



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## **Młodziwcy Uniwersytety Matematyczne**

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

---

**Program zajęć rozszerzających z matematyki  
ramach projektu „Młodziwcy Uniwersytety Matematyczne”  
na okres od 01.12.2010r. do 30.06.2013r  
w III Liceum Ogólnokształcącym im. C. K. Norwida  
w Zamościu**



## I. WSTĘP

Program zajęć rozszerzających z matematyki realizowany w ramach projektu „Młodzieżowe Uniwersytety Matematyczne” adresowany jest do uczniów zainteresowanych matematyką i uzdolnionych matematycznie. Realizacja tego programu zaplanowana jest na trzy lata od roku szkolnego 2010/2011 do 2012/2013 w wymiarze 48 godzin lekcyjnych w każdym roku szkolnym. Rekrutacja młodzieży do projektu odbyła się w oparciu o analizę wyników egzaminu gimnazjalnego i deklaracje uczniów o chęci uczestnictwa w zajęciach rozszerzających wiedzę z matematyki.

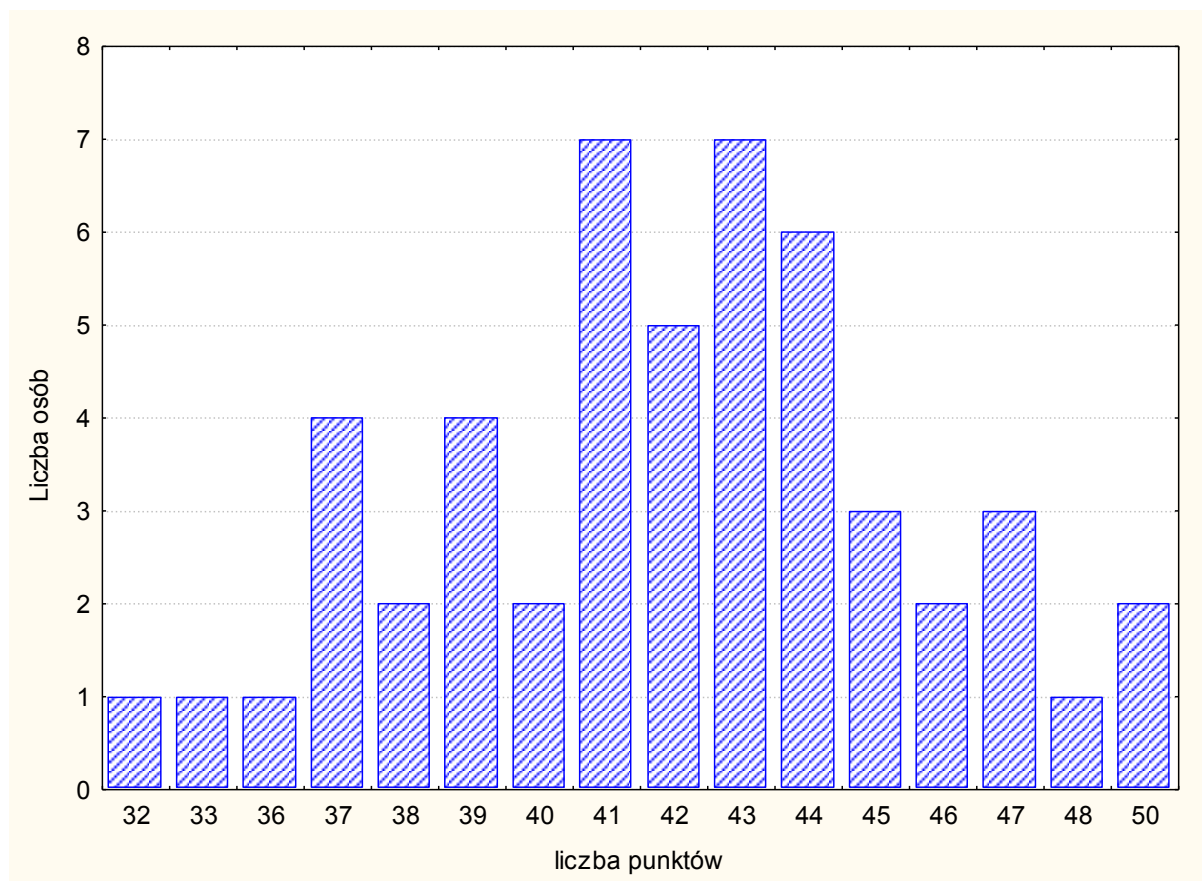
Statystyczny uczeń klasy trzeciej gimnazjum z województwa lubelskiego rozwiązujący arkusz standardowy uzyskał na egzaminie gimnazjalnym w części matematyczno-przyrodniczej 23,85 punktu, co stanowi 47,70% punktów możliwych do uzyskania. Środkowy uczeń rozkładu uporządkowanego rosnąco uzyskał 23 punkty (mediana). Najczęstszy wynik (modalna) to 19 punktów. Najniższy wynik na egzaminie to 1 punkt, a najwyższy to 50 punktów.

W rekrutacji do zajęć rozszerzających w ramach projektu „Młodzieżowe Uniwersytety Matematyczne” w III Liceum Ogólnokształcącym im. C. K. Norwida w Zamościu wzięło udział 51 osób. Uczniowie ci uzyskali na egzaminie gimnazjalnym w części matematyczno-przyrodniczej średnio 41,94 punktu, co stanowi 83,88% punktów możliwych do uzyskania. Jest to wynik znacznie wyższy od wyniku województwa lubelskiego. Środkowy uczeń rozkładu uporządkowanego rosnąco uzyskał 42 punkty (mediana). Najniższy wynik na egzaminie to 32 punktów, a najwyższy to 50 punktów.

Tabela 1. Podstawowe miary statystyczne dotyczące części matematyczno-przyrodniczej egzaminu gimnazjalnego.

Podstawowe miary statystyczne	Województwo lubelskie		III Liceum Ogólnokształcące w Zamościu	
	punkty	procent	punkty	procent
<b>Średni wynik</b>	<b>23,85</b>	<b>47,70</b>	<b>41,94</b>	<b>83,88</b>
Mediana	23	46	42	84
Wynik najniższy	1	2	32	64
Wynik najwyższy	50	100	50	100
Odchylenie standardowe	9,59	19,19	3,82	7,64

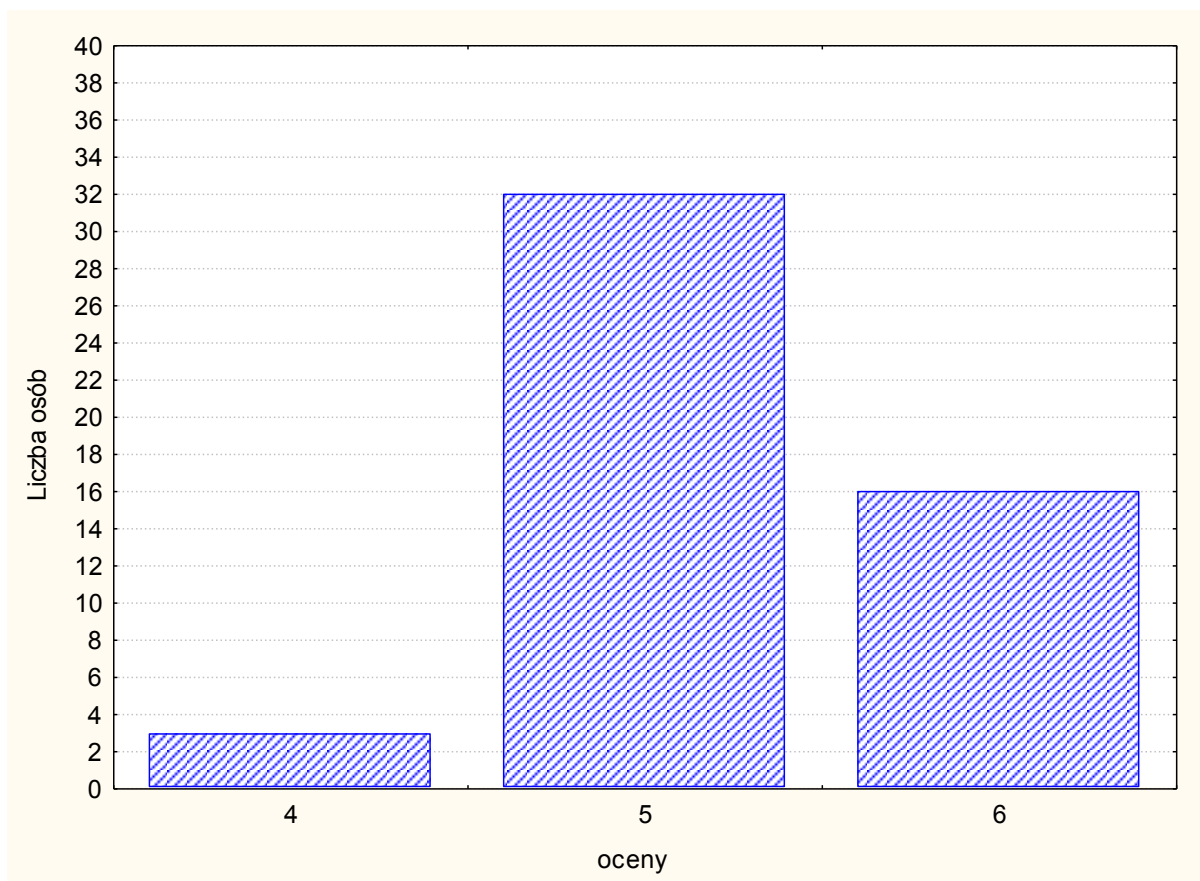
Rysunek 1 przedstawia liczbę uczniów III Liceum Ogólnokształcącego im. C. K. Norwida w Zamościu, którzy uzyskali na egzaminie gimnazjalnym w części matematyczno-przyrodniczej określoną liczbę punktów, od 32 do 50.



**Rysunek 1. Rozkład wyników gimnazjalistów III Liceum Ogólnokształcącego im. C. K. Norwida w Zamościu rozwiązujących arkusz GM-1-102.**

Rozkład wyników uczniów z III Liceum Ogólnokształcącego im. C. K. Norwida w Zamościu jest dwumodalny, lewo skośny z modalną wynoszącą 41 i 43 punktów.

Uczniowie biorący udział w rekrutacji do zajęć rozszerzających w ramach projektu „Młodzieżowe Uniwersytety Matematyczne” w III Liceum Ogólnokształcącym im. C. K. Norwida w Zamościu nie byli oceniani także pod względem ocen końcowych z matematyki w gimnazjum. Średnia ocena dla tych uczniów to 5,25. Nie było uczniów z oceną dopuszczającą oraz dostateczną. 3 uczniów uzyskało ocenę dobrą, 32 uczniów uzyskało ocenę bardzo dobrą i 16 uczniów uzyskało ocenę celującą.



**Rysunek 2. Rozkład ocen końcowych z gimnazjum uczniów III Liceum Ogólnokształcącego im. C. K. Norwida w Zamościu.**

Rozkład końcowych ocen gimnazjalnych uczniów z III Liceum Ogólnokształcącego w im. C. K. Norwida w Zamościu jest jednomodalny, przesunięty w stronę wyższych ocen, z modalną wynoszącą 5 (Rysunek 2).

Niniejszy program zajęć rozszerzających zakłada pogłębienie treści zawartych w podstawie programowej z matematyki i ma na celu rozbudzanie zainteresowań uczniów matematyką i jej zastosowaniami oraz ukształtowanie umiejętności krytycznego i twórczego myślenia oraz rozwiązywania problemów.

## **II. CELE EDUKACYJNE**

### **1. Cele ogólne:**

- podniesienie kompetencji matematycznych uczniów rozpoczynających naukę w klasie I w roku szkolnym 2010/2011,

### **2. Cele szczegółowe:**

Zajęcia rozszerzające z matematyki mają na celu:

- rozwijanie zainteresowań i zdolności matematycznych,
- przygotowanie do udziału w konkursach,
- kształcenie i rozwijanie umiejętności logicznego myślenia,
- wykształcenie umiejętności operowania obiektami abstrakcyjnymi,
- zapoznanie z ważnymi i ciekawymi pojęciami, twierdzeniami matematycznymi z poziomu rozszerzonego spoza programu szkoły ponadgimnazjalnej,
- rozwijanie umiejętności poszukiwania różnych, nietypowych rozwiązań,
- wykształcenie logicznego argumentowania i matematyzowania rzeczywistości z użyciem pojęć i języka matematyki,
- aktywizowanie ucznia, zachęcanie do przejawiania inicjatywy i realizowania własnych pomysłów,
- uczenie wytrwałości w wysiłku umysłowym, dociekliwości w stawianiu pytań i szukaniu odpowiedzi,
- wykształcenie umiejętności właściwego planowania, organizacji i samodzielności pracy oraz odpowiedzialności za jej wyniki,
- rozwijanie zdolności poznawczych i kształcących,
- kształtowanie postaw społecznych tj. współpraca w zespole i organizacja pracy tego zespołu, prowadzenie dyskusji, prezentowanie wyników własnej pracy, negocjowanie.

### **III. ZAŁOŻENIA PROGRAMU**

1. W zajęciach uczestniczą uczniowie wykazujący zainteresowanie pogłębianiem wiedzy w zakresie matematyki.
2. Program przygotowuję ucznia do :
  - logicznego myślenia i poprawnego wnioskowania;
  - zdobywania umiejętności i wiadomości wykraczających poza podstawy programowe;
  - samodzielnego podejmowania decyzji i uzasadniania swojego stanowiska przy wyborze metody rozwiązania zadania.
3. Uczestnicy zajęć wyrabiają w sobie nawyki samokształcenia i samokontroli.

### **IV. REALIZACJA ZAŁOŻEŃ PROGRAMOWYCH**

#### **1. Organizacja zajęć**

Zajęcia będą trwały przez okres 3 lat szkolnych (2 godziny przez 24 tygodnie w każdym roku szkolnym). Zajęcia będą realizowane w 3 grupach liczących średnio po 15 uczniów.

#### **2. Procedury osiągania celów**

W celu stworzenia sprzyjających warunków do realizacji założonych celów, rozwinięcia sztuki logicznego myślenia należy zastosować zróżnicowane metody aktywizujące, między innymi:

- metodę problemową;
- metodę dedukcji matematycznej;
- burzę mózgów;
- rozmowę kierowaną;

- pogadankę
- prezentację multimedialną;
- pracę indywidualną, zbiorową i grupową.

Do zrealizowania postawionych celów niezbędne są różnorodne pomoce dydaktyczne, a w szczególności:

- podręczniki licealne i akademickie, tablice matematyczne, zbiory zadań, karty wzorów;
- karty pracy (opracowane przez nauczyciela do każdego działu);
- filmy edukacyjne, komputery.

Realizacja założonych celów jest możliwa poprzez:

- dużą liczbę ćwiczeń sprawdzających rozumienie wprowadzanych treści,
- dobieranie przykładów, zadań i problemów o podwyższonym stopniu trudności,
- indywidualny kontakt ucznia z nauczycielem między innymi udział ucznia w konsultacjach bądź kontakt z wykorzystaniem Internetu,
- dbanie o odpowiednią atmosferę na zajęciach,
- wzmocnianie poczucia satysfakcji i własnej wartości uczniów,
- motywowanie uczniów do dalszej pracy i systematycznego udziału w zajęciach.

## V. TREŚCI NAUCZANIA

### Klasa I

DZIAŁ NAUCZANIA	Treści uszczegółowione.
ELEMENTY LOGIKI I NAUKI O ZBIORACH, RELACJE.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Zdanie logiczne proste i złożone.</li><li>2. Podstawowe prawa rachunku zdań i dowody wybranych praw. Kwadrat logiczny twierdzeń.</li><li>3. Forma zdaniowa – pojęcie, wyznaczanie dziedziny i zbioru elementów spełniających formę zdaniową.</li><li>4. Pojęcie zbioru, podzbioru. Ilość podzbiorów zbioru skończonego.</li><li>5. Działania na zbiorach.</li><li>6. Prawa rachunku zbiorów. Dowody praw rachunku zbiorów, oparte na prawach rachunku zdań i definicji działań.</li><li>7. Zbiór ograniczony. Kres górny i dolny zbioru.</li><li>8. Iloczyn kartezjański zbiorów i jego własności.</li><li>9. Szkicowanie zbiorów w układzie współrzędnych o zadanych własnościach.</li><li>10. Przykłady ciekawych zbiorów: zbiór Cantora, krzywa Kocha, dywan Sierpińskiego.</li><li>11. Pojęcie relacji dwuargumentowej.</li><li>12. Relacje równoważności.</li><li>13. Badanie czy podana relacja jest relacją równoważności.</li></ol>



## LICZBY RZECZYWISTE

1. Podzbiory zbioru liczb rzeczywistych i ich własności.
2. Działanie dwuargumentowe. Własności działań: przemienność, łączność, rozdzielność; element neutralny i odwrotny działania.
3. Badanie własności działań różnie zdefiniowanych w podzbiorach liczb rzeczywistych.
4. Liczby pierwsze i złożone – własności i zadania na ich wykorzystanie.
5. Zadania na dowodzenie dotyczące podzielności liczb naturalnych i całkowitych. Dzielenie z resztą.
6. Ciekawe liczby naturalne: - liczby doskonałe, liczby Fermata, liczby pitagorejskie, liczby zaprzyjaźnione.
7. Ciekawe własności ( nierówności, równości) liczb rzeczywistych.
8. Dowodzenie pewnych nierówności w zbiorze liczb rzeczywistych.
9. Zależności między średnimi: arytmetyczną, geometryczną, harmoniczną i kwadratową dla liczb dodatnich i ich wykorzystanie m.in. do dowodzenia nierówności.
10. Równania diofantyczne.

<p>FUNKCJE. ELEMENTY RÓWNAŃ FUNKCYJNYCH.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Różne sposoby określania funkcji. Dziedzina, przeciwdziedzina i zbiór wartości funkcji. Miejsce zerowe funkcji.</li> <li>2. Monotoniczność funkcji – badanie z definicji monotoniczności funkcji oraz odczytywanie z wykresu.</li> <li>3. Funkcje parzyste, nieparzyste i okresowe - badanie z definicji monotoniczności funkcji oraz odczytywanie z wykresu.</li> <li>4. Surjekcja, iniekcja i bijekcja.</li> <li>5. Funkcja odwrotna do danej.</li> <li>6. Wykresy wybranych funkcji ( np. <math>f(x) = [x]</math> , <math>f(x) = x - [x]</math>, <math>f(x) = \max(h(x), g(x))</math> itp.)</li> <li>7. Wykresy funkcji z wartością bezwzględną.</li> <li>8. Składanie funkcji.</li> <li>9. Przekształcenie geometryczne jako funkcja.</li> <li>10. Funkcja liniowa w zadaniach problemowych.</li> <li>11. Proste zadania dotyczące równań funkcyjnych.</li> </ol>
<p>FUNKCJE TRYGONOMETRYCZNE</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wzory redukcyjne.</li> <li>2. Tożsamości trygonometryczne.</li> <li>3. Szkicowanie wykresów funkcji trygonometrycznych typu <math>f(x) = k \sin(ax + b)</math>, <math> f(x) </math>, <math>f( x )</math>.</li> <li>4. Równania i nierówności trygonometryczne.</li> </ol>
<p>GEOMETRIA PŁASZCZYZNY</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przekształcenia geometryczne w ujęciu syntetycznym i analitycznym.</li> <li>2. Izometrie i ich własności.</li> <li>3. Pojęcie odległości. Przykłady różnych metryk. Metryka Euklidesowa.</li> <li>4. Nierówność trójkąta i jej zastosowanie w zdaniach.</li> </ol>

WEKTORY	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Działania na wektorach i ich zastosowanie w zadaniach z geometrii analitycznej.</li> <li>2. Wyznacznik pary wektorów i jego zastosowanie do obliczania pól trójkątów</li> <li>3. Iloczyn skalarny wektorów i jego zastosowanie.</li> <li>4. Wektor kierunkowy i normalny prostej.</li> <li>5. Różne postacie równania prostych: kierunkowa, ogólna, odcinkowa i parametryczna.</li> </ol>
---------	---

**Ogółem 48 godzin.**

## **Klasa II**

DZIAŁ NAUCZANIA	Treści uszczegółowione.
WIELOMIANY I FUNKCJA WYMIERNA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Funkcja kwadratowa w zadaniach problemowych.</li> <li>2. Różne sposoby rozwiązywania równań kwadratowych z parametrem.</li> <li>3. Rozwiązywanie nierówności kwadratowych z parametrem.</li> <li>4. Dzielenie wielomianów. Twierdzenie Bezoute'a.</li> <li>5. Wymierne pierwiastki wielomianu o współczynnikach całkowitych.</li> <li>6. Wielokrotny pierwiastek wielomianu.</li> <li>7. Wzory Viete'a dla wielomianów.</li> <li>8. Zadania prowadzące do wielomianu stopnia drugiego i trzeciego.</li> <li>9. Wielomiany co najmniej trzeciego stopnia.</li> <li>10. Równania wielomianowe z parametrem.</li> <li>11. Własności funkcji homograficznej</li> </ol>

	<p>w zadaniach.</p> <p>12. Funkcjach wymierna w zadaniach.</p> <p>13. Równania i nierówności wymierne z wartością bezwzględną.</p> <p>14. Równania wymierne z parametrem.</p>
RÓWNANIA , NIERÓWNOSCI I UKŁADY RÓWNAŃ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Równania i nierówności z jedną lub wieloma niewiadomymi.</li> <li>2. Rozwiązanie układów równań liniowych metodą wyznacznikową.</li> <li>3. Równania i układy równań wielomianowych dowolnego stopnia.</li> <li>4. Nietypowe układy równań i nierówności.</li> </ol>
CIĄGI LICZBOWE. GRANICA CIĄGU	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciągi zdefiniowane rekurencyjnie.</li> <li>2. Granica ciągu liczbowego.</li> <li>3. Badanie zbieżności ciągu z definicji.</li> <li>4. Własności ciągów zbieżnych.</li> <li>5. Liczba e.</li> <li>6. Wyznaczanie granic ciągów.</li> <li>7. Ciągi rozbieżne do <math>+\infty</math> albo do <math>-\infty</math>.</li> <li>8. Ciekawe zadania dotyczące ciągu arytmetycznego i geometrycznego.</li> <li>9. Szereg geometryczny zbieżny i jego suma.</li> <li>10. Równania i nierówności związane z szeregiem geometrycznym zbieżnym.</li> <li>11. Zastosowanie własności szeregu geometrycznego zbieżnego w zadaniach tekstowych.</li> </ol>

<p>FUNKCJA WYKŁADNICZA I LOGARYTMICZNA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Równania i nierówności wykładnicze.</li> <li>2. Równania wykładnicze z parametrem.</li> <li>3. Równania logarytmiczne.</li> <li>4. Nierówności logarytmiczne.</li> </ol>
<p>INDUKCJA MATEMATYCZNA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zasada indukcji zupełnej.</li> <li>2. Dowody indukcyjne dla tożsamości.</li> <li>3. Dowody indukcyjne twierdzeń o podzielności liczb.</li> <li>4. Dowody indukcyjne dla nierówności.</li> <li>5. Dowodzenie nierówności metodą indukcji matematycznej.</li> <li>6. Dwumian Newtona. Trójkąt Pascala.</li> <li>7. Zastosowania wzoru dwumianowego Newtona.</li> </ol>
<p>GEOMETRIA ANALITYCZNA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zastosowanie metod geometrii analitycznej w dowodzeniu pewnych twierdzeń.</li> <li>2. Zadania z geometrii analitycznej o podwyższonym stopniu trudności.</li> <li>3. Krzywe stożkowe ( okrąg, hiperbola, parabola, elipsa)</li> <li>4. Zbiory punktów o danej własności.</li> </ol>
<p>GEOMETRIA PŁASZCZYZNY</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zagadnienia z geometrii płaskiej.</li> <li>2. Obliczanie wielkości geometrycznych figur płaskich.</li> <li>3. Zastosowanie podstawowych twierdzeń geometrycznych.</li> <li>4. Zastosowanie trygonometrii do zagadnień geometrycznych na płaszczyźnie.</li> </ol>

**Ogółem 48 godzin**

### Klasa III

DZIAŁ NAUCZANIA	Treści uszczegółowione.
FUNKCJE TRYGONOMETRYCZNE	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wyprowadzenie wzorów na funkcje trygonometryczne sumy i różnicy argumentów i ich zastosowanie w zadaniach.</li><li>2. Wyprowadzenie wzorów na sumy i różnice funkcji trygonometrycznych i ich zastosowanie w zadaniach.</li><li>3. Ciekawe tożsamości trygonometryczne.</li><li>4. Zadania na dowodzenie związków funkcyjnych zawierających funkcje trygonometryczne.</li><li>5. Zadania różnego typu z trygonometrii.</li><li>6. Zastosowanie trygonometrii do zadań z geometrii.</li></ol>
GRANICA FUNKCJI. CIĄGŁOŚĆ FUNKCJI.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Granica funkcji w punkcie.</li><li>2. Granica niewłaściwa funkcji w punkcie.</li><li>3. Granica funkcji w nieskończoności.</li><li>4. Granice jednostronne funkcji w punkcie.</li><li>5. Obliczanie granic funkcji.</li><li>6. Asymptoty wykresu funkcji.</li><li>7. Ciągłość funkcji w punkcie i zbiorze.</li><li>8. Badanie ciągłości funkcji.</li></ol>

<p>POCHODNA FUNKCJI</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pochodna funkcji w punkcie i zbiorze.</li> <li>2. Badanie różniczkowalności funkcji w punkcie na podstawie definicji.</li> <li>3. Związek między ciągłością a różniczkowalnością funkcji.</li> <li>4. Podstawowe wzory na funkcje pochodne.</li> <li>5. Pochodna funkcji złożonej.</li> <li>6. Wyznaczanie pochodnych różnych funkcji.</li> <li>7. Styczna do wykresu funkcji.</li> <li>8. Pochodna funkcji a monotoniczność.</li> <li>9. Ekstrema lokalne i globalne funkcji.</li> <li>10. Druga pochodna funkcji.</li> <li>11. Zadania optymalizacyjne z różnych działów matematyki.</li> <li>12. Reguła de L'Hospitala.</li> <li>13. Zastosowanie reguły de L'Hospitala.</li> <li>14. Badanie przebiegu zmienności funkcji wielomianowych i wymiernych oraz szkicowanie wykresów.</li> <li>15. Badanie przebiegu zmienności funkcji wykładniczych.</li> <li>16. Badanie przebiegu zmienności funkcji logarytmicznych.</li> </ol>
<p>CAŁKI</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Całka nieoznaczona – podstawowe wzory.</li> <li>2. Całkowanie przez podstawienie.</li> <li>3. Całkowanie przez części.</li> <li>4. Całka oznaczona.</li> <li>5. Zastosowanie całek oznaczonych do obliczania pól figur ograniczonych krzywymi.</li> </ol>

<p><b>FIGURY GEOMETRYCZNE W PRZESTRZENI.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące: graniastosłupów, ostrosłupów, brył obrotowych i ich przekrojów.</li> <li>2. Bryły wpisane w bryły.</li> <li>3. Graniastosłupy i ostrosłupy wpisane w bryły obrotowe.</li> <li>4. Wielościany opisane na bryłach obrotowych.</li> <li>5. Wielościany foremne.</li> <li>6. Różne zadania o podwyższonym stopniu trudności ze stereometrii.</li> </ol>
<p><b>ZADANIA RÓŻNE</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zadania o podwyższonym stopniu trudności z arkuszy maturalnych.</li> <li>2. Zadania z konkursów matematycznych.</li> <li>3. Zadania o podwyższonym stopniu trudności z różnych działów matematyki.</li> <li>4. Zadania z konkursu „Kangur”.</li> <li>5. Zadaniowy „galimatias”.</li> <li>6. Zadania z konkursu „ O Diamentowy Indeks AGH”</li> </ol>

**Ogółem 48 godzin.**

## **VI. PRZEWIDYWANE EFEKTY.**

Praca z uczniami zdolnymi przyczyni się do rozwoju ich zdolności i zainteresowań, rozwinię ich umiejętność samokształcenia, pobudzi do samodzielnego działania i własnej inwencji twórczej. Skutkiem pracy będzie popularyzacja matematyki.

W podręcznikach, encyklopediach czy zbiorach zadań uczniowie nauczą się szukać potrzebnych informacji z różnych dziedzin nauki. Będą przygotowani do radzenia sobie z trudnościami, z jakimi mogą się spotkać podczas konkursów, egzaminów i w życiu codziennym. Nauczyciel będzie pełnił rolę inspirującą i motywującą do pracy. Umożliwi to uczniom różnorodne spojrzenie na problem, wyrażanie własnych sądów, pomysłów i sposobów rozwiązywania zadań złożonych.



## **VII. SPOSOBY OCENIANIA UCZESTNIKÓW**

Uczniowie w ramach Internetowej Ekstraklasy Matematycznej 3 razy w roku szkolnym będą rozwiązywać testy sprawdzające. Wyniki testów będą stanowić kryterium rekrutacji do konkursów matematycznych np. „Zostań Euklidesem”. Postępy czynione przez uczniów w czasie zajęć nie podlegają ocenie szkolnej. Należy jednak śledzić je systematycznie. Jednym z możliwych sposobów sprawdzania wiedzy i umiejętności jest organizowanie wśród uczestników zajęć mini-konkursów. Mogą mieć one różne formy, np. testu rozwiązywanego przez wszystkich w określonym czasie. Innym miernikiem wiedzy i umiejętności uczniów będą wyniki osiągnięte przez nich w różnego rodzaju konkursach wykraczających poza ramy zajęć.

## **VIII. EWALUACJA PROGRAMU**

Realizacja programu powinna być systematycznie monitorowana pod względem jej efektywności i przydatności w zakresie wiedzy i umiejętności uczniów, stopnia realizacji założonych celów, doboru środków dydaktycznych, metod oraz form nauczania. Pozwoli to weryfikować i modyfikować założenia programu, udoskonalać procedury osiągnięcia celów i wzbogacać treści.

Ewaluacja zostanie dokonana w oparciu o przeprowadzoną ankietę, której adresatami będą uczniowie. Ankieta dotyczy stopnia skuteczności realizowanych celów, przydatności zastosowanych środków dydaktycznych, spełnienia oczekiwań uczniów.



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## **Młdzieżowe Uniwersytety Matematyczne**

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

---

### **Tezy do programu przedstawili:**

Maria Hałasa

Małgorzata Kasjaniuk

Agnieszka Zielińska

### **Korekta i opracowanie:**

mgr Elżbieta Miterka

### **Analiza statystyczna wyników egzaminu gimnazjalnego oraz ocen końcowych z matematyki:**

mgr Agnieszka Szumera

### **Nadzór merytoryczny i zatwierdzenie:**

prof. dr hab. Zdzisław Rychlik

