



Małgorzata Bieńkowska

Interdyscyplinarne

podejście do nauczania przedmiotów przyrodniczych

Integracja treści nauk przyrodniczych i matematycznych w szkole ponadpodstawowej



Małgorzata Bieńkowska

Interdyscyplinarne

podejście do nauczania przedmiotów przyrodniczych

**Integracja treści nauk przyrodniczych i matematycznych
w szkole ponadpodstawowej**

**Ośrodek Rozwoju Edukacji
Warszawa 2026**



Redakcja merytoryczna

Agnieszka Jaworska

Wydział Kształcenia Ogólnego i Kompetencji Cyfrowych

Redakcja językowa i korekta

Karolina Strugińska

Wydział Wydawnictw, Upowszechniania Zasobów i Promocji

Projekt okładki, layout,
redakcja techniczna i skład

Wojciech Romerowicz

Wydział Wydawnictw, Upowszechniania Zasobów i Promocji

Grafika na okładce: © Ariyathongchai / Bank zdjęć Photogenica,
© frbird / Bank zdjęć Photogenica

ISBN 978-83-67366-97-7

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach licencji Creative Commons
Uznanie Autorstwa – Użycie Niekommercyjne (CC BY-NC 4.0).

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

tel. 22 345 37 00

www.ore.edu.pl

Spis treści

Wstęp	4
Część I	
Edukacja matematyczna i przyrodnicza – indywidualizacja pracy	
a interdyscyplinarne podejście	6
1. Indywidualizacja pracy a ocenianie motywujące uczniów	6
2. Korelacja międzyprzedmiotowa w bloku matematyczno-przyrodniczym	7
3. Zintegrowane nauczanie interdyscyplinarne	8
4. Inkluzja w edukacji interdyscyplinarnej	9
5. Organizacja i planowanie zajęć interdyscyplinarnych	11
6. Zasoby Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej	15
Część II	
Metody i techniki dydaktyczne wspierające interdyscyplinarne podejście	
w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych	19
1. Metody dydaktyczne wspierające interdyscyplinarne	
nauczanie-uczenie się	19
2. Wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej w nauczaniu	
przedmiotów przyrodniczych	21
3. Edukacja z wykorzystaniem sztucznej inteligencji	31
4. Narzędzia Wolfram Alpha jako wsparcie w nauczaniu-uczeniu się	
matematyki, biologii, geografii, fizyki i chemii	36
5. Metoda STEAM – efektywne praktyki dydaktyczne	42
6. Przykładowy scenariusz wykorzystujący interdyscyplinarne metody	
w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych	44
7. Zakończenie	47
Literatura przedmiotu	49
Informacje o Autorce	50

Wstęp

Problemy współczesnego świata w dobie dynamicznych zmian wymagają całościowego postrzegania wielu procesów, zjawisk oraz zrozumienia otaczającej nas natury. Kształtowanie świadomości uczniów w tym zakresie jest wyjątkowo ważne. Holistyczne podejście do nauczania przedmiotów przyrodniczych i matematyki pozwala uczniom spojrzeć na naukę biologii, chemii, fizyki i geografii w kontekście całościowym – w powiązaniu z realnym życiem.

Kluczową rolę w holistycznym podejściu do nauczania odgrywa interdyscyplinarność, która pozwala na szersze pojmowanie świata, podczas gdy tradycyjne nauczanie z podziałem na przedmioty ogranicza zrozumienie powiązań. Model interdyscyplinarnej polega na integrowaniu wiedzy, umiejętności i doświadczeń z różnych dziedzin. Dzięki temu ułatwia zrozumienie powiązań oraz czyni procesy edukacyjne bardziej efektywnymi i angażującymi. Ponadto umożliwia kompleksowe analizowanie zagadnień oraz informacji z różnych perspektyw w poszukiwaniu innowacyjnych rozwiązań złożonych problemów.

Uczniowie w szkole ponadpodstawowej posiadają już potencjał myślenia logicznego, operowania symbolami i pojęciami bez konieczności używania konkretów. Są zadaniowi, pragmatyczni i unikają marnowania czasu. Lubią wyzwania, współzawodnictwo, działania zespołowe – pod warunkiem, że uznają je za sensowne. Chcą wiedzieć, „po co się tego uczą”. Ich niska motywacja często wynika z poczucia braku sensu lub nadmiernego przymusu. Muszą wiedzieć, jaki jest cel ich działań, widzieć efekt i mieć wpływ.

Interdyscyplinarne podejście do nauczania przedmiotów przyrodniczych – integracja treści nauk przyrodniczych i matematyki – stwarza szansę na zaangażowanie emocjonalne i podniesienie motywacji uczniów do nauki oraz realizowania celów edukacyjnych z zakresu tych przedmiotów.

Wśród celów interdyscyplinarności należy wyróżnić:

- **integrację wiedzy** – łączenie różnych obszarów w celu zrozumienia całości;
- **rozwijanie kreatywności** – stymulowanie innowacyjnego myślenia i rozwiązywania problemów;
- **przygotowanie do podejmowania wyzwań współczesnego świata** – stanowiące kompetencję przyszłości.

Integracja w nauczaniu może przyjmować różne formy – od prostego zestawienia ze sobą poszczególnych tematów po głęboką syntezę wiedzy. Możemy wyróżnić trzy poziomy integracji interdyscyplinarnej.

Integracja międzyprzedmiotowa:

- 1. Wielodyscyplinarność** – przedmioty nauczane obok siebie, ale oddzielnie;
- 2. Interdyscyplinarność** – integracja i współpraca międzyprzedmiotowa;
- 3. Transdyscyplinarność** – wyjście daleko poza granice przedmiotów.

W zależności od złożoności rozwiązywanych problemów poziom integracji przedmiotów może być różny. Istotna wydaje się także celowość ich łączenia. Realizacja nauczania interdyscyplinarnego w szkole ponadpodstawowej oznacza tworzenie powiązań między różnymi przedmiotami, aby uczniowie dostrzegali spójność wiedzy, uczyli się przenosić umiejętności między dziedzinami i rozumieli zastosowanie nauki w rzeczywistym świecie. To doskonały sposób na przybliżenie młodym ludziom ważnych dla ich życia zagadnień, z którymi spotkają się w przyszłości. Od dzisiejszych nastolatków zależy bowiem kierunek postępu technologicznego i rozwoju we wszystkich obszarach życia.



Część I

Edukacja matematyczna i przyrodnicza – indywidualizacja pracy a interdyscyplinarne podejście

Ważnym elementem nauczania jest personalizacja procesu edukacyjnego. Interdyscyplinarne podejście do nauczania ułatwia indywidualizację pracy dydaktycznej. Dzięki niej każdy uczeń może się odnaleźć w najbardziej odpowiadającym mu zagadnieniu oraz roli zadaniowej, przez co zyskuje szansę rozwoju swoich możliwości oraz talentów. Nauczyciele dzięki analizie danych i monitorowaniu postępów poszczególnych uczniów mogą dostosować materiały i tempo nauki do ich indywidualnych potrzeb, co zwiększa skuteczność nauczania i pomaga im osiągnąć lepsze wyniki. Nowe technologie ułatwiają to zadanie. Jednak należy pamiętać, że w procesie nauczania-uczenia się, wsparcie i motywacja ze strony nauczyciela są najważniejsze.

1. Indywidualizacja pracy a ocenianie motywujące uczniów

Ocenianie wewnątrzszkolne opisuje art. 44b ust. 5 *Ustawy o systemie oświaty*. Rolą oceny wewnątrzszkolnej jest:

- 1) informowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć edukacyjnych i jego zachowaniu oraz o postępach w tym zakresie;
- 2) udzielanie uczniowi pomocy w nauce poprzez przekazanie uczniowi informacji o tym, co zrobił dobrze i jak powinien się dalej uczyć;
- 3) 3) udzielanie wskazówek do samodzielnego planowania własnego rozwoju;
- 4) **motywowanie ucznia do dalszych postępów w nauce i zachowaniu;**
- 5) dostarczanie rodzicom i nauczycielom informacji o postępach i trudnościach w nauce i zachowaniu ucznia oraz o szczególnych uzdolnieniach ucznia;
- 6) umożliwienie nauczycielom doskonalenia organizacji i metod pracy dydaktyczno-wychowawczej.

Ocena motywująca to podejście do oceniania, które ma na celu wspieranie uczniów w ich rozwoju, zamiast jedynie klasyfikowania ich wyników. Skupia się na pozytywnej informacji zwrotnej, docenianiu wysiłku oraz wskazywaniu kierunków dalszej nauki.

Przegląd badań (Black i Wiliam, 1998) nad oceną szkolną poparty teorią z zakresu psychologii uczenia się i badaniami nad motywacją do nauki wykazują, że ocenianie dla uczenia się jest jednym z najskuteczniejszych sposobów podnoszenia standardów edukacyjnych. Grupa ds. reformy oceny w Wielkiej Brytanii w 2002 roku sformułowała 10 zasad w celu ukierunkowania praktyki klasowej.

Ocena dla uczenia się powinna:

1. Być częścią efektywnego planowania nauczania i uczenia się;
2. Koncentrować się na tym, w jaki sposób uczniowie się uczą;
3. Zajmować centralne miejsce w praktyce klasowej;
4. Stanować kluczową umiejętność zawodową nauczycieli;
5. Być wrażliwa i konstruktywna, ponieważ każda ocena wywiera emocjonalny wpływ na ucznia;
6. Uwzględniać znaczenie motywacji ucznia;
7. Promować zaangażowanie w realizację celów nauczania i wspólne rozumienie kryteriów, na podstawie których dokonuje się ocena;
8. Pomagać uczniom dowiedzieć się, jak mogą poprawić wynik;
9. Rozwijać zdolność dokonywania samooceny;
10. Uwzględniać pełen zakres osiągnięć wszystkich uczniów.

Ocenianie motywujące w nauczaniu interdyscyplinarnym powinno uwzględniać:

- jasno określone **kryteria oceny**;
- wykorzystanie **różnorodnych metod** dokonywania oceny;
- **holizm** – ocenę całościową łączącą różne aspekty.

2. Korelacja międzyprzedmiotowa w bloku matematyczno-przyrodniczym

Celem integracji treści przyrodniczych i matematycznych jest rozwijanie umiejętności analizowania, rozwiązywania problemów i krytycznego myślenia. Uczniowie widzą praktyczne zastosowanie matematyki w naukach przyrodniczych. To motywuje ich do nauki i pogłębia zrozumienie przyswajanych treści.

Tabela 1. Przykłady integracji treści matematycznych i przyrodniczych

Biologia i matematyka	<ul style="list-style-type: none"> • Modelowanie wzrostu populacji za pomocą funkcji wykładniczych. • Analiza danych eksperymentalnych z wykorzystaniem statystyki. • Geometria w badaniach struktury komórki i DNA.
Chemia i matematyka	<ul style="list-style-type: none"> • Stechiometria i obliczenia molowe. • Kinetyka chemiczna i modelowanie szybkości reakcji. • Logarytmy w obliczeniach pH.
Fizyka i matematyka	<ul style="list-style-type: none"> • Fizyka: ruch, obwody elektryczne, fale. • Matematyka: rachunek różniczkowy i całkowy, algebra liniowa, trygonometria.

Geografia i matematyka	<ul style="list-style-type: none"> • Geografia: gęstość zaludnienia w wybranych krajach lub regionach, współrzędne geograficzne, strefy czasowe, ukształtowanie terenu. • Matematyka: statystyka opisowa, funkcje trygonometryczne, działania na liczbach, procenty, proporcje, przeliczanie jednostek.
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Źródło: opracowanie własne autorki.

3. Zintegrowane nauczanie interdyscyplinarne

Zintegrowane nauczanie interdyscyplinarne to podejście edukacyjne, które łączy treści i metody z różnych dziedzin wiedzy w spójnym procesie dydaktycznym. Ma ono na celu pokazanie uczniom, że świat nie jest sztucznie podzielony na „przedmioty szkolne”, lecz stanowi całość, w której zagadnienia z różnych obszarów wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Główne założenia uwzględniają łączenie przedmiotów i treści, naukę w kontekście (uczniowie rozwiązują realne problemy, które wymagają spojrzenia z wielu perspektyw), rozwój kompetencji kluczowych (zwłaszcza krytycznego myślenia, kreatywności, współpracy i komunikacji) oraz aktywne metody pracy (takie jak projekty, eksperymenty, praca w grupach, analiza przypadków, gry dydaktyczne).

Kluczowe elementy nauczania zintegrowanego:

- **interdyscyplinarność:** łączenie treści z zakresu różnych przedmiotów, takich jak matematyka, nauki przyrodnicze, język polski, historia itp.;
- **praca projektowa:** praca uczniów nad przedsięwzięciami, które wymagają zastosowania wiedzy z różnych dziedzin;
- **praktyczne zastosowanie:** wykonywanie zadań praktycznych, które pokazują, jak wiedza teoretyczna może być używana w rzeczywistych sytuacjach;
- **współpraca:** częsta realizacja zadań w grupach rozwija umiejętności z zakresu kooperacji i komunikacji.

Zalety nauczania zintegrowanego:

- podnoszenie motywacji uczniów,
- rozwijanie umiejętności krytycznego myślenia,
- lepsze zrozumienie przez uczniów nauczanego materiału,
- praca projektowa,
- wymuszanie współpracy i komunikacji,
- efektywne wykorzystanie czasu lekcyjnego,
- przygotowanie uczniów do życia zawodowego.

Źródłem inspiracji do realizowania własnych projektów mogą być przedstawione poniżej zrealizowane i opisane pomysły interdyscyplinarnych projektów integrujących wiedzę z różnych dziedzin w celu rozwiązania złożonych problemów dotyczących globalizacji oraz zmian klimatycznych.

1. **Szkoła przyjazna klimatowi na wyciągnięcie ręki** – projekt zrealizowany przez Fundację Sendzimira w partnerstwie z Urzędem Dzielnicy Wawer, jego celem było rozwiązanie problemu lokalnych podtopień, a także pogłębienie wiedzy uczniów i nauczycieli na temat skutków zmiany klimatu oraz metod adaptacji do nich: <https://spk.sendzimir.org.pl/publikacja-edukacyjna/> [dostęp: 5.01.2025];
2. **Szkoła gotowa na globalne wyzwanie** – publikacja powstała w ramach projektów „I am European: Historie i fakty o migracjach na XXI wiek” oraz „1Planet4All – Razem dla klimatu” realizowanych przez Centrum Edukacji Obywatelskiej: https://sus.ceo.org.pl/wp-content/uploads/sites/4/2022/12/Szkoła-gotowa-na-globalne-wyzwania_ostatnia.pdf [dostęp: 5.01.2025];
3. **Jak wprowadzać do praktyki szkolnej zadania interdyscyplinarne?** – dobra praktyka projektu „Szkoła dla innowatora” realizowanego przez Centrum Edukacji Obywatelskiej: <https://ceo.org.pl/jak-wprowadzac-do-praktyki-szkolnej-zadania-interdyscyplinarne/> [dostęp: 5.01.2025];
4. **Klimatyczne Katowice** – miejski program edukacji klimatycznej: <https://www.katowice.eu/dla-mieszka%C5%84ca/ucz-si%C4%99/miejskie-programy-autorskie/klimatyczne-katowice> [dostęp: 5.01.2025].

4. Inkluzja w edukacji interdyscyplinarnej

Istotą inkluzji jest podejście, które umożliwia uczniom o różnych potrzebach edukacyjnych dostęp do pełnej i różnorodnej oferty dydaktycznej, w tym do nauczania opartego na łączeniu różnych dziedzin wiedzy. Inkluzja w tym kontekście oznacza nie tylko dostęp do wiedzy, ale także aktywne uczestnictwo, dostosowanie metod nauczania, materiałów edukacyjnych oraz środowiska uczniowskiego w taki sposób, aby wszyscy uczniowie, niezależnie od przejawianych zdolności i potrzeb, mogli rozwijać swoje umiejętności i pasje. W kontekście nauczania interdyscyplinarnego inkluzja odgrywa kluczową rolę w tworzeniu środowiska, w którym każdy uczeń może aktywnie uczestniczyć i korzystać z nauki.

Kluczowe aspekty inkluzji w edukacji interdyscyplinarnej to:

1. **Równy dostęp do edukacji:** zapewnienie wszystkim uczniom dostępu do tych samych zasobów edukacyjnych i możliwości nauki.
2. **Indywidualizacja nauczania:** dostosowanie metod nauczania do indywidualnych potrzeb uczniów obejmujące różne strategie dydaktyczne, materiały edukacyjne i wsparcie specjalistyczne.

- 3. Współpraca i integracja:** promowanie interakcji między uczniami o różnych zdolnościach i pochodzeniu, co rozwija umiejętności społeczne i empatię.
- 4. Przyjazne środowisko edukacyjne:** tworzenie atmosfery akceptacji i wsparcia, przestrzeni, w której każdy uczeń czuje się wartościowy i zmotywowany do nauki.

W edukacji interdyscyplinarnej inkluzja może działać w takich obszarach jak:

- dostosowanie treści do indywidualnych potrzeb uczniów;
- zróżnicowane metody nauczania;
- współpraca między uczniami;
- zastosowanie technologii wspomagających naukę;
- zróżnicowana ocena i *feedback*;
- dostosowanie środowiska edukacyjnego.

Wspieranie inkluzji w edukacji interdyscyplinarnej wymaga zastosowania urozmaiconych metod i strategii, które pomagają uczniom o różnych potrzebach i zdolnościach aktywnie uczestniczyć w procesie nauczania. W ramach projektu interdyscyplinarnego dotyczącego ochrony środowiska nauczyciel może uwzględnić zróżnicowane potrzeby uczniów, zapewniając materiały źródłowe w różnych formatach (tekst, audio, wideo) oraz organizując grupy robocze, w których uczniowie mogą współpracować i dzielić się swoimi umiejętnościami.

Nowe technologie dają duże możliwości wsparcia uczniów w kontekście ich specjalnych potrzeb edukacyjnych. Poniżej przedstawiono warte polecenia rozwiązania wspierające uczniów w określonych czynnościach.

1) Nagrywanie i pisanie głosowe

Do nagrywania dźwięku warto zaproponować takie narzędzia jak Vocaroo, Online Voice Recorder czy SpeakPipe. Nie trzeba jednak instalować żadnych programów albo dodatków, wystarczy wykorzystać narzędzia Google lub Office 365. W dokumentach udostępnionych na dysku Google (w zakładce „narzędzia”) dostępne jest pisanie głosowe – przy wyraźnym mówieniu narzędzie to dość wiernie zapisuje wypowiedzi. Aby zapisane zostały znaki interpunkcyjne, należy wypowiedzieć ich nazwy. Office 365 w dokumentach tekstowych oferuje podobne narzędzie – dyktafon dostępny w programie Word na pasku narzędzi. Można ustawić w nim język i automatyczny zapis interpunkcji.

2) Czytanie

Przeglądarka Chrome umożliwia instalowanie narzędzi, które ułatwiają funkcjonowanie dziecka w szkole (np. Dyslexia Friendly) i wykorzystywanie rozszerzenia zwiększającego czytelność tekstu poprzez zmianę czcionek na łatwiejsze do odczytania (OpenDyslexic, Comic Sans) oraz wizualnych dodatków, takich jak: kontrast między akapitami, podświetlenie innym kolorem tła lub linijka, której szerokość

można dostosować do wielkości tekstu. OpenDyslexic Font for Chrome to czcionka, stworzona dla osób z dysleksją i ułatwiająca czytanie. Po zainstalowaniu rozszerzenia wszystkie strony internetowe są wyświetlane z użyciem tej właśnie czcionki.

3) Program do głośnego czytania

Read Aloud: A Text to Speech Voice Reader – to rozszerzenie, które zamienia tekst na mowę. Dzieciom z dysleksją zapewnia alternatywny sposób korzystania z treści zamieszczonych w internecie. Program obsługuje czterdzieści języków, w tym język polski. Po uruchomieniu rozszerzenia należy przejść do ustawień, gdzie oprócz języka można zmienić prędkość czytania, wysokość dźwięku oraz głośność.

4) Czytnik immersyjny

W Office 365 (Word, Forms, OneNote), a także w aplikacjach Wakelet czy Nearpod można zastosować czytnik immersyjny, który na wiele sposobów ułatwi czytanie. Umożliwia on czytanie na głos przez lektora (można dostosować szybkość czytania, wybrać głos męski lub damski), dzielenie tekstu na sylaby lub zwiększanie odstępów między wierszami i literami. Czytnik zawiera słownik obrazkowy, daje możliwość wyświetlania różnych części mowy na kolorowo i ustawienie języka, co bardzo ułatwia naukę języka obcego.

5) Nagrywanie filmów

Flipgrid to narzędzie, które nauczyciel może wykorzystać, by nagrać instrukcję w postaci krótkiego video, ale też zainicjować rozmowę z uczniami, którzy nagrywają odpowiedzi (mogą oni ukryć swoje twarze i zastosować śmieszne animacje). Instrukcję obsługi tego narzędzia można przeczytać na blogu Superbelfrzy: <https://superbelfrzy.edu.pl/glowna/flipgrid-uczniowie-mowia/> [dostęp: 5.01.2025].

Narzędziami przydatnymi dla nauczyciela mogą być także programy do nagrywania ekranu, np. Screencastify (bezpłatne rozszerzenia Chrome). Sreencasting polega na nagrywaniu wszystkiego, co dzieje się na ekranie komputera. Można w ten sposób przygotować nagranie prezentujące istotę tematu, wskazać źródła informacji i zaciekawić uczniów omawianym problemem lub szybko stworzyć instruktażowy filmik z prezentacją konkretnego tematu dla wybranej grupy uczniów.

5. Organizacja i planowanie zajęć interdyscyplinarnych

Organizacja i planowanie zajęć interdyscyplinarnych przyczyniają się do skutecznego wdrażania zintegrowanego nauczania. Aby tego typu zajęcia przyniosły oczekiwane rezultaty, konieczne jest nie tylko precyzyjne określenie celów dydaktycznych i wychowawczych, lecz także odpowiedni dobór treści, metod oraz form pracy. Planowanie lekcji interdyscyplinarnych wymaga od nauczycieli otwartości na łączenie różnych perspektyw oraz umiejętności dostrzegania związków między poszczególnymi

dziedzinami wiedzy. Dobrze zorganizowane zajęcia nie tylko sprzyjają lepszemu przyswajaniu wiedzy, lecz także rozwijają u uczniów kompetencje kluczowe, takie jak krytyczne myślenie, kreatywność czy współpraca w grupie. Wstępne etapy planowania – od analizy podstawy programowej, poprzez ustalenie tematu przewodniego, aż po przygotowanie materiałów i narzędzi dydaktycznych – stanowią fundament efektywnego procesu dydaktycznego, którego rezultatem jest spójne, angażujące i praktyczne doświadczenie edukacyjne.

1. Określenie celu zajęć interdyscyplinarnych

- Pierwszym krokiem jest jasne określenie celu, który nauczyciel chce osiągnąć podczas zajęć.
- Cele powinny być spójne z podstawą programową, ale także uwzględniać zainteresowania uczniów i praktyczne zastosowanie wiedzy.

2. Wybór tematów i przedmiotów

- Wybór zagadnień i przedmiotów, które będą ze sobą połączone, jest kluczowy. Powinny one mieć wyraźny punkt styczności i pozwalać na tworzenie powiązań między dziedzinami.
- Przykład: temat „Zmiany klimatyczne” może stanowić podstawę do omówienia zagadnień przypisanych do takich przedmiotów szkolnych jak:
 - geografia – charakter zmian klimatycznych, ich wpływ na krajobrazy, zmiany w opadach;
 - biologia – wpływ zmian klimatycznych na ekosystemy i organizmy;
 - matematyka – modelowanie zmian klimatycznych za pomocą równań matematycznych (np. obliczanie średnich temperatur, analiza danych);
 - chemia – efekt cieplarniany i jego wpływ na atmosferę.

3. Tworzenie szczegółowego planu zajęć

Planowanie zajęć interdyscyplinarnych powinno obejmować:

- strukturę lekcji,
- metody pracy,
- czas ich trwania,
- sposób oceniania
- formy aktywności uczniów.

Propozycja planu zajęć

Temat: Zmiany klimatyczne

a) Wprowadzenie do tematu

Czas: 10–15 minut

Aktywność:

Krótkie wprowadzenie teoretyczne, wyjaśnienie celów zajęć oraz omówienie zagadnienia interdyscyplinarnego. Wykorzystanie nagrań wideo, pytań do dyskusji, mapy myśli.

b) Praca w grupach lub zadania projektowe

Czas: 30–40 minut

Aktywność:

Uczniowie pracują w grupach nad określonymi zadaniami związanymi z danym problemem. W zależności od tematu mogą to być zadania obliczeniowe, badawcze, twórcze lub praktyczne.

Zagadnienia do opracowania w zakresie poszczególnych dziedzin:

- geografia: badanie wpływu zmian klimatycznych na różne regiony;
- matematyka: obliczenia dotyczące zmian temperatury, zbieranie danych i tworzenie wykresów;
- biologia: analiza wpływu zmian klimatycznych na różne ekosystemy.

c) Prezentacja wyników

Czas: 20–30 minut

Aktywność:

Uczniowie prezentują wyniki swojej pracy. Mogą to zrobić na forum klasy, korzystając z narzędzi multimedialnych, takich jak PowerPoint, Prezi, Google Slides, plakaty, filmy itp.

d) Podsumowanie zajęć

Czas: 10–15 minut

Aktywność:

Podsumowanie tematu, dyskusja na temat wyników projektów, wnioski oraz refleksje. Można także zaplanować pytania podsumowujące lub krótkie ćwiczenie na zakończenie zajęć, np. quiz lub test sprawdzający.

4. Zastosowanie różnorodnych metod dydaktycznych

Interdyscyplinarne zajęcia powinny łączyć różne metody pracy, by odpowiadały różnym stylom uczenia się poszczególnych uczniów.

Należy wykorzystywać elementy takich metod, jak:

- metoda projektów: uczniowie pracują w grupach nad rozwiązaniem problemu, który wymaga zastosowania wiedzy z różnych dziedzin; istotne jest samodzielne poszukiwanie informacji i wspólne rozwiązywanie problemów;
- metoda problemowa: uczniowie rozwiązują konkretne, rzeczywiste problemy, które angażują różne obszary wiedzy;

- metoda badawcza: uczniowie prowadzą eksperymenty, zbierają dane, analizują wyniki i wyciągają wnioski.
- metoda dyskusji: uczniowie dzielą się swoimi spostrzeżeniami, wymieniają poglądy na temat problemu – to szczególnie wartościowa metoda w projektach interdyscyplinarnych, ponieważ każdy przedmiot dostarcza innej perspektywy.

5. Dostosowanie materiałów edukacyjnych

Materiały edukacyjne muszą zostać opracowane adekwatnie do poziomu uczniów i specyfiki przedmiotów, które są integrowane w projekcie:

- prezentacje multimedialne – do przedstawienia teorii;
- infografiki – tak, by ułatwiały przyswajanie skomplikowanych informacji;
- karty pracy – do rozwiązywania problemów matematycznych lub analizowania danych;
- filmy edukacyjne – tak, by okazały się pomocne przy wyjaśnianiu zagadnień biologicznych lub fizycznych.

6. Wykorzystanie technologii

Nowoczesne technologie wspierają interdyscyplinarne nauczanie poprzez:

- platformy edukacyjne (np. Google Classroom, Microsoft Teams), które umożliwiają dzielenie się materiałami, współpracę w grupach i komunikację online;
- narzędzia do analizy danych (np. Excel, Wolfram Alpha), przydatne w matematyce i naukach przyrodniczych;
- programy do tworzenia prezentacji multimedialnych (np. Canva, Prezi, Google Slides);
- aplikacje do pracy w grupach (takie jak Padlet, Miro czy Trello), umożliwiające wspólne opracowywanie pomysłów i planowanie.

7. Ocena pracy uczniów

W ocenianiu uczniów podczas zajęć interdyscyplinarnych należy uwzględniać różnorodne aspekty, takie jak:

- zaangażowanie i współpraca w grupie;
- kreatywność i oryginalność rozwiązań;
- prezentacja wyników (czy uczniowie potrafili wyjaśnić swoje przemyślenia, czy przedstawili wyniki w sposób przystępny i zrozumieli?);
- wykorzystanie zdobytej wiedzy z zakresu różnych przedmiotów;
- refleksja i wnioski (czy uczniowie potrafili podsumować wyniki i wyciągnąć wnioski z przeprowadzonego projektu?).

8. Refleksja po zajęciach

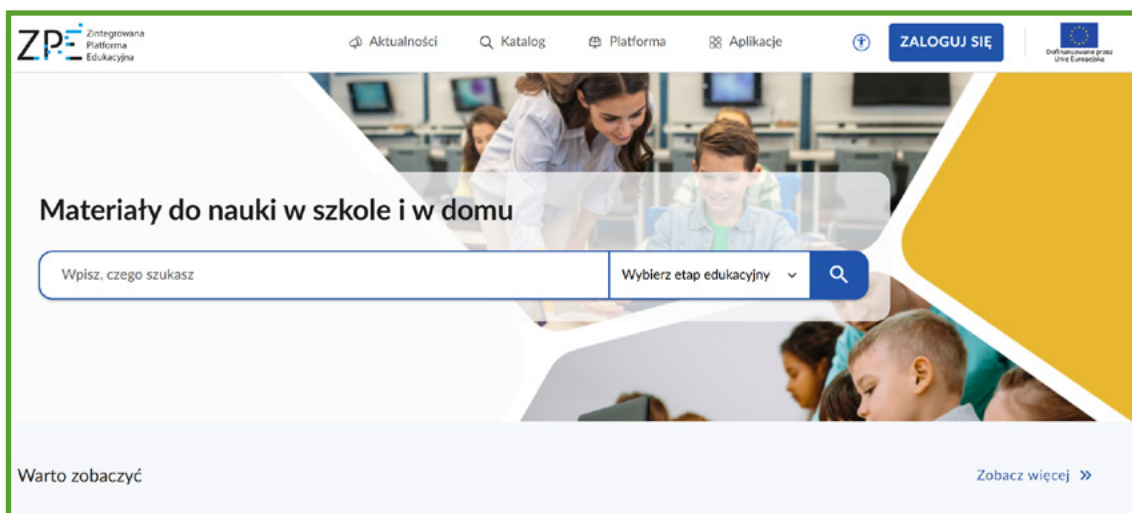
Po zakończeniu zajęć warto zorganizować czas na wspólną refleksję, aby ocenić, co się udało, a co można poprawić.

Warto zadawać pytania typu:

- Co było najtrudniejsze podczas realizacji projektu?
- Jakie umiejętności udało się rozwinąć?
- W jaki sposób wiedza z różnych przedmiotów pomogła w rozwiązaniu problemu?

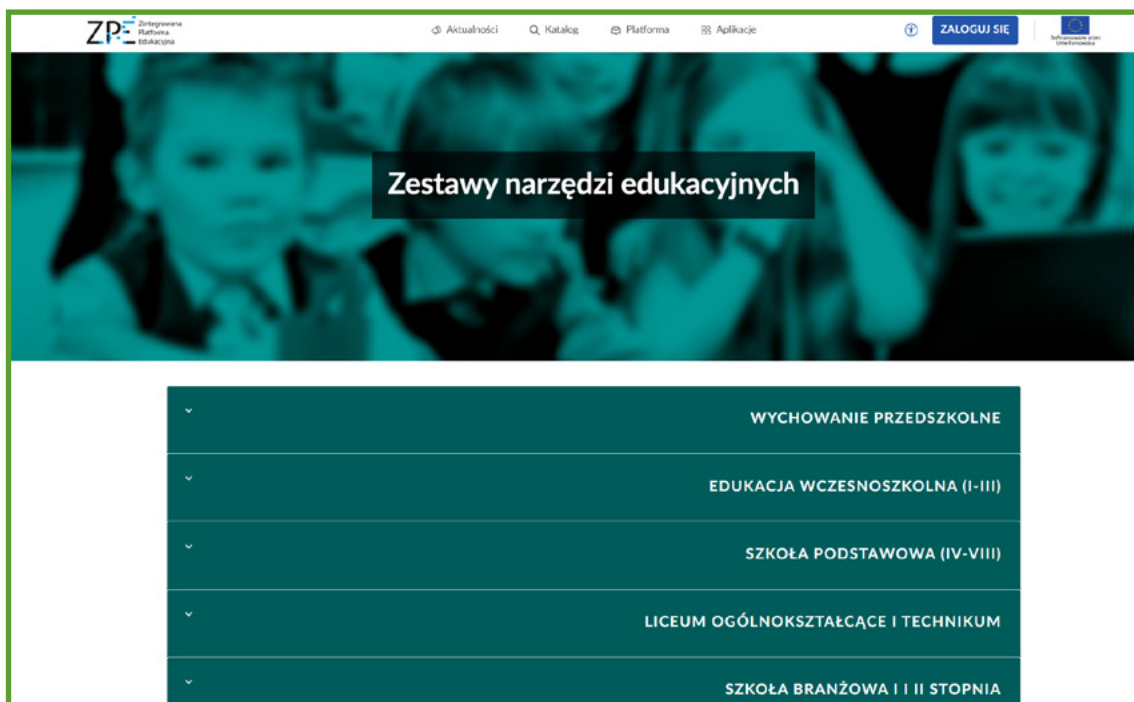
6. Zasoby Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej

Zintegrowana Platforma Edukacyjna (ZPE) to cyfrowe narzędzie edukacyjne udostępniane online przez Ministerstwo Edukacji Narodowej. Celem platformy jest wsparcie uczniów, nauczycieli oraz rodziców w procesie nauczania i uczenia się. Platforma gromadzi w jednym miejscu różnorodne bezpłatne e-materiały do nauki, obejmujące zakres nauczania przedmiotów szkolnych od pierwszej klasy szkoły podstawowej aż po ostatnią klasę szkoły ponadpodstawowej, a także materiały z obszaru wychowania przedszkolnego i pomocy psychologiczno-pedagogicznej. Wszystkie treści, opracowane przez specjalistów, są zgodne z obowiązującą podstawą programową kształcenia ogólnego i zawodowego. Większość z nich ma formę materiałów interaktywnych, które można pobierać na urządzenia i wykorzystywać w dogodny dla siebie sposób. ZPE jako ważny przejaw procesu cyfryzacji zachodzącego w polskiej edukacji wprowadza nowoczesne rozwiązania wspierające zarówno naukę stacjonarną, jak i zdalną.



Ilustracja 1. Zrzut ze strony głównej Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej www.zpe.edu.pl [dostęp: 7.01.2026].

Realizując zagadnienia związane z interdyscyplinarnym podejściem do nauczania, integracją treści nauk przyrodniczych i matematyki, warto skorzystać z bogatych zasobów Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej. W katalogu Zestawów Narzędzi Edukacyjnych znajdziemy gotowe propozycje projektów interdyscyplinarnych.



Ilustracja 2. Zrzut podstrony Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej <https://zpe.gov.pl/zestawy-narzedzi-edukacyjnych> [dostęp: 7.01.2026].

Po wybraniu etapu edukacyjnego i przedmiotu należy otworzyć zasoby dostępne w obrębie zestawów narzędzi edukacyjnych (ZNE).



Ilustracja 3. Widok podstrony Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej z materiałami dla nauczyciela

Na uwagę zasługują także oferowane przez platformę materiały interaktywne, w szczególności wirtualne mikroskopy i wirtualne laboratorium chemii analitycznej, do których użytkownik ma dostęp bezpośrednio ze strony głównej ZPE.



Ilustracja 4. Widok zasobów Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej dostępne ze strony głównej – materiały interaktywne

Użytkownik po zalogowaniu ma możliwość modyfikacji gotowych materiałów oraz tworzenia własnych – dzięki funkcji teczki oraz kreatora, w którym można generować scenariusze, karty pracy i ćwiczenia różnych typów (m.in. testy, krzyżówki, zadania z luką, dobieranie elementów w pary, zadania z użyciem obrazów i plików dźwiękowych). Z użyciem tych zasobów można też przygotowywać kursy. Możliwość zapisywania materiałów pozwala na ich gromadzenie i budowanie własnej bazy pomocy dydaktycznych. Korzystając z platformy, nauczyciel może udostępniać opracowane materiały oraz zarządzać klasą.

E-materiały z zakresu matematyki i przedmiotów przyrodniczych dostępne na ZPE:

- matematyka: <https://zpe.gov.pl/szukaj?query=&stage=E4&subject=Matematyka+LICEUM/TECHNIKUM> [dostęp: 7.01.2026];
- biologia: <https://zpe.gov.pl/szukaj?query=&stage=E4&subject=Biologia+LICEUM/TECHNIKUM> [dostęp: 7.01.2026];
- chemia: <https://zpe.gov.pl/szukaj?query=&stage=E4&subject=Chemia+LICEUM/TECHNIKUM> [dostęp: 7.01.2026];
- fizyka: <https://zpe.gov.pl/szukaj?query=&stage=E4&subject=Fizyka+LICEUM/TECHNIKUM> [dostęp: 7.01.2026];
- geografia: <https://zpe.gov.pl/szukaj?query=&stage=E4&subject=Geografia+LICEUM/TECHNIKUM> [dostęp: 7.01.2026];
- zestawy narzędzi edukacyjnych: <https://zpe.gov.pl/a/zestawy-narzedzi-edukacyjnych/DEPVEEGDD> [dostęp: 7.01.2026];
- scenariusze lekcji: <https://zpe.gov.pl/szukaj?query=&teacherContent=true> [dostęp: 7.01.2026];
- wirtualny mikroskop – pantofelek: <https://zpe.gov.pl/b/pantofelki-w-domu/PH-7gYln3F> [dostęp: 7.01.2026];

- wirtualny mikroskop – tkanka nabłonkowa: <https://zpe.gov.pl/b/wirtualny-mikroskop-tkanka-nablonkowa/PHR9bwsaH> [dostęp: 7.01.2026];
- wirtualne laboratorium – chemia: <https://zpe.gov.pl/a/wirtualne-laboratorium---i/D1wx7200I> [dostęp: 7.01.2026];
- wirtualna wycieczka – laboratorium w zakładzie chemicznym: <https://zpe.gov.pl/b/badania-laboratoryjne/PFvPvCJuT> [dostęp: 7.01.2026].



Część II

Metody i techniki dydaktyczne wspierające interdyscyplinarne podejście w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych

Proces edukacyjny przebiegający w zgodzie z podejściem interdyscyplinarnym, oparty na realizacji projektów integrujących wiedzę, przede wszystkim powinien być odpowiedzią na problem do rozwiązania – musi zatem mieć jasno określone cele. Istotną rolę odgrywają również: właściwe planowanie, dobór materiałów oraz zastosowane metody dydaktyczne. Organizacja i zarządzanie procesem w dużej mierze od zależą od doświadczenia, umiejętności, kreatywności i elastyczności nauczyciela.

1. Metody dydaktyczne wspierające interdyscyplinarne nauczanie-uczenie się

Interdyscyplinarność w edukacji opiera się na przekonaniu, że wiedza nie powinna być ujmowana w sztywne ramy przedmiotowe, lecz ma tworzyć sieć powiązań odzwierciedlających rzeczywistość. W tym kontekście metody nauczania nabierają szczególnego znaczenia, gdyż to właśnie one umożliwiają integrowanie treści z różnych obszarów wiedzy w ramach jednego spójnego procesu dydaktycznego. Wykorzystanie określonych metod nauczania w kontekście interdyscyplinarności pozwala uczniom dostrzegać praktyczne zastosowanie wiedzy, lepiej rozumieć zależności między zjawiskami oraz przygotowuje ich do świadomego działania w dynamicznie zmieniającym się świecie.

Metody nauczania służące interdyscyplinarności:

- metoda projektowa – uczniowie łączą różne dziedziny wiedzy, tworząc wspólny projekt, np. prototyp urządzenia do oszczędzania wody (połączenie fizyki, matematyki, ekologii, technologii);
- łączenie literatury z naukami ścisłymi – uczniowie czytają książki, które opowiadają o przyszłości technologicznej (np. *Rok 1984* George'a Orwella), analizują ich treść w kontekście przewidywanych zmian technologicznych i społecznych;
- debata – organizowanie dyskusji na tematy związane z różnymi dziedzinami wiedzy, np. problematyka wykorzystania sztucznej inteligencji łączy informatykę, etykę, filozofię i socjologię;
- grywalizacja i gamifikacja – uczniowie uczestniczą w zorganizowanej przez nauczyciela rywalizacji lub tworzą grę z fabułą łączącą zagadnienia z różnych dziedzin;
- studium przypadku – uczniowie analizują problem i holistycznie poszukują jego rozwiązania w oparciu o informacje z różnych obszarów.

Dobór metod dydaktycznych odgrywa kluczową rolę w procesie interdyscyplinarnego nauczania-uczenia się. To właśnie dzięki odpowiednio dobranym strategiom możliwe staje się łączenie treści z różnych dziedzin wiedzy w spójną całość, a także angażowanie uczniów w aktywne zdobywanie doświadczeń edukacyjnych. Metody wspierające interdyscyplinarność nie ograniczają się jedynie do przekazywania wiedzy, lecz kładą nacisk na rozwijanie umiejętności analitycznych, krytycznego myślenia, kreatywności oraz współpracy w grupie. Szczególne znaczenie mają te metody, które sprzyjają praktycznemu zastosowaniu wiedzy i ukazują jej powiązania między różnymi przedmiotami. Dzięki wykorzystaniu tych metod proces kształcenia staje się bardziej atrakcyjny, a jednocześnie lepiej przygotowuje uczniów do funkcjonowania w złożonej rzeczywistości XXI wieku.

Nauczanie oparte na problemach (ang. *problem-based learning* – PBL)

- Opis: uczniowie rozwiązują rzeczywiste, złożone problemy, pracując w grupach; nauczyciel pełni rolę mentora, zamiast tradycyjnego wykładowcy, wspierając uczniów w samodzielnym poszukiwaniu odpowiedzi.
- Korzyści: metoda ta rozwija kreatywne myślenie, współpracę i umiejętność rozwiązywania problemów – uczniowie uczą się, jak stosować teorię w praktyce.
- Przykład: uczniowie definiują problem wpływu zmian klimatycznych na określony region, badając zagadnienie z różnych perspektyw: naukowej, społecznej oraz ekonomicznej.

Nauczanie projektowe (ang. *project-based learning* – PBL)

- Opis: uczniowie pracują nad długoterminowym projektem mającym związek z rzeczywistym kontekstem – zgłębiają temat indywidualnie lub zespołowo.
- Korzyści: metoda ta rozwija umiejętności organizacyjne, twórcze myślenie, a także planowanie i prezentację wyników, uczy dbałości o detale i jakość pracy.
- Przykład: tworzenie multimedialnej prezentacji na temat ważnego zagadnienia, z wykorzystaniem różnych źródeł.

Burza mózgów (ang. *brainstorming*)

- Opis: jest to strategia generowania pomysłów, która pozwala uczestnikom wyjść poza typowe ramy myślenia – polega na tym, by nie oceniać pomysłów w trakcie ich zgłaszania, ale skupić się na spontanicznym wymyślaniu.
- Korzyści: metoda ta promuje innowacyjność, umożliwia swobodę twórczą i zachęca do rozważenia różnorodnych rozwiązań danego problemu.
- Przykład: rozpoczynając omawianie zmian technologicznych w edukacji, nauczyciel inicjuje burzę mózgów, aby zebrać jak najwięcej różnorodnych pomysłów i rozwiązań.

Gry fabularne (ang. *role-playing*)

- Opis: uczniowie wcielają się w różne role i odgrywają określone scenariusze, które mogą być związane z rzeczywistymi sytuacjami – ćwiczenie rozwija empatię i kreatywność w podejściu do rozwiązywania problemów.
- Korzyści: metoda ta rozwija współpracę, rozumienie różnych perspektyw oraz umiejętność adaptacji, wzmacnia również zdolność komunikacji i negocjacji.
- Przykład: uczniowie wcielają się w przedstawicieli różnych krajów, którzy negocjują umowę międzynarodową.

Mapa myśli (ang. *mind mapping*)

- Opis: jest to sposób wizualnego przedstawiania informacji – w oparciu o nią uczniowie tworzą mapy myśli, które pomagają im w uporządkowaniu wiedzy, pokazują powiązania między ideami i ułatwiają zapamiętywanie.
- Korzyści: metoda ta sprzyja twórczemu myśleniu, ułatwia analizowanie i porządkowanie informacji, pomaga w rozwiązywaniu problemów w sposób wizualny.
- Przykład: uczniowie tworzą mapę myśli na temat różnych rodzajów energii odnawialnej, uwzględniając ich wpływ na środowisko, ekonomię i społeczeństwo.

Mapowanie doświadczeń uczniów (ang. *experience mapping*)

- Opis: uczniowie zastanawiają się nad swoimi doświadczeniami, emocjami, refleksjami, tworząc mapy, które pomagają im lepiej zrozumieć siebie, poznać własne sposoby uczenia się i myślenia.
- Korzyści: sprzyja refleksji i uczy kreatywnego wyrażania emocji oraz przemyśleń, zwiększa zaangażowanie uczniów w proces uczenia się.
- Przykład: uczniowie rysują mapy doświadczeń związanych z nauką określonego tematu (np. ostatniej zrealizowanej lekcji matematyki), uwzględniając: co im się podobało, co okazało się trudne, co sprawiło im przyjemność.

2. Wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych

Wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej (AR) i wirtualnej (VR) w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych może przynieść wiele korzyści edukacyjnych i znacznie zwiększyć zaangażowanie uczniów oraz skuteczność przyswajania przez nich wiedzy.

AR, czyli rzeczywistość rozszerzona (ang. *augmented reality*), to technologia, która nakłada cyfrowe elementy (np. obrazy, dźwięki, animacje) na obraz rzeczywistego świata, najczęściej za pomocą smartfona, tabletu lub specjalnych okularów.

VR, czyli rzeczywistość wirtualna (ang. *virtual reality*), to technologia, która przenosi użytkownika do całkowicie cyfrowego, wirtualnego świata. Żeby z niej korzystać,

najczęściej używa się specjalnych gogli (np. Oculus, HTC Vive, PlayStation VR). Zakrywają one oczy (często także uszy) i „odcinają” użytkownika od świata rzeczywistego – widzi on trójwymiarowy, komputerowo stworzony świat. Użycie kontrolerów pozwala wchodzić w interakcje z obiektami w tym świecie.

Zastosowanie AR i VR w nauczaniu przedmiotowym:

1) Matematyka

Zastosowanie AR w nauczaniu matematyki:

- wizualizacja brył 3D i ich przekrojów w przestrzeni rzeczywistej;
- zobrazowanie równań i funkcji jako wykresów „w powietrzu”;
- interaktywne plansze i podręczniki, które po zeskanowaniu pokazują modele, animacje lub rozwiązania krok po kroku;
- eksplorowanie geometrii w kontekście rzeczywistym, np. mierzenie długości, kątów, pól powierzchni na realnych obiektach.

Zastosowanie VR w nauczaniu matematyki:

- zanurzenie się w świecie przestrzennym, gdzie można manipulować obiektami matematycznymi (bryły, układy współrzędnych, wektory);
- eksperymentowanie z transformacjami geometrycznymi – obracanie, przesuwanie, skalowanie;
- ćwiczenia logiczno-matematyczne w formie gier VR (np. łamigłówki, escape roomy);
- wirtualne laboratoria matematyczne, w których uczniowie pracują na „żywych” danych i dynamicznych wykresach.

2) Biologia

Zastosowanie AR w nauczaniu biologii:

- wyświetlanie nad podręcznikiem lub ławką modeli komórek, narządów i organizmów, które można obracać, powiększać, rozkładać na części;
- obserwowanie procesów biologicznych (np. mitozy, fotosyntezy, krążenia krwi) w animowanej, przestrzennej formie;
- eksplorowanie anatomii człowieka lub zwierząt z wykorzystaniem aplikacji nakładających układy narządów na ciało;
- praca z rozszerzonymi kartami pracy, na których po zeskanowaniu uczniowie widzą interaktywne ilustracje i modele.

Zastosowanie VR w nauczaniu biologii:

- wirtualne spacerunki po ciele człowieka, wewnątrz komórki, układzie krwionośnym itp.;
- „zanurzenie” w ekosystemach (las, rafa koralowa, pustynia) i obserwowanie organizmów w ich środowisku;

- obserwacja ewolucji lub cykli życiowych w przyspieszonym tempie;
- symulacje doświadczeń biologicznych, np. wirtualne sekcje organizmów;
- nauka anatomii i fizjologii z wykorzystaniem interaktywnych modeli 3D reagujących na działania ucznia.

3) Chemia

Zastosowanie AR w nauczaniu chemii:

- analizowanie trójwymiarowych modeli cząsteczek i atomów – „obracanie” cząsteczek, oglądanie wiązań, struktury, hybrydyzacji;
- animacje reakcji chemicznych nałożonych na kartkę, tablicę lub ławkę;
- wykorzystanie tablicy Mendelejewa w wersji 3D – korzystanie z interaktywnych opisów właściwości i zastosowań pierwiastków;
- skanowanie podręczników/kart pracy ukazujących dodatkowe wizualizacje reakcji lub procesów.

Zastosowanie VR w nauczaniu chemii:

- wirtualne laboratoria chemiczne – wykonywanie bez ryzyka eksperymentów, także tych niebezpiecznych lub kosztownych;
- obserwowanie reakcji na poziomie cząsteczkowym – np. wizualizacja zderzania się reagentów i tworzenia się wiązań;
- eksploracja struktur krystalicznych i siatek przestrzennych, wizualizacja procesów takich jak: rozpuszczanie, dyfuzja, reakcje kwasów z zasadami;
- zapoznanie się z metodami analizy chemicznej (np. miareczkowanie, spektroskopia) w realistycznych warunkach.

4) Fizyka

Zastosowanie AR w nauczaniu fizyki:

- wizualizacja siły pól (grawitacyjnych, magnetycznych, elektrycznych) w przestrzeni wokół obiektów;
- wykorzystywanie interaktywnych modeli układów mechanicznych (takich jak np. dźwignie, bloczki, sprężyny);
- obserwacja rozchodzenia się fal dźwiękowych i świetlnych – ich kierunku, częstotliwości i długości;
- pomiar wielkości fizycznych w czasie rzeczywistym (np. kąta, przyspieszenia, prędkości) za pomocą AR w telefonie;
- użycie rozszerzonych wykresów i danych pomiarowych – np. ruch jednostajnie przyspieszony pokazany nad torem.

Zastosowanie VR w nauczaniu fizyki:

- wirtualne laboratoria fizyczne – wykonywanie bez ryzyka i kosztów doświadczeń z mechaniki, optyki, elektryczności;
- symulacja ruchów planet, satelitów i ciał niebieskich (prawo grawitacji);

- eksperymenty z zakresu optyki – śledzenie promieni świetlnych przez soczewki i zwierciadła;
- obserwacja zjawisk kwantowych i atomowych, których nie da się zobaczyć w rzeczywistości;
- poznawanie zasad dynamiki Newtona poprzez interaktywne zadania ruchowe w VR.

5) Geografia

Zastosowanie AR i VR w nauczaniu geografii:

- wirtualne wycieczki i eksploracja zróżnicowanych przestrzeni – dzięki VR uczniowie mogą „odwiedzać” odległe miejsca, góry, pustynie, dżungle, a także regiony geograficzne trudne lub niemożliwe do odwiedzenia w rzeczywistości;
- symulacje zmian geograficznych – za pomocą AR i VR można śledzić przebieg różnych procesów geograficznych, jak erozja, zmiany klimatyczne, ruchy tektoniczne czy powstawanie wulkanów;
- geografia w edukacji przyrodniczej – AR i VR mogą być używane podczas nauczania o ekosystemach, cyklach hydrologicznych, zmianach klimatycznych i innych zagadnieniach przyrodniczych;
- interaktywne mapy i modele 3D – z pomocą AR uczniowie mogą zobaczyć w interaktywnych aplikacjach trójwymiarowe modele ukształtowania terenu: góry, doliny, wulkany i rozmaite formacje geologiczne;
- zrozumienie układów i map geograficznych – AR może pomóc uczniom w nauce orientowania się na mapach, odczytywania i interpretacji różnych układów geograficznych, takich jak linie długości i szerokości geograficznej, strefy klimatyczne czy granice polityczne.

Przydatność w dydaktyce aplikacji opartych na technologiach AR i VR:

- **Workrooms** – umożliwia współpracę na odległość w wirtualnej przestrzeni, z wykorzystaniem technologii VR (<https://forwork.meta.com/pl/horizon-workrooms/> [dostęp: 8.01.2026]);
- **3D Organon** – umożliwia naukę anatomii na naturalistycznych modelach w technologii VR (<https://www.3dorganon.com/> [dostęp: 8.01.2026]);
- **mondly by Pearson** – oferuje naukę języków obcych w technologii VR (<https://pl.mondly.com/> [dostęp: 8.01.2026]);
- **Google Play: Starlight – Explore the Stars** – interaktywne planetarium wykorzystujące technologię AR (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gyrocade.starlight&hl=pl> [dostęp: 8.01.2026]);
- **stellarium** – multimedialna mapa nieba umożliwiająca obserwowanie gwiazdozbiorów i gwiazd (<https://stellarium.org/pl/> [dostęp: 8.01.2026]);
- **Google Play: Widok mapy Ziemi na żywo** – umożliwia wirtualną wycieczkę po wybranych miejscach na Ziemi w czasie rzeczywistym, korzystając z nagrań

przekazywanych przez kamery internetowe (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.live.earthmap.streetview.livecam&hl=pl> [dostęp: 8.01.2026])

- **Google Play: Physics Toolbox Sensor Suite** – zestaw czujników pozwalających za pomocą telefonu zbierać dane i prowadzić obserwacje w terenie – m.in. akcelerometr, żyroskop, magnetometr, mikrofon, barometr (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite> [dostęp: 8.01.2026]);
- **PhET** – narzędzie udostępniane przez Uniwersytet w Kolorado umożliwiające prowadzenie interaktywnych symulacji z zakresu nauk ścisłych (<https://phet.colorado.edu/> [dostęp: 8.01.2026]);
- **Google Play: AR Alpine Guide** – umożliwia rozpoznawanie z użyciem telefonu szczytów górskich na całym świecie, określanie ich wysokości i odległości (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chuna0.ARyamaNaviU> [dostęp: 8.01.2026]);
- **Google Play: PlantNet Plant Identification** – służy do rozpoznawania gatunków roślin na podstawie fotografii (<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet> [dostęp: 8.01.2026]).

Jako podsumowanie tego rozdziału posłużyć może prezentacja przygotowana z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w aplikacji Gamma (<https://gamma.app/pl> [dostęp: 8.01.2026]). Kolejne slajdy zamieszczono poniżej.



Ilustracja 5. Zrzut ekranu 1. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Ilustracja 6. Zrzut ekranu 2. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Ilustracja 7. Zrzut ekranu 3. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Przykład: Prisms – VR w nauczaniu algebry i geometrii

„Pandemia ujawniła, jak trudno uczniom zrozumieć wzrost wykładniczy. VR pozwala im doświadczać matematyki w realnych kontekstach, jak rozprzestrzenianie się wirusa”
– Anurupa Ganguly, CEO Prisms


5000	60
Zestawów VR	Szkół
wdrożonych w szkołach dzięki platformie zarządzającej ManageXR	korzystających z rozwiązań Prisms na całym świecie


Ilustracja 8. Zrzut ekranu 4. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma




Jak AR wspiera rozwój rozumowania matematycznego?

Projekt AR4MATH w praktyce

- 

Manipulacja 3D
Uczniowie mogą obracać, przenosić i przekształcać obiekty matematyczne w czasie rzeczywistym, co pogłębia zrozumienie geometrii i algebry
- 

Wizualizacja dynamiczna
Obserwacja zmian funkcji matematycznych, wzrostu wykładniczego i zjawisk przyrodniczych w ruchu i w czasie
- 

Natychmiastowa informacja zwrotna
System AR reaguje na działania ucznia w czasie rzeczywistym, korygując błędy i wzmacniając poprawne rozumowanie

Ilustracja 9. Zrzut ekranu 5. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Ilustracja 10. Zrzut ekranu 6. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Ilustracja 11. Zrzut ekranu 7. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Korzyści z wykorzystania AR/VR w nauczaniu

- Lepsze zrozumienie**
 Immersyjne doświadczenia znacząco poprawiają zrozumienie i długotrwałe zapamiętywanie trudnych zagadnień matematycznych i przyrodniczych
- Rozwój kompetencji**
 Stymulacja kreatywności, krytycznego myślenia i umiejętności rozwiązywania problemów przez interaktywne eksperymenty
- Przygotowanie do przyszłości**
 Budowanie solidnych fundamentów dla przyszłych karier w dziedzinach STEM przez praktyczne doświadczenie z nowoczesnymi technologiami

Ilustracja 12. Zrzut ekranu 8. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Wyzwania i przyszłość AR/VR w edukacji

- 1 — Obecne wyzwania**
 Konieczność znacznych inwestycji w nowoczesny sprzęt VR/AR oraz kompleksowe szkolenia nauczycieli w zakresie nowych technologii
- 2 — Potencjał skalowania**
 Możliwości personalizacji nauczania i dostosowania do indywidualnych potrzeb każdego ucznia w dużej skali
- 3 — Integracja z programem**
 Harmonijne łączenie technologii AR/VR z tradycyjnym programem nauczania i rozwój innowacyjnych metod dydaktycznych

Ilustracja 13. Zrzut ekranu 9. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma



Ilustracja 14. Zrzut ekranu 10. slajdu prezentacji *AR/VR w nauczaniu matematyki i przedmiotów przyrodniczych* wygenerowanej w aplikacji Gamma

W dobie szybkiego rozwoju sztucznej inteligencji coraz większą popularność zyskują narzędzia, które wspierają użytkowników w tworzeniu treści wizualnych i tekstowych. Jednym z takich rozwiązań jest Gamma – innowacyjna aplikacja online, pozwalająca w prosty i szybki sposób generować prezentacje, strony internetowe czy dokumenty. Dzięki wykorzystaniu AI użytkownik nie musi posiadać specjalistycznych umiejętności graficznych, aby uzyskać estetyczny i profesjonalny efekt. Gamma łączy w sobie funkcjonalność edytora treści, generatora grafiki i narzędzia do współpracy, stając się praktycznym wsparciem zarówno dla uczniów i nauczycieli, jak i przedsiębiorców czy twórców internetowych.

Najważniejsze możliwości aplikacji Gamma:

- generowanie na podstawie promptu – wystarczy opis zadania, temat lub wskazówki – AI generuje szkic/strukturę/layout;
- gotowe szablony i style – platforma oferuje łatwe do zastosowania motywy, style graficzne i układy pozwalające uzyskać przyjemny, estetyczny wygląd generowanych materiałów;
- edytowalność i personalizacja – chociaż treść i wygląd są generowane automatycznie, użytkownik może je modyfikować: zmieniać układ, styl, grafiki, treść, kolory, czcionki, wybierając spośród dostępnych opcji;

- eksport i dzielenie się – wytworzone prezentacje można eksportować do plików (programów PowerPoint, Google Slides czy Adobe), a także publikować je jako strony www albo udostępniać prowadzące do nich linki;
- umożliwianie współpracy – w wersjach płatnych i na wyższych poziomach użytkowania dostępna jest funkcja pracy zespołowej, dodawania komentarzy, wspólnego edytowania;
- wbudowane narzędzia AI – oferują generowanie obrazów, automatyczne sugerowanie layoutu, pomoc w dopasowaniu stylu, tonacji, możliwość przekształcania tekstu (np. dokonywania poprawek skrótów, zmiany tonu komunikacji).

3. Edukacja z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

Dynamiczny rozwój nowych technologii, w tym opartych na sztucznej inteligencji (AI) wyznacza nowy trend w edukacji. Integrację narzędzi technologicznych w procesach edukacyjnych opisuje model SAMR Rubena Puentedury. SAMR to skrótowiec utworzony z pierwszych liter wyrazów w języku angielskim określających poziom wykorzystania technologii w procesie nauczania-uczenia się.

Poziomy wdrażania technologii:

1. **Substitution** (podstawienie) – technologia zastępuje tradycyjne narzędzie bez istotnej zmiany funkcji.
2. **Augmentation** (rozszerzenie) – technologia zastępuje narzędzie, powodując pewne ulepszenie funkcjonalności.
3. **Modification** (modyfikowanie) – technologia znacząco zmienia sposób wykonania zadania.
4. **Redefinition** (redefinicja) – technologia umożliwia wykonywanie zupełnie nowych zadań, niemożliwych do realizacji bez jej użycia.

Zastosowania sztucznej inteligencji (AI) w nauczaniu interdyscyplinarnym:

- analiza i integracja danych z rozmaitych źródeł;
- wykrywanie zależności i korelacji między zjawiskami z różnych dziedzin;
- personalizacja procesu nauczania;
- tworzenie interaktywnych i adaptacyjnych materiałów dydaktycznych;
- wspieranie pracy projektowej uczniów i nauczycieli;
- automatyczne ocenianie i udzielanie informacji zwrotnej;
- generowanie treści edukacyjnych dostosowanych do kontekstu;
- wspomaganie myślenia krytycznego i systemowego;
- symulowanie przebiegu złożonych procesów interdyscyplinarnych;
- wspieranie kompetencji przyszłości (np. rozwiązywania problemów, kreatywności, współpracy);
- generowanie obrazów;
- tłumaczenie i przekształcanie informacji (np. z języka naukowego na potoczny);

- monitorowanie postępów uczniów w różnych dziedzinach równocześnie;
- tworzenie środowisk służących symulacji i eksploracji (np. wirtualne laboratoria);
- rekomendowanie ścieżek edukacyjnych na podstawie zainteresowań interdyscyplinarnych;
- wsparcie w rozwiązywaniu problemów z niedoborem zasobów edukacyjnych poprzez automatyczne generowanie treści;
- analiza emocji i zaangażowania uczniów podczas różnego rodzaju aktywności;
- rozpoznawanie luk kompetencyjnych w kontekście międzyprzedmiotowym;
- wsparcie nauczycieli w planowaniu zajęć interdyscyplinarnych (np. dobór tematów, narzędzi, metod);
- tworzenie inteligentnych asystentów edukacyjnych dla uczniów i nauczycieli.

Projekt edukacyjny: Analiza jakości powietrza w Warszawie z wykorzystaniem AI

Cele projektu:

1. Zrozumienie wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie i środowisko.
2. Rozwijanie umiejętności analizy danych i korzystania z narzędzi AI w kontekście nauk przyrodniczych i matematycznych.
3. Kształtowanie postaw proekologicznych i odpowiedzialności za jakość środowiska.

Integrowane przedmioty:

- matematyka,
- biologia,
- geografia,
- informatyka.

Etapy realizacji projektu:

1. Zbieranie danych

- Źródło danych: informacje z czujników smogu dostępne na platformie Warszawa 19115, które obejmują stężenia pyłów zawieszonych PM10, PM2.5 oraz innych zanieczyszczeń.
- Zakres danych: pomiar stężenia zanieczyszczeń powietrza w różnych lokalizacjach Warszawy w czasie rzeczywistym.

Uczniowie korzystają z map jakości powietrza w Warszawie dostępnych online (np. IQAir lub Warszawski Indeks Powietrza). Wybierają kilka miejsc w Warszawie i zapisują w tabeli odnotowane w tych lokalizacjach wartości pyłów PM2,5 i PM10.

2. Analiza danych

- W zakresie matematyki: obliczanie średnich, odchyłeń standardowych i tworzenie wykresów przedstawiających zmiany stężenia zanieczyszczeń w czasie.

- W zakresie biologii: analiza wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi i ekosystemy.
- W zakresie geografii: badanie zależności między lokalizacją czujników a poziomem zanieczyszczeń (np. obszary przemysłowe vs. tereny zielone).

3. Wykorzystanie AI do prognozowania

- Narzędzie AI: użycie prostych modeli AI dostępnych w aplikacjach edukacyjnych lub na platformach kodujących i przetwarzających dane (np. Google Colab) do analizy pozyskanych wartości i prognozowania stężenia zanieczyszczeń w przyszłości.
- Działania uczniów: wprowadzenie danych do modelu, interpretacja wyników prognoz i ocena ich dokładności.

Uczniowie korzystają z modelu AI do analizy danych z czujników smogu w Warszawie. Na podstawie danych wejściowych, takich jak stężenie pyłów PM2.5 i PM10, model AI prognozuje poziom zanieczyszczeń powietrza w kolejnych dniach. Uczniowie porównują te prognozy z rzeczywistymi danymi i oceniają skuteczność modelu.

4. Prezentacja wyników

- Forma prezentacji: przygotowanie raportu i prezentacji multimedialnej przedstawiającej wyniki analizy i prognoz.
- Elementy prezentacji: wykresy i tabele przedstawiające dane, mapy zanieczyszczeń powietrza w różnych lokalizacjach na terenie Warszawy, wnioski dotyczące wpływu jakości powietrza na zdrowie i środowisko.

Pomocnicze materiały i źródła danych:

- Warszawski Indeks Powietrza – platforma IoT: <https://iot.warszawa.pl/> [dostęp: 9.01.2026];
- Miejskie Centrum Kontaktu Warszawa 19115: <https://warszawa19115.pl/> [dostęp: 9.01.2026];
- IQAir – mapa jakości powietrza w Warszawie: <https://www.iqair.com/pl/air-quality-map/poland/mazovia/warsaw> [dostęp: 9.01.2026];
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska – dane na temat jakości powietrza: <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current> [dostęp: 9.01.2026];
- Google Colab – platforma do analizy danych: <https://colab.research.google.com/> [dostęp: 9.01.2026].

Te same narzędzia i źródła pozwalają na generowanie danych dotyczących innych miast w Polsce i na świecie – ich zakres zależy od konkretnej platformy, np.:

- Mapa IQAir – umożliwia sprawdzenie jakości powietrza w setkach miast na całym świecie;

- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska / strona www.powietrze.gov.pl – dane dotyczą wyłącznie polskich stacji pomiarowych;
- OpenWeatherMap / AirVisual API – pozwalają na pozyskiwanie danych globalnych i tworzenie własnych analiz.

Uczniowie mogą zrealizować podobny projekt w dowolnym mieście i analizować zarówno lokalne, jak i międzynarodowe dane na temat jakości powietrza.

ChatGPT (lub podobne narzędzie AI) może pomóc uczniom w przygotowaniu raportu z realizacji projektu dotyczącego jakości powietrza. Poniżej przykład wykorzystujący konkretne dane dotyczące Warszawy.

Przykład przygotowania raportu z wykorzystaniem sztucznej inteligencji

1. Zebranie danych

Uczniowie korzystają z platform takich jak:

- Warszawski Indeks Powietrza,
- IQAir – Warszawa.

Zebrane informacje zostają uporządkowane. Przykładowe dane dotyczące Warszawy prezentuje poniższa tabela (zawarte tu wartości są fikcyjne).

Tabela 2. Stężenie pyłów w wybranych dzielnicach Warszawy

Dzielnica	PM _{2,5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	Data
Śródmieście	35	50	10.04.2025
Mokotów	25	40	10.04.2025
Praga-Północ	40	55	10.04.2025

Źródło: opracowanie własne autorki.

2. Analiza danych

Wykorzystanie AI do:

- obliczenia średnich wartości stężenia PM_{2,5} i PM₁₀ w mieście;
- stworzenia prostego opisu trendów: np. „Średni poziom PM_{2,5} w Warszawie wynosi 33,3 µg/m³, najwyższy odnotowano w obrębie Pragi-Północ”.
- wskazania potencjalnych zależności: np. wyższe zanieczyszczenie w dzielnicach gęsto zaludnionych lub przemysłowych.

3. Generowanie raportu

Uczniowie mogą wkleić dane do ChatGPT i poprosić o wygenerowanie raportu, formułując odpowiednie polecenie. Przykładowy prompt: „Na podstawie poniższej tabeli danych o jakości powietrza w Warszawie przygotuj raport dla szkoły podstawowej. Raport powinien zawierać wstęp, analizę danych, wnioski i propozycje działań proekologicznych. Tabelę włącz do raportu”.

Przykładowy fragment raportu wygenerowanego przez AI:

Raport o jakości powietrza w Warszawie – 10.04.2025

Wstęp:

Celem raportu jest analiza jakości powietrza w wybranych dzielnicach Warszawy oraz wskazanie miejsc o największym zanieczyszczeniu powietrza. Dane pochodzą z czujników monitorujących pyły PM_{2,5} i PM₁₀.

Analiza danych:

- Średni poziom PM_{2,5} wynosi 33,3 µg/m³, najwyższy w Pradze-Północ (40 µg/m³), najniższy na Mokotowie (25 µg/m³).
- Średni poziom PM₁₀ wynosi 48,3 µg/m³, najwyższy w Śródmieściu (50 µg/m³), najniższy na Mokotowie (40 µg/m³).
- Zanieczyszczenie powietrza jest wyższe w dzielnicach centralnych i gęsto zaludnionych, co może wynikać z natężenia ruchu ulicznego i emisji przemysłowych.

Wnioski:

1. W niektórych dzielnicach w powietrzu zostały przekroczone dopuszczalne normy stężenia pyłów PM_{2,5} i PM₁₀. Zanieczyszczenie powietrza w Warszawie przekracza zalecane normy, co może negatywnie wpływać na zdrowie mieszkańców.
2. Dzielnice o większym natężeniu ruchu i działalności przemysłowej, takie jak Śródmieście i Praga-Północ, mają wyższe stężenia pyłów zawieszonych.

Propozycje działań proekologicznych:

1. Sadzenie większej liczby drzew w centrach miast.
2. Promowanie transportu publicznego i rowerowego.
3. Edukacja mieszkańców w zakresie wpływu zanieczyszczeń na zdrowie.

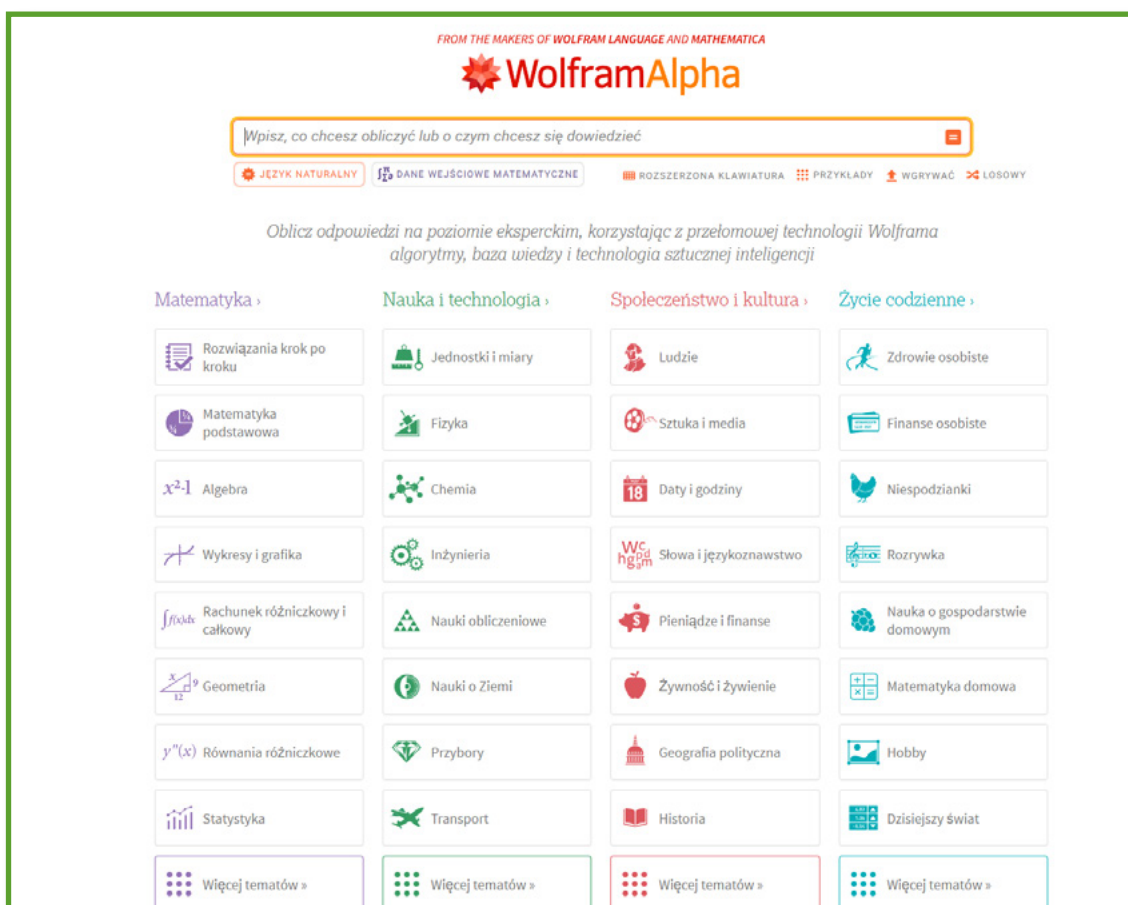
Wykorzystanie AI w analizie danych środowiskowych pozwala na szybsze i dokładniejsze identyfikowanie obszarów wymagających interwencji.

Na uwagę zasługuje publikacja przygotowana w ramach projektu „Prowadzenie i rozwój Zintegrowanego Rejestru Kwalifikacji (etap 2)”, realizowanego przez Instytut

Badań Edukacyjnych na zlecenie Ministerstwa Edukacji Narodowej, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego „Wiedza, Edukacja, Rozwój” pn.: *Sztuczna inteligencja (AI) jako megatrend kształtujący edukację. Jak przygotować się na szanse i wyzwania społeczno-gospodarcze związane ze sztuczną inteligencją?* Omawia ona obszary zastosowania nowych technologii oraz ich wpływu na kompetencje ludzi: <https://kwalifikacje.edu.pl/wp-content/uploads/Sztuczna-inteligencja-jako-megatrend-ksztaltujacy-edukacje.pdf> [dostęp: 9.01.2026].

4. Narzędzia Wolfram Alpha jako wsparcie w nauczaniu-uczeniu się matematyki, biologii, geografii, fizyki i chemii

Wolfram Alpha to system odpowiadający na pytania na podstawie wiedzy naukowej. Ogromna wewnętrzna baza wiedzy pozwala na dokonywanie obliczeń i udzielanie odpowiedzi na pytania z zakresu matematyki, nauk przyrodniczych, technologii wiedzy o społeczeństwie i życia codziennego. Może także generować wykresy, tabele, analizy statystyczne, porównywać dane (np. populacje krajów, wartości ekonomiczne). W kontekście życia codziennego Wolfram Alpha może generować odpowiedzi dotyczące m.in. zdrowia osobistego, finansów osobistych, matematyki domowej, rozrywki czy gospodarstwa domowego.



Ilustracja 15. Zrzut ekranu strony głównej Wolfram Alpha <https://www.wolframalpha.com/> [dostęp: 12.01.2026].

Wolfram Alpha pomaga nauczycielom przyspieszyć dokonywanie obliczeń, ułatwia wizualizację danych, wspiera realizowanie interdyscyplinarnych projektów oraz dostarcza uczniom narzędzi do samodzielnej analizy i eksperymentowania. W nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych mogą wykorzystać ją na różnych płaszczyznach.

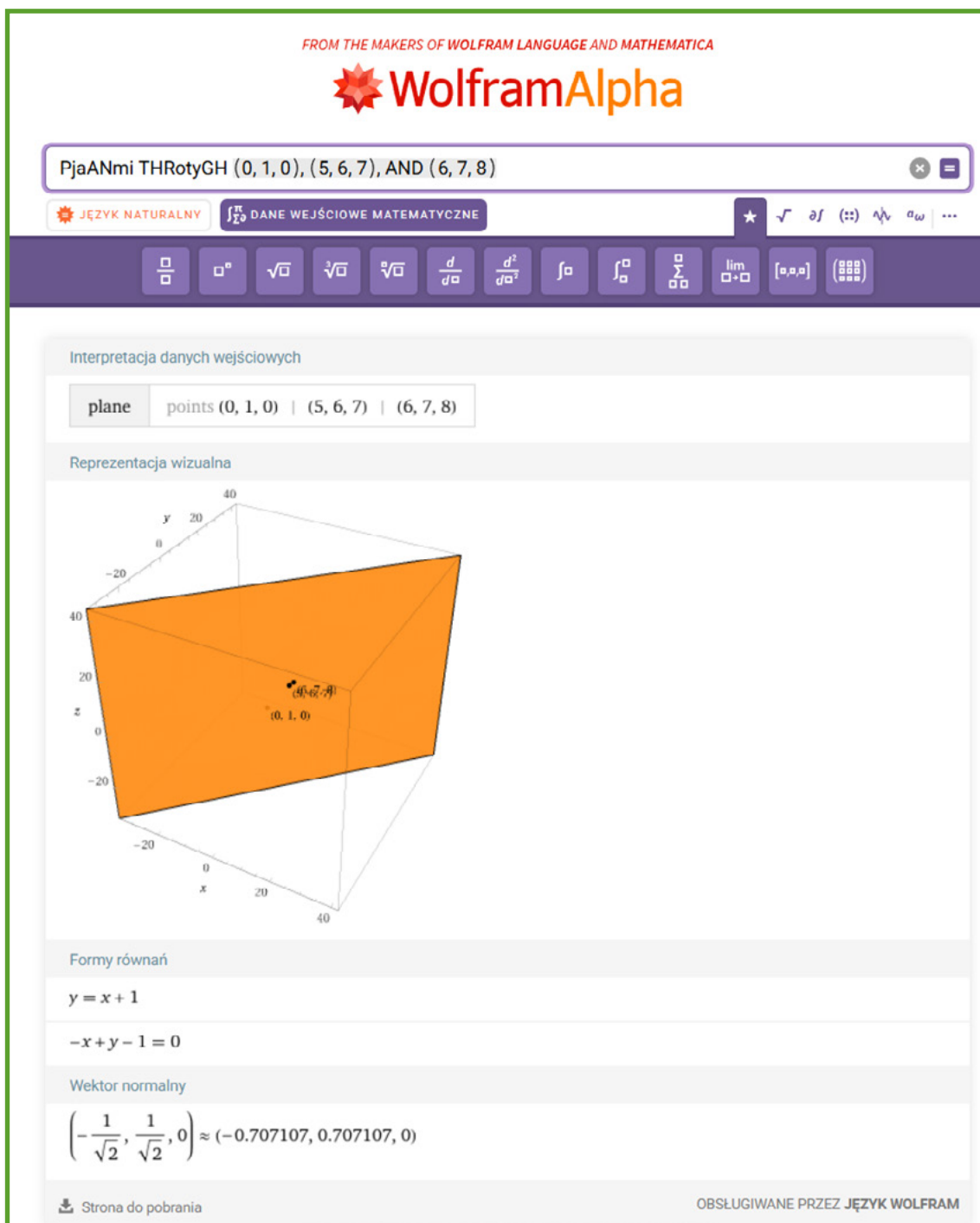
Obszary zastosowania narzędzi Wolfram Alpha

1. Rozwiązywanie i analizowanie problemów matematycznych:
 - automatyczne obliczanie równań algebraicznych, różniczkowych, całkowych i statystycznych;
 - generowanie rozwiązań „krok po kroku” możliwych do wykorzystania jako materiał dydaktyczny lub przykład do omówienia z klasą.
2. Wizualizacja danych i funkcji:
 - tworzenie wykresów funkcji, diagramów i schematów, które pomagają w zrozumieniu zależności matematycznych i przyrodniczych;
 - analiza zależności w eksperymentach chemicznych, fizycznych czy biologicznych w formie graficznej.
3. Interdyscyplinarne projekty i badania:
 - umożliwianie analizy danych z zakresu fizyki, chemii, inżynierii, nauk o Ziemi czy transportu;
 - możliwość realizacji zadań projektowych, w których uczniowie zbierają dane (np. dotyczące temperatury, ciśnienia, zanieczyszczenia powietrza) i analizują je przy użyciu narzędzia.
4. Wsparcie w nauce poprzez naturalny język:
 - możliwość wpisywania pytań w języku naturalnym, np. „Jak zmienia się stężenie tlenu przy wzroście temperatury?” i otrzymywania odpowiedzi opartych na obliczeniach i danych naukowych;
 - wprowadzanie uczniów w samodzielne badania i naukę krytycznej analizy wyników.
5. Przygotowanie materiałów dydaktycznych:
 - generowanie gotowych pomocy m.in. takich jak przykłady do lekcji, zestawy zadań lub wizualizacje do prezentacji;
 - możliwość szybkiego porównania wyników z różnych dziedzin STEAM w jednym narzędziu.

Możliwości systemu Wolfram Alpha zaprezentowano poniżej na wybranych przykładach z zakresu matematyki i chemii.

Przykładowe zadania z matematyki

Zadanie 1. Oblicz równanie i narysuj wykres płaszczyzny w 3D. Określ płaszczyznę przechodzącą przez trzy punkty: $(0, 1, 0)$, $(5, 6, 7)$, $(6, 7, 8)$.



Ilustracja 16. Rozwiązanie zadania 1. wygenerowane przez system Wolfram Alpha

Zadanie 2. Rozłóż podany wielomian na czynniki.

FROM THE MAKERS OF WOLFRAM LANGUAGE AND MATHEMATICA

WolframAlpha

czynnik $2x^5 - 19x^4 + 58x^3 - 67x^2 + 56x - 48$

JEZYK NATURALNY DANE WEJŚCIOWE MATEMATYCZNE ROZSZERZONA KLAWIATURA PRZYKŁADY WGRYWAĆ

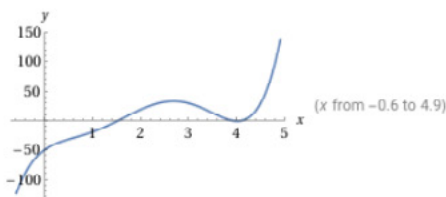
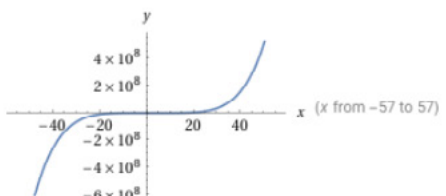
Interpretacja danych wejściowych

factor $2x^5 - 19x^4 + 58x^3 - 67x^2 + 56x - 48$

Wynik Rozwiązanie krok po kroku

$(2x - 3)(x - 4)^2(x^2 + 1)$

Działka

Rozkład na czynniki złożone

$(x - 4)^2(x - i)(x + i)(2x - 3)$

Faktoryzacje na ciałach skończonych

GF(2) $x^2(x + 1)^2$

ORSI LIGIWANF PR7F7 JĘZYK WOLFRAM

Ilustracja 17. Rozwiązanie zadania 2. wygenerowane przez system Wolfram Alpha

Przykładowy problem z zakresu chemiiOkreśl nazwę i cechy związku chemicznego na podstawie jego wzoru $(\text{HO})\text{C}_6\text{H}_2(\text{OCH}_3)\text{CHO}$.

FROM THE MAKERS OF WOLFRAM LANGUAGE AND MATHEMATICA

WolframAlpha

InChI=1/C8H8O3/c1-11-8-4-6(5-9)2-3-7(8)10/h2-5,10H,1H3

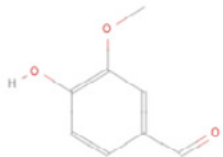
Interpretacja danych wejściowych

vanillin

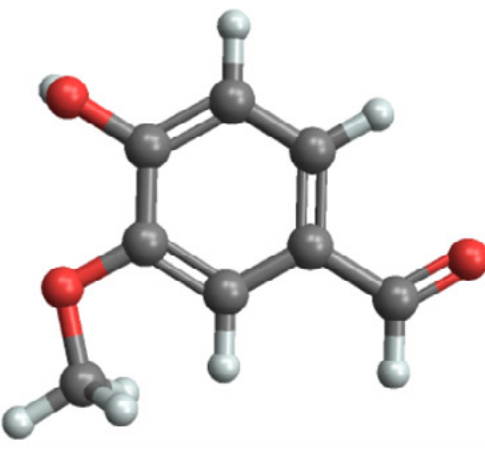
Nazwy i wzory chemiczne

formuła	$(\text{HO})\text{C}_6\text{H}_2(\text{OCH}_3)\text{CHO}$
Hill formuła	$\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$
name	vanillin
IUPAC name	4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde

Schemat struktury



Struktura 3D



Podstawowe właściwości

Ilustracja 18. Rozwiązanie problemu z zakresu chemii wygenerowane przez system Wolfram Alpha

Rozwiązanie wygenerowane przez system jest szczegółowe i uwzględnia wiele aspektów.

Podstawowe właściwości
 Krok po kroku

molar mass	152.15 g/mol
phase	solid (at STP)
melting point T_m	82 °C
boiling point T_b	170 °C (measured at 2000 Pa)
mass density	1.056 g/cm ³

[Jednostki >](#)

Właściwości stałe (w warunkach STP)

mass density	1.056 g/cm ³
vapor pressure	0.009998 mmHg
refractive index	1.555

Właściwości termodynamiczne [Więcej](#)

specific heat of vaporization $\Delta_{\text{vap}}h$	0.357 kJ/g
specific heat of combustion $\Delta_c h$	12.16 kJ/g

(properties at standard conditions)

[Jednostki >](#)

Identyfikatory chemiczne [Więcej](#)

CAS registry number	121-33-5
Beilstein number	472792
PubChem compound ID	1183
PubChem substance ID	24900708
SMILES identifier	<chem>COC1=C(C=CC(=C1)C=O)O</chem>

Ilustracja 19. Dalszy ciąg rozwiązania problemu z zakresu chemii wygenerowanego przez system Wolfram Alpha

Poza podaniem podstawowych informacji na temat danego związku chemicznego system ocenia jego właściwości mogące stanowić zagrożenie dla człowieka.

The screenshot displays the 'Etykieta NFPA' (NFPA Label) section of a Wolfram Alpha result. It includes a hazard diamond icon and a table of safety properties. Below this, the 'Właściwości toksyczne' (Toxicological Properties) section lists RTECS classes: mutagen, reproductive effector, and natural product. The interface also shows source links and the text 'OBSŁUGIWANE PRZEZ JĘZYK WOLFRAM'.

Właściwości bezpieczeństwa	
flash point	118 °C
autoignition point	400 °C
lower explosive limit	1.2% (concentration in air)
upper explosive limit	8.8% (concentration in air)

Właściwości toksyczne

RTECS classes: **mutagen** | reproductive effector | natural product

Źródła | Strona do pobrania

OBSŁUGIWANE PRZEZ JĘZYK WOLFRAM

Ilustracja 20. Dalszy ciąg rozwiązania problemu z zakresu chemii wygenerowanego przez system Wolfram Alpha

5. Metoda STEAM – efektywne praktyki dydaktyczne

Pod akronimem STEAM kryją się:

- **science** – nauki przyrodnicze (badanie świata przyrody poprzez obserwacje i doświadczenia; analiza zagadnień z zakresu m.in. biologii, chemii, fizyki, geografii);
- **technology** – technologia (wykorzystywanie narzędzi cyfrowych m.in. do dokumentowania pracy, wizualizowania, eksperymentowania i analizowania informacji);
- **engineering** – inżynieria (nauka poprzez działanie, czyli np. projektowanie, majsterkowanie, budowanie, tworzenie konstrukcji i obiektów);
- **art** – czyli sztuka (wykorzystywanie wyobraźni i kreatywności do tworzenia różnorodnych prac artystycznych, np. plastycznych, teatralnych, multimedialnych);
- **maths** – matematyka (odniesienie do matematyki jako wspólnego mianownika działań, np. liczenie, analizowanie danych).

Podejście STEAM oznacza interdyscyplinarność działań budowaną z wykorzystaniem pracy problemowej i projektowej. Jego cel to nie tylko przyswajanie wiedzy, lecz także rozwijanie kompetencji kluczowych, takich jak kreatywność, współpraca, rozwiązywanie problemów czy krytyczne myślenie. W tym ujęciu nie jest konieczne uwzględnianie wszystkich spośród ww. obszarów w każdym podejmowanym działaniu, ważne natomiast, by aspekty interdyscyplinarne i problemowe były dominujące.

Wprowadzenie projektów STEAM w szkołach wymaga jednak przemyślanej organizacji i realizowania przez nauczyciela kolejnych etapów działań. Organizując pracę zgodnie z podejściem STEAM, warto wziąć pod uwagę sprawdzone rozwiązania, które ułatwiają planowanie i realizację projektów interdyscyplinarnych.

Schemat wdrażania STEAM:

Krok 1. Znajdź ciekawy temat łączący kilka dziedzin w obrębie STEAM, który może zainteresować uczniów.

Krok 2. Określ cele lekcji i umiejętności, które uczniowie mają zdobyć lub rozwinąć – np. takie jak kreatywność i współpraca.

Krok 3. Wybierz metody pracy i narzędzia, które pomogą uczniom aktywnie uczestniczyć w zajęciach, np. eksperymenty, projekty, proste aplikacje edukacyjne lub AI.

Krok 4. Przygotuj potrzebne materiały i instrukcje dla uczniów, w tym szablony lub zestawy do eksperymentów.

Krok 5. Podziel uczniów na grupy i przypisz im lub pozwól wybrać role; ustal harmonogram pracy nad projektem.

Krok 6. Wspieraj uczniów podczas realizacji projektu, odpowiadaj na pytania i pomagaj w rozwiązywaniu trudniejszych zadań.

Krok 7. Poproś uczniów o prezentację wyników projektu i omówcie wspólnie wnioski oraz proces pracy.

Inspiracje do projektów z wykorzystaniem STEAM:

1. Jak prowadzić zajęcia oparte na STEAM?

Artykuł zamieszczony na stronie www.steamabc.edu.pl: Bigaj-Kisala M., (2024), *Lekcje pełne śmiechu: STEAM i nauczanie projektowe*: <https://steamabc.edu.pl/lekcje-pelne-smiechu-steam-i-nauczanie-projektowe/> [dostęp: 12.01.2026] – praktyczne przykłady lekcji, które łączą zagadnienia z zakresu nauk ścisłych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki w formie projektów angażujących uczniów i składających się do kreatywnej zabawy.

2. STEAM-owy projekt w mojej szkole – jak to zrobić?

Teksty opublikowane na stronie www.streamedukacja.pl: *Przestrzeń STEAM. Interaktywna przestrzeń do kreatywnej nauki*: <https://streamedukacja.pl/przestrzen-szkola/> i *Model STREAM. Czym jest metodyka STREAM?*: <https://streamedukacja.pl/model-steam/>

[dostęp: 12.01.2026] – pokazujące krok po kroku, jak wprowadzić projekty STEAM w szkolnej praktyce, w tym organizację zajęć, planowanie projektów i dobór metod aktywizujących.

3. Projekt badawczo-rozwojowy Road-STEAMer

Informacje o projekcie na stronie Centrum Nauki Kopernik: <https://www.kopernik.org.pl/projekty-badawczo-rozwojowe/road-steamer> [dostęp: 13.01.2026].

Innowacyjny projekt edukacyjny w formie mobilnego laboratorium, który pokazuje, jak uczniowie mogą realizować doświadczenia i eksperymenty STEAM w praktyce, zarówno w szkole, jak i w terenie.

6. Przykładowy scenariusz wykorzystujący interdyscyplinarne metody w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych

Temat projektu interdyscyplinarnego: Zastosowania logarytmów w nauce, technologii, przyrodzie i codziennym życiu.

Cel projektu: zrozumienie, w jaki sposób logarytmy są wykorzystywane w różnych dziedzinach życia, w nauce, technologii oraz jak przejawiają się w zjawiskach typowych dla środowiska naturalnego.

Uczniowie badają zastosowania logarytmów w matematyce, fizyce, biologii, chemii, geografii i innych dziedzinach, tworząc raporty i prezentacje multimedialne, które uwzględniają wielodyscyplinarne podejście do problemu.

Poziom zaawansowania: projekt może być realizowany na poziomie szkoły ponadpodstawowej (liceum, technikum), z możliwością jego modyfikacji i dostosowania do potrzeb i predyspozycji młodszych uczniów.

Integrowane dziedziny:

- **matematyka** – teoria logarytmów, operacje na logarytmach, podstawowe wzory logarytmiczne;
- **fizyka** – wykorzystanie logarytmów w fizyce (np. skale logarytmiczne w pomiarach dźwięku, energii, rozpadów radioaktywnych);
- **biologia** – zastosowanie logarytmów do przewidywania przebiegu procesów biologicznych (np. takich jak przyrost populacji, rozpad substancji chemicznych w organizmach);
- **chemia** – zastosowanie logarytmów w kontekście właściwości i zachowania się związków chemicznych (np. w obliczeniach pH, reakcjach chemicznych, kinetyce chemicznej);

- **geografia** – przydatność logarytmów w analizach geograficznych (np. podczas konstruowania skali wysokości terenu czy pomiarów intensywności trzęsień ziemi).

Etapy projektu

I. Wprowadzenie teoretyczne (matematyka):

Cel: wprowadzenie do wiedzy o logarytmach – definicje, wzory, operacje na logarytmach.

Opis działań: nauczyciel matematyki wyjaśnia podstawowe zagadnienia i pojęcia dotyczące logarytmów, takie jak logarytmy dziesiętne i naturalne, prawa logarytmów oraz ich właściwości.

Zadania dla uczniów: wykonanie czynności związanych z obliczaniem logarytmów, np. równań logarytmicznych, obliczanie logarytmów z różnych podstaw.

II. Badanie zastosowań logarytmów w różnych dziedzinach

Każda grupa uczniów bada jedno z zastosowań logarytmów w rzeczywistym świecie, wykorzystując swoją wiedzę matematyczną do analizy konkretnych zagadnień. Grupy mogą pracować nad następującymi kwestiami:

1) Fizyka: skala dźwięku

- Cel: zrozumienie, jak logarytmy są używane w obliczaniu poziomu dźwięku w decybelach.
- Opis działań: nauczyciel informuje, że poziom dźwięku w decybelach oblicza się na podstawie wzoru logarytmicznego:

$$L = 10 \log_{10} (I/I_0)$$
 - gdzie I oznacza natężenie dźwięku, a I_0 oznacza próg słyszalności.
- Zadanie dla uczniów: obliczanie poziomów dźwięku w różnych miejscach i sytuacjach, np. porównanie poziomu hałasu w różnych lokalizacjach (ulica, sala koncertowa, biblioteka).

2) Fizyka: rozpad radioaktywny

- Cel: zastosowanie logarytmów do opisywania rozpadu radioaktywnego.
- Opis działań: nauczyciel prezentuje model rozpadu radioaktywnego oparty na równaniu logarytmicznym:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$
 - gdzie $N(t)$ to liczba atomów, które powstały w czasie t , N_0 to liczba początkowa, a λ to stała rozpadu.
- Zadanie dla uczniów: obliczanie czasu połowicznego rozpadu różnych izotopów radioaktywnych.

3) Chemia: obliczanie pH roztworu

- Cel: zastosowanie logarytmów w analizie procesu rozpadu substancji chemicznych
- Opis działań: nauczyciel informuje, że na gruncie chemii logarytmy są wykorzystywane do obliczania wartości pH oraz w kinetyce reakcji chemicznych. Wzór logarytmiczny pH to:

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$
 - gdzie $[H^+]$ to stężenie jonów wodoru.
- Zadanie dla uczniów: obliczanie pH różnych substancji chemicznych oraz analiza szybkości reakcji chemicznych.

4) Biologia: przyrost populacji

- Cel: zastosowanie logarytmów w modelowaniu przyrostu populacji.
- Opis działań: nauczyciel informuje, że w biologii logarytmy są wykorzystywane do tworzenia modeli wzrostu populacji. Opierają się one na równaniu logarytmicznym:

$$N(t) = N_0 e^{rt}$$
 - gdzie $N(t)$ to liczba osobników w czasie t , r to współczynnik wzrostu, a N_0 to początkowa liczba osobników.
- Zadanie dla uczniów: obliczanie, jak szybko rośnie populacja danego gatunku w różnych warunkach środowiskowych.

5) Geografia: zjawiska sejsmiczne

- Cel: zastosowanie logarytmów do obliczania intensywności trzęsień Ziemi (skala Richtera).
- Opis działań: nauczyciel objaśnia, że skala Richtera, która mierzy siłę trzęsienia Ziemi, jest oparta na wzorach logarytmicznych. Intensywność trzęsień Ziemi oblicza się wg wzoru:

$$M = \log_{10} I - \log_{10} I_0$$
 - gdzie I to amplituda trzęsienia, a I_0 to próg wibracji.
- Zadanie dla uczniów: obliczanie intensywności trzęsienia Ziemi w różnych rejonach świata na podstawie danych.

III. Prezentacja wyników

Cel: zapoznanie się z wynikami pracy uczniów.

Opis: każda z grup przygotowuje omówienie wyników swojego badania w formie prezentacji multimedialnej (np. PowerPoint, Prezi), filmu instruktażowego lub raportu.

W prezentacji uczniowie powinni:

- wyjaśnić zastosowanie logarytmów w wybranej dziedzinie;
- pokazać konkretne obliczenia oraz wyniki;
- omówić wnioski i przedstawić oceny dotyczące wpływu logarytmów na rozwiązanie określonego problemu.

IV. Podsumowanie i refleksja

Cel: podsumowanie doświadczeń uczniów i omówienie, jak logarytmy wpływają na codzienne życie oraz na postępowanie w różnych dziedzinach.

Opis działań: nauczyciel prowadzi dyskusję na temat znaczenia logarytmów w nauce, technologii i praktyce życiowej, zachęcając uczniów do refleksji na temat różnych zastosowań matematyki (w tym logarytmów) w kontekście realnych wyzwań.

Korzyści dla uczniów z realizacji projektu:

1. Uczniowie rozwijają umiejętności analityczne i twórcze, rozwiązując rzeczywiste problemy.
2. Uczniowie dostrzegają możliwość wykorzystywania matematyki w różnych dziedzinach życia i nauki.
3. Projekt umożliwia współpracę opartą na korelacji między przedmiotami i rozwijanie umiejętności pracy zespołowej.
4. Uczniowie rozwijają umiejętności komunikacyjne i informatyczne, prezentując wyniki w formie multimedialnej.

7. Zakończenie

Interdyscyplinarne podejście do nauczania przedmiotów przyrodniczych, poprzez integrację treści nauk przyrodniczych i matematycznych, staje się coraz bardziej istotne w kontekście dynamicznie zmieniającego się świata. Współczesne wyzwania – od zmian klimatycznych i zrównoważonego rozwoju po innowacje technologiczne i wykorzystanie *big data* – wymagają od młodych ludzi nie tylko znajomości faktów, ale także umiejętności analitycznego myślenia, kreatywnego rozwiązywania problemów oraz współpracy w zespołach interdyscyplinarnych.

W edukacji ponadpodstawowej, w ramach której uczniowie przygotowują się do świadomego wyboru ścieżki zawodowej, integracja nauk przyrodniczych i matematyki odpowiada na ich potrzeby poznawcze i społeczne. Umożliwia im nie tylko głębsze zrozumienie zagadnień teoretycznych, ale przede wszystkim rozwijanie kompetencji praktycznych, które są niezbędne w dalszej nauce, na studiach wyższych i w życiu zawodowym. Uczniowie uczą się obserwować zjawiska, analizować dane, wnioskować

i eksperymentować – co przygotowuje ich do samodzielnego podejmowania decyzji w coraz bardziej złożonym świecie.

Ponadto rozwój rynku pracy powoduje rosnące zapotrzebowanie na osoby, które potrafią łączyć wiedzę z różnych dziedzin, korzystać z nowoczesnych technologii, w tym narzędzi opartych na sztucznej inteligencji, i elastycznie reagować na zmieniające się warunki. Interdyscyplinarne nauczanie kształtuje u uczniów umiejętność uczenia się przez całe życie, adaptacji do nowych wyzwań i kreatywnego wykorzystania zdobytej wiedzy w praktyce.

Podsumowując: integracja przedmiotów przyrodniczych i matematycznych w edukacji ponadpodstawowej to nie tylko innowacyjne podejście dydaktyczne, ale przede wszystkim odpowiedź na potrzeby współczesnych uczniów i wymogi współczesnego świata. Sprzyja ona rozwijaniu kompetencji kluczowych, które stanowią fundament przygotowania młodych ludzi do efektywnego działania w nauce, pracy i życiu codziennym. Interdyscyplinarne projekty stają się pomostem między edukacją a rzeczywistością – kształcą świadomych, kreatywnych i kompetentnych obywateli przyszłości.

Literatura przedmiotu

Auch-Szkoda M., (b.d.), *Jak wprowadzać interdyscyplinarność w szkole?*, Warszawa: CEO: <https://ceo.org.pl/interdyscyplinarnosc-w-szkole/> [dostęp: 12.01.2026].

Skura M., Lisicki M., (b.d.), *Wprowadzanie do szkół różnych form interdyscyplinarności jest dziś koniecznością*, Warszawa: CEO: <https://ceo.org.pl/wprowadzanie-do-szkol-roznych-form-interdyscyplinarnosci-jest-dzis-koniecznoscia/> [dostęp: 12.02.2026].

Poziomek U., (b.d.), *Interdyscyplinarność w edukacji przyrodniczej – podstawa programowa i praktyka szkolna*, Warszawa: Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych IBE: <https://www.ibe.edu.pl/images/publikacje/interdyscyplinarnosc%20ppp%20ibe.pdf> [dostęp: 12.01.2026].

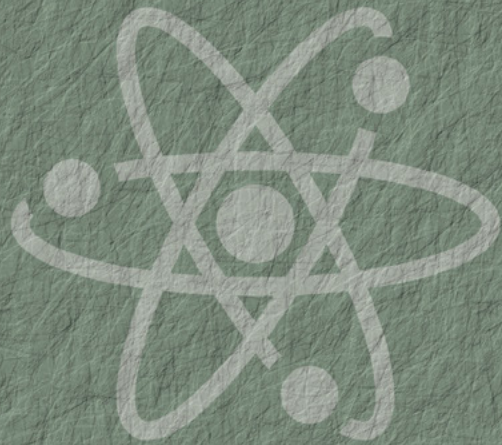
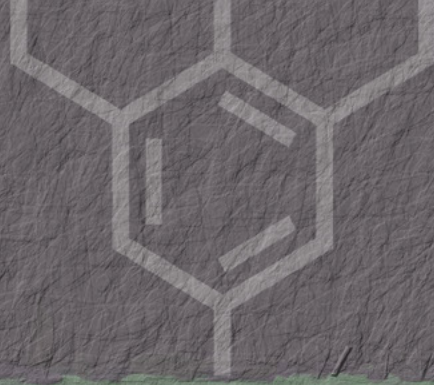
Janczak D., (2024), *Interdyscyplinarne i projektowe metody nauczania przedmiotów matematycznych i naukowo-technicznych*, Warszawa: ORE: <https://ore.edu.pl/wp-content/uploads/2024/08/interdyscyplinarne-i-projektowe-metody-nauczania-przedmiotow-matematycznych-i-naukowo-technicznych.pdf> [dostęp: 12.01.2026].

Witkowski J., (2022), *Szkoła dla innowatora: Dydaktyka rozwoju kompetencji proinnowacyjnych*, Warszawa: CEO: <https://szkoladlainnowatora.ceo.org.pl/wp-content/uploads/2022/09/Dydaktyka-rozwoju-kompetencji-proinnowacyjnych-.pdf> [dostęp: 12.01.2026].

Łoś E., Reszka A., (2009), *Metody nauczania stosowane w kształtowaniu kompetencji kluczowych. MATEMATYKA. Podręcznik metodyki operacyjnej*, Lublin: Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji: https://static.epodreczniki.pl/portal/f/res/Rejsl2tVhcfds/1/2NiyhZZ1HWI2C8MfCjg1DvWVe77VdMvz/Metody-nauczania-stosowane-w-ksztaltowaniu-kompetencji-kluczowych_-_matematyka_-_podrecznik-metodyki-operacyjnej_1_.pdf [dostęp: 12.01.2026].

Informacje o Autorce

Małgorzata Bieńkowska – nauczycielka konsultantka w Dolnośląskim Ośrodku Doskonalenia Nauczycieli we Wrocławiu, nauczycielka dyplomowana matematyki, mgr inż. chemii. Ukończyła studia podyplomowe z zakresu matematyki z informatyką, organizacji i zarządzania oświatą, ewaluacji projektów i programów społecznych oraz andragogiki. Posiada kwalifikacje do prowadzenia zajęć z terapii pedagogicznej, jest egzaminatorką na egzaminie ósmoklaisty z matematyki i ekspertką ds. awansu zawodowego nauczycieli oraz trenerką programu „Ekspert – prowadzenie szkoleń dla kandydatów na ekspertów do spraw awansu zawodowego nauczycieli”. Aktualnie ekspertka w zespole autorskim powołanym do opracowania nowej podstawy programowej z matematyki. Członkini Polskiego Towarzystwa Ewaluacyjnego. Trenerka myślenia krytycznego. Była trenerką regionalną w projekcie „Lekcja:Enter”, oraz mentorką w kursie Centrum Edukacji Obywatelskiej dla koordynatorów przedmiotów matematyczno-przyrodniczych w ramach programu „Aktywna Edukacja”. Realizowała programy wspomagania szkół w zakresie rozwijania kompetencji matematyczno-przyrodniczych. Współtworzyła *Program nauczania matematyki i science* dla kanadyjskiej szkoły podstawowej działającej w Polsce oraz brała udział w licznych projektach edukacyjnych jako autorka i realizatorka. Zajęła wraz z zespołem III miejsce w konkursie organizowanym przez Ośrodek Rozwoju Edukacji i Ministerstwo Edukacji Narodowej „Szkoła na czasie, e-podręczniki w klasie” w kategorii: szkoły podstawowe. Autorka artykułów edukacyjnych na temat kształtowania kompetencji matematyczno-przyrodniczych.



Ośrodek Rozwoju Edukacji
Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00
www.ore.edu.pl