

Refleksje na temat nowego egzaminu maturalnego z matematyki w Polsce

Stanisław Domoradzki

ABSTRACT: This paper gives some remarks and reflections on a new maturity exam. The exam will be obligatory from school year 2001/2002.

I. O egzaminie maturalnym w roku 2001.

Polska matura zbudowana została na fundamencie pruskiego egzaminu dojrzałości, wprowadzonego w latach 80. XVIII wieku odbywającego się w uniwersytetach. W polskiej tradycji egzamin maturalny jest ważnym zwieńczeniem szkolnej edukacji i niezwykle istotnym wydarzeniem rodzinnym. W roku 2001 po raz ostatni egzamin dojrzałości miał następującą strukturę: składał się z dwóch części pisemnej i ustnej, obie przeprowadzane były w szkole. Egzaminatorami byli nauczyciele, którzy przygotowywali ucznia do egzaminu. Egzamin z części pisemnej obejmował dwa przedmioty, obowiązkowo język polski, jako drugi przedmiot można było wybrać między innymi matematykę. W części ustnej obowiązywał egzamin z języka polskiego (wszyscy) i wybranego przedmiotu niekoniecznie z tego, z którego abiturient pisał egzamin pisemny. Bywało tak często, że maturzysta wybierał i do pisemnego i do ustnego egzaminu ten sam przedmiot. Do części ustnej dopuszczani byli tylko ci uczniowie, którzy

otrzymali pozytywną ocenę z pisemnego egzaminu z języka polskiego.

Nauczyciele przygotowujący ucznia do egzaminu byli też egzaminatorami wraz z innymi nauczycielami z danej szkoły uczącymi danego przedmiotu. Tematy części pisemnej przysyłane były z kuratorium, zaś pytania do części ustnej przygotowywała szkoła. Pisemny egzamin dojrzałości z matematyki sprawdzał, czy uczeń potrafił zastosować swoją wiedzę rozwiązując i komentując swoje rozwiązania zadań. Zadania stwarzały okazję do przedstawienia przez ucznia uniwersalnych umiejętności typu: dokonywania wyboru, analizowania problemu, poprawnej interpretacji danych i szukanych, stosowania algorytmów, czasami dostrzegania analogii, ewentualnie wykorzystywania intuicji i redakcji pracy. Tematy pisemnego egzaminu z matematyki obejmowały 5 zadań i informację o maksymalnej liczbie punktów, które można otrzymać za rozwiązania poszczególnych zadań. W zestawie było jedno zadanie za 8, jedno za 12 i trzy za 10 punktów. Abiturient miał rozwiązać trzy zadania wybrane spośród pięciu. Rozwiązanie zadania powinno zawierać niezbędne etapy rozwiązania zadania i odpowiednie komentarze. Maturzysta mógł korzystać z tablic matematycznych i kalkulatorów udostępnionych przez Komisję Egzaminacyjną. Nie wolno było korzystać z kalkulatorów graficznych.

Wraz z tematami, w ostatnich kilku latach funkcjonowania starego egzaminu maturalnego, Szkolne Komisje Egzaminacyjne otrzymywały kopertę z kluczami rozwiązań, w których były cząstkowe i końcowe wyniki z zalecanymi (właściwie obowiązkowymi) sposobami rozdziału punktów.

Oceny z matury były honorowane przez niektóre komisje rekrutacyjne wyższych uczelni, choć na kierunkach bardziej obleganych były organizowane niezależne egzaminy wstępne. Wartość diagnostyczną matury do roku 2001 była osłabiona przez fakt oceniania matury przez nauczycieli uczących w szkole. Wielu znanych ludzi w wypowiedziach dotyczących swojej matury twierdziło, że maturę z matematyki ściągnęło. Nie znam badań w tym

zakresie, ale moje obserwacje i doświadczenia szkolne potwierdzają obiegową opinię, że egzamin maturalny z matematyki znaczna część uczniów odpisuje. Podkreślam, że jest to obiegowa opinia, niemniej jednak w interesie szkoły i nauczyciela uczącego było wystawienie jak najlepszych ocen, bo szkoła też była oceniana na podstawie ocen z matur. Już nie chodzi mi tylko o oceny szkoły przez kuratoria, ale przez rodziców, przyszłych uczniów itp. Łatwość ściągania była też powodem wybierania matematyki jako przedmiotu egzaminacyjnego. Należy jeszcze zaznaczyć, że nauczyciel oceniający pracę swojego ucznia nie porzuci całej wiedzy o nim, o jego możliwościach, zdolnościach, systematyczności, pracy, trudno się wyzbyć w takiej sytuacji emocjonalnego stosunku do ucznia. Może jeszcze zaznaczę, że w ostatnich latach kodowano prace uczniów, ale proszę wskazać chociaż jednego nauczyciela, który po 4. lub 5. pracy z uczniem nie rozpozna jego pisma.

Moim zdaniem trudno było ocenić ucznia na podstawie maturalnego egzaminu pisemnego z matematyki, gdzie uczeń wybierał 3 spośród 5 złożonych i trudnych zadań, które wymagały również żmudnych obliczeń. Zadania często wiązały różne działy matematyki, niekiedy w sposób sztuczny. Zdarzało się, że uczniowie w klasie maturalnej ćwiczyli zadania „typu maturalnego” w ostatniej klasie. Wielu uczniów korzystało z pomocy i płatnych korepetycji przed maturą. Badania z lat 80. opublikowane w 1990 (por. [1]) pokazują, że mniej niż 40% uczniów klas maturalnych nie miało pomocy z matematyki. 28% uczniów uważało, że nie jest im taka pomoc potrzebna. Z pomocy korzystali nie tylko uczniowie słabsi, ale i ci, którzy mieli oceny dobre i bardzo dobre.

II. O planowanym egzaminie maturalnym od roku 2002.

Strukturę egzaminu przedstawimy wykorzystując strony internetowe Centralnej Komisji Egzaminacyjnej.

Ważną zmianą będzie to, że egzamin z matematyki znowu stanie się obowiązkowy dla wszystkich maturzystów, nie zaś do wyboru jak było w latach ubiegłych.

Schemat egzaminu maturalnego w 2002 roku

Część wewnętrzną egzaminu zdawana w szkole USTNA	Przedmioty obowiązkowe	język polski	jeden poziom
		Język ojczysty mniejszości narodowej	jeden poziom
		język obcy nowożytny	poziom podstawowy
		język obcy nowożytny	poziom rozszerzony
	Przedmiot wybrany	Inny język obcy przedmiot wybrany	jako jeden poziom, rozszerzony

Część zewnętrzna egzaminu przeprowadzana w szkole i oceniana w Okręgowych Komisjach Egzaminacyjnych	Przedmioty obowiązkowe	język polski	poziom podstawowy	
			poziom rozszerzony	
		język ojczysty mniejszości narodowej	poziom podstawowy	
			poziom rozszerzony	
		język obcy nowożytny	poziom podstawowy	
			poziom rozszerzony	
		Matematyka	poziom podstawowy	
			poziom rozszerzony	
	PISEMNA	Przedmioty wybrane (minimum jeden)	Filozofia	jeden
			Historia	poziom
historia muzyki				
historia sztuki				
wiedza o społeczeństwie				
wiedza o tańcu				
Inny język obcy				
Języki klasyczne				
Biologia				
Chemia				
Fizyka z astronomią				

Struktura i forma egzaminu maturalnego z matematyki

1. Egzamin maturalny z matematyki jest egzaminem zewnętrznym i ma formę pisemną.
2. Egzamin zdawany jest na poziomie podstawowym (obowiązkowym) lub rozszerzonym.
3. Egzamin trwa 4,5 godziny zegarowej i składa się z dwóch części:

a) część pierwsza egzaminu trwa 120 minut	część egzaminu wspólna dla obu poziomów
b) część druga egzaminu trwa 150 minut	część egzaminu wyłącznie dla poziomu rozszerzonego

4. Uczniowie, którzy zadeklarowali zdawanie egzaminu na poziomie rozszerzonym do drugiej części egzaminu przystępują po przerwie.
5. Zdający na poziomie podstawowym otrzymuje do rozwiązania jeden arkusz egzaminacyjny, a na poziomie rozszerzonym dodatkowo drugi arkusz egzaminacyjny.
6. Opis egzaminu:

a) **część pierwsza egzaminu** dla obu poziomów polega na rozwiązaniu zestawu krótkich zadań badających rozumienie pojęć i umiejętności ich stosowania w prostych sytuacjach oraz zadań o charakterze problemowym, badających umiejętność zastosowania wiedzy,

b) **część druga egzaminu** dotyczy poziomu rozszerzonego i polega na rozwiązaniu zadań wymagających praktycznego rozumienia elementów metodologii matematyki (definicja, twierdzenie, założenie, dowód, korzystanie z twierdzenia, hipoteza, posługiwanie się definicją itp.).

7. Egzamin na poziomie rozszerzonym różni się od egzaminu na poziomie podstawowym zwiększeniem stopnia trudności i zakresu materiału programowego.

8. W obu częściach egzaminu zdający może korzystać z tablic matematycznych i kalkulatora (z wyjątkiem graficznego).

2. PODSTAWA PROGRAMOWA MATEMATYKI

Cele edukacyjne

1. Zdobyć przez uczniów umiejętności operowania podstawowymi pojęciami matematycznymi.
2. Dostrzeganie, formułowanie i rozwiązywanie przez uczniów prostych problemów teoretycznych.
3. Rozwijanie umiejętności logicznego rozumowania i wnioskowania.
4. Przygotowanie uczniów do wykorzystania wiedzy matematycznej przy rozwiązywaniu problemów z różnych dziedzin.

Zadania szkoły

1. Kształtowanie umiejętności operowania przez uczniów podstawowymi obiektami matematycznymi.
2. Kształcenie umiejętności przydatnych w życiu codziennym (obliczanie prawdopodobieństwa, odczytywanie informacji z tabel, wykresów i diagramów).
3. Przedstawianie zadań stymulujących dostrzeganie, formułowanie i rozwiązywanie przez uczniów prostych problemów teoretycznych.
4. Rozwijanie umiejętności precyzyjnego formułowania myśli przez uczniów.
5. Kształtowanie wyobraźni geometrycznej uczniów.
6. Rozwijanie umiejętności logicznego rozumowania i wnioskowania (definiowanie podstawowych obiektów matematycznych, klasyfikowanie tych obiektów, podawanie przykładów i kontrprzykładów, przeprowadzanie prostych rozumowań dedukcyjnych).

Treści

1. Liczby, równania i funkcje:
 - usystematyzowanie wiadomości o liczbach wymiernych;
 - przykłady liczb niewymiernych; przybliżenia dziesiętne liczb rzeczywistych;
 - obliczenia procentowe;
 - potęgowanie liczb rzeczywistych (potęga o wykładniku całkowitym, potęga o wykładniku wymiernym);
 - pojęcie funkcji;
 - przykłady wykresów funkcji liczbowych; przekształcanie wykresów;
 - odczytywanie własności funkcji z wykresu;
 - funkcja liniowa;
 - funkcja kwadratowa;
 - równania i nierówności liniowe z jedną niewiadomą;
 - równania i nierówności liniowe z dwiema niewiadomymi; układy równań liniowych i ich interpretacja geometryczna;
 - równania i nierówności kwadratowe z jedną niewiadomą i ich interpretacja geometryczna;
 - przykłady prostych równań i nierówności trzeciego stopnia;
 - proporcjonalność prosta i odwrotna; wykres proporcjonalności odwrotnej;
 - nierówności typu $\frac{2}{x} < 3$.
2. Ciągi liczbowe:
 - przykłady ciągów liczbowych (w tym ciągów rekurencyjnych);
 - własności ciągu;
 - ciąg arytmetyczny i ciąg geometryczny; suma wyrazów ciągu arytmetycznego, suma wyrazów ciągu geometrycznego;
 - procent składany;
 - szereg geometryczny.
3. Elementy rachunku prawdopodobieństwa:
 - elementy kombinatoryki;

- prawdopodobieństwo i jego związek z częstością;
 - przykłady obliczania prawdopodobieństwa;
 - przykłady praktycznego zastosowania statystyki (odczytywanie tabel, diagramów i wykresów, przedstawianie danych empirycznych w postaci diagramów i wykresów).
4. **Geometria:**
- usystematyzowanie wiadomości o figurach płaskich;
 - kąty i wielokąty; okręgi i koła; obwody i pola wielokątów i kół;
 - odległość na płaszczyźnie;
 - przykłady izometrii płaszczyzny (przesunięcie, symetria osiowa, symetria środkowa);
 - przystawanie figur;
 - wektory i ich zastosowania;
 - twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie Talesa;
 - jednokładność;
 - podobieństwo figur;
 - konstrukcje geometryczne;
 - funkcje trygonometryczne; podstawowe tożsamości trygonometryczne; najprostsze zastosowania funkcji trygonometrycznych (twierdzenie sinusów, twierdzenie kosinusów);
 - prostopadłość i równoległość w przestrzeni;
 - kąt nachylenia prostej do płaszczyzny;
 - kąt dwuścienny;
 - usystematyzowanie wiadomości o wielościanach i bryłach obrotowych;
 - przekroje płaskie wielościanów i brył obrotowych;
 - pola powierzchni i objętości wielościanów i brył obrotowych.

Osiągnięcia

1. Operowanie podstawowymi obiektami matematycznymi.
2. Przeprowadzanie prostych rozumowań dedukcyjnych.

3. **Zdobycie umiejętności przydatnych w życiu codziennym (obliczanie prawdopodobieństwa, odczytywanie informacji z tabel, wykresów i diagramów).**
4. **Precyzyjne formułowanie myśli.**

Możemy zapytać, czy Podstawa Programowa nie jest zbyt okrojona, czy jest ona do przebrnięcia przez uczniów mających kłopoty z matematyką, czy wprowadzenie obowiązkowego egzaminu dla każdego spowoduje inny sposób nauczania matematyki w szkołach: podstawowych, gimnazjach i liceach. Główną wadą współczesnego nauczania są formalne poznania uczniowskie. Problem jest znany od dawna. K. Wuczyńska omawiając dydaktykę matematyki w 50. letniej historii czasopisma „*Matematyka*” przypomniała, że już w początkowym okresie czasopisma pisano i próbowano zaradzić formalizmowi. Pierwszy redaktor „*Matematyki*” B. Iwaszkiewicz uważał, że formalizm jest to automatyzm w posługiwaniu się aparatem matematycznym, który nie gwarantuje osiągnięcia sprawności matematycznej. Z. Krygowska w artykule *O poprawne rozumienie przez uczniów symbolu literowego w nauce algebry*, (4/1955), odpowiedziała na pytanie: kiedy i w jakich warunkach podczas nauczania rodzi się werbalizm i formalizm.

Nurtuje mnie pytanie, czy zmieniają się style nauczania danych nauczycieli z transmisyjnych, instruktywnych na takie w których nauczyciel będzie pomagać uczniowi konstruować jego myśli.

Bardzo ważnym w pracy nauczyciela jest tworzenie klimatu na lekcji. Dobrze byłoby, żeby lekcje matematyki sprzyjały ciekawości, radości z poznawania, życzliwości, nieobecności strachu i postrzegania błędu jako naturalnej części poznania. Może najbardziej interesuje mnie życzliwość, jak przeżywa nauczyciel sukces uczniowski, w jaki sposób cieszy się z jego odkrycia, czy w klasie panuje radość. W tradycyjnym podejściu do matematyki, którego celem jest perfekcyjne wykonanie przez ucznia rozwiązania standardowych zadań, znajdziemy lekcje matematyki przepojone *strachem*. Uczeń się martwi, że zawiedzie go pamięć, że popełni błąd. Nauczyciel chce zdążyć

zrealizować program, jego uczniowie martwią się, że nie zdadzą egzaminów. Strach nauczyciela i ucznia jest wtedy ukierunkowany na błąd. Dobrze byłoby, aby błąd uczniowski traktować jako:

1. nietakt czy występki ucznia i reagowanie na niego karą,
2. nietakt czy występki ucznia i reagowanie na niego pobłażliwym odpuszczeniem,
3. doświadczenie, które miałyby uczeń w dalszym życiu umiejętnie spożytkować.

W świetle obecnych badań trzecia z wymienionych możliwości podejścia do błędu jest optymalna. W polskich (i nie tylko) szkołach dominują jeszcze pierwsze dwa wymienione sposoby traktowania błędu uczniowskiego. Nauczyciel umie zauważyć błędy ucznia. Ale już bez odpowiedniej wrażliwości reaguje na psychikę ucznia i tak już doświadczoną niepowodzeniem. Jeśli ukarzymy ucznia, ma on większy uraz. Jeśli uda nam się ucznia pocieszyć, to wtedy się on pobudzi (co jest pożądane), ale nie wiemy jak mu mamy pomóc (co jest złe). Jesteśmy przeświadczeni, że uczeń musi pomóc sobie sam. Musi się uczyć. Dlaczego tak jest? Trochę jest to podyktowane tradycją. Tych, których do życia przygotowywała szkoła, która nasiąknięta była przeświadczeniem, że błąd jest gafą (nietaktem) i dlatego starają się własne błędy ukrywać. Takie podejście do błędu przenosimy na naszych uczniów. Ci potem często nie robią nic, aby nie popełnić błędu. Ocenianie błędów jest jednym z dużych niedostatków współczesnej szkoły. W tym są zgodni współcześni dydaktycy i matematycy. Przed ponad 10 laty S. Turnau sformułował ten problem następująco:

“należy więc dołożyć wszelkich starań, by uczeń nie popełniał błędów, ani nie widział błędów popełnionych przez innych uczniów. Zasada ta ...być może, w przypadku ortografii słuszna - jest obecnie uważana za zupełnie błędną w nauczaniu matematyki. Błąd ucznia jest po pierwsze zjawiskiem zupełnie naturalnym, w pewnych przypadkach wręcz nieuniknionym, po drugie - nieocenionym źródłem wiedzy o myśleniu ucznia, po trzecie - znakomita sytuacja dydaktyczna, która umiejętnie wykorzystana może znacznie przyczynić się do postępu w procesie uczenia się”.

Ważnym jest, aby zwracać uwagę, aby błąd nauczyciela i ucznia traktować jako:

1. możliwość każdego autentycznego procesu poznawczego (a więc i rozwojowego).
2. okno, przez które można zaglądać do myśli ucznia i zrozumieć jego sposób pojmowania argumentów, pojęć, znaków, relacji, sytuacji, itp.
3. punkt wyjścia do edukacyjnej interwencji, która spowoduje rozwój intelektualny i osobowy dzieci.

Interesująca w tym względzie jest myśl, którą podała Z. Dybiec: *Analiza pewnych notatek z okresu tworzenia matematycznych prac naukowych pozwoliła sformułować tezę, że błędy są nieodłącznym składnikiem nauczania matematyki, ale badań naukowych także, a ich wykrywanie, wyjaśnianie i usuwanie to ważne elementy zarówno kształcenia, jak i twórczych poszukiwań.* Często dużo więcej można dowiedzieć się z nieudanej próby niż z zadania, które rozwiązuje się szybko, pod warunkiem jednak, że uczeń myśli o zadaniu z pełnym zaangażowaniem, posługuje się sugestiami podanymi przez nauczyciela i zastanawia się nad tym co zrobił. Boję się zapytać, jak będzie radził sobie z nieudaną, a jednak pozwalającą stwierdzić pożądane postawy myślowe w matematyce, niezależny egzaminator.

STANDARDY	WYMAGAŃ	
EGZAMINACYJNYCH		
EGZAMIN	MATURALNY	SPRAWDZA
WIADOMOŚCI I UMIEJĘTNOŚCI POZWAŁAJĄCE		
ZDAJĄCEMU:		

- 1) **wykazać się znajomością i rozumieniem:**

Poziom podstawowy	Poziom rozszerzony
--------------------------	---------------------------

<p>a) wskazanych pojęć, np. rozwiązania równania, funkcje oraz tych ich własności, które są konieczne do rozumienia wykonywanych obliczeń, własności funkcji, elementów geometrii i rachunku</p> <p>b) wskazanych algorytmów, np. rozwiązalności równania kwadratowego, wyznaczania n-tego wyrazu ciągu geometrycznego oraz typowych sytuacji, w których można się nimi posłużyć,</p>	<p>a) jak na poziomie podstawowym,</p> <p>b) jak na poziomie podstawowym,</p> <p>c) wskazanych pojęć, np. logarytmu, pochodnej funkcji, twierdzeń dotyczących np. monotoniczności funkcji logarytmicznej, sinusów, związku pochodnej z monotonicznością funkcji oraz ich interpretacji w konkretnych sytuacjach,</p>
---	--

2) stosować posiadaną wiedzę do rozwiązywania zadań teoretycznych i praktycznych, czyli:

Poziom podstawowy

Poziom rozszerzony

<p>a) posłużyć się znaną definicją, np. figur jednokładnych, twierdzeniem, np. o stosunku pól figur jednokładnych w typowej sytuacji,</p>	<p>a) jak na poziomie podstawowym,</p>
<p>b) rozwiązywać zadania wymagające przeprowadzenia analogicznego rozumowania wg podanego schematu,</p>	<p>b) jak na poziomie podstawowym,</p>
<p>c) odczytywać informacje ilościowe, np. dotyczące argumentów i wartości funkcji oraz proste informacje jakościowe, np. dotyczące własności funkcji z tabel, diagramów i wykresów,</p>	<p>c) jak na poziomie podstawowym,</p>
<p>d) posługiwać się miarą, np. długości, pola i objętości oraz przybliżeniami dziesiętnymi tych miar w prostych sytuacjach z życia codziennego,</p>	<p>d) jak na poziomie podstawowym,</p> <p>e) formułować proste zależności, np. rekurencyjnie, wyciągać wnioski z podanych zależności, np. typu funkcyjnego, wyrażonych równaniem, uzasadniać prawdziwość wniosków,</p>

3) stosować metody matematyczne w sytuacjach problemowych, czyli:

Poziom podstawowy	Poziom rozszerzony
--------------------------	---------------------------

<p>a) podać opis matematyczny w postaci wyrażenia algebraicznego, funkcji, równania, nierówności, przekształcenia geometrycznego do podanej sytuacji (także praktycznej), i wykorzystać go do rozwiązania problemu,</p>	<p>a) jak na poziomie podstawowym,</p>
<p>b) dobrać odpowiedni algorytm do wskazanej sytuacji problemowej i ocenić przydatność uzyskanych wyników w typowej sytuacji,</p>	<p>b) jak na poziomie podstawowym,</p>
<p>c) przetworzyć informacje wyrażone w postaci wyrażenia algebraicznego, równania, wzoru lub wykresu funkcji, opisu wektorowego na inną formę ułatwiającą rozwiązanie problemu,</p>	<p>c) jak na poziomie podstawowym,</p>
	<p>d) interpretować jakościowo informacje z tabel, diagramów, wykresów oraz ustalać i formułować między nimi proste zależności, wykorzystywać je w toku badania typowej sytuacji problemowej,</p> <p>e) stosować definicje i twierdzenia w rozwiązywaniu problemów,</p>

4) rozwiązywać zadania wymagające argumentowania i prowadzenia rozumowań typu matematycznego, czyli:

Poziom podstawowy	Poziom rozszerzony
--------------------------	---------------------------

<p>a) interpretować treść zadania, zapisywać warunki i zależności między obiektami, dobierać i zastosować odpowiednie definicje, twierdzenia, własności i algorytmy, analizować otrzymane wyniki,</p>	<p>a) jak na poziomie podstawowym,</p>
<p>b) argumentować i uzasadniać wnioski oraz opisywać je w sposób czytelny i poprawny językowo.</p>	<p>b) jak na poziomie podstawowym,</p> <p>c) przeprowadzić i zredagować pełny dowód twierdzenia.</p>

Będziemy mieć maturę obowiązkową z matematyki dla wszystkich. Znaczna część młodzieży i rodziców obawia się egzaminu maturalnego z matematyki. To jest zrozumiałe, jeśli tak znaczny procent młodzieży ma trudności w uczeniu się matematyki. Na zakończenie przypomnę myśli Z. Krygowskiej, która przestrzegała przed „matematyką dla ubogich”, karykatury dyscypliny akademickiej. Pamiętamy, że matematyka ma rozwijać umysł, wyobraźnię, ma być gimnastyką umysłu. Czy „Nowa Matura” będzie motorem kształtowania tych cech? Mam nadzieję, że może to nastąpić przy wielkim wysiłku władz, szkół wyższych i przede wszystkim nauczycieli, zmiany ich stylu pracy.

Bibliografia:

- [1] Z. Dybiec, Błędy w procesie uczenia matematyki, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 1996.
- [2] S. Domoradzki, O błędach w interakcji nauczyciel – uczeń, Zeszyty Naukowe WSP w Rzeszowie, 42(2001).
- [3] M. Hejny, Analiza dydaktyczna pojęć matematycznych – przykłady geometryczne, Zeszyty Naukowe WSP w Rzeszowie, 42(2001).
- [4] M. Hejny, F. Kuřina, Konstruktivní přístupy k vyučování matematice. Matematika, Fyzika, Informatika 7, Březen 1998, s. 385 – 395.

- [5] M. Rozmus –Chmura, J. Sajdak, B. Samoń, M. Zawal – Jarosik , Czy korepetycje z matematyki są powszechne, *Wiadomości matematyczne*, XXIX (1990), s. 123 – 129.
- [6] S. Turnau, *Wykłady o nauczaniu matematyki*, PWN, Warszawa, 1990.
- [7] J. Tocki, *Struktura procesu kształcenia matematycznego*, cz. I, Wydaw. WSP Rzeszów, 2000.
- [8] K. Wuczyńska., *Dydaktyka matematyki w Matematyce*, XII Szkoła Historii Matematyki (red. S Domoradzki, Z. Pawlikowska – Brożek, D. Węglowska), AGH, 1999, s. 263 – 274.
- <http://www.cke.pl> - tekst zaciemniony

Stanisław Domoradzki
Instytut Matematyki
Uniwersytetu Rzeszowskiego
35 – 310 Rzeszów
ul. Rejtana 16a
domoradz@atena.univ.rzeszow.pl