



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Zespół Szkół
im. Ks. Stanisława Staszica
w Tarnobrzegu

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:

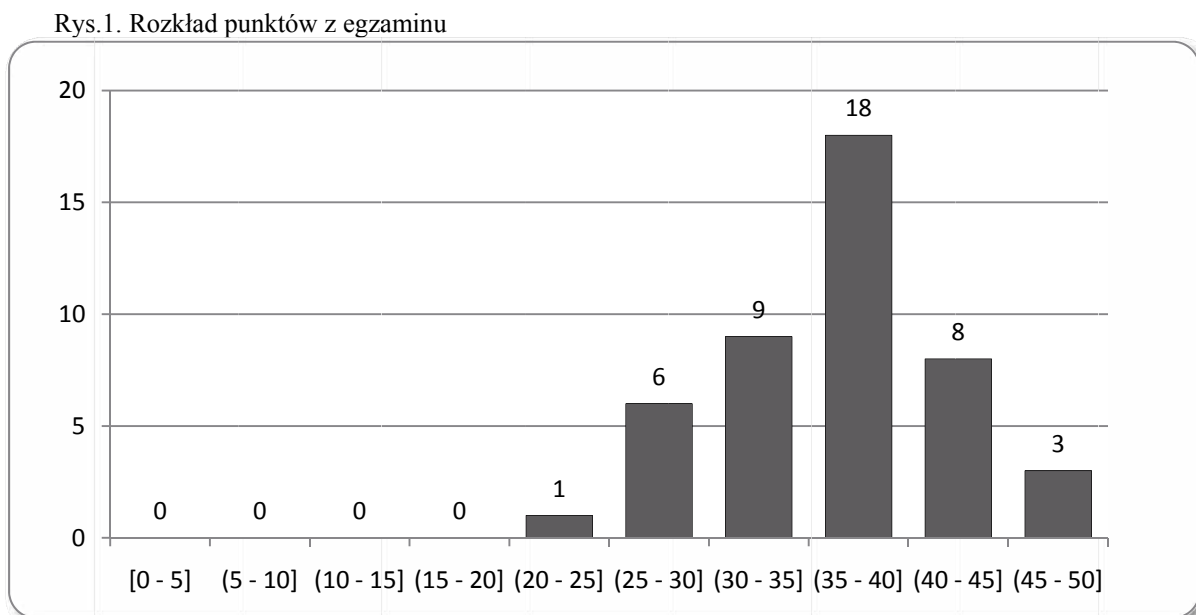
- a) **średnia arytmetyczna** – wskazuje średnią wartość,
- b) **odchylenie standardowe** – obrazuje przeciętną różnicę między obserwacjami a ich średnią,
- c) **współczynnik zmienności** – opisuje przeciętną procentową różnicę między obserwacjami a ich średnią, wyrażona względem tej średniej,
- d) **kwartył 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 45-ciu uczniów klas pierwszych Zespołu Szkół im. S. Staszica w Tarnobrzegu którzy złożyli aplikację do zajęć rozszerzających w projekcie „Młodzieżowe Uniwersytety Matematyczne”. Większość badanych (26 osób, 57,78%) 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.



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 (37,11 pkt) oraz mediana (37 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.

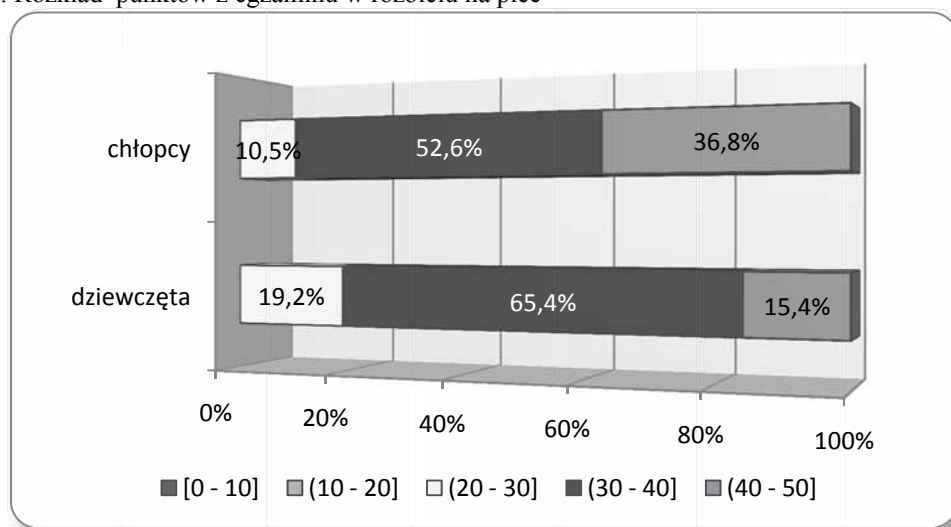
Czwarta część badanych uczniów miała wynik nie wyższy niż 34 (kwartył I), zaś 75% miała wynik nie wyższy niż 40 pkt (kwartył 3). Próbę charakteryzowała dość duża zmienność – przeciętne odchylenie od średniej, mierzone odchyleniem standardowym, wynosiło około 5,77 pkt., co stanowi 15,53% średniej. Dodatni wynik kurtozy (0,16) świadczy o tym, iż rozkład wyników jest bardziej 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

(mniej spłaszczony) niż rozkład normalny. Niewielka skośność dodatnia (0,05) świadczy o tym, że rozkład jest zbliżony do symetrycznego.

Rozkład wyników egzaminu jest nieco inny u dziewcząt niż u chłopców (rysunek 2). Wprawdzie w obu grupach dominują wyniki wyższe (30-40 pkt], jednak u dziewcząt ich udział jest większy. Z kolei chłopcy mają większy udział wyników najwyższych (4-50 pkt].

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



Źródło: opracowanie własne

Potwierdzają to również podstawowe statystyki (tab.1). Zarówno średnia, jak i mediana wyników były wyższe u chłopców, przy jednoczesnej mniejszej zmienności.

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

Płeć \ Wynik z egzaminu	średnia	mediana	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności
dziewczęta	35.81	35.5	6.01	16.79%
chłopcy	38.89	38	5.02	12.91%

Źródło: opracowanie własne

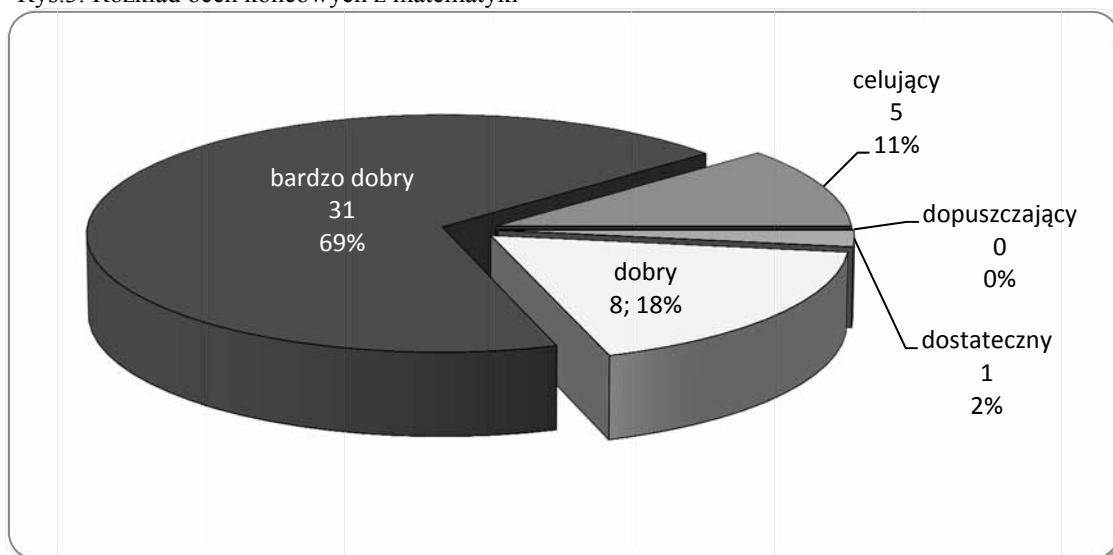
Aby sprawdzić podobieństwo rozkładów dla obu płci, zastosowano test t dla prób niezależnych. Można go było zastosować, gdyż rozkład był zgodny z rozkładem normalnym, co wykazano testem Kołmogorowa – Smirnowa ($Z = 0,56, p=0,92, p \geq \alpha$)². Wstępnie sprawdzono równość wariancji grupowych testem Levene'a, który dał wynik pozytywny ($F=0,68; p=0,41, p \geq \alpha$). Następnie

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

zastosowany test t dla prób niezależnych ($t = -1,82$, $p=0,08$, $p \geq \alpha$) 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 (31 osób, 68,89%), co widać na rysunku 3.

Rys.3. Rozkład ocen końcowych z matematyki

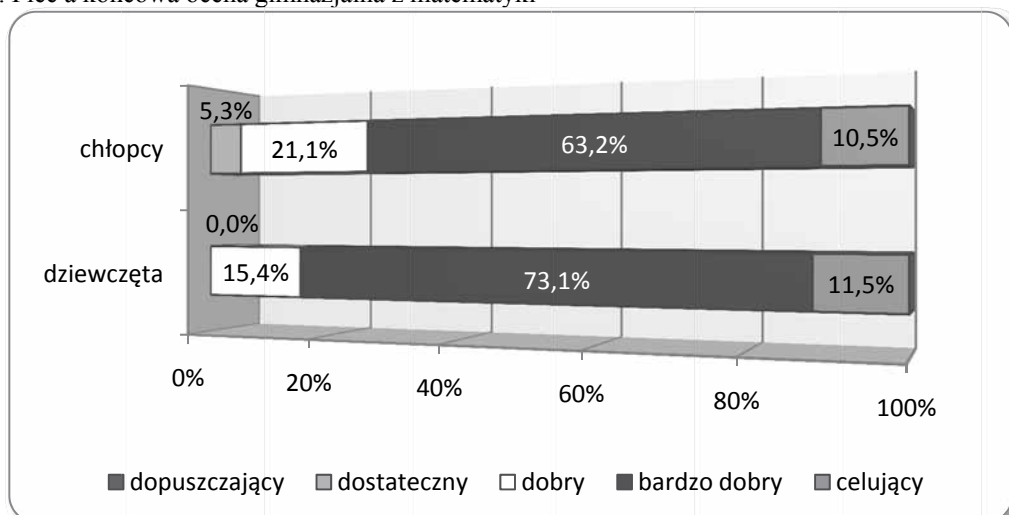


Źródło: opracowanie własne

W badanej grupie średnia ocen wyniosła 4,89, zaś wartość środkowa (mediana) 5. Z uwagi na małą liczbę wariantów cenniejszą informację niż kwartyle podaje nam średnia i odchylenie, które tu wyniosło ok. 0,61 stopnia. Oznacza to, że oceny końcowe uczniów różniły się od średniej 4,89 przeciętnie o 0,61 stopnia, co stanowi 12,50% średniej. Dodatni wynik kurtozy (1,51) świadczy o tym, iż rozkład wyników jest bardziej wysmukły (mniej spłaszczony) niż rozkład normalny. Skośność ujemna (-0,57) 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 grup dominowały „piątki”, jednak u dziewcząt udział tych ocen był większy. U chłopców natomiast wyższy był udział ocen niższych (dobry, dostateczny).

Rys.4. Płeć a końcowa ocena gimnazjalna z matematyki



Źródło: opracowanie własne

Nie potwierdzają tego podstawowe statystyki (tab.2) – wszystkie wartości są zbliżone (z nieco większą zmiennością u chłopców), co wskazywałoby na podobieństwo rozkładów.

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

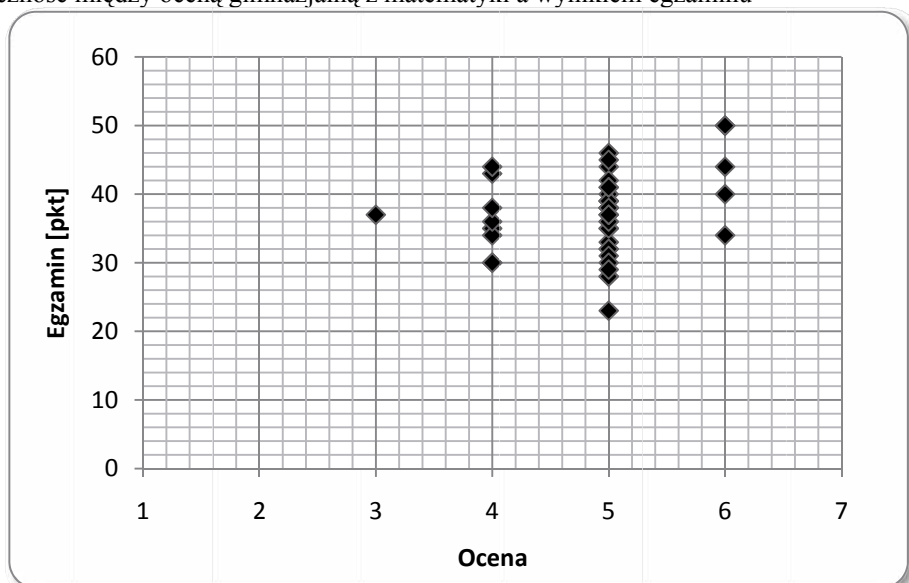
Płeć \ Ocena końcowa	średnia	mediana	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności
dziewczeta	4.96	5	0.53	10.64%
chłopcy	4.79	5	0.71	14.89%

Źródło: opracowanie własne

Podobieństwo rozkładów sprawdzono ostatecznie testem U Manna – Whitneya, z uwagi na skalę porządkową. Uzyskany wynik ($U = 219,00$; $p=0,43$, $p \geq \alpha$) 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, słabą 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 (0,25).

Zasady realizacji zajęć

2.1. Cele realizacji zajęć

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

Cele szczegółowe: Logika matematyczna

- Rachunek algebraiczny
- Funkcje
- Geometria płaska i geometria przestrzenna
- Rachunek prawdopodobieństwa.

2.2. Założenia programowe

2.2.1. Organizacja zajęć

Zajęcia powinny odbywać się co najmniej raz w tygodniu nauki oraz w czasie ferii. Optymalna ilość uczniów w grupie to 10-15 . Jeżeli jednak jest więcej osób chętnych na zajęcia i nie wpływa to na zmniejszenie efektywności może być 20osób. Każde spotkanie może być 1 lub 2 godzinne. Zajęcia na feriach mogą być dłuższe np. 3 godz.

2.2.2. Omówienie niezbędnych pomocy naukowych

W celu podniesienia efektywności pracy należy wykorzystywać różne pomoce dydaktyczne. Bardzo wskazane byłyby opracowane specjalnie dla tych zajęć zbiory zadań oraz zeszyty ćwiczeń. Cenne byłyby również wszelkiego rodzaju plansze oraz modele brył z zaznaczonymi przekrojami a także urządzenie do prezentacji brył obrotowych.

2.2.3. Procedury osiągnięcia celów

Aby przybliżyć uczniom wprowadzane pojęcia matematyczne zwracamy uwagę na ich powiązanie z życiem codziennym np. jak , znając procenty, ocenić różne systemy kredytowania. Bardzo cenne jest jeśli tematyka zadań ukazuje zastosowanie matematyki w różnych dziedzinach życia. Zachęcamy uczniów aby samodzielnie wyszukiwali informacje matematyczne w materiałach źródłowych np. świadomie korzystali z danych statystycznych.

Poza tradycyjnym prowadzeniem zajęć w formie wykładu czy dyskusji, warto wprowadzać metody aktywizujące uczniów np. praca w małych 3 – 4 osobowych grupach. Zadanie domowe powinno stanowić kontynuację zajęć w szkole. Zachęcamy uczniów do

wykonywania dobrych, przejrzystych notatek. Niezwykle ważne są zajęcia powtórzeniowe i utrwalające zdobyte wiadomości i umiejętności.

2.3. Szczegółowe treści kształcenia

A. Liczby i ich zbiory

- a) zbiór, suma, iloczyn i różnica zbiorów – *realizacja zajęć w klasie I,*
- b) podstawowe prawa rachunku zdań – *realizacja zajęć w klasie I,*
- c) zbiór liczb rzeczywistych i jego podzbiory, liczby naturalne – *realizacja zajęć w klasie I, II,*
- d) (liczby pierwsze), liczby całkowite, wymierne i niewymierne, rozwinięcie dziesiętne liczby rzeczywistej – *realizacja zajęć w klasie I,*
- e) prawa dotyczące działań arytmetycznych na liczbach rzeczywistych – *realizacja zajęć w klasie I, ,*
- f) definicja potęgi o wykładniku wymiernym oraz prawa działań na potęgach o wykładniku wymiernym – *realizacja zajęć w klasie I,*
- g) definicja przedziału liczbowego na osi oraz definicja sumy, iloczynu i różnicy przedziałów – *realizacja zajęć w klasie I,*
- h) definicja wartości bezwzględnej – *realizacja zajęć w klasie I,*
- i) zasada indukcji matematycznej – *realizacja zajęć w klasie II,*
- j) metody rozwiązywania i interpretację geometryczną równań i nierówności z wartością bezwzględną – *realizacja zajęć w klasie I,*
- k) prawa działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym – *realizacja zajęć w klasie I,*

B. Funkcje i ich własności

- a) definicja funkcji – *realizacja zajęć w klasie I,*
- b) przegląd wybranych własności funkcji – *realizacja zajęć w klasie I,*
- c) definicja i własności funkcji liniowej – *realizacja zajęć w klasie I,*
- d) definicja i własności funkcji kwadratowej, jej wykres i miejsca zerowe – *realizacja zajęć w klasie I, II*
- e) wzory Viéte’a – *realizacja zajęć w klasie II,*
- f) sposoby rozwiązywania równań i nierówności kwadratowych z parametrem – *realizacja zajęć w klasie, II,*

- g) definicja wielomianu i prawa dotyczące działań na wielomianach – *realizacja zajęć w klasie , II,*
- h) dodawanie, odejmowanie, mnożenie wielomianów – *realizacja zajęć w klasie , II,*
- i) dzielenie wielomianów – *realizacja zajęć w klasie II,*
- j) sposoby rozkładu wielomianu na czynniki – *realizacja zajęć w klasie II,*
- k) twierdzenie o reszcie i twierdzenie Bézouta – *realizacja zajęć w klasie II,*
- l) definicja funkcji homograficznej i jej własności – *realizacja zajęć w klasie, II,*
- m) zasady wykonywania działań na wyrażeniach wymiernych – *realizacja zajęć w klasie II, I*
- n) sposoby rozwiązywania równań wielomianowych oraz równań i nierówności z funkcją homograficzną – *realizacja zajęć w klasie II,*
- o) definicja funkcji wymiernej oraz metody rozwiązywania równań i nierówności wymiernych – *realizacja zajęć w klasie, II,*
- p) dwumian Newtona – *realizacja zajęć w klasie I,*
- q) definicje funkcji trygonometrycznych kąta ostrego w trójkącie prostokątnym – *realizacja zajęć w klasie I,*
- r) pojęcie miary łukowej kąta oraz definicje, własności i wykresy funkcji trygonometrycznych dowolnego kąta – *realizacja zajęć w klasie II,*
- s) tożsamości trygonometryczne – *realizacja zajęć w klasie I, II,*
- t) wzory redukcyjne – *realizacja zajęć w klasie I, II,*
- u) sposoby rozwiązywania równań i nierówności trygonometrycznych – *realizacja zajęć w klasie I, II, III,*
- v) funkcja wykładnicza – *realizacja zajęć w klasie III,*
- w) pojęcie logarytmu, działania na logarytmach – *realizacja zajęć w klasie I,*
- x) równania i nierówności wykładnicze – *realizacja zajęć w klasie, III,*
- y) równania i nierówności logarytmiczne – *realizacja zajęć w klasie III.*

C. Ciągi liczbowe

- a) definicja ciągu liczbowego – *realizacja zajęć w klasie II,*
- b) definicję ciągu arytmetycznego i geometrycznego, wzór na n -ty wyraz, wzór na sumę n początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego i geometrycznego – *realizacja zajęć w klasie, II,*
- c) procent prosty i procent składany – *realizacja zajęć w klasie I, II,*
- d) oprocentowanie lokat i kredytów – *realizacja zajęć w klasie I,*

- e) przykłady ciągów zdefiniowanych rekurencyjnie – *realizacja zajęć w klasie II*,
- f) definicja granicy ciągu liczbowego oraz sposoby obliczania granic ciągów – *realizacja zajęć w klasie III*,
- g) pojęcie sumy szeregu geometrycznego – *realizacja zajęć w klasie II*

D. Planimetria

- a) własności czworokątów wypukłych – *realizacja zajęć w klasie I*,
- b) twierdzenie o okręgu wpisanym w czworokąt i okręgu opisanym na czworokącie – *realizacja zajęć w klasie I*,
- c) związki miarowe w figurach płaskich z zastosowaniem trygonometrii – *realizacja zajęć w klasie I*,
- d) pojęcie osi symetrii i środka symetrii figury – *realizacja zajęć w klasie I*
- e) twierdzenie Talesa i jego związek z podobieństwem – *realizacja zajęć w klasie I*,
- f) cechy podobieństwa trójkątów – *realizacja zajęć w klasie I*,
- g) twierdzenie sinusów i cosinusów – *realizacja zajęć w klasie II*,
- h) pojęcia: symetria osiowa, przesunięcie, obrót, symetria środkowa oraz własności tych przekształceń – *realizacja zajęć w klasie I, II*,
- i) definicja wektora, sumy wektorów i iloczynu wektora przez liczbę – *realizacja zajęć w klasie I*,
- j) działania na wektorach – *realizacja zajęć w klasie I*,
- k) definicja i własności jednokładności – *realizacja zajęć w klasie II*,

E. Stereometria

- a) graniastosłupy, ostrosłupy, walce, stożki i kule – *realizacja zajęć w klasie , III*,
- b) pojęcie kąta nachylenia prostej do płaszczyzny i kąta dwuściennego – *realizacja zajęć w klasie, III*,
- c) związki miarowe w bryłach z zastosowaniem trygonometrii – *realizacja zajęć w klasie, III*,
- d) przekroje płaskie graniastosłupów i ostrosłupów – *realizacja zajęć w klasie III*,
- e) pola i objętości brył – *realizacja zajęć w klasie III*,
- f) pojęcie wielościanu foremego – *realizacja zajęć w klasie III*.

F. Rachunek prawdopodobieństwa

- a) doświadczenie losowe, zdarzenie elementarne, zbiór zdarzeń elementarnych, zdarzenie – realizacja zajęć w klasie III.
- b) prawdopodobieństwo klasyczne – realizacja zajęć w klasie , III.
- c) elementy kombinatoryki (permutacje, wariacje z powtórzeniami i bez powtórzeń, kombinacje) – realizacja zajęć w klasie III.
- d) aksjomatyczna definicja prawdopodobieństwa, własności prawdopodobieństwa – realizacja zajęć w klasie , III.
- e) niezależność zdarzeń – realizacja zajęć w klasie III.
- f) schemat Bernoulliego – realizacja zajęć w klasie , III.
- g) prawdopodobieństwo warunkowe i całkowite – realizacja zajęć w klasie III.

G. Elementy statystyki opisowej

- a) metody prezentacji danych statystycznych – realizacja zajęć w klasie III,
- b) analiza struktury – realizacja zajęć w klasie III,
- c) klasyczne i pozycyjne miary położenia – realizacja zajęć w klasie III,
- d) klasyczne miary rozproszenia – realizacja zajęć w klasie III

H. Elementy analizy matematycznej

- a) granica funkcji i jej obliczanie (granica funkcji w punkcie (definicja Heinego i Cauchy'ego, granice jednostronne, granica niewłaściwa funkcji) – realizacja zajęć w klasie , III,
- b) ciągłość funkcji, własności funkcji ciągłych i rodzaje nieciągłości funkcji – realizacja zajęć w klasie , III,
- c) Definicja pochodnej funkcji w punkcie i w zbiorze – realizacja zajęć w klasie III,
- d) Interpretacja geometryczna i fizyczna pochodnej – realizacja zajęć w klasie, III,
- e) Obliczanie pochodnych funkcji – realizacja zajęć w klasie III,
- f) Monotoniczność funkcji a znak pochodnej – realizacja zajęć w klasie , III,
- g) Ekstrema funkcji – realizacja zajęć w klasie III,
- h) Wypukłość funkcji i jej punkty przegięcia — realizacja zajęć w klasie III,
- i) Badanie przebiegu zmienności funkcji – realizacja zajęć w klasie III,
- j) Zadania optymalizacyjne – realizacja zajęć w klasie , III.

I. Elementy algebry wyższej

- a) działania wewnętrzne i zewnętrzne – realizacja zajęć w klasie I,
- b) grupy, przykłady grup, grupy abelowe – realizacja zajęć w klasie I,

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 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.

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”.