



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Zintegrowany program nauczania matematyki, fizyki oraz informatyki - nowe wyzwanie w edukacji

# program pilotażu



## Spis treści

I.	Wstęp	3
II.	Cele edukacyjne i wychowawcze	5
III.	Cele kształcenia – wymagania ogólne	6
IV.	Ramowy rozkład materiału	7
V.	Treści kształcenia: Matematyka	8
VI.	Treści kształcenia: Fizyka	11
VII.	Treści kształcenia: Informatyka	14
VIII.	Treści kształcenia: Konsultacje	15
 <b>Dodatek: Materiały metodyczne</b>		
IX.	Ćwiczenia umysłowe	16
X.	Łamigłówki	17
XI.	Analiza niepewności pomiarowych	19
XII.	Nauczanie metodą projektów	21
	XII.1 Arkusz samooceny ucznia	24
	XII.2 Przykładowa karta projektu, zadania i ewaluacji	25
	XII.3 Przykładowy projekt badawczy	30



## Wstęp

*W szkole nie matematyką ma być nowoczesna, ale jej nauczanie.*

René Thom

Przedmioty ścisłe zajmują w szkolnej edukacji miejsce szczególne. Ich znaczenie systematycznie rośnie w z informatyzowanym świecie pełnym danych liczbowych i komputerów. Obecnie ciężko wyobrazić sobie miejsce pracy, w którym umiejętności kojarzone kiedyś wyłącznie z umysłami ścisłymi nie byłyby w ogóle potrzebne. Niestety, wciąż pokutuje wśród uczniów fałszywe przekonanie o oderwaniu treści przedmiotów ścisłych od życia. Przyjęto się też uważać (i tym samym traktować to jako wymówkę), że talent do przedmiotów ścisłych albo się posiada, albo nie (tak jak bohater filmu *Buntownik z wyboru*, który jako przypadkowa, niewykształcona osoba okazuje się matematycznym geniuszem i zawstydzają profesjonalistów mierzących się z bardzo trudnym zadaniem).

Wspomniane problemy swoje źródło mają najczęściej w szkolnej nauce, która nie nadąża za dynamicznie zmieniającym się światem. Dlatego właśnie założenie unowocześnienia i uatrakcyjnienia kształcenia przyświecało autorom projektu *Zintegrowany program nauczania matematyki, fizyki oraz informatyki - nowe wyzwanie w edukacji*. Cechuje się on wysokim stopniem innowacyjności, przejawiającym się zarówno w koncepcji zintegrowanego, skorelowanego programu nauczania, a także w wykorzystywaniu w procesie kształcenia nowoczesnych technologii: tabletów multimedialnych wraz z autorskimi aplikacjami oraz platformy zdalnego nauczania opartej na środowisku Moodle.

Niniejszy program pilotażu przygotowany został – zgodnie z założeniem projektu – w duchu ewaluacji przyjętych założeń na gruncie praktyki szkolnej. Obejmuje wycinek tego, co będzie stanowiło podstawę pracy w czasie trwania projektu. Uczniowie i nauczyciele pełnią tutaj kluczową rolę badaczy pewnych rozwiązań. Ich opinia, spostrzeżenia i przemyślenia będą niezwykle istotne dla weryfikacji efektywności założeń. Od strony edukacyjnej w żadnym razie nie będzie to jednak czas stracony. Program został pomyślany



w taki sposób, żeby urozmaicić, poszerzyć i rozwinąć wiedzę, umiejętności i pasje zdobywane w ramach regularnych zajęć lekcyjnych.

Program pilotażu obejmuje trzy kluczowe przedmioty ściśle: matematykę, fizykę i informatykę. Ich program został skorelowany i nakierowany na konkretne cele edukacyjne. Dzięki zintegrowaniu możliwe jest pokazanie uczniom nauki jako całości. Program obejmuje także moduł konsultacji, w którym brak tradycyjnego podziału na przedmioty. Zostały wyodrębnione w nim dwie części. Pierwsza z nich przeznaczona jest na ćwiczenie umiejętności konfigurowania tabletu i mobilnych usług sieciowych, a także na poznawanie edukacyjnych aplikacji multimedialnych przygotowanych na potrzeby realizacji projektu. Drugą część konsultacji zajmuje uczniowski projekt badawczy, łączący w sobie wiedzę i umiejętności zdobyte w trakcie nauki w części podstawowej pilotażu, w ramach matematyki, fizyki i informatyki. Nauczyciele otrzymują także do dyspozycji platformę zdalnego nauczania opartą na środowisku Moodle. Jej wykorzystanie gwarantuje większe zaangażowanie uczniów i dużo łatwiejsze nawiązanie kontaktów edukacyjnych.

Życzymy efektywnej pracy z naszym zintegrowanym programem nauczania!

Autorzy



## Cele edukacyjne i wychowawcze

Wszelkie działania, czynności i decyzje związane z realizacją danego programu nauczania powinny być nastawione na realizację określonych celów. Nauczyciel wyposaża uczniów w określoną wiedzę oraz dąży do wykształcenie u uczniów pożądanych zmian w sposobie działania podejścia do rozwiązywania problemów, funkcjonowania w grupie itp. Realizacja tego programu nauczania kładzie szczególny nacisk na następujące cele:

- ✓ Wykształceniu u uczniów umiejętności zawartych w podstawie programowej dla IV etapu edukacyjnego.
- ✓ Rozpoznanie zdolności i predyspozycji uczniów.
- ✓ Rozwijanie uzdolnień zainteresowań matematycznych, fizycznych i informatycznych.
- ✓ Kształcenie umiejętności wykorzystania poznanych narzędzi do rozwiązywania problemów nauk ścisłych.
- ✓ Kształtowanie postawy uczenia się przez całe życie.
- ✓ Kształcenie umiejętności pracy zespołowej.
- ✓ Kształcenie umiejętności wypowiedzi, komunikowania się i argumentacji.
- ✓ Rozwijanie umiejętności organizacji czasu pracy oraz warsztatu pracy.
- ✓ Wzbogacanie języka nauk ścisłych.
- ✓ Uczenie radzenia sobie ze stresem.
- ✓ Rozwijanie wyobraźni przestrzennej.
- ✓ Rozwijanie myślenia abstrakcyjnego i matematycznego.



## Cele kształcenia – wymagania ogólne

1. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
2. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji.
3. Modelowanie matematyczne.
4. Użycie i tworzenie strategii.
5. Rozumowanie i argumentacja.



## Ramowy rozkład materiału

Realizacja programu zajęć pilotażowych obejmuje wybrane zagadnienia przewidziane w podstawie programowej dla IV etapu edukacyjnego z matematyki, fizyki i informatyki. Założono realizację 60 godzin zajęć dydaktycznych w podziale:

Godziny ogólnie	60
Godziny zajęć tradycyjnych	40
Godziny konsultacji	20

Założono rozdysponowanie godzin zajęć tradycyjnych pomiędzy poszczególne przedmioty:

Matematyka	20
Fizyka	10
Informatyka	10

Ramowy rozkład materiału zakłada realizację 6 godzin zajęć/tydzień:

- matematyka 2 godziny na tydzień,
- fizyka 2 godziny co 2 tygodnie,
- informatyka 2 godziny co 2 tygodnie,
- konsultacje 2 godziny na tydzień.

I.p.	Dział	Liczba godzin
<b>Matematyka (20 godzin)</b>		
1	Funkcja liniowa	4
2	Funkcja kwadratowa	8
3	Statystyka	8
<b>Fizyka (10 godzin)</b>		
1	Grawitacja	2
2	Badanie rzutu poziomego	2
3	Hydrostatyka	2
4	Przepływ płynów	2
5	Badanie przepływu laminarnego	2
<b>Informatyka (10 godzin)</b>		
1	Wyszukiwanie i prezentacja informacji w komputerze	10
<b>Konsultacje (20 godzin)</b>		
1	Testowanie aplikacji multimedialnych	12
2	Projekt badawczy	8



## Treści kształcenia: Matematyka

### 1. Funkcja liniowa

- Funkcja liniowa i jej własności
- Zastosowanie funkcji liniowej do opisywania zjawisk z życia codziennego
- Funkcja przedziałami liniowa

#### Wymagania szczegółowe

- Funkcja liniowa. Wykres funkcji liniowej
- Własności funkcji liniowej. Współczynniki funkcji liniowej
- Zastosowanie wiadomości o funkcji liniowej w zadaniach z życia codziennego
- Rozwiązywanie prostych nierówności

### 2. Funkcja kwadratowa

- Funkcja  $f(x) = ax^2, a \neq 0$ .
- Postać ogólna i postać kanoniczna funkcji kwadratowej
- Miejsca zerowe funkcji kwadratowej
- Postać iloczynowa funkcji kwadratowej
- Najmniejsza i największa wartość funkcji

#### Wymagania szczegółowe

- Funkcja kwadratowa  $y = ax^2$ , gdzie  $a \neq 0, x \in \mathbf{R}$
- Wzór funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej
- Związek między wzorem funkcji kwadratowej w postaci ogólnej a wzorem funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej
- Szkicowanie wykresów funkcji kwadratowych. Odczytywanie własności funkcji kwadratowej na podstawie wykresu
- Najmniejsza oraz największa wartość funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym
- Równania kwadratowe

### 3. Elementy statystyki opisowej

- Prezentacja danych statystycznych
- Liczby charakteryzujące dane zebrane w badaniu statystycznym, miary centralne
- Analiza rozproszenia wyników
- Częstość występowania

#### Wymagania szczegółowe

- Podstawowe pojęcia statystyki. Sposoby prezentowania danych zebranych w wyniku obserwacji statystycznej





- Średnia z próby
- Mediana z próby i moda z próby
- Wariancja i odchylenie standardowe

## Zakładane osiągnięcia uczniów

### Funkcja liniowa

Uczeń:

- zna określenie proporcjonalności prostej.
- rozwiązuje zadania praktyczne z zastosowaniem proporcjonalności prostej.
- zna pojęcie funkcji liniowej.
- interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej.
- wyznacza wzór funkcji liniowej na podstawie informacji o:
  - dwóch punktach należących do wykresu funkcji,
  - współczynniku kierunkowym i punkcie należącym do wykresu funkcji,
  - miejscu zerowym i innym punkcie należącym do wykresu funkcji.
- wyznacza wzór funkcji liniowej na podstawie jej wykresu.
- stosuje wiadomości o funkcji liniowej do opisu zjawisk z życia codziennego.
- rysuje wykres funkcji liniowej w przedziałach, w których jest określona, i omawia jej własności.
- rozwiązuje zadania tekstowe prowadzące do równań liniowych z jedną niewiadomą.

### Funkcja kwadratowa

Uczeń:

- szkicuje wykres funkcji  $f(x) = ax^2$ ,  $a \neq 0$ , i na jego podstawie odczytuje jej własności.
- szkicuje wykres funkcji kwadratowej.
- wyznacza współrzędne wierzchołka paraboli.
- oblicza wartość wyróżnika (deltę) funkcji kwadratowej
- oblicza miejsca zerowe funkcji kwadratowej lub wykazuje, że funkcja kwadratowa nie ma miejsc zerowych.
- wyznacza wartość najmniejszą oraz wartość największą funkcji kwadratowej w danym przedziale domkniętym.
- opisuje za pomocą wzoru lub wykresu funkcji kwadratowej dane zjawisko z życia codziennego.
- rozwiązuje typowe zadania praktyczne z wykorzystaniem funkcji kwadratowej.
- wykorzystuje własności funkcji kwadratowej do rozwiązywania prostych zadań optymalizacyjnych.

### Elementy statystyki opisowej

Uczeń:

- przedstawia dane statystyczne w postaci tabeli, diagramu słupkowego (pionowego lub poziomowego), kołowego, wykresu w układzie współrzędnych.
- odczytuje i interpretuje dane statystyczne zadane w różny sposób.



- oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną skończonego zbioru danych.
- interpretuje otrzymaną średnią arytmetyczną i średnią ważoną.
- oblicza medianę i modę skończonego zbioru danych.
- zna pojęcia wariancji i odchylenia standardowego także w przypadku danych odpowiednio pogrupowanych.



## Treści kształcenia: Fizyka

### 1. Grawitacja

- Prawo powszechnej grawitacji,
- ruch w polu grawitacyjnym
- Energia w polu grawitacyjnym

#### Wymagania szczegółowe

- Wykorzystanie prawa powszechnego ciężenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi
- Przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni planety
- Zmiana energii potencjalnej grawitacji, związek z pracą lub zmianą energii kinetycznej

### 2. Badanie rzutu poziomego

- Ruch ciał pod wpływem siły grawitacji
- Ruch jednostajny przyspieszony
- Składanie ruchów

#### Wymagania szczegółowe

- Analiza ruchu ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego
- Wpływ siły grawitacji na ruch ciał

### 3. Hydrostatyka

- Ciśnienie hydrostatyczne
- Prawo Pascala

#### Wymagania szczegółowe

- Obliczanie ciśnienia hydrostatycznego
- Związek ciśnienia hydrostatycznego z wysokością słupa cieczy
- Paradoks hydrostatyczny
- Naczynia połączone
- Mierzenie wartości ciśnienia
- Zasada działania prasy hydraulicznej

### 4. Przepływ płynów

- Prawo Archimedesesa
- Warunki pływania ciał



### **Wymagania szczegółowe**

- Analiza warunków pływania ciał
- Związek gęstości ciała i cieczy a pływanie ciał
- Siła wyporu

## **5. Badanie przepływu laminarnego**

- Równanie Bernoullego
- Prawo ciągłości

### **Wymagania szczegółowe**

- Badanie przepływu cieczy
- Równanie Bernoullego zastosowane do wyznaczania parametrów przepływu cieczy
- Analiza zmiany energii przepływającej cieczy
- Wykonanie pomiarów, opis i analiza wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczące przepływu laminarnego

## **Zakładane osiągnięcia uczniów**

### **Prawo powszechnej grawitacji, ruch w polu grawitacyjnym**

Uczeń:

- potrafi sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji
- umie podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji
- umie podać sens fizyczny stałej grawitacji
- potrafi wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji w zależności od wymiarów ciała i jego gęstości
- potrafi opisać siłę oddziaływania grawitacyjnego w zależności od środka źródła
- potrafi omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji
- potrafi wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym
- potrafi podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym
- potrafi wyjaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego
- umie opisać zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym
- potrafi udowodnić, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną

### **Badanie rzutu poziomego**

Uczeń:

- potrafi analizować ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego
- umie przeprowadzić elementarne badania polegające na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników rzutu poziomego (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności drogi od czasu)



## Hydrostatyka

Uczeń:

- potrafi zdefiniować ciśnienie hydrostatyczne
- umie objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego
- zna prawo Pascala i potrafi je wyjaśnić
- umie opisać zjawiska zachodzące w naczyniach połączonych
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego
- potrafi wyjaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala

## Przepływ płynów

Uczeń:

- potrafi podać i wyjaśnić prawo Archimedesesa
- zna warunki pływania ciał
- potrafi rozwiązywać zadania, stosując prawa Archimedesesa
- umie wyprowadzić prawo Archimedesesa

## Badanie przepływu laminarnego

Uczeń:

- umie wyjaśnić prawo ciągłości
- potrafi wyprowadzić równanie Bernoullego
- umie stosować równanie Bernoullego do opisu przepływu laminarnego



## Treści kształcenia: Informatyka

### 1. Wyszukiwanie i prezentacja informacji na komputerze

- Wyszukiwanie informacji
- Wykorzystanie edytora tekstu
- Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego

#### **Wymagania szczegółowe**

- Podstawowe funkcje edytora tekstu: formatowanie tekstu, wstawianie grafiki, numerowanie i punktowanie, numerowanie stron, dodawanie nagłówka i stopki
- Arkusz kalkulacyjny: wprowadzanie i edycja danych, wykorzystanie gotowych funkcji, wstawianie wykresów różnego typu
- Wyszukiwanie informacji z wykorzystaniem internetu

### Zakładane osiągnięcia uczniów

#### **Wyszukiwanie i prezentacja informacji na komputerze**

Uczeń:

- potrafi wykorzystywać podstawowe funkcje edytora tekstu (formatowanie tekstu, wstawianie ilustracji, numerowanie i punktowanie, numerowanie stron, dodawanie nagłówka i stopki).
- potrafi korzystać z arkusza kalkulacyjnego w stopniu obejmującym wprowadzanie i edycję danych, korzystanie z funkcji, wstawianie wykresów różnego typu.
- zna sposoby wyszukiwania informacji w Internecie.
- umie opracowywać dokumenty z wykorzystaniem różnych narzędzi informatycznych i różnych źródeł informacji.
- potrafi posługiwać się programami komputerowymi i metodami informatyki w uczeniu się i rozwiązywaniu problemów
- umie świadomie i sprawnie posługiwać się komputerem oraz narzędziami i metodami informatyki.



## Treści kształcenia: Konsultacje

### 1. Testowanie aplikacji multimedialnych

Uczniowie, wspólnie z nauczycielem, testują edukacyjne aplikacje multimedialne.

- konfiguracja tabletu
- sieciowe usługi mobilne
- test modułu „informatyka
- test modułu „eksperyment numeryczny”
- test wykorzystania platformy e-Learningowej

### 2. Projekt badawczy

Pod kierunkiem nauczyciela uczniowie pracują nad projektem badawczym opisanym w załączniku do niniejszego programu.

### Zakładane osiągnięcia uczniów

Uczeń:

- potrafi wykorzystać wiedzę z fizyki, matematyki i informatyki do opisu i wyjaśnienia danego zjawiska
- umie stawiać hipotezy badawcze
- projektuje sposoby weryfikacji postawionych hipotez
- gromadzi dane i wyciąga na ich podstawie wnioski
- rozwija umiejętności planowania, przygotowania i opisu doświadczenia
- potrafi posługiwać się tabletem, konfigurować jego podstawowe funkcje
- umie wykorzystywać sieciowe usługi mobilne w organizacji codziennej pracy
- umie wykorzystywać tablet do poszukiwania informacji i nauki



## Dodatek: Materiały metodyczne

### Ćwiczenia umysłowe

#### Ćwiczenie 1.

Wybierz kilka liter, a następnie napisz takie zdanie o matematyce albo o szkole, w którym kolejne wyrazy zaczynają się tymi literami.

np. M J O R P L → Matematyka Jest Ogromnie Rozpaczliwą Próbą Liczenia.

#### Ćwiczenie 2. (w parach)

W pudełku (kopercie) znajdują się karteczki z różnymi wyrazami. Osoba\_1 wyciąga losowo trzy karteczki, a Osoba\_2 układa zdanie z użyciem trzech wylosowanych wyrazów (w dowolnej formie). Następnie Osoba\_2 losuje jedną karteczkę, a Osoba\_1 rozbudowuje otrzymane zdanie wstawiając gdzieś kolejny wyraz, itd. do 6 karteczek.

KOZA	PŁOT	STODOŁA	SZKOŁA	CYGARO	BUTY	PŁYN
DROGA	ŚCIANA	KOMPUTER	DŹWIG	ŻELAZKO	PAPIER	WYWIADÓWKA
STÓŁ	KAPSEL	CHOROBA	TELEWIZJA	PADACZKA	PROSZEK	SŁUCHAWKI
DOM	LITERA	TRAWA	HUŚTAWKA	KASA	CEGŁA	PROFESOR
RURA	KRAN	KIEROWNICA	OŚĆ	GRYZOŃ	SŁOMA	NIEBO

#### Ćwiczenie 3.

Podajemy dwa „skrajnie niczym nie związane” rzeczowniki, a następnie tworzymy możliwie najkrótszy łańcuch powiązań. Przykład:

lodówka i słoń: lodówka → mięso → słoń;

kran i dziecko: kran → kąpiel → zabawa → dziecko.

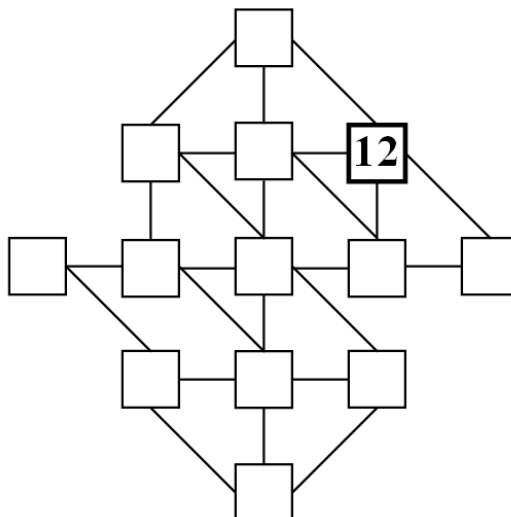




## Łamigłówki

### Łamigłówka 1.

Uzupełnij puste kwadraty liczbami od 1 do 13 tak, by liczby w połączonych liniami, sąsiednich, kwadratach nie różniły się o więcej niż trzy.



### Łamigłówka 2 (Sudoku).

Uzupełnij wszystkie puste miejsca liczbami tak, aby w każdym wierszu, w każdej kolumnie i w każdym z dziewięciu małych kwadratów występowały wszystkie z liczb od 1 do 9, każda dokładnie raz.

		2	9				3	
		6		4		7	1	9
9	1							
	6			5				4
		8				5		
4				2			7	
6							5	8
5	8	9		6		2		
	3					6		



### Łamigłówka 3.

Dorysuj linie przechodzące przez puste kwadraty tak, by spełnione były następujące warunki:

- ✓ każda linia miała początek w kwadracie z liczbą,
- ✓ z każdego kwadratu może wychodzić kilka linii,
- ✓ wszystkie kwadraty muszą być wykorzystane,
- ✓ suma przekreślonych kwadratów liniami wychodzącymi z danego kwadratu musi być równa liczbie widniejącej w tym kwadracie,
- ✓ linie nie mogą się krzyżować.

### Przykład

↑	↑	← 4	→	→	→
↑	5	→	→	↑	3
↑	↓	←	← 3	↑	↑
7	→	→	↓	↑	↑
↓	↑	2	→	↑	↓
←	3	→	←	7	→
←	→	→	6	→	→

		7				10				
					6			2		
					3					
	7									
				3						
9								13		
		3	10							
	6					4		8		
		2							8	
				4						8
					8				3	



## Analiza niepewności pomiarowych

Podstawowym sposobem odkrywania praw fizycznych jest doświadczenie. Możliwość wielokrotnego powtórzenia pomiarów w jednakowych warunkach ułatwia odkryci zależności między mierzonymi wielkościami fizycznymi. Wiedząc o znaczeniu doświadczenia w poznawaniu praw opisujących przyrodę zakładamy możliwość samodzielnego przeprowadzania przez uczniów na lekcjach doświadczeń.

W trakcie eksperymentów uczniowie będą wykonywali pomiary:

- Bezpośrednie – wartość mierzonej wielkości odczytuje się bezpośrednio z przyrządu
- Pośrednie – wartość wielkości otrzymuje się w wyniku podstawienia zmierzonych bezpośrednio wielkości do wzoru.

Pomiar fizyczny to porównanie mierzonej wielkości fizycznej z jej wzorcem. Każdy pomiar obdarzony jest niepewnością pomiarową. Przyczyn niepewności pomiarowych jest wiele najważniejszymi z nich są:

- Niedoskonałość przyrządów pomiarowych
- Zmienność warunków w jakich wykonywany jest pomiar
- Zmienność mierzonych obiektów
- Niedoskonałość zmysłów

Zgodnie z obowiązującymi prawami fizyki wykonywanie pomiaru powoduje zmianę w układzie, w którym odbywa się pomiar. Jednym z wielu przykładów takiej sytuacji jest pomiar natężenia prądu stałego.

Niepewności pomiarowe, które powstają w wyniku przypadkowych efektów nazywamy niepewnościami typu A. Jeśli w wyniku pomiarów wielkości fizycznej dysponujemy wieloma wartościami najlepszym przybliżeniem wartości rzeczywistej jest średnia arytmetyczna:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

natomiast wartość niepewności pomiarowej typu A obliczamy z wzoru:

$$\Delta x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}$$

Gdzie n jest liczbą pomiarów.

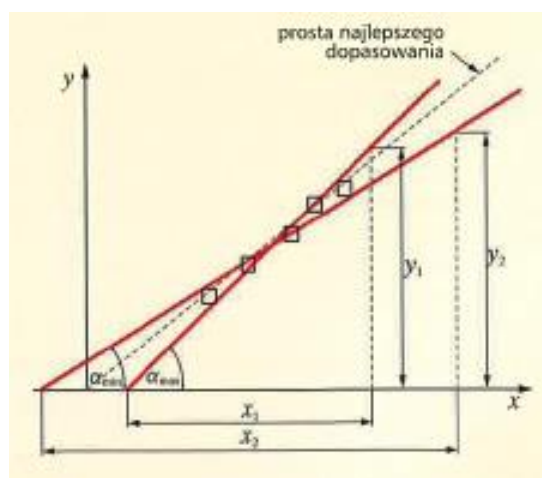
W przypadku pomiarów pośrednich niepewność pomiarową można wyznaczyć badając zależność mierzonych wielkości fizycznych. W wyniku doświadczenia wyznaczamy wartość wielkości fizycznej z, która zależy od wielkości fizycznych x i y w następujący sposób:

$$z = \frac{x}{y}$$

oznacza to, że między wielkościami x i y można wyznaczyć zależność liniową

$$y = zx$$

wartości wielkości x i y wyznacza się w pomiarach bezpośrednich. Wyniki należy nanieść na wykres. Każdy punkt doświadczalny należy otoczyć prostokątem niepewności pomiarowych a następnie narysować dwie proste o maksymalnym



i minimalnych nachyleniu do osi poziomej. Proste należy poprowadzić tak by przechodziły przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych. W przypadku funkcji liniowej wartość wielkości fizycznej jest równą wartości tangensa kąta nachylenia prostej. Obliczając tangensy kątów nachylenia narysowanych prostych można wyznaczyć wartość danej wielkości fizycznej i jej niepewność pomiarową.

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{y_2}{x_2} \quad \operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{y_1}{x_1}$$

wartość danej wielkości liczymy z wzoru:

$$z = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{\max} + \operatorname{tg} \alpha_{\min}}{2}$$

a niepewność pomiarową z wzoru:

$$\Delta z = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{\max} - \operatorname{tg} \alpha_{\min}}{2}$$



## Nauczanie metodą projektów

Jedną z często stosowanych metod aktywizujących uczniów jest metoda projektu. Stosowanie tej metody pozwala zainspirować uczniów do samodzielnego rozwiązywania problemów, praktycznego zastosowania zdobytej podczas lekcji wiedzy. Jej zaletą jest także to, że rozwija umiejętności społeczne.

W praktyce spotkać można dwa rodzaje projektów edukacyjnych:

- Projekty badawcze, których celem jest usystematyzowanie zdobytej wiedzy
- Projekty działania lokalnego, których celem jest podjęcie działań na rzecz środowiska lokalnego.

Specyfika przedmiotów ścisłych narzuca wykorzystanie na lekcjach projektu badawczego. Projekt badawczy może prowadzić do osiągnięcia różnych celów edukacyjnych. Ze względu na cele można wyróżnić trzy typy projektów badawczych:

- Projekt obserwacyjny
- Projekt doświadczalny
- Projekt teoretyczny

Możliwa jest również realizacja projektu łączącego wszystkie trzy typy projektów. Niezależnie od typu projektu jaki będą realizowali uczniowie aby osiągnąć zamierzony cel należy pamiętać, że projekt powinien być realizowany w kilku następujących po sobie fazach.

**Faza I – inicjacja projektu** – celem tego etapu jest zainteresowanie uczniów tematyką projektu. Ważne jest aby uczniowie nie tylko poznali podstawowe informacje o danym problemie, ale także aby zostali zainteresowani i zainspirowani do szukania własnych rozwiązań.

**Faza II – określenie celu i harmonogramu realizacji** – celem projektu jest rozwiązanie konkretnego problemu. Problem powinien być sformułowany w sposób, który nie będzie kojarzył się uczniom z tematem lekcji, a raczej będzie odwoływał się do spotykanych na co dzień sytuacji. Najlepiej gdyby problem, jaki mają rozwiązać uczniowie, postawiony był



w formie pytania. Po określeniu celu, należy opracować harmonogram podejmowanych działań i przypisać uczestnikom projektu role.

**Faza III – realizacja projektu** – w tym etapie rola nauczyciela sprowadza się do roli konsultanta. Uczniowie samodzielnie realizują zadania wynikające z harmonogramu i spotykają się cyklicznie z nauczycielem w celu omówienia postępu prac oraz rozwiązania problemów jakie pojawiły się podczas realizacji zadań. Wszystkie zadania powinny być dokumentowane, dlatego uczniowie wspólnie z nauczycielem tworzą karty projektu i zadania.

**Faza IV – Prezentacja wyników projektu** – uczniowie prezentują publicznie wyniki swojej pracy. Forma prezentacji jest dowolna, może to być referat wygłoszony na forum klasy, sesja plakatowa czy szkolny festiwal nauki. Po zakończeniu prezentacji uczniowie powinni dokonać samooceny, w której określą swoje słabe i mocne strony związane z realizacją projektu, określą poziom zaangażowania w jego realizację.

Projekt powinien być realizowany zgodnie z zapisami karty projektu. Dodatkowo uczniowie powinni zostać poinformowani o zasadach współpracy z nauczycielem, kryteriach oceny projektu oraz sposobach ewaluacji projektu.

Celem ewaluacji projektu jest określenie:

- Czy, a jeśli tak to jakie, wystąpiły trudności przy realizacji?
- Które problemów jakie się pojawiły można było przewidzieć?
- Mocnych i słabych strony zajęć.
- Oczekiwań, które nie zostały spełnione.
- Co było trudne do zrozumienia?
- Które umiejętności można wykorzystać w dalszej pracy?

Stosowanie metody projektu pozwala na rozwijanie u uczniów wielu kompetencji społecznych. Najważniejszymi z nich są umiejętności:

- współpracy w grupie,



- podejmowania decyzji,
- wyrażania własnych poglądów,
- słuchania opinii innych,
- dzielenia się w grupie rolami i zadaniami,
- planowania pracy,
- dokonywania oceny pracy.

Jeśli uczeń zaangażuje się w pracę metodą projektu, będzie mógł:

- sprawdzić się w roli odkrywcy,
- rozwinąć swoje umiejętności społeczne
- rozwinąć umiejętności planowania czasu i miejsca pracy,
- doskonalić umiejętności poszukiwania, selekcjonowania, gromadzenia i opracowania informacji, także wykorzystując narzędzia informatyczne
- rozwinąć umiejętność autoprezentacji,
- doświadczania, przeżywania, odkrywania i działania,
- odkryć relacje między zdobytą wiedzą teoretyczną, a rzeczywistością.



## Arkusz samooceny ucznia

..... Grupa.....

*(imię i nazwisko)*

Odpowiedz szczegółowo na poniższe pytania. Twoje odpowiedzi pozwolą mi skrupulatnie ocenić pracę nad projektem:

1.Jaki był temat projektu nad którym pracowałeś(a)ś?

.....  
.....

2.Jaka była twoja rola w grupie? Czym się zajmowałeś(a)ś?

.....  
.....

3.Jakie trudności pojawiły się w czasie pracy i w jaki sposób je rozwiązałeś(a)ś?

.....  
.....

4.Z czyjej pomocy korzystałeś(a)ś (rówieśnicy, rodzice, nauczyciele, instytucje, inne)ciw jakim zakresie?

.....  
.....

5.Czego się nauczyłeś(a)ś pracując nad projektem?

.....  
.....

6.Na ile punktów w skali 1 –10 oceniasz swój wkład w pracę grupy ....., zdobyte umiejętności i wiedzę .....

7.Czy twoje oczekiwania związane z taką metodą pracy zostały spełnione, czy odpowiada ci taka forma zdobywania wiedzy i umiejętności? ..... Uzasadnij swoją odpowiedź:

.....  
.....

8.Jakie ewentualnie zmiany należałoby wprowadzić do organizacji pracy grup ?

.....  
.....

*Dziękuję za przemyślaną odpowiedź.*





## Przykładowa karta projektu, zadania i ewaluacji

### Karta projektu

wzór opracowany przez Centrum Edukacji Obywatelskiej

#### I- Podstawowe informacje - zespół uczniowski i wybrane tematy projektu

Temat projektu		
Zespół uczniowski	1. imię i nazwisko ucznia 2. imię i nazwisko ucznia 3. imię i nazwisko ucznia	podpisy uczniów (zobowiązanie do realizacji projektu)
Nauczyciel opiekun	imię i nazwisko nauczyciela	podpis nauczyciela
Problem	<i>Problem, którego rozwiązaniem zajmuje się zespół uczniów np.: „Jak światło wpływa na rozwój roślin?” lub „Jak sprawić, aby nasza miejscowość była czystsza?”</i>	

#### II- Określenie celów projektu i zaplanowanie etapów realizacji

(tabele wypełniane na etapie planowania, z wyjątkiem informacji o wykonaniu, dopisywanej po zakończeniu zadania)

##### a) Główne cele

„Czego chcemy się dowiedzieć?” i/ lub „Co chcemy osiągnąć?”	
--	--



## b) Planowanie etapów realizacji projektu

Główne zadania	Działania	Uczniowie odpowiedzialni	Terminy realizacji	Informacja o wykonaniu
<i>Jeśli projekt jest bardziej rozbudowany, warto dodać kolumnę głównych zadań</i>	<i>1. Działania pozwalające zrealizować projekt lub zadanie</i>	<i>Imiona i nazwiska uczniów</i>	<i>Termin rozpoczęcia i zakończenia</i>	<i>Informacje podsumowujące wykonanie działania i zadania</i>
	<i>2. Działania pozwalające zrealizować projekt lub zadanie</i>	<i>Imiona i nazwiska uczniów</i>	<i>Termin rozpoczęcia i zakończenia</i>	<i>Informacje podsumowujące wykonanie działania i zadania</i>
	<i>3. Działania pozwalające zrealizować projekt lub zadanie</i>	<i>Imiona i nazwiska uczniów</i>	<i>Termin rozpoczęcia i zakończenia</i>	<i>Informacje podsumowujące wykonanie działania i zadania</i>
Jw.				

## III. Konsultacje z nauczycielem

(tabela wypełniana sukcesywnie w czasie realizacji projektu)

Terminy	Temat	Uczestnicy konsultacji	Podpis nauczyciela
<i>Kiedy się odbyła ?</i>	<i>Czego dotyczyła konsultacja?</i>	<i>Imię i nazwisko nauczyciela udzielającego konsultacji oraz biorących w niej udział uczniów.</i>	<i>Podpis nauczyciela udzielającego konsultacji</i>
Jw.			



## IV. Publiczne przedstawienie rezultatów projektu

(tabela wypełniana po prezentacji)

Termin prezentacji	<i>Kiedy odbyła się prezentacja?</i>
Miejsce prezentacji	<i>Np. szkoła, strona internetowa ogólnopolskiego programu, w którym uczniowie wzięli udział</i>
Forma prezentacji	<i>Np. prezentacja komputerowa, plakaty i krótkie ich ustne omówienie</i>
Udział członków zespołu	<i>Np. wskazanie, którzy uczniowie i w jaki sposób wzięli czynny udział w prezentacji</i>
Odbiorcy	<i>Np. uczniowie klasy, szkoły, rodzice, przedstawiciele samorządu, uczniowie innej szkoły</i>



## Karta zadania (lub działania) i ewaluacji

wzór opracowany przez Centrum Edukacji Obywatelskiej

(Jeśli projekt jest rozbudowany to poza kartą projektu uczniowie mogą wypełniać także karty działań lub zadań)

Zadanie	<i>Jedno z zadań lub działań, jakie planuje wykonać zespół, aby rozwiązać problem i zrealizować projekt.</i>
---------	--

### a) Planowanie

(tabela wypełniana w trakcie wykonywania działania)

Działania	Uczniowie wykonujący działanie i ich role	Źródła informacji, materiały i zasoby	Sojusznicy	Termin wykonania
<i>Zadanie rozpisane na szczegółowe działania.</i>	<i>Imiona i nazwiska uczniów, ze wskazaniem, co kto robi.</i>	<i>Z czego uczniowie będą korzystać?</i>	<i>Kto może pomóc?</i>	<i>Przewidywany termin rozpoczęcia i zakończenia działania.</i>
Jw.				



## b) Realizacja i samoocena

(tabela wypełniana po wykonaniu kolejnych zadań i działań)

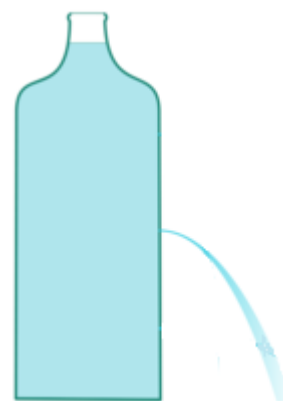
<p>Co i jak zrobiliśmy?</p>	<p><i>Które z zadań i działań udało się zespołowi zrealizować? Kto był w to zaangażowany (wykonawcy)? Z jakich źródeł informacji, materiałów i zasobów korzystali uczniowie? Jak przebiegała realizacja przeprowadzonych działań lub zadań? Kto im pomagał? Jakie efekty (produkty) powstały w wyniku podjętych działań?</i></p>
<p>Co stanowiło dla nas trudność i jak ją pokonaliśmy?</p>	<p><i>Jakie trudności uczniowie napotkali i jak je rozwiązali? Których zadań i działań nie udało się zrealizować?</i></p>
<p>Czego się nauczyliśmy?</p>	<p><i>Uczniowie wskazują, czego się dowiedzieli lub nauczyli, jakie umiejętności zdobyli.</i></p>

## Przykładowy projekt badawczy

Do wykonania badania potrzebna będzie plastikowa butelka z małym otworem u dołu, woda, dwie linijki.

Po napełnieniu butelki wodą należy wykonać równoległe pomiary wysokości słupa wody w butelce oraz odległości od butelki do miejsca, w którym woda opada na podłoże.

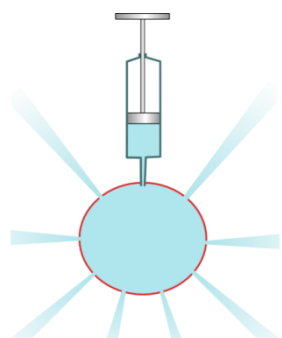
Należy wykonać możliwie wiele pomiarów i zapisać je w zależności takiej, jak opisuje tabela.



Wysokość słupa wody						...
Odległość od butelki do miejsca, w którym woda opada na podłoże						...

Następnie trzeba dokonać wszechstronnej analizy otrzymanych wyników pod kątem:

- matematycznym – nanieść otrzymane dane na układ współrzędnych i postarać się przybliżyć zarysowaną krzywą konkretną funkcją. Należy wykorzystać technologię informatyczną do zaprezentowania wyników.
- fizycznym – wyjaśnić zaobserwowane zjawisko. Przy omawianiu można wykorzystać pomysły zobrazowane poniżej.



Można także z pomocą dostępnych programów skonstruować model prezentujący poniższe zjawiska.

