziomu istotności wpływu czynnika na wynik testu niewątpliwie zależny jest od wyższej liczby mężczyzn w badanej grupie.

W dalszych badaniach sugeruje się:

- a) dobór grupy badawczej z uwzględnieniem wyrównanej liczby M. i K,
- b) badanie czynników wykazujących istotność w poprzednich testach (modyfikacja kwestionariusza badań),
- c) pominięcie w badaniach czynników, które nie są istotnie znaczące dla wyników badań: wiek, prawo- leworęczność,
- d) badania szczegółowe w grupach wykazujących częściowe wyniki w niejednoznaczny sposób,
- e) badanie wpływu czynnika dziedziczności i predyspozycji do zawodu,
- f) badanie różnic otrzymanych wyników na tle innych czynników: narodowości, wykształcenia, zawartości programowych, zainteresowania techniką, itd.

LITERATURA

1. BRZEZIŃSKI J., STACHOWSKI R.: Zastosowanie analizy wariancji w eksperymentalnych badaniach psychologicznych. PWN, Warszawa 1984
2. CHURCHES A.E., MAGIN D.J., BARRAT A.J.: Prediction of Examination Performance in Drawing and Descriptive Geometry Based on Spatial Ability Tests, Proc. 6th ICECGDG, Tokyo 1994
3. CHURCHES A.E., BARRAT A.J., CHALLEN J.M., FROST R.B., ISLES J.D.: The Impact of Computer Graphics in Developing Students' Visualization and Mechanical Engineering Design Abilities, Proc.6th ICECGDG, Tokyo 1994

4. GÓRSKA R., PIEKARSKI L.: MCT for evaluation of Spatial Perception Abilities at the Polish Universities, *Zeszyty naukowe Polit. Śląskiej, Geometry & Engineering Graphics*, Vol. 1, Gliwice 1996
5. GÓRSKA R., PIEKARSKI L.: MRT - a Measure of Students Visualization Skills of Engineering Students, *Proc. 7th ICECGDG, Cracow 1996*,
6. GÓRSKA R., POCZEŚNA J.: - Imagination - a Factor Determining Predisposition to Technical Contents Studying, *Proc. Medzinarodna vedecka Konferencia: Technicke vzdelanie ako sucast vsehobecneho vzdelania*, 10-11. September 1996
7. GÓRSKA R., ŻAKOWSKA L.: Descriptive Geometry and not Only - a Means for Enhancing Spatial Visualization, *Proc. 6th International Conference on Eng. Comp. Graphics & Descriptive Geometry*, Tokyo 1994
8. GUAY R.B.: *Purdue Spatial Visualization Test: Rotations*, West Lafayette, IN Purdue Research Foundation 1977
9. KALJURA I., FOLKESON A.: *Computer Aided Visualization*, ASEE 4th Conference on Engineering Computer Graphics, Miami 1990
10. KIMURA D.: Sex Differences in the Brain, *Scientific American*, Sept. 1992, pp. 119-125
11. LEPOLD C., SORBY S., GÓRSKA R.: Gender Differences in 3D - Visualization Skills of Engineering Students, *Proc 7th ICECGDG, Cracow 1996*
12. LEOPOLD C.: *Raumvorstellung und Raumbdenken - Geschlechtsspezifische Unterschiede*, Univ. Kaiserslautern 1996
13. MAKINO K., SHIINA K., SAITO T., SUZUKI K.: Analysis of Problem Solving Process of a Mental Cutting Test by the Use of Eye Fixations Data, *Proc. 5th ICECGDG, Melbourne 1992*
14. MARLOR S.S., GIMMESTAD B.: An Introduction to 3-D Spatial Visualization - A Pre-Graphics Course, *Proc. 6th ICECGDG, Tokyo 1994*
15. MAIER P.H.: *Räumliches Vorstellungsvermögen*, Frankfurt a.M., Berlin, Bern, New York, Paris, Wien: Lang 1994
16. MILLER C.L., WILEY E.W., BERTOLINE G.R.: Strategies for Improving the Visualization Ability of Engineering Graphics Students, *Proc. 4th ICECGDG, Miami (USA)*

17. MOIR A., JESSEL D., Brain Sex. The Real Difference Between Men and Women, Polish edition, PIW, 1993
18. SHIINA K., SAITO T., SUZUKI K., JINGU T., TSUTSUMI E.: Evaluation of Students' Spatial Abilities by a Smith, M., Spatial Ability - Its Educational and Social Significance, University of London, London 1964
19. Mental Rotation Test, Proc. 5th ICECGDG, Melbourne 1992
20. PAROLINI L.: Gender differences on Predictors of Success on the Purdue Visualization Test: Rotations, Thesis for the Master of Science in discrete Mathematics, Michigan 1994
21. SUZUKI K., WAKITA S., NAGANO S.: Improvement of Spatial Abilities through Graphics Education, Proc. 4th ICECGDG, Miami (USA), pp. 442-448, 1990
22. SUZUKI K.: Student's Spatial Abilities - Cognitive Research and Its Application to the Development of CAI, Proc. 5th ASEE ICECGDG, Melbourne 1992, Australia
23. SUZUKI K., SHIINA K., et al.: Evaluation of Students' Spatial Abilities by a Mental Cutting Test, Proc. 5th ICECGDG, Melbourne (Australia), pp. 277-281, 1992
24. SEMIR M. Zeki: Das Geistige Abbild der Welt, Spektrum der Wissenschaft, Nov. 1992
25. TARTRE, LINDSAY A.: Spatial Skills, Gender, and Mathematics, ED. E.H. Fenema & G.C. Leder, NY, Teachers College Press, 1990, pp. 27-59
26. VANDERBERG S.G. and KUSE A.R.: Mental Rotations, a group test of three dimensional spatial visualization, Perceptual and Motor Skills, 47, 1978, pp. 599-604

Recenzent: Prof. dr hab.inż. Stefan Przewłocki

Abstract

The variety of strategies have been recently performed for the spatial visualisation abilities evaluation and enhancement. Among others there are standardised test such as MCT (Mental Cutting Test), MRT (Mental Rotation Test), PSVT: R (Purdue

Spatial Visualisation Test: Rotations) performed at the technical universities societies as a measure for evaluation. The aim of the paper is to discuss the statistical factor of the MRT and MCT evaluation of Polish tests' results and to refer to American and German ones. Some conclusions and directions for the further research development have been discussed.