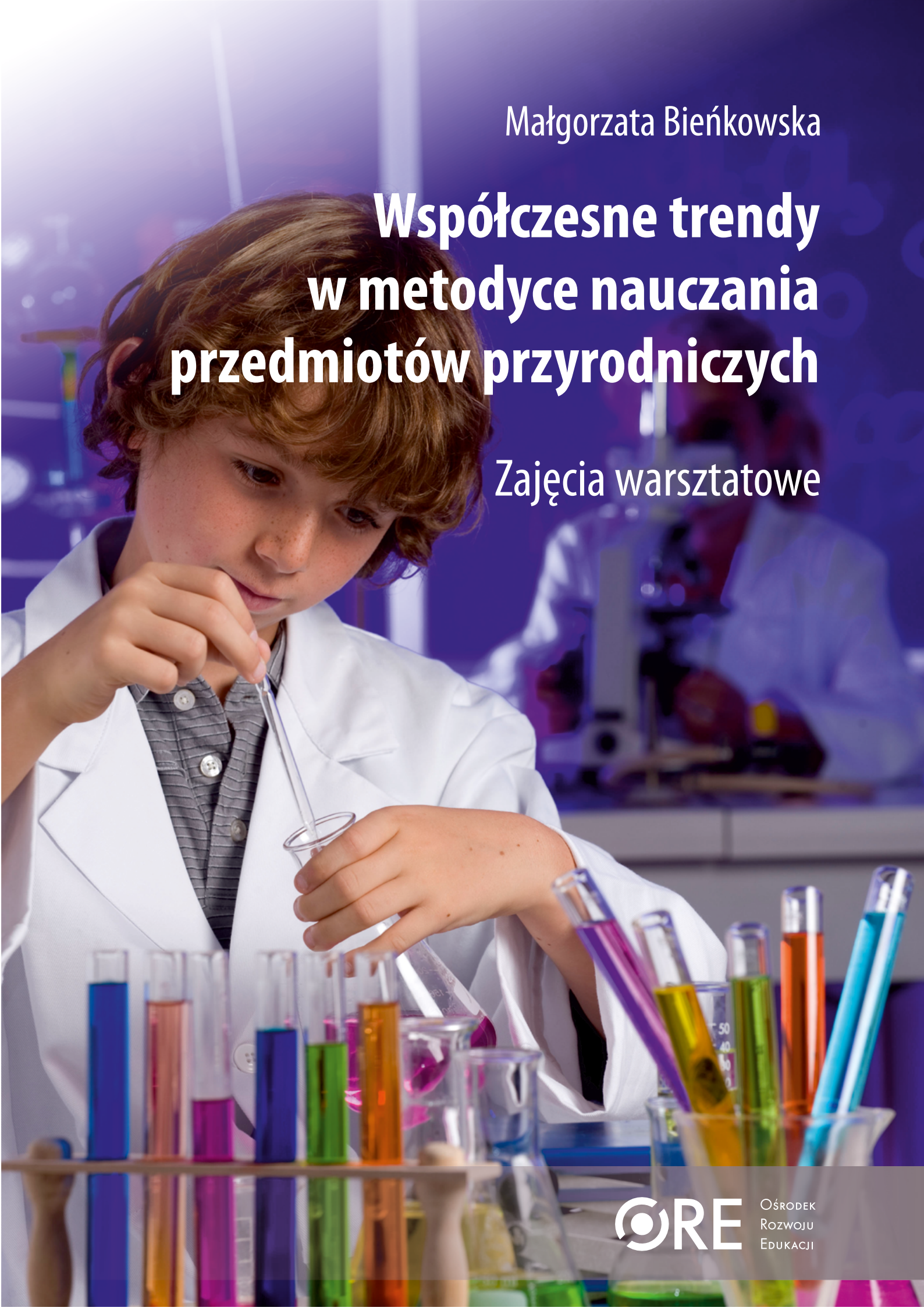




Małgorzata Bieńkowska

Współczesne trendy w metodyce nauczania przedmiotów przyrodniczych

Zajęcia warsztatowe



OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

Małgorzata Bieńkowska

Współczesne trendy w metodyce nauczania przedmiotów przyrodniczych

Zajęcia warsztatowe

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Warszawa 2025

Konsultacja merytoryczna

Agnieszka Jaworska

Wydział Kształcenia Ogólnego i Kompetencji Cyfrowych

Redakcja i korekta

Karolina Strugińska

Projekt okładki, layout,

redakcja techniczna i skład

Barbara Jechalska

Fotografie: © imagepointfr/ Photogenica; © Dedegraphic/ Photogenica

ISBN 978-83-67366-95-3

© Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2025

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

tel. 22 345 37 00

www.ore.edu.pl

Spis treści

Wstęp.....	5
Omówienie scenariusza kaskadowego szkolenia warsztatowego dla nauczycieli	7
1. Poznajmy się!.....	7
2. Oczekiwania uczestników	7
3. „Przyrodnicze bingo”	8
4. Projekt urządzenia	8
Odrobina teorii.....	9
1. Metody naukowe, konstruktywizm i metody aktywizujące stosowane w edukacji przyrodniczej.....	9
2. Rola aktywności badawczej uczniów w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.....	12
3. Strategie nauczania umożliwiające skuteczne rozwiązywanie złożonych problemów	14
4. Metoda STEAM w praktyce szkolnej	17
5. Strategie oceniania różnych rodzajów aktywności uczniów wspierające kreatywność i samodzielność oraz motywujące do uczenia się	22
Czas na zabawę	25
Planowanie zajęć.....	27
1. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 5E, 4U, 3A, cyklu Kolba oraz modelu SAMR.....	27
2. Organizacja i planowanie pracy zespołowej z uwzględnieniem ról zespołowych	28
3. Integracja nowych technologii, sztucznej inteligencji (AI) oraz rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej w nauczaniu-uczeniu się przedmiotów przyrodniczych zgodnie z modelem SAMR	30
Podsumowanie	34
Załączniki do zadań warsztatowych.....	36
Załącznik 1. „Przyrodnicze bingo”	36
Załącznik 2. Instrukcje do zadania projektowego wygenerowane przez ChatGPT 4.....	37
Załącznik 3. Zabawa „Eksperyment z jajkiem” – instrukcja dla uczestników	47
Załącznik 4. Planowanie zajęć – formatki do wypełnienia	48
Załącznik 4A. Planowanie zajęć – przykładowo wypełnione formatki	53
Załącznik 5. Ćwiczenie ewaluacyjne – „Połącz w pary”	61
Załącznik 6. Scenariusz szkolenia kaskadowego	63
Wykaz rysunków i tabel	68
Bibliografia.....	69
Informacje o autorce	70



Wstęp

Współczesna nauka rozwija się w sposób dynamiczny, zaskakujący i interdyscyplinarny. Ostatnie lata przyniosły w wielu dziedzinach przełomowe osiągnięcia, które nie tylko poszerzają naszą wiedzę o świecie, ale także w coraz większym stopniu wpływają na codzienne życie. Szczególnie istotne zmiany można zaobserwować w takich obszarach jak matematyka, biologia, geografia, fizyka, chemia oraz technologia.

W matematyce pojawiają się nowe metody modelowania złożonych zjawisk fizycznych, między innymi przy użyciu geometrii algebraicznej i teorii kwantowej¹, co umożliwia dokładniejsze prognozowanie i symulację procesów zachodzących we Wszechświecie.

W biologii z kolei dokonano postępu w zakresie rozumienia mechanizmów regeneracyjnych u zwierząt (np. aksolotli), co może mieć przełożenie na przyszłą medycynę regeneracyjną². Odkryto także nowe typy mikroorganizmów, które zmieniają sposób, w jaki pojmujemy metabolizm i przystosowanie do ekstremalnych warunków.

Odkrycie rewolucyjnej metody inżynierii genetycznej CRISPR-Cas9 pozwala na precyzyjne cięcie i modyfikację DNA, co ma ogromne znaczenie w medycynie, rolnictwie i biotechnologii.

W geografii i naukach o Ziemi obserwuje się refleksje dotyczące bezpośrednich skutków zmian klimatycznych, w tym zmiany barwy oceanów jako efektu przesunięć w ekosystemach morskich czy drastycznego tempa topnienia lodowców³ – wiążą się one z przyszłym zagrożeniem dla zasobów wodnych i stabilności klimatu.

Fizyka notuje istotne odkrycia w zakresie cząstek subatomowych oraz rozwoju nowoczesnych technologii pomiarowych – m.in. zegarów atomowych⁴ i komputerów kwantowych.

W chemii opracowano m.in. nowe metody syntezy amoniaku w warunkach niskotemperaturowych oraz wykorzystanie biodegradowalnych materiałów w technologiach przemysłowych. Odkrycia w zakresie chemii materiałowej doprowadziły do powstania nowych materiałów o unikalnych właściwościach, takich jak materiały grafenopodobne, które mają potencjalne zastosowanie w elektronice, energetyce i medycynie.

¹ Duch W., (b.d.), *Struktura matematyczna teorii naukowych – notatki do wykładu „Wstęp do kognitywistyki”*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika: <https://hd.fizyka.umk.pl/~duch/Wyklady/WDK/MechKwant.pdf> [dostęp: 20.06.2025].

² *Genom aksolotla kluczem do regeneracji narządów u ludzi?* – artykuł na stronie Dziennik Naukowy: <https://dzienniknaukowy.pl/genom-aksolotla-kluczem-do-regeneracji-narzadow-u-ludzi> [dostęp: 20.06.2025].

³ Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, (2025), *Zmiany klimatyczne: Lodowce i susze jako wskaźniki globalnego ocieplenia* – artykuł w serwisie gov.pl: <https://www.gov.pl/web/wody-polskie/zmiany-klimatyczne-lodowce-i-susze-jako-wskazniki-globalnego-ocieplenia> [dostęp: 20.06.2025].

⁴ Tomanek M., (2024), *Eksperyment z fotonami odkrywa ujemny czas. To zmienia naszą wiedzę o kwantowej rzeczywistości* – artykuł na stronie HOLISTIC: <https://holistic.news/eksperyment-z-fotonami-nowe-fakty-o-quantowej-rzeczywistosci/> [dostęp: 20.06.2025].

Równolegle dynamiczny rozwój technologii przynosi konkretne innowacje, jak zaawansowane układy scalone oparte na stanach kwantowych, hipersoniczne środki transportu czy próby przywracania wymarłych gatunków poprzez inżynierię genetyczną. Coraz częściej granice między poszczególnymi dziedzinami nauki zacierają się, a przełomowe odkrycia powstają na styku wielu obszarów badawczych.

Osiągnięcia naukowe w wymienionych dziedzinach oraz ich znaczenie dla rozwoju współczesnej nauki, technologii i przyszłości cywilizacji wskazują potrzebę ukierunkowania zainteresowań uczniów i uczennic na poszukiwanie nowych rozwiązań. Jest to zarazem jedno z najważniejszych wyzwań stojących dziś przed szkołą i nauczycielami – aby nie tylko przekazywać wiedzę, lecz także kształtować postawy badawcze, rozwijać krytyczne i twórcze myślenie oraz inspirować młodzież do aktywnego uczestnictwa w procesie odkrywania i rozumienia świata. Wobec dynamicznych przemian cywilizacyjnych i technologicznych edukacja powinna nadążać za współczesną nauką, a także przygotowywać młodych ludzi do świadomego, odpowiedzialnego i innowacyjnego działania w przyszłości.

W nauczaniu przedmiotów przyrodniczych niezwykle ważne są rozważania obejmujące między innymi:

- poznawanie metod naukowych, założeń konstruktywizmu i metod aktywizujących stosowanych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych;
- rozwijanie aktywności badawczej uczniów;
- poznawanie skutecznych strategii nauczania przedmiotów przyrodniczych;
- wdrażanie metody STEAM (ang. *science, technology, engineering, arts, mathematics*) w praktyce szkolnej;
- różnorodne metody oceniania pracy uczniów;
- planowanie zajęć z wykorzystaniem nowoczesnych modeli dydaktycznych;
- efektywną organizację pracy zespołowej;
- wykorzystywanie nowoczesnych technologii w nauczaniu;
- podniesienie jakości procesu nauczania i uczenia się przedmiotów przyrodniczych, dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod, narzędzi oraz technologii edukacyjnych.

Istotne znaczenie tych zagadnień w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych stało się inspiracją do opracowania szkolenia warsztatowego dla nauczycieli.



Omówienie scenariusza kaskadowego szkolenia warsztatowego dla nauczycieli

1. Poznajmy się!

Ważnym elementem każdego szkolenia, w szczególności prowadzonego w formie warsztatu, jest poznanie się uczestników. Takie spotkanie warto rozpocząć od rundki, podczas której każdy uczestnik powie: jak się nazywa, skąd przyjechał, gdzie pracuje... Oczywiście pula pytań jest otwarta i powinna nawiązywać do specyfiki grupy osób uczestniczących w szkoleniu.

2. Oczekiwania uczestników

Uczestnicy warsztatów to osoby doświadczone, posiadające wiedzę, odnoszące sukcesy oraz mające konkretne oczekiwania względem szkolenia. Dlatego rozpoczynając je, należy ustalić, czego oczekują.

Podczas realizacji tego celu dobrze sprawdza się technika WCN (wiem – chcę się dowiedzieć – nauczyłam/em się). Uczestnicy na samoprzylepnych karteczkach zapisują to, co już wiedzą na temat zagadnienia będącego tematem szkolenia, oraz czego chcieliby się dowiedzieć. Osoba prowadząca segreguje odpowiedzi uczestników i umieszcza je np. w tabeli jak poniżej.

Tabela 1. Technika WCN

WIEM	CHCĘ SIĘ DOWIEDZIEĆ	NAUCZYŁAM SIĘ / NAUCZYŁEM SIĘ

Źródło: opracowanie własne.

Konieczne trzeba przeczytać każdą odpowiedź i omówić podczas warsztatów treści, których oczekują uczestnicy. Warto ich również zapoznać z celami szkolenia oraz przebiegiem warsztatów. Ostatnią kolumnę należy traktować jako ewaluację i uzupełnić po szkoleniu.

3. „Przyrodnicze bingo”

Po przedstawieniu się osób biorących udział w szkoleniu i sprecyzowaniu przez nie oczekiwań warto zaproponować zadanie aktywizujące pn.: „Przyrodnicze bingo” (Załącznik 1.), podczas którego uczestnicy mogą poznać się bliżej i nawiązać ze sobą kontakt. Polega ono na znalezieniu „kogoś, kto...” – spełnia warunek opisany na jednym z pól bingo. Zastosowanie metody aktywizującej rozluźnia atmosferę i ułatwia współpracę podczas wykonywania zadań warsztatowych.

4. Projekt urządzenia

Dobrym wstępem do omawiania zagadnień teoretycznych jest wykonanie przez uczestników zadania praktycznego.

Proponuję opracowanie „Projektu urządzenia” w zespołach:

- zadanie dla Grupy 1 – „Domowa stacja do badania powietrza”
- zadanie dla Grupy 2 – „Sprytny system oszczędzania wody w łazience”
- zadanie dla Grupy 3 – „Obserwatorium życia w donicze”
- zadanie dla Grupy 4 – „Eko-pudełko do przechowywania energii słonecznej”
- zadanie dla Grupy 5 – „Mydło edukacyjne – myjąc, poznajesz!”

Warto podkreślić, że zadania projektowe dla uczestników zostały wygenerowane przez ChatGPT 4 (Załącznik 2.).

Instrukcja zadania dla każdej z grup zawiera: opisany cel zadania, informację, co należy zrobić, wskazówki dotyczące opracowania rysunku, zasady prezentacji oraz określenie ram czasowych. Uczestnicy powinni otrzymać pisaki oraz kartkę flipchart.

Ważne jest, żeby podczas opracowania projektu zastanowili się:

- Jaka wiedza naukowa ułatwia im wykonanie zadania?
- Jaką rolę w zespole pełnią poszczególne osoby?
- Jakie można zastosować kryteria oceniania związane z realizacją projektu?
- Co mogłoby ułatwić wykonanie zadania?

Po wykonaniu zadania projektowego, każda grupa prezentuje i omawia swoją pracę.



Odrobina teorii

1. Metody naukowe, konstruktywizm i metody aktywizujące stosowane w edukacji przyrodniczej

Współczesna edukacja przyrodnicza opiera się na założeniu, że skuteczne nauczanie wymaga zaangażowania uczniów w aktywne poznawanie świata. W tym kontekście kluczową rolę odgrywają metody naukowe, które pozwalają rozwijać umiejętność stawiania pytań, formułowania hipotez, prowadzenia obserwacji i wyciągania wniosków. Istotnym punktem odniesienia dla organizacji procesu dydaktycznego staje się również konstruktywizm – podejście zakładające, że wiedza nie jest przekazywana wprost, lecz konstruowana przez uczniów na bazie ich wcześniejszych doświadczeń i aktywności. Wreszcie metody aktywizujące, praca zespołowa, dyskusje czy projekty badawcze stanowią praktyczne narzędzia wspierające realizację tych założeń i umożliwiają uczniom realne uczestnictwo w procesie uczenia się.

Metoda naukowa⁵ to systematyczne podejście do badania zjawisk przyrodniczych, oparte na obserwacji, stawianiu pytań, formułowaniu hipotez, eksperymentowaniu, analizie wyników i wyciąganiu wniosków.

Etapy metody naukowej:

1. Obserwacja – zauważenie zjawiska;
2. Problem badawczy – sformułowanie pytania;
3. Hipoteza – przypuszczenie co do odpowiedzi;
4. Eksperyment – testowanie hipotezy;
5. Analiza danych – interpretacja wyników;
6. Wnioski – potwierdzenie lub odrzucenie hipotezy.

Stosowanie metody naukowej umożliwia uczniom i uczennicom prowadzenie prostych doświadczeń, projektowanie eksperymentów, analizowanie zebranych danych (np. w tabelach, na wykresach), uczy krytycyzmu. Metoda naukowa rozwija logiczne myślenie, precyzję oraz kompetencje badawcze.

Metody naukowe w edukacji to podejścia dydaktyczne, które opierają się na zasadach i organizują nauczanie w etapach charakterystycznych dla pracy naukowców. Celem wykorzystywania tych metod jest rozwijanie u uczniów krytycznego myślenia, umiejętności badawczych i świadomego podejścia do zdobywania wiedzy. Są one szczególnie popularne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, ale z powodzeniem można je stosować także w innych dziedzinach.

⁵ Metoda naukowa [hasło w:] Wikipedia, https://pl.wikipedia.org/wiki/Metoda_naukowa [dostęp: 20.06.2025].

Metody naukowe, oparte na systematycznym badaniu i weryfikacji faktów, doskonale współgrają z konstruktywizmem, który podkreśla aktywną rolę ucznia w budowaniu własnej wiedzy poprzez doświadczenie i refleksję nad procesem poznawczym.

Konstruktywizm to teoria uczenia się zakładająca, że uczniowie aktywnie budują swoją wiedzę na bazie wcześniejszych doświadczeń i interakcji ze światem poprzez doświadczenie i refleksję.

Założenia konstruktywizmu wynikają z następujących przekonań:

1. Uczenie się to proces aktywny, a nie bierne przyswajanie faktów.
2. Uczeń buduje nowe pojęcia w oparciu o posiadane już schematy.
3. Błędy są naturalną częścią nauki.
4. Nauczyciel jest facylitorem, a nie „dawcą wiedzy”.

Przykładem zastosowania podejścia konstruktywistycznego mogą być: dyskusje klasowe, praca projektowa, burze mózgów, zadania problemowe bez jednoznacznych rozwiązań.

Techniki i metody wspierające rozwój uczniów w duchu konstruktywizmu to np.:

- mapa myśli – wizualizacja pojęć przyrodniczych;
- drama edukacyjna – np. inscenizacja pracy naukowców;
- gry dydaktyczne – quizy, gry planszowe;
- debata oksfordzka – np. na temat wad i zalet energii jądrowej;
- metoda projektu⁶ – np. stworzenie zielnika, modelu ekosystemu;
- webquest – projekt realizowany z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych i internetu;
- studium przypadku – np. analiza problemu, poszukiwanie rozwiązania;
- eksperyment uczniowski – samodzielne zaplanowanie i wykonanie doświadczeń.

Metody aktywizujące, angażujące uczniów w odkrywanie i samodzielne dochodzenie do wiedzy, stanowią ogniwo łączące podejście naukowe z konstruktywizmem. Metody te angażują uczniów fizycznie i intelektualnie, rozwijają samodzielność myślenia, kreatywność i współpracę. Aktywizujące zadania wzmacniają motywację uczniów do nauki, powodują ich zaangażowanie i rozwijają kreatywność.

Stosowanie metod aktywizujących sprawia, że uczniowie:

- rozwijają kompetencje kluczowe, w tym: komunikację, współpracę, rozwiązywanie problemów,
- lepiej rozumieją pojęcia przyrodnicze,
- bardziej angażują się w proces edukacyjny.

⁶ Witkowski J., (b.d.), *Jak uczyć z wykorzystaniem metody projektu w szkole?*, (b.m.): <https://www.gov.pl/attachment/d0745989-77fb-4bbd-93fa-0389f1104b7a> [dostęp: 20.06.2025].

Synergia podejścia naukowego, konstruktywizmu i metod aktywizujących w edukacji przyrodniczej prowadzi do:

- głębszego zrozumienia treści,
- rozwijania umiejętności badawczych,
- budowania motywacji do nauki,
- przygotowania uczniów do świadomego uczestnictwa w życiu społecznym i przyrodniczym.

Przykładowa realizacja takiego podejścia w nauczaniu może przebiegać następująco:

1. Etap: problem/pytanie badawcze

Metoda naukowa: sformułowanie pytania badawczego.

Konstruktywizm: odwołanie się przez uczniów do wcześniejszej wiedzy i doświadczeń.

Metody aktywizujące: burza mózgów, mapa myśli, dyskusja kierowana.

2. Etap: hipoteza

Metoda naukowa: postawienie przez uczniów hipotezy.

Konstruktywizm: wysnucie hipotezy na podstawie indywidualnych interpretacji i wcześniejszych doświadczeń.

Metody aktywizujące: praca w parach/grupach, metoda „kuli śnieżnej”.

3. Etap: eksperyment/badanie/poszukiwanie danych

Metoda naukowa: przeprowadzanie doświadczeń, obserwacji, zbieranie danych.

Konstruktywizm: samodzielne konstruowanie wiedzy poprzez działanie.

Metody aktywizujące: metoda projektu, webquest, odgrywanie ról, symulacje.

4. Etap: analiza i interpretacja wyników

Metoda naukowa: analiza danych, odniesienie do hipotezy.

Konstruktywizm: refleksja nad procesem uczenia się, konfrontacja z wcześniejszymi przekonaniami.

Metody aktywizujące: dyskusja, debata, metoda „rybiej ości”.

5. Etap: wnioski i refleksja

Metoda naukowa: formułowanie wniosków na podstawie danych.

Konstruktywizm: samodzielne dochodzenie przez ucznia do zrozumienia, snucie refleksji nad procesem.

Metody aktywizujące: dziennik refleksji, portfolio, prezentacja wyników.

6. Etap: transfer wiedzy

Metoda naukowa: zastosowanie zdobytej wiedzy w nowych sytuacjach.

Konstruktywizm: wykorzystanie przez ucznia wiedzy w kontekście osobistym i społecznym.

Metody aktywizujące: gry dydaktyczne, *case study*, zadania problemowe.

2. Rola aktywności badawczej uczniów w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych

Aktywność badawcza uczniów to nie tylko odpowiedź na potrzeby rozwijającego się świata, ale też umiejętność poszukiwania i rozwiązywania problemów codziennego życia, z którymi spotykamy się wszyscy.

Aktywnością badawczą możemy nazwać każdą formę pracy ucznia, która naśladuje proces poznawczy typowy dla dociekania naukowego: od obserwacji, przez stawianie pytań, formułowanie hipotez, prowadzenie eksperymentów, aż po analizę danych i wyciąganie wniosków. Jej istotą nie jest tylko wykonywanie doświadczeń, ale również myślenie w sposób naukowy. Aktywność badawcza uczniów stanowi fundament nowoczesnej edukacji przyrodniczej. Pozwala łączyć teorię z praktyką, wzmacnia samodzielność i rozwija kluczowe kompetencje przyszłości.

Tabela 2. Formy aktywności badawczej uczniów

Forma	Opis	Przykład
Eksperyment uczniowski	Samodzielne zaplanowanie i wykonanie doświadczenia	Sprawdzenie wpływu światła na wzrost roślin
Obserwacja przyrodnicza	Systematyczne zbieranie danych z otoczenia	Liczenie gatunków ptaków w parku
Projekt badawczy	Wieloetapowa praca nad wybranym problemem	Projekt: „Czy woda z kranu jest bezpieczna?”
Uczeniowska debata naukowa	Wymiana argumentów na podstawie danych	Debata na temat żywności modyfikowanej genetycznie
Praca z danymi	Interpretacja wykresów, tabel, źródeł	Analiza danych meteorologicznych

Źródło: opracowanie własne.

Istotą tej aktywności jest myślenie oparte na wiedzy. Propozycją budowania postawy badawczej uczniów może być stosowanie w nauczaniu zintegrowanego schematu: „Uczę się jak naukowiec”.

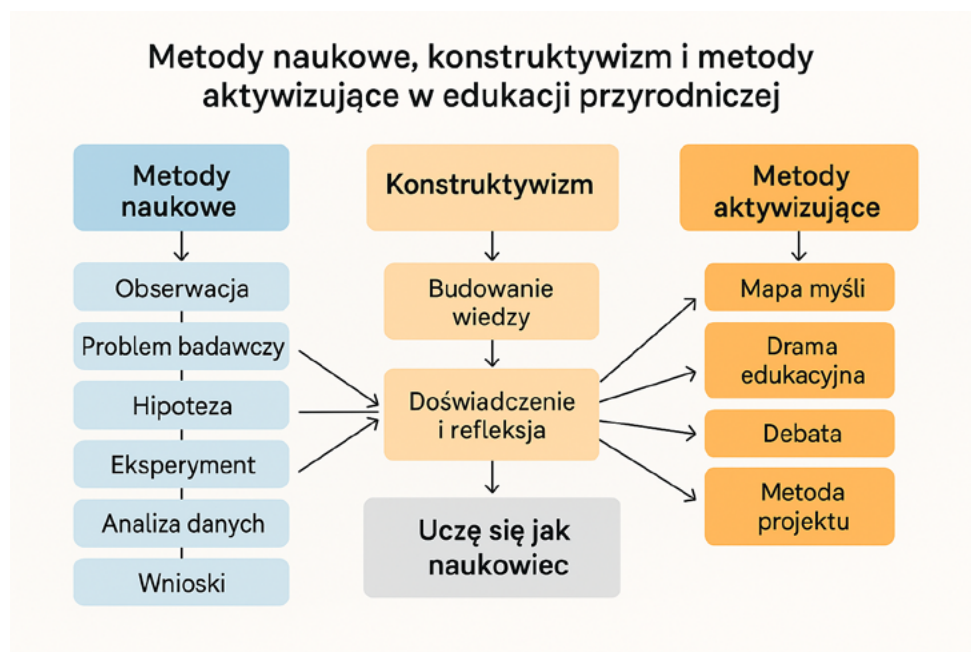
Tabela 3. Zintegrowany schemat edukacji przyrodniczej

Etap	Nazwa etapu	Cel	Metody	Przykład
1	Zainicjowanie procesu uczenia się	Aktywacja wiedzy, wzbudzenie ciekawości	Burza mózgów, mapa myśli, pytania problemowe, drama edukacyjna	Film o zmianach klimatu → mapa skojarzeń „efekt cieplarniany”

Etap	Nazwa etapu	Cel	Metody	Przykład
2	Formułowanie problemu i hipotezy	Samodzielne postawienie pytania badawczego i hipotezy	Praca w grupach, analiza materiałów źródłowych, wspólne formułowanie hipotez	„Czy temperatura wpływa na kiełkowanie nasion?”
3	Działanie badawcze – eksperyment/obserwacja	Zastosowanie metody naukowej w praktyce	Eksperymenty, projekty, obserwacje przyrodnicze	Doświadczenia z nasionami w różnych warunkach
4	Analiza i interpretacja danych	Rozwijanie logicznego myślenia i wnioskowania	Tabele, wykresy, porównywanie wyników, omawianie rezultatów	Wykres wzrostu roślin w różnych temperaturach
5	Refleksja i konstruowanie wiedzy	Podsumowanie i przyswajanie wiedzy	Dziennik ucznia, portfolio, debata, storytelling	Prezentacje wyników i refleksji, opowieść naukowa
6	Utrwalenie i zastosowanie wiedzy	Transfer wiedzy do nowych kontekstów	Gra dydaktyczna, webquest, projekt edukacyjny („Zrównoważony ogród szkolny”)	Tworzenie projektu edukacyjnego

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 1. Metody naukowe, konstruktywizm i metody aktywizujące w zaprezentowanym modelu zintegrowanego schematu edukacji przyrodniczej: „Uczę się jak naukowiec”



Źródło: opracowanie własne.

Aktywność badawcza w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych odgrywa ogromną rolę zarówno w rozwoju umiejętności poznawczych, jak i kształtowaniu kompetencji kluczowych oraz wzmacnianiu motywacji i zaangażowania, co prezentuje poniższa tabela.

Tabela 4. Znaczenie aktywności badawczej w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych

Obszar	Elementy składowe / efekty
Rozwój umiejętności poznawczych	Myślenie przyczynowo-skutkowe Formułowanie i testowanie hipotez Zrozumienie relacji: teoria – obserwacja
Kompetencje kluczowe	Kompetencje naukowe (rozumienie metody naukowej) Komunikacja i współpraca (praca zespołowa) Rozwiązywanie problemów i myślenie krytyczne (analiza wyników, korekta błędów)
Motywacja i zaangażowanie	Nauka jako proces praktyczny i sensowny Uczeń jako odkrywca, a nie bierny odbiorca

Źródło: opracowanie własne.

Taka forma nauki daje uczniom wiele korzyści, między innymi:

- lepsze zrozumienie treści przyrodniczych;
- trwałe przyswajanie wiedzy przez działanie;
- przygotowanie do świadomego życia w świecie nauki i technologii;
- rozwijanie postawy ciekawości, dociekliwości i odpowiedzialności.

3. Strategie nauczania umożliwiające skuteczne rozwiązywanie złożonych problemów

Przed przystąpieniem do dalszych rozważań warto zastanowić się, czym są złożone problemy w edukacji.

Złożone problemy:

- nie mają jednego „dobrego” rozwiązania,
- wymagają integracji wiedzy z różnych dziedzin,
- często są oparte na rzeczywistych sytuacjach (problemy otwarte, interdyscyplinarne).

Przykładem może być kwestia: Jak ograniczyć smog w naszym mieście?

Problemy złożone w edukacji:

- 1) Pobudzają motywację wewnętrzną uczniów – mają oni poczucie, że pracują nad czymś ważnym.
- 2) Rozwijają kompetencje przyszłości: współpracę, krytyczne myślenie, innowacyjność, komunikację.

- 3) Uczą myślenia systemowego – dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych i skutków ubocznych decyzji.
- 4) Wzmacniają umiejętność pracy z niepewnością i zmiennością.

Rolą nauczyciela jest właściwy dobór zadań o charakterze złożonym. Łatwo je zidentyfikować, wystarczy odpowiedzieć twierdząco na pytania:

1. Czy uczeń musi połączyć wiedzę z różnych dziedzin?
2. Czy istnieje wiele możliwych dróg dojścia do rozwiązania?
3. Czy problem wymaga współpracy lub negocjacji?
4. Czy uczniowie muszą uwzględnić wartości i perspektywy różnych osób?

Rozwiązanie złożonych problemów wymaga wielu umiejętności z różnych obszarów, co przedstawia tabela poniżej.

Tabela 5. Umiejętności potrzebne do rozwiązywania złożonych problemów ujęte w obszary

Obszar	Opis
Procesy poznawcze w rozwiązywaniu problemów	Percepcja i uwaga: selektywne dostrzeganie informacji istotnych dla problemu – konieczność ignorowania przez uczniów szumu informacyjnego Pamięć robocza: tymczasowe przechowywanie informacji – kluczowe w analizowaniu danych i łączeniu faktów
Myślenie krytyczne	Analiza założeń, argumentów i dowodów
Myślenie dywergencyjne i konwergencyjne	Dywergencyjne – generowanie wielu możliwych rozwiązań (kreatywność) Konwergencyjne – wybór najlepszego rozwiązania (logika i ocena)
Metapoznanie	Świadomość własnego procesu myślenia – umiejętność analizowania przez uczniów toku rozumowania ułatwiająca radzenie sobie z trudnymi zadaniami

Źródło: opracowanie własne.

W rozwiązywaniu problemów duże znaczenie mają **mechanizmy podejmowania decyzji**. Są one związane ze sposobami, w jakie ludzie analizują dane i wysnuwają na ich podstawie wnioski.

Heurystyki⁷ i błędy poznawcze

Heurystyki to uproszczone reguły myślenia, które pozwalają ludziom podejmować szybkie decyzje bez pełnej analizy informacji. Choć są użyteczne, mogą prowadzić do systematycznego popełniania błędów poznawczych.

⁷ Wąsowska A., (2013), *Heurystyki i błędy poznawcze jako źródło niepowodzeń audytu zewnętrznego*, „Problemy Zarządzania” 2013, nr 11/3, s. 189–202: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgltfndmkaj/https://bazhum.muzhp.pl/media/texts/problemy-zarzadzania/2013-tom-11-numer-3/problemy_zarzadzania-r2013-t-11-n3-s189-202.pdf [dostęp: 20.06.2025].

Przykłady heurystyk:

- heurystyka dostępności – ocenianie prawdopodobieństwa zdarzenia na podstawie tego, na ile łatwo jest przywołać je z pamięci (np. po obejrzeniu wiadomości o katastrofie lotniczej możemy przeceniać ryzyko latania);
- heurystyka reprezentatywności – ocenianie przynależności do kategorii na podstawie podobieństwa do prototypu połączone z ignorowaniem statystyk bazowych (np.: nietoperz to ssak, a nie ptak — ale jego zachowanie i wygląd reprezentują stereotypowy obraz ptaka, co może prowadzić do błędnej klasyfikacji).
- zakotwiczenie – poleganie na pierwszej uzyskanej informacji („kotwicy”) podczas podejmowania decyzji (np.: w sklepie dany laptop kosztuje na co dzień 6 000 zł, w promocji można go kupić za 4 000 zł. Choć 4 000 zł to nadal wysoka cena, uznajemy ją za „okazję”, ponieważ myślenie zakotwiczyło się na pierwotnej cenie 6 000 zł).

Typowe błędy poznawcze to m.in.:

- efekt potwierdzenia – skłonność do szukania i interpretowania informacji w sposób potwierdzający nasze przekonania;
- efekt świeżości – przypisywanie większego znaczenia informacjom otrzymanym ostatnio.

Nadmierna pewność siebie

W prowadzeniu czynności badawczych nadmierna pewność polega na przecenianiu trafności własnych sądów. Często wiąże się ona z funkcjonowaniem dwóch podstawowych systemów myślenia⁸. Daniel Kahneman, laureat Nagrody Nobla, w książce *Thinking, Fast and Slow*⁹ przedstawił je następująco:

- system 1 – jest szybki, automatyczny, intuicyjny; działający bez wysiłku, ale podatny na błędy;
- system 2 – jest wolny, analityczny, wymagający wysiłku; używany przy rozwiązywaniu złożonych problemów, ale „leniwy” – pozwalający niekiedy systemowi 1 przejąć kontrolę.

Systemy te współdziałają, ale często system 1 dominuje, co prowadzi do błędów poznawczych, zwłaszcza w warunkach presji czasu lub niepewności.

W realnym świecie często trzeba podejmować decyzje mimo braku wszystkich potrzebnych informacji. W takich sytuacjach ludzie nieświadomie stosują heurystyki, by uprościć problem, oraz często poprzestają na znalezieniu rozwiązania satysfakcjonującego (ang. *satisficing*), rezygnując z poszukiwania rozwiązania optymalnego. Uczenie się podejmowania decyzji w takich warunkach jest kluczowe w edukacji i rozwoju kompetencji XXI wieku. Podczas edukacji uczniowie powinni być zachęceni do refleksji nad własnym procesem decyzyjnym, rozpoznawania heurystyk i błędów oraz rozwijania umiejętności krytycznego myślenia.

⁸ Bazydło Ł., (2021), *2 systemy myślenia – myślenie szybkie i wolne* – artykuł na stronie Praktyczna Psychologia: <https://praktyczna-psychologia.pl/myslenie-szybkie-i-wolne/> [dostęp: 20.06.2025].

⁹ Zob. Kahneman D., (2011), *Thinking Fast and Slow*, Nowy Jork: Farrar.

Ważnym aspektem uczenia się i rozwiązywania problemów są także **emocje**. Mogą one pełnić funkcję motywatora, ale również stanowić barierę.

Rola emocji w uczeniu się:

1. Pozytywne emocje (zainteresowanie, ciekawość) sprzyjają eksploracji.
2. Negatywne emocje (lęk, frustracja) blokują działanie – choć umiarkowany stres na ogół mobilizuje.

W regulowaniu emocji w klasie najważniejszą rolę odgrywa nauczyciel. Jego zadaniem jest tworzenie bezpiecznego środowiska, w którym błędy są częścią nauki. Powinien także wpajać uczniom strategie regulowania emocji poznawczych, takie jak np. pozytywna reinterpretacja, dystans poznawczy. Rozwiązywaniu przez uczniów złożonych problemów służy także stosowanie w procesie nauczania określonych strategii dydaktycznych.

Podejścia edukacyjne kształtujące umiejętność rozwiązywania problemów:

- nauczanie oparte na problemach (PBL – *problem-based learning*);
- podejście konstruktywistyczne;
- uczenie przez odkrywanie (*discovery learning*);
- metoda projektowa;
- scenariusze decyzyjne i symulacje.

4. Metoda STEAM w praktyce szkolnej

Korelacja międzyprzedmiotowa to strategia dydaktyczna polegająca na celowym łączeniu treści nauczania z obrębu różnych przedmiotów w sposób spójny i funkcjonalny. W bloku matematyczno-przyrodniczym obejmuje ona integrację takich przedmiotów jak: matematyka, fizyka, chemia, biologia, geografia, informatyka, a czasem także technika czy edukacja ekologiczna.

Celem korelacji międzyprzedmiotowej jest:

- zapewnienie spójności wiedzy – uczniowie dostrzegają powiązania między zjawiskami i pojęciami z różnych dziedzin;
- rozwijanie umiejętności praktycznych – np. stosowanie wzorów matematycznych w fizyce czy analizowanie danych biologicznych;
- lepsze przygotowanie do egzaminów zintegrowanych – np. egzaminów ósmoklasisty czy matury, które wymagają myślenia interdyscyplinarnego;
- zwiększanie motywacji uczniów – nauka staje się dla nich bardziej zrozumiała i użyteczna.

Zintegrowane nauczanie interdyscyplinarne to podejście dydaktyczne polegające na łączeniu treści, umiejętności i metod z różnych dziedzin wiedzy w celu stworzenia spójnego, całościowego obrazu rzeczywistości. W centrum tego modelu znajduje się uczeń jako aktywny uczestnik procesu poznawczego, a nie tylko odbiorca informacji.

Geneza nauczania zintegrowanego:

- konstruktywizm – przekonanie, że wiedza jest budowana przez ucznia w oparciu o doświadczenia i aktywność;
- pedagogika holistyczna – założenie, że rozwój ucznia powinien obejmować wszystkie sfery: poznawczą, emocjonalną, społeczną i fizyczną;
- teoria systemów – uznanie, że wiedza nie istnieje w izolacji, lecz jako część większego systemu powiązań i zależności.

Cechy nauczania interdyscyplinarnego:

- integracja treści z zakresu różnych przedmiotów – np. projekt łączący biologię, geografię i matematykę;
- uczenie się przez działanie – uczniowie prowadzą badania, eksperymenty, projekty;
- rozwijanie kompetencji kluczowych – takich jak krytyczne myślenie, współpraca, rozwiązywanie problemów;
- elastyczność programu nauczania – nauczyciele współpracują, planując podejmowanie wspólnych tematów i działań.

Odpowiedzią na wyzwania współczesnej edukacji, takie jak potrzeba rozwijania kreatywności, myślenia krytycznego oraz umiejętności rozwiązywania złożonych problemów, jest metoda STEAM – czyli podejście integrujące naukę, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę.

STEAM jest akronimem, pochodzi od pierwszych liter angielskich nazw pięciu dziedzin, które są ze sobą łączone w tym podejściu edukacyjnym:

1. **Science** – nauki przyrodnicze (biologia, fizyka, chemia);
2. **Technology** – technologie (informatyka, narzędzia cyfrowe);
3. **Engineering** – inżynieria (projektowanie, konstruowanie, rozwiązywanie problemów);
4. **Art** – sztuka i design (kreatywność, ekspresja, projektowanie);
5. **Mathematics** – matematyka (logika, modele, obliczenia).

STEAM to nie tylko zestaw dziedzin, ale przede wszystkim sposób myślenia i działania, który zachęca uczniów do eksplorowania, eksperymentowania i tworzenia. W praktyce szkolnej oznacza to realizację projektów interdyscyplinarnych, w których uczniowie uczą się poprzez działanie, współpracę i twórcze rozwiązywanie problemów. Dzięki temu nauka staje się dla nich bardziej angażująca, a zdobywana wiedza – praktyczna i trwała.

Wprowadzenie metody STEAM do codziennej pracy szkoły pozwala nie tylko rozwijać kompetencje przyszłości, ale także budować motywację wewnętrzną uczniów i pokazywać im, że nauka może być fascynującą przygodą.

STEAM łączy wiedzę interdyscyplinarną, rozwija kompetencje przyszłości i przygotowuje uczniów do funkcjonowania w świecie pełnym wyzwań technologicznych.

Korzyści ze stosowania metody STEAM:

- Uczy kreatywnego rozwiązywania problemów.
- Rozwija myślenie projektowe i logiczne.
- Wspiera współpracę zespołową.
- Łączy teorię z praktyką i rzeczywistością.
- Zachęca do innowacji i samodzielności.

Wdrażanie STEAM w praktyce szkolnej – zasady:

1. Zaczynaj od problemu lub pytania → „Jak stworzyć rozwiązanie dla...?”
2. Zaplanuj projekt interdyscyplinarny → Połącz 2–3 przedmioty: np. biologię, plastykę i informatykę.
3. Przydziel role w zespole uczniowskim → Każdy odpowiada za wybraną dziedzinę.
4. Wybierz narzędzia i materiały → Tablet, makieta, aplikacja, Canva, Wordwall...
5. Zakończ prezentacją i refleksją → Wystawa, filmik, raport, gra planszowa, prototyp.

Rekomendacje dla nauczycieli¹⁰ w zakresie stosowania STEAM:

- Współpracuj międzyprzedmiotowo.
- Zaczynaj od małych projektów – np. jedna lekcja z elementem STEAM.
- Uwzględnij różne talenty uczniów (techniczne, artystyczne, logiczne).
- Nie bój się eksperymentować – STEAM to także nauka na błędach.
- Wspieraj uczniów w refleksji i prezentowaniu rezultatów.

Realizację projektów STEAM warto połączyć z wykorzystaniem technologii cyfrowych.

Tabela 6. Narzędzia cyfrowe wspierające projekty STEAM

Kategoria	Przykładowe narzędzia
Projektowanie	Tinkercad, SketchUp, Canva, AutoDesk
Kodowanie	Scratch, Python, Arduino, Micro:bit
Eksperymenty	Labdisc, Vernier, PhET simulations
Sztuka	Pixar, Book Creator, Incredibox, Stop Motion Studio
Organizacja	Trello, Padlet, Miro, Google Workspace

Źródło: opracowanie własne.

¹⁰ Centrum Projektów Cyfrowa Polska, baza wiedzy: <https://www.gov.pl/web/cppc/baza-wiedzy>; Frąckowiak M., Gorzeńska O. i in., (2023), *Przepis na STEAM w edukacji. Poradnik dla nauczycieli i edukatorów*, Warszawa: Centrum Projektów Polska Cyfrowa: <https://www.gov.pl/web/cppc/materiały-na-lekcje-PAKT> [dostęp: 20.06.2025].

Przykładowy scenariusz zajęć STEAM: Klimat pod lupą

Grupa docelowa: Uczniowie klas 6–8 szkoły podstawowej.

Czas trwania: 3 x 45 minut.

Temat: Zmiany klimatyczne i ich konsekwencje.

Cele ogólne:

- rozwijanie wiedzy na temat zmian klimatycznych i ich skutków;
- kształtowanie umiejętności analizy danych i pracy projektowej;
- rozwijanie postaw proekologicznych i odpowiedzialności za środowisko.

Metody naukowe:

- obserwacja – analiza danych pogodowych i klimatycznych;
- eksperyment – doświadczenie związane z efektem cieplarnianym;
- pomiar i rejestracja danych – temperatura, czas, porównania;
- formułowanie wniosków – na podstawie danych i obserwacji;
- krytyczna analiza źródeł – praca z danymi z aplikacji i raportów.

Metody projektowe:

- praca zespołowa – planowanie i realizacja projektu;
- tworzenie produktu edukacyjnego – plakat, prezentacja, podcast, model;
- rozwiązywanie problemów – szukanie lokalnych rozwiązań klimatycznych;
- prezentacja efektów pracy – wystąpienia, wystawy, publikacje.

Etapy zajęć

Etap 1. Wprowadzenie i obserwacja

Informacje dla nauczyciela:

- 1) Zajęcia rozpoczynają się od aktywizacji uczniów i wprowadzenia do tematu.
- 2) Uczniowie oglądają materiał wideo i formułują pytania badawcze.

Polecenia dla ucznia:

- 1) Obejrzyj film edukacyjny na temat zmian klimatu.
- 2) Zapisz 3 informacje, które Cię zaskoczyły.
- 3) W parach odpowiedzcie na pytanie: Jakie zjawiska przyrodnicze mogą świadczyć o zmianach klimatu?

Etap 2. Eksperyment i analiza danych

Informacje dla nauczyciela:

- 1) Uczniowie wykonują prosty eksperyment ilustrujący efekt cieplarniany.
- 2) Uczniowie analizują dane klimatyczne z różnych źródeł.

Polecenia dla ucznia:

I. Eksperyment:

- 1) Przygotuj dwa słoiki. Jeden przykryj folią, drugi zostaw otwarty.
- 2) Umieść oba w nasłonecznionym miejscu lub pod lampą.
- 3) Mierz temperaturę co 5 minut przez 20 minut.
- 4) Zapisz wyniki w tabeli.

II. Analiza danych:

- 1) Otwórz aplikację pogodową lub stronę z danymi klimatycznymi.
- 2) Porównaj dane z dwóch regionów świata.
- 3) Zapisz różnice i podobieństwa.

Etap 3. Projekt edukacyjny

Informacje dla nauczyciela:

- 1) Uczniowie pracują w grupach nad projektem edukacyjnym, który ma na celu zwiększenie świadomości klimatycznej w społeczności szkolnej.

Polecenia dla ucznia:

- 1) W grupie zaplanujcie projekt edukacyjny dotyczący zmian klimatu.
- 2) Wybierzcie formę: plakat, prezentacja, podcast, film, model 3D.
- 3) Wasz projekt powinien zawierać:
 - krótkie wyjaśnienie zjawiska;
 - dane i wykresy;
 - propozycje działań lokalnych.
- 4) Przygotujcie się do prezentacji projektu.

Etap 4. Refleksja i podsumowanie

Informacje dla nauczyciela:

- 1) Zajęcia kończą się prezentacją projektów i refleksją uczniów nad procesem uczenia się i działaniami na rzecz klimatu.

Polecenia dla ucznia:

- 1) Wraz z grupą zaprezentuj swój projekt klasie.
- 2) Odpowiedz na pytania:
 - Czego się nauczyłeś/aś?
 - Co Cię najbardziej zaskoczyło?
 - Co możesz zrobić, by chronić klimat?

Integracja technologii – model SAMR

Wprowadzeniu do działań dydaktycznych technologii informacyjno-komunikacyjnych w sposób konstruktywny i inspirujący dla uczniów służy zastosowanie modelu SAMR. Jego nazwa pochodzi od pierwszych liter wyrazów oznaczających w języku angielskim pożądane zjawiska, które powinny kolejno po sobie następować:

- *S – substitution* (podstawienie): tworzenie notatek w edytorze tekstu zamiast w zeszytach; cyfrowe mapy używane zamiast papierowych.
- *A – augmentation* (rozszerzenie): tworzenie wykresów w Excelu; wykorzystywanie quizów online (np. Kahoot).
- *M – modification* (modyfikacja): tworzenie infografik, prezentacji multimedialnych, współpraca online.
- *R – redefinition* (redefinicja): tworzenie podcastów, filmów, modeli 3D, współpraca międzynarodowa online.

Model SAMR został opracowany przez Rubena Puentedurę, który zdefiniował kilka poziomów integrowania technologii w procesie edukacji. To ujęcie pomaga określić, jak posługujemy się nowoczesnymi narzędziami (korzystając z nich w sposób tradycyjny, schematyczny), a jak moglibyśmy, by w pełni wyzyskać ich potencjał¹¹.

Zastosowanie AR i VR

Pobudzaniu zaangażowania uczniów służy wykorzystanie w nauczaniu rzeczywistości rozszerzonej (AR) i wirtualnej (VR), które doskonale wpisują się w interdyscyplinarny model STEAM. Umożliwiają one percepcję zjawisk, o których dotychczas uczniowie mogli jedynie przeczytać lub obejrzeć film. AR nakłada wirtualne elementy na obraz rzeczywistego świata, pozwalając użytkownikowi widzieć i wchodzić w interakcje zarówno z otoczeniem, jak i z wirtualnymi obiektami. VR natomiast całkowicie odcina użytkownika od rzeczywistości, przenosząc go do wirtualnego, trójwymiarowego środowiska, w którym może on poruszać się i wchodzić z nim w interakcje.

Wykorzystanie AR:

- wizualizacja modeli 3D atmosfery, lodowców, cyklu węglowego;
- aplikacje: Merge Cube, Quiver, CoSpaces Edu.

Wykorzystanie VR:

- wirtualne wycieczki do miejsc dotkniętych zmianami klimatu;
- aplikacje: Google Earth VR, 360° filmy edukacyjne, CoSpaces Edu VR.

5. Strategie oceniania różnych rodzajów aktywności uczniów wspierające kreatywność i samodzielność oraz motywujące do uczenia się

W tradycyjnym modelu nauczania ocena najczęściej służy klasyfikowaniu uczniów. W edukacji problemowej pełni znacznie szerszą rolę – jako narzędzie do uczenia się, źródło informacji zwrotnej i punkt wyjścia do autorefleksji. Ocena i refleksja są ważnymi elementami wspierającymi proces rozwiązywania problemów. Istotę oceny stanowi informacja zwrotna.

¹¹ Polak M., (2014), *Model SAMR, czyli o technologii w nauczaniu* – artykuł na stronie edunews: <https://edunews.pl/badania-i-debaty/badania/2736-model-samr-czyli-o-technologii-w-nauczaniu> [dostęp: 23.07.2025].

Cechy efektywnej informacji zwrotnej:

- jasna, konkretna, odnosząca się do celu;
- skupiona na postępie, a nie tylko na brakach;
- wskazująca sposób poprawienia pracy, a nie wyłącznie błędy.

Ważne, żeby uczniowie uczestniczyli w tworzeniu kryteriów sukcesu. Dzięki temu nie tylko lepiej rozumieją, na czym polega prawidłowo wykonane zadanie czy dobra odpowiedź, ale także będzie łatwiej im planować działania i samodzielnie je oceniać.

Wdrażanie informacji zwrotnej:

1. Wspólnie z uczniami analizujcie przykłady prac, określając, co sprawia, że dana praca jest dobra?
2. Twórzcie listy kontrolne: np. zaczynające się od hasła: Dobra prezentacja zawiera...
3. Analizując problemy otwarte, ustalcie razem, jakie cechy ma dobre rozwiązanie.

Kolejnym istotnym zagadnieniem jest samoocena i ocena koleżeńska. Umożliwienie uczniom wyrażania opinii i dokonywania tego typu ocen uczy ich myślenia krytycznego, w tym samokrytycyzmu.

Korzyści dla ucznia ze stosowania samooceny i oceny koleżeńskiej:

- uczenie odpowiedzialności za własne uczenie się;
- wspieranie rozwoju metapoznania – uczeń rozumie, jak się uczy;
- kształtowanie umiejętności konstruktywnej krytyki i wzajemnego wspierania się.

Narzędzia wspierające naukę samooceny:

- skale typu: zrobiłem / częściowo zrobiłem / jeszcze nie zrobiłem;
- karty oceny projektu w parach lub grupach;
- pytania do refleksji – np.: Co mi się udało? Z czego jestem zadowolony? Co chcę spróbować zrobić inaczej?

Refleksja nie jest tym samym co podsumowanie – to aktywny proces myślenia o tym, co i jak się wydarzyło, co mogę poprawić i czego się nauczyłem. Refleksja stanowi część procesu uczenia się. To, na ile będzie szeroka i wnikliwa, zależy od tego, w jaki sposób zostanie wymuszona. Inne pytania skłaniające ucznia do namysłu to np.: „Co było najtrudniejsze i jak sobie z tym poradziłem? Jaką strategię zastosowałem i czy była skuteczna? Czego się dowiedziałem o sobie jako uczniu? Jak zareagowałem, gdy napotkałem przeszkodę?”. W edukacji problemowej refleksja to nie dodatek – to silnik rozwoju!

Kolejnym elementem oceniania w nauczaniu problemowym jest dokumentowanie procesu.

Zalety dokumentowania:

1. Pozwala śledzić postępy w czasie.
2. Dokumentuje proces myślenia i rozwiązywania problemów, nie tylko końcowy efekt.
3. Wspiera uczenie się przez autorefleksję.

Przykładowe formy dokumentowania:

- portfolio z kolejnych etapów pracy nad problemem lub projektem;
- dziennik problemowy (opisujący np. „Z czym dziś się zmagam?”);
- nagrania audio lub wideo z omówieniem własnej pracy.

Praca projektowa wymaga także odniesienia się do jakości pracy zespołowej i towarzyszących jej procesów miękkich. W złożonych zadaniach liczy się nie tylko rezultat, ale też: umiejętność współpracy, sposób komunikacji, zaangażowanie w proces. Wymaga to zaplanowania dodatkowych kryteriów.

Ocena pracy projektowej:

- dołączenie na karcie oceny rubryki „ocena współpracy” (np. słuchałem innych, brałem udział w decyzjach, wspierałem zespół);
- dokonywanie samooceny ról odgrywanych w grupie (np. w formie odpowiedzi na pytanie: Jak pełniłem dziś rolę lidera/eksperta/obserwatora?);
- prowadzenie rozmów ewaluacyjnych po zakończeniu projektu.

Kryteria oceny muszą uwzględniać różne rodzaje aktywności uczniów i uczennic, wspierać ich kreatywność i samodzielność oraz motywować do uczenia się. Właściwe ocenianie jest jednym z warunków skuteczności i efektywności procesu dydaktycznego.



Czas na zabawę

Zarówno metody naukowe, jak i projektowe mogą być wykorzystane w zabawie jako forma nauki i eksploracji.

Przykładem ich zastosowania może być **eksperyment z jajkiem**, w którym – zgodnie z podejściem naukowym – zachodzi konieczność sformułowania hipotez i obserwacji, a jednocześnie – w zgodzie z metodą projektową – trzeba stworzyć kreatywne rozwiązania chroniące jajko przed stłuczeniem. Wszystko to odbywa się w formie angażującej zabawy.

Eksperyment z jajkiem – instrukcja:

1. Zaprojektujcie ochronę dla jajka, wykorzystując dostępne materiały np.: surowe jaja, baloniki, papier, serwetki stołowe, sznurek, trytytki, rurki do napojów, taśmę klejącą, taśmę mierniczą.
2. Zastanówcie się, jak zminimalizować siły działające na jajko w momencie kontaktu z podłożem.
3. Zbudujcie konstrukcję i umieśćcie w niej jajko.
4. Przeprowadźcie test: upuśćcie zabezpieczone jajko z wysokości 1,5 m nad blatem ławki lub stolika.
5. Obserwujcie: Czy jajko przetrwało upadek w nienaruszonym stanie?
6. Zapiszcie wnioski: Co zadziałało? Co można poprawić?

Lista materiałów do wykonania konstrukcji ochronnej jajka jest otwarta. Ważne, żeby uczestnicy sami mogli wybrać najwłaściwsze materiały spośród dostępnych. Dzięki temu nie zostanie zasugerowane określone rozwiązanie, co pozwoli na opracowanie bardziej różnorodnych konstrukcji.

Można skomplikować zadanie, stawiając dodatkowe wymogi (np.: żeby zbudować ochronę dla jajka z jak najmniejszej liczby materiałów) albo wskazując jako istotne walory estetyczne czy ciekawe rozwiązanie techniczne. W zadaniu warto uzgodnić z uczestnikami kryteria wykonania pracy, np. rozpisując je jak poniżej.

- 1) Kryteria naukowe (metoda naukowa):
 - sformułowanie hipotezy – uczestnicy potrafią przewidzieć, co się stanie z jajkiem;
 - obserwacja i opis – uczestnicy potrafią opisać zjawiska zaobserwowane podczas eksperymentu;
 - wnioskowanie – na podstawie obserwacji uczestnicy potrafią wyciągnąć i sformułować logiczne wnioski;
 - dokumentacja – uczestnicy rejestrują przebieg eksperymentu (np. wykonując rysunki, zdjęcia, notatki);
 - powtarzalność – eksperyment można odtworzyć z podobnym rezultatem.

2) Kryteria projektowe (metoda projektowa):

- kreatywność rozwiązania – pomysł na ochronę jajka był oryginalny lub zaskakujący;
- skuteczność projektu – jajko nie rozbiło się po upadku;
- dobór materiałów – zastosowano odpowiednie, dostępne i bezpieczne materiały;
- proces iteracyjny – uczestnicy wprowadzali poprawki do swojego projektu po kolejnych próbach;
- współpraca – uczestnicy współdziałali w procesie projektowym.

3) Kryteria ogólne (dla zabawy edukacyjnej):

- zaangażowanie – uczestnicy byli aktywni i zainteresowani działaniem;
- bezpieczeństwo – eksperyment przebiegał w bezpiecznych warunkach;
- radość z działania – uczestnicy czerpali satysfakcję i radość z aktywności.



Planowanie zajęć

Współczesne podejścia do planowania procesów edukacyjnych coraz częściej opierają się na aktywnym uczeniu się, które angażuje uczestników na wielu poziomach. Wśród sprawdzonych koncepcji wspierających takie działania wyróżniają się: model 5E, zasady 4U, koncepcja 3A oraz cykl Kolba. Nowoczesną praktyką dydaktyczną jest zastosowanie technologii w procesie nauczania i uczenia się, poziom integracji dobrze opisuje model SAMR.

1. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 5E, 4U, 3A, cyklu Kolba oraz modelu SAMR

Poznanie i zrozumienie korzyści wynikających z różnych modeli planowania zajęć dydaktycznych oraz porównanie ich zastosowania w praktyce nauczycielskiej możemy przeprowadzić, wykorzystując metodę *Jigsaw*¹² – znaną też jako „grupy eksperckie” albo puzzle. Praca odbywa się w tym ujęciu etapowo.

1) Podział na grupy ekspertów

Każda osoba w zespole podstawowym zostaje przydzielona do jednego z modeli:

- Osoba A – model 5E (ang. *engage, explore, explain, elaborate, evaluate*);
- Osoba B – model 4U (uruchomienie, ukierunkowanie, utrzymanie, ukończenie);
- Osoba C – model 3A (ang. *activities, actors, assels*);
- Osoba D – cykl Kolba (doświadczenie/działanie, refleksja/analiza, teoria/konceptualizacja, praktyka/eksperymentowanie).
- Osoba E – model SAMR (ang. *substitution, augmentation, modification, redefinition*).

2) Spotkanie grup ekspertów (Załącznik 3)

Wszystkie osoby przypisane do tego samego modelu spotykają się w „grupie ekspertów”, by:

- zapoznać się z założeniami wybranego modelu;
- wypisać najważniejsze zalety jego stosowania w planowaniu zajęć;
- przygotować krótkie podsumowanie do przekazania swojej grupie podstawowej.

3) Powrót do grup podstawowych

Każdy ekspert wraca do swojej grupy i przedstawia model, który analizował:

- omawia kluczowe cechy modelu;
- wymienia jego zalety;
- podaje przykład zastosowania w praktyce dydaktycznej.

¹² Żmijski J., (2016), *Jakimi metodami pracują grupy uczące się we współpracy?* – materiał dostępny na stronie Fundacji Szkoła z Klasą: <https://www.szkolazklasa.org.pl/wp-content/uploads/2016/11/grupy-eksperckie.pdf> [dostęp: 20.06.2025].

4) Podsumowanie w grupie

Każda z grup porównuje wszystkie modele i opracowuje:

- tabelę porównawczą lub mapę myśli z zaletami poszczególnych modeli;
- własne stanowisko w kwestii: który model wydaje się najskuteczniejszy i dlaczego.

2. Organizacja i planowanie pracy zespołowej z uwzględnieniem ról zespołowych

Dlaczego planowanie pracy zespołowej jest kluczowe? Skuteczna praca zespołowa to nie tylko współpraca, ale przede wszystkim celowe działanie oparte na planowaniu, organizacji i świadomym wykorzystaniu potencjału członków zespołu.

Właściwe zaplanowanie pracy zespołu:

- zwiększa efektywność i jakość pracy;
- ogranicza występowanie konfliktów i frustracji;
- rozwija kompetencje społeczne i odpowiedzialność;
- uczy zarządzania czasem i zadaniami.

Istotne aspekty pracy zespołowej:

- 1) Etapy organizacji pracy zespołowej;
- 2) Role zespołowe np. wg Belbina;
- 3) Narzędzia wspierające pracę zespołową.

Planując efektywną pracę zespołową, warto uwzględnić kilka kluczowych aspektów, które zapewnią sprawną współpracę oraz osiągnięcie założonych celów. Przede wszystkim istotne jest przejście przez odpowiednie etapy organizacji pracy zespołowej. Zazwyczaj obejmują one: formowanie zespołu, określenie celów i zadań, podział ról, planowanie działań, realizację zadań, monitorowanie postępów oraz ewaluację i sformułowanie wniosków na przyszłość. Każdy z tych etapów wpływa na klarowność działań i zaangażowanie członków zespołu.

Ważnym elementem jest także świadome przydzielanie ról zespołowych, np. według modelu Mereditha Belbina. Wyróżnia on dziewięć typowych ról w zespole, takich jak: koordynator, kreator, realizator czy krytyk wartościujący. Dzięki znajomości predyspozycji członków zespołu łatwiej dopasować zadania do ich naturalnych kompetencji, co przekłada się na skuteczność działań całego zespołu i ogranicza potencjalne konflikty.

Współcześnie praca zespołowa wymaga także zastosowania odpowiednich narzędzi, które pomagają monitorować postępy, ustalać priorytety oraz szybko reagować na zmieniające się potrzeby.

Uwzględniając etapy organizacji pracy, świadome kształtowanie ról zespołowych oraz dobór narzędzi, można stworzyć warunki sprzyjające efektywnej i harmonijnej współpracy.

Tabela 7. Etapy organizacji pracy zespołowej

Etap	Opis działań
1. Określenie celu	Wskazanie, co zespół chce osiągnąć (np. realizacja projektu badawczego, prezentacja, rozwiązanie problemu)
2. Ustalenie ról	Ustalenie, kto będzie za co odpowiedzialny; dobór ról z uwzględnieniem kompetencji, stylu pracy i preferencji uczniów
3. Podział zadań	Konkret: jakie zadania, w jakiej kolejności, w jakim terminie będą wykonywane
4. Harmonogram pracy	Plan działań z datami, punktami kontrolnymi i przestrzenią na korekty
5. Komunikacja zespołu	Ustalenie kanałów i zasad (np. tablica Trello, Google Docs, wspólne spotkania)
6. Monitoring i refleksja	Sprawdzanie postępu, rozwiązywanie problemów, ocena pracy zespołu i uczenie się na przyszłość

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Role zespołowe wg Belbina¹³

Rola zespołowa	Opis
Koordynator	Organizuje działania, motywuje, rozdziela zadania, trzyma się celu.
Pomysłodawca	Wnosi nowe idee, ma kreatywne podejście, generuje innowacje.
Ewaluator	Analizuje pomysły, wskazuje zagrożenia, krytycznie myśli.
Wykonawca	Konsekwentny, zorganizowany, przekłada plan na działanie.
Perfekcjonista	Dbą o szczegóły, jakość, testuje wypracowany materiał przed oddaniem.
Mediator („dusza zespołu”)	Buduje dobrą atmosferę, rozwiązuje konflikty, wspiera emocjonalnie.
Łącznik	Utrzymuje kontakt z zewnętrznymi źródłami, szuka informacji poza zespołem.
Motywator	Entuzjasta, zachęca do działania, buduje energię w zespole.
Realizator	Testuje rozwiązania, dostosowuje działania do warunków praktycznych.

Źródło: opracowanie własne.

¹³ *Role zespołowe Belbina* – artykuł na stronie BELBIN Polska: <https://www.belbin.pl/role-zespolowe-belbina/> [dostęp: 20.06.2025].

Tabela 9. Narzędzia cyfrowe wspierające pracę zespołową w różnych obszarach

Obszar	Narzędzia cyfrowe
Planowanie zadań	Trello, Asana, Microsoft To Do, Google Keep
Komunikacja	Slack, Discord, Teams, Google Chat
Dokumenty współdzielone	Google Docs, OneDrive, Notion
Monitorowanie postępu	Padlet, Miro, Jamboard, Canva, Whiteboard

Źródło: opracowanie własne.

3. Integracja nowych technologii, sztucznej inteligencji (AI) oraz rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej w nauczaniu-uczeniu się przedmiotów przyrodniczych zgodnie z modelem SAMR

Omówiony wcześniej model SAMR pomaga ocenić i zaplanować sposób wykorzystania technologii w edukacji z uwzględnieniem poziomu jej wpływu na proces nauczania-uczenia się. Jak zatem wdrażać technologie zgodnie z SAMR? Przykład integracji technologii w nauczaniu – z podziałem na działania nauczyciela, rolę ucznia oraz przykładowe narzędzia – ilustruje poniższa tabela.

Tabela 10. Przykład integracji technologii w nauczaniu zgodnie z modelem SAMR

Poziom SAMR	Działania nauczyciela	Rola ucznia	Przykładowe narzędzia
<i>Substitution</i> Zastąpienie	Digitalizuje materiały.	Odtwarza wiedzę.	PDF, Word, Google Docs
<i>Augmentation</i> Ulepszenie	Dodaje interakcję, testy online,	Odpowiada, reaguje.	Google Forms, Quizizz, Nearpod
<i>Modification</i> Modyfikacja	Przebudowuje zadania wokół technologii.	Tworzy, współpracuje.	Canva, Explain Everything, Scratch, Tinkercad
<i>Redefinition</i> Redefinicja	Tworzy nowe środowiska i doświadczenia.	Eksploruje, odkrywa.	CoSpaces Edu (VR), Merge Cube (AR), ChatGPT, Labster

Źródło: opracowanie własne.

Edukacja dynamicznie zmienia się pod wpływem nowych technologii, które nie tylko wspierają proces uczenia się, ale także gruntownie go przekształcają. Wśród najbardziej obiecujących narzędzi dydaktycznych XXI wieku znajdują się: sztuczna inteligencja (AI), rozszerzona rzeczywistość (AR) oraz wirtualna rzeczywistość (VR). Ich zastosowanie w edukacji otwiera nowe możliwości projektowania środowisk uczenia się – bardziej spersonalizowanych, immersyjnych i anagających niż kiedykolwiek wcześniej. Nauczyciel – wspierany przez technologie – może tworzyć przestrzeń, w której uczestnicy uczą się w swoim tempie, doświadczają zjawisk

w realistycznych lub symulowanych warunkach oraz rozwijają kompetencje kluczowe w kontekście rzeczywistych wyzwań. Sztuczna inteligencja potrafi analizować potrzeby uczniów i dostosowywać treści oraz poziom trudności do ich możliwości. Rozszerzona rzeczywistość pozwala na wzbogacenie rzeczywistości o warstwę cyfrową, czyniąc naukę bardziej interaktywną i kontekstową, a rzeczywistość wirtualna umożliwia przeniesienie uczestników do wirtualnych światów, w których mogą eksplorować, eksperymentować i uczyć się poprzez doświadczenie.

Model SAMR zakłada odejście od pasywnego przyswajania wiedzy na rzecz aktywnego, eksploracyjnego i często współdzielonego uczenia się. W tabeli 11. przedstawiono konkretne przykłady oraz potencjał edukacyjny każdej z tych technologii w kontekście praktyki szkolnej z wykorzystaniem tego modelu w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.

Tabela 11. Zastosowanie AI, AR, VR w nauczaniu z uwzględnieniem poziomów SAMR

Poziom SAMR	Opis	Zastosowanie AI/AR/VR
Zastąpienie	Technologia zastępuje tradycyjne narzędzie bez zmiany funkcji.	AI: Chatbot źródłem wiedzy jak podręcznik AR: Modele 3D zamiast rysunków w książce VR: Film 360° zamiast klasycznego wideo
Ulepszenie	Technologia zastępuje narzędzie, dodając nowe funkcje.	AI: Sugerowanie pytań, natychmiastowa informacja zwrotna AR: Interaktywne modele układów narządów VR: Eksperymenty 3D z elementami interakcji
Modyfikacja	Technologia zmienia strukturę zadania.	AI: Asystent analizy danych z eksperymentów AR: Tworzenie przez uczniów własnych modeli i opisów VR: Programowanie wirtualnych doświadczeń
Redefinicja	Technologia służy realizacji zupełnie nowych zadań, niemożliwych do wykonania bez jej wykorzystania.	AI: Tworzenie raportów badawczych z pomocą AI AR: Nakładanie animacji procesów biologicznych na realne obiekty VR: Eksploracja wnętrza komórki w pełnym 3D + dialog z AI

Źródło: opracowanie własne.

By lepiej zrozumieć różnicę pomiędzy rozszerzoną i wirtualną rzeczywistością, warto obejrzeć filmy dotyczące technologii AR i VR. Nie wszystkie przykłady dotyczą przedmiotów przyrodniczych, jednak doskonale pokazują, na czym polega różnica pomiędzy tymi dwiema technologiami.

1) Filmy na temat AR:

- *Hyper-Reality* – Keiichi Matsuda: <https://www.youtube.com/watch?v=YJg02ivYzSs> [dostęp: 25.07.2025].
- *Augmented Reality Museum demo*: <https://youtu.be/1NfdLsNUysA> [dostęp: 25.07.2025].
- *National Geographic Augmented Reality experience by INDE*: <https://www.youtube.com/watch?v=xhYoRSXbQLs> [dostęp: 28.07.2025].
- *Bring the Periodic Table to life with Augmented Reality*: <https://www.youtube.com/watch?v=yqgkx2KcTd8&t=55s> [dostęp: 28.07.2025].
- *Szkolna biblioteczka rzeczywistości rozszerzonej: „Chemia na co dzień”*: https://www.youtube.com/watch?v=NAu2s8nChe4&utm_source=chatgpt.com [dostęp: 28.07.2025].

2) Filmy na temat VR:

- *The Void – Star Wars: Secrets of the Empire*: https://www.youtube.com/watch?v=Lu-VZ_-GZdus [dostęp: 28.07.2025].
- *Mars360: 4.5-billion-pixel of Mars by NASA's Perseverance Rover* (360 video 8K): <https://www.youtube.com/watch?v=iL-e-94ldlQ> [dostęp: 28.07.2025].
- *Most Beautiful Sceneries of the World – Part 1 – 360 VR Video*: <https://youtu.be/ZS8aG415A8c> [dostęp: 28.07.2025].
- *GoPro Odyssey – New York City 360° timelapse*: https://www.youtube.com/watch?v=AR9_SZtJ_KU [dostęp: 28.07.2025].
- *Human Anatomy VR*: <https://www.youtube.com/watch?v=fbfLqdhgOW4> [dostęp: 28.07.2025].

Sztuczna inteligencja jako wsparcie procesu rozwiązywania problemów AI może działać jak:

- mentor (zadający pytania, sugerujący kierunki);
- asystent (analizujący teksty, streszczający dane);
- narzędzie do eksperymentowania (np. do generowania kodu, planów działania, treści).

Warto rozmawiać z uczniami o etyce korzystania ze sztucznej inteligencji AI¹⁴, roli twórcy i odbiorcy, konieczności sprawdzania źródeł i braniu odpowiedzialności za swoje działania w sieci. Istotne są także zagadnienia związane z kryzysem energetycznym, dlatego powinniśmy uczyć mądrego korzystania ze sztucznej inteligencji oraz myślenia maszynowego umożliwiającego pisanie skutecznych promptów.

Wykorzystanie technologii może ułatwić rozwijanie umiejętności rozwiązywania złożonych problemów. Nowoczesne technologie mogą być nie tylko narzędziem, ale środowiskiem i partnerem w procesie uczenia się. Wspierają myślenie krytyczne, analizę danych, współpracę, symulację złożonych sytuacji, a także tworzenie i prezentowanie rozwiązań.

¹⁴ GRAI – Grupa Robocza ds. Sztucznej Inteligencji, (2025), *Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki?*: <https://www.gov.pl/attachment/c6eb740f-28f1-49a0-9081-2133fc461923> [dostęp: 20.06.2025].

Przykładowe zastosowanie w praktyce narzędzi cyfrowych w zależności od etapu rozwiązywania problemów przedstawia tabela 12.

Tabela 12. Zastosowanie narzędzi cyfrowych do rozwiązywania złożonych problemów

Etap/Cel	Narzędzia cyfrowe	Zastosowanie w praktyce
1. Identyfikacja problemu	Padlet, Jamboard, Miro, Mentimeter, AnswerGarden	Burza mózgów, zbieranie pytań, tworzenie mapy problemów
2. Analiza problemu i danych	Google Sheets, Excel, Gapminder, Flourish, Tableau Public, Desmos, GeoGebra	Praca z danymi, wykresy, badanie zależności i trendów
3. Planowanie działań i strategii	Trello, Asana, Notion, Google Keep, Microsoft To Do	Zarządzanie zadaniami, podział pracy w zespole, organizacja etapów projektu
4. Tworzenie i testowanie rozwiązań	Scratch, MakeCode, Tynker, Canva Whiteboard, Minecraft Education, symulacje PhET	Tworzenie prototypów, eksperymenty, projektowanie rozwiązań cyfrowych
5. Współpraca i komunikacja	Google Docs, Microsoft 365, Canva for Teams, Slack (dla starszych), Discord (w wersji edukacyjnej)	Wspólna praca nad dokumentami, komunikacja w grupie
6. Prezentowanie rozwiązań	Canva, Genially, Prezi, Adobe Express, Powtoon, iMovie, Clipchamp	Tworzenie atrakcyjnych prezentacji, filmów i infografik
7. Refleksja i ocena procesu	Google Forms, Microsoft Forms, Flip (Flipgrid), blogi edukacyjne, Wakelet, Seesaw	Samoocena, dokumentacja działań, nagrywanie refleksji, tworzenie portfolio ucznia

Źródło: opracowanie własne.



Podsumowanie

Niniejsza praca zawiera treści omówione na warsztacie przyrodniczym pn.: *Metody naukowe i projektowe w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych* realizowanym w ramach szkolenia **„Współczesne trendy w metodyce nauczania przedmiotów przyrodniczych i matematycznych w szkole podstawowej i ponadpodstawowej”** zorganizowanego przez Ośrodek Rozwoju Edukacji w Warszawie.

Celem publikacji jest ukazanie ogromnych możliwości nauczania przedmiotów przyrodniczych z zastosowaniem metod naukowych i projektowych w kontekście najnowszych trendów metodycznych współczesnej edukacji oraz wykorzystania technologii. Szczególną uwagę zwrócono na założenia konstrukttywizmu, potrzebę rozwijania aktywności badawczej uczniów, konieczność stosowania różnych strategii oceniania ich pracy oraz efektywne planowanie działań zespołowych.

Zaprezentowano różne perspektywy planowania zajęć z wykorzystaniem nowoczesnych modeli dydaktycznych, a także wskazano etapy realizacji działań edukacyjnych: od rozbudzania ciekawości poprzez projektowanie pracy, refleksję i przekształcanie wiedzy, aż po jej praktyczne zastosowanie.

Przybliżono skuteczne strategie nauczania przedmiotów przyrodniczych, wspierające rozwiązywanie złożonych problemów. Omówiono też zagadnienia związane z wdrażaniem metody STEAM w praktyce szkolnej oraz możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji, a także rozszerzonej rzeczywistości i wirtualnej.

Wykorzystanie różnorodnych metod, technologii edukacyjnej oraz przemyślanego planowania pozwala nie tylko podnieść jakość nauczania-uczenia się przedmiotów przyrodniczych, ale również wzmocnić motywację uczniów i uczennic. Może stanowić wsparcie w rozwoju myślenia krytycznego i twórczego oraz pogłębiać zrozumienie zjawisk przyrodniczych.

Treści szkolenia zostały opracowane pod kątem realizacji szkoleń kaskadowych – mają posłużyć upowszechnianiu i promocji współczesnych trendów w metodyce nauczania przedmiotów przyrodniczych przez doradców metodycznych i nauczycieli konsultantów. Przygotowane materiały stanowią również wsparcie merytoryczne i praktyczne dla doradców metodycznych i nauczycieli przedmiotów przyrodniczych w zakresie rozwijania przez nich własnego warsztatu pracy i realizacji zadań związanych z doskonaleniem zawodowym nauczycieli.

Treści omawiane podczas warsztatów:

1. Metody naukowe, konstrukttywizm i metody aktywizujące stosowane w edukacji przyrodniczej.
2. Rola aktywności badawczej uczniów w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.
3. Strategie nauczania umożliwiające skuteczne rozwiązywanie złożonych problemów.

4. Metoda STEAM w praktyce szkolnej.
5. Strategie oceniania różnych rodzajów aktywności uczniów, wspierające kreatywność i samodzielność oraz motywujące do uczenia się.
6. Zalety planowania zajęć z wykorzystaniem modelu 5E, 4U, 3A oraz cyklu Kolba.
7. Organizacja i planowanie pracy zespołowej z uwzględnieniem ról zespołowych.
8. Integracja nowych technologii, sztucznej inteligencji (AI) oraz rzeczywistości rozszerzonej AR i wirtualnej VR w nauczaniu-uczeniu się przedmiotów przyrodniczych.



Załączniki do zadań warsztatowych

Załącznik 1. „Przyrodnicze bingo”

Instrukcja dla uczestników:

Znajdź osoby, które spełniają warunki z pól bingo. Każdą osobę możesz wpisać tylko raz. Kto pierwszy zapełni całą linię (poziomo, pionowo lub po przekątnej), krzyczy „Bingo!”

Hoduje rośliny w domu.	Prowadzi zajęcia terenowe.	Uczy chemii.	Była w górach w ostatnim roku.	Lubi uczyć przez zabawę.
Ma teleskop lub lornetkę.	Pracuje w więcej niż jednej szkole.	Prowadziła kiedyś doświadczenie z jajkiem.	Ma swój ulubiony pierwiastek.	Uczy fizyki.
Uczy biologii.	Używa quizów online na lekcjach.	TU WPISZ TWOJE IMIĘ!	Jeździ rowerem do pracy.	Kiedyś pracowała w laboratorium.
Zna nazwę co najmniej trzech chmur.	Prowadzi doświadczenia z wodą.	Uwielbia zadawać pytania.	Interesuje się klimatologią.	Lubi mikroskopy.
Robiła kiedyś zielnik.	Zna nazwę co najmniej jednego meteorytu.	Była na szkoleniu poza granicami Polski.	Uczy geografii.	Ma doświadczenie z grantami edukacyjnymi.

Załącznik 2. Instrukcje do zadania projektowego wygenerowane przez ChatGPT 4

Instrukcja zadania dla Grupy 1 – „Domowa stacja do badania powietrza”



Cel zadania:

Waszym zadaniem jest zaprojektowanie **prostej stacji do monitorowania jakości powietrza w domu**. Stacja powinna być łatwa do zbudowania z materiałów dostępnych w każdym domu i pełnić rolę edukacyjną.



Co zrobić?

1. Wspólnie zaplanujcie:

- **Jak ma wyglądać Wasza stacja** – prosta konstrukcja, np. z kartonu, butelek, słomek.
- **Co może pokazać** – np. poziom zanieczyszczeń, wilgotność, temperaturę.
- **Jak będzie działać** – np. przy użyciu papierowych wskaźników zmieniających kolor lub mechanizmów napędzanych siłą wiatru (np. miniwiatraczek).

2. Wszystko zapiszcie na flipcharcie:

- **Szkic stacji** – narysujcie główne elementy, które zbudują Waszą stację.
- **Opis działania** – krótko przedstawcie, co robi Wasza stacja i jak może pomóc w monitorowaniu jakości powietrza w domu.
- **Materiały** – wypiszcie, z czego zbudujecie stację (np. karton, słomki, igła, balon, klej).

3. Zastanówcie się nad zastosowaniem:

- **Jak Wasza stacja pomoże użytkownikowi** – np. umożliwi szybkie rozpoznanie, czy powietrze w pokoju jest czyste, czy wymaga przewietrzenia.
- **Kto będzie jej używał?** – Czy to będzie produkt edukacyjny dla dzieci? Czy dorośli również będą mogli korzystać?



Zalecenia do rozrysowania:

- Na flipcharcie stwórzcie **duży, wyraźny szkic** – nie musicie rysować idealnych detali, ważne, aby pokazać, jak Wasza stacja wygląda i działa.
- Użyjcie kolorowych pisaków, aby **podkreślić najważniejsze elementy**.
- Zapiszcie krótkie **hasła edukacyjne**, np. odpowiedzi na pytania: Jak działa Wasza stacja? Jakie materiały są potrzebne?



Co uwzględnić w prezentacji?

- **Nazwa Waszej stacji** – krótka, chwytliwa.
- **Opis działania** – Jakie zjawiska wykorzystuje stacja (np. zmiany temperatury, reakcje na zanieczyszczenia)?
- **Korzyści** – Jakie problemy rozwiązujecie i dlaczego warto mieć taką stację w domu?
- **Materiały** – Z czego zrobicie Waszą stację?



Czas:

- **20 minut** na stworzenie projektu i szkicu.
- **5 minut** na przygotowanie prezentacji.
- **2 minuty** na prezentację przed resztą grup.

Pamiętajcie, żeby **bawić się projektem** i myśleć o **praktycznych aspektach** Waszego wynalazku! Może Wasza stacja stanie się nową modą w edukacji ekologicznej?

Instrukcja zadania dla Grupy 2 – „Sprytny system oszczędzania wody w łazience”



Cel zadania:

Waszym zadaniem jest zaprojektowanie **sprytnego systemu oszczędzania wody w łazience**, który może być łatwy do zbudowania z materiałów dostępnych w domu. System ma pomóc użytkownikowi w **oszczędzaniu wody** i może mieć zastosowanie w codziennej rutynie w łazience.



Co zrobić?

1. Zaplanujcie, jak Wasz system ma działać:

- **Co system będzie robił?** – np. będzie zbierał wodę po myciu rąk i używał jej do spłukiwania toalety albo automatycznie regulował ilość wody zużywanej podczas kąpieli.
- **Jakie elementy będą go tworzyć?** – np. pojemniki, rurki, zawory, woda przepływająca przez system.

2. Na flipcharcie zapiszcie:

- **Szkic systemu** – jak ma wyglądać Wasza instalacja (np. jak woda przepływa, jakie elementy ją zbierają, jak jest przechowywana).
- **Opis działania systemu** – krótko: jak system oszczędza wodę i co robi użytkownik.
- **Materiały** – wypiszcie, z czego będziecie korzystać, aby zbudować Wasz system (np. butelki, rurki, gumki, taśma klejąca).

3. Zastanówcie się nad jego funkcjami:

- **Co będzie monitorować?** – np. poziom wody, stopień jej zużycia.
- **Czy będzie wymagał jakiejś obsługi?** – np. automatyczne otwieranie zaworu po napełnieniu butelki.



Zalecenia do rozrysowania:

- Na flipcharcie **stwórzcie schemat systemu** – pokażcie, jak woda będzie przepływać przez Wasz system. Możecie narysować zbiorniki, rurki, zawory, połączenia.
- **Użyjcie kolorowych pisaków**, aby wyróżnić poszczególne elementy i pokazać, jak system działa.
- **Oznaczcie** na rysunku, które elementy odpowiadają za oszczędność wody.



Co uwzględnić w prezentacji?

- **Nazwa Waszego systemu** – krótka, chwytliwa.
- **Opis działania** – co dokładnie Wasz system robi, aby oszczędzać wodę.

- **Korzyści** – jakie oszczędności przyniesie użytkownikowi?
- **Materiały** – z czego wykonany jest system i jak można go łatwo zbudować?



Czas:

- **20 minut** na stworzenie projektu i szkicu.
- **5 minut** na przygotowanie prezentacji.
- **2 minuty** na prezentację przed resztą grup.

Pamiętajcie, żeby **skupić się na prostocie i praktyczności**, bo Wasz system ma być łatwy do zbudowania i użytkowania w domu!

Instrukcja zadania dla Grupy 3 – „Obserwatorium życia w doniczce”



Cel zadania:

Waszym zadaniem jest zaprojektowanie **kompaktowego „obserwatorium życia w doniczce”**, które pozwoli na łatwą obserwację rozwoju roślin, korzeni i innych zjawisk przyrodniczych w glebie. Projekt powinien być edukacyjny, a przy tym prosty i dostępny do wykonania w domowych warunkach.



Co zrobić?

1. Zastanówcie się, jak „obserwatorium” ma wyglądać:

- **Jaki będzie jego kształt?** – np. przezroczysta doniczka z dodatkowymi elementami (np. lupą, klapą do otwierania).
- **Jakie zjawiska przyrodnicze będą badane?** – np. rozwój korzeni, wilgotność gleby, wzrost rośliny.
- **Co pomoże w obserwacji?** – np. przezroczyste ściany doniczki, lusterka do obserwacji od spodu, system monitorowania wilgotności.

2. Na flipcharcie zapiszcie:

- **Szkic urządzenia** – narysujcie, jak ma wyglądać Wasze obserwatorium. Możecie dodać szczegóły, np. określić, jak zbudować przezroczysty „pojemnik” na rośliny z kartonu, szkła lub plastiku.
- **Opis działania** – krótko przedstawcie, co będzie można obserwować, jak urządzenie pomaga w nauce o roślinach.
- **Materiały** – wypiszcie, z czego będziecie korzystać podczas budowania urządzenia (np. plastikowa butelka, taśma, papier, sznurek, przezroczysta folia).

3. Zastanówcie się nad dodatkowymi funkcjami:

- **Jakie zjawiska przyrodnicze można śledzić?** – np. wzrost rośliny, zmiana koloru gleby, korzenie.
- **Jakie elementy mogą uczynić obserwację bardziej interaktywną?** – np. lupy, edukacyjne karty do śledzenia rozwoju.



Zalecenia do rozrysowania:

- Na flipcharcie stwórzcie **schemat urządzenia** – narysujcie, jak będzie wyglądać Wasze obserwatorium, uwzględniając elementy takie jak: przezroczyste ścianki, lupa, miejsce na rośliny.
- Użyjcie **kolorowych pisaków**, aby wyróżnić szczegóły takie jak: rośliny, korzenie, pojemniki na wodę, mechanizmy do obserwacji.
- **Oznaczcie** elementy, które pomagają w edukacji i obserwacji życia roślin.



Co uwzględnić w prezentacji?

- **Nazwa Waszego obserwatorium** – krótka, chwytliwa.
- **Opis działania** – co będziecie mogli obserwować, jak działa Wasze urządzenie i jak można wykorzystać je do nauki o roślinach.
- **Korzyści edukacyjne** – jak Wasze urządzenie pomaga zrozumieć życie roślin, rozwój korzeni, wilgotność gleby itp.
- **Materiały** – z czego wykonacie Wasze obserwatorium i jak można je łatwo zbudować w domu?



Czas:

- **20 minut** na stworzenie projektu i szkicu.
- **5 minut** na przygotowanie prezentacji.
- **2 minuty** na prezentację przed resztą grup.

Pamiętajcie, żeby **myśleć o edukacji i zabawie z przyrodą** – Wasze urządzenie powinno być **proste** do zbudowania, ale jednocześnie angażujące dla młodszych użytkowników, którzy będą mogli samodzielnie odkrywać życie roślin.

Instrukcja zadania dla Grupy 4 – „Eko-pudełko do przechowywania energii słonecznej”



Cel zadania:

Waszym zadaniem jest zaprojektowanie **prostej konstrukcji, która będzie przechowywać energię słoneczną**. Może to być np. **ekologiczny piecyk słoneczny** do gotowania, **power-bank** do ładowania urządzeń lub **latarka słoneczna**. Wasze urządzenie powinno działać na zasadzie **energii odnawialnej** – w tym przypadku, **energii słonecznej**.



Co zrobić?

1. Zastanówcie się, jak urządzenie będzie działać:

- **Co to będzie?** – np. piecyk słoneczny do gotowania, minipowerbank słoneczny do ładowania telefonu, latarka zasilana energią słoneczną.
- **Jakie elementy będą wchodziły w skład urządzenia?** – np. panele słoneczne, lustro do skupiania promieni, bateria do magazynowania energii.
- **W jaki sposób urządzenie będzie magazynować energię?** – np. za pomocą akumulatora, baterii słonecznych lub po prostu gromadząc ją w postaci ciepła.

2. Na flipcharcie zapiszcie:

- **Szkic urządzenia** – narysujcie, jak wygląda Wasze urządzenie, uwzględniając panele słoneczne, elementy magazynujące energię, miejsca na baterie.
- **Opis działania** – krótko opiszcie, jak działa Wasz projekt i jakie zjawiska fizyczne są wykorzystywane (np. efekt fotowoltaiczny, przewodnictwo ciepła).
- **Materiały** – wypiszcie, z czego będziecie korzystać, aby zbudować Wasze urządzenie (np. folie aluminiowe, panele słoneczne, akumulatory).

3. Zastanówcie się nad zastosowaniem:

- **Dla kogo będzie to urządzenie?** – np. dla dzieci, w celach edukacyjnych, do użytku w domach bez dostępu do prądu.
- **Jakie problemy rozwiązuje?** – np. oszczędność energii, korzystanie z odnawialnych źródeł energii, nauka o energii słonecznej.



Zalecenia do rozrysowania:

- Na flipcharcie stwórzcie **schemat urządzenia** – narysujcie, jak urządzenie wygląda (np. panele, baterie, miejsce do ładowania).
- Użyjcie **kolorowych pisaków**, aby wyróżnić ważne elementy, np. panele słoneczne, elementy przechowujące energię.
- **Podpiszcie** poszczególne części urządzenia, aby było jasne, co odpowiada za magazynowanie energii.



Co uwzględnić w prezentacji?

- **Nazwa Waszego urządzenia** – wymyślcie chwytliwą nazwę.
- **Opis działania** – jak Wasze urządzenie zbiera energię słoneczną i jak ją przechowuje.
- **Korzyści** – jak urządzenie może pomóc w codziennym życiu (np. oszczędność energii, edukacja dzieci w zakresie energii odnawialnej).
- **Materiały** – z czego wykonacie urządzenie i jak można je łatwo zrobić w domu.



Czas:

- **20 minut** na stworzenie projektu i szkicu.
- **5 minut** na przygotowanie prezentacji.
- **2 minuty** na prezentację przed resztą grup.

Pamiętajcie, żeby **myśleć o prostocie i praktyczności** – Wasze urządzenie powinno być łatwe do zbudowania i używania, ale również edukacyjne i przyjazne dla środowiska!

Instrukcja zadania dla Grupy 5 – „Mydło edukacyjne – myjąc, poznajesz!”



Cel zadania:

Waszym zadaniem jest zaprojektowanie „**mydła edukacyjnego**”, które nie tylko pełni rolę higieniczną, ale także **przekazuje wiedzę** o ochronie środowiska, mikroorganizmach, lub ważnych zjawiskach przyrodniczych. Mydło ma być kreatywnym narzędziem, które **zachęca do nauki** podczas codziennych czynności, takich jak mycie rąk.



Co zrobić?

1. Zastanówcie się, jak Wasze mydło ma działać:

- **Jaką wiedzę przekaże mydło?** – np. w trakcie mycia mydło będzie zmieniać kolor, ujawniając obrazek lub tekst (np. dotyczący mikroorganizmów, wody, recyklingu czy ekologii).
- **Jakie elementy edukacyjne będą w nim zawarte?** – np. po zetknięciu z wodą zmieni kolor, odkrywając informacje o ekologii, rysunki związane z ochroną środowiska, nazwy roślin lub zwierząt.
- **Czy mydło będzie wytwarzane w jakiś specjalny sposób?** – np. przyjazne dla środowiska, z naturalnych składników, biodegradowalne.

2. Na flipcharcie zapiszcie:

- **Szkic opakowania mydła lub reakcji mydła w kontakcie z wodą** – narysujcie, jak Wasze mydło może wyglądać (np. wzory na mydle, jak będzie się zmieniało w trakcie używania).
- **Opis działania** – napiszcie, co użytkownik będzie mógł zobaczyć lub czego nauczyć się, używając mydła. Może to być np. wyświetlający się obrazek, tekst o ekologicznym stylu życia lub o mikroorganizmach.
- **Materiały** – wypiszcie, z czego będzie wykonane Wasze mydło (np. naturalne składniki, ekologiczne barwniki).

3. Zastanówcie się nad dodatkowymi funkcjami:

- **Co się zmieni, gdy ktoś zacznie myć ręce?** – np. ujawnianie faktów o mikroorganizmach lub elementów związanych z naturą (rośliny, zwierzęta).
- **Jakie zjawiska przyrodnicze mydło ma prezentować?** – np. po umyciu rąk na mydle mogą ukazywać się informacje o ochronie przyrody, zwierzętach zagrożonych wyginięciem, cyklu wody w przyrodzie.



Zalecenia do rozrysowania:

- Na flipcharcie stwórzcie **schemat reakcji mydła** – pokażcie, co się zmienia w trakcie jego używania (np. zmiana koloru, pojawiający się obrazek, tekst).

- Narysujcie **opakowanie mydła**, uwzględniając elementy edukacyjne (np. kody QR, hasła, które można odkryć po umyciu rąk).
- Użyjcie **kolorowych pisaków**, aby wyróżnić zmiany, jakie zachodzą w mydle.



Co uwzględnić w prezentacji?

- **Nazwa mydła** – krótka i chwytliwa.
- **Opis działania** – jak Wasze mydło edukuje użytkownika i jakie zjawiska przyrodnicze są przedstawiane w trakcie mycia rąk.
- **Korzyści edukacyjne** – jakie tematy przyrodnicze lub ekologiczne można dzięki mydłu poznać?
- **Materiały** – z czego wykonacie mydło i jak można je łatwo wykonać w warunkach domowych?



Czas:

- **20 minut** na stworzenie projektu i szkicu.
- **5 minut** na przygotowanie prezentacji.
- **2 minuty** na prezentację przed resztą grup.

Pamiętajcie, żeby **łączyć edukację z zabawą** – mydło powinno być atrakcyjne dla dzieci i dorosłych, a jednocześnie przekazywać ważne informacje o ochronie środowiska i naturze!

Załącznik 3. Zabawa „Eksperyment z jajkiem” – instrukcja dla uczestników

Waszym zadaniem jest zaprojektowanie i zbudowanie ochrony dla surowego jajka, aby przetrwało upadek z wysokości 1,5 metra nad blatem stolika/ławki bez rozbicia.

Pracujecie w zespołach, wykorzystując dostępne materiały. Celem jest opracowanie konstrukcji minimalizującej siłę uderzenia jajka o podłoże oraz zrozumienie działania sił i amortyzacji przy upadku.

Materiały do wyboru:

- surowe jajka (1–2 dla każdego zespołu),
- baloniki,
- taśma klejąca,
- papier (gazetki reklamowe),
- serwetki stołowe,
- sznurek,
- trytytki,
- rurki do napojów,
- taśma miernicza.

Polecenia:

1. Zaprojektujcie konstrukcję ochronną dla jajka, wykorzystując dostępne materiały. Zastanówcie się nad sposobami amortyzacji i ochrony.
2. Zastanówcie się: Jak zmniejszyć siłę działającą na jajko przy upadku? Jak rozproszyć energię uderzenia?
3. Zbudujcie konstrukcję i umieśćcie w niej jajko.
4. Przeprowadźcie test: upuśćcie zabezpieczone jajko z wysokości 1,5 metra nad blatem stołu lub ławki.
5. Obserwujcie rezultat: Czy jajko pozostało całe? Czy konstrukcja dobrze zamortyzowała uderzenie?
6. Zapiszcie wnioski: Co w konstrukcji zadziałało? Co można poprawić w projekcie?

Załącznik 4. Planowanie zajęć – formatki do wypełnienia

Tabela 1. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 5E

Temat:

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Angażowanie (<i>engage</i>) Następuje pobudzenie zainteresowania uczniów tematem, np. poprzez zadawanie pytań, ukazanie problemu do rozwiązania, prezentację wideo lub wykorzystanie ciekawych historii.	
2. Eksploracja (<i>explore</i>) Uczniowie samodzielnie lub w grupach przeprowadzają eksperymenty, analizują sytuacje lub pracują z materiałami, aby odkryć lub zrozumieć nowe pojęcia i zjawiska.	
3. Wyjaśnianie (<i>explain</i>) Uczniowie dzielą się swoimi odkryciami, wyjaśniają je oraz omawiają z nauczycielami i kolegami. Nauczyciel dostarcza formalne definicje pojęć, wyjaśnia mechanizmy i zasady istotne dla tematu.	
4. Rozwijanie (<i>elaborate</i>) Uczniowie stosują nowo nabytą wiedzę w praktyce, doskonalą umiejętności, rozwiązują problemy, znajdują zastosowania dla poznanych pojęć.	
5. Ocena (<i>evaluate</i>) Sprawdzane są wiedza i umiejętności uczniów – z wykorzystaniem tradycyjnych metod (np. testów) lub poprzez prezentację wyników eksperymentów, rozwiązań problemów, efektów pracy zespołowej.	

Tabela 2. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 4U

Temat:

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Użyteczne (<i>useful</i>) – ukazanie uczniom, dlaczego dany temat ma znaczenie i jakie konkretne korzyści im przyniesie	
2. Zrozumiałe (<i>understandable</i>) – zapewnienie jasności i przystępności materiału – dopasowanie go do poziomu uczniów	
3. Praktyczne (<i>usable</i>) – zapewnienie uczniom możliwości zastosowania wiedzy w praktyce	
4. Pilne (<i>urgent</i>) – uświadomienie uczniom, dlaczego warto poznać omawiane zagadnienia właśnie teraz	

Tabela 3. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 3A

Temat:

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Aktywność (<i>active</i>) – uczniowie są czynnie zaangażowani w proces uczenia się – działają, badają, analizują, tworzą, rozwiązują problemy, współpracują. Nauczyciel nie przekazuje wiedzy w sposób podający, ale stwarza sytuacje, w których uczniowie sami ją odkrywają i konstruują.	
2. Atrakcyjność (<i>attractive</i>) – treści są przedstawiane uczniom ciekawie, lekcja jest inspirująca, wzbudza emocje i zainteresowanie. Nauczyciel dba o atrakcyjność, stosuje różnorodne metody i środki dydaktyczne – wykorzystuje multimedia, elementy grywalizacji, angażujące formy pracy i materiały bliskie uczniom.	
3. Autentyczność (<i>authentic</i>) – treści nauczania i zadania zlecane uczniom są powiązane ze znaną im rzeczywistością. Nauczyciel odwołuje się do realnych sytuacji, problemów społecznych, wydarzeń z życia codziennego czy aktualnych informacji medialnych. Używa autentycznych materiałów, takich jak artykuły prasowe, dane statystyczne, relacje świadków czy materiały multimedialne.	

Tabela 4. Planowanie zajęć z wykorzystaniem cyklu Kolba

Etapy cyklu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Doświadczenie (<i>concrete experience</i>) Nauka rozpoczyna się od bezpośredniego działania lub doświadczenia.	
2. Refleksja (<i>reflective observation</i>) Uczniowie analizują to, co się wydarzyło, zastanawiają się nad swoimi reakcjami, obserwują zachowania innych, porównują swoje działania z działaniami kolegów.	
3. Teoria (<i>abstract conceptualization</i>) Uczniowie formułują ogólne wnioski, tworzą pojęcia i modele, które pomagają im zrozumieć i uporządkować doświadczenie. Następuje przekształcenie refleksji w wiedzę teoretyczną. Zostają wprowadzone definicje, zasady, reguły i związki przyczynowo-skutkowe.	
4. Praktyka (<i>active experimentation</i>) Następuje zastosowanie zdobytej wiedzy w nowej sytuacji. Uczniowie podejmują działanie, sprawdzają swoje pomysły w praktyce, modyfikują wcześniejsze strategie i testują nowe rozwiązania. Następuje zrozumienie, rozwój umiejętności i utrwalenie wiedzy poprzez praktyczne zastosowanie.	

Tabela 5. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu SAMR

Temat:

Poziom integracji technologii w kontekście działań edukacyjnych	Przykład
<i>Substitution</i> (podstawienie) – technologia zastępuje tradycyjne narzędzie bez znaczącej zmiany funkcji.	
<i>Augmentation</i> (rozszerzenie) – technologia zastępuje narzędzie z pewnym ulepszeniem funkcjonalności.	
<i>Modification</i> (modyfikowanie) – technologia znacząco zmienia sposób wykonania zadania.	
<i>Redefinition</i> (redefinicja) – technologia umożliwia wykonywanie zupełnie nowych zadań – wcześniej niemożliwych do zrealizowania.	

Załącznik 4A. Planowanie zajęć – przykładowo wypełnione formatki

Tabela 1A. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 5E

Temat: Klimat pod lupą – jak nauka, technologia i sztuka pomagają zrozumieć zmiany klimatyczne?

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Angażowanie (<i>engage</i>): Następuje pobudzenie zainteresowania uczniów tematem, np. poprzez zadawanie pytań, ukazanie problemu do rozwiązania, prezentację wideo lub wykorzystanie ciekawych historii.	Cele: - wzbudzenie ciekawości i zainteresowania tematem; - uświadomienie uczniom znaczenia zmian klimatycznych. Działania: - obejrzenie wideo lub animacji nt. zmian klimatu (np. wyprodukowanego przez NASA lub WWF); - burza mózgów: „Co już wiemy o klimacie?” – zapisanie wniosków na tablicy; - sformułowanie pytania kluczowego: Czy możemy zatrzymać zmiany klimatu?
2. Eksploracja (<i>explore</i>): Uczniowie samodzielnie lub w grupach przeprowadzają eksperymenty, analizują sytuacje lub pracują z materiałami, aby odkryć lub zrozumieć nowe pojęcia i zjawiska.	Cele: - samodzielne badanie zjawisk i zbieranie danych; - doświadczenie naukowe i praca z technologią. Działania: - przeprowadzenie eksperymentu symulującego efekt cieplarniany (z użyciem słoików, folii, termometrów); - praca z aplikacjami pogodowymi i klimatycznymi (np. Windy, Climate Reanalyzer); - zbieranie danych dotyczących klimatu w różnych regionach świata.
3. Wyjaśnianie (<i>explain</i>): Uczniowie dzielą się swoimi odkryciami, wyjaśniają je oraz omawiają z nauczycielami i kolegami. Nauczyciel dostarcza formalne definicje pojęć, wyjaśnia mechanizmy i zasady istotne dla omawianego tematu.	Cele: - zrozumienie mechanizmów zmian klimatycznych; - wyciąganie wniosków na podstawie danych. Działania: - analiza danych: wykresy temperatur, opadów, CO₂; - dyskusja: „Jakie są przyczyny i skutki zmian klimatu?”; - tworzenie mapy pojęć: klimat – pogoda – efekt cieplarniany – globalne ocieplenie.

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
4. Rozwijanie (<i>elaborate</i>): Uczniowie stosują nowo nabytą wiedzę w praktyce, doskonalą umiejętności, rozwiązują problemy, znajdują zastosowania dla poznanych pojęć.	Cele: • zastosowanie wiedzy w praktyce; • twórcze i interdyscyplinarne podejście do problemu. Działania: • realizacja projektu zespołowego: kampania edukacyjna nt. zmian klimatu (plakat, film, podcast, model 3D); • projektowanie rozwiązań lokalnych: np. „Zielona szkoła”, „Ograniczamy ślad węglowy”; • prezentacja projektów przed klasą lub społecznością szkolną.
5. Ocena (<i>evaluate</i>): Sprawdzane są wiedza i umiejętności uczniów – z wykorzystaniem tradycyjnych metod (np. testów) lub poprzez prezentację wyników eksperymentów, rozwiązań problemów, efektów pracy zespołowej.	Cele: • refleksja nad procesem uczenia się; • ocena wiedzy, umiejętności i postaw. Działania: • rozwiązywanie quizu podsumowującego (np. Kahoot, Wordwall); • uzupełnienie karty samooceny i refleksji ucznia; • odbieranie informacji zwrotnej od nauczyciela i rówieśników.

Tabela 2A. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 4U

Temat: Klimat pod lupą – jak nauka, technologia i sztuka pomagają zrozumieć zmiany klimatyczne

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celu
1. Użyteczne (<i>useful</i>) – ukazanie uczniom, dlaczego dany temat ma znaczenie i jakie konkretne korzyści im przyniesie	Cele: • poznanie pojęć: klimat, pogoda, zmiany klimatyczne, efekt cieplarniany; • zrozumienie mechanizmów wpływających na klimat. Działania: • prezentacja multimedialna nt. klimatu i jego zmian; • eksperyment symulujący efekt cieplarniany (z użyciem słoików, folii, termometrów); • praca z interaktywną mapą klimatyczną (np. Windy, NASA EarthData).
2. Zrozumiałe (<i>understandable</i>) – zapewnienie jasności i przystępności materiału – dopasowanie go do poziomu uczniów	Cele: • rozwijanie świadomości ekologicznej i odpowiedzialności za środowisko; • rozpoznanie lokalnych i globalnych skutków zmian klimatycznych. Działania: • analiza danych dotyczących klimatu w różnych regionach świata; • dyskusja: „Jak zmiany klimatu wpływają na nasze życie?”; • tworzenie map myśli objaśniających, co możemy zrobić, by chronić klimat?
3. Praktyczne (<i>usable</i>) – zapewnienie uczniom możliwości zastosowania wiedzy w praktyce	Cele: • tworzenie projektów edukacyjnych i społecznych; • rozwijanie kreatywności i kompetencji cyfrowych. Działania: • projekt zespołowy: kampania informacyjna nt. zmian klimatycznych (plakat, film, podcast, model 3D); • tworzenie wykresów i infografik na podstawie danych; • prezentacja projektów przed klasą lub społecznością szkolną.

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celu
4. Pilne (<i>urgent</i>) – uświadomienie uczniom, dlaczego warto poznać omawiane zagadnienia właśnie teraz	Cele: • ewaluacja własnej wiedzy i działań; • aktualizacja wiedzy na podstawie najnowszych danych i wydarzeń. Działania: • rozwiązanie quizu podsumowującego wiedzę; • uzupełnienie karty refleksji ucznia: „Czego się nauczyłem/am? Co mogę zmienić?”; • śledzenie aktualnych wydarzeń klimatycznych, np. informacji dotyczących COP, raportów IPCC – (ang. <i>The Intergovernmental Panel on Climate Change</i>).

Tabela 3A. Planowanie zajęć z wykorzystaniem modelu 3A

Temat: Klimat pod lupą – jak nauka, technologia i sztuka pomagają zrozumieć zmiany klimatyczne?

Elementy modelu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Aktywność (<i>active</i>) – uczniowie są czynnie zaangażowani w proces uczenia się – działają, badają, analizują, tworzą, rozwiązują problemy, współpracują. Nauczyciel nie przekazuje wiedzy w sposób podający, ale stwarza sytuacje, w których uczniowie sami ją odkrywają i konstruują.	Cele – uczniowie: • poznają pojęcia: klimat, pogoda, zmiany klimatyczne, efekt cieplarniany; • obserwują dane pogodowe i klimatyczne z różnych źródeł. Przebieg: • burza mózgów: „Czym różni się klimat od pogody?”; • interaktywna mapa klimatyczna świata – analizowanie danych z aplikacji (np. Windy, Climate Reanalyzer); • przeprowadzenie eksperymentu symulującego efekt cieplarniany – porównanie temperatury w dwóch słoikach (jeden z folią, drugi – bez).
2. Atrakcyjność (<i>attractive</i>) – treści są przedstawiane uczniom ciekawie, lekcja jest inspirująca, wzbudza emocje i zainteresowanie. Nauczyciel dba o atrakcyjność, stosuje różnorodne metody i środki dydaktyczne – wykorzystuje multimedia, elementy grywalizacji, angażujące formy pracy i materiały bliskie uczniom.	Cele – uczniowie: • analizują dane klimatyczne (np. średnie temperatury, opady) z ostatnich 50 lat; • tworzą wykresy i interpretują trendy. Przebieg: • praca w grupach: analizowanie przez każdą z grup danych z innego regionu świata (np. Arktyka, Europa, Afryka); • tworzenie wykresów (np. w Excelu lub Google Sheets); • dyskusja: „Jakie zmiany zauważamy? Jakie mogą być ich skutki?”.
3. Autentyczność (<i>authentic</i>) – treści nauczania i zadania zlecane uczniom są powiązane ze znaną im rzeczywistością. Nauczyciel odwołuje się do realnych sytuacji, problemów społecznych, wydarzeń z życia codziennego czy aktualnych informacji medialnych. Używa autentycznych materiałów, takich jak artykuły prasowe, dane statystyczne, relacje świadków czy materiały multimedialne.	Cele – uczniowie: • tworzą projekt edukacyjny lub kampanię społeczną dotyczącą zmian klimatycznych; • prezentują wyniki swojej pracy. Przebieg: • zadanie projektowe: „Zaprojektuj kampanię informacyjną nt. zmian klimatycznych” – forma dowolna: plakat, filmik, podcast, model 3D; • prezentacja projektów – każda grupa przedstawia swój pomysł; • refleksja: „Co możemy zrobić jako uczniowie, by przeciwdziałać zmianom klimatu?”.

Tabela 4A. Planowanie zajęć z wykorzystaniem cyklu Kolba

Temat: Klimat pod lupą – jak nauka, technologia i sztuka pomagają zrozumieć zmiany klimatyczne?

Etapy cyklu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
1. Doświadczenie (<i>concrete experience</i>) Nauka rozpoczyna się od bezpośredniego działania lub doświadczenia.	Cele: - wprowadzenie uczniów w temat poprzez działanie i eksperyment; - pobudzenie ciekawości i zaangażowania. Działania: - przeprowadzenie eksperymentu symulującego efekt cieplarniany: dwa słoiki – jeden przykryty folią, drugi nie – pomiar temperatury; - obserwacja danych pogodowych z aplikacji (np. Windy, Climate Reanalyzer); - obejrzenie krótkiego filmu lub animacji nt. zmian klimatu.
2. Refleksja (<i>reflective observation</i>) Uczniowie analizują to, co się wydarzyło, zastanawiają się nad swoimi reakcjami, obserwują zachowania innych, porównują swoje działania z działaniami kolegów.	Cele: - zastanowienie się nad zaobserwowanymi zjawiskami; - rozpoznanie zależności i skutków. Działania: - dyskusja: „Co zauważyliśmy w eksperymencie?”, „Jakie zmiany klimatyczne obserwujemy na świecie?”; - tworzenie mapy myśli obrazującej lokalne i globalne skutki zmian klimatu; - analiza danych dotyczących klimatu w różnych regionach świata (np. Arktyka, Europa, Afryka).
3. Teoria (<i>abstract conceptualization</i>) Uczniowie formułują ogólne wnioski, tworzą pojęcia i modele, które pomagają im zrozumieć i uporządkować doświadczenie. Następuje przekształcenie refleksji w wiedzę teoretyczną, wprowadzenie definicji, zasad, reguł i związków przyczynowo-skutkowych.	Cele: - zrozumienie naukowego uzasadnienia zmian klimatycznych; - praca z wykorzystaniem danych i pojęć. Działania: - wyjaśnienie pojęć: klimat, pogoda, efekt cieplarniany, globalne ocieplenie; - tworzenie wykresów i infografik na podstawie danych (np. średnie temperatury, poziom CO₂); - praca z mapami klimatycznymi i raportami, np. IPCC (ang. <i>The Intergovernmental Panel on Climate Change</i>).

Etapy cyklu	Działania prowadzące do realizacji celów zajęć
4. Praktyka (<i>active experimentation</i>) Następuje zastosowanie zdobytej wiedzy i zrozumienia w nowej sytuacji. Uczniowie podejmują działanie, sprawdzają swoje pomysły w praktyce, modyfikują wcześniejsze strategie i testują nowe rozwiązania. Ten etap pozwala na rozwój umiejętności i utrwalenie wiedzy poprzez praktyczne zastosowanie.	Cele: • przeniesienie wiedzy w działanie; • rozwijanie kreatywności i kompetencji społecznych. Działania: • realizacja projektu zespołowego: kampania edukacyjna nt. zmian klimatu (plakat, film, podcast, model 3D); • prezentacja projektów przed klasą lub społecznością szkolną; • planowanie działań lokalnych: np. „Zielona szkoła”, „Dzień bez plastiku”, „Ograniczamy ślad węglowy”.

Tabela 5A. Planowanie zajęć z wykorzystaniem wykorzystaniem modelu SAMR

Temat: Klimat pod lupą – jak nauka, technologia i sztuka pomagają zrozumieć zmiany klimatyczne?

Poziom integracji technologii w kontekście działań edukacyjnych	Przykłady
Substitution (podstawienie) – technologia zastępuje tradycyjne narzędzie bez znaczącej zmiany funkcji.	1. Wykorzystanie cyfrowych map w aplikacjach (np. Windy, Google Earth) zamiast papierowych map klimatycznych. 2. Zapisywanie notatek i obserwacji w edytorze tekstu (np. Word, Google Docs) zamiast w zeszytach.
Augmentation (rozszerzenie) – technologia zastępuje narzędzie z pewnym ulepszeniem funkcjonalności.	1. Tworzenie wykresów klimatycznych w Excelu lub Google Sheets połączone z automatyczną analizą danych. 2. Korzystanie z aplikacji pogodowych do porównywania danych z różnych regionów w czasie rzeczywistym. 3. Rozwiązanie interaktywnego quizu (np. Kahoot, Wordwall) zamiast tradycyjnego sprawdzianu.
Modification (modyfikowanie) – technologia znacząco zmienia sposób wykonania zadania.	1. Tworzenie cyfrowych infografik i prezentacji multimedialnych nt. zmian klimatu (np. z użyciem aplikacji Canva, Genially). 2. Współpraca online w zespołach – opracowanie projektu kampanii edukacyjnej (np. z użyciem aplikacji Padlet, Jamboard, Google Workspace). 3. Analiza danych klimatycznych z otwartych źródeł (np. NASA – <i>National Aeronautics and Space Administration</i>, IPCC – <i>The Intergovernmental Panel on Climate Change</i>) i ich interpretacja w formie cyfrowych raportów.
Redefinition (redefinicja) – technologia umożliwia wykonywanie zupełnie nowych zadań – wcześniej niemożliwych do zrealizowania.	1. Tworzenie podcastów lub filmów edukacyjnych dotyczących zmian klimatu i publikowanie ich online (np. na platformach YouTube, Spotify). 2. Projektowanie modeli 3D (np. topniejących lodowców, zielonych miast) w aplikacjach typu Tinkercad. 3. Współpraca międzyszkolna lub międzynarodowa przy realizacji wspólnego projektu klimatycznego (np. eTwinning, TwinSpace).

Załącznik 5. Ćwiczenie ewaluacyjne – „Połącz w pary”

Przygotowanie ćwiczenia „Połącz w pary”:

1. Wydrukuj tabelę zawierającą nazwy metod naukowych oraz ich opisy.
2. Rozetnij każdy wiersz tabeli wzdłuż linii – tak, aby powstały osobne paski z metodami i oddzielne paski z opisami.
3. Wymieszaj paski i umieść je np. w kopercie.
4. Przygotuj liczbę zestawów odpowiadającą liczbie zespołów na warsztatach.

Polecenia do wykonania zadania:

1. Otwórz/otwórzcie kopertę i rozłóż/rozłóżcie paski na stoliku.
2. Przeczytaj/przeczytajcie dokładnie każdą nazwę i każdy opis.
3. Połącz/połączcie metodę z opisem, który najlepiej ją wyjaśnia.
4. Połączone paski połóż/położcie obok siebie.
5. Sprawdź/sprawdźcie, czy każda para jest logiczna i nie powtarza się.
6. Zgłoś/zgłoście zakończenie zadania.

Następnie prowadzący wspólnie z uczestnikami omawia zadanie.

Metoda naukowa	Opis metody
1. Metoda obserwacji	• Polega na systematycznym i celowym oglądaniu zjawisk bez ingerowania w nie. • Zastosowanie: obserwacja zachowania zwierząt w ich naturalnym środowisku (na podstawie gromadzonych spostrzeżeń można określać, jakie czynniki środowiskowe powodują dane zachowanie zwierzęcia).
2. Metoda eksperymentalna	• Polega na celowym wywołaniu i kontrolowaniu zjawisk, by zbadać ich przebieg i skutki. • Zastosowanie: badania prowadzone w laboratorium, gdzie zmienia się jeden czynnik, by zobaczyć jego wpływ na proces (obserwując kilka egzemplarzy danego gatunku rośliny ułożonej w miejscach o różnym naświetleniu, można określić wpływ światła na jej rozwój).
3. Metoda dedukcyjna	• Polega na rozumowaniu „od ogółu do szczegółu” – na podstawie ogólnej teorii formułuje się konkretne przewidywania. • Zastosowanie: wnioskowanie na temat wpływu danego czynnika na określone substancje (skoro wszystkie metale rozszerzają się pod wpływem ciepła, to miedziany drut też się rozszerzy).

Metoda naukowa	Opis metody
4. Metoda indukcyjna	• Polega na rozumowaniu „od szczegółu do ogółu” – na podstawie wielu obserwacji formułuje się ogólną zasadę. • Zastosowanie: wnioskowanie na podstawie obserwacji różnych przypadków podobnego zjawiska (widząc, że różne ciała spadają w próżni z tą samą prędkością, można sformułować zasadę swobodnego spadku)
5. Metoda analizy i syntezy	• Analiza polega na rozkładaniu zjawisk na części w celu zrozumienia ich struktury; synteza polega na łączeniu różnych elementów w całość w celu zrozumienia zjawiska jako systemu. • Zastosowanie: w naukach matematycznych i społecznych (obserwując zależności geometryczne na wybranych przykładach, można wskazać ich przyczyny, sformułować hipotezy i przetestować je na innych modelach).
6. Metoda statystyczna	• Polega na wykorzystywaniu danych liczbowych do opisu i analizy zjawisk. • Zastosowanie: np. w psychologii, ekonomii, socjologii (można zbadać opinię społeczną na dany temat za pomocą ankiet i sondaży).
7. Metoda historyczna	• Polega na analizie rozwoju zjawisk i przebiegu procesów w czasie. • Zastosowanie: w naukach humanistycznych i społecznych (biografię i twórczość danego pisarza romantycznego można zaprezentować na tle ówcznie dominujących nurtów filozoficznych i literackich).

Załącznik 6. Scenariusz szkolenia kaskadowego

SCENARIUSZ SZKOLENIA KASKADOWEGO

Tytuł szkolenia: *Metody naukowe i projektowe w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*

Cel główny: przeszkolenie w sposób kaskadowy doradców metodycznych oraz nauczycieli konsultantów z całej Polski w zakresie wykorzystania nowoczesnych metod w nauczaniu

Szkolenie zostanie przeprowadzone przez doradców metodycznych lub nauczycieli konsultantów dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych zamieszkałych w poszczególnych regionach/województwach.

Celem szkolenia jest wsparcie nauczycieli szkoły ponadpodstawowej w podnoszeniu jakości nauczania w zakresie rozwijania umiejętności interdyscyplinarnych, ukierunkowanych na efektywną realizację celów kształcenia i treści nauczania ustalonych w podstawie programowej kształcenia ogólnego i kierunkach polityki oświatowej państwa, w nauczaniu przedmiotów matematycznych i przyrodniczych.

Treści szkoleniowe:

1. Indywidualizacja pracy a ocenianie motywujące uczniów.
2. Metody i techniki dydaktyczne wspierające kreatywne nauczanie-uczenie się.
3. Organizacja i planowanie zajęć interdyscyplinarnych.
4. Integracja treści nauk przyrodniczych i matematycznych według podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum, technikum i branżowej szkoły II stopnia
5. Wykorzystanie nowych technologii i sztucznej inteligencji (AI) w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych i matematycznych zgodnie z modelem SAMR.
6. Wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej AR i wirtualnej VR w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.

Cele zajęć warsztatowych:

- Poznanie metod naukowych, założeń konstruktywizmu i metod aktywizujących stosowanych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.
- Rozwijanie aktywności badawczej uczniów.
- Poznanie skutecznych strategii nauczania przedmiotów przyrodniczych.
- Wdrażanie metody STEAM w praktyce szkolnej.
- Poznanie różnorodnych metod oceniania pracy uczniów.
- Planowanie zajęć w oparciu o nowoczesne modele dydaktyczne.
- Efektywna organizacja pracy zespołowej.
- Wykorzystanie nowoczesnych technologii w nauczaniu.
- Podniesienie jakości procesu nauczania i uczenia się przedmiotów przyrodniczych, dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod, narzędzi oraz technologii edukacyjnych.

Czas: 4 godz. dydaktyczne (2 x 90 min.)

Przebieg szkolenia:

1. Rozpoczęcie szkolenia – 1. część warsztatu (20 min)

- 1) Powitanie uczestników spotkania, przedstawienie się prowadzącego.
- 2) Rundka „Poznajmy się” (wypowiedzi uczestników: „Nazywam się...”; „Jestem z...”; „Pracuję w...”).
- 3) Prezentacja celów szkolenia.
- 4) Ustalenie spraw organizacyjnych i zasad pracy.
- 5) Rozpoznanie potrzeb uczestników spotkania.

Metody pracy:

- prezentacja;
- rundka;
- technika WCN.

Materiały:

- prezentacja PowerPoint;
- karteczki samoprzylepne;
- flipchart;
- pisak;
- Załącznik 1. „Przyrodnicze bingo”.

2. Wyzwanie: „Projekt urządzenia” (zadania dla uczestników wygenerowane przez ChatGPT) (30 min)

UWAGA: Podczas wykonywania zadania uczestnicy mogą korzystać z internetu!

- 1) Podział uczestników na zespoły, które wykonają zadanie opisane w wylosowanej instrukcji – celem jest zaprojektowanie wskazanego urządzenia:
 - zadanie dla Grupy 1 – **„Domowa stacja do badania powietrza”**
 - zadanie dla Grupy 2 – **„Sprytny system oszczędzania wody w łazience”**
 - zadanie dla Grupy 3 – **„Obserwatorium życia w donicze”**
 - zadanie dla Grupy 4 – **„Eko-pudełko do przechowywania energii słonecznej”**
 - zadanie dla Grupy 5 – **„Mydło edukacyjne – myjąc, poznajesz!”**
- 2) Refleksja wszystkich uczestników podczas realizacji wyzwania:
 - Jaka wiedza naukowa ułatwia wykonanie zadania?
 - Jaką rolę w zespole pełnią poszczególne osoby?
 - Jak można zastosować kryteria oceniania związane z realizacją projektu?
 - Co ułatwiłoby wykonanie zadania? (zespoły zapisują na dodatkowych kartkach odpowiedzi na powyższe pytania).

Metody pracy:

- praca zespołowa;
- metoda projektu.

Materiały:

- flipchart – po 2 kartki z bloku;
- pisaki – po 3 kolory dla zespołu;
- karteczki do losowania zespołu;
- Załącznik 2. Instrukcje do zadań dla zespołów.

UWAGA: Jeśli w szkoleniu kaskadowym uczestniczy 15 osób, tworzymy 5 zespołów (po 3 osoby w każdym)

3. Podsumowanie 1. części warsztatu (40 min)

- 1) Wnioski uczestników z wykonanych zadań w kontekście treści szkolenia, takich jak:
 - metody naukowe, konstruktywizm i metody aktywizujące stosowane w edukacji przyrodniczej;
 - rola aktywności badawczej uczniów w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych;
 - strategie nauczania, umożliwiające skuteczne rozwiązywanie złożonych problemów;
 - metoda STEAM w praktyce szkolnej;
 - strategie oceniania różnych rodzajów aktywności uczniów, wspierające kreatywność i samodzielność oraz motywujące do uczenia się.
- 2) Podsumowanie i uzupełnienie przez prowadzącego omówionych treści i wskazanych zagadnień.

Metody:

- rozmowa;
- wykład.

Materiały:

- prezentacja PowerPoint.

4. Rozpoczęcie 2. części warsztatu: zabawa „Eksperyment z jajkiem” (15 min)

- 1) Wykonywanie przez uczestników pracujących w zespołach zadania polegającego na zabezpieczeniu przed rozbiciem się surowego jajka spadającego z wysokości 1,5 m.

Metody pracy:

- praca zespołowa;
- metoda eksperymentu.

Materiały:

- jajka (10 szt.);
- baloniki (10 szt.);
- taśma klejąca;
- papier (np. gazetki reklamowe);
- taśma miernicza;
- Załącznik 3. Zabawa „Eksperyment z jajkiem” – instrukcja dla uczestników.

5. Planowanie zajęć (45 min)

- 1) Krótkie wprowadzenie; podział na grupy eksperckie.
- 2) Zapoznanie się uczestników w poszczególnych zespołach ze sposobami planowania zajęć z wykorzystaniem modelu 5E, 4U, 3A, cyklu Colba oraz zgodnie z SAMR.
- 3) Pozyskanie przez uczestników informacji na temat modeli planowania – wykorzystanie zasobów internetowych (w tym ChatGPT).
- 4) Ustalenie tematu zajęć do zaplanowania w wybranym modelu – poprzez wybór odpowiedniej fotografii spośród zdjęć prezentujących różne obiekty, elementy natury lub sytuacje.
- 5) Wymiana doświadczeń i dyskusja na temat zastosowanej metody

Metody pracy:

- praca zespołowa;
- metoda *Jigsaw*.

Materiały:

- Załącznik 4. Planowanie zajęć – formatki do wypełnienia;
- Załącznik 4A. Planowanie zajęć – przykładowo wypełnione formatki.

6. Podsumowanie (15 min)

- 1) Podsumowanie przez prowadzącego treści szkolenia, takich jak:
 - Zalety planowania zajęć w modelu 5E, 4U, 3A oraz cyklu Kolba;
 - Organizacja i planowanie pracy zespołowej z uwzględnieniem ról zespołowych;
 - Integracja nowych technologii, sztucznej inteligencji (AI) oraz rzeczywistości rozszerzonej AR i wirtualnej VR w nauczaniu-uczeniu się przedmiotów przyrodniczych zgodnie z modelem SAMR.
- 2) Kierowanie przez prowadzącego rozmową i uzupełnianie omawianych treści.

Metody pracy:

- wykład;
- rozmowa.

Materiały:

- prezentacja PowerPoint.

7. Zakończenie szkolenia (15 min)

- 1) Nawiązanie przez prowadzącego do tytułu szkolenia i podsumowanie przewodniego wątku – wykorzystania metod naukowych i projektowych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.
- 2) Wykonanie przez uczestników ćwiczenia podsumowującego „Połącz w pary”.
- 3) Ewaluacja szkolenia: zapisanie przez uczestników na karteczkach, czego się nauczyli i uzupełnienie tabeli WCN.
- 4) Przeprowadzenie ankiety ewaluacyjnej ORE.
- 5) Podziękowanie uczestnikom przez prowadzącego; zakończenie szkolenia.

Metody pracy:

- technika WCN (uzupełnienie tabeli).

Materiały:

- karteczki samoprzylepne;
- Załącznik 5. Ćwiczenie „Połącz w pary”.



Wykaz rysunków i tabel

Tabele:

Tabela 1. Technika WCN

Tabela 2. Formy aktywności badawczej uczniów

Tabela 3. Zintegrowany schemat edukacji przyrodniczej

Tabela 4. Znaczenie aktywności badawczej w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych

Tabela 5. Umiejętności potrzebne do rozwiązywania złożonych problemów ujęte w obszary

Tabela 6. Narzędzia cyfrowe wspierające projekty STEAM

Tabela 7. Etapy organizacji pracy zespołowej

Tabela 8. Role zespołowe wg Belbina

Tabela 9. Narzędzia cyfrowe wspierające pracę zespołową w różnych obszarach

Tabela 10. Przykład integracji technologii w nauczaniu zgodnie z modelem SAMR

Tabela 11. Zastosowanie AI/AR/VR w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych z uwzględnieniem poziomów SAMR

Tabela 12. Zastosowanie narzędzi cyfrowych do rozwiązywania złożonych problemów

Rysunki:

Rysunek 1. Schemat edukacji przyrodniczej „Uczę się jak naukowiec”



Bibliografia

Bazydło Ł., *2 systemy myślenia – myślenie szybkie i wolne* – artykuł na stronie Praktyczna Psychologia: <https://praktyczna-psychologia.pl/myslenie-szybkie-i-wolne/>.

Duch W., (b.d.). *Struktura matematyczna teorii naukowych* – notatki do wykładu „Wstęp do kognitywistyki”, Uniwersytet Mikołaja Kopernika: <https://hd.fizyka.umk.pl/~duch/Wyklady/WDK/MechKwant.pdf>.

Frąckowiak M., Gorzeńska O. i in., (2023), *Przepis na STEAM w edukacji. Poradnik dla nauczycieli i edukatorów*, Warszawa: Centrum Projektów Polska Cyfrowa: <https://www.gov.pl/web/cppc/materialy-na-lekcje-PAKT>.

Genom aksolotla kluczem do regeneracji narządów u ludzi? – artykuł na stronie Dziennik Naukowy: <https://dzienniknaukowy.pl/genom-aksolotla-kluczem-do-regeneracji-narzadow-u-ludzi>.

GRAI – Grupa Robocza ds. Sztucznej Inteligencji, (2025), *Jak używać sztucznej inteligencji zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie etyki?*: <https://www.gov.pl/attachment/c6eb740f-28f1-49a0-9081-2133fc461923>.

Metoda naukowa, [hasło w:] Wikipedia: https://pl.wikipedia.org/wiki/Metoda_naukowa.

Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, (2025), *Zmiany klimatyczne: Lodowce i susze jako wskaźniki globalnego ocieplenia* – artykuł w serwisie gov.pl: <https://www.gov.pl/web/wody-polskie/zmiany-klimatyczne-lodowce-i-susze-jako-wskazniki-globalnego-ocieplenia>.

Role zespołowe Belbina – artykuł na stronie BELBIN Polska: <https://www.belbin.pl/role-zespolowe-belbina/>.

STEAM, [hasło w:] Wikipedia: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Steam>.

Tomanek M., (2024), *Eksperyment z fotonami odkrywa ujemny czas. To zmienia naszą wiedzę o kwantowej rzeczywistości* – artykuł na stronie HOLISTIC: <https://holistic.news/eksperyment-z-fotonami-nowe-fakty-o-quantowej-rzeczywistosci>.

Wąsowska A., *Heurystyki i błędy poznawcze jako źródło niepowodzeń audytu zewnętrznego*, „Problemy Zarządzania” nr 11/3, s. 189–202: <https://bazhum.muzhp.pl/media/texts/problems-of-management/2013-tom-11-numer-3/problems-of-management-r2013-t11-n3-s189-202.pdf>.

Witkowski J., (b.d.), *Jak uczyć z wykorzystaniem metody projektu w szkole?*, (b.m.): <https://www.gov.pl/attachment/d0745989-77fb-4bbd-93fa-0389f1104b7a>.

Żmijski J., (2016), *Jakimi metodami pracują grupy uczące się we współpracy?* – materiał dostępny na stronie Fundacji Szkoła z Klasą: <https://www.szkolazklasa.org.pl/wp-content/uploads/2016/11/grupy-eksperckie.pdf>.



Informacje o autorce

Małgorzata Bieńkowska – pracuje jako nauczycielka konsultantka w Dolnośląskim Ośrodku Doskonalenia Nauczycieli we Wrocławiu. Jest nauczycielem dyplomowanym matematyki, posiada tytuł zawodowy magistra inżyniera w zakresie chemii, ukończyła także studia podyplomowe z zakresu matematyki z informatyką, organizacji i zarządzania oświatą, ewaluacji projektów i programów społecznych oraz andragogiki, ma również kwalifikacje do prowadzenia zajęć z terapii pedagogicznej. Jest trenerką myślenia krytycznego. Pełni obowiązki egzaminatora na egzaminie ósmoklasisty z matematyki, ekspertki ds. awansu zawodowego nauczycieli oraz trenerki w programie „Ekspert – prowadzenie szkoleń dla kandydatów na ekspertów do spraw awansu zawodowego nauczycieli”. Obecnie wchodzi w skład grona ekspertów tworzących zespół autorski nowej podstawy programowej z matematyki. Jest członkinią Polskiego Towarzystwa Ewaluacyjnego.

Była trenerką regionalną w projekcie „Lekcja:Enter” oraz mentorką podczas kursu Centrum Edukacji Obywatelskiej dla koordynatorów przedmiotów matematyczno-przyrodniczych prowadzonego w ramach programu „Aktywna Edukacja”. Realizowała programy wspomagania szkół w rozwijaniu 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. Zdobyła III miejsce w konkursie ORE i MEN „Szkoła na czasie, e-podręczniki w klasie” w kategorii szkoły podstawowe. Jest autorką artykułów metodycznych z zakresu kształtowania kompetencji matematyczno-przyrodniczych.

Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00, fax 22 345 37 70
e-mail: sekretariat@ore.edu.pl

www.ore.edu.pl