



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

I Liceum Ogólnokształcące
im. Króla Kazimierza Wielkiego
w Bochni

Program działalności szkolnego koła zainteresowań z matematyki



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



Autor
Bernard Sozański

ISBN 978-83-7667-059-1

1. Analiza statystyczna wyników egzaminu gimnazjalnego

SŁOWNICZEK UŻYTYCH NARZĘDZI:

Dla syntetycznego ujęcia wyników prowadzonych badań wykorzystano podstawowe miary statystyki opisowej:

- a) **średnia arytmetyczna** – wskazuje średnią wartość,
- b) **odchylenie standardowe** – obrazuje przeciętną różnicę między obserwacjami a ich średnią,
- c) **współczynnik zmienności** – opisuje przeciętną procentową różnicę między obserwacjami a ich średnią, wyrażona względem tej średniej,
- d) **kwartył I** – oznacza, że 25% obserwacji jest o wartościach nie wyższych niż wartość tego kwartyła
- e) **kwartył II** (inaczej **mediana** – wartość środkowa) oznacza, że 50% obserwacji jest o wartościach nie wyższych niż wartość tego kwartyła
- f) **kwartył III** – oznacza, że 75% obserwacji jest o wartościach nie wyższych niż wartość tego kwartyła
- g) **kurtoza** (właśc.. **współczynnik ekscesu**) – względna miara koncentracji i spłaszczenia rozkładu, określa rozmieszczenie i koncentrację wartości w pobliżu średniej (gdy wartość kurtozy jest równa 0 rozkład ma kształt normalny, gdy jest większa od 0 rozkład jest bardziej wysmukły niż normalny (większe skupienie wartości wokół średniej), natomiast wartość mniejsza od 0 rozkład jest mniej wysmukły niż normalny (większe spłaszczenie rozkładu)),
- h) **skośność** (**współczynnik skośności**) – miara asymetrii rozkładu (równa 0 dla rozkładu symetrycznego, dodatnia - gdy wykres rozkładu ma długi ogon z prawej strony, ujemna - gdy wykres rozkładu ma długi ogon z lewej strony)

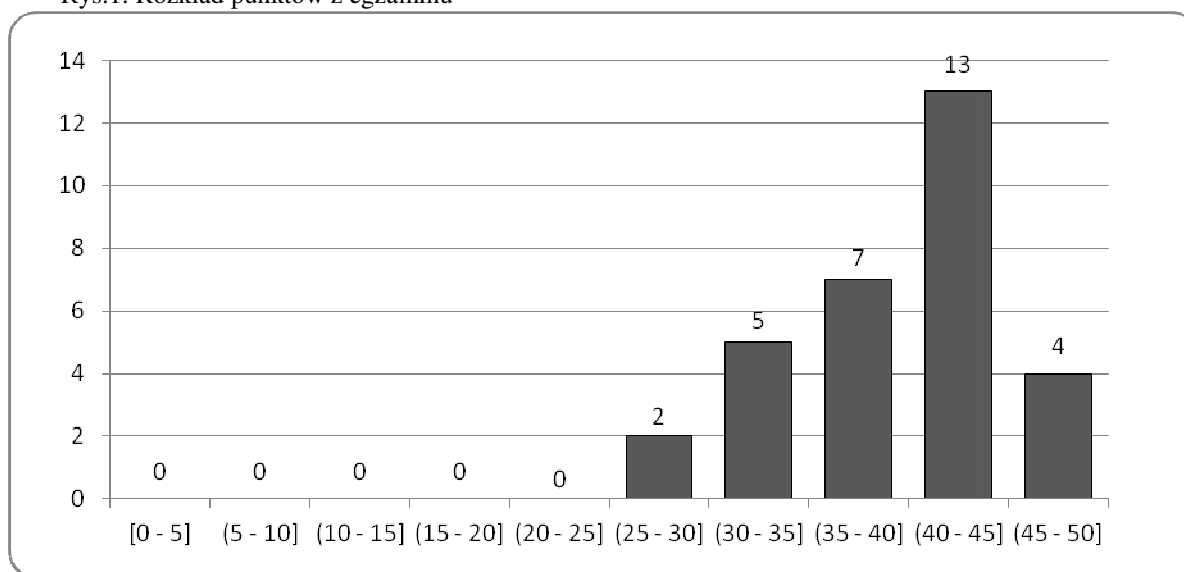
W celu zbadania zgodności badanego rozkładu z rozkładem normalnym wykorzystano **test Kołmogorowa – Smirnowa**, natomiast dla zweryfikowania hipotezy czy dwie niezależne próbki pochodzą z tej samej populacji (mają podobne rozkłady) wykorzystano **test t dla prób niezależnych** (w przypadku zgodności rozkładu wyników grupy z rozkładem normalnym) lub test **Manna – Whitneya** (w przypadku braku zgodności z rozkładem normalnym). Test t dla prób niezależnych został dodatkowo poprzedzony **testem Levene’a równości wariancji grupowych**. W każdym przypadku podano wartość **p**, czyli prawdopodobieństwo testowe; jeśli jest mniejsze od zadanego poziomu istotności α (wynoszące w prowadzonych analizach 0,05), hipotezę H_0 należy odrzucić.

Natomiast dla zbadania kierunku i siły zależności pomiędzy oceną z matematyki a wynikami egzaminu z części matematyczno – przyrodniczej wykorzystano **współczynnik korelacji rang Spearmana**, który wyraża siłę korelacji dwóch cech mierzonych na skali porządkowej.

Analizie poddano wyniki egzaminu gimnazjalnego z części matematyczno – przyrodniczej w roku szkolnym 2009/2010 oraz oceny końcowe z matematyki 31 uczniów klas pierwszych I LO w Bochni, którzy złożyli aplikację do zajęć rozszerzających w projekcie „Młodzieżowe Uniwersytety Matematyczne”. Większość badanych (18 osób, 58,06%) stanowili chłopcy.

Wynik egzaminu gimnazjalnego z części matematyczno – przyrodniczej podawany był w punktach od 0 do 50. Rozkład tych wyników w badanej grupie zaprezentowano na rysunku 1.

Rys.1. Rozkład punktów z egzaminu



Źródło: opracowanie własne

Z informacji przedstawionych na rysunku 1 wynika, że w badanej grupie najczęściej występowały wyniki z przedziału 40-45 pkt. Do tego przedziału należą także średnia (40,35 pkt) oraz mediana (42 pkt), co oznacza że połowa badanych uczniów miała wynik egzaminu nie wyższy niż ten wynik.

W porównaniu ze średnią z województwa podkarpackiego ¹ wynoszącą 23,82 pkt średni wynik tej grupy jest dużo wyższy.

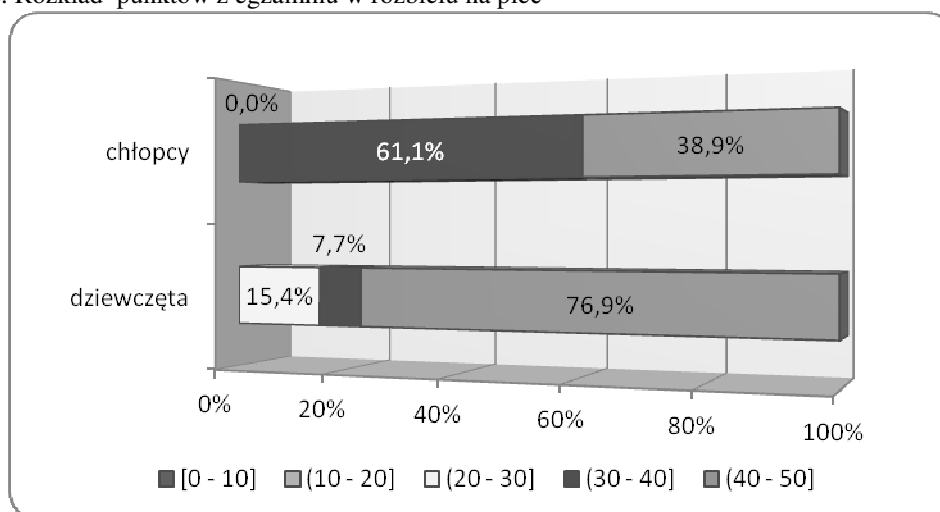
Czwarta część badanych uczniów miała wynik nie wyższy niż 36 (kwartył I), zaś 75% miała wynik nie wyższy niż 45 pkt (kwartył 3). Próbkę charakteryzowała dość duża zmienność – przeciętne odchylenie od średniej, mierzone odchyleniem standardowym, wynosiło około 6,01 pkt., co stanowi 14,89% średniej. Ujemny wynik kurtozy (-0,35) świadczy o tym, iż rozkład wyników jest mniej wysmukły

¹ Sprawozdanie z egzaminu gimnazjalnego w 2010 roku [tab.59], OKE w Krakowie, Kraków, maj 2010 [w:] http://www.oke.krakow.pl/inf/filedata/files/Sprawozdanie%20z%20egzaminu%20gimnazjalnego%20w%202010%20roku_1.pdf

(bardziej spłaszczony) niż rozkład normalny. Niewielka skośność ujemna (-0,45) świadczy o tym, że rozkład jest z asymetrią rozciągającą się w kierunku wartości niższych.

Rozkład wyników egzaminu wydaje się być inny u dziewcząt i u chłopców (rysunek 2). Wśród chłopców więcej (61,11 %) było wysokich wyników (30-40 pkt], zaś u dziewcząt więcej (76,92%) było wyników w przedziale (40–50 pkt]. Równocześnie jednak u dziewcząt występują wyniki średnie (15,38%), których nie miał żaden z chłopców.

Rys.2. Rozkład punktów z egzaminu w rozbiciu na płeć



Źródło: opracowanie własne

Odmienność rozkładów potwierdzają również podstawowe statystyki (tab.1). Zarówno średnia, jak i mediana wyników były wyższe u dziewcząt, przy zbliżonej zmienności u obu płci.

Tab.1. Rozkład punktów z egzaminu w rozbiciu na płeć

Płeć \ Wynik z egzaminu	średnia	mediana	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności
dziewczeta	41,77	44	6,51	15,58%
chłopcy	39,33	37	5,58	14,20%

Źródło: opracowanie własne

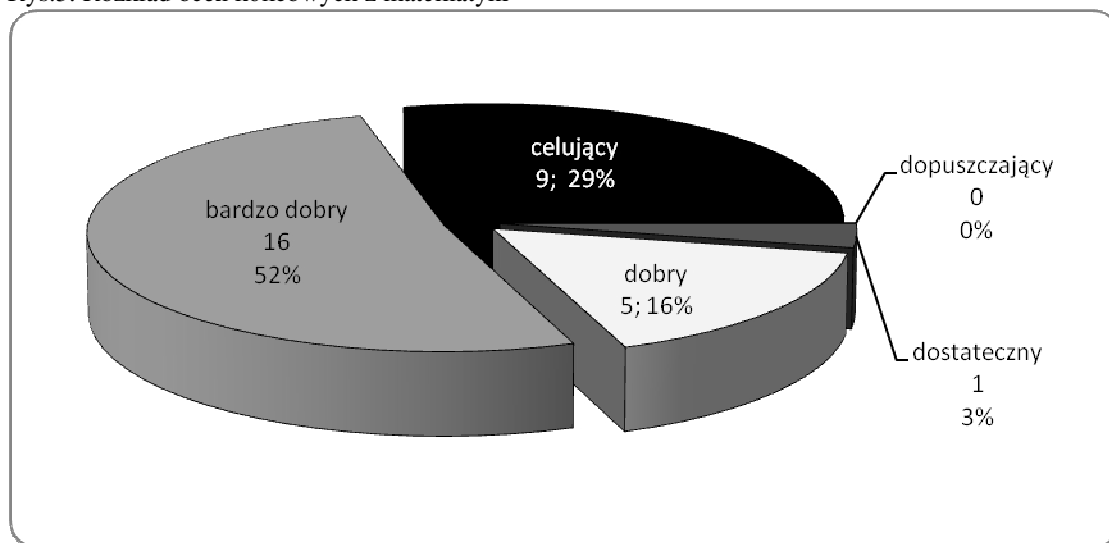
Aby sprawdzić podobieństwo rozkładów dla obu płci, zastosowano test *t* dla prób niezależnych. Można go było zastosować, gdyż rozkład był zgodny z rozkładem normalnym, co wykazano testem Kołmogorowa – Smirnowa ($Z = 0,87, p=0,44, p \geq \alpha$)². Wstępnie sprawdzono równość wariancji

² W badaniach przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$.

grupowych testem Levene'a, który dał wynik pozytywny ($F=0,02$; $p=0,88$, $p \geq \alpha$). Następnie zastosowany test t dla prób niezależnych ($t = 1,18$, $p=0,27$, $p \geq \alpha$) wykazał, iż nie ma istotnej różnicy między średnimi wynikami z egzaminu chłopców i dziewcząt.

Uczniowie należący do badanej grupy najczęściej kończyli gimnazjum z oceną z matematyki bardzo dobrą (16 osób, 51,61%), co widać na rysunku 3.

Rys.3. Rozkład ocen końcowych z matematyki

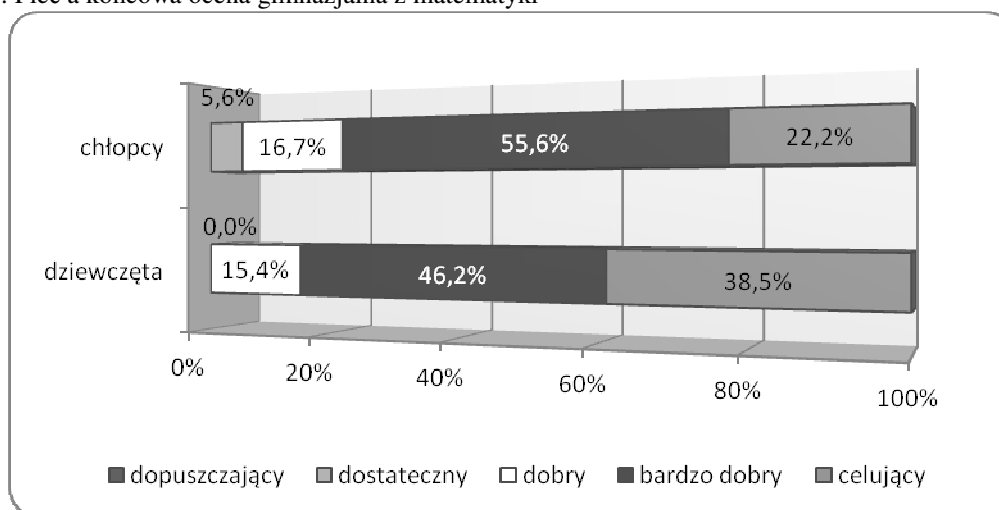


Źródło: opracowanie własne

W badanej grupie średnia ocen wyniosła 5,06, zaś wartość środkowa (mediana) 5. Z uwagi na małą liczbę wariantów cenniejszą informację niż kwartyle podaje nam średnia i odchylenie, które tu wyniosło ok. 0,77 stopnia. Oznacza to, że oceny końcowe uczniów różniły się od średniej 5,06 przeciętnie o 0,77 stopnia, co stanowi 15,24% średniej. Te statystyki potwierdzają obserwacje z wykresu: próba nie jest skupiona wokół jednej oceny, lecz jest zróżnicowana, ma dużą zmienność. Dodatni wynik kurtozy (0,29) świadczy o tym, iż rozkład wyników jest bardziej wysmukły (mniej spłaszczony) niż rozkład normalny. Skośność ujemna (-0,58) świadczy o tym, że rozkład jest z asymetrią rozciągającą się w kierunku wartości niższych.

Rozkład ocen końcowych z matematyki wydaje się być nieco inny u dziewcząt i u chłopców (rys. 4). Wprawdzie u obu płci dominowały oceny bardzo dobre, ale wśród chłopców ich udział był większy, dziewczęta zaś miały więcej ocen celujących. Ponadto u chłopców, w odróżnieniu od dziewcząt, pojawiały się także oceny dostateczne.

Rys.4. Płeć a końcowa ocena gimnazjalna z matematyki



Źródło: opracowanie własne

Odmienność rozkładów potwierdzają również podstawowe statystyki (tab.1). Średnia wyników była wyższa u dziewcząt, przy równoczesnej mniejszej zmienności.

Tab.2. Rozkład ocen końcowych z matematyki w rozbiciu na płeć

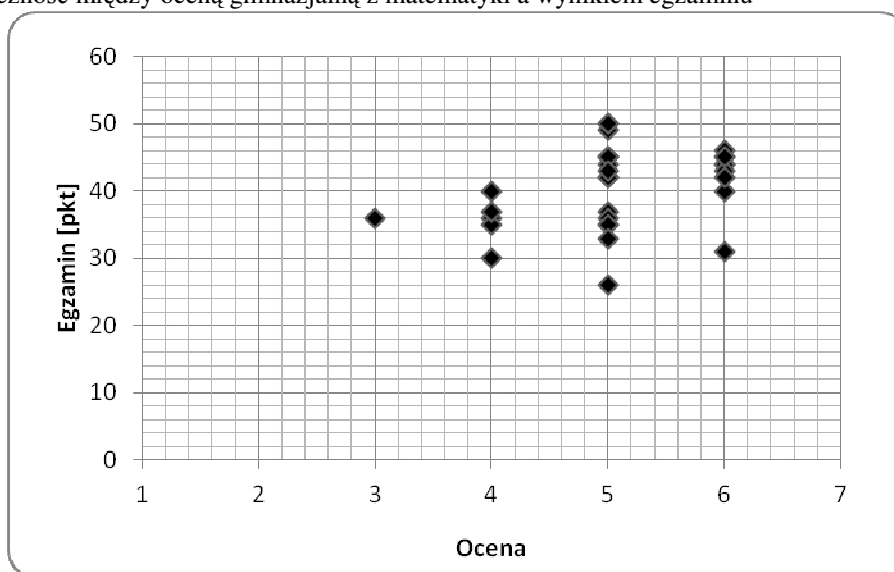
Płeć \ Ocena końcowa	średnia	mediana	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności
dziewczeta	5,23	5	0,73	13,86%
chłopcy	4,94	5	0,80	16,23%

Źródło: opracowanie własne

Podobieństwo rozkładów sprawdzono ostatecznie testem U Manna – Whitneya, z uwagi na skalę porządkową. Uzyskany wynik ($U = 95,00$; $p=0,36$, $p \geq \alpha$) pozwolił na przyjęcie tezy, iż gimnazjalne oceny końcowe z matematyki dziewcząt i chłopców są podobne.

Zależność między wynikiem z egzaminu a oceną końcową z gimnazjum najlepiej oceniać interpretując wykres rozrzutu (rys.5).

Rys.5. Zależność między oceną gimnazjalną z matematyki a wynikiem egzaminu



Źródło: opracowanie własne

Wskazuje on na słabą zależność między oceną końcową z gimnazjum a wynikiem z egzaminu gimnazjalnego. Interpretację tą potwierdza współczynnik korelacji Spearmana (0,37).

2. Zasady realizacji zajęć

2.1. Cele realizacji zajęć

Głównym celem realizacji zajęć w ramach *Koła rozszerzających* jest podniesienie kompetencji matematycznych uczniów rozpoczynających naukę w klasie pierwszej w roku szkolnym 2010/2011.

Cele szczegółowe:

- Pogłębianie naukowego poglądu na świat,
- Rozwijanie zainteresowań naukowych,
- Zdobywanie umiejętności łączenia teorii z praktyką,
- Przyswajanie naukowych metod pracy,
- Umiejętność pracy w zespole.

2.2. Założenia programowe

2.2.1. Organizacja zajęć

Zajęcia powinny odbywać się przez 24 tygodnie po dwie jednostki lekcyjne (90 minut). W kole powinno być maksymalnie 10 uczniów. Zajęcia powinny odbywać się w tej samej pracowni lekcyjnej.

2.2.2. Omówienie niezbędnych pomocy naukowych

Podręczniki zawierające definicje i twierdzenia spoza poziomu rozszerzonego, zbiory zadań zawierające przykładowe rozwiązania, a potem zadania do samodzielnego rozwiązania, przykładowe arkusze maturalne z matematyki – poziom rozszerzony.

2.2.3. Procedury osiągnięcia celów

Osiągnięcie stawianych celów nastąpi poprzez:

- Rozwijanie wyobraźni i intuicji matematycznej.
- Stwarzanie sytuacji do odkrywania i twórczego myślenia ucznia.
- Odpowiednie metody pracy ze szczególnym naciskiem na metody aktywizujące oraz interaktywne.
- Stosowanie pracy w grupach.
- Indywidualizację procesu nauczania.

- Stosowanie na zajęciach środków dydaktycznych głównie tablica interaktywna oraz oprogramowanie komputerowe.

Pomiar osiągnięć i kontrolowanie postępów uczniów nastąpi poprzez:

- Obserwację pracy poszczególnych uczniów.
- Uczestniczenie w konkursach matematycznych.
- Ankieta ewaluacyjna.

Dyskusje dydaktyczne.

2.3. Szczegółowe treści kształcenia

Przy doborze szczegółowych treści kształcenia uwzględniony został program realizowany na zajęciach szkolnych. Treści programu kółka są tak dobrane, aby nie powtarzać materiału (definicji, twierdzeń, własności, podstawowych typów zadań) realizowanego na zajęciach szkolnych, tylko utrwalić zdobytą wiedzę, uzupełnić ją o nowe typy zadań oraz zadania o podwyższonym stopniu trudności. W treściach kształcenia uwzględniono również tematy wykraczające poza program szkolny, przydatne w dalszym kształceniu matematycznym.

KLASA I

1. Elementy logiki i nauki o zbiorach – 6 godzin

- Działania na zbiorach, działania na zdaniach, własności tych działań, porównanie własności działań na zbiorach z własnościami działań na zdaniach, oraz z własnościami działań na liczbach – 2 godz.
- Metody dowodzenia twierdzeń i przykłady ich stosowania – 2 godz.
- Dowodzenie nierówności – 2 godz.

2. Zbiór liczb rzeczywistych i jego podzbiory, działania w zbiorze liczb rzeczywistych i ich własności – 16 godzin

- Liczby naturalne i całkowite, liczby pierwsze, liczby złożone, podzielność w zbiorze liczb całkowitych – 2 godz.
- Potęgowanie i pierwiastkowanie w zbiorze liczb rzeczywistych – 2 godz.
- Wzory skróconego mnożenia i ich zastosowanie – 2 godz.
- Dwumian Newtona, trójkąt Pascala – 2 godz.

- Działanie wewnętrzne i zewnętrzne w zbiorze, własności działań, grupa, grupa abelowa, przykłady – 2 godz.
- Wartość bezwzględna liczby, równania i nierówności z wartością bezwzględną – 2 godz.
- Średnie liczb, zależności między nimi i ich zastosowanie – 2 godz.
- Równania diofantyczne – 2 godz.

3. Wektory – 6 godzin

- Działania na wektorach, wektor w układzie współrzędnych – 2 godz.
- Zastosowanie wektorów do dowodzenia twierdzeń – 2 godz.
- Iloczyn skalarny wektorów – 2 godz.

4. Funkcje – 8 godzin

- Podstawowe własności, dowodzenie własności z definicji – 2 godz.
- Funkcje nieelementarne (signum, Dirichleta, max, min, cecha, mantysa) – ich wykresy i własności – 2 godz.
- Graficzne rozwiązywanie równań i nierówności – 2 godz.
- Przykłady równań funkcyjnych – 2 godz.

5. Funkcje trygonometryczne – 6 godzin

- Funkcje trygonometryczne dowolnego kąta i ich własności – 2 godz.
- Związki między funkcjami trygonometrycznymi i ich zastosowanie – 2 godz.
- Równania i nierówności trygonometryczne – 2 godz.

6. Geometria płaszczyzny – 6 godzin

- Odległość w geometrii, nierówność trójkąta – 2 godz.
- Geometria trójkąta – 2 godz.
- Przekształcenia płaszczyzny – 2 godz.

KLASA II

1. Wielomiany i funkcje wymierne – 10 godzin

- Funkcja kwadratowa w zadaniach konkursowych – 2 godz.
- Wzory Viete’a dla wielomianów i ich zastosowanie – 2 godz.
- Układy równań stopni wyższych – 2 godz.
- Rozkład funkcji wymiernych na ułamki proste – 2 godz.
- Równania i nierówności wymierne z parametrem – 2 godz.

2. Ciągi – 10 godzin

- Zasada indukcji matematycznej i jej zastosowanie – 3 godz.
- Granica ciągu (definicja, własności ciągów zbieżnych i ciągów rozbieżnych, sposoby obliczania granic) – 4 godz.
- Liczba e i jej zastosowanie – 1 godz.
- Szereg geometryczny – 2 godz.

3. Funkcje potęgowe, wykładnicze i logarytmiczne – 12 godzin

- Potęga, logarytm (w tym logarytm naturalny) – przypomnienie definicji, podstawowych własności oraz ich zastosowanie – 2 godz.
- Funkcja potęgowa, wykładnicza i logarytmiczna – wykresy, własności – 2 godz.
- Równania i nierówności pierwiastkowe – 2 godz.
- Graficzne rozwiązywanie równań i nierówności wykładniczych i logarytmicznych – 2 godz.
- Równania i nierówności wykładnicze z parametrem – 2 godz.
- Równania i nierówności logarytmiczne z parametrem – 2 godz.

4. Geometria płaszczyzny – 10 godzin

- Twierdzenie sinusów i cosinusów – 2 godz.
- Pola figur płaskich – 2 godz.
- Podobieństwo i jednokładność – 2 godz.
- Zadania maturalne i konkursowe z planimetrii – 4 godz.

5. Elementy algebry wyższej – 6 godzin

- Macierze, wyznaczniki – 3 godz.
- Wzory Cramera – 3 godz.

KLASA III

1. Elementy analizy matematycznej – 28 godzin

- Granica funkcji – definicja Heinego i Cauchy'ego, własności granic, granice jednostronne, metody obliczania granic – 4 godz.
- Asymptoty wykresu funkcji – 2 godz.
- Ciągłość funkcji, własności funkcji ciągłych i rodzaje nieciągłości funkcji – 2 godz.
- Pochodna funkcji w punkcie i w zbiorze, obliczanie pochodnej z definicji – 2 godz.
- Podstawowe wzory i twierdzenia dotyczące pochodnej funkcji, obliczanie pochodnych – 2 godz.

- Interpretacja geometryczna i fizyczna pochodnej i ich zastosowanie – 2 godz.
- Zastosowanie pierwszej pochodnej funkcji (monotoniczność i ekstrema) – 2 godz.
- Druga pochodna funkcji i jej zastosowanie – 2 godz.
- Przebieg zmienności funkcji – 3 godz.
- Zastosowanie pochodnej do zadań optymalizacyjnych – 2 godz.
- Całka nieoznaczona, podstawowe wzory i metody całkowania (całkowanie przez części, przez podstawianie) – 3 godz.
- Całka oznaczona i jej zastosowanie – 2 godz.

2. Figury geometryczne w przestrzeni – 6 godzin

- Wielościany foremne – 1 godz.
- Przekroje płaskie graniastosłupów i ostrosłupów – 2 godz.
- Bryła wpisana w bryłę – 2 godz.
- Izometrie w przestrzeni – 1 godz.

3. Rachunek prawdopodobieństwa i elementy statystyki opisowej – 8 godzin

- Schemat Bernoulliego – 2 godz.
- Prawdopodobieństwo warunkowe i całkowite – 2 godz.
- Metody prezentacji danych statystycznych, miary położenia i rozproszenia danych – 2 godz.
- Zmienna losowa – definicja, własności – 1 godz.
- Prawo wielkich liczb Bernoulliego – 1 godz.

4. Elementy arytmetyki i algebry wyższej – 6 godzin

- Liczby zespolone – definicja, postać trygonometryczna – 2 godz.
- Działania w zbiorze liczb zespolonych – 2 godz.

3. Zalecane metody pracy to:

- podające (wykład, pogadanka, opis);
- metoda przypadków;
- metoda problemowa;
- nauczanie programowe;
- ćwiczenia przedmiotowe;
- problemowe (metody aktywizujące)

Wykład polega na bezpośrednim lub pośrednim przekazywaniu wiedzy określonej grupie odbiorców. Aktywność uczestnika wykładu wymaga od niego dużego wysiłku i znacznej dojrzałości umysłowej. Dlatego też należy go odpowiednio w szkołach średnich stosować i ograniczać. Typowe dla wykładu elementy to przekazanie informacji w sposób systematyczny i logicznie konsekwentny. Nauczyciel powinien treść wykładu wiązać umiejętnie z życiem, dobierać trafne i interesujące przykłady, starannie się wysławiać. Pogadanka polega na rozmowie nauczyciela z uczniami, przy czym nauczyciel jest w tej rozmowie osobą kierującą. Zmierzając do osiągnięcia zaplanowanego celu stawia uczniom pytania, na które oni z kolei udzielają odpowiedzi. Pogadanka może służyć przygotowaniu uczniów do pracy na lekcji, zaznajamianiu ich z nowym materiałem, systematyzowaniu i utrwalaniu wiadomości.

Opis jest najprostszym sposobem zaznajamiania uczniów z nieznanymi im bliżej osobami, rzeczami, zjawiskami itp. Zalecany jest zarówno wtedy, gdy nie ma możliwości zastosowania odpowiedniego pokazu, jak i przede wszystkim wtedy, gdy opisowi towarzyszy pokazywanie opisywanych przedmiotów lub ich modeli czy rysunków.

Metoda przypadków polega na rozpatrzeniu przez małą grupę uczniów opisu jakiegoś przypadku, możliwych rozwiązań. Po otrzymaniu opisu, rozwiązań wraz z kilkoma pytaniami, na które należy odpowiedzieć, uczniowie sami formułują dalsze pytania wyjaśniające ten przypadek, a nauczyciel udziela na nie odpowiedzi.

Metoda problemowa polega na wytworzeniu sytuacji problemowej, formułowaniu problemów, określaniu pomysłów ich rozwiązania, weryfikacji pomysłów rozwiązania oraz na porządkowaniu i stosowaniu uzyskanych wyników w nowych zadaniach o charakterze praktycznym lub teoretycznym. Jej cechą charakterystyczną jest dominacja uczenia się nad nauczaniem. Wzbudza ona wiarę ucznia w siebie, utwierdza go w przekonaniu, że jest w stanie rozwiązywać coraz trudniejsze zadania.

Nauczanie programowane prowadzone być może z użyciem komputera lub podręcznika, zbioru zadań itp. Obecnie dostępnych jest wiele komputerowych programów dydaktycznych spełniających potrzebne warunki. Metody praktyczne ułatwiają uczniom bezpośrednie poznanie rzeczywistości oraz pozwalają na wykorzystanie posiadanej przez nich wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych. Do tej grupy zaliczyć można: pokaz, ćwiczenia przedmiotowe, ćwiczenia laboratoryjne, metodę projektów itp. Pokaz polega na

demonstrowaniu uczniom naturalnych przedmiotów lub ich modeli, zjawisk, wydarzeń lub procesów i objaśnianiu ich istotnych cech.

Ćwiczenia przedmiotowe polegają na wielokrotnym wykonywaniu pewnych czynności dla nabycia wprawy i uzyskania coraz wyższej sprawności w działaniach intelektualnych i praktycznych. W nauczaniu matematyki pełnią rolę szczególną. Podczas ćwiczeń laboratoryjnych uczniowie samodzielnie przeprowadzają eksperymenty. Eksperymenty te pozwalają na formułowanie pewnych uogólnień, zilustrowanie wcześniej poznanych praw, zasad i reguł (tradycyjna metoda laboratoryjna) oraz ułatwiają uczniom przewidywanie nieznanych im jeszcze zjawisk i procesów (problemowa metoda laboratoryjna).

Metody aktywizujące to grupa metod, które uznać należy za najskuteczniejsze. Dzięki nim uczenie się ma charakter niekonwencjonalny, ciekawy i zajmujący. Zajęcia motywują ucznia do działania, twórczego myślenia i kreatywności. Dzięki nim uczeń ma wpływ na to, co na lekcji będzie się działo, jest jej współtwórcą, (tworzy się poczucie współodpowiedzialności). Metody te uczą przez działanie, tworzenie, współpracę i przeżywanie. Sednem metod aktywizujących może być powiedzenie Konfucjusza: „ Powiedz, a zapomnę. Pokaż a zapamiętam. Pozwól wziąć udział a zrozumieć”. Metody te wymagają zaangażowania nauczyciela i uczniów.

4. Ewaluacja

Ewaluacja w oświacie to ocena przydatności i skuteczności podejmowanych działań dydaktycznych, wychowawczych i opiekuńczych w odniesieniu do założonych celów, służącą doskonaleniu tych działań (*Rozporządzenie MENiS z 23 kwietnia 2004*)

Ewaluacja odbywać się będzie w formie obserwacji postępów uczniów. Systematyczne prowadzenie ewaluacji pozwoli dostrzec wpływ przekazywanych treści na postawy, wiedzę, umiejętności uczniów, a zarazem stanowi podstawę planowania dalszej pracy

5. Literatura:

Podstawa programowa – Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 6 listopada 2003
dz.u.2003 r.210 poz.2041

Standardy egzaminacyjne

Informator o egzaminie maturalnym z matematyki - www.cke.edu.pl

Poradnik metodyczny dla nauczyciela