



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 Brzozowie

Program działalności szkolnego koła zainteresowań z matematyki



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



ISBN 978-83-7667-059-1

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)

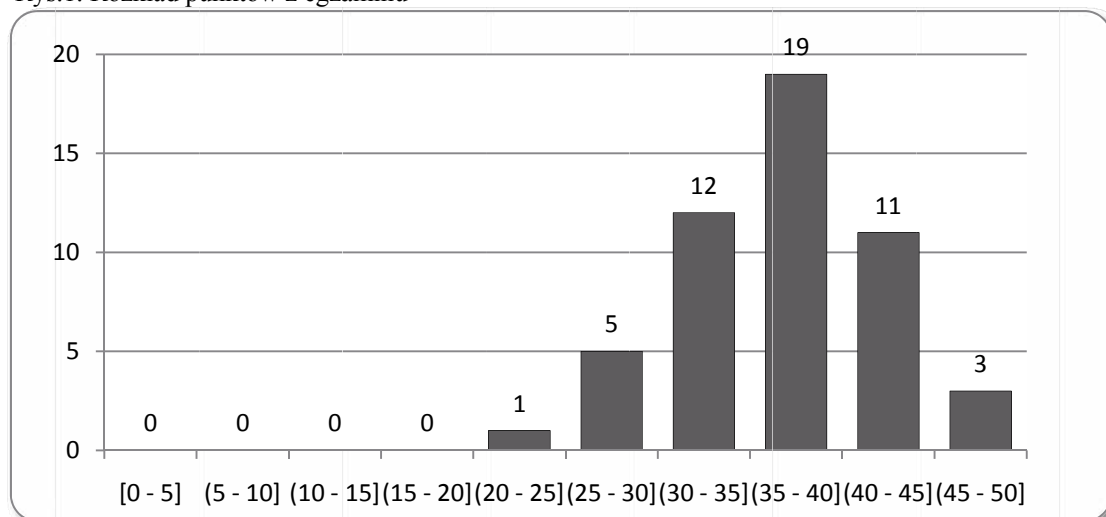
W celu zbadania zgodności badanego rozkładu z rozkładem normalnym wykorzystano **test Kolmogorowa – Smirnowa**, natomiast dla zweryfikowania hipotezy czy dwie niezależne próbki pochodzą z tej samej populacji (mają podobne rozkłady) wykorzystano **test t dla prób niezależnych** (w przypadku zgodności 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 51 uczniów klas pierwszych I LO w Brzozowie, którzy złożyli aplikację do zajęć rozszerzających w projekcie „Młodzieżowe Uniwersytety Matematyczne”. Większość badanych (28 osób, 54,90%) stanowiły dziewczęta.

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

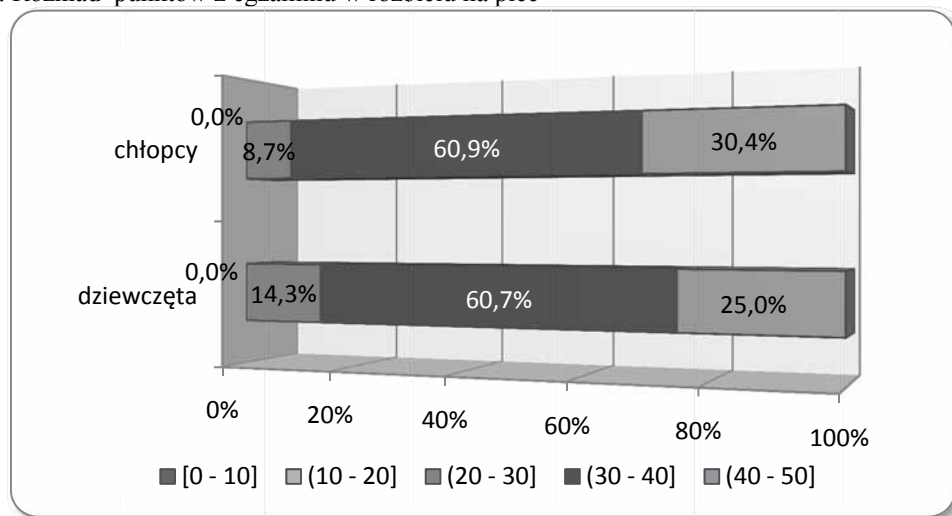
Z informacji przedstawionych na rysunku 1 wynika, że w badanej grupie najczęściej występowały wyniki z przedziału 35-40 pkt. Do tego przedziału należą także średnia (36,98 pkt) oraz mediana (38 pkt), co oznacza że połowa badanych uczniów miała wynik egzaminu nie wyższy niż ten wynik. Wynik średniej badanej grupy w porównaniu ze średnią z województwa podkarpackiego ¹ wynoszącą 23,82 pkt jest dużo wyższy.

Czwarta część badanych uczniów miała wynik nie wyższy niż 33 (kwartył I), zaś 75% miała wynik nie wyższy niż 41 pkt (kwartył 3). Próbkę charakteryzowała dość duża zmienność – przeciętne odchylenie od średniej, mierzone odchyleniem standardowym, wynosiło około 5,76 pkt., co stanowi 15,57% średniej. Ujemny wynik kurtozy (-0,24) świadczy o tym, iż rozkład wyników jest mniej wysmukły (bardziej spłaszczony) niż rozkład normalny. Skośność ujemna (-0,41) świadczy o tym, że rozkład jest z asymetrią rozciągającą się w kierunku wartości niższych.

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

Rozkład wyników egzaminu był podobny u dziewcząt i u chłopców (rysunek 2). Tak w jednej, jak i drugiej grupie najwięcej (ok.61%) było wyników w przedziale 30-40 pkt.

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



Źródło: opracowanie własne

Wyniki średnich i median u obu płci także były porównywalne, co zostało przedstawione w tab.1. Średni wynik z egzaminu dziewcząt (36,61) był tylko o niecały punkt niższy od średniego wyniku chłopców, grupę dziewcząt charakteryzowała jednak większa zmienność (17,80%).

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

Płeć \ Wynik z egzaminu	średnia	mediana	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności
dziewczęta	36,61	37,5	6,52	17,80%
chłopcy	37,43	39	4,78	12,76%

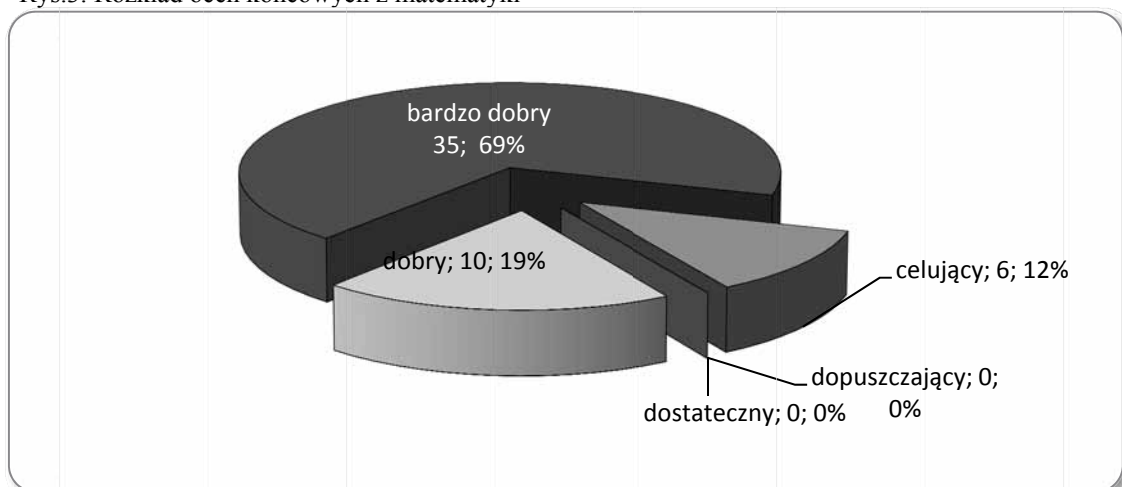
Źródło: opracowanie własne

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 ($Z = 0,80, p=0,55, p \geq \alpha$)². Wstępnie sprawdzono równość wariancji grupowych testem Levene'a , który dał wynik pozytywny ($F=2,28; p=0,14, p \geq \alpha$). Następnie zastosowany test t dla prób niezależnych ($t = -0,51, p=0,61, p \geq \alpha$) wykazał, iż nie ma istotnej różnicy między średnimi wynikami z egzaminu chłopców i dziewcząt.

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

Uczniowie należący do badanej grupy najczęściej kończyli gimnazjum z oceną z matematyki bardzo dobrą (35 osób, 68,63%) co widać na rysunku 3.

Rys.3. Rozkład ocen końcowych z matematyki

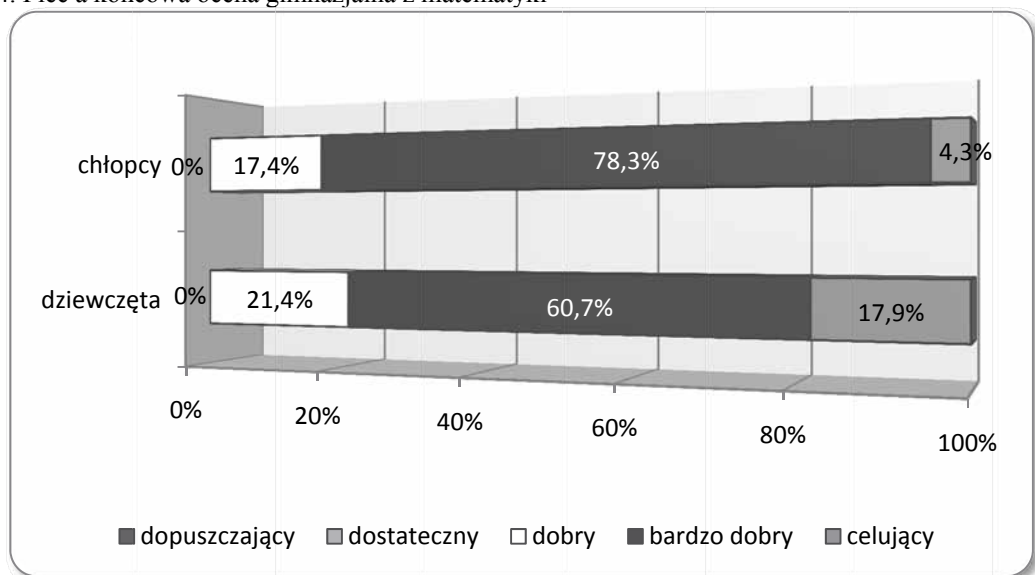


Źródło: opracowanie własne

W badanej grupie średnia ocen wyniosła 4,92, zaś wartość środkowa (mediana) 5. Z uwagi na małą liczbę wariantów cenniejszą informację niż kwartyle podaje nam średnia i odchylenie, które tu wyniosło ok. 0,56 stopnia. Oznacza to, że oceny końcowe uczniów różniły się od średniej 4,92 przeciętnie o 0,56 stopnia, co stanowi 11,38% średniej. Próba jest skupiona wokół jednej oceny (bardzo dobry), na co wskazuje dodatni wynik kurtozy (0,32). Bliski zeru wynik skośności (-0,03) świadczy o tym, że rozkład jest zbliżony do symetrycznego.

Rozkład ocen końcowych z matematyki wydaje się być różny u dziewcząt i u chłopców (rys. 4). U obu grup najczęstszą oceną był bardzo dobry (odpowiednio 60,71% i 78,26%), jednak odsetek ocen celujących był dużo wyższy u dziewcząt (17,86%).

Rys.4. Płeć a końcowa ocena gimnazjalna z matematyki



Źródło: opracowanie własne

O podobieństwie rozkładów nie rozstrzygają podstawowe statystyki (tab.2) – wprawdzie mediany są równe, jednak średnie i odchylenia różnią się nieco. Wyniki dziewcząt charakteryzuje wyższa średnia (4,96) lecz jednocześnie także i większa zmienność: odchylenie standardowe (0,64) stanowi tam 12,89% średniej.

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

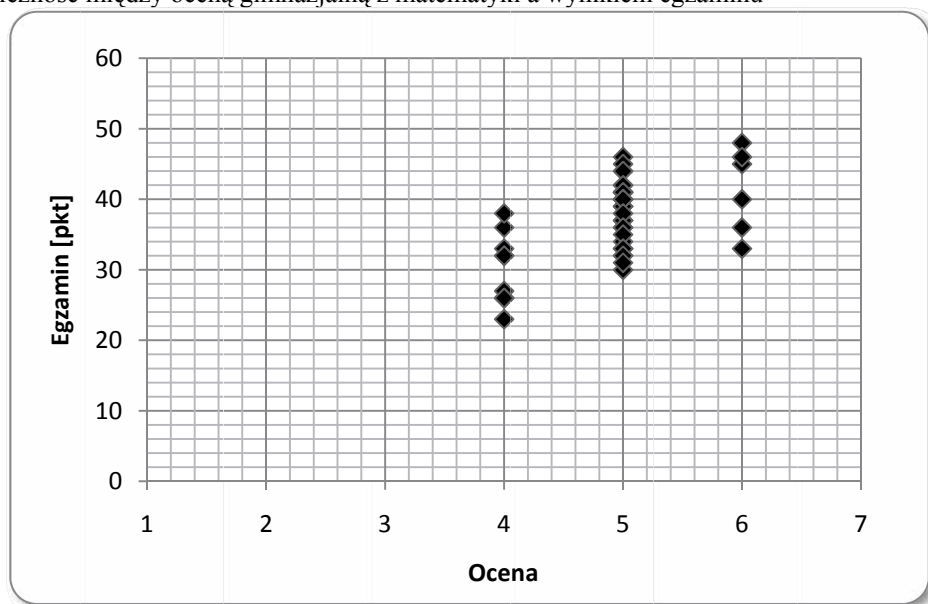
Płeć \ Ocena końcowa	średnia	mediana	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności
dziewczęta	4,96	5	0,64	12,84%
chłopcy	4,87	5	0,46	9,40%

Źródło: opracowanie własne

Podobieństwo rozkładów sprawdzono ostatecznie testem U Manna – Whitneya, z uwagi na skalę porządkową. Uzyskany wynik ($U = 298,50$; $p=0,59$, $p \geq \alpha$) 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 widoczną, umiarkowaną zależność dodatnią między oceną końcową z gimnazjum a wynikiem z egzaminu gimnazjalnego. Dodatni znak oznacza że „dobrzy” uczniowie, mający wyższe oceny końcowe z gimnazjum, z reguły uzyskiwali dobry wynik z egzaminu. Interpretację tą potwierdza współczynnik korelacji Spearmana (0,55).

2. Zasady realizacji zajęć

2.1. Cele realizacji zajęć

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

Cele szczegółowe:

- poszerzanie i uzupełnianie wiedzy matematycznej ucznia w jej nowoczesnym ujęciu poprzez odpowiednio dobraną problematykę, wykraczającą poza program nauczania jako podstawowy cel kształcenia uczniów uzdolnionych matematycznie
- rozwijanie uzdolnień matematycznych
- kształtowanie umiejętności logicznego myślenia, analizowania i wnioskowania
- uzyskanie umiejętności formułowania twierdzeń, ich logicznego przekształcania i dowodzenia
- doskonalenie umiejętności zastosowania wiedzy teoretycznej do rozwiązywania zadań i problemów matematycznych

2.2. Założenia programowe

2.2.1. Organizacja zajęć

Zajęcia w grupach 10 – 15 osobowych po 2 godziny tygodniowo - stały termin zajęć (2 godz. razem), dodatkowo konsultacje indywidualne (może być w grupach do 4 osób) – 1 godzina tygodniowo – stały termin oraz w razie potrzeb na wniosek uczniów dodatkowo jeszcze 1 godzina.

Większość zajęć odbywa się wg schematu:

- omówieniem zadania domowego
- część teoretyczna – przypomnienie teorii z lekcji szkolnych, lub omówienie nowego tematu (wykład, prezentacja slajdów, animacji) – każdy uczeń otrzymuje materiały z opracowanym nowym tematem, niektóre tematy mogą opracować uczniowie,
- rozwiązywanie zadań – część zadań rozwiązywana na tablicy, często praca w grupach oraz praca samodzielna zakończona omówieniem metod rozwiązywania poszczególnych zadań oraz przedstawieniem wyników
- zadanie pracy domowej

W trakcie konsultacji indywidualnych prowadzący pomaga uczniowi m.in. poprzez:

- sprawdzanie rozwiązań zadań ucznia
- udzielenie wskazówek do zadań, których uczeń nie potrafi rozwiązać
- wytłumaczenie treści których uczeń nie rozumie
- dobór dodatkowych zadań w celu lepszego opanowania materiału.

2.2.2. Omówienie niezbędnych pomocy naukowych

- Zbiory zadań przygotowujących do matury rozszerzonej z matematyki
- Zbiór zadań z analizy matematycznej
- Zestawy zadań sprawdzających opanowanie przez ucznia poszczególnych tematów (działów)
- Tablica interaktywna z projektorem i komputerem, ewentualnie komputer z odpowiednio dużym monitorem (i odpowiednim oprogramowaniem) w celu możliwości prezentowania treści matematycznych, animacji, przekształceń wykresów funkcji, przekształceń geometrycznych, własności figur, prezentowania ciekawostek matematycznych i filmów edukacyjnych z sieci
- Zestaw do budowania brył, przydatny w nauce stereometrii
- Matematyczne programy komputerowe do wykorzystania przez ucznia do pracy samodzielnej (teoria z przykładami zastosowań w zadaniach i w życiu codziennym lub innych dziedzinach wiedzy, testy, zadania otwarte, szkicowanie wykresów, wykonywanie konstrukcji geometrycznych)

2.2.3. Procedury osiągnięcia celów

- Rozwiązywanie zadań o różnorodnym stopniu trudności
- Rozwiązywanie zadań trudnych i nietypowych.
- Realizacja tematów wykraczających poza program obowiązkowy.
- Zapoznanie z różnego rodzaju ciekawostkami matematycznymi.
- Wykorzystywanie zintegrowanej wiedzy i stosowanie jej do rozwiązywania zadań z różnych dziedzin.
- Rozwijanie wyobraźni przestrzennej.
- Systematyczne sprawdzanie samodzielności uczniów w rozwiązywaniu zadań i problemów matematycznych

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.
- Rozwiązywanie równań w zbiorze liczb zespolonych – 2 godz.

3. Zalecane metody pracy:

- Gry dydaktyczne
- Metody aktywizujące
- Ćwiczenia przedmiotowe
- Metoda problemowa
- Nauczanie programowane
- Metody: dyskusji, hierarchizacji, twórczego rozwiązywania problemów

Gry dydaktyczne są pewną formą zabawy podlegającej dokładnie sprecyzowanym regułom. Wyróżniamy gry: symulacyjne, decyzyjne i psychologiczne. Gry symulacyjne polegają na odtwarzaniu bardziej złożonych sytuacji problemowych. Są to najczęściej różnego rodzaju gry strategiczne. Uczą, że podjęcie określonych działań wpływa na zmianę tej rzeczywistości. Gry decyzyjne służą wyrabianiu u uczniów umiejętności wszechstronnego analizowania problemów składających się na pewną określoną sytuację, podejmowania na tej podstawie odpowiednich decyzji oraz wskazywania przewidywanych następstw poczynań zgodnych z tymi decyzjami.

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.

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).

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 bezpośrednio 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.

Metoda dyskusji - uczy kulturalnej dyskusji, zajmowania stanowiska w związku z jakimś problemem, ale szanowania też zdania odmiennego.

Metoda hierarchizacji- uczy porządkowania wiadomości ze względu na ich ważność. Stosuje się tu takie metody jak: piramida priorytetów, promyczkowe uszeregowanie. Polega na układaniu w zależności od ważności danej kwestii.

Metoda twórczego rozwiązywania problemów - uczy podejścia do problemów w sposób twórczy, kreatywny, niekonwencjonalny, rozwija w uczniach umiejętność dyskusji.

4. Literatura:

Kołodziej, Szubarczyk „Matematyka (Nowa Era). Zbiór zadań”. Zakres podstawowy i rozszerzony.

Bednarek: "Zbiór zadań dla uczniów lubiących matematykę"

Dróbka, Szamański: "Zbiór zadań matematyki dla klasy I i II Liceum Ogólnokształcącego"

Internet: – <http://www.wsipnet.pl/kluby/mmm.html>

Czasopisma: „Matematyka”, „Matematyka w szkole”.