



# Współczesna edukacja przyrodnicza – metodyka i przykłady

BADAJ, ODKRYWAJ I MYŚL  
KRYTYCZNIE – EKSPERYMENTY  
PRZYRODNICZE WARUNKIEM  
ZROZUMIENIA PRAW PRZYRODY

**Autorzy:** Daniela Bednarczyk, Elżbieta Kawecka, Joanna Pocałun, Ewa Pyłka-Gutowska

**Koordinator projektu Akademia Profesjonalnego Nauczyciela:** Beata Kossakowska

**Redaktor prowadzący:** Janina Ziętek

**Skład:** Justyna Domagała

**Druk:**

PPU Multigraf SC

ul. Bielicka 76c

85-135 Bydgoszcz

**ISBN 978-83-938184-1-9**

## SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
<b>1 Nauczanie przedmiotów przyrodniczych</b>	7
<b>1.1 Doświadczenia przyrodnicze podstawą zrozumienia zjawisk i procesów przyrodniczych</b>	7
<i>dr Ewa Pyłka-Gutowska</i>	
<b>1.1.1</b> Podstawy empiryczne edukacji przyrodniczej	7
<b>1.1.2</b> Podstawy metodyki badań przyrodniczych	11
<b>1.1.3</b> Osiągnięcia uczniów w zakresie przedmiotów przyrodniczych – przegląd najważniejszych wyników badań	14
<b>1.1.4</b> Dobre praktyki	17
<b>1.1.5</b> A teraz sprawdź!	19
<b>1.2 Nauczanie przez odkrywanie jako podstawa samodzielnego poznawania praw przyrody</b>	21
<i>Joanna Pocałun</i>	
<b>1.2.1</b> Teoretyczne podstawy zastosowania metody IBSE	21
<b>1.2.2</b> Dlaczego powinniśmy stosować metodę IBSE w pracy z uczniami?	25
<b>1.2.3</b> Dobre praktyki	27
<b>1.2.4</b> A teraz sprawdź!	30
<b>1.3 Metody aktywizujące w efektywnym nauczaniu przedmiotów przyrodniczych</b>	31
<i>Daniela Bednarczyk</i>	
<b>1.3.1</b> Jak aktywizować uczniów?	31
<b>1.3.2</b> Charakterystyka wybranych metod: rozwiązywania problemów oraz strukturyzacji i hierarchizacji pojęć	33
<b>1.3.3</b> Problemy w efektywnym nauczaniu przedmiotów przyrodniczych – analiza wybranych czynników	37
<b>1.3.4</b> Dobre praktyki	39
<b>1.3.5</b> A teraz sprawdź!	45

<b>1.4</b>	<b>Edukacja przyrodnicza wspomagana technologią informacyjno-komunikacyjną</b>	46
	Elżbieta Kawecka	
<b>1.4.1</b>	Kierunki współczesnej edukacji przyrodniczej	46
<b>1.4.2</b>	Zastosowanie TiK w edukacji przyrodniczej	47
<b>1.4.3</b>	Dobre praktyki	49
<b>1.4.4</b>	A teraz sprawdź!	51
<b>2</b>	<b>Innowacyjne działania nauczycielskie – prace nagrodzone w konkursie „Uczę z pasją”</b>	52
	BIBLIOGRAFIA	57
	NETOGRAFIA	

## WSTĘP

*Nie wszystkie kwiaty zakwitają razem.  
Każdy ma swój czas i porę.*  
K. Datkun-Czerniak

Publikacja *Zeszyt przyrodnika* jest efektem wypracowanym przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych województwa mazowieckiego, uczestników projektu Akademia Profesjonalnego Nauczyciela współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego realizowanego przez Mazowieckie Samorządowe Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Warszawie oraz Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów. Wsparciem merytorycznym i metodycznym zostali objęci nauczyciele przyrodnicy pracujący na II, III i IV etapie edukacyjnym.

Doskonalenie nauczycieli w zakresie kształcenia kompetencji przyrodniczych w wymiarze sześćdziesięciu godzin zajęć stacjonarnych i *online* zaprojektowano w trzech częściach: kompetencje społeczne, kompetencje wykorzystania TIK, szkolenie metodyczne z przedmiotów przyrodniczych. Cele i treści poszczególnych części wynikają z pytania, **jaka powinna być edukacja przyrodnicza wobec wyzwań XXI wieku?** W przełożeniu na praktykę szkolną sformułowano ważne dla pracy nauczyciela problemy:

- W jaki sposób włączyć uczniów do twórczego udziału w procesie uczenia się?
- W jaki sposób pracować z uczniami aktywnie?
- Jak oceniać uczniów, aby ocena była wskazówką do rozwoju?
- Jakie innowacyjne rozwiązania stosować w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych?

Wynikiem próby odpowiedzi na te pytania, podjętej przez uczestników projektu i ich trenerów podczas zajęć w „szkole ćwiczeń”, są materiały wypracowane z wykorzystaniem poznanych w trakcie szkoleń metod, technik i narzędzi pracy z uczniem.

Dużo uwagi poświęcono **innowacyjnym rozwiązaniom edukacyjnym**. Termin *innowacja*<sup>1</sup> pochodzi od łac. słowa *innovatis*, czyli odnowienie lub tworzenie czegoś nowego. Treść przypisywana temu pojęciu jest często odmienna i wieloznaczna. Potoczne rozumienie oznacza coś nowego, innego od dotychczasowych rozwiązań. Kojarzy się z potrzebą zmiany na lepsze i często używane jest jako synonim słowa *zmiana*. W wąskim znaczeniu innowacja to po prostu wynalazek, który

<sup>1</sup> Tokarski J. [red.] *Słownik wyrazów obcych*, PWN, Warszawa 1980, s. 307

znajduje określone wykorzystanie, natomiast w szerszym ujęciu jest ona procesem obejmującym różne czynności prowadzące do tworzenia, rozwijania, wprowadzania nowych wartości, połączeń, które są nowatorskie dla tworzącej lub wprowadzającej je jednostki. Innowacyjność to cecha oznaczająca zdolność do tworzenia, wdrażania innowacji<sup>2</sup>. Najczęściej występujące innowacje oświatowe to: kształceniowe (dydaktyczne), wychowawcze, opiekuńcze, terapeutyczno-zdrowotne, przedmiotowe, eksperyment pedagogiczny, reforma oświatowa.

Szeroko ujęte działania innowacyjne, podjęte na kursie doskonalącym APN, przełożyły się na konkretne przykłady realizacji treści przyrodniczych, zaprojektowane z myślą o zajęciach z uczniami. Opracowanie, wprowadzenie nowych pomysłów, połączeń było nowością dla tworzących je nauczycieli.

Scenariusze zajęć, eksperymenty, obserwacje przyrodnicze, realizacje zadań, ćwiczeń, kart pracy prezentują różnorodne możliwości zastosowania zdobytej wiedzy w projektowaniu lekcji biologii, chemii, fizyki, geografii oraz przyrody. Czytelnik znajdzie w niniejszej publikacji sugestie, pomysły, dowody dydaktycznej refleksji nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, spontanicznie powstałe w odpowiedzi na wiedzę i umiejętności przekazywane przez trenerów APN. Nawet jeśli niekiedy dostrzec można ogólność ujęcia tematu, należy pamiętać, że nie jest to pozycja metodyczna, której powstawanie rozłożone jest w czasie. Propozycje, który przygotowaliśmy, zawierają inspiracje i pomysły i świadczą o potrzebie poszukiwania innowacyjnych form pracy z młodym człowiekiem.

Przedstawione zagadnienia są opisem zastosowania prezentowanych podczas zajęć warsztatowych metod, strategii oraz sposobów ich realizacji zaproponowanych przez uczestników szkolenia. Koncepcja zeszytu została zaplanowana tak, by były wyeksponowane: metody pracy na lekcji, służące doskonaleniu umiejętności złożonych uczniów, istota IBSE jako czynnika motywującego do rozwoju, wykorzystanie TIK. Poprzez wyszczególnienie pomysłów konstrukcja układu treści ułatwia wykorzystanie zawartości publikacji w różnych sytuacjach edukacyjnych. *Zeszyt przyrodnika*, zawierający innowacyjne i praktyczne rozwiązania, stanowi dopełnienie części teoretycznej materiałów przekazanych uczestnikom podczas szkoleń<sup>3</sup>.

Zawarte w *Zeszyt przyrodnika* propozycje prac nauczycieli mogą pomóc w kształceniu u uczniów umiejętności złożonych opisanych w podstawie programowej. Można je modyfikować, udoskonalać, dostosowywać do potrzeb i możliwości wychowanków. Mamy nadzieję, że działania podjęte podczas kursu przez nauczycieli oraz trenerów pomogą wpłynąć na uatrakcyjnienie lub zmianę dotychczasowego warsztatu pracy przyrodnika. Sprawią, że innowacyjne planowanie pracy stanie się przyjemnością, a realizacja podjętych zadań będzie widoczna w umiejętnościach opanowanych przez uczniów.

Życzymy dużo sukcesów w pracy edukacyjnej oraz satysfakcji z osiągniętych efektów

**Zespół APN ds. doskonalenia kompetencji przyrodniczych**

<sup>2</sup> Niedzielski P., Rychlik K. *Innowacje i kreatywność*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2006, s. 19-24

<sup>3</sup> [http://apn.mscdn.pl/aplikacja/index.php?a=4000003398&id\\_for=3](http://apn.mscdn.pl/aplikacja/index.php?a=4000003398&id_for=3)

# 1. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych

dr Ewa Pyłka-Gutowska

## 1.1 Doświadczenia przyrodnicze podstawą zrozumienia zjawisk i procesów przyrodniczych

### 1.1.1 Podstawy empiryczne edukacji przyrodniczej

Obecnie w edukacji przyrodniczej możemy zaobserwować odchodzenie od dominującego encyklopedyzmu nauczania ukierunkowanego na przyswojenie przez uczniów dużego zakresu wiadomości. Coraz ważniejsze staje się kształtowanie umiejętności rozumowania i krytycznego myślenia. Z punktu widzenia przedmiotów przyrodniczych ważne są umiejętności rozumowania na różnych poziomach trudności: najprostsze, takie jak posługiwanie się pojęciami i opisywanie zjawisk, te na wyższym poziomie, jak wyjaśnianie zjawisk, i najtrudniejsze, jak analiza dostępnych informacji i wyciąganie wniosków. W szkole łatwiejsze okazuje się przekazywanie wiadomości (metody podające), natomiast kształtowanie umiejętności staje się wyzwaniem dla wielu nauczycieli.

Według raportu grupy eksperckiej Komisji Europejskiej ds. nauczania przedmiotów ścisłych z 2007 roku, w celu powstrzymania spadku zainteresowania europejskich uczniów naukami przyrodniczymi potrzebne jest wprowadzenie na lekcjach metod aktywizujących i metod nauczania opartych



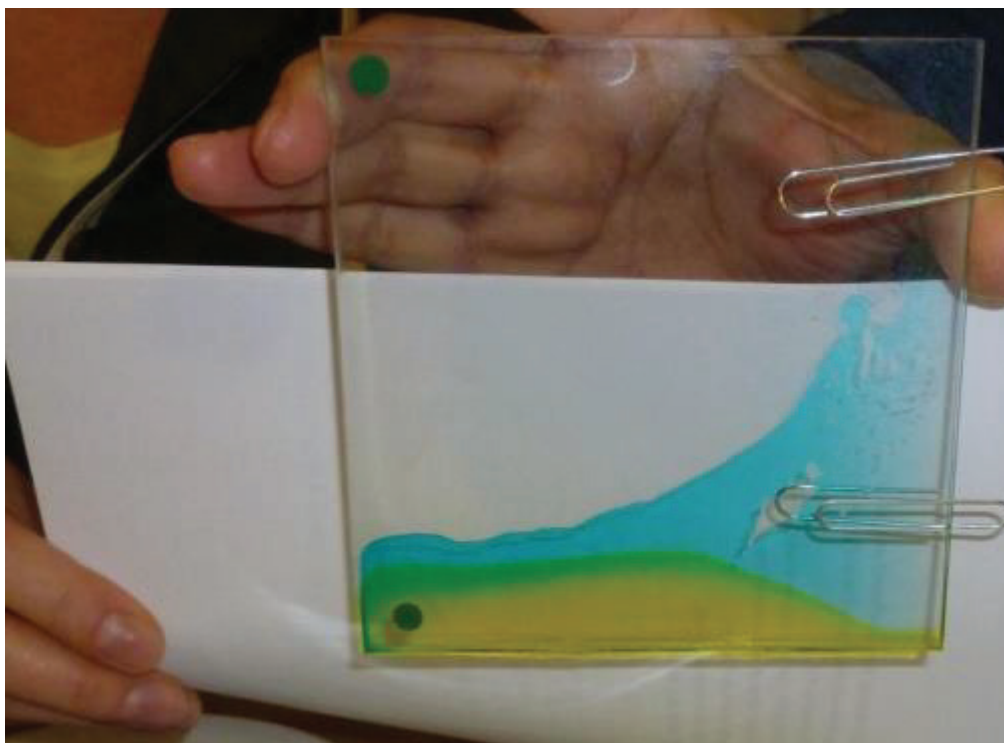
na praktycznych ćwiczeniach. Zalecenia ekspertów europejskich dotyczyły zarówno rozwijania dedukcyjnych metod nauczania, jak i metod opartych o samodzielne dochodzenie do wiedzy oraz metod, które uwzględniają wszystkie typy polisensoryczne oraz wielorakie inteligencje uczniów.

Podójście dedukcyjne do nauczania wiąże się z przedstawieniem przez nauczyciela pojęć z zakresu metodologii badań, ich logicznych implikacji i przykładów zastosowań. Z kolei w samodzielnym dochodzeniu do wiedzy rezerwuje się więcej czasu na obserwacje i eksperymenty, a uczeń prowadzony przez nauczyciela jest zachęcany do konstruowania swojej „własnej użytecznej” wiedzy. Inne metody aktywizujące sprzyjają rozumieniu i utrwalaniu wiedzy. Łączenie metod badawczych z metodami opartymi o samodzielne dochodzenie do wiedzy skutecznie zwiększa zainteresowanie uczniów przedmiotami przyrodniczymi, co przekłada się na ich osiągnięcia na tym polu, zarówno na poziomie szkoły podstawowej, gimnazjalnej, jak i ponadgimnazjalnej. W raporcie postuluje się także integrację treści z różnych dziedzin nauk przyrodniczych oraz możliwość ich wykorzystania w szkole, życiu codziennym i przyszłej pracy zawodowej.

Także wyniki matur z przedmiotów przyrodniczych pokazują, że uczniowie osiągają gorsze wyniki na egzaminach zewnętrznych z zadań wymagających metod badawczych, a więc analizowania związków przyczynowo-skutkowych, uzasadniania, argumentowania oraz formułowania wniosków.

Współcześni nauczyciele przedmiotów przyrodniczych powinni pamiętać też o:

- rosnącym współczynniku wiedzy w zakresie przedmiotów nauk przyrodniczych i atomizacji treści nauczania na lekcjach biologii, chemii, fizyki i przyrody,
- cechach osobowościowych współczesnego ucznia, jego potrzebach i umiejętnościach.

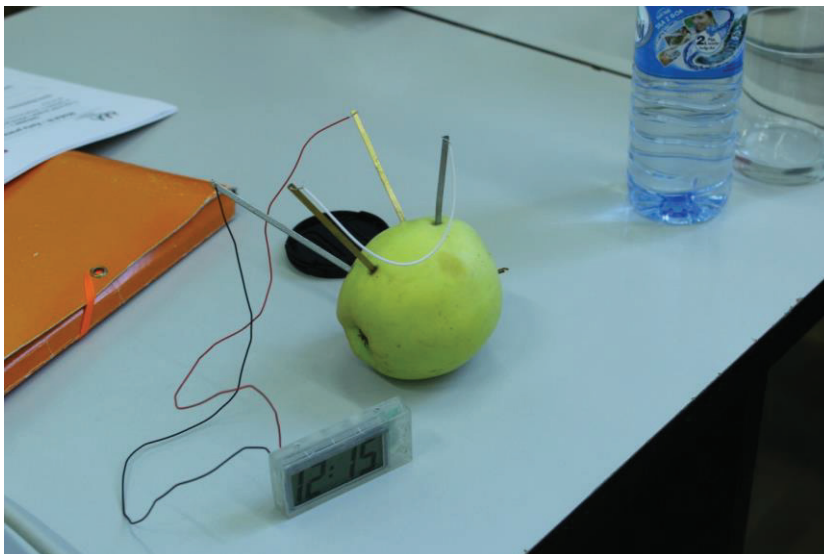




Współczesny uczeń to uczeń o zróżnicowanych predyspozycjach, zainteresowaniach, umiejętnościach, świadomy swoich potrzeb, często roszczeniowy, zagubiony w nadmiarze informacji, trudno odróżniający fakty od opinii, niebiorący odpowiedzialności za swoje zachowanie i czyny, a przy tym mający wysoką sprawność techniczną w korzystaniu z multimediów. Inne cechy to: krótki czas koncentracji, duża podzielność uwagi, szybkie okazywanie znudzenia, nastawienie na szybkie rozwiązanie zadania i pracę, która przynosi efekty, ignorowanie i rozczarowanie szkołą jako miejscem oderwanym od życia, samodzielność i żądza wyzwań.

W celu pogłębiania wiedzy nauczycieli w zakresie metodologii doświadczalnej, a także sposobów strukturyzacji, hierarchizacji oraz integracji wiedzy nauk przyrodniczych oraz doskonalenia umiejętności nauczycieli edukacji przyrodniczej w zakresie wdrażania na zajęciach lekcyjnych metod badawczych opartych na dedukcyjnym i samodzielnym dochodzeniu do wiedzy oraz metod służących kształtowaniu myślenia naukowego, opracowano zeszyt metodyczny dla przyrodników służący:

- wspomaganie pracy nauczycieli w kształtowaniu u uczniów myślenia naukowego oraz uwzględnianie procedur badawczych w eksperymentach przyrodniczych,
- uczeniu się przez odkrywanie rozumiane jako prowadzenie eksperymentów przyrodniczych metodami umożliwiającymi uczniom samodzielne dochodzenie do wiedzy, prowadzenie badań, analityczne myślenie oraz konstruktywne i twórcze rozwiązywanie problemów,
- nauczaniu kontekstowemu rozumianemu jako odniesienie do codziennych zjawisk życia i do otaczającego nas środowiska, kształceniu umiejętności potrzebnych w szkole, ale i poza nią, w późniejszym życiu codziennym i zawodowym,
- interdyscyplinarności przedmiotowej rozumianej jako integracja różnych dziedzin nauk przyrodniczych oraz analiza zjawisk z punktu widzenia różnych dyscyplin naukowych,
- wspomaganie kształcenia przyrodniczego poprzez zastosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych.



**OTO PRZEPIS NA NIEZAWODNY  
ELIKSIR KREATYWNEGO NAUCZYCIELA  
NASTAWIONEGO NA EKSPERYMENT**

- odwaga, odwaga, odwaga
- szklanka wiedzy
- bardzo dużo wyobraźni
- dwie szklanki doświadczenia
- otwartość na świat
- ochłcha pomysłów
- szczypta szaleństwa
- wiadro cierpliwości i opanowania
- iskierka fascynacji
- dwie kostki oryginalności
- spora garść humoru

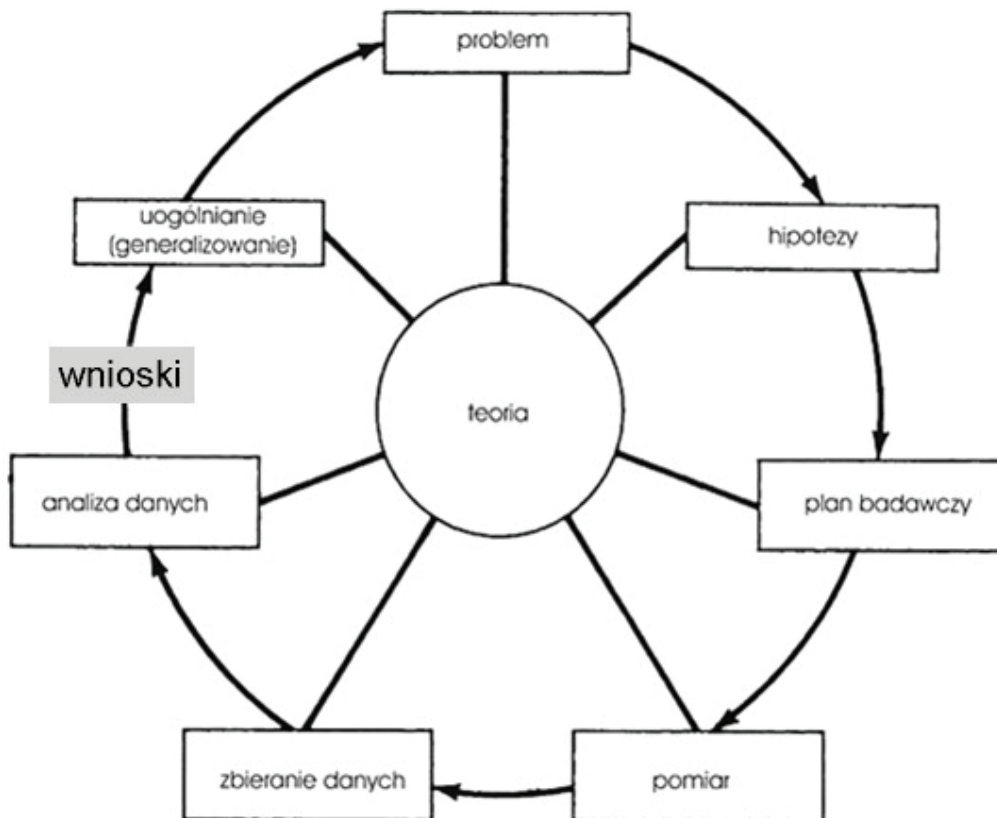


**I już.  
Gotowe.**



## 1.1.2 Podstawy metodyki badań przyrodniczych

Nauczanie przedmiotów przyrodniczych powinno być ukierunkowane na poszerzanie wiedzy równoległe ze sposobami jej wykorzystania. Przedmioty przyrodnicze wymagają specyficznego dla nich myślenia: stawiania problemów, poszukiwania danych, prezentowania wyników i wnioskowania. Ta złożona forma czynności określana jest często myśleniem naukowym. Nauczyciele rozwijają je już od szkoły podstawowej: stawianie problemów poprzez konstruowanie weryfikowalnych hipotez, poszukiwanie danych na podstawie obserwacji i eksperymentów, wnioskowanie przyrodnicze związane z umiejętnością rozumowania logicznego i systematyzowania.



Rysunek 1. Źródło: [http://www.e-mentor.edu.pl/\\_obrazki/art454/rys1.jpg](http://www.e-mentor.edu.pl/_obrazki/art454/rys1.jpg)

**Metoda laboratoryjna/naukowa** to metoda badawcza stosowana zarówno w celu badania zjawisk i zdobywania nowej wiedzy, jak i do korygowania i poszerzania wiedzy posiadanej. Nauczyciele stosujący metodę naukową w znaczący sposób wpływają na osiągnięcie przez uczniów kompetencji i umiejętności rozwiązywania problemów.

*Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 r. z późniejszymi zmianami w treściach podstawy programowej kształcenia ogólnego dla przedmiotów przyrodniczych zaleca stosowanie przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych metody laboratoryjnej, w ramach której uczniowie – czy to w grupach, czy indywidualnie – przeprowadzają doświadczenia, obserwacje i pomiary realnych obiektów przyrodniczych, zjawisk fizycznych, reakcji chemicznych i procesów biologicznych. Oprócz szczegółowych zaleceń w treściach podstawy przedmiotów przyrodniczych we wstępie zapisano również rekomendacje ogólne, dotyczące przeprowadzania doświadczeń i obserwacji w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.*

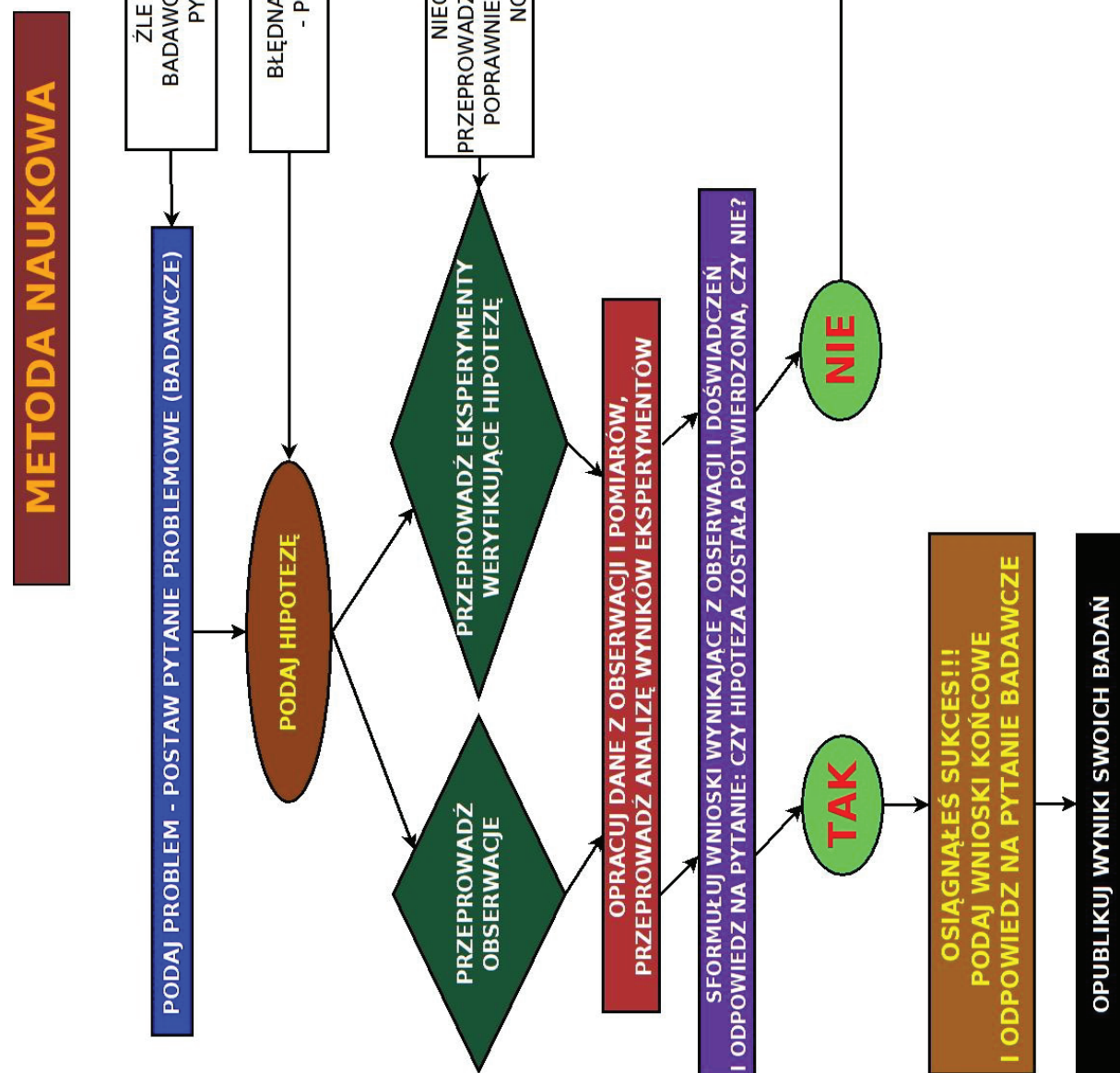
Zgodnie z definicją **doświadczenie przyrodnicze** to proces bądź rezultat bezpośredniego poznania rzeczywistości przyrodniczej za pośrednictwem systematycznie prowadzonej obserwacji lub eksperymentu. Warunkiem prawidłowo przeprowadzonego doświadczenia przyrodniczego jest przestrzeganie etapów jego przebiegu.

Etapy przebiegu doświadczenia przyrodniczego:

1. Problem badawczy
2. Hipoteza badawcza
3. Określenie próby badawczej i kontrolnej w doświadczeniu
4. Dobór przyrządów/materiałów
5. Przebieg doświadczenia
6. Wybór sposobu rejestrowania wyników, pomiarów (np. rysunek, opis, tabela, wykres liniowy, kołowy, kolumnowy, punktowy)
7. Analiza wyników
8. Wnioski

Doświadczenie należy przeprowadzić zgodnie z następującymi zasadami:

- odpowiednio duża liczba porównywalnych prób,
- rozdzielenie grupy badawczej od grupy kontrolnej,
- w przypadku badań na organizmach – osobniki w grupach badanej i kontrolnej muszą być możliwie zbliżone w liczbie (ten sam gatunek, rasa, wiek, płeć),
- skrupulatna kontrola przebiegu i warunków doświadczenia,
- uwzględnianie oraz analiza ewentualnych błędów pomiaru,
- przebieg doświadczenia musi być powtarzalny.

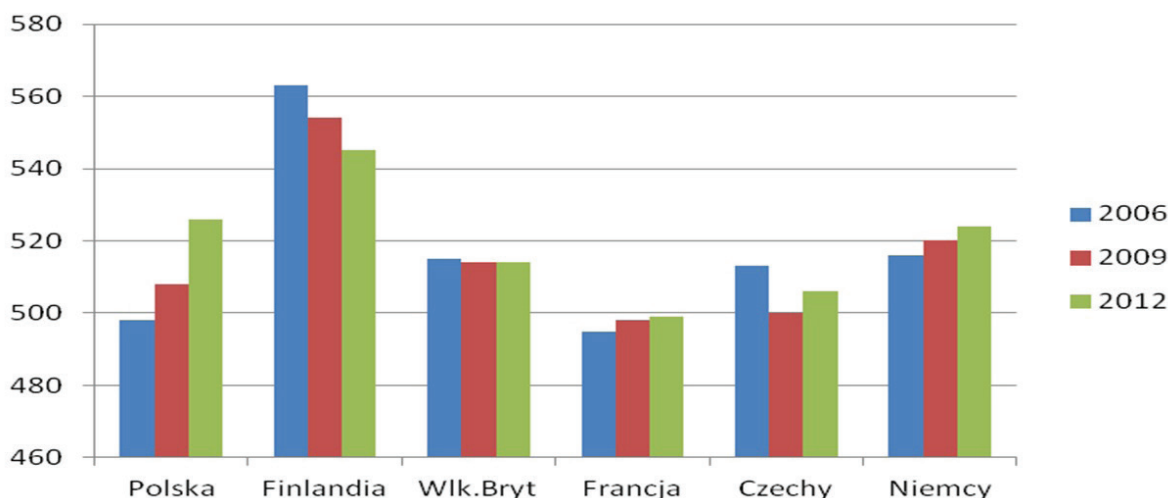


Rysunek 2. Etapy metody badawczej

## 1.1.3 Osiągnięcia uczniów w przedmiotach przyrodniczych – przegląd najważniejszych wyników badań

Osiągnięcia uczniów w przedmiotach przyrodniczych w wielu krajach na świecie (w tym również krajach europejskich i w Polsce) są przez wiele lat przedmiotem badań Programu Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów (*The Programme for International Student Assessment*, w skrócie PISA) [Raporty PISA z lat 2000-2012] oraz Międzynarodowego Badania Wyników Nauczania Matematyki i Nauk Przyrodniczych (*Trends in International Mathematics and Science Study*, w skrócie TIMSS)<sup>1</sup>. Przegląd najważniejszych wyników badań wskazuje, że w ostatnich latach obserwujemy w Polsce wyraźny wzrost osiągnięć uczniów w zakresie rozumowania z przedmiotów przyrodniczych [PISA 2012], który jest szczególnie widoczny na tle innych krajów europejskich, jednak ciągle odnotowywany jest słaby poziom w zakresie rozwiązywania problemów [PISA 2014].

Analiza wyników badań PISA z **pomiaru umiejętności rozumowania** w naukach przyrodniczych (rys. 3) wskazuje na wyraźne polepszenie wyników polskich uczniów w okresie sześciu lat (2006-2012). W 2006 roku uczniowie uzyskali średni wynik niemal równy średniej dla krajów OECD (498 punktów). W 2009 roku wyniósł on już 508 punktów, by w 2012 roku poprawić się aż o 18 punktów i osiągnąć poziom 526 punktów. Polska znalazła się w czołówce krajów, których wyniki są statystycznie istotnie lepsze od średniej krajów OECD.



**Rysunek 3.** Średnie wyniki uczniów z pomiaru **umiejętności rozumowania** w naukach przyrodniczych w wybranych krajach europejskich z lat 2006, 2009 i 2012, za: Raport PISA 2012

<sup>1</sup> Konarzewski, 2012





Nieco gorszy obraz osiągnięć polskich uczniów pokazuje badanie TIMSS, mierzące poziom wiedzy i **rozumowania uczniów** w zakresie matematyki i nauk przyrodniczych. Polska przystąpiła do badania w 2011 roku. Wyniki pokazały, że średnia osiągnięć przyrodniczych polskich uczniów wyniosła 505 punktów i była zbliżona do średniej międzynarodowej (542 punkty), dając Polsce 29. pozycję wraz z Rumunią i Hiszpanią. Dobrze wypadła znajomość zagadnień biologicznych, nieco gorzej – fizycznych i geograficznych. W naukach przyrodniczych polscy uczniowie wyraźnie lepiej rozwiązywali zadania typowe niż problemowe.

Jednak już w 2014 z ogłoszonych kolejnych wyników badań PISA, dotyczących badania umiejętności **rozwiązywania problemów** w zakresie nauk ścisłych wśród uczniów gimnazjum, wynikało, że uczniowie słabo mają opanowaną tę umiejętność. Wśród 32 badanych krajów Polska zajęła 28. miejsce. Średnio nasz gimnazjalista uzyskał 481 punktów przy średniej europejskiej 500 punktów i 562 oraz 561 uzyskanych przez uczniów z Singapuru i z Korei.

Mimo znacznego wzrostu osiągnięć uczniów w Europie, w Polsce wyraźnie spada ich zainteresowanie naukami przyrodniczymi oraz chęć wyboru tych przedmiotów w dalszym kształceniu. Z badań dotyczących deklaracji wyboru przedmiotów przyrodniczych na dalszych etapach kształcenia wynika, że uczniowie najchętniej wybierają biologię, potem geografię. Najrzadziej chemię i fizykę ponieważ są one uważane przez uczniów za przedmioty zbyt trudne, często oderwane od życia codziennego, a ich uczenie polega głównie na zapamiętywaniu wielu informacji<sup>2</sup>. Przyczyn takiego stanu rzeczy można doszukiwać się w sposobach nauczania przedmiotów przyrodniczych w szkołach, głównie opartych na metodach podających lub skupionych na rozwiązywaniu wielu zadań.

Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych, którzy mają niewystarczającą wiedzę, mają tendencję do unikania trudnych dla siebie tematów, zadają mało skomplikowane pytania, często unikają pracy praktycznej na lekcjach, lekcje prowadzi głównie na podstawie podręczników szkolnych i gotowych scenariuszach lekcji<sup>3</sup>. Badania<sup>4</sup> wykazują, że polscy nauczyciele przedmiotów przyrodni-

<sup>2</sup> Janiuk R.M., Dymara J., Samonek-Miciuk E. *Results from the ROSE project and science education in Poland*. Paper presented at the XII IOSTE Symposium: Science and Technology Education in the service of Humankind, Penang, Malaysia (2006, 30 July – 4 August)

<sup>3</sup> Appleton K. *Elementary Science Teaching* [w:] Abell S., Lederman N. [red.] *Handbook of Research on Science Education 2007*, s. 493-537

<sup>4</sup> Hernik K., Malinowska K., Piwowarski R., Przewoćka J., Smak M., Wichrowski A. *Polscy nauczyciele i dyrektorzy na tle międzynarodowym. Główne wyniki badania TALIS 2013*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2014

czych wprawdzie są dobrze merytorycznie przygotowani do wykonywanej pracy, doceniają wartość i celowość metody badawczej w nauczaniu, ale napotykają szereg przeszkód w jej efektywnym stosowaniu. Do najważniejszych należą:

- wciąż słabo wyposażone pracownie szkolne (szczególnie na obszarach wiejskich),
- brak środków pieniężnych organu prowadzącego szkołę na wyposażenie placówki w sprzęt laboratoryjny (np. sprawnie działające mikroskopy) i odczynniki,
- przesadna obawa o bezpieczeństwo uczniów podczas wykonywania doświadczeń na lekcjach (w szczególności podczas chemii),
- czasochłonność w przygotowaniu i wykonywaniu tych doświadczeń (np. konieczność przygotowywania świeżych roztworów, ustawiania i demontażu aparatury),
- zbyt duża liczebność klas i brak podziału na grupy, niedostateczne zdyscyplinowanie i zaangażowanie uczniów, słaba wydolność organizacyjna i motywacyjna nauczycieli.

Te przeszkody mają swoje przełożenie i ujawniają się znacząco w deklaracjach uczniów, którzy w większości wskazywali brak planowania i przeprowadzania doświadczeń podczas zajęć szkolnych (tab. 1).

**Tabela 1.** Deklaracje z Kwestionariusza Ucznia PISA 2006 dotyczące sposobu nauczania przedmiotów przyrodniczych w szkołach, za: PISA, 2006; Ostrowska, Walicki, 2013

Jak często na lekcjach biologii, chemii lub fizyki mają miejsce opisane niżej sytuacje?	Odsetek odpowiedzi „Nigdy lub prawie nigdy” (%)		
	Polska	Francja	Średnia OECD
Od uczniów wymaga się, żeby zaplanowali, w jaki sposób zagadnienie z biologii, chemii lub fizyki można zbadać w laboratorium	62	26	30
Od uczniów wymaga się, żeby zaplanowali, w jaki sposób zagadnienie z biologii, chemii lub fizyki można zbadać w laboratorium	52	34	37
Uczniowie przeprowadzają doświadczenia według poleceń nauczyciela	25	9	19

W kontekście deklaracji nauczycieli przedmiotów przyrodniczych odnośnie do stosowania metod badawczych na zajęciach lekcyjnych interesująco przedstawiają się badania prowadzone w ramach PISA w 2007 roku. Większość polskich uczniów deklaruje, że nie spędza czasu przy przeprowadzaniu doświadczeń w laboratorium, jak również nie wymaga się od nich zdobywania wiedzy z zakresu przedmiotów przyrodniczych poprzez projektowanie własnych eksperymentów. Tylko jedna czwarta badanych przyznała, że nauczyciel asystuje i instruuje ich przy przeprowadzaniu doświadczeń. Porównanie deklaracji polskich uczniów z deklaracjami uczniów z Francji i krajów OECD może napawać pesymizmem. Przeprowadzanie doświadczeń na lekcjach przedmiotów przyrodniczych jest w polskich szkołach rzadkością, a przecież jest to niezbędny element kształtowania umiejętności badawczych ucznia. Bez wątpienia ma to bardzo niekorzystny wpływ na jakość nauczania przedmiotów przyrodniczych w Polsce.



## 1.1.4 Dobre praktyki

### PRZYKŁAD ZAJĘĆ I ĆWICZEŃ DO WYKORZYSTANIA W EDUKACJI PRZYRODNICZEJ POZIOM GIMNAZJALNY<sup>5</sup>

**Tytuł:** Czy drzewo może rosnąć w nieskończoność?

**Odniesienie do podstawy programowej:** Biologia. Poziom 3 (gimnazjum). Uczeń wskazuje cechy adaptacyjne w budowie tkanek roślinnych do pełnienia określonych funkcji (tkanka twórcza, okrywająca, miękiszowa, wzmacniająca, przewodząca)

**Słowa kluczowe:**

woda, transport, tkanki przewodzące (drewno), kohezja

**Problem badawczy:**

Czy drzewa mogą rosnąć nieskończenie wysokie?

**Hipoteza badawcza:**

Drzewa nie mogą rosnąć nieskończenie wysokie

**Opis działania, które spowoduje uczestników zajęć do sformułowania wniosków:**

prezentacja bardzo wysokich drzew (sekwoi) i rodzimych gatunków drzew w lesie (spacer)

**Źródła informacji:**

obserwacja drzew w naturze, Internet, podręcznik

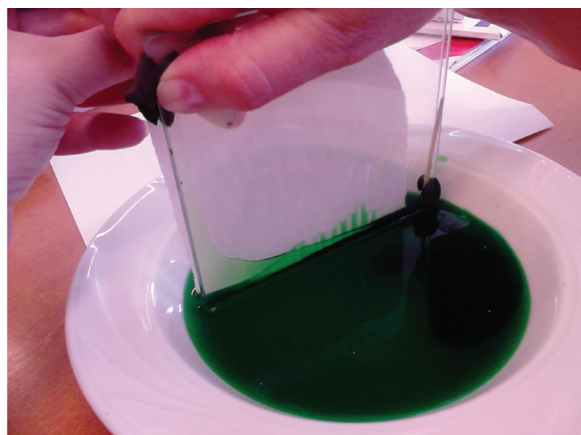
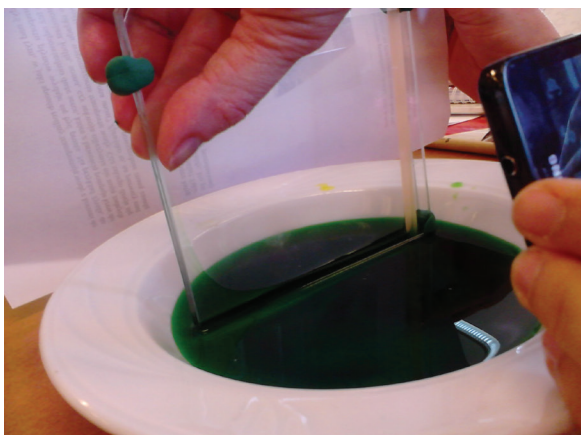
**Materiał badawczy, sprzęt, odczynniki:**

talerz, woda, barwnik, 4 płytki szklane, rurka plastikowa, wykałaczka, plastelina

**Procedura badawcza:**

Łączymy płytki szklane po dwie za pomocą plasteliny, wkładając pomiędzy nie z jednej strony rurkę lub wykałaczkę, tak by wytworzyć gradient szerokości odstępu między nimi. Wstawiamy płytki do talerza, w którym znajduje się woda z barwnikiem. Obserwujemy zachowanie wody dostającej się między płytki.

<sup>5</sup> Materiał opracowany przez Beatę Kłos, Martę Adamską-Ptaszek i Beatę Brodowską – nauczycielki biologii w gimnazjum

**Wyniki, opracowania, analiza:**

**Rysunek 4.** Doświadczenie pokazujące podciąganie zabarwionej wody pomiędzy płytkami ze zmniejszającym się gradientem odległości między nimi

**Dyskusja, wnioski:**

Wykonane doświadczenie udowodniło, że czym mniejsza odległość między płytkami, tym wyżej podnosi się poziom wody pomiędzy nimi. Oznacza to, że nie możemy uzyskać kapilary nieskończenie cienkiej, a więc drzewo nie może być nieskończenie wysokie.

**Odniesienie badanego procesu/sytuacji/zjawiska do sytuacji z życia:**

Przestrzenna granica wzrostu drzew jest w dużym stopniu określona sprawnością transportu wody związaną z szerokością, długością i wytrzymałością kapilar.



## 1.1.5 A teraz sprawdź!

A TERAZ  
SPRAWDŹ!

1. Wymień etapy prawidłowo przeprowadzonego eksperymentu.
2. Wyjaśnij, czym różni się próba badawcza od próby kontrolnej.
3. Wykonaj ćwiczenie.

Jedna z reklam telewizyjnych mówi, że spożywanie codziennie jednego kubeczka jogurtu marki TALIA prowadzi do obniżenia poziomu cholesterolu we krwi. Zaprojektuj doświadczenie badające ten problem. Uwzględnij dobór próby badawczej i kontrolnej oraz pozostałe warunki eksperymentu.

4. Poniżej przedstawiono wyniki dwóch doświadczeń. Jaki typ wykresu wykorzystasz do zaprezentowania uzyskanych wyników badań i dlaczego?

### Doświadczenie 1

Określono zawartość witaminy C (mg/100g) w różnych owocach.

Uzyskane wyniki:

- czarna porzeczka – 197
- cytryna – 88
- pomarańcza – 60
- grapefruit – 38
- ananas – 23
- banan – 10
- jabłko – 5
- gruszka – 5
- śliwka – 5



## Doświadczenie 2

Określono poziom glukozy (mg/100ml) we krwi dwóch osób (A oraz B). Badania prowadzono co 15 minut przez 2 godziny. Uzyskane wyniki:

Czas (h)	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
<b>A</b>	90	110	140	100	70	70	84	100	90
<b>B</b>	100	126	172	190	210	204	200	198	196

1. Które badania i co mówią o osiągnięciach uczniów w zakresie nauk przyrodniczych w Europie?
2. Na jakie przeszkody napotykają nauczyciele przedmiotów przyrodniczych chcąc stosować podczas zajęć metodę laboratoryjną?





# 1.2

## Nauczanie przez odkrywanie jako podstawa samodzielnego poznawania praw przyrody

### 1.2.1 Teoretyczne podstawy zastosowania metody IBSE



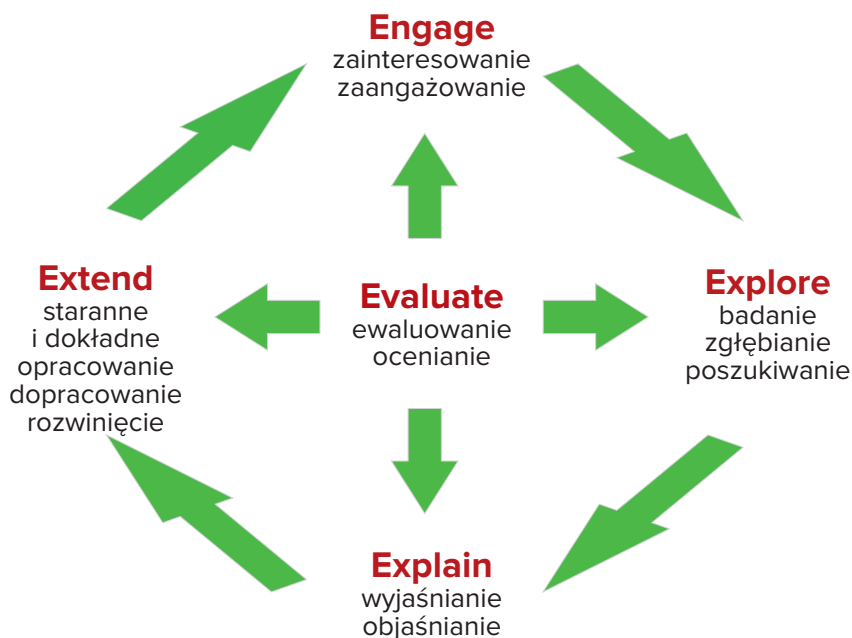
Od kilku lat w krajach europejskich utrzymuje się tendencja spadkowa zainteresowania uczniów naukami przyrodniczymi, szczególnie tych młodych ludzi, którzy nie wiążą swojej kariery zawodowej z biologią, chemią czy fizyką. Przedmioty przyrodnicze na wszystkich etapach edukacyjnych często postrzegane są jako trudne, nudne, oderwane od rzeczywistości, z dominacją teorii nad praktyką. Najskuteczniejszą drogą do zmiany tej sytuacji jest kształcenie takich umiejętności metodycznych u nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, by pomimo trudnych warunków zewnętrznych i wewnętrznych potrafili we właściwy sposób nauczać. Zgodnie z treściami Raportu Komisji Europejskiej *postuluje się poprawę w jakości nauczania przedmiotów przyrodniczych poprzez wprowadzanie metod Inquiry Based Science Education (IBSE), czyli nauczanie przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe*. Punktem wyjścia dla zrozumienia tej strategii nauczania jest definicja, która mówi, że *dociekanie naukowe to intencjonalny proces polegający na diagnozowaniu problemów, dokonywaniu krytycznej analizy eksperymentów i znajdowaniu alternatywnych rozwiązań, planowaniu badań, sprawdzaniu hipotez, poszukiwaniu informacji, konstruowaniu modeli, dyskusji z kolegami oraz formułowaniu spójnych argumentów*.

Nauczanie przez dociekanie oparte jest na zasadach konstruktywizmu. Istotą tej praktyki dydaktycznej jest występowanie ucznia w roli obserwatora – badacza inspirowanego przez nauczyciela, korzystającego z różnych źródeł informacji, tworzącego na tej bazie własne modele umysłowe. Wdrażanie do praktyki szkolnej IBSE wymaga kadry pedagogicznej o określonym stylu pracy, gdzie nauczyciel nie skupia się tylko na przekazywaniu wiedzy, ale pomaga uczniowi w jej odkrywaniu, stwarza atmosferę sprzyjającą uczeniu się, preferuje pracę grupową nad indywidualną, wykorzystuje wszystkie strategie aktywnego uczenia.

Gdy uczniowie, wykonując zadania, pracują pod dyktando nauczyciela, gdy nauczyciel narzuca etapy pracy, postępowanie, a także rozumowanie i wnioskowanie, to są to działania odtwórcze i nie motywują ucznia, nie zachęcają do logicznego i twórczego myślenia. Stanowią tylko ilustrację omawianych treści bądź są ich sprawdzeniem, nawet jeśli nie są pokazem nauczycielskim i wykonywane są przez uczniów. Nauczanie przez odkrywanie naukowe charakteryzuje się odmiennym podejściem. Jedną z istotnych różnic między nauczaniem tradycyjnym a nauczaniem przez odkrywanie/dociekanie jest to, że aktywność uczniów ma zdecydowanie przewyższać aktywność nauczyciela, ponadto uczniowie zajmują się gromadzeniem, przetwarzaniem danych w podobny sposób jak naukowcy. W tej metodzie dopuszcza się prawo do pomyłki, błędów. Ważne, by „badacze” potrafili wytłumaczyć niepowodzenie i dokonywali krytycznej analizy przyczyn. I tak na przykład w tradycyjnym sposobie przeprowadzania doświadczeń musi wyjść przewidywany wynik, czyli nauczyciel musi tak przygotować zajęcia, aby uniknąć „innych” wyników.

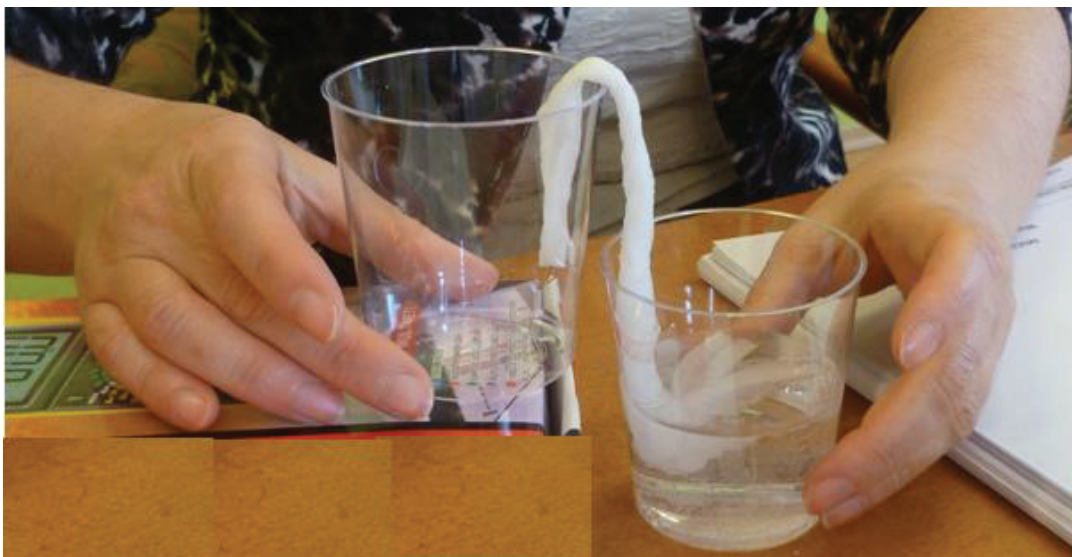
W metodologii IBSE najbardziej skutecznym modelem nauczania przedmiotów przyrodniczych jest 5-etapowy cykl uczenia się tzw. 5E, który powstał na bazie amerykańskiego modelu Atkina i Karplusa.

### Model 5-etapowego cyklu uczenia się – model 5E



**Rysunek 5.** Etapy uczenia się, za: O. Jorgenson, J. Cleveland, R. Vanosdall, *Doing Good Science In Middle School*, NSTApress

Zgodnie z tym modelem pierwszy krok nauczyciela polega na zainteresowaniu ucznia tematem/problemem, pokazaniu znanego mu kontekstu, następnie nawiązaniu do wiedzy już posiadanej przez ucznia, nawet jeśli jego wiedza zawiera błędy i nieścisłości (1), potem pora na stawianie pytań, eksperymentowanie i badanie, po którym powinna nastąpić analiza wyników i wyciągnięcie wniosków (2), wprowadzenie nowych pojęć i uogólnienie wniosków (3), zastosowanie zdobytej wiedzy w rozwiązywaniu nowych problemów (4), a na koniec samoocena ucznia (5). Według koncepcji 5E etap oceny wiąże się z każdym z pozostałych etapów, nauczyciel bowiem powinien obserwować i ewaluować pracę swoją i swoich uczniów od momentu dzielenia się przez nich swoją wiedzą uprzednią, poprzez definiowanie problemów badawczych i stawianie hipotez, po zastosowanie zdobytej wiedzy i umiejętności w nowych sytuacjach. Do każdego etapu tego modelu można określić zadania nauczyciela i ucznia.



Lista takich zadań zawarta jest w raporcie *The BSCS 5E Instructional Model „Origins and Effectiveness”*:

## ZAANGAŻOWANIE

**Uczeń:** wykazuje zaciekawienie tematem, odpowiada na pytania, wykazuje się wiedzą.

**Nauczyciel:** stawia pytania i podnosi problemy, pozyskuje odpowiedzi, które określają poziom wiedzy uczniowskiej w danym zakresie, wzbudza ciekawość, nadaje kształt pomysłowi do zbadania (hipotezie).

## POSZUKIWANIE

**Uczeń:** myśli twórczo w ramach edukacji przedmiotowej, poszukuje różnorodnych rozwiązań problemu i konsultuje je z innymi, nie ocenia, wykonuje ćwiczenia, przewiduje i formułuje hipotezy lub dokonuje uogólnień, uczy się, jakie są korzyści ze słuchania innych, dzieli się pomysłami i nie osądza, odnotowuje obserwacje i/lub uogólnienia, ustala związki przyczynowo-skutkowe, dyskutuje nad niepewnymi rozwiązaniami.

**Nauczyciel:** uzyskuje odpowiedzi, które pokazują aktualną wiedzę uczniów na dany temat, stawia pytania i podnosi problemy, usprawnia przebieg zajęć, obserwuje współpracę w grupach, zadaje pytania ukierunkowane na dociekanie, analizuje sposób myślenia uczniów, stymuluje ich zainteresowanie i ciekawość.

## OBJAŚNIANIE

**Uczeń:** wyjaśnia innym uczniom możliwe rozwiązania, słucha krytycznie objaśnień innych uczniów, słucha i stara się zrozumieć objaśnienia przedstawiane przez nauczyciela, podaje w wątpliwość objaśnienia innych uczniów, odnosi się do poprzednich ćwiczeń, wykorzystuje zapisane obserwacje w objaśnieniach, udziela racjonalnych odpowiedzi na pytania.

**Nauczyciel:** koncentruje uwagę uczniów na poszczególnych aspektach ich pracy, stwarza okazję do zaprezentowania przez uczniów ich rozumienia pojęć, umiejętności przetwarzania informacji, podaje formalne definicje, nowe słownictwo, zachęca uczniów do objaśniania obserwacji i wniosków własnymi słowami, prosi o wyjaśnienie lub uzasadnienie, przyjmuje wszystkie racjonalne odpowiedzi, umożliwia powiązanie już posiadanej wiedzy z nowymi odkryciami.

## DOPRACOWANIE

**Uczeń:** wykorzystuje nowe definicje, objaśnienia i umiejętności w nowych sytuacjach, wykorzystuje poprzednie informacje do zadawania pytań, proponowania rozwiązań, podejmowania decyzji, planowania eksperymentów, wnioskuje na podstawie dowodów, podaje racjonalne wnioski i rozwiązania, odnotowuje obserwacje, objaśnienia i rozwiązania.

**Nauczyciel:** zachęca uczniów do korzystania z posiadanych umiejętności w nowych sytuacjach, inspirowanie uczniów do poszerzania umiejętności, zachęca ich do używania wcześniej poznanej terminologii.

## OCENIANIE

**Uczeń:** wykazuje wiedzę lub zrozumienie pojęć i umiejętności, odpowiada na pytania otwarte, wykorzystując obserwacje, dowody i wcześniej przyjęte objaśnienia, ocenia swoje postępy i wiedzę, zadaje pytania związane z tematem, które mogą być stymulacją do dalszych badań, podaje racjonalne odpowiedzi i objaśnienia dla zdarzeń i zjawisk.

**Nauczyciel:** wartościuje wiedzę i umiejętności uczniów, obserwuje uczniów podczas używania nowych pojęć i umiejętności, sprawdza, czy uczniowie zmienili sposób myślenia, zachęca uczniów do samooceny, w tym oceny funkcjonowania w grupie, zadaje pytania otwarte.

**IBSE** stawia na aktywność i samodzielność uczniów w dochodzeniu do wiedzy przy odpowiednim wsparciu nauczyciela. W jakim stopniu będzie on wspomagał swoich uczniów – zależy od typu zajęć. Jeżeli zajęcia zaprojektowane są na pokaz nauczyciela – najniższy poziom, a jeśli na nieograniczone dociekanie naukowe – poziom najwyższy.





## 1.2.2 Dlaczego powinniśmy stosować metodę IBSE w pracy z uczniami?



O wadze zagadnienia świadczy utworzenie grupy eksperckiej przez komisarza UE ds. nauki i badań naukowych oraz komisarza ds. edukacji, szkoleń, kultury i młodzieży. Głównym zadaniem grupy jest określanie najlepszych praktyk, które mogłyby zwiększyć zainteresowanie młodzieży naukami ścisłymi. Grupa bada istniejące inicjatywy mające pobudzać zainteresowanie uczniów przedmiotami ścisłymi, koncentrując się szczególnie na sposobie nauczania tych przedmiotów w szkołach.

Kluczowe zalecenia grupy dotyczą odejścia od monopolu metod dedukcyjnych w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych na rzecz metod opartych o samodzielne dochodzenie do wiedzy. Podejście dedukcyjne do nauczania wiąże się z przekazywaniem przez nauczyciela pojęć, ich logicznych implikacji i przykładów zastosowań. Natomiast w nauczaniu przedmiotów ścisłych w oparciu o samodzielne dochodzenie do wiedzy (IBSE) istnieje więcej przestrzeni dla obserwacji i eksperymentowania, a tym samym nauczyciel zachęca swoich uczniów do samodzielnego tworzenia własnych modeli wiedzy.



Według ekspertów UE okazało się między innymi, że metoda IBSE:

- skutecznie zwiększa zainteresowanie uczniów przedmiotami ścisłym niezależnie od etapu edukacji,
- aktywizuje uczniów mniej pewnych siebie i pochodzących z defaworyzowanych środowisk,
- stwarza optymalne warunki do pogłębiania wiedzy i doskonalenia umiejętności przez dzieci najbardziej uzdolnione,
- powoduje, że dziewczęta z większym entuzjazmem uczestniczą w zajęciach związanych z naukami ścisłymi.

Grupa ekspertów UE podkreśla, że „podejścia dedukcyjne i oparte na samodzielnym dochodzeniu do wiedzy nie wykluczają się wzajemnie i powinny być łączone, by uwzględnić wszystkie typy umysłowości uczniów”. Mając na uwadze ten kierunek myślenia, podstawa programowa edukacji przyrodniczej eksponuje kierunki zmian w edukacji m.in. w:

#### **Celach kształcenia – wymagania ogólne (biologia)**

- II. Znajomość metodyki badań biologicznych.
- III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji.
- IV. Rozumowanie i argumentacja.

#### **Celach kształcenia – wymagania ogólne (chemia)**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.
- III. Opanowanie czynności praktycznych.

Także formuła nowego egzaminu gimnazjalnego ma sprawdzać poziom umiejętności rozumowania naukowego oraz umiejętności złożonych.

Wspierając kierunek zmian w nauczaniu przedmiotów ścisłych, w Akademii Profesjonalnego Nauczyciela zawarto metodę IBSE w programie doskonalenia nauczycieli w zakresie kompetencji przyrodniczych.

Podsumowując: IBSE to umiejętność formułowania pytań badawczych, ich przedstawienie i szukanie odpowiedzi na te pytania drogą analizy, obserwacji, badania, doświadczenia.

Ważne, by ustalić/uporządkować pewną strategię działania i w jak największym stopniu angażować uczniów:

Etapy	Działania
1	Wprowadzenie uczniów w temat/zagadnienie poprzez rozbudzenie ich ciekawości np. krótkim filmem, historyjką, opowiadaniem, bajką, ciekawym przedmiotem, planszą, okazami naturalnymi, zdjęciami.
2	Wspólne formułowanie problemu badawczego: Co będziemy badać? Do czego dochodzić? Czego możemy się spodziewać?
3	Dzielenie uczniów na grupy i wspólne przygotowanie harmonogramu pracy.
4	Wykonanie pracy w grupach, np. korzystanie z materiału badawczego, wyszukiwanie informacji z różnych źródeł, wszystkie działania w kierunku pozyskania odpowiedzi na sformułowane wcześniej pytanie badawcze.
5	Podsumowanie pracy w poszczególnych grupach – wyniki, opracowanie, analiza, przedstawienie wniosków.
6	Zainicjowanie dyskusji.
7	Podsumowanie przez nauczyciela – uporządkowanie informacji, ewentualne uzupełnienie odpowiedzi na pytanie badawcze.
8	Refleksja np. na temat możliwości wykorzystania wniosków w nowej sytuacji, nietypowej, pokazania powiązań z życiem codziennym.

## 1.2.3 Dobre praktyki

### NAJLEPIEJ PRACĘ METODĄ IBSE ROZPOCZYNAĆ OD PROSTYCH PRZYKŁADÓW BIOLOGIA – GIMNAZJUM

**Dział:** Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym

**Temat:** Wykrywanie skrobi w różnych produktach spożywczych

**Cel doświadczenia:** Wykrywanie obecności skrobi w produktach spożywczych życia codziennego

**Sprzęt:** 9 szkiełek zegarkowych, bagietki szklane

**Odczynniki:** skrobia, jodyna, mandarynka, banan, białko jajka kurzego, mąka pszenna, ziemniak, budyń, jabłko, śmietana

**Problem badawczy:** Czy wszystkie badane produkty spożywcze zawierają skrobię?

**Hipoteza badawcza:** Wszystkie badane produkty zawierają skrobię

**Przebieg doświadczenia:**

**Próba kontrolna:** Na szkiełku zegarkowym umieścić niewielką ilość skrobi. Dodać 2-3 krople jodiny. Obserwować zmiany zabarwienia.

**Próby badawcze:** Na szkiełku zegarkowym umieścić niewielki kawałek mandarynki. Dodać 2-3 krople jodiny. Obserwować zmiany zabarwienia. Czynności powtórzyć dla pozostałych produktów spożywczych. Wyniki obserwacji odnotować w tabeli.

**Wniosek:** Postawiona hipoteza została zweryfikowana poprzez doświadczenie. Niepoprawne było stwierdzenie, że we wszystkich badanych produktach spożywczych życia codziennego zawarta jest skrobia.

**Odpowiedź na problem badawczy:** Nie. Nie wszystkie badane produkty spożywcze życia codziennego zawierały skrobię.

nazwa produktu spożywczego	barwa po dodaniu jodyny
skrobia	GRANATOWY
mandarynka	BRAZOWY JAK BARWA JODYNY
banan	GRANATOWY
białko jajka kurzego	BRAZOWY
mąka pszenna	GRANATOWY
ziemniak	GRANATOWY
budyń	GRANATOWY
jabłko	BRAZOWY
śmietana	BRAZOWY

#### Formułowanie nowego problemu badawczego:

**Kontekst:** Istnieje podejrzenie, że śmietana u jednego ze sprzedawców została zafałszowana mąką. Jak zweryfikować/zbadać problem?

#### Przykłady pytań zaciekwiających uczniów, które mogą stać się też problemami badawczymi:

- Jak walczyć z nadkwasotą żołądka?
- Dlaczego cytryna ma kwaśny smak?
- Czy sokiem z cytryny można usunąć plamy po obieraniu warzyw kolorowych? Dlaczego?
- Po co wrzuca się ziarenka ryżu do solniczki?
- Dlaczego ciasto drożdżowe rośnie?
- Dlaczego mleko kwaśnieje?
- Dlaczego herbata z sokiem z cytryny jest żółta, a bez soku – brązowa?
- Po co przykrywa się garnek z podgrzewaną wodą?
- Czy temperatura wody ma wpływ na rozpuszczalność soli kuchennej?
- Jak i czym usunąć plamę ze smoły?



## ZALETY I WADY STOSOWANIA IBSE

### Moduł IV – Karta pracy do ćwiczenia 2

#### ĆWICZENIE 2 – praca indywidualna

- Proszę o zapisanie swoich dotychczasowych doświadczeń w stosowaniu metody IBSE (lub jej elementów) w szkole:
  - staram się stosować tą metodę na zajęciach z przyrody – szkoła podstawowa (wybrane tematy),
  - stosuję IBSE na zajęciach fakultatywnych lub kół zainteresowań,
  - podczas zajęć najczęściej wykorzystuję pokaz interaktywny,
  - nie miałem świadomości, że stosuję te metody na swoich zajęciach,
  - aktywizuję uczniów w czasie projektów badawczych lub podczas rozwiązywania problemów postawionych przed zajęciami z danego tematu.
- Proszę o zapisanie w tabeli poniżej zalet i wad stosowania metody IBSE.

ZALETY	WADY
<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktywizacja uczniów</li> <li>• przygotowanie do egzaminów zewnętrznych na różnych etapach edukacji przyrodniczej</li> <li>• przechodzenie w sposób płynny od dużej do minimalnej aktywności nauczyciela na rzecz aktywności uczniów</li> <li>• ciekawy sposób na trudne tematy i zjawiska przyrodnicze</li> <li>• odciążenie nauczyciela przez ucznia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brak zaplecza laboratoryjnego</li> <li>• ograniczenia czasowe (zbyt przeładowana podstawa programowa)</li> <li>• zbyt liczne klasy</li> <li>• brak podziału na grupy</li> <li>• brak możliwości płynnej współpracy z uczniami</li> <li>• nie wszystkie zajęcia lekcyjne można prowadzić w ten sposób</li> <li>• wymaga zbyt dużego obciążenia nauczyciela, przynajmniej na początku wprowadzania tej metody</li> </ul>





## 1.2.4 A teraz sprawdź!

A TERAZ  
SPRAWDŹ!

1. W jaki sposób uczniowie mogą poznawać zjawiska przyrodnicze?
2. Jakie działania w metodzie IBSE należy podjąć, aby jej stosowanie było skuteczne?
3. Jakie są zalety stosowania IBSE w pracy z uczniami?
4. Zastanów się, jakie mogą pojawiać się przeszkody, trudności w stosowaniu metody IBSE?



# 1.3

## Metody aktywizujące w efektywnym nauczaniu przedmiotów przyrodniczych

### 1.3.1 Jak aktywizować uczniów?

Podstawowym czynnikiem rozwijania aktywności uczniów jest stwarzanie takiej sytuacji edukacyjnej, w której jak najwięcej czasu zajmuje uczniom praca samodzielna, zarówno indywidualna, jak i grupowa, pobudzająca do myślenia i rozwiązywania problemów.

W nauczaniu przedmiotów przyrodniczych wskazane jest stosowanie metod aktywizujących, które wymagają od nauczyciela dużego zaangażowania już na etapie przygotowywania lekcji oraz dużej sprawności organizacyjnej i aktywności podczas jej prowadzenia. Metody niedostosowane do celów i treści lekcji oraz do potrzeb i możliwości uczniów nie mają żadnej wartości. We współczesnej dydaktyce nauczyciel postrzegany jest nie tylko jako autorytet, ale przede wszystkim jako doradca, tutor, przewodnik, organizator procesu kształcenia. Uczeń natomiast ma być samodzielny, twórczy, zaangażowany w proces zdobywania wiedzy i nabywania nowych umiejętności. Zatem konieczne jest nowe podejście do metod pracy nauczyciel – uczeń. Dobór różnorodnych metod nauczania powinien prowadzić do podnoszenia jakości pracy nauczyciela i efektywności pracy ucznia.

Uczeń będzie aktywny, gdy:

- postawimy przed nim jasno sprecyzowane cele,
- pozwolimy mu brać udział w planowaniu działań, dzięki którym te cele osiągnie,
- działaniom tym będą towarzyszyć emocje i możliwość realizowania własnych pomysłów,
- docenimy jego wkład pracy i zaangażowanie w procesie uczenia się.

Nauczyciel odpowiada za stworzenie na lekcji takich warunków, żeby uczniowie mogli odgrywać czynną rolę w realizacji zadań i osiągać jak najlepsze efekty.

Nauczyciel powinien:

- ograniczyć stosowanie metod podających,
- stosować techniki i metody aktywizujące,
- wykorzystywać środki dydaktyczne,
- stwarzać sytuacje do eksperymentowania, doświadczania i obserwowania, tak aby uczeń potrafił myśleć, poszukiwać, doskonalić swoje umiejętności, a także umiał komunikować się i pracować w zespole.

Robert Mojsa w raporcie *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych z perspektywy rozwiązań europejskich i krajowych*<sup>6</sup> pisze: *Aby osiągnąć założone cele kształcenia oraz uatrakcyjnić i wzbogacić zajęcia z przedmiotów przyrodniczych stosuje się różnorodne metody nauczania.*

<sup>6</sup> Mojsa R. *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych z perspektywy rozwiązań europejskich i krajowych*, MSCDN, Warszawa 2014

Szczególnie dużą rolę przy poznawaniu wiedzy z zakresu przedmiotów przyrodniczych odgrywa metoda badawcza (lub naukowa) stosowana w celu badania zjawisk i zdobywania nowej wiedzy, jak również wzmocnienia i korygowania wiedzy już istniejącej. Metoda badawcza nie może się obyć bez doświadczeń wykonywanych na lekcjach przedmiotów przyrodniczych. Aktywności laboratoryjne uczniów są swojego rodzaju drogą umożliwiającą im uczenie się ze zrozumieniem i jednocześnie zaangażowanie w proces zdobywania wiedzy poprzez praktykę [Hofstein, Lunetta, 2004]. Metody badawczej nie da się zastosować bez odpowiednio wyposażonej pracowni przedmiotowej. Najwyższą efektywność kształcenia osiąga się poprzez zastosowanie całej gamy powiązanych i wzajemnie się uzupełniających środków.





## 1.3.2 Charakterystyka wybranych metod: rozwiązywania problemów oraz strukturyzacji i hierarchizacji pojęć



**Burza mózgów** jest to metoda służąca rozwiązywaniu problemów w sposób twórczy. Pobudza wyobraźnię, rozwija kreatywność, uczy przedstawiania własnych pomysłów.

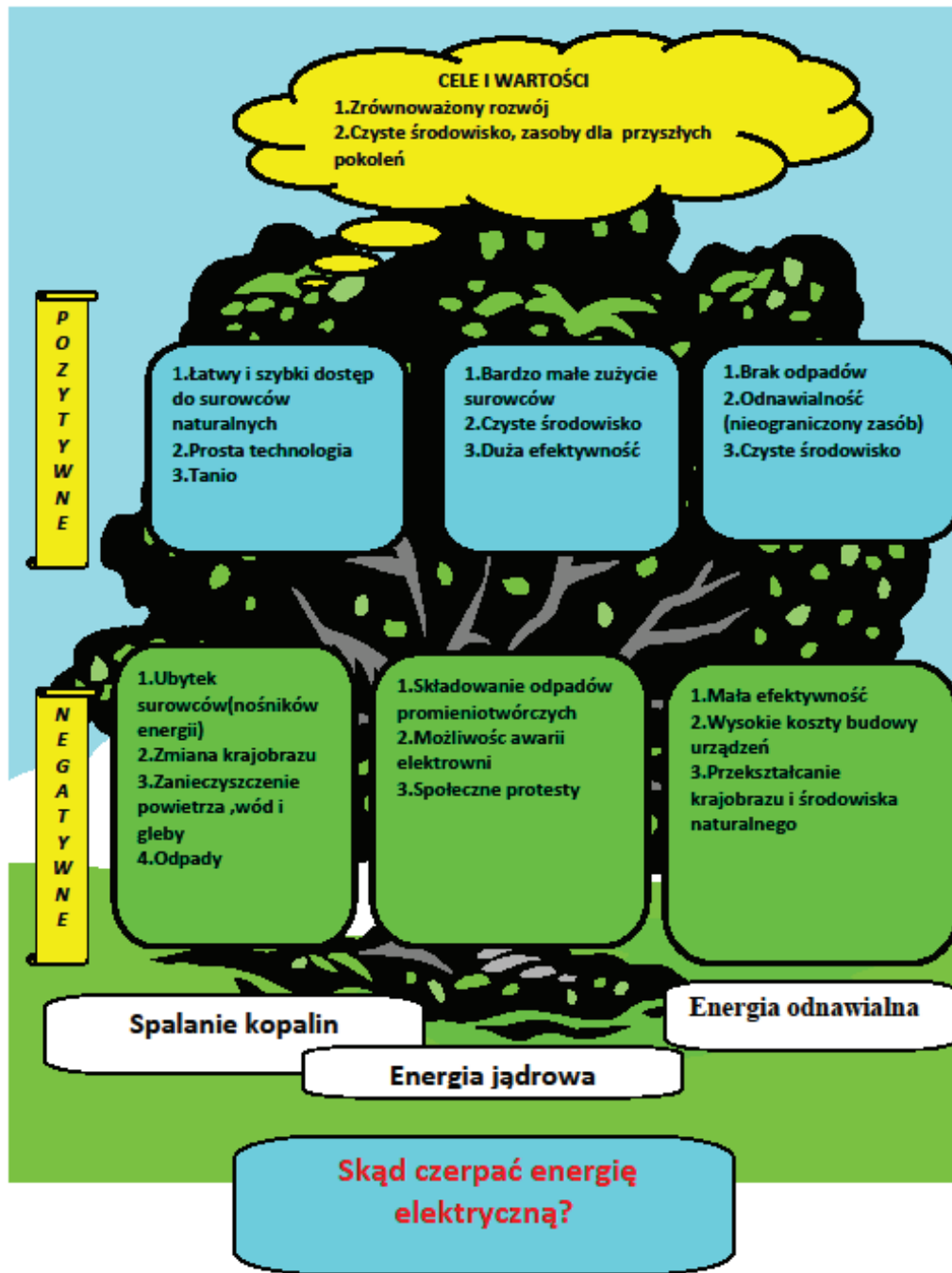
**Eksperymenty, doświadczenia** – jedna z najbardziej popularnych metod aktywnych na przedmiotach przyrodniczych, polegająca na samodzielnym lub zespołowym wykonywaniu przez uczniów doświadczeń. Dzięki eksperymentom uczniowie czują bliski związek z otaczającym światem, angażują się w proces lekcyjny. Stosowanie tej metody zobowiązuje nauczyciela do starannego przygotowania instrukcji wykonywanych ćwiczeń, jak i samych doświadczeń, omówienia doświadczeń przed i po ich wykonaniu.

**Metoda projektów** polega na samodzielnym zrealizowaniu przez uczniów zadania, które jest przygotowane i koordynowane przez nauczyciela. Metoda ta pozwala rozwijać umiejętność formułowania problemu, korzystania z różnych informacji i oceniania własnej pracy.

**Drzewko decyzyjne** to graficzny zapis analizy procesu podejmowania decyzji. Graficzna forma drzewka decyzyjnego zawiera podstawowe elementy podejmowania decyzji: zdefiniowanie problemu, znalezienie możliwych rozwiązań, określenie pozytywnych i negatywnych skutków każdej możliwości, podjęcie decyzji.

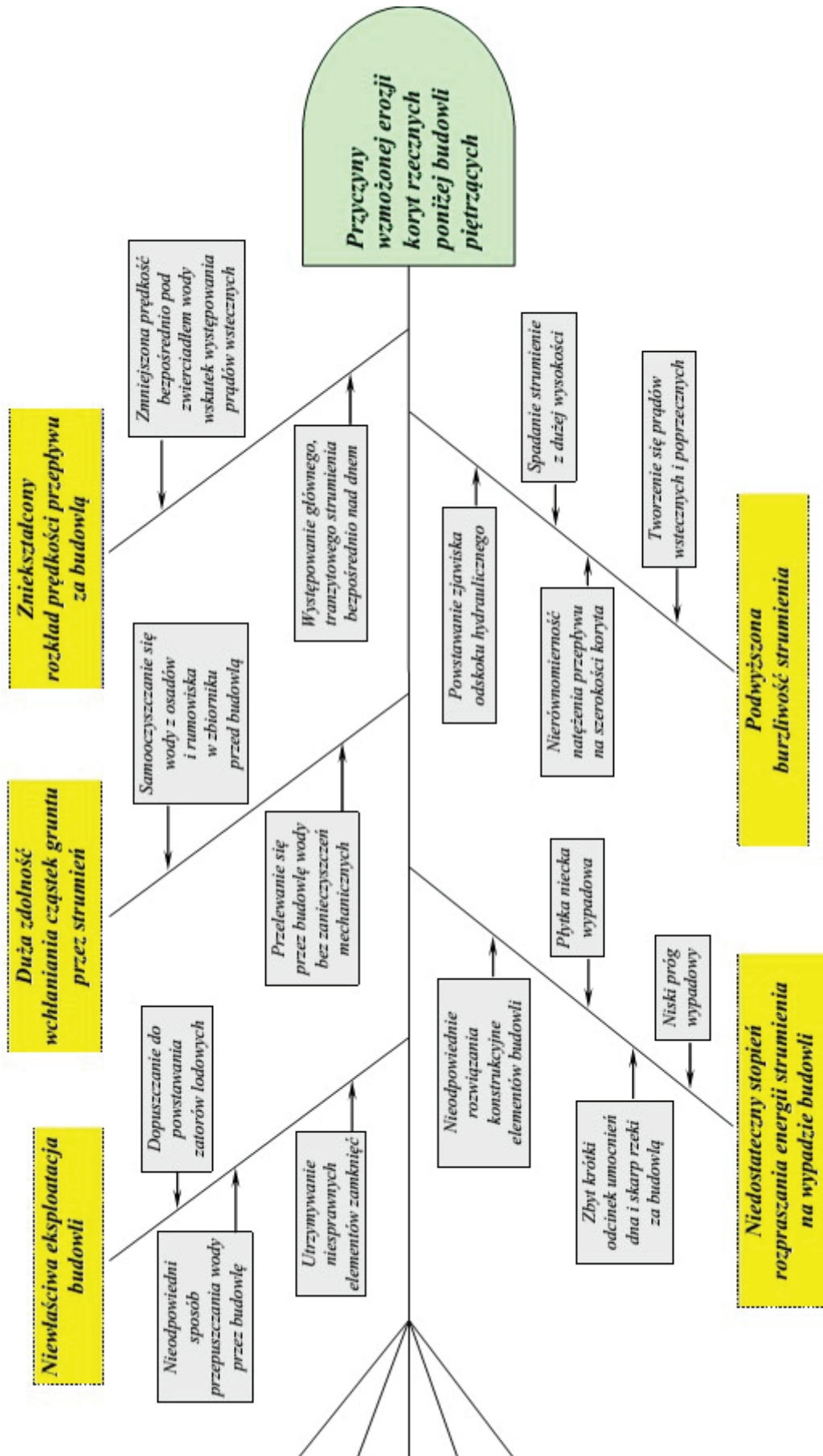
**Rybi szkielet** to metoda aktywizująca, która za główny cel stawia przed sobą poszukiwanie przyczyn powstania danego problemu. Metoda ta znana jest jako schemat przyczyn i skutków. Rysujemy schemat przypominający rybi szkielet. W głowie ryby wpisujemy dowolny problem. Uczniowie metodą burzy mózgów wymieniają główne czynniki, które miały wpływ na powstanie danego problemu. Wpisują je na tzw. dużych ościach. Nauczyciel dzieli uczniów na tyle grup, ile jest dużych ości. Każda grupa otrzymuje jeden czynnik główny (dużą ość) i w określonym czasie stara się odnaleźć przyczyny, które na niego wpłynęły. Przedstawiciele grup wpisują czynniki szczegółowe (małe ości) na schemat. Z czynników szczegółowych (małych ości) uczniowie wybierają, ich zdaniem, najistotniejsze. Uczniowie wyciągają wnioski i rozwiązują problem.

**Piramida priorytetów** – celem tej metody jest ułożenie listy priorytetów według ustalonych wcześniej kryteriów, np. ważności, kolejności itp. Metodą burzy mózgów uczniowie zbierają pomysły, zagadnienia do danego tematu, problemu. Pracują w grupach. Każda grupa otrzymuje kartki samoprzylepne i plakat z narysowaną piramidą. Spośród zebranych haseł wybierają 10 najważniejszych i zapisują je na kartkach samoprzylepnych. Nakleją je w odpowiednich miejscach piramidy priorytetów, kierując się podanym kryterium. Po zakończeniu pracy tworzą jedną wspólną piramidę, reprezentatywną dla całej klasy.



Rysunek 6. Drzewko decyzyjne, za: E. Pyłka-Gutowska, 2010

**Metoda SWOT** (mocne strony, słabe strony, szanse, zagrożenia). Metoda ta polega na zespołowej analizie i ocenie określonego problemu. Pomaga w podejmowaniu określonej decyzji w sposób krytyczny i twórczy. Kształci umiejętność rozróżniania pozytywnych i negatywnych cech zjawisk lub zachowań oraz dostrzegania zagrożeń.



Rysunek 7. Rybi szkielet, za: J. Urbański, 2005

## BUDOWA ELEKTROWNI ATOMOWEJ



Rysunek 8. SWOT, za: A. Paszkiewicz, 2012

**Śnieżna kula** to metoda polegająca na przechodzeniu od pracy indywidualnej uczniów, przez pracę w grupie, do wspólnej pracy całego zespołu. Pozwala uczniom zdobywać nowe doświadczenia poprzez poszukiwanie wspólnych rozwiązań i uzgadnianie wspólnych stanowisk.

**Obserwacja** to metoda poszukiwania, porządkowania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł. Polega na planowym i celowym postrzeganiu przedmiotów, procesów i zjawisk.

**Dyskusja panelowa** to metoda skutecznego porozumiewania się między ludźmi w różnych sytuacjach. Przygotowuje uczniów do prezentacji własnego stanowiska.

**Mapa myśli** zwana **mapą mentalną** to metoda poszukiwania, strukturyzacji i hierarchizacji informacji przyrodniczej z różnych źródeł wiedzy. Może służyć również do rozwiązywania problemów poprzez wykonywanie rysunków, obrazów, symboli, haseł itp.

## 1.3.3 Problemy w efektywnym nauczaniu przedmiotów przyrodniczych – analiza wybranych czynników

Na jakość i efekty nauczania przedmiotów przyrodniczych mają wpływ:

### 1. Wiedza merytoryczna i dydaktyczna oraz doświadczenie zawodowe nauczyciela.

W nauczaniu należy brać pod uwagę możliwości intelektualne uczniów, a także stan ich rozwoju osobowościowego. Wymaga to od nauczyciela ciągłego doskonalenia i aktualizacji wiedzy poprzez różne formy doskonalenia zawodowego. Używanie przez nauczyciela szerokiego wachlarza strategii nauczania polepsza stosunek uczniów do nauczanego przez niego przedmiotu. Badania<sup>7</sup> dowodzą, że niemal wszyscy nauczyciele w Polsce mają wyższe wykształcenie, uczyć przedmiotów zgodnie ze swoimi kwalifikacjami i kierunkiem ukończonych studiów.

### 2. Zakres i dobór treści kształcenia edukacji przyrodniczej.

Nauczyciel w oparciu o obowiązującą podstawę programową edukacji przyrodniczej przygotowuje na 3 lata program nauczania, dobiera treści i jest odpowiedzialny za przebieg procesu kształcenia i jego efekty. Zakres nauczanego materiału powinien uwzględnić konieczność ukazania najaktualniejszych osiągnięć w danej dziedzinie przyrodniczej, zaprezentowanych w sposób możliwie prosty i zrozumiały dla ucznia, a więc według podstawowych zasad dydaktycznych. Szczególnie istotne jest podkreślanie tych treści, które bezpośrednio odnoszą się do życia codziennego, procesów zachodzących w najbliższym otoczeniu ucznia. Ważne jest również harmonijnie łączenie wiedzy doświadczalnej z wiedzą teoretyczną, jak również korelowanie treści przedmiotów edukacji przyrodniczej z matematyką i przedmiotami humanistycznymi.

### 3. Różnorodność metod aktywizujących uczniów podczas zajęć (ze szczególnym uwzględnieniem metodyki badawczej). Wyposażenie pracowni w środki i pomoce dydaktyczne.

Szczególnie dużą rolę w przekazywaniu/przyswajaniu wiedzy z zakresu przedmiotów przyrodniczych odgrywa metoda badawcza. Metoda ta nie może się obyć bez doświadczeń wykonywanych na lekcjach przedmiotów przyrodniczych. Aktywności laboratoryjne uczniów są drogą umożliwiającą im uczenie się ze zrozumieniem i jednocześnie praktyczne zaangażowanie w proces zdobywania wiedzy<sup>8</sup>. Metody badawczej nie da się zastosować bez odpowiednio wyposażonej pracowni przedmiotowej. Na wykresie 1 zebrano nauczycielskie obawy związane z wykorzystaniem podczas lekcji przyrody metody badawczej.

<sup>7</sup> Hernik K., Malinowska K., Piwowarski R., Przewłocka J., Smak M., Wichrowski A. *Polscy nauczyciele i dyrektorzy na tle międzynarodowym. Główne wyniki badania TALIS 2013*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2014

<sup>8</sup> Hofstein A., Lunetta V.N. *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*, Science Education nr 88/2004, s. 28-54



**Wykres 1.** Czy ma Pani/Pan jakieś obawy związane z wykorzystaniem podczas lekcji przyrody metody badawczej? Jeśli tak, proszę opisać je poniżej, za: IBE



Na wykresie wartość 100% oznacza ogół badanych, którzy w odpowiedzi na to pytanie wymienili swoje obawy (N = 121).



## 1.3.4 Dobre praktyki

### 1. MAPA MYŚLI – METODA PORZĄDKUJĄCA I HIERARCHIZUJĄCA WIEDZĘ UCZNIĄ

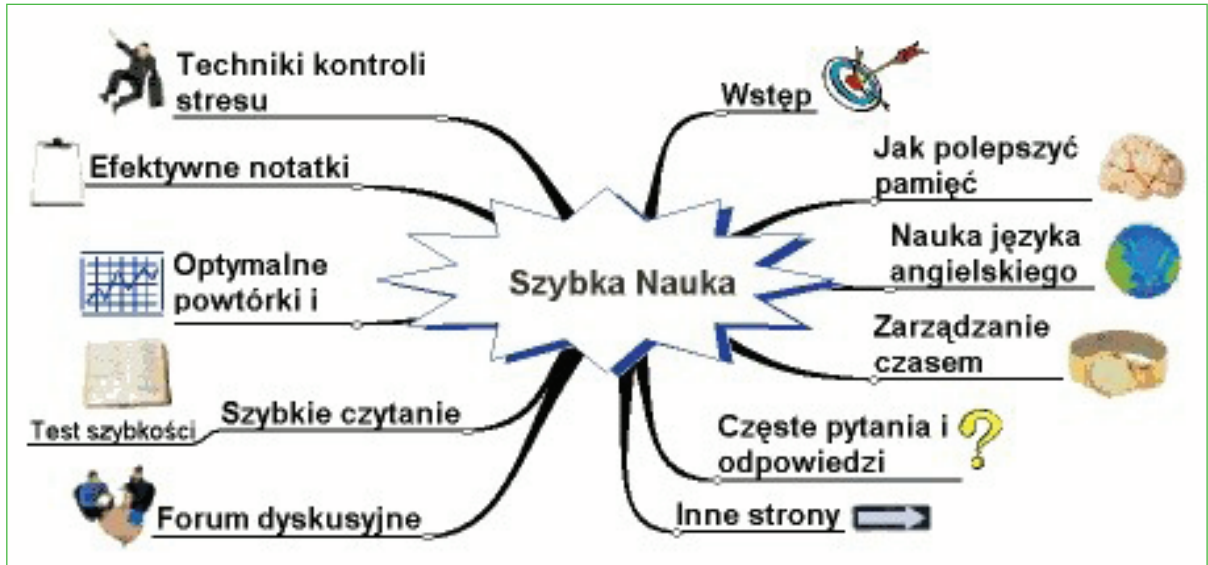
Metoda mapy myśli została opracowana przez dwóch brytyjskich naukowców: Tony'ego i Barry'ego Buzana. Myślimy obrazami. Nasz mózg pracuje w sposób koncepcyjny, integrujący, skojarzeniowy. Myślimy w sposób dedukcyjny i indukcyjny (od szczegółu do ogółu lub odwrotnie). Zapamiętujemy za pomocą skojarzeń. Aby przypomnieć sobie daną informację, potrzebujemy do niej klucza. Te wszystkie prawa funkcjonowania umysłu wykorzystują mapy myśli.

1. Ułóż kartkę w poziomie – wtedy jednym spojrzeniem ogarniasz całość.
2. Na środku wyraźnie napisz temat. Wyróżnij go, żeby rzucał się w oczy.
3. Od tematu poprowadź gałęzie (główne punkty zagadnienia), a od nich mniejsze gałązki – będą na nich podpunkty.
4. Używaj tylko słów kluczowych (najważniejszych), napisz je nad linią (będą podkreślone), drukowanymi literami.
5. Korzystaj z prostej (schematycznej), ale sugestywnej grafiki przy poszczególnych gałęziach.
6. Stosuj kolory

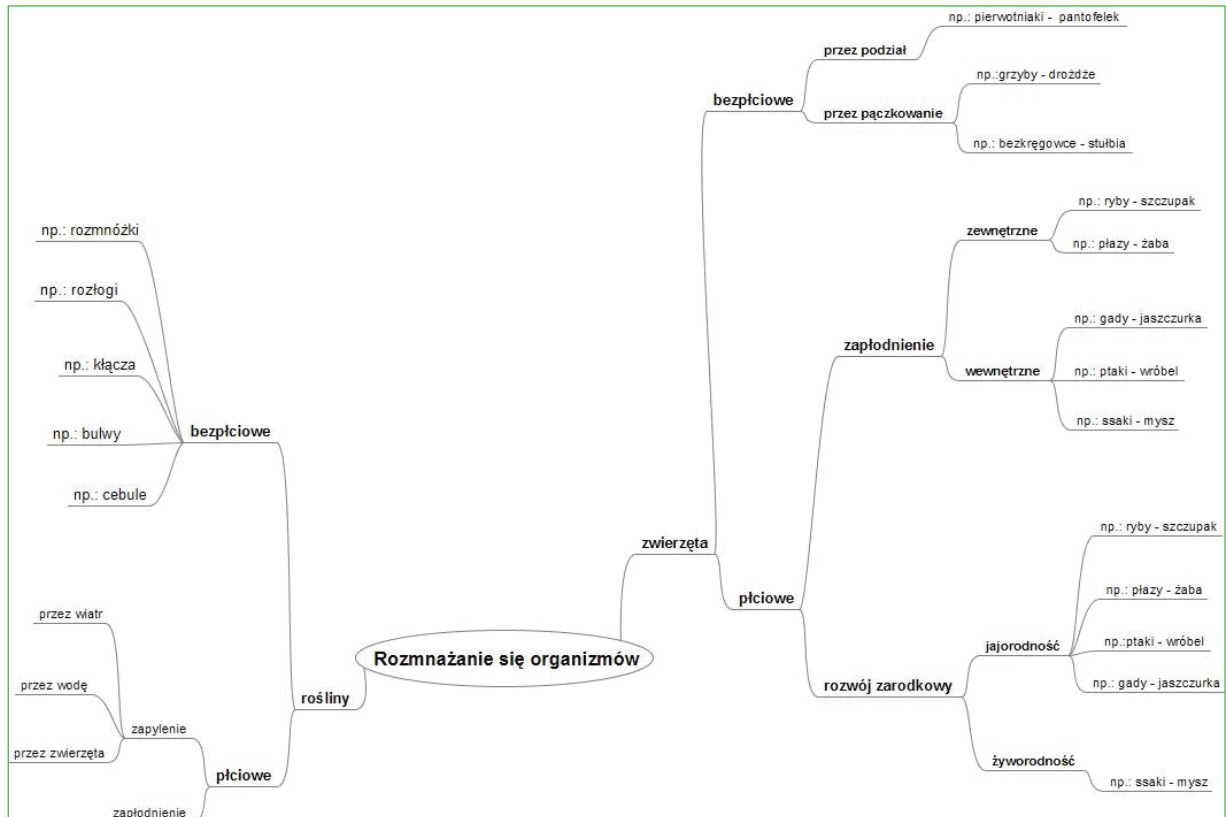
#### Korzyści ze stosowania map myśli/mentalnych

Mapy myśli/mentalne:

- pomagają w organizowaniu i systematyzowaniu wiedzy ucznia,
- pozwalają wyzwolić znacznie większy potencjał, ponieważ wykorzystywane są obie półkule mózgowe przy wykorzystaniu ze zjawiska synergii,
- umożliwiają większy ogląd zakresu materiału, większy obraz całości, a nie fragmentu wiedzy,
- pozwalają szybciej się uczyć, skuteczniej zapamiętywać i rozwiązywać problemy,
- kształcą umiejętność logicznego kojarzenia zagadnień.

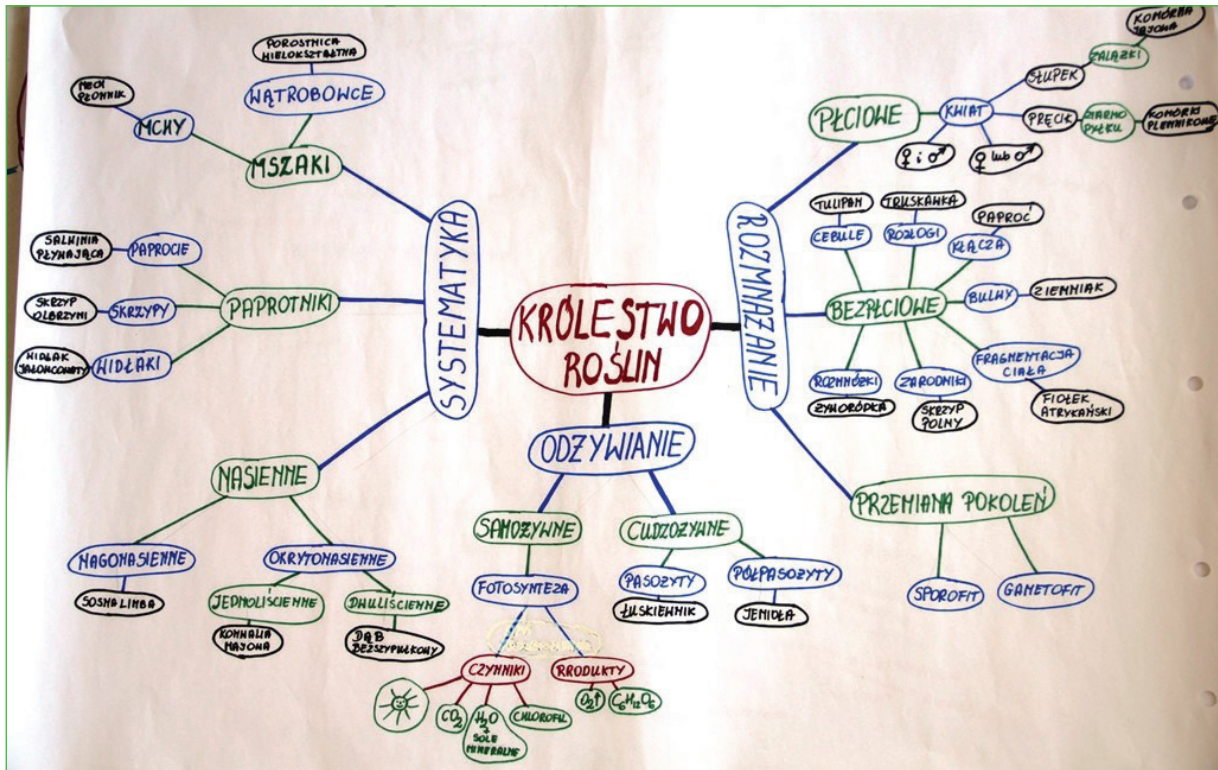


## BIOLOGIA – GIMNAZJUM. Rozmnażanie się organizmów

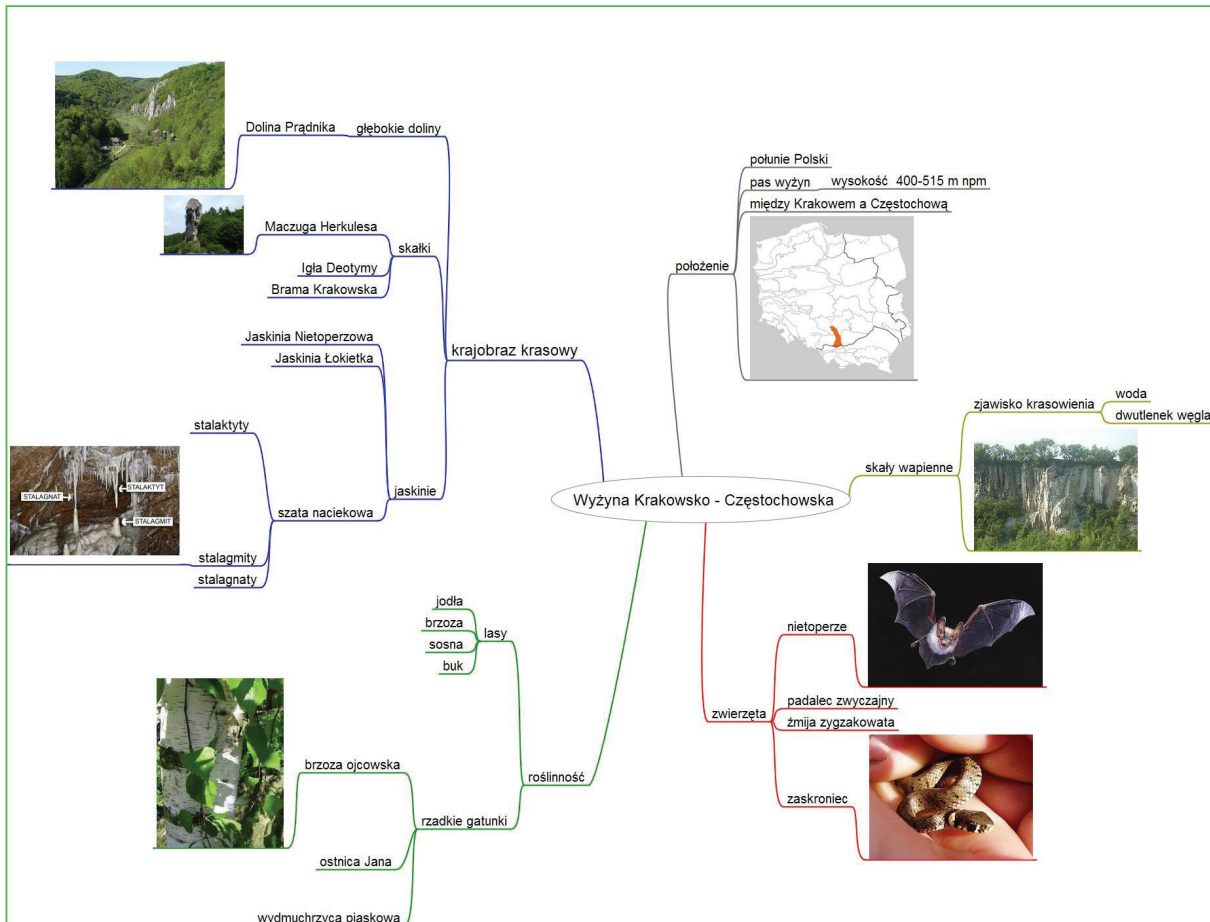




BIOLOGIA – LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE. Królestwo roślin



GEOGRAFIA – GIMNAZJUM. Wyżyna Krakowsko-Częstochowska



## 2. LOGICZNA GAŁĄŻ

Logiczna gałąź jest używana, aby zobrazować na graficznym schemacie i pomóc zrozumieć zależności w związkach przyczynowo-skutkowych i ich konsekwencje. Metoda gałęzi pozwala na tworzenie przypuszczeń oraz tworzenie nowych lepszych rozwiązań. Dzięki wykorzystaniu tej metody uczeń będzie lepiej rozumiał logiczne zasady naukowe, będzie analizował kontekst zgodnie z logiką związków przyczynowo-skutkowych, a dzięki temu będzie rozumiał i łatwiej zapamiętywał treści.

### Co daje praca techniką logicznej gałęzi?

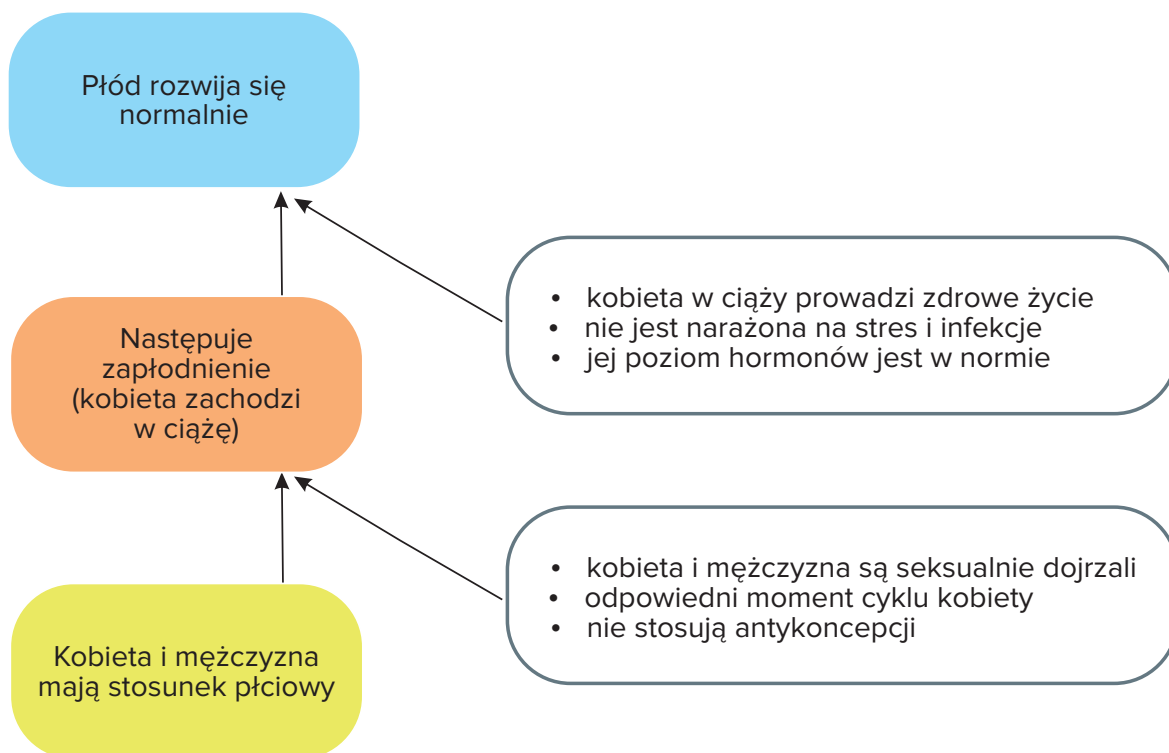
- umiejętność skutecznego wyszukiwania związków przyczynowo-skutkowych w analizowanym materiale,
- umiejętność opowiadania o związkach przyczynowo-skutkowych zawartych w informacjach i ich logicznego objaśniania,
- umiejętność wyciągania wniosków z tekstu i posiadanej wiedzy, a także umiejętność ich zastosowania,
- umiejętność jasnego przedstawiania swojego sposobu rozumowania,
- umiejętność dostrzegania sprzeczności w rozumowaniu i obrony przyjętej postawy.

## PRZYRODA – SZKOŁA PODSTAWOWA – II etap edukacyjny

### Podstawa programowa:

**Wymagania ogólne:** Praktyczne wykorzystanie wiedzy przyrodniczej.

**Wymagania szczegółowe:** Organizm człowieka. Uczeń rozpoznaje i nazywa etapy rozwoju człowieka.

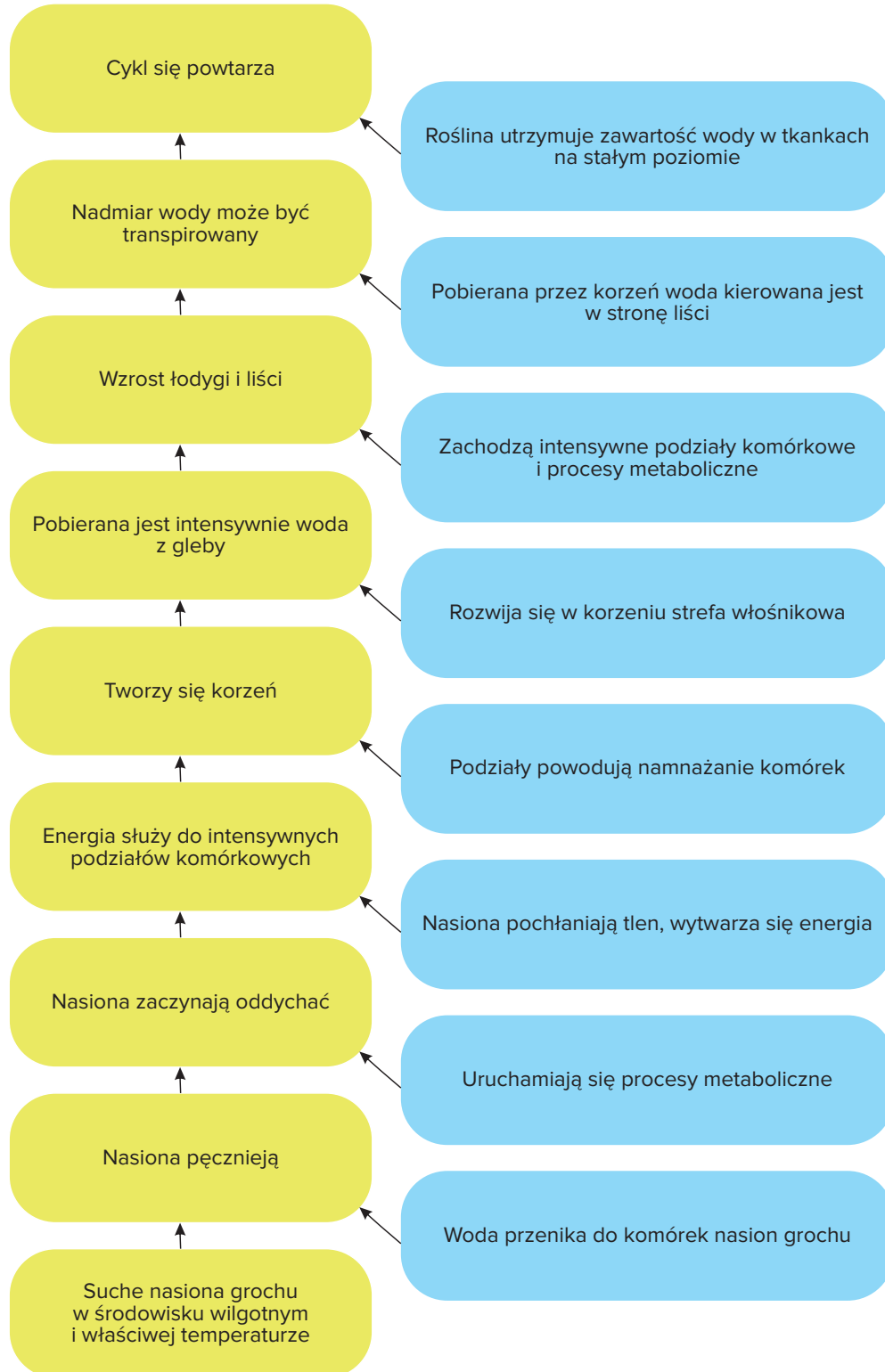


## GEOGRAFIA – GIMNAZJUM – II etap edukacyjny

### Podstawa programowa:

**Wymagania ogólne:** Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie procesów i zjawisk. Uczeń identyfikuje związki i zależności w środowisku przyrodniczym.

**Wymagania szczegółowe:** Wybrane zagadnienia z geografii fizycznej.



## BIOLOGIA – LICEUM – IV etap edukacyjny

### Podstawa programowa:

**Wymagania ogólne:** Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji. Uczeń przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne, identyfikuje związki i zależności w środowisku przyrodniczym.

**Wymagania szczegółowe:** Rośliny – rozmnażanie się.



## 1.3.5 A teraz sprawdź!



1. Wymień i scharakteryzuj dwie metody rozwiązywania problemów.
2. Której z metod strukturyzacji i hierarchizacji pojęć używasz najchętniej?
3. Podaj cztery zasady tworzenia mapy myśli.
4. Wybierz temat mapy. Przedstaw go jako symbol obrazkowy. Zastosuj kolory. Wyprowadź gałęzie, umieść na nich słowa kluczowe lub własne oznaczenia (rysunki, piktogramy, symbole, podkreślenia, liczby). Pamiętaj – twoja mapa ma być skuteczna.





## 1.4

Edukacja przyrodnicza  
wspomagana technologią  
informacyjno-komunikacyjną

## 1.4.1 Kierunki współczesnej edukacji przyrodniczej

Nie ma wątpliwości, że podstawą edukacji przyrodniczej jest eksperymentowanie. W podstawie programowej przedmiotów przyrodniczych zostały wymienione obowiązkowe doświadczenia uczniowskie. Jaką rolę może tu pełnić TIK? Czy w szkole XXI wieku należy stosować komputer na każdych zajęciach przyrodniczych?

Ciągle aktualne jest stwierdzenie: *stosując narzędzia i metody TI (Technologii Informacyjnej) trzeba zawsze się zastanowić nad tym, jaką korzyść przynosi zastosowanie danego narzędzia – co stanowi WARTOŚĆ DODANĄ*<sup>9</sup>. Obowiązkowe doświadczenia, zalecane w podstawie programowej przedmiotów przyrodniczych, mogą być wykonywane w sposób tradycyjny, z wykorzystaniem prostych pomocy dydaktycznych i materiałów powszechnego użytku lub za pomocą techniki po-

miarów wspomaganych komputerowo<sup>10</sup>. Takie dwa trendy obserwuje się też na świecie. TIK może wspomagać obie metody prowadzenia eksperymentów. W pierwszym przypadku może to być wizualizacja i filmowanie doświadczeń, tworzenie bazy materiałów dydaktycznych, np. scenariuszy zajęć, przewodników, poradników, kart pracy, a także zastosowanie narzędzi TIK do analizy wyników. Stosowanie techniki pomiarów wspomaganych komputerowo daje większe korzyści dydaktyczne. Planowanie i prowadzenie doświadczeń, komputerowa rejestracja danych pomiarowych, ich prezentacja i analiza pomagają w rozumieniu zjawisk i procesów przyrodniczych<sup>11</sup>. Narzędzia TIK mogą wspierać proces uczenia się i nauczania metodą IBSE. Przykładem mogą tu być moduły dydaktyczne programu *Establish*. O sposobie prowadzenia zajęć decyduje wyposażenie placówki oraz umiejętności, zaangażowanie i podejście NAUCZYCIELA<sup>12</sup>.

Wiele ciekawych pomysłów mogą dostarczyć materiały edukacyjne powstałe w ramach projektów krajowych i międzynarodowych oraz współpraca i wymiana doświadczeń z nauczycielami i naukowcami z innych krajów. Najnowsze projekty i materiały dydaktyczne do nauczania przedmiotów przyrodniczych z wykorzystaniem TIK są rozpowszechniane w ramach działań europejskiej społeczności SCIENTIX<sup>13</sup>.

<sup>9</sup> Dunin-Borkowski J., Chmurska M., Gregorczyk G., Grzybowska A., Kawecka E., Witecka M. *Czy technologia informacyjna jest dla nas, czyli rzecz o wartości dodanej*, Meritum nr 4(7)/2007, [http://meritum.mscdn.pl/meritum/moduly/egzempl/717\\_40\\_abc.pdf](http://meritum.mscdn.pl/meritum/moduly/egzempl/717_40_abc.pdf)

<sup>10</sup> Chmurska M., Kawecka E. *Nowoczesne technologie w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, w monografii „Dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji”, Szkoła Problemów Dydaktyki Chemii w Będlewie, Poznań 2012; Kawecka E. *Mobilne laboratorium przyrodnicze*, Meritum nr 4(31)/2013; Kawecka E. [oprac.] *Pomiary komputerowe na lekcjach przedmiotów przyrodniczych. Scenariusze zajęć*, OEliZK, Warszawa 2013: <http://ppp.oeizk.waw.pl>

<sup>11</sup> Rogers L., Twidle J. *Wyzwanie włączenia TIK w pracę innowacyjnych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych*, Meritum nr 4(31)/2013; Kawecka E., *ibidem*

<sup>12</sup> Rogers L., Twidle J., *ibidem*

<sup>13</sup> Kawecka E. *Scientix – społeczność na rzecz nauczania przedmiotów ścisłych w Europie*, Biuletyn PSNPP Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych nr 49(1)/2014

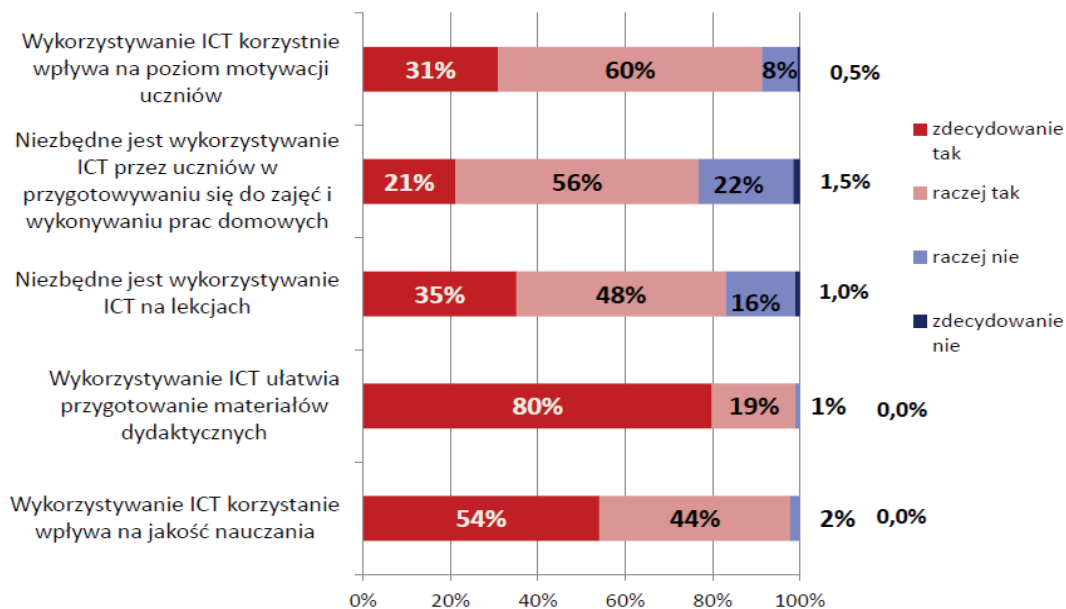
## 1.4.2 Zastosowanie TIK w edukacji przyrodniczej



Przegląd wyników ostatnich badań dotyczących TIK w edukacji przyrodniczej nie napawa optymizmem<sup>14</sup>. W Polsce brakuje całościowych badań dotyczących oceny korzyści edukacyjnych wynikających ze stosowania różnych narzędzi TIK. Najnowsze badania sondażowe nauczycieli dotyczące TIK w nauczaniu – uczeniu się przedmiotów przyrodniczych przeprowadzono w roku

2014 w gimnazjach województwa świętokrzyskiego, pomorskiego i mazowieckiego<sup>15</sup>. Pokazują one m.in. postrzeganie roli TIK w nauczaniu i uczeniu się przedmiotów przyrodniczych i ścisłych (rys. 9), częstość korzystania z TIK przez nauczycieli o różnym stażu oraz wskazują, jakie narzędzia i zasoby cyfrowe są wykorzystywane najczęściej (rys. 10).

Nauczyciele postrzegają rolę TIK (rys. 9) głównie jako ułatwienie w przygotowaniu materiałów dydaktycznych, pomimo że zdecydowana większość dostrzega korzystny wpływ TIK na jakość nauczania.



**Rysunek 9.** Postrzeganie roli TIK w nauczaniu i uczeniu się przez nauczycieli przedmiotów ścisłych i przyrodniczych

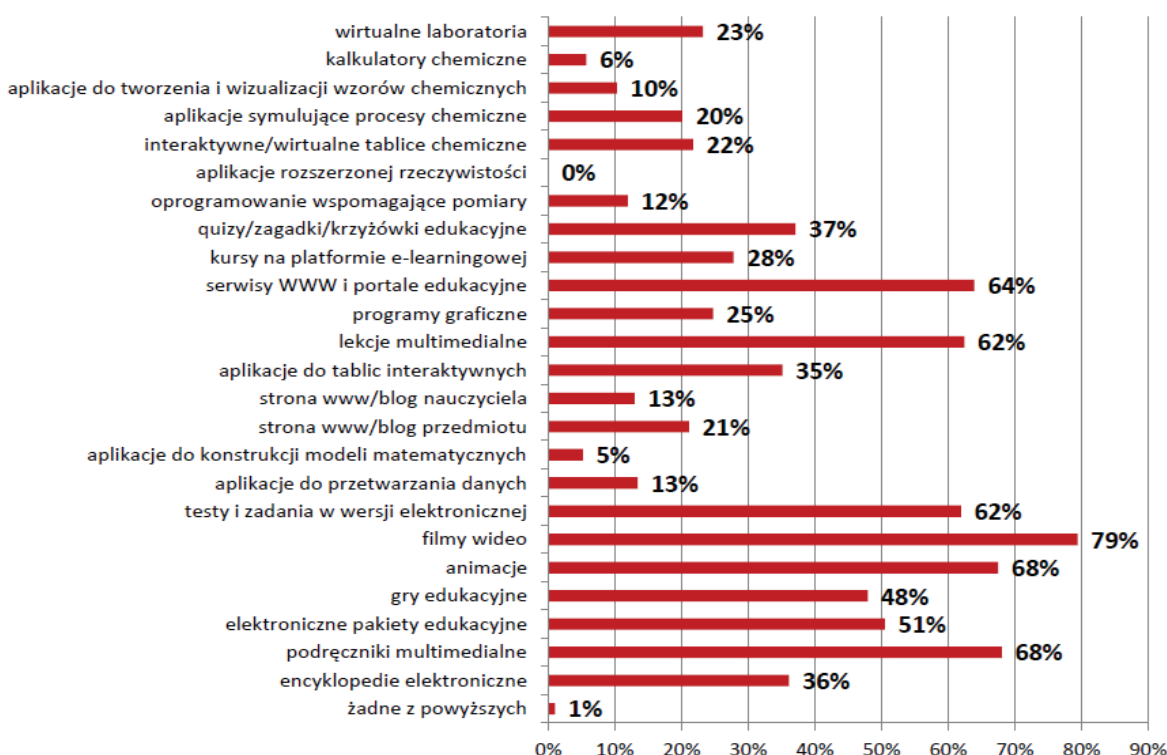
<sup>14</sup> Greczyło T. Nowe technologie informacyjno-komunikacyjne w edukacji przyrodniczej. Raport w ramach projektu Akademia Profesjonalnego Nauczyciela, MSCDN-OEliZK, Warszawa 2015

<sup>15</sup> Sosińska-Kalata B., Roszkowski M. *Kompetencje cyfrowe nauczycieli i nowoczesne technologie w nauczaniu przedmiotów ścisłych i przyrodniczych, Wyniki badań sondażowych*, Instytut Informacji Naukowej i Studiów Bibliologicznych, Uniwersytet Warszawski 2015

Nieco mniej niż połowa nauczycieli korzysta z TIK częściej niż na co drugiej lekcji, a wśród nauczycieli o stażu poniżej 9 lat ponad 80% korzysta z tych narzędzi na co drugiej lekcji lub częściej.

Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych najczęściej wykorzystują następujące narzędzia i procedury TIK (rys. 10):

- filmy wideo,
- podręczniki multimedialne,
- animacje,
- serwisy WWW i portale edukacyjne,
- lekcje multimedialne,
- testy i zadania w wersji elektronicznej.



**Rysunek 10.** Deklarowane narzędzia i zasoby cyfrowe wykorzystywane na lekcjach przedmiotów przyrodniczych

Takie wykorzystanie narzędzi i procedur TIK świadczy o tym, że bardziej popularne są bierne metody, chociaż warto by było zbadać dokładniej sposoby wykorzystania tych środków w procesie edukacyjnym. Analiza danych pod kątem narzędzi TIK związanych z wykonywaniem doświadczeń przyrodniczych wskazuje, że tylko 12% nauczycieli korzysta z oprogramowania wspomagającego pomiary, a 13% z aplikacji do przetwarzania danych. Co prawda 23% ankietowanych korzysta z wirtualnych laboratoriów, ale nie są to prawdziwe doświadczenia przyrodnicze.

## 1.4.3 Dobre praktyki

Zaproponujemy uczniom przeprowadzenie doświadczenia, w którym zbadają dźwięki wytwarzane przez drgającą strunę czy słup powietrza w piszczalbach. Poniżej przykładowa karta pracy (dla uczniów, którzy wykonywali już inne doświadczenia wspomagane komputerowo oraz znają cechy dźwięku) oraz wyniki przeprowadzonych pomiarów.

**Pytanie kluczowe:** Jak można zmienić wysokość dźwięku?

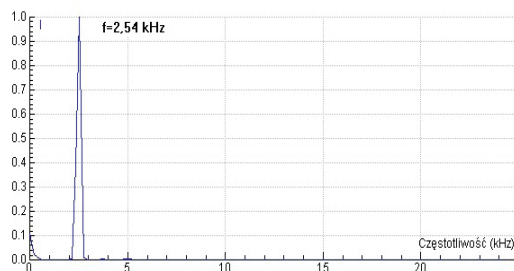
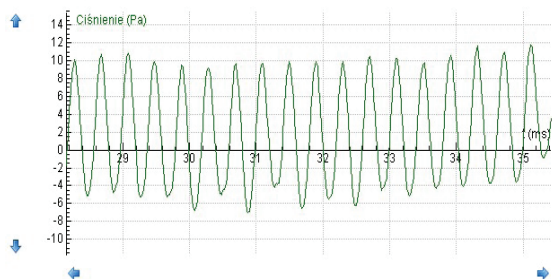
**Sprzęt i materiały:**

- struna gitary (lub tzw. monochord z pracowni fizycznej),
- plastikowe rurki o różnej długości,
- probówki lub butelki z wodą,
- komputer z odpowiednim oprogramowaniem,
- interfejs pomiarowy,
- czujnik dźwięku.

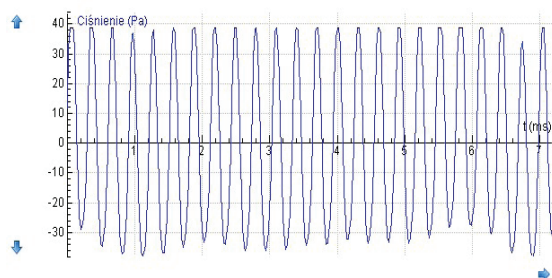
**Przebieg doświadczenia:**

- Zastanów się, w jaki sposób możesz zmieniać wysokość dźwięku wytwarzanego przez drgającą strunę lub słup powietrza. Zapisz swoją hipotezę.
- Przygotuj zestaw doświadczalny i zarejestruj dźwięki wytwarzane przez jedno ze źródeł. Zmieniaj wybrany parametr, aby otrzymać dźwięki o różnej wysokości. Zapisz otrzymane wyniki i przeprowadź analizę badanego sygnału – wyznacz częstotliwości podstawowe badanych dźwięków.
- Czy wyniki pomiarów potwierdzają twoją hipotezę?
- Powtórz doświadczenie i zbadaj dźwięki wytwarzane przez inne źródło.
- Czy wyniki twoich doświadczeń są zgodne z teorią? Wyszukaj odpowiednie informacje w różnych źródłach.
- Odpowiedz na pytanie kluczowe.

Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono na rysunkach 11 i 12.



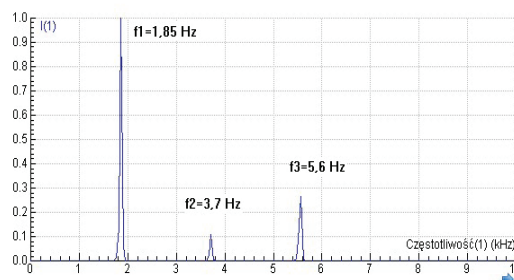
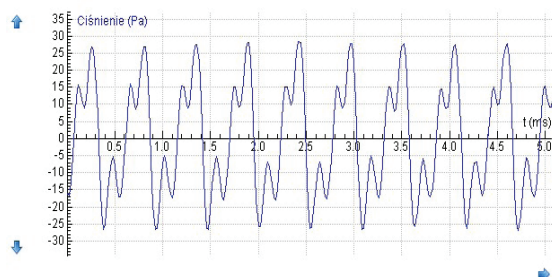
**Rysunek 11.** Sygnał akustyczny (po lewej) i widmo (po prawej) dźwięku wytworzonego przez piszczałkę o długości 7,5 cm.



**Rysunek 12.** Sygnał akustyczny (po lewej) i widmo (po prawej) dźwięku wytworzonego przez piszczałkę o długości 5 cm.

**Wniosek.** Skrócenie długości piszczałki (drgającego słupa powietrza) powoduje wzrost częstotliwości, a więc i wysokości dźwięku.

Zastosowanie komputerowej rejestracji dźwięku pozwala „zobaczyć” badane dźwięki, a także przetworzyć zarejestrowane dane, aby otrzymać rozkład natężenia składowych dźwięku w zależności od częstotliwości, tzw. widmo dźwięku. Dźwięki przedstawione na rysunkach 11 i 12 to dźwięki proste, o jednej częstotliwości. Najczęściej mamy do czynienia z dźwiękami o bogatej barwie, których widmo zawiera wiele częstotliwości składowych. Przykładem jest dźwięk na rysunku 13.



**Rysunek 13.** Sygnał akustyczny (po lewej) i widmo (po prawej) dźwięku, wytworzonego przez inną piszczałkę. Tym razem obserwowano trzy częstotliwości składowe.

Rejestracja sygnału podczas wypowiedzania samogłosek przez różne osoby pozwala obserwować różnice w barwie badanych dźwięków i wyznaczać ich widma.

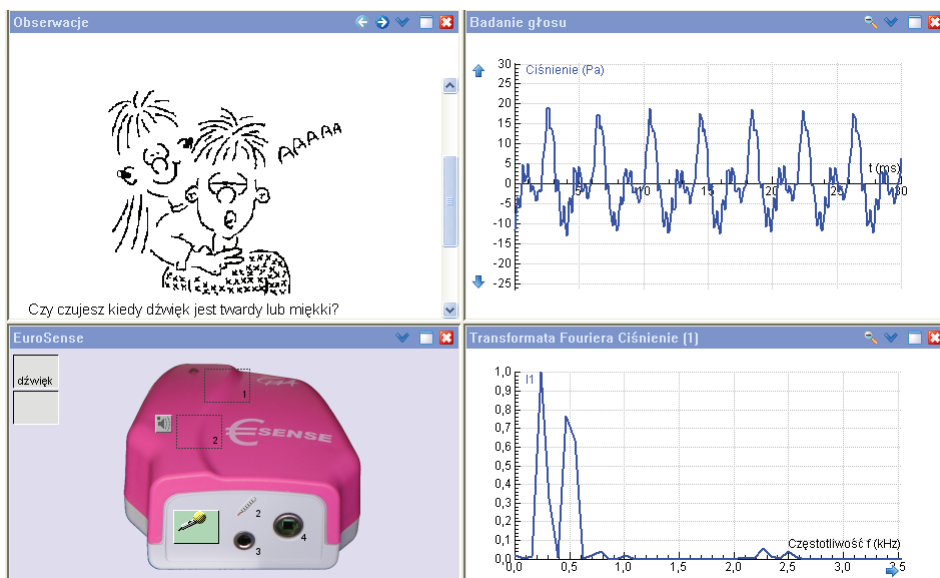
Więcej ćwiczeń dotyczących badania dźwięku można znaleźć w materiałach dydaktycznych opracowanych w ramach projektu *Establish*.



## 1.4.4 A teraz sprawdź!

A TERAZ  
SPRAWDŹ!

1. W jaki sposób stosowanie TIK może wspomagać wykonywanie doświadczeń przyrodniczych?
2. Jakie narzędzia TIK są, według ostatnich badań, najczęściej stosowane przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych?
3. Czy w świetle ostatnich badań stosowanie TIK na zajęciach przyrodniczych wpływa korzystnie na jakość nauczania?
4. Uczeń badał zależność wysokości dźwięku od wysokości słupa wody w butelce. Dźwięk był wyższy, gdy w butelce było:
  - A. mniej wody
  - B. więcej wody
5. Czy komputerowa analiza dźwięku pozwala na wyznaczenie częstotliwości składowych?
  - A. Tak
  - B. Nie



## 2.

## Innowacyjne działania nauczycielskie

Poniżej zamieszczamy prace nauczycieli, uczestników projektu, wyróżnione w konkursie „Uczę z pasją”.

### SPRAWOZDANIE ZE ZREALIZOWANYCH INNOWACYJNYCH DZIAŁAŃ EDUKACYJNYCH Z UCZNIAMI

<b>Autor/Autorzy:</b>	<b>Iwona Woźnicka-Pietrzak Roksana Mierzwińska</b>
<b>Placówka:</b>	<b>Zespół Szkół w Sochaczewie</b>
<b>Temat pracy:</b>	<b>Innowacja pedagogiczna w Gimnazjum nr 3 „Na ścieżkach eksperymentu, to przyroda bez tajemnic.”</b>
<b>Cel działań edukacyjnych:</b>	<p>Pracując zgodnie z obowiązującą podstawą programową i wybranym programem nauczania, na lekcjach wykonuje się tylko te doświadczenia, obserwacje, które związane są ściśle z tematem lekcji. Uczniowie bardzo często wyrażają opinię, że czują wielki niedosyt eksperymentów, doświadczeń, obserwacji. Analizując wyniki testu gimnazjalnego z bloku przedmiotów przyrodniczych, można stwierdzić że z wiedzą naszych gimnazjalistów nie jest rewelacyjnie. W szkole obserwujemy również spadek zainteresowania konkursami właśnie z tych przedmiotów. <b>Wprowadzenie innowacji to wzbogacenie i uatrakcyjnienie nauki w naszej szkole, a także zachęcenie młodzieży do zainteresowania się i zgłębiania wiedzy z zakresu przedmiotów ścisłych, do których zaliczana jest chemia czy biologia, zagadnień z przedmiotów przyrodniczych.</b></p> <p>Do wprowadzenia innowacji zmotywowała nas również możliwość wykorzystania sprzętu z programów unijnych, w których uczestniczy szkoła, np. „W poszukiwaniu praw przyrody”.</p>

<p><b>Opis działań:</b></p>	<p>Uczniowie uczestniczą aktywnie w zajęciach laboratoryjnych z biologii i chemii, na których samodzielnie wykonują doświadczenia, eksperymenty, hodowle, obserwacje mikroskopowe, a co za tym idzie rozwijają swoje pasje i zainteresowania z jednoczesnym kształtowaniem licznych umiejętności przedmiotowych. W czasie zajęć prowadzonych w ramach innowacji projektują i przygotowują samodzielnie doświadczenia, eksperymenty, prowadzą obserwacje i pomiary, zapisują dane, dokumentują prowadzone obserwacje i doświadczenia, dzielą się uzyskanymi wynikami z innymi, formułują pytania, testują hipotezy, opisują doświadczenia i formułują wnioski, wykorzystują różne pomoce naukowe (sprzęt i szkło laboratoryjne, odczynniki itp.), swobodnie posługują się podstawowym sprzętem laboratoryjnym i mikroskopowym, prowadzą obserwacje makroskopowe i mikroskopowe, formułują hipotezy i problemy badawcze wykonywanych doświadczeń, twórczo rozwiązują problemy, projektują i organizują pracę własną oraz w grupach lub zespołach, prezentują efekty pracy zespołowej, dostrzegają problemy i badają konkretne przypadki przez prowadzenie prostych rozumowań matematycznych.</p>
<p><b>Co świadczy o realizacji założonego celu?</b></p>	<p>Rok szkolny 2014/2015 to pierwszy rok realizacji założeń innowacji. Uczniowie, którzy biorą udział w projekcie, aktywnie uczestniczą w dodatkowych zajęciach: prowadzą doświadczenia i eksperymenty chemiczne, obserwacje mikro- i makroskopowe, analizują zebrane dane, formułują prawidłowe wnioski. Chętnie biorą udział w przygotowaniach do konkursów przyrodniczych, np. REAKCJA ŁANCUCHOWA, czy konkursów wiedzy. Powstał blog „klasa przyrodnicza”, gdzie prezentowane są wyniki działań uczniów.</p>
<p><b>Jakie doświadczenia wyniesione z APN wykorzystałaś/ wykorzystasteś?</b></p>	<p>W czasie realizacji zajęć w ramach naszej innowacji wykorzystywane są czujniki, interfejsy elektroniczne przyznane szkole w ramach projektu „W poszukiwaniu praw przyrody”, a także scenariusze zajęć z tego projektu. Na lekcjach wykorzystywana jest metoda IBSE. Każdy uczeń posiada własny zestaw do zajęć z chemii – minilab. O możliwościach minilabów dowiedziałam się na APN podczas wymiany doświadczeń pomiędzy uczestnikami. Zamieszczamy na blogu linki do różnego rodzaju materiałów źródłowych z programu APN, „W poszukiwaniu praw przyrody”. Wykorzystujemy technologie TIK zarówno w celu podsumowań eksperymentów, jak i tworzenia lekcji czy sprawdzianów.</p>
<p><b>Które z zastosowanych rozwiązań uważasz za innowacyjne?</b></p>	<p>Projektowanie i przygotowanie samodzielnie doświadczeń, eksperymentów przez uczniów, zastosowanie technologii informacyjnej oraz połączenie doświadczeń z wykorzystaniem technologii TIK.</p>
<p><b>Czemu służyły zastosowane technologie TIK?</b></p>	<p>Zbieranie informacji przy przygotowaniu doświadczeń, analiza danych uzyskanych w czasie badań, tworzenie tabel, graficzne opracowanie wyników (wykresy, diagramy, schematy, mapy myśli). Wykorzystanie Internetu jako źródła wiedzy, informacji oraz miejsca zaprezentowania danych, np. w postaci filmów z przeprowadzonych doświadczeń.</p>

<b>Autor/Autorzy:</b>	<b>Grażyna Kurek – nauczyciel przyrody</b>
<b>Placówka:</b>	<b>Szkoła Podstawowa z Oddziałami Integracyjnymi nr 343 w Warszawie</b>
<b>Temat pracy:</b>	<b>„Uczę z pasją. Aby uczniowi chciało się chcieć...”</b>
<b>Cel działań edukacyjnych:</b>	Stworzenie uczniom możliwości wszechstronnego i kreatywnego rozwoju oraz zachęcanie do twórczych poszukiwań w dobie edukacji XXI wieku.
<b>Opis działań:</b>	<p>Szkolenie przeprowadzone dla nauczycieli edukacji przyrodniczej w ramach projektu Akademia Profesjonalnego Nauczyciela poszerzyło moją wiedzę i umiejętności dydaktyczne. Prowadzone przez ekspertów zajęcia pozwoliły mi ocenić stosowane przeze mnie działania edukacyjne w pracy z uczniem, dokonać ich ewaluacji, a także autorefleksji nad dotychczasową pracą. Stały się także źródłem modyfikacji i udoskonalania niektórych moich rozwiązań w pracy dydaktycznej oraz źródłem wielu nowych pomysłów i inspiracji, które zrodziły się podczas tworzenia scenariuszy lekcji i zajęć pozalekcyjnych. Wiele prezentowanych na zajęciach szkoleniowych ciekawych działań edukacyjnych stosuję od lat w pracy z moimi uczniami. Są to m.in. lekcje prowadzone metodą odwróconą, metoda badawcza, dociekanie naukowe, różnorodne metody służące do utrwalania i rozwijania wiedzy opartej na systemie naukowym (mapy myśli, gałęzie logiczne, analiza SWOT itp.). Szkolenie dostarczyło mi również innowacyjnych pomysłów. Ponieważ od zakończenia szkolenia minęło niewiele czasu (a potrzeba go wiele na przemyślenie i opracowanie konkretnych czynności edukacyjnych), przedstawiam poniżej te, które zrealizowałam, te, które realizuję obecnie i te, które zaplanowałam do wdrożenia w najbliższym czasie. Oto one:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praca metodą BOYD – przynieś swoje urządzenie. Zaproponowałam uczniom przyniesienie na lekcję telefonów komórkowych lub tabletek, aby poszukiwali w Internecie czujników pomiarowych tematycznie związanych z lekcjami w omawianym dziale. Wybór, ściąganie i praca z czujnikami okazała się wspaniałą zabawą nie tylko dla moich uczniów, ale również dla mnie. Uczniowie dokonywali pomiarów, porównywali wyniki, wyciągali wnioski. Czwartoklasiści mierzyli m.in. tętno przed i po wysiłku, zawartość kalorii w spożywanych produktach, zawartość CO<sub>2</sub> w pokoju przed pójściem spać i zaraz po obudzeniu, a nawet przeprowadzili pomiar stresu tuż przed sprawdzianem i kilka godzin po nim. Szóstoklasiści mierzyli natężenie światła i natężenie dźwięku. Uczniowie przynosili także własne urządzenia pomiarowe (aparat do pomiaru ciśnienia krwi i stetoskop), a następnie, poinstruowani przez zaproszoną przeze mnie na lekcję pielęgniarkę szkolną, uczyli się wzajemnie mierzyć ciśnienie krwi, a także słuchali bicia serca swojego i kolegów.</li> </ul>

- Wprowadziłam w ramach zadań ligi przyrodniczej prace z rejestratorami dźwięku, wyposażając jednocześnie uczniów w wiedzę odnośnie do danych osobowych, dotyczącą prezentacji w sieci prowadzonych przez nich wywiadów. Tematykę wywiadów układałam tak, by były one materiałem do realizacji konkretnych jednostek lekcyjnych. Uczniowie przeprowadzili m.in. wywiady na temat: „Praca pracownika i życie zwierząt innych stref klimatycznych w polskich ogrodach zoologicznych”, „Wywiad ze stróżem prawa na temat sytuacji niebezpiecznych na wakacjach i sposobów ich unikania w różnych miejscach wypoczynku”, „Wywiad z pielęgniarką (lub lekarzem) na temat jej (jego) pracy i chorób dzieci”.
- Zarejestrowałam, prowadzony przeze mnie od kilku lat, szkolny Klub Młodych Eksperymentatorów w Klubie Młodych Odkrywców działającym przy Centrum Nauki Kopernik w Warszawie. Obecnie zebrałam przygotowane przeze mnie deklaracje, dotyczące zgody rodziców na zamieszczanie w sieci plików zdjęciowych, nagrań z lekcji i nagrań eksperymentów. W przypadku braku wyrażenia zgody na publikowanie materiałów zdjęciowych przez rodzica, „wycinam” twarz dziecka, korzystając, ze strony internetowej [www.ipiccy.com](http://www.ipiccy.com). Wkrótce zamieszcze pierwsze materiały.
- Pracuję nad utworzeniem bloga przyrodniczego, prezentującego działania z moimi uczniami i prace uczniów. Jestem w trakcie opracowywania materiałów i odbierania deklaracji rodziców dotyczących prezentacji prac ich dzieci w sieci.
- Poszerzyłam uczniom ofertę dydaktyczną, w której stosuję TIK. Wyszukuję materiały na platformie *LearningApps* i *Blendspace*, które wykorzystuję do scenariuszy lekcji. Utworzyłam w serwisie Cadoo i wykorzystałam na lekcji mapę myśli przedstawiającą podział kręgowców, a w planach mam tworzenie kolejnych.
- W najbliższym czasie wykorzystam skrypty szkoleniowe, otrzymane na kursie do obróbki przygotowywanych przeze mnie filmów, które zamierzam zamieścić na blogu i na naszej platformie w KMO. Film zamieszczony w prezentacji konkursowej jest moim pierwszym zrobionym w życiu filmem i zawiera kilka błędów. Jednak ze względu na ograniczony czas na przygotowanie pracy konkursowej nie zdążyłam wyeliminować tych niedociągnięć, które można usunąć, korzystając z programu *Movie Maker*. Przy realizacji niektórych tematów polecam uczniom przyniesienie telefonów komórkowych lub tabletów w celu wyboru i selekcji informacji pozyskanych z Internetu. Podczas wyboru przez nich materiałów (np. zdjęć) wyposażam ich w stosowną wiedzę zdobytą na szkoleniu, dotyczącą praw autorskich.
- Kończę opracowywać regulamin międzyszkolnego konkursu na ulotkę promującą oszczędzanie wody, którą uczniowie będą wykonywać w edytorze tekstu. Konkurs ten jest jednym z zaplanowanych przeze mnie działań, które przeprowadzam w ramach kampanii edukacyjnej „Studnia dla Południa” prowadzonej przez Polską Akcję Humanitarną.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pracując z uczniami nad projektem <i>Easter Cards Exchange 2015</i> w ramach programu <i>eTwinning</i>, wzbogaciłam ich wiedzę, (którą zdobyłam podczas prezentacji materiałów dydaktycznych przez prowadzącego szkolenie) we wskazówki dotyczące wykonania kart grających. Dwóch z nich poinformowało mnie, że podejmie się tego zadania. Jestem w trakcie czekania na wyniki, czy zrealizują postawiony sobie cel.</li> </ul>
<p><b>Co świadczy o realizacji założonego celu?</b></p>	<p>O realizacji założonego celu świadczą w moim odczuciu reakcje uczniów: ich komentarze, uśmiech, ciekawość i zdziwienie na twarzach podczas zajęć, opinie o konkretnych działaniach, prośby i oczekiwania dotyczące kolejnych lekcji, nieodparty głód nowych rozwiązań na zajęciach. Cieszy mnie, że uczniowie pytają, jaką niespodziankę szykuję na następną lekcję, a także przedstawiają swoje propozycje i pomysły. Napawa optymizmem, że wprowadzają wnioski z lekcji w życie. Ucieszyło mnie usłyszane stwierdzenie mojej uczennicy przechodzącej koło szkolnego automatu ze słodkościami: „Ja tego kupować nie będę, to jest niezdrowe”. Mam nadzieję, że nie była jedyna...</p> <p>O realizacji zamierzonego celu świadczą także pozytywne głosy nauczycieli wspomagających w klasach integracyjnych oraz głosy rodziców kierowane pod adresem moich lekcji i działań pozalekcyjnych.</p>
<p><b>Jakie doświadczenia wyniesione z APN wykorzystałaś/ wykorzystasteś?</b></p>	<p>Szczegółowo przedstawiłam te doświadczenia w punkcie „Opis działań”. Najcenniejsze dla mnie było: wykorzystanie w pracy z uczniem platform <i>LearningApps</i> i <i>Blendspace</i>, tworzenie i zamieszczanie materiałów w chmurze (serwis <i>Cacoo</i>), wykorzystanie telefonów i tabletów uczniowskich do ściągania aplikacji pomiarowych oraz w celu selekcji informacji, wiedza dotycząca ochrony danych osobowych podczas prezentacji prac uczniów i plików audiowizualnych przedstawiających działania na lekcji oraz wiedza na temat praw autorskich do materiałów zamieszczanych i pobieranych z sieci.</p>
<p><b>Które z zastosowanych rozwiązań uważasz za innowacyjne?</b></p>	<p>Za szczególnie innowacyjne spośród rozwiązań uważam ściąganie czujników pomiarowych przez uczniów, dokonywanie przy ich użyciu pomiarów różnych parametrów i wyciąganie wniosków. Za innowacyjne we współczesnej edukacji uważam również wykorzystywanie platform do tworzenia i udostępniania materiałów edukacyjnych.</p>
<p><b>Czemu służyły zastosowane technologie TIK?</b></p>	<p>Zastosowane teorie TIK dały uczniowi możliwość:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>aktywnego i twórczego uczenia się,</li> <li>rozbudzania ciekawości świata i zainteresowania nauką poprzez atrakcyjne działania,</li> <li>selekcji i przetwarzania informacji pozyskiwanych z Internetu,</li> <li>prezentacji osiągnięć, dzielenia się nimi i ich wymiany z innymi użytkownikami sieci,</li> <li>samodzielnego pogłębiania wiedzy, która daje sposobność zdobywania różnorodnych umiejętności,</li> <li>dobrej zabawy podczas lekcji (metoda BOYD).</li> </ul> <p>Mnie dały sposobność uatrakcyjniania moich scenariuszy lekcji i działań z uczniami oraz możliwość promocji szkoły i osiągnięć uczniów w środowisku zewnętrznym (przynależność do KMO, blog – w trakcie tworzenia).</p>

## BIBLIOGRAFIA NETOGRAFIA

### ROZDZIAŁ 1.1 i 1.2

1. **Appleton K.** *Elementary Science Teaching* [w:] Abell S., Lederman N. [red.] *Handbook of Research on Science Education 2007*, s. 493-537.
2. **Białycki I.**, Blumsztajn A., Cyngot D. *PISA – Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów*, Ośrodek Usług Poligraficznych ZNP, Warszawa 2003.
3. **Domanski J.** *Domowe zadania doświadczalne z fizyki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
4. **Dylak S.** *Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli*: <http://www.cen.uni.wroc.pl/teksty/konstrukcja.pdf>
5. **Gulińska H.** *Eksperyment w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, t. 19, Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych, Toruń 2006.
6. **Guide for developing Establish Teaching and Learning Units**, AMSTEL Institute, 2010.
7. **Hafner M.** *Ochrona środowiska. Księga ekotestów do pracy w szkole i w domu*, PKE, Kraków 1993.
8. **Hernik K.**, Malinowska K., Piwowarski R., Przewłocka J., Smak M., Wichrowski A. *Polscy nauczyciele i dyrektorzy na tle międzynarodowym. Główne wyniki badania TALIS 2013*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2014.
9. **Informacja** o wynikach egzaminów maturalnych z przedmiotów przyrodniczych, <http://www.cke.edu.pl/index.php/egzamin-maturalny-left/informacje-o-wynikach>
10. **Janiuk R.M.**, Dymara J., Samonek-Miciuk E. *Results from the ROSE project and science education in Poland. Paper presented at the XII IOSTE Symposium: Science and Technology Education in the service of Humankind*, Penang, Malaysia (2006, 30 July – 4 August).
11. **Linn M.C.**, Davis E.A., Bell P. *Internet Environments for Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, 2004.

12. **Llewellyn D.** *Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*, Corwin Press 2002.
13. **Materiały** na stronach Zakładu Dydaktyki Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, [http://www.zmnch.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52&Itemid=46](http://www.zmnch.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=46)
14. **Mojsa R.** *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych z perspektywy rozwiązań europejskich i krajowych*, MSCDN, Warszawa 2014.
15. **Nęcka E.**, Orzechowski J., Szymura B. *Psychologia poznawcza*, PWN, Warszawa 2006.
16. **Okoń W.** *Nauczanie problemowe we współczesnej szkole*, WSiP, Warszawa, 1987.
17. **Przykładowe** materiały praktyczne wspomagające pracę nauczyciela: [www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org)
18. **Raport** Nuffield Foundation „Science education in Europe: critical reflections”: [http://89.28.209.149/fileLibrary/pdf/Sci\\_Ed\\_in\\_Europe\\_Report\\_Final.pdf](http://89.28.209.149/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)
19. **Suerken K.** *Techniki aktywizujące myślenie – TOC*, MSCDN, Warszawa, 2009.
20. **Van Cleave J.** *Biologia dla każdego dziecka – 101 doświadczeń*, WSiP, Warszawa, 1993.



## ROZDZIAŁ 1.3

1. **Arends R.J.** *Uczymy się nauczać*, Warszawa 1994.
2. **Brudnik E.**, Moszyńska A., Owczarska B. *Ja i mój uczeń pracujemy aktywnie. Przewodnik po metodach aktywizujących*, Kielce 2000.
3. **Buzan T.** *Mapy Twoich myśli*, Ravi, Łódź 2004.
4. **Burewicz A.**, Gulińska H. [red.] *Dydaktyka Chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2002.
5. **Hofstein A.**, Lunetta V.N. *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*, Science Education nr 88/2004, s. 28-54.
6. **Janiuk R.M.** *Przebieg i uwarunkowania procesu uczenia się chemii*, Chemia w Szkole nr 2/1993, s. 78-89.
7. <http://mapymysliblog.pl/blog/>
8. <http://www.nlpnews.pl/wp-content/uploads/2010/08/kurs-tworzenia-map-mysli.pdf>
9. <http://www.mapy-mysli.com/galeria-map-mysli.html>
10. <http://kolebuk.blogspot.com/2013/01/jak-zrobic-mape-mysli.html>
11. <http://www.szybkanauka.mkbe.pl/mapy-mysli.html>
12. <http://www.eduyou.pl/mapy-mysli>
13. [www.profesor.pl/publikacja,2571,Artykuly,Wykorzystanie-wybranych-...Anna Kierzkowska](http://www.profesor.pl/publikacja,2571,Artykuly,Wykorzystanie-wybranych-...Anna-Kierzkowska)
14. [www.szkola.najlepsza.pl/download/publikacje/dorota/aktyw.doc](http://www.szkola.najlepsza.pl/download/publikacje/dorota/aktyw.doc)
15. [http://www.rceeplock.nazwa.pl/files/rcee/mater\\_szkol/5\\_nowatorskie\\_formy.pdf/](http://www.rceeplock.nazwa.pl/files/rcee/mater_szkol/5_nowatorskie_formy.pdf/) Ewa Pyłka-Gutowska/

1. **Chmurska M.** Kawecka E. *Nowoczesne technologie w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, w monografii „Dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji”*, Szkoła Problemów Dydaktyki Chemii w Będlewie, Poznań 2012.
2. **Dunin-Borkowski J.**, Chmurska M., Gregorczyk G., Grzybowska A., Kawecka E., Witecka M. *Czy technologia informacyjna jest dla nas, czyli rzecz o wartości dodanej*, Meritum nr 4(7)/2007, [http://meritum.mscdn.pl/meritum/moduly/egzempl/7/7\\_40\\_abc.pdf](http://meritum.mscdn.pl/meritum/moduly/egzempl/7/7_40_abc.pdf)
3. **Greczyło T.** *Nowe technologie informacyjno-komunikacyjne w edukacji przyrodniczej. Raport w ramach projektu Akademia Profesjonalnego Nauczyciela*, MSCDN-OEliZK, Warszawa 2015.
4. **Kawecka E.** *Doświadczenie przyrody. Mikrokomputerowo Wspomagane Laboratorium w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, Refleksje nr 2/2012, ZCDN Szczecin.
5. **Kawecka E.** *Mobilne laboratorium przyrodnicze*, Meritum nr 4(31)/2013.
6. **Kawecka E.** [oprac.] *Pomiary komputerowe na lekcjach przedmiotów przyrodniczych. Scenariusze zajęć*, OEliZK, Warszawa 2013; <http://ppp.oeiizk.waw.pl>
7. **Kawecka E.** *Scientix – społeczność na rzecz nauczania przedmiotów ścisłych w Europie*, Biuletyn PSNPP Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych nr 49(1)/2014.
8. **Rogers L.** [oprac.] *Materiały szkoleniowe dla trenerów i nauczycieli przedmiotów przyrodniczych z wykorzystaniem TIK*, projekt ICT for Innovative Science Teachers, [http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Resource\\_Guide\\_PL.pdf](http://ictforist.oeiizk.waw.pl/upload/Resource_Guide_PL.pdf)
9. **Rogers L.**, Twidle J. *Wyzwanie włączenia TIK w pracę innowacyjnych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych*, Meritum nr 4(31)/2013.
10. **Sosińska-Kalata B.**, Roszkowski M. *Kompetencje cyfrowe nauczycieli i nowoczesne technologie w nauczaniu przedmiotów ścisłych i przyrodniczych, Wyniki badań sondażowych*, Instytut Informacji Naukowej i Studiów Bibliologicznych, Uniwersytet Warszawski 2015.
11. <http://establish-fp7.eu/resources/units/sound>
12. <http://scientix.eu>

