



CENTRUM NAUKI  
KOPERNIK

# **Nowa Pracownia Przyrody**

Opracowanie rekomendacji  
wyposażenia szkolnej pracowni  
przyrody dla klas IV-VI szkoły  
podstawowej



CENTRUM NAUKI  
KOPERNIK

# Nowa Pracownia Przyrody

Opracowanie rekomendacji  
wyposażenia szkolnej pracowni  
przyrody dla klas IV-VI szkoły  
podstawowej

## **Centrum Nauki Kopernik jest instytucją kultury.**

Jego organizatorzy to:

**Miasto Stołeczne Warszawa,  
Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego,  
Minister Edukacji Narodowej**

### **Podstawy prawne**

Umowa z dnia 1.06.2005 r. o utworzeniu wspólnej instytucji kultury pn.  
Centrum Nauki Kopernik wraz z aneksami z dnia 21.06.2006 r. i 26.07.2010 r.  
Statut instytucji kultury pn. Centrum Nauki Kopernik z dnia 1.06.2005 r.  
wraz ze zmianami z dnia 21.06.2006 r. i 26.07.2010 r.  
Ustawa z dnia 25.10.1991 r. o organizowaniu i prowadzeniu działalności kulturalnej.

### **Koordinator merytoryczny publikacji:**

Monika Jędrzejewska (CNK)

### **Redakcja:**

Piotr Kossobudzki

### **Korekta:**

Michał Całka

### **Projekt graficzny i skład:**

Joanna Franczykowska (CNK)

### **Autorzy zdjęć:**

Filip Klimaszewski s. 17, 21  
Waldemar Kompała s. 13, 15, 16, 19, 23, 63, 64, 67  
Robert Kowalewski s. 26, 34, 55, 56, 60, 66, 68  
Adam Kozak s. 34  
Franciszek Mazur s. 33, 59, 62  
Marian Zubrzycki s. 18, 24, 25, 31, 32, 33, 38, 58



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach projektu systemowego „Opracowanie i pilotaż aktywnych metod pracy nauczyciela z uczniem opartych na metodzie badawczej”

### **Centrum Nauki Kopernik**

ul. Wybrzeże Kościuszkowskie 20  
00-390 Warszawa  
[www.kopernik.org.pl](http://www.kopernik.org.pl)

ISBN: 978-83-63610-95-1

Nakład: 1000 szt.

# Spis treści



6      **Wstęp**

8      **Twórcy rekomendacji**

## **Przewrót Kopernikański**

13     **Bez doświadczenia nie zrozumiesz przyrody**

**Łukasz Turski**  
**Robert Firmhofer**

16     **Metoda naukowa – coś to takiego?**

**Magdalena Fikus**

22     **Czy na przyrodzie coś ginie?**

**Ilona Iłowiecka-Tańska**

## **Doświadczenia to za mało**

31     **Nowa Pracownia Przyrody – założenia i realizacja projektu**

**Anna Dziama**

36     **Cele edukacji przyrodniczej**

**Zespół Ekspertów**

38     **Doświadczenia to za mało – potrzebne są eksperymenty**

**Stanisław Dylak**

41     **Eksperymenty w pracowni przyrody – jak to zrobić?**

**Małgorzata Karwowska**  
**Joanna Alicja Stocka**

## **Rekomendacje**

67     **Rekomendacje dotyczące wyposażenia i infrastruktury pracowni, głównych kierunków szkoleń nauczycieli oraz organizacji pracy szkoły**

**Monika Jędrzejewska**

82     **Lista wyposażenia**

**Monika Jędrzejewska**

## **Eksperymentuj**

119    **Propozycje działań uczniów i nauczycieli w pracowni przyrody**

**Zespół Ekspertów**

# Wstęp

**Oddając czytelnikom do rąk publikację „Nowa pracownia przyrody” prezentujemy efekt trzyletniej pracy: badań, konsultacji z nauczycielami, naukowcami i edukatorami oraz analiz, które doprowadziły do stworzenia propozycji działań służących rozwojowi edukacji przyrodniczej w klasach IV-VI szkół podstawowych.**

**P**ublikacja prezentuje rozwiązania zgodne z ideą konstruktywizmu, według którego wiedza jest tworzona indywidualnie, a człowiek nie rejestruje informacji, lecz buduje z nich własne struktury wiedzy. Koncepcje te są także zgodne z pedagogiką Johna Deweya, który podkreślał, że doświadczenie jest źródłem zdobywania i weryfikowania wiedzy. W publikacji opisane są wynikające z tych idei założenia projektu i poszczególne elementy, które złożyły się na cały proces jego realizacji. Efektem projektu są rekomendacje, które skupiają się na kilku aspektach:

- stosowaniu metody badawczej oraz samodzielnym wykonywaniu doświadczeń i eksperymentów przez uczniów,
- wyposażeniu i infrastrukturze pracowni,
- organizacji pracy szkoły,
- głównych kierunkach szkoleń nauczycieli.

## **CZĘŚĆ I. Przewrót Kopernikański**

Pierwsza część publikacji zawiera artykuły dotyczące znaczenia doświadczeń i eksperymentów w pozyskiwaniu wiedzy, umiejętności jej weryfikacji, stawiania pytań i krytycznego myślenia koniecznego nie tylko w nauce, ale także w życiu codziennym.

W tej części opisujemy czym jest metoda naukowa i jakie są jej najważniejsze elementy. Wykazujemy, dlaczego tak cenne jest stosowanie w szkolnej edukacji przyrodniczej wszystkich elementów metody, przechodzenie z uczniami pełnego procesu badawczego. Ważnym punktem tej części

publikacji są wnioski z badań, które zostały przeprowadzone w wybranych szkołach. Wyniki tych badań wskazują kierunki niezbędnych zmian, które należy wprowadzić w uczeniu przyrody na etapie szkoły podstawowej.

## **CZĘŚĆ II. Doświadczenia to za mało**

W drugiej części przedstawiamy założenia projektu i opis etapów jego realizacji. Prezentujemy proces powstawania rekomendacji i rolę, jaką odgrywali w nim zaproszeni do współpracy naukowcy, metodycy i nauczyciele. Kolejnym elementem jest omówienie przyjętych przez nas celów edukacji przyrodniczej ze szczególnym uwzględnieniem kluczowych umiejętności, jakie są celem kształcenia. Istotne miejsce w tym dziale zajmuje artykuł autorstwa prof. Stanisława Dylaka, który wskazuje na różnice między eksperymentem i doświadczeniem, mimo potocznego używania tych słów jako synonimów. Znajduje się tu także część praktyczna: przykładowe scenariusze lekcji, przygotowane przez ekspertów (i jednocześnie praktyków nauczania), które nauczyciele mogą wykorzystać jako pomoc w planowaniu lekcji, z zastosowaniem elementów zalecanej metody, aktywizującej uczniów. Scenariusze pokazują, jak w czasie lekcji przyrody realizować elementy metody, począwszy od stawiania pytań badawczych, skończywszy na wnioskowaniu na podstawie eksperymentów przeprowadzonych przez uczniów.



### **CZĘŚĆ III. Rekomendacje**

W części trzeciej przedstawiamy opozycje prowadzące do zmiany funkcjonowania szkolnej pracowni przyrody: w zakresie jej wyposażenia, ale przede wszystkim metod pracy z uczniem, aby samodzielne eksperymentowanie mogło stać się podstawą edukacji przyrodniczej.

Lista proponowanego wyposażenia umożliwia zmianę sposobu uczenia, realizację celów ogólnych i treści kształcenia podstawy programowej. Rekomendowany sprzęt został przetestowany w laboratoriach Centrum Nauki Kopernik oraz poddany ewaluacji podczas pilotażowego wdrożenia w szkołach. Wskazujemy także obszary rozwoju kompetencji nauczycieli i zmiany organizacyjne w szkole, które ułatwią stosowanie metody naukowej.

### **CZĘŚĆ IV. Eksperymentuj**

Część czwarta zawiera propozycje działań dla uczniów i nauczycieli w pracowni przyrody: od krótkich doświadczeń klasowych, poprzez długoterminowe badania i obserwacje zarówno w klasie, jak i w terenie. Na ten zbiór składają się zróżnicowane merytorycznie działania o różnym stopniu złożoności, skonstruowane tak, aby nauczyciel mógł je samodzielnie modyfikować. Każde działanie zawiera krótki opis tematu, instrukcję dla ucznia i inspirujące pytania. Zostały one uporządkowane zgodnie z celami i treściami kształcenia podstawy programowej dla II etapu edukacyjnego. Autorami działań są eksperci: naukowcy, nauczyciele, edukatorzy i metodycy.

# Twórcy rekomendacji

## Rada Naukowa projektu

### **Prof. dr hab. Łukasz Turski**

przewodniczący Rady Programowej CNK. Profesor fizyki teoretycznej. Pracuje w Centrum Fizyki Teoretycznej PAN. Wybitny popularyzator nauki, pomysłodawca Pikniku Naukowego i Centrum Nauki Kopernik. Uhonorowany Medalem Europejskiego Towarzystwa Fizycznego za upowszechnianie fizyki.

### **Prof. dr hab. Ewa Bartnik**

profesor nauk biologicznych, wykładowca akademicki Instytutu Genetyki i Biotechnologii UW, pracownik Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN, ekspert w zakresie podstawy programowej nauczania przyrody na etapie wczesnoszkolnym i szkolnym, popularyzatorka nauki.

### **Prof. dr hab. Stanisław Dylak**

profesor pedagogiki, kierownik Zakładu Pedagogiki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Ekspert w zakresie dydaktyki ogólnej, pedagogiki medialnej, technologii kształcenia. Autor i współautor wielu ważnych pozycji literatury pedagogicznej.

### **Mirostów Sielatycki**

z-ca Dyrektora Biura Edukacji w Urzędzie m. st. Warszawy, nauczyciel, edukator, koordynator wielu programów edukacyjnych. Autor publikacji edukacyjnych dotyczących m.in. zarządzania w oświacie, edukacji europejskiej, międzykulturowej. W latach 2010-2012 podsekretarz stanu w Ministerstwie Edukacji Narodowej.

## Eksperci projektu i autorzy działań

**Prof. dr hab. Magdalena Fikus**, biofizyczka, popularyzatorka nauki, współtwórczyni Festiwalu Nauki w Warszawie, członkini Rady Programowej Centrum Nauki Kopernik.

### **Hanna Będkowska**

leśnik, autorka projektów edukacyjnych.

### **Dr Janusz Fiett**

dr nauk medycznych w zakresie biologii medycznej, nauczyciel biologii i autor programów edukacyjnych

### **Anna Guć**

nauczycielka przyrody, metodyk.

### **Lidia Grad**

geograf, nauczycielka przyrody.

### **Dr Anna Hajdusianek**

dr fizyki, wykładowca Instytutu Fizyki Politechniki Wrocławskiej, założycielka Akademii Młodych Odkrywców.

### **Monika Katarzyna Karłowicz**

chemik, nauczycielka chemii, konsultantka Redakcji Matematyki, Fizyki i Chemii PWN.

### **Dr Małgorzata Karwowska**

dr chemii, trenerka Klubu Młodego Odkrywcy..

### **Piotr Kossobudzki**

biolog, dziennikarz naukowy, popularyzator nauki.

### **Łukasz Mędrzycki**

geograf, popularyzator nauki.

### **Iwona Maria Skalińska**

geograf, nauczycielka geografii i przyrody.

### **Dr Joanna Stocka**

doktor psychologii, biolog, doradca metodyczny, autorka publikacji z zakresu metodyki nauczania biologii i przyrody.

### **Blandyna Zajdler**

geograf, nauczycielka geografii, doradca metodyczny, autorka podręczników szkolnych.

## Konsultanci

### **Martyna Begiedza**

pracownik Departamentu Ochrony Powietrza w Ministerstwie Środowiska, edukator i animator w laboratorium fizycznym i chemicznym CNK.

### **Roman Osmyk**

starszy metrolog w Laboratorium Czasu i Częstotliwości Zakładu Elektrycznego Głównego Urzędu Miar. Specjalista w zakresie fizyki doświadczalnej.

### **Łukasz Zieliński**

doktorant Politechniki Warszawskiej, specjalista w Zintegrowanym Środowiskowym Laboratorium Systemów Mechatronicznych Pojazdów i Maszyn Roboczych. Szkoleniowiec z zakresu sterowania silników spalinowych, badacz silników.

## Badacze

### **Aleksandra Puskiewicz**

psycholog, pedagog, współautor programów nauczania.

### **Kinga Pojęta**

socjolog, badacz społeczny i marketingowy.

### **Jacek Burski**

asystent naukowy w Katedrze Socjologii Kultury na Uniwersytecie Łódzkim, socjolog sportu i socjolog biografii.

### **Partycja Miśko**

pedagog, doktorantka i nauczyciel akademicki na Wydziale Studiów Edukacyjnych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

### **Dr Agnieszka Uniewska**

doktor nauk humanistycznych, adiunkt na Wydziale Nauk Pedagogicznych UMK w Toruniu.

### **Dr Urszula Tabor**

pedagog, andragog, adiunkt w Katedrze Pedagogiki w Górnośląskiej Wyższej Szkole Handlowej w Katowicach.

### **Patrycja Kruczkowska**

doktorantka Katedry Socjologii Kultury Instytutu Socjologii Uniwersytetu Łódzkiego.

### **Aleksandra Dołgań**

badaczka społeczna i ekspertka w obszarze dydaktyki, trener, doradca, coach.

### **Dr Anna Mańkowska**

adiunkt w Zakładzie Pedagogiki Porównawczej Wydziału Studiów Edukacyjnych, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

## Zespół Centrum Nauki Kopernik

specjaliści różnych dziedzin, pracownicy wielu działów, animatorzy i trenerzy, nauczyciele i edukatorzy.

### **Anna Dziama**

kierownik Działu Edukacji

### **Monika Jędrzejewska**

opiekun merytoryczny, zastępca kierownika Działu Edukacji

### **Katarzyna Ruszczyńska-Bartnik,**

### **Magdalena Kozłowska, Beata Jurkiewicz**

liderzy zadania, Dział Edukacji

### **Adam Zahler**

Dział Edukacji

### **Dr Ilona Iłowiecka –Tańska**

kierownik Działu Ewaluacji i Analiz

### **Tomasz Piątek**

Dział Ewaluacji i Analiz

### **Stanisław Łoboziak**

Dział Operacyjny, laboratorium biologiczne

### **Jacek Błoniarsz-Łuczak**

Dział Operacyjny, laboratorium fizyczne

### **Bogdan Janus**

Dział Operacyjny, laboratorium fizyczne

### **Angelika Gumkowska**

Dział Operacyjny, laboratorium chemiczne

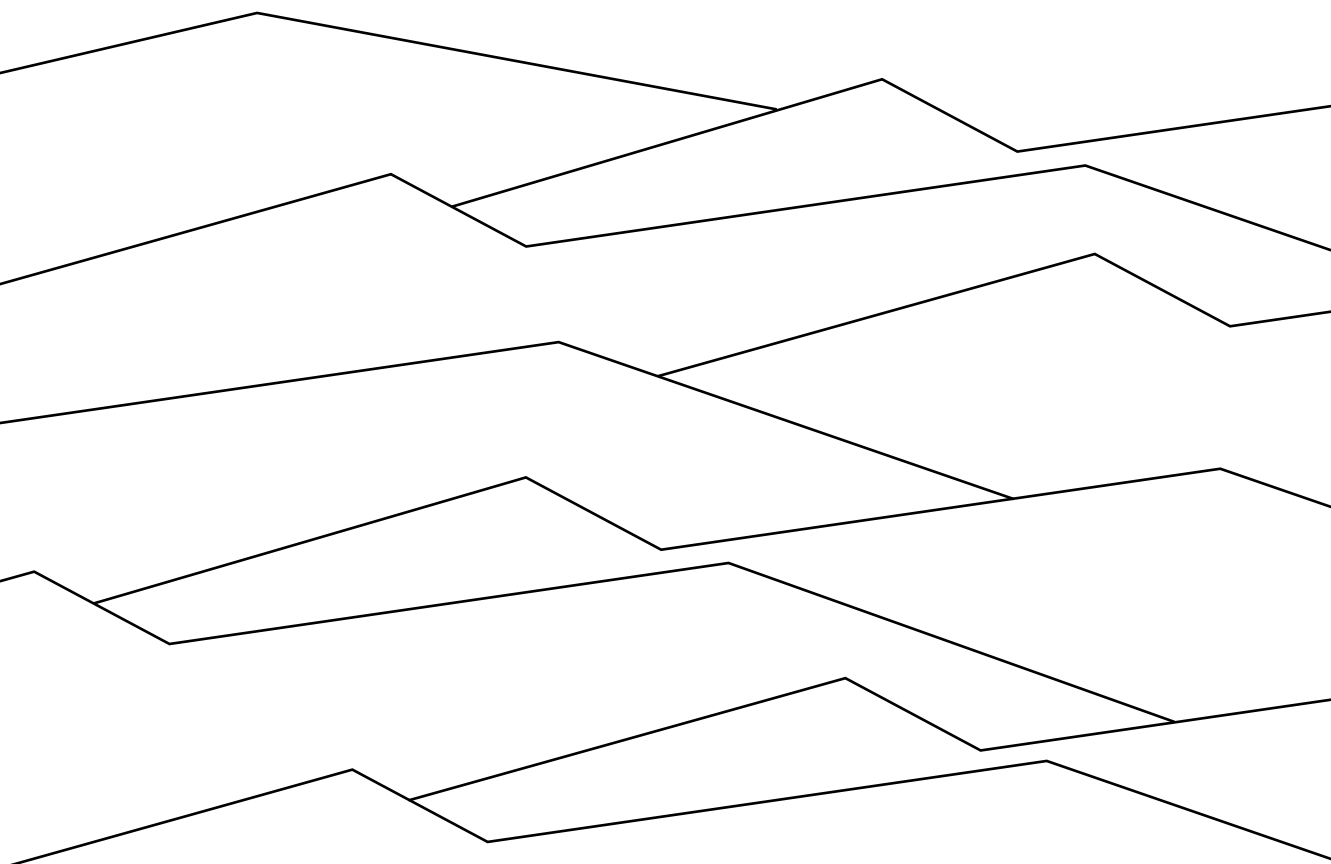
### **Karolina Kopka**

Dział Operacyjny, laboratorium chemiczne

## Nauczyciele

testujący proponowane rozwiązania dydaktyczne: doświadczenia i wyposażenie w pilotażowych szkołach podstawowych.





# **Przewrót Kopernikański**

# Bez doświadczenia nie zrozumiesz przyrody

**W** latach 30. ubiegłego stulecia staraniem Fundacji Sułkowskich w eksperymentalnym gimnazjum i liceum w Rydzynie Arkadiusz Piekara stworzył szkolną pracownię fizyki. Nie tylko wykształcił przy jej pomocy wielu znakomitych absolwentów, ale przygotował również habilitację i wraz ze swoim bratem i uczniem tegoż liceum – Brunonem – dokonał jednego z ważnych dla XX-wiecznej optyki odkryć.

W połowie lat 50. profesor Piekara opublikował niewielką książeczkę pt. „O maszyniście Felusiu, który był mędrce”. Tym razem pracownia fizyki przeniosła się do parowozu kolejki wąskotorowej, a uczeń maszynisty Oleś wyprawił się na przedwojenne warszawskie targowisko Kercełak, żeby tam kupować potrzebne do doświadczeń materiały i przyrządy. Jeden z nas (Ł. A. Turski) nigdy nie zapomni podróży wakacyjnym pociągiem nad morze, gdzie zrozumiał zasady dynamiki Newtona wielokrotnie powtarzając jedno z doświadczeń Felusia w korytarzu wagonu pomiędzy nogami pasażerów.

W sześćdziesiąt lat po maszyniście Felusiu niemal nic w naszym życiu codziennym nie przypomina już techniki ubiegłego stulecia. Często żyjemy w przekonaniu, że współczesna cywilizacja przeniosła się do świata wirtualnego, a Wikipedia, Facebook i YouTube stanowią jedyne źródło wiedzy. Zapominamy jednak, że aby ten wirtualny świat istniał, gdzieś muszą stać prawdziwe serwery zrobione z tranzystorów, kondensatorów i kabli. Że chmura informatyczna to tak naprawdę miliardy obwodów scalonych, kart pamięci i dysków. Że bez pracy turbin elektrycznych naciśnięcie przycisku „ON” nie ożywi naszych mobilnych urządzeń.

„Miasta stały się bogate w informacje, ale ubogie w doświadczenia” – zauważył prof. Frank Oppenheimer, twórca centrum nauki Exploratorium w San Francisco. W naszym warszawskim eksploratorium, czyli Cen-

trum Nauki Kopernik, możemy codziennie obserwować tysiące odwiedzających, którzy bez względu na wiek, płeć i wykształcenie natychmiast po przekroczeniu progu budynku zamieniają się w odkrywców. Próbuje zbadać zjawisko, dobierając odpowiednie parametry i manipulując nimi tak długo, aż dostrzegą prawidłowości. Zamiast szukać gotowych podpowiedzi w opisach czy Internecie zachowują się jak naukowcy – zadają przyrodzie pytania i uparcie poszukują odpowiedzi. Przy pomocy doświadczenia, a nie Internetu.

Przez ostatnich pięć lat Centrum Nauki Kopernik prowadzi największy eksperyment edukacji nieformalnej w Polsce. Poprzez wystawy, laboratoria, warsztaty i ogólnopolskie programy wzięło w nim udział blisko pięć milionów osób. Pozwala nam to z całym przekonaniem potwierdzić, że poznawanie i uczenie się przez uczniów przyrody powinno opierać się na samodzielnie prowadzonych obserwacjach, doświadczeniach i badaniach. Przekonałiśmy się też, że niezbędne do tego wyposażenie nie musi być wcale drogie. Najważniejsze są kompetencje nauczyciela, zaangażowanie uczniów, umiejętnie dobrane pomoce i chęć wyjścia poza szkolne mury, do pobliskiego parku czy lasu.



Badanie przyrody przez doświadczenie pozwala dostrzegać rządzące nią prawa, a nie tylko zapamiętywać gotowe formuły. Uczy szacunku dla przyrody i potęgi ludzkiego intelektu. Daje uniwersalną umiejętność krytycznego myślenia opartego na poszukiwaniu doświadczalnych podstaw i stosowaniu logicznego wnioskowania. Ułatwia wreszcie rozumienie nauki i techniki, co jest kluczem do obywatelstwa we współczesnej cywilizacji.


Przedstawiamy Państwu publikację „Nowa Pracownia Przyrody”, odpowiadającą na opisane wyżej potrzeby. Zawiera ona koncepcję pedagogiczną nowej pracowni przyrody dla klas 4–6 szkół podstawowych, projekty doświadczeń wraz ze wskazówkami technicznymi i dydaktycznymi, propozycje wyposażenia pracowni z uzasadnieniem oraz syntetyczną ocenę pilotażowych badań naszego projektu.

Rekomendacja stanowi wynik prac zespołu powstałego w Centrum Nauki Kopernik i składającego się z pracowników Kopernika, współpracujących z nami nauczycieli szkolnych i ekspertów edukacji nieformalnych oraz przedstawicieli środowiska akademickiego. Zespół ten podjął się zrealizowania zadania, które ma na celu zwiększenie roli aktywnego uczenia się przyrody przez doświadczenia i badanie. Przygotowany zestaw doświadczeń pozostaje w zgodzie z podstawą programową nauczania przyrody w szkole podstawowej. Cechą pro-

ponowanego wyposażenia szkolnej pracowni przyrody jest nasycenie jej prostym sprzętem umożliwiającym wykonywanie doświadczenia każdemu uczniowi lub parze uczniów. Zaprojektowaliśmy również doświadczenia grupowe w przekonaniu, że pomogą one w rozwinięciu umiejętności pracy zespołowej, której deficyt jest jedną z bolączek systemu kształcenia w Polsce.

Szkola w XXI wieku musi zaadaptować się do zmian otaczającego świata w sposób rozumny, celowy i twórczy. Sposób uczenia stawiający na aktywną rolę uczniów w doświadczalnym poznawaniu rzeczywistości przyrodniczej może pomóc w rozwoju kompetencji wymaganych przez współczesną cywilizację. Możliwość pozyskania znaczących środków europejskich w latach 2016–2022 czyni tę perspektywę realną jak nigdy wcześniej. Mamy nadzieję, że przedstawiona propozycja przyczyni się do zmiany polskiej szkoły na lepsze.

**Prof. dr hab. Łukasz A. Turski,**  
przewodniczący Rady Programowej  
Centrum Nauki Kopernik  
**Robert Firmhofer,** dyrektor Centrum  
Nauki Kopernik



Szkoła z XXI wieku musi  
zaadaptować się do zmian  
otaczającego świata w sposób  
rozumny, celowy i twórczy.



## Metoda naukowa – cóż to takiego?

**C**oraz częściej jesteśmy świadkami zjadanych sporów o procesy i zjawiska opisywane przez naukę. Ich natężenie, zakres i poziom zaczyna (niestety) przypominać spory toczony w mediach przez polityków. A wystarczyłoby przepuścić różne kontrowersje przez filtr metody naukowej, aby uspokoić wzburzone emocje. Pytanie o metodę naukową w spokojniejszym kontekście pada również przy analizie dowolnych badań na uczelni, w szkole, w grupach dyskusyjnych. Wtedy gdy chcemy ocenić wiarygodności pomiarów czy uzyskanych danych. Wiarygodność

jest słowem kluczowym, ponieważ tylko wiarygodne dane warto omawiać, spierać się o nie czy wyciągać z nich wnioski. Stosowanie zasad metody naukowej daje nam także poczucie, że zbliżamy się do prawdy o omawianym zjawisku – a przecież to właśnie poszukiwanie prawdy jest piękną i ważną motywacją wielu ludzkich działań.

Czym więc jest ta metoda naukowa? Ogólnie przyjęto, że jest to **sposób badawczego dotarcia i sformułowania prawdziwego opisu zjawiska**. Brytyjski genetyk i biolog John B.S. Haldane zapytany, jakie hipotetyczne dowody mogłyby obalić teorię ewolucji odpowiedział: „kopalne szczątki królików z okresu prekambriu”. Skoro prekambriu rozpoczął się wtedy, gdy powstawała pierwsza skorupa ziemska, a zakończył przed 545 milionami lat, to przodkowie królików, którzy pojawili się około 100 milionów lat temu, zgodnie z teorią ewolucji do prekambriu zawędrować nie mogli. Gdyby jednak odkryto ich prekambryjskie szczątki, to zgodnie z metodą naukową, teoria ewolucji (albo skamieniałości prakrólików) wymagałaby natychmiastowej wnikliwej analizy.

Ocenia się dziś, że ok. 40 proc. odkryć ma miejsce przypadkowo. Jeżeli tak, to prowadząc jakiegokolwiek badania, należy uważnie rozpatrzyć przypadki, które wzbudziły nasze zainteresowanie. Nie można zaniedbywać sytuacji pozornie sprzecznych z początkowo przyjętą interpretacją zjawiska. O tej okoliczności myślał zapewne William Bateson (brytyjski genetyk, który jako pierwszy użył określenia „genetyka” w stosunku do badań nad dziedziczeniem), gdy ponad sto lat temu powiedział: „Szanujcie wasze wyjątki! [...] Wyjątki są jak chropowate fundamenty wznoszonego budynku”.

Nie ma jednej ustalonej recepty na posługiwanie się metodą naukową – podaję tu jedynie podstawowe zasady. Ich realizacja wymaga inteligencji, kreatywności i wielkiej wyobraźni. W badaniach przyrodniczych możemy wyjść od różnych



przesłanek. Dobrze jest zaczynać od **pytań** wynikających z krytycznej analizy dostępnych danych źródłowych (w tym statystycznych), albo też z **obserwacji i analizy** wyników przeprowadzonych doświadczeń. W przypadku obserwacji im jest ich więcej i im bardziej są różnorodne, tym lepiej. Peter Agre, odbierając Nagrodę Nobla za odkrycie budowy i funkcji akwaporyny, białka umożliwiającego transport wody przez błony komórkowe, powiedział: „Nie ma mało ważnych pytań. Pytania, które wydają się nam mało ważne, to ważne pytania, których jeszcze nie rozumiemy”.



## Nie ma jednej ustalonej recepty na postępowanie się metodą naukową (...). Ich realizacja wymaga inteligencji, kreatywności i wielkiej wyobraźni.

Weźmy jako przykład zmianę stanu skupienia wody z cieczy na ciało stałe lub gaz. Obserwujemy lód, szron, szadź, mgłą, śnieg, ale też zimowe obrazki na szybie, kształty drobinek śniegowych, gałęzie pokryte przezroczystą wodą, która nagle zamarzła, pęknięcia w glebie po nagłym obniżeniu temperatury. Przyglądamy się topnieniu i krzepnięciu wody, jej parowaniu podczas gotowania w czajniku, skraplaniu na zimnym oknie, temperaturze wrzenia zmieniającej się wraz z wysokością nad poziomem morza. Obserwując to wszystko, widzimy, że zmiana stanu skupienia to złożony proces zależny od wielu parametrów. Ale jakich? I czy te zasady są uniwersalne dla wszystkich substancji? To tylko dwa przykłady pytań stanowiących zaczyn, inspirację do dalszych dociekań.

Nim przystąpimy do poszukiwania odpowiedzi, należy sprawdzić, czy danego zjawiska ktoś już nie zbadał. To stosunkowo łatwe we współczesnym świecie, bo mamy szeroki dostęp do danych źródłowych. Cudze badania mogą nas skierować na nowe tory, możemy też uznać, że warto je zweryfikować. Oprócz danych trzeba również poznać metodologię naszych poprzedników. Najsmutniejsza jest okoliczność, gdy się dowiemy, że już ktoś przed nami takie badania przeprowadził z sukcesem.

Jak poddać ocenie ilościowej obserwowane zjawisko? Możemy ważyć, mierzyć liniowo, objętościowo, oceniać właściwości, takie jak np. przewodnictwo, przepuszczalność światła, skręcalność optyczną, stałą dielektryczną, lepkość. To ważny etap, od którego w dużej mierze zależy powodzenie dalszych badań.



Każde doświadczenie, które uzupełni nasze wstępne obserwacje, trzeba zacząć od możliwie najdokładniejszej charakterystyki materiału badawczego. Tak właśnie postąpiła jedna z uczestniczek polskiego Konkursu Młodych Badaczy 2015, uczennica LO w Słupsku. Zainteresowała się właściwościami miodu z nawłoci (inwazyjna roślina, porastająca coraz większe obszary w Polsce). Zdecydowała, że przed dalszymi badaniami sprawdzić, czy to, co w sklepie jest oznaczone nalepką „miód z nawłoci” jest w rzeczywistości tym miodem. Udała się do Trójmiasta, gdzie namówiła pracowników jednej z uczelni do poddania trzech preparatów z trzech różnych sklepów procedurze identyfikacji kwiatów, które zostały odwiedzone przez pszczoły. Eureka! Tylko jeden stoiczek zawierał miód z nawłoci i dalsze badania można było podjąć tylko w przypadku tego materiału.

**Podczas prowadzenia badań zgodnie z metodą naukową należy pamiętać, by w kolejnych wariantach danego doświadczenia zmieniać tylko po jednym parametrze, pozostałe zachowywać niezmiennie.**

Do każdego pomiaru należy ustanowić odpowiednią liczbę i rodzaj warunków kontrolnych, dzięki którym poznajemy tło przebiegu zjawiska, które badamy. Klasycznym przykładem jest poszukiwanie nowych leków. Odpowiednio dużym grupom pacjentów podajemy: a) placebo, b) znany lek na tę chorobę, c) naszą badaną substancję. Ani lekarz ani pacjent nie wiedzą, w której grupie jest dany uczestnik badania. Jest to tzw. podwójna ślepa próba.

**Wszystkie pomiary powtarzamy wielokrotnie.** Ile razy? To zależy od wielu czynników: dostępności materiału, pracochłonności pomiaru, dostępności przyrządów pomiarowych. Często od naszego uporu w dochodzeniu do wiarygodnych danych. W każdym razie pomiarów musi być tyle, żeby te dane można było poddać obróbce



## Metoda naukowa rozwija się na zasadzie twórczej ewolucji. Michał Heller



statystycznej, z określonym dopuszczalnym błędem. Istnieją bardziej i mniej wyszukane metody statystyczne, przydatne do różnych sytuacji doświadczalnych, dla różnej liczby pomiarów, zawsze jednak określające przedział prawdopodobieństwa uzyskanych danych. Dopiero obróbka statystyczna danych czyni z nich wyniki. Wielki Grzegorz Mendel, zanim zawiadomił świat o istocie zjawisk genetycznych, ocenił częstotliwość pojawienia się każdej z kilku różnych cech groszku, powtarzając pomiary po kilka tysięcy razy! Z pewnością pomagała mu w tym cierpliwość wycwiczona za klasztornymi murami...

Wychodząc ze zgromadzonych wyników, możemy pokusić się o sformułowanie hipotezy. Hipotezie towarzyszy często propozycja modelu. Dobrze, jeżeli uda się sformułować model matematyczny, który może być w dalszym ciągu postępowania testowany. Hipoteza powinna następnie być weryfikowana w kolejnych doświadczeniach i obserwacjach. **Można zgromadzić wiele wyników takich obserwacji i doświadczeń potwierdzających naszą hipotezę, ale nie świadczy to jeszcze o jej prawdziwości.** Wystarczy jeden fakt przeczący hipotezie, aby trzeba było ją zmodyfikować lub odrzucić. Mówił o tym w marcu 2015 profesor Michał Heller, gdy otrzymał doktorat honoris causa na Uniwersytecie Śląskim: „Metoda naukowa rozwija się na zasadzie twórczej ewolucji. Kolejny sukces generuje kolejne ulepszenia, a błędne drogi są niemitosiernie eliminowane przez konflikty z kontrolowanym eksperymentem. Analiza szczegółów nie powinna prowadzić przedwcześnie do syntezy”.

Warto jest także zastanowić się i sprawdzić, czy z naszej hipotezy wynikają jakieś przewidywania co do badanego zjawiska. Z własnego doświadczenia wiem, że taka pozytywna weryfikacja jest wielką badawczą nagrodą. Dobrze jest także przeprowadzić postępowanie zakładające, że hipoteza NIE jest prawdziwa. To tzw. falsyfikacja, czyli



## **Wielki urok i znaczenie nauki polega na tym, że każda hipoteza i każda teoria prowadzą do kolejnych pytań**

sprawdzenie prawdziwości danej hipotezy przez podjęcia działań będących próbą jej obalenia. To dość unikalna sytuacja, kiedy obalenie własnego sposobu myślenia może stanowić satysfakcję i przyjemność.


Oczywiście, taka weryfikacja hipotezy musi być prowadzona zgodnie z istniejącą wiedzą. Może też pozwolić na dalsze tej wiedzy rozszerzanie i uściślanie. Inna sytuacja pojawiłaby się przy odkryciach będących podstawą przewrotów naukowych (rewolucja kopernikańska, fizyka kwantowa). Jednak choć życzę każdemu badaczowi takich osiągnięć, to warto pamiętać, że zdarzają się one rzadko. Dużo częściej mamy do czynienia np. z przedwczesnym ogłaszaniem odkrycia cząstek poruszających się szybciej od światła czy też zimnej fuzji. W większości takich rewelacji dość łatwo było wykazać błąd metodyczny.

Jeśli hipoteza broni się przed wszystkimi próbami falsyfikacji, a kolejne eksperymenty ją potwierdzają, to jesteśmy coraz bliżsi sformułowania teorii. Czasem konieczność zdefiniowania pojęć prowadzi do pojawienia się nowych teorii. Znany jest przykład wypowiedzi Einsteina, który tworząc pierwszą pracę z teorii względności, zacytował Newtona piszącego: „Nie definiuję czasu, przestrzeni, miejsca i ruchu, bo każdy wie, czym są”.

Cechą związaną z każdą twórczością ludzką, jest chęć (a wręcz konieczność) podzielenia się z innymi własnym osiągnięciem badawczym czy artystycznym. W tym zakresie w nauce obowiązuje wymóg opisanie dokonanych odkryć i upowszechnienia ich wraz z danymi udokumentowanymi, tak aby zawsze mogły być potwierdzone przez autora odkrycia lub jego odbiorców. Najlepiej, jeżeli taki opis najpierw zetknie się z recenzją pochodzącą od znawców przedmiotu. Im jest łatwiej niż autorowi dostrzec luki w przeprowadzonym rozumowaniu. Recenzenci mogą także podjąć doświadczenia kontrolujące lub uzupełniające daną hipotezę.

Po recenzji można już publikować swoje odkrycie – chwilowo doszliśmy do szczęśliwego końca. Jednak wielki urok i znaczenie nauki polega na tym, że każda hipoteza i każda teoria prowadzą do kolejnych pytań wymagających rozstrzygnięcia. Na szczęście wtedy znowu można postąpić... metodą naukową.

**Prof. dr hab. Magdalena Fikus,**  
biofizyczka, popularyzatorka nauki,  
współtwórczyni Festiwalu Nauki  
w Warszawie. Członkini Rady  
Programowej Centrum Nauki Kopernik.



Miasta stały się bogate  
w informacje, ale ubogie  
w doświadczenia.  
Frank Oppenheimer

# Czy na przyrodzie coś ginie?

## Wnioski z badań zrealizowanych przez Centrum Nauki Kopernik.

**M**iędzy październikiem 2014 roku a marcem 2015 roku zespół Działu Ewaluacji i Analiz Centrum Nauki Kopernik przeprowadził badanie dotyczące praktyki nauczania przyrody w szkołach podstawowych. Obserwacja ponad pół tysiąca zajęć, wywiady z nauczycielami, analiza istniejących raportów (tworzonych także przez inne instytucje), umożliwiły stworzenie obrazu lekcji przyrody w polskich szkołach oraz zrozumienie postaw pracujących w nich nauczycieli. Wyniki badań zamieszczono w raporcie „Doświadczenie (nie) oswojone. Stosowanie metody badawczej na lekcjach przyrody”.

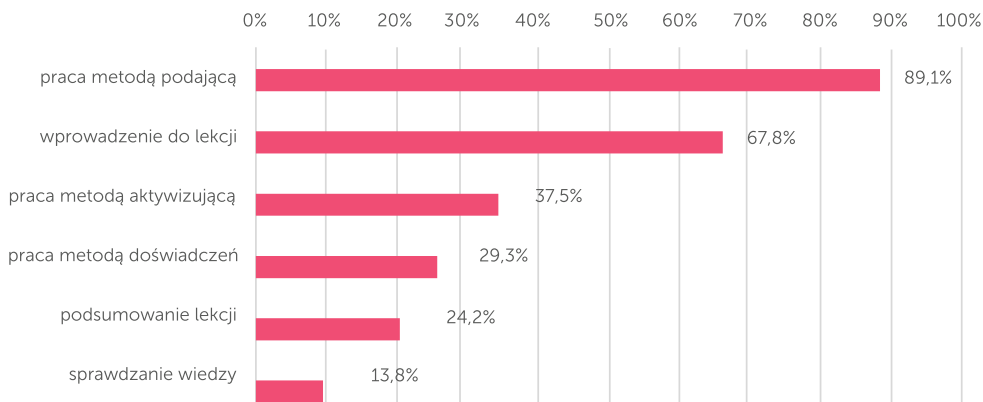
Zawarte w nim obserwacje i wnioski mają kluczowe, a zarazem praktyczne znaczenie dla zmiany kultury uczenia, którą wspiera Centrum Nauki Kopernik. Po pierwsze pozwalają na określenie relacji między szkolną infrastrukturą i wyposażeniem pracowni przyrody a stosowanymi metodami nauczania. Po drugie służą identyfikacji metod, które dominują w nauczaniu przyrody. Po trzecie wreszcie – wyniki badań posłużyły także do sformułowania rekomendacji w zakresie wspierania modernizacji sposobu nauczania przyrody w szkole podstawowej.

## Co zatem wynika z badań?

**1. Istnieje zasadnicza niespójność między deklarowanym przez nauczycieli poparciem dla stosowania metody badawczej podczas lekcji<sup>1</sup> a obserwowaną praktyką codziennej pracy w szkole, w której jest ona rzadko obecna. Wskazuje to na konieczność systemowego wsparcia nauczycieli w tym obszarze.**

Blisko 90 proc. badanych nauczycieli potwierdza, że podstawa programowa wymaga od nich nauczania metodą badawczą. Jednak w rzeczywistości stwierdza się dominację metod polegających na jednokierunkowym przekazywaniu wiedzy od nauczyciela do ucznia (tzw. metody podające). Oznacza to więc raczej bezradność wobec uświadomionego postulatów niż brak wiedzy o samej metodzie.

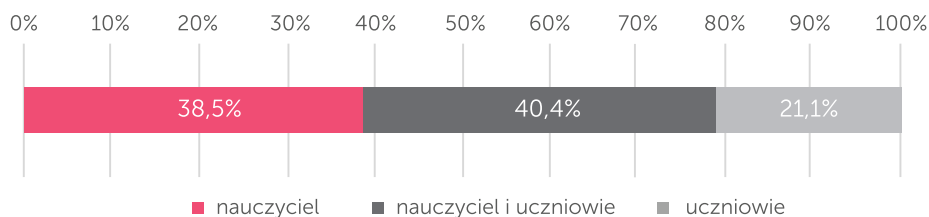
## Powszechność działań na lekcji przyrody [odsetek lekcji, na których dane działanie wystąpiło; N=376]



<sup>1</sup>Wg danych z badań ilościowych prawie 97 proc. nauczycieli zgadza się, że dzięki stosowaniu metody badawczej uczniowie uzyskują lepsze wyniki! Por. Grajkowski, Wojciech. 2014. „Diagnoza potrzeb nauczycieli przyrody w szkole podstawowej w zakresie wsparcia w prowadzeniu lekcji metodą badawczą”. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych. Strona internetowa: <http://eduentuzjasci.pl/publikacje/diagnoza-potrzeb-nauczycieli-przyrody>.



## Metody pracy a aktywność nauczyciela i uczniów [odsetek doświadczeń przyporządkowanych do danej kategorii aktywności; N=218]



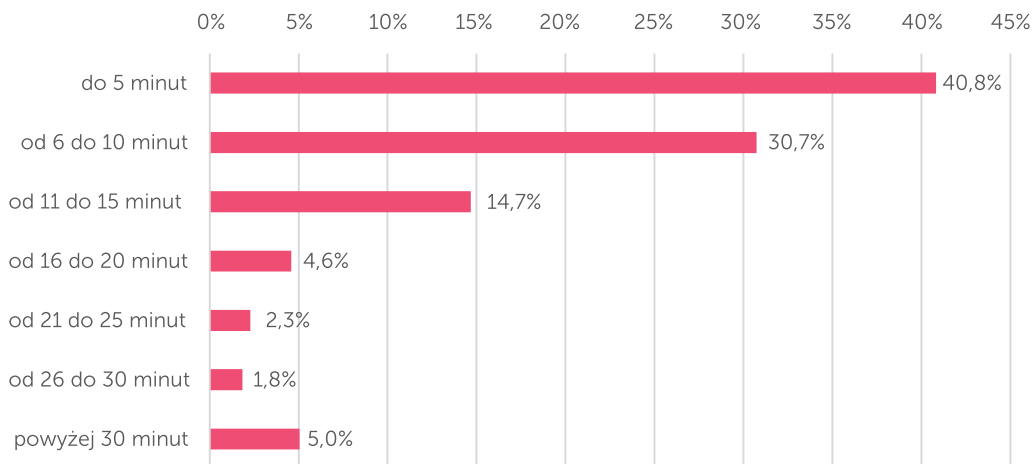
## 2. Koncentracja na metodach podawczych (czyli np. pracy z książką) wynika z praktyki, w której samoocena nauczycieli jest pochodną skuteczności przekazywania wiedzy książkowej weryfikowanej egzaminami, a nie oceną rozwoju umiejętności uczenia się, samodzielności i kreatywności uczniów.

Doświadczenia i eksperymenty realizowane podczas lekcji przyrody są traktowane w związku z tym przez nauczycieli przede wszystkim jako techniki angażowania i wzmacniania aktywności uczniów. Po nich następuje dopiero właściwy proces nauczania rozumiany jako wykład lub praca z podręcznikiem. Choć więc na poziomie deklaracyjnym nauczyciele przyswoili założenia konstruktywistycznych teorii pedagogicznych, w praktyce uważają doświadczenia i eksperymenty za sposoby uatrakcyjniania zajęć, a nie za metody nauczania. Wyniki badań jakościowych, przedstawione w pełnej wersji raportu pokazują, że przeszkodami w zakorzenieniu tych metod w szkolnej praktyce są dwa czynniki:

- uznanie za cel nauczania przekazanie wiedzy rozumianej jako skończony zestaw rozwiązań;
- obawa przed utratą kontroli na lekcji, którą najczęściej uzasadnia się troską o bezpieczeństwo i dyscyplinę uczniów.



**Czas trwania doświadczeń [odsetek wszystkich doświadczeń; N=218]**



**3. Realizowane w szkole doświadczenia są traktowane jako sposób kreowania pozytywnych emocji wobec przedmiotu i zaangażowania uczniów, a nie metody rozwoju ich istotnych kompetencji.**

Siedem na dziesięć obserwowanych podczas lekcji doświadczeń trwa poniżej dziesięciu minut. Jednocześnie tylko jedna czwarta z nich realizuje pełen cykl metody badawczej, w którym doświadczenie poprzedzone jest stawianiem hipotez, a na końcu formułowane są wnioski. Sprawdzenie funkcji metody badawczej do roli atrakcji sprawia, że zrozumiata staje się redukcja czasu jej trwania i poziomu złożoności. Pokazanie edukacyjnej wartości i celów procesu, jakim jest metoda badawcza w nauczaniu przyrody, to jedno z największych wyzwań w planowanym wsparciu zmian w szkolnej edukacji.

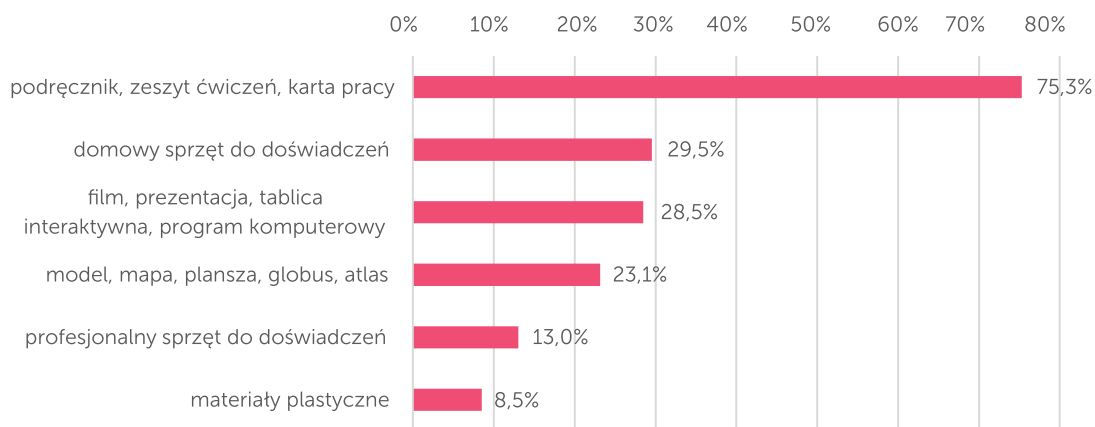


#### 4. Potrzeba bezpieczeństwa i kontroli wśród nauczycieli to kluczowe czynniki ograniczające stosowanie aktywnych metod nauczania, w tym – metody badawczej.

Zagrożenie bezpieczeństwa uczniów jest najczęściej wymienianym czynnikiem<sup>2</sup> na liście obaw związanych ze stosowaniem metody badawczej. O ile więc nauczyciele stosunkowo chętnie korzystają z pokazów, które pozostają pod ich pełną kontrolą, to czują niechęć przed oddaniem inicjatywy uczniom podczas eksperymentów, co wiąże się z ryzykiem nieprzewidywalności. Dotyczy to zarówno fizycznego porządku w klasie (uczniowie chodzą, rozmawiają, wykonują różne czynności), jak i merytorycznych rezultatów pracy. Oznacza to, że kluczową rolę w zmianie sposobu nauczania może odegrać przygotowanie szkoły do stworzenia bezpiecznych warunków do nowych form pracy, np. przez inną aranżację przestrzeni klasy. Równie istotne jest wyposażenie nauczycieli w umiejętności, które pozwolą w inny niż dotąd sposób zarządzać porządkiem w klasie.

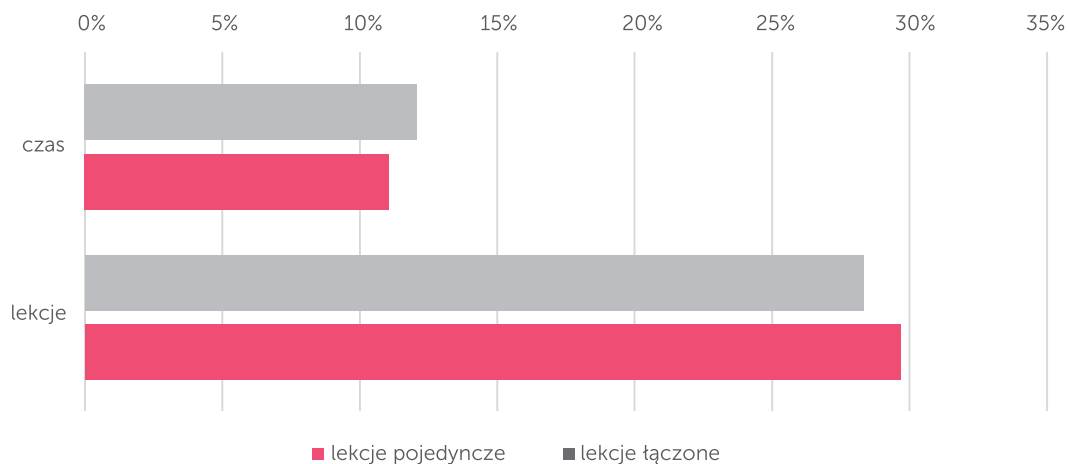


#### Wykorzystanie pomocy dydaktycznych na lekcji przyrody [odsetek lekcji, na których skorzystano z pomocy dydaktycznej z danej kategorii; N=376]



<sup>2</sup> ibidem.

**Czas poświęcony na realizację doświadczeń a typ organizacji lekcji [odsetek łącznego czasu obserwacji; N=376]; (po prawej) Częstość realizacji doświadczeń a typ organizacji lekcji [odsetek lekcji, na których dane działanie wystąpiło; N=376]**



### 5. Poziom szkolnej infrastruktury i ograniczony czas zajęć to ważne, ale drugorzędne bariery w stosowaniu metod aktywnych.

Niewystarczające wyposażenie pracowni oraz brak czasu na realizację doświadczeń przedstawiane są przez nauczycieli jako kluczowe przeszkody w stosowaniu metody badawczej. Obserwacje w klasach pokazują jednak, że najbardziej istotną rolę odgrywają czynniki o charakterze wewnętrznym. Chodzi przede wszystkim o wymienione już zrozumienie celów nauczania. Jak bowiem widać na poniższym wykresie, niezależnie od czasu trwania lekcji (pojedyncza, łączona) odsetek czasu poświęconego na realizację doświadczeń i częstość ich stosowania pozostają niemal takie same.

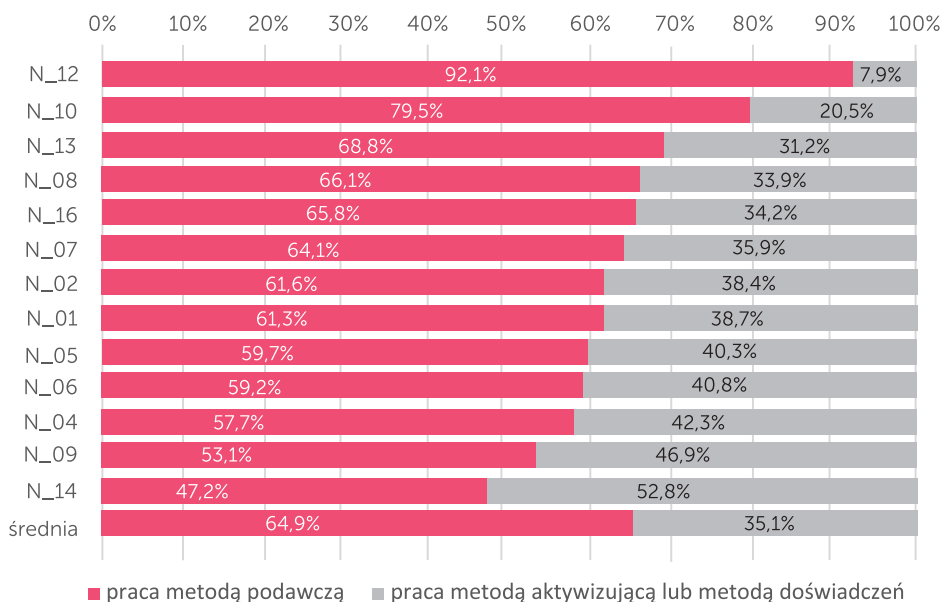




**6. Brak znanych i uwewnętrzniczonych standardów dotyczących wykorzystania metody badawczej w szkole sprawia, że jej stosowanie pozostaje indywidualnym wyborem nauczycieli. W konsekwencji w jednej szkole nauczyciele mogą pracować znacząco odmiennymi metodami.**

Według danych z obserwacji sposoby pracy są pochodną indywidualnych decyzji nauczycieli. Widać to w zestawieniu danych: nauczyciele z tej samej szkoły stosują metody aktywizujące z odmiennym natężeniem.

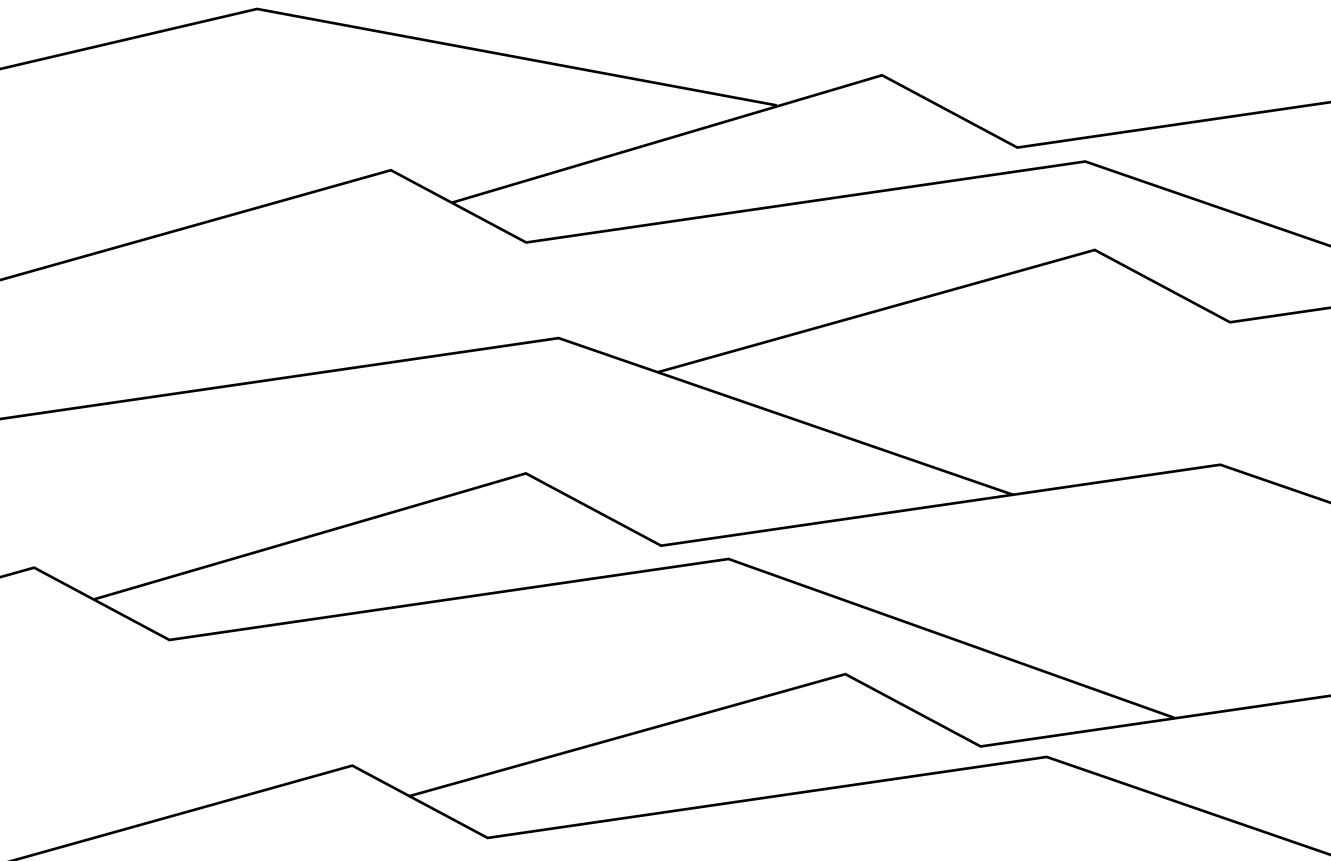
**Metody pracy wykorzystywane przez poszczególnych nauczycieli [odsetek czasu poświęcanego na pracę daną metodą w stosunku do całości czasu obserwacji; N=376]**



Więcej informacji o badaniu oraz pełny raport z jego realizacji można uzyskać w Dziale Ewaluacji i Analiz Centrum Nauki Kopernik.

**Dr Ilona Iłowiecka-Tańska**, kierownik Działu Ewaluacji i Analiz, Centrum Nauki Kopernik





**Doświadczenia  
to za mało**

# Nowa Pracownia Przyrody – założenia i realizacja projektu

Jak zmienić sposób nauczania przyrody, żeby uczniowie rozwijali umiejętności konieczne do życia w świecie wiedzy i technologii XXI wieku? W jaki sposób nauczyciele powinni planować cykl trzyletniej nauki przedmiotu, który w sposób interdyscyplinarny łączy różne dziedziny wiedzy? Jak w ten długofalowy proces wpisać i przeprowadzać lekcje, podczas których uczniowie będą poznawali zjawiska i prawa przyrody poprzez doświadczenia i eksperymenty zgodne z metodą badawczą? Jak interpretować cele podstawy programowej? Jaki potencjał do pracy metodą badawczą zawierają treści szczegółowe przedmiotu przyroda? Jak wyposażić szkolną pracownię przyrody, aby obserwacje i pomiary stały się codzienną praktyką w klasie i podczas zajęć terenowych? Jaka część edukacji szkolnej musi odbywać się poza murami samej szkoły? To tylko niektóre z wielu pytań, które stawialiśmy, myśląc o uczeniu przyrody w szkołach podstawowych.

**W** 2013 roku Centrum Nauki Kopernik przystąpiło do realizacji projektu systemowego „Opracowanie i pilotaż aktywnych metod pracy nauczyciela z uczniem opartych na metodzie badawczej”. Projekt był współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Nazwaliśmy go Przewrotem Kopernikańskim, ponieważ wierzyliśmy, że podjęte w nim działania przyczynią się do przetomowych i konstruktywnych zmian uczenia i uczenia się w polskiej szkole. Chcemy w centralnym punkcie procesu edukacyjnego postawić ucznia. Docenić i wykorzystać jego zainteresowanie światem. Stawiać przed nim prawdziwe wyzwania, które pozwolą mu odkrywać i rozwijać indywidualne talenty, a zarazem osiągać kompetencje do uczenia się nie tylko na kolejnych etapach kształcenia, ale przez całe życie. Kluczowym zadaniem projektu było opracowanie rekomendacji wyposażenia szkolnej pracowni przyrody dla uczniów klas 4–6 szkół podstawowych. Nazwa może sugerować, że chodzi jedynie o opis technicznej infrastruktury sali, czy listę pomocy dydaktycznych. Dzięki wieloletnim doświadczeniom zdobytym w Centrum Nauki Kopernik, a także współpracy z nauczycielami wiemy, że takie podejście byłoby niewystarczające. **Tytułowe wyposażenie szkolnej pracowni przyrody musi być konsekwencją wybranego sposobu uczenia, który angażuje każdego ucznia w działanie.**

Konieczne było więc przygotowanie kompleksowej propozycji nowych rozwiązań edukacyjnych spójnej z taką metodą uczenia.

## Realizacja projektu

Podczas projektu przeprowadzono diagnozę środowiska uczenia przyrody w szkołach podstawowych, która objęła m.in. organizację procesu uczenia, kwalifikacje i kompetencje nauczycieli uczących przyrody, najczęściej wybierane przez nauczycieli metody pracy uczniów, dostępne w szko-





tach pomoce dydaktyczne, sposoby realizacji celów i treści obowiązującej podstawy programowej. Diagnoza została przygotowana na podstawie dwóch badań. Pierwszym było przeprowadzone w 2013 roku przez Instytut Badań Edukacyjnych badanie nauczycieli przedmiotów przyrodniczych zrealizowane w formie ankiety wśród nauczycieli. Drugim – badanie wykonane przez Centrum Nauki Kopernik na przełomie 2014 i 2015 roku w wybranych szkołach uczestniczących w projekcie. Przeprowadzono je w formie obserwacji ponad pół tysiąca lekcji przyrody.

Zespół specjalistów różnych dziedzin nauki, reprezentujących różnorodne środowiska edukacji formalnej i nieformalnej w tym: pracownicy CNK, eksperci i konsultanci oraz członkowie rady naukowej projektu, opracował kompleksową propozycję rozwiązań dydaktycznych korzystnych dla rozwoju edukacji przyrodniczej. Zebrano je w niniejszej publikacji:

- opis metody pracy uczniów na lekcjach przyrody,
- przykładowe działania (spójne z celami przyjętej metodologii oraz celami podstawy programowej, a także nawiązujące do treści szczegółowych przedmiotu przyroda dla klas 4–6),
- wzorcowe scenariusze zajęć.

Sprzęt, narzędzia oraz dostępne na polskim rynku materiały niezbędne do realizacji proponowanych nauczycielom doświadczeń i eksperymentów uczniowskich zostały przetestowane w specjalistycznych laboratoriach Centrum Nauki Kopernik. **Spis wyposażenia zawarty w niniejszej rekomendacji stanowi przemyślany wybór najbardziej trwałych i funkcjonalnych urządzeń oraz uniwersalnych i przystępnych cenowo materiałów.** W niektórych przypadkach wskazano wariantowe propozycje sprawdzonego sprzętu.

Kluczowym etapem realizacji projektu było zderzenie teorii z praktyką. W wybranych szkołach podstawowych, znajdujących się w miastach i na wsi na terenie różnych województw, przeprowadziliśmy pilotaż proponowanych rozwiązań: metody nauczania, proponowanych działań i przekazanego wyposażenia. Podczas kilkumiesięcznej pracy wspólnie z nauczycielami zweryfikowaliśmy możliwości samodzielnego wykonania przez uczniów doświadczeń wypracowanych przez zespół ekspertów oraz przydatność i potencjał proponowanego wyposażenia.

Elementem pilotażu były również ewaluacja i wyjątkowy projekt badawczy: obserwacji poddano ponad pół tysiąca lekcji przyrody. Naszym celem była analiza sposobu pracy z uczniem, stosowanych metod i wykorzystywanych pomocy naukowych. Szukaliśmy odpowiedzi na pytania:

- Jaką rolę odgrywa szkolna infrastruktura w codziennej pracy nauczycieli i jaki wpływ ma wyposażenie sal lekcyjnych na stosowane metody nauczania?



- Jakie metody dominują w nauczaniu przyrody i jaki jest ich wpływ na postawy uczniów formowane w procesie nauczania?
- Jak wspierać modernizację sposobu nauczania przyrody w szkole podstawowej, żeby uczniowie zdobywali na lekcjach wiedzę i umiejętności kluczowe dla ich rozwoju?

Obserwacja setek lekcji i wywiady z nauczycielami umożliwiły odtworzenie codzienności lekcji przyrody w polskich szkołach, zrozumienie postaw pracujących w nich nauczycieli oraz problemów, na jakie napotykają. Stało się to fundamentem prezentowanej diagnozy i pozwoliło sformułować wnioski. Aby metoda badawcza mogła zająć należne jej miejsce – jako pełnoprawnego sposobu zdobywania wiedzy – w rekomendacji proponujemy zmiany, które powinny dokonać się w większości polskich szkół.

Zadaniem nauczyciela jest przede wszystkim stworzenie w szkole takich warunków do nauki, w których każdy uczeń jest aktywny. Wykonywanie doświadczeń w pracowni przyrody rozwija samodzielność myślenia uczniów, ćwiczy umiejętność wyszukiwania informacji, formułowania pytań, analizy danych i wyciągania wniosków. Stosując metodę badawczą, nie skupiamy się więc wyłącznie na wiedzy, ale budujemy u uczniów kompetencje rozumiane jako połączenie wiedzy, umiejętności i postaw odpowiednich do sytuacji.

Niezwykle istotne w tym kontekście jest zwiększenie zrozumienia celów i korzyści wynikających ze zmian zachodzących w edukacji przyrodniczej przez dyrektorów szkół, nauczycieli innych przedmiotów, a także rodziców. Od ich wsparcia i jakości współpracy uzależniona jest organizacja procesu uczenia w szkole.



**Budowanie twórczego, otwartego na zmiany środowiska, wspierającego dzieci i młodzież w procesie zdobywania wiedzy, wymagało podjęcia działań w obszarach innych niż sama Pracownia Przyrody:**

- **Kopernik w terenie** – trenerzy Centrum Nauki Kopernik przeprowadzili 37 warsztatów dla prawie 750 nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, ścisłych i technicznych. Celem warsztatów było zwiększenie wiedzy nauczycieli o metodzie badawczej oraz rozwinięcie kompetencji jej praktycznego wykorzystania na lekcjach różnych przedmiotów. Realizacja warsztatów w różnych miastach

w całej Polsce pozwoliła rozpoznać potrzeby doskonalenia zawodowego w tej dziedzinie. Dzięki współpracy z mediami warsztaty były też okazją do upowszechnienia nowych metod uczenia w środowisku samorządów lokalnych i rodziców.

- **Nauczyciel odkrywca** – pracownicy i animatorzy przeprowadzili 90 warsztatów dla ponad 850 nauczycieli w 4 laboratoriach Centrum Nauki Kopernik. Celem warsztatów było zwiększenie zainteresowania nauczycieli tematyką współczesnych badań naukowych i wsparcie ich w pozyskiwaniu wiedzy merytorycznej z różnych dziedzin. Nowocześnie wy-



posażone laboratoria: biologiczne, chemiczne, fizyczne i pracownia robotyczna stały się dla nauczycieli przestrzenią do samodzielnego przeprowadzania eksperymentów z wykorzystaniem najnowocześniejszego sprzętu oraz okazją do dyskusji w gronie innych nauczycieli i naukowców.

- **Pokazać – Przekazać** – w 2013 i 2014 roku Centrum Nauki Kopernik zorganizowało 2 konferencje dla ponad 500 uczestników i gości. Były to spotkania nauczycieli, dyrektorów szkół, doradców metodycznych, pracowników oświaty, przedstawicieli instytucji edukacji formalnej i nieformalnej, organizacji pozarządowych działających na rzecz rozwoju edukacji, naukowców – popularyzatorów nauki i dydaktyków. Program obu konferencji obejmował wymianę wiedzy i doświadczeń oraz dyskusję o kierunkach zmian w edukacji, nie tylko w Polsce. Głównym celem konferencji było zbudowanie środowiska dialogu i współpracy liderów zmian oraz upowszechnianie rezultatów projektu.
- **Kopernik w pudełku** – w latach 2013–15 zostały opracowane i przetestowane 3 różne, autorskie zestawy edukacyjne: „Walizka profesora Czochralskiego”, „Woda” i „Światło”. Celem tego działania było pilotażowe wdrożenie w kilkuset szkołach nowatorskich w formie i treści rozwiązań dydaktycznych. Pudełka Kopernika ułatwiają uczniom samodzielne eksperymentowanie w klasie, zawierają pomysły działań oraz sprzęt i materiały konieczne do ich przeprowadzenia. Wszyscy nauczyciele, którzy otrzymali zestawy, byli uczestnikami całodziennych warsztatów.

Zakończenie projektu w czerwcu 2015 roku stanowi zarazem początek pracy nad wdrożeniem niniejszej rekomendacji. **Zgodnie z priorytetami Ministerstwa Edukacji Narodowej dla rozwoju edukacji w Polsce i założeniami Regionalnych Programów Operacyjnych poszczególnych województw w perspektywie lat 2014–2020, fundusze unijne zostaną przeznaczone zarówno na doposażenie szkolnych pracowni przyrodniczych, jak i doskonalenie kompetencji zawodowych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych.** Celem Centrum Nauki Kopernik obecnie i w przyszłości będzie więc realizacja nowych działań na rzecz zmiany sposobu kształcenia przedmiotów przyrodniczych i rozwijania kluczowych kompetencji uczniów, a także upowszechniania i zapewnienia trwałości efektów tych działań. Centrum Nauki Kopernik planuje w tym zakresie partnerską współpracę z różnymi instytucjami i organizacjami.

**Anna Dziama, kierownik Działu Edukacji  
Centrum Nauki Kopernik**

# Cele edukacji przyrodniczej

Rekomendowane przez CNK zmiany sposobu uczenia przyrody w szkołach podstawowych służą realizacji następujących celów:

## 1. Rozbudzenie zainteresowania uczniów światem przyrodniczym

- rozwijanie ciekawości świata i chęci aktywnego poznawania przyrody;
- rozwijanie wrażliwości przyrodniczej i ekologicznej;
- kształtowanie umiejętności praktycznego wykorzystania wiedzy przyrodniczej.

## 2. Ukształtowanie u uczniów postawy badawczej

- rozwijanie dociekliwości oraz chęci i umiejętności zadawania pytań;
- kształtowanie umiejętności formułowania hipotez i ich weryfikowania, np. poprzez doświadczenia i eksperymenty;
- kształtowanie cierpliwości, wytrwałości i systematyczności;
- rozwijanie samodzielności.

## 3. Wykształcenie u uczniów nawyków bezpiecznego eksperymentowania

- kształtowanie nawyku planowania i przygotowania eksperymentu (miejsce, sprzęt, kolejność działań, środki bezpieczeństwa);
- kształtowanie nawyków bezpiecznego wykonania doświadczenia (przestrzeganie zasad postępowania z przedmiotami ostrymi, gorącymi, z elektrycznością, itd., sprzątnięcie stanowiska po zakończeniu eksperymentu).

#### **4. Rozwinięcie u uczniów umiejętności prawidłowego prowadzenia eksperymentów naukowych**

- nauka wykonywania podstawowych pomiarów (dokładność, konieczność powtórzeń);
- nauka posługiwania się urządzeniami pomiarowymi i obserwacyjnymi;
- nauka dokumentowania obserwacji i doświadczeń, opis jakościowy i ilościowy, używanie prawidłowej terminologii;
- kształtowanie umiejętności wyszukiwania i korzystania z różnych źródeł informacji;
- nauka prezentacji wyników.

#### **5. Rozwinięcie u uczniów kompetencji pracy w grupie, w tym**

- rozwijanie umiejętności podziału pracy na zadania składowe i rozdziału zadań w zespole;
- nauka odpowiedzialności za rezultat pracy całego zespołu.

#### **6. Zapewnienie uczniom podstaw do dalszych etapów kształcenia w zakresie przedmiotów przyrodniczych.**

Zespół Ekspertów



# Doświadczenia to za mało – potrzebne są eksperymenty

**Przeprowadzony przez uczniów eksperyment – obojętnie, czy jego wynik był zgodny z przewidywaniem (hipotezą), czy nie – zawsze wzbogaca ich obiektywną wiedzę o badanym fragmencie rzeczywistości oraz ich umiejętności badawcze. Zgoda?**

**A**by dowiedzieć się czegoś więcej o świecie, powinniśmy zacząć od posiadanej już wiedzy, często potocznej. Musimy mieć na przykład choćby mgliste przekonanie o tym, że aby nasiona zakiełkowały potrzebna jest woda, słońce i może coś jeszcze. Na początek wystarczy jakaś wstępna obserwacja związana ze wzrostem roślin – ot, choćby dostrzeżenie, że w domu ktoś podlewa kwiaty w doniczkach. I że zwykle stoją one przy oknie. Jeżeli mamy takie elementarne wiadomości, to zapewne jesteśmy gotowi, by z pomocą krytycznego myślenia poznać zjawisko dogłębniej.

## **Na początku jest doświadczenie**

Jeśli jednak nie mamy o danym zagadnieniu żadnego pojęcia, to konieczne będzie doświadczenie, czyli obserwacja zdarzeń zachodzących samoistnie bądź spowodowanych przez nas samych. Czasem może wystarczyć nawet rozmowa o tych doświadczeniach: o wspomnieniach z wakacji

czy o obserwacjach domowych. Zbieranie doświadczeń i ich analiza może nas doprowadzić do wiedzy o różnych zależnościach (np. do stwierdzenia, że istnieje jakiś związek między warunkami pogodowymi a kiełkowaniem nasion). Jednak poprzestanie na zbieraniu i analizie doświadczeń nie wyposaży nas w narzędzia intelektualne badacza. W wyniku biernego gromadzenia wniosków z przeżywanych i obserwowanych doświadczeń nie nauczymy się aktywnego, odkrywczego poznawania świata – tworzenia hipotez i planowania procesu poznawczego.

Warto tu zwrócić uwagę, że robiąc proste doświadczenia polegające na wykonywaniu instrukcji mówiącej co, kiedy i jak robić z określonymi obiektami czy zjawiskami, również jesteśmy bierni. W takiej sytuacji budujemy wprawdzie wiedzę i uczymy się przez asymilację tego, co widzieliśmy i zrozumieliśmy pod wpływem instrukcji z zewnątrz, ale nie wykorzystujemy ani twórczej wyobraźni, ani twórczego myślenia.

## **Eksperyment w twojej głowie**

Do fazy eksperymentowania przechodzimy dopiero wtedy, gdy świadomie i zgodnie z pewną procedurą planujemy badania wspierające nasz proces poznawania świata. Wbrew intuicyjnym skojarzeniom podpowiadającym, czym jest eksperymentowanie, to co najważniejsze w tym procesie, dzieje się w naszych głowach przed podjęciem jakichkolwiek działań. Kluczem do naszego rozwoju intelektualnego i budowania wiedzy o świecie jest bowiem projektowanie hipotez i procedur ich weryfikacji (*co się stanie, gdy...*). Krytyczną rolę odgrywa tu zdolność do antycypacji – przewidywania przebiegu wydarzeń, które jeszcze nie nastąpiły, a które musimy sobie wyobrazić, by podjąć określone działanie. Równie ważne jest planowanie, jak zrealizować te procedury i potwierdzić prawdzi-



wość wyniku. A następujące potem działanie? Doskonali tylko pewne umiejętności praktyczno-teoretyczne. Eksperymentalne badanie naszego otoczenia (fizycznego, społecznego i psychicznego) nie jest jednak możliwe bez wyodrębnienia i zdefiniowania zmiennych. Co to takiego? Zmienna to właściwość obiektu bądź zjawiska, która może się zmieniać, a my jesteśmy w stanie tę zmianę stwierdzić i zmierzyć lub opisać. Zmienną może być np. barwa, wysokość, temperatura lub czas trwania. Wyodrębniając i definiując zmienne, możemy opisać otaczający nas świat. Ale gdy chcemy go w pełni poznać, musimy poznać zależności między poszczególnymi dostrzeganymi przez nas zmiennymi. Bo od tych zależności oraz wewnętrznych i zewnętrznych uwarunkowań zależy kształt i funkcjonowanie świata.

### **Manipulujemy zmiennymi, badamy zależności**

Powyższe zależności najpełniej poznajemy, postępując się metodą badawczą w czasie eksperymentu, czyli ukierunkowanej obserwacji inspirowanej szczegółowym planem, co i jak chcemy obserwować. W eksperymencie działamy danym czynnikiem po to, aby wywołać określoną zmianę. Musimy zatem przewidywać, pod wpływem jakich czynników (*zmiennych niezależnych*) można osiągnąć określone stany (*zmienne zależne od wprowadzonego przez nas czynnika – zmiennej niezależnej*).

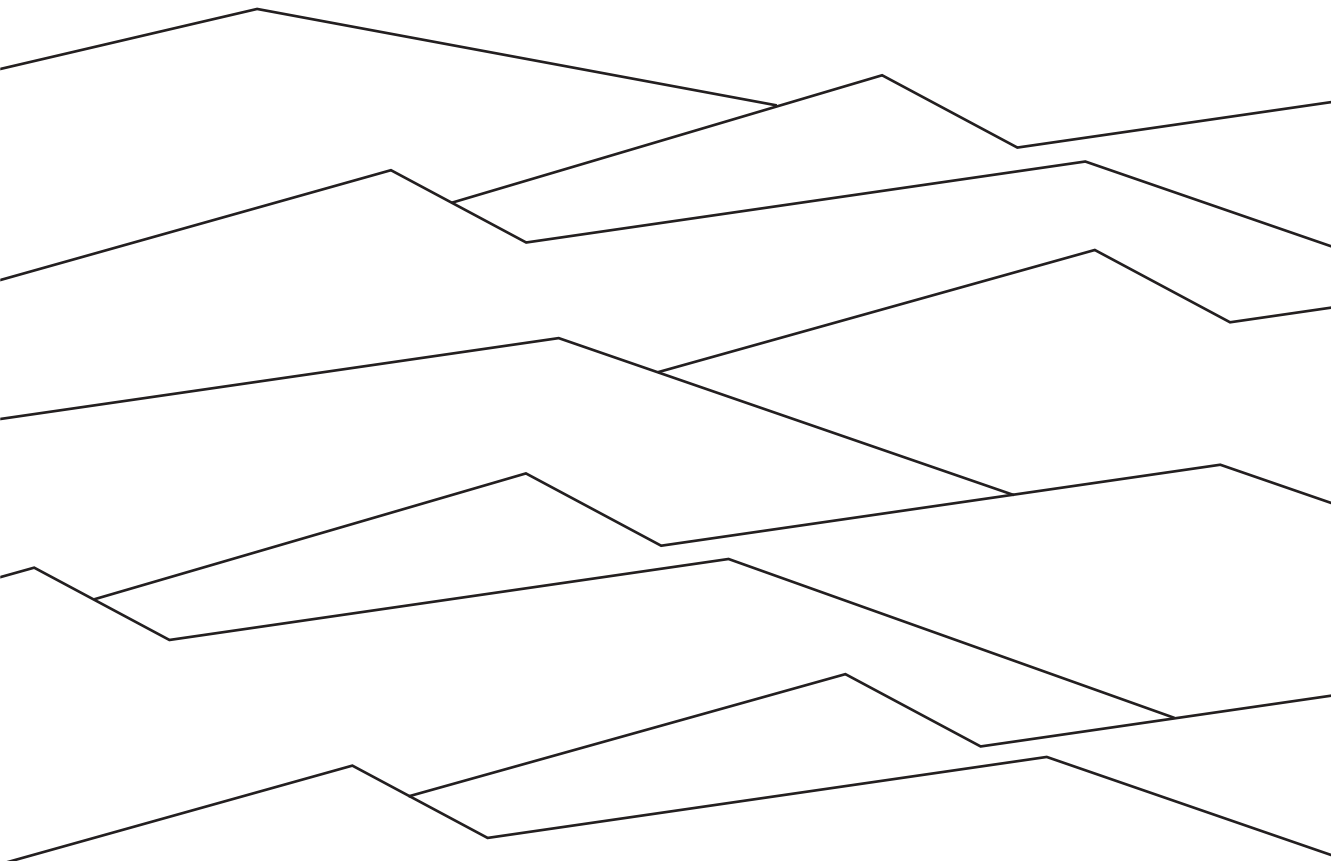
Przykład? Aby przeprowadzić eksperyment testujący hipotezę *Intensywność kiełkowania nasion i wzrostu siewki jest zależna od ilości wody w glebie*, musimy mieć pewną wiedzę, choćby potoczną, że proces kiełkowania jest związany z wodą. Następnie musimy wyodrębnić zmienne: ilość wody (zmienna niezależna) oraz cechy określające kiełkowanie (np. długość pędu – zmienna zależna) i być w stanie je zmierzyć. Jednak przede wszystkim musimy zbudować w naszej wyobraźni plan badania zależności tych zmiennych (np. kilka doniczek z zasadzonymi nasionami tego samego gatunku rośliny podlewanych

## **Do fazy eksperymentowania przechodzimy wtedy, gdy świadomie i zgodnie z pewną procedurą planujemy badania wspierające nasz proces poznawania świata.**

podczas eksperymentu różną ilością wody, codzienna obserwacja i pomiar). Wysiłek włożony w wymyślenie eksperymentu, wykorzystanie wiedzy już posiadanej, trafne wytypowanie zmiennych, prawidłowo przeprowadzone pomiary, analiza wyników i wyciągnięcie wniosków – to wszystko daje w rezultacie nieporównywalnie trwalszy i bardziej znaczący rezultat od samego doświadczenia polegającego np. na obserwacji kiełkującego ziarna fasolizymanego na wilgotnej wacie.

Przeprowadzony przez uczniów eksperyment – obojętnie czy jego wynik był zgodny z przewidywaniem (hipotezą), czy nie – zawsze wzbogaca ich obiektywną wiedzę o badanym fragmencie rzeczywistości oraz ich umiejętności badawcze. Rozwija też ciekawość świata, odwagę i krytyczne, samodzielne myślenie. Kompetencje, których znaczenie wykracza daleko poza szkolne mury.

**Prof. dr hab. Stanisław Dylak** pedagog, profesor Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, kierownik zakładu Pedeutologii na Wydziale Studiów Edukacyjnych.



# **Eksperymenty w pracowni przyrody – jak to zrobić?**

# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Co się wije, co skacze, a co się kuli?”

zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 150)

Małgorzata Karwowska

## CELE

Celem zajęć jest zapoznanie uczniów z elementami metody badawczej poprzez wykonanie działania „Co się wije, co pęta, co skacze, a co się kuli?”. W tym działaniu szczególnie istotne jest prowadzenie obserwacji i ich dokumentacja.

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- poznają organizmy żywe występujące w lesie, na łące czy polu,
- dowiedzą się, jakie cechy mają bezkręgowce.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- postawią hipotezy odpowiadające na pytania zawarte w temacie,
- skonstruują własny przyrząd do bezpiecznego chwytania bezkręgowców,
- użyją własnoręcznie wykonanego przyrządu do chwytania bezkręgowców,
- przeprowadzą obserwacje bezkręgowców i porównają je ze sobą,
- zarejestrują obserwacje,
- wyciągną wnioski na podstawie obserwacji,
- podsumują i zaprezentują wyniki obserwacji i wnioski.

## Miejsce i czas realizacji zadania

**Czas potrzebny na przeprowadzenie zajęć to 2 lekcje (po 45 min.) w klasie i czas potrzebny na przeprowadzenie obserwacji w terenie (wg. uznania nauczyciela):**

- W zależności od wieku uczniów konstruowanie przyrządu do chwytania bezkręgowców może zająć od około 20 do 45 minut – na rozpoczęcie eksperymentu warto więc przeznaczyć całą lekcję (45 minut).
- Obserwacja bezkręgowców może zająć nawet kilka godzin. Obserwacje mogą być zorganizowane jako całodniowa wycieczka do lasu lub na łąkę.
- Po zakończeniu obserwacji należy przeznaczyć jedną lekcję na rysowanie obserwowanych okazów z uwzględnieniem różnic w ich budowie, prezentację wyników poszczególnych zespołów i wspólne wyciąganie wniosków z całego działania.

Zadanie jest wykonywane w szkole (konstruowanie przyrządu) oraz w terenie – np. w lesie, na łące czy w ogrodzie (prowadzenie obserwacji) i może być realizowane wspólnie z nauczycielem techniki i plastyki.

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – formułowanie pytań badawczych, stawianie hipotez, budowanie przyrządu do chwytania bezkręgowców</b> • 1 lekcja 45 min.   praca grupowa   praca w klasie		
Wprowadzenie do tematu • 10 min.	Rozmowa z uczniami o zwierzętach – kręgowych i bezkręgowych. Ustalenie kryteriów podziału np. na podstawie fotografii przykładowych zwierząt.	Oglądanie zdjęć, analizowanie cech zwierząt, wnioskowanie o cechach kręgowców i bezkręgowców.

Formułowanie pytań badawczych • 5 min.	Zapisanie wszystkich pytań badawczych na tablicy.	Formułowanie pytań badawczych. Na przykład: • Jakie cechy wspólne mają różne bezkręgowce? • Czy w różnych miejscach żyją różne bezkręgowce?
Formułowanie hipotez i planowanie doświadczenia • 5 min.	Zapisanie wszystkich hipotez na tablicy.	Formułowanie hipotez. Przykładowe hipotezy: • Na polu uprawnym żyją inne bezkręgowce niż w lesie. • Bezkręgowce mają taką samą liczbę nóg.
		Burza mózgów: co należy zrobić, aby sprawdzić postawione hipotezy.
Konstruowanie przyrządu do obserwacji • 20 min.	Omówienie z uczniami przebiegu doświadczenia. Przygotowanie z uczniami przyrządu niezbędnego do wykonania doświadczenia.	Konstruowanie przyrządu zgodnie z instrukcją (w opisie działania na s. 150).
Wspólne planowanie obserwacji i sposobu ich notowania • 5 min.	Moderowanie dyskusji.	Ustalenie sposobu prowadzenia dziennika laboratoryjnego i rejestracji wyników (np. zdjęcia, rysunki). Ustalenie formy prezentacji wyników doświadczenia pozostałym grupom (np. prezentacja multimedialna, plakaty, rysunki, samodzielnie wykonane zdjęcia).

## Część II – obserwacja i pomiary

- kilka godzin | praca samodzielna | praca zespołach | praca w terenie

Samodzielna praca uczniów – obserwowanie i notowanie wyników	Wspieranie uczniów w prowadzeniu obserwacji.	Prowadzenie obserwacji zgodnie z działaniem „Co się wije...?”
		Notowanie obserwacji.

## Część III – analiza wyników

- 1 lekcja 45 min. | praca grupowa | praca w klasie  
Praca może być wykonana np. jako zadanie z informatyki (przygotowanie pokazu zdjęć w formie prezentacji multimedialnej)

Opracowanie wyników przez poszczególne zespoły		Opracowanie wyników.
--	--	----------------------

## Część IV – prezentacja wyników, wyciąganie wniosków, weryfikacja hipotez

• 1 lekcja 45 min. | praca grupowa | praca w klasie

<p>Prezentowanie wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min.</li> </ul> <p>Zestawienie wyników poszczególnych zespołów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul> <p>Wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul> <p>Weryfikacja hipotez</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	<p>Stworzenie warunków do zaprezentowania wyników doświadczenia przez wszystkie zespoły. Moderowanie dyskusji poprzez zadawanie pytań pomocniczych, np.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jak wyglądają zwierzęta złowione za pomocą przyrządu?</li> <li>• Czy wszystkie złapane zwierzęta są jednakowe?</li> <li>• Jakie cechy wspólne mają obserwowane zwierzęta? Co je różni?</li> <li>• Jakie ogólne wnioski można wyciągnąć na podstawie waszych obserwacji?</li> </ul>	<p>Prezentowanie uzyskanych wyników – np. rysunki, zdjęcia. Porównanie obserwacji między grupami. Poszukiwanie powodów, dla których wyniki między grupami są podobne lub różne.</p> <p>Wnioskowanie i weryfikacja postawionych pytań badawczych oraz hipotez.</p>
<p>Postawienie kolejnych pytań badawczych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul> <p>Zaplanowanie kolejnego eksperymentu – badanie innych zmiennych, np. inny teren</p>		<p>Stawianie kolejnych pytań badawczych i planowanie, w jaki sposób można na nie odpowiedzieć poprzez przeprowadzenie odpowiedniego eksperymentu.</p>

### Proponowane modyfikacje

W proponowanym działaniu podano instrukcję budowania przyrządu do chwytania bezkręgowców. Jako modyfikację lub rozwinięcie zadania można zaproponować uczniom, aby wymyślili własny przyrząd do chwytania bezkręgowców i ich obserwacji i go skonstruowali. Warto również przeprowadzić obserwacje o różnych porach dnia (w tym samym miejscu) oraz w różnych porach roku – i porównać wyniki.

#### MATERIAŁY

W trakcie zajęć zostaną wykorzystane materiały z listy rekomendowanego wyposażenia pracowni przyrody: lupy, mikroskopy, szalki, pęsety.

# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Co to jest prędkość?”

zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 225)

Małgorzata Karwowska

## CELE

Celem zajęć jest zapoznanie uczniów z pojęciem prędkości i sposobami jej pomiaru. Szczególny nacisk został położony na prowadzenie pomiarów i ich zapis.

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- poznają różne metody pomiaru prędkości,
- zastosują poznane pojęcie prędkości w rozwiązywaniu zadań matematycznych dotyczących sytuacji z życia codziennego.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- zaprojektują tabelę do zapisywania wyników pomiarów,
- obliczą prędkość średnią poruszania się ciała, korzystając ze stopera i taśmy mierniczej,
- poddadzą analizie uzyskane wyniki pomiarów,
- obliczą średnią, wskażą najwyższy i najniższy z uzyskanych wyników pomiarów,
- sformułują definicję prędkości.

## Miejsce i czas realizacji zadania

Czas potrzebny na przeprowadzenie zajęć to 3 lekcje (po 45 min.):

- 1 lekcja na przygotowanie doświadczenia w klasie na lekcji przyrody i na wykonywanie pomiarów w terenie (może być również potoczona z lekcją w-f),
- 1 lekcja na analizę wyników w klasie w klasie (na lekcji matematyki lub informatyki),
- 1 lekcja na prezentację wyników w klasie na lekcji przyrody.

Wstęp do zadania jest wykonywany w szkole (tworzenie tabeli), a pomiar właściwy – na otwartym terenie, np. na boisku (może to być również korytarz szkolny). Zadanie można zrealizować we współpracy np. z nauczycielem matematyki (wykonywanie obliczeń, tworzenie wykresów), nauczycielem w-f (wyścigi na boisku lub na sali gimnastycznej), informatyki (przygotowanie wykresów w formie prezentacji multimedialnej).

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – sformułowanie pytań badawczych, planowanie doświadczenia</b> • 1 lekcja 45 min.   praca grupowa   praca w klasie   praca w terenie (czas podano dla cz. I i II)		
Formułowanie pytań badawczych • 10 min.	Rozmowa z uczniami o sytuacjach z życia, w których pojawia się pojęcie prędkości.	Formułowanie pytań badawczych. Przykładowe pytania: • Co to jest prędkość? • W jakich jednostkach można podawać prędkość? • W jaki sposób można mierzyć prędkość? • Jak obliczyć prędkość?

<p>Planowanie doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul>	<p>Zapisanie wszystkich pomysłów na tablicy.</p>	<p>Burza mózgów: pomysły na metody pomiaru prędkości.</p>
	<p>Podział uczniów na dwuosobowe zespoły.</p> <p>Omówienie z uczniami przebiegu eksperymentu. Rozmowa na temat: organizacji pracy, niezbędnych materiałów, dokładności i sumienności w przeprowadzaniu pomiarów, konieczności powtarzania pomiarów.</p>	<p>Planowanie działań mających na celu weryfikację pomysłów. Ustalenie podziału zadań w parach – kto rejestruje wyniki, kto biega itp.</p>
	<p>Moderowanie dyskusji.</p>	<p>Ustalenie sposobu przeprowadzenia pomiarów i rejestracji wyników (np. zapisywanie danych liczbowych). Ustalenie formy prezentacji wyników pomiaru pozostałym grupom.</p>

### Część II – pomiary

- 25 min. | praca w zespołach  
(np. na boisku szkolnym lub w sali gimnastycznej)

Samodzielna praca uczniów – wykonywanie pomiarów i notowanie wyników

- 25 min.

Wspieranie podczas wykonywania pomiarów – stawianie dodatkowych pytań.

Wykonywanie pomiarów – zgodnie z instrukcją do działania „Co to jest prędkość” (lub zaplanowanych samodzielnie w klasie). Rejestracja uzyskiwanych wyników.

### Część III – analiza wyników

- 1 lekcja 45 min. | praca w zespołach | praca w klasie  
Praca może być wykonana jako zadanie z matematyki (wykonanie obliczeń, liczenie średniej) lub z informatyki.

Opracowanie wyników przez poszczególne zespoły

Opracowanie wyników – np. przedstawienie zapisanych danych liczbowych w formie wykresów lub tabel.



## Część IV – prezentacja wyników, wyciąganie wniosków

- 1 lekcja 45 min. | praca grupowa | praca w klasie

Prezentowanie wyników

- 20 min.

Zestawienie wyników poszczególnych zespołów

- 5 min.

Wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników

- 10 min.

Tworzenie definicji na podstawie wykonanego eksperymentu

- 10 min.

Stworzenie warunków do zaprezentowania wyników doświadczenia przez wszystkie zespoły. Moderowanie dyskusji poprzez zadawanie pytań pomocniczych, np.

- Czy wyniki poszczególnych grup są jednakowe?
- Jakie mogą być przyczyny różnic w wynikach między grupami?
- Jak wyznaczamy prędkość średnią (na danym odcinku)?

Prezentowanie uzyskanych wyników, próby odpowiedzi na postawione pytania badawcze. Wnioskowanie na temat pojęcia prędkości oraz sposobów jej mierzenia.

### Proponowane modyfikacje

W przedstawionej propozycji każdy zespół samodzielnie dokonuje pomiaru prędkości poruszania się na zadanym odcinku. Jako modyfikację lub rozwinięcie zadania można zaproponować pomiar prędkości średniej przepływu wody w strumyku.

#### MATERIAŁY

W trakcie zajęć zostaną wykorzystane materiały z listy rekomendowanego wyposażenia pracowni przyrody: taśma miernicza, stoper.

# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Czego potrzebują rośliny”

zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 186)

Małgorzata Karwowska

## CELE

Celem zajęć jest zapoznanie uczniów z metodą badawczą poprzez wykonanie działania „Czego potrzebują rośliny?”

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- poznają czynniki wpływające na wzrost rzeżuchy,
- dowiedzą się, jakie warunki sprzyjają wzrostowi rzeżuchy.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- postawią hipotezy służące rozwiązaniu problemu zawartego w temacie,
- wskażą, jakie działania są potrzebne, aby zweryfikować postawioną hipotezę,
- zaprojektują (zaplanują) eksperyment,
- współpracując, wykonają eksperyment zgodnie z przyjętymi założeniami,
- zarejestrują obserwacje,
- przeanalizują wyniki uzyskane w eksperymencie,
- wyciągną wnioski,
- podsumują i zaprezentują wyniki eksperymentu.

## Miejsce i czas realizacji zadania

Działanie jest zaplanowane na 3 lekcje (po 45 min.), w tym 2 lekcje przyrody oraz 1 lekcję matematyki lub informatyki. Lekcje przyrody rozdzielone są dwutygodniowymi obserwacjami.

- W zależności od wieku uczniów przygotowanie wysiewu i roztworów zajmuje od około 20 do 40 minut. Na rozpoczęcie eksperymentu warto więc przeznaczyć całą lekcję.
- Czas uprawy rzeżuchy to ok. 14 dni (codziennie należy poświęcić około 5 minut na podlanie roślin oraz około 5 minut na zanotowanie obserwacji). Po 2 tygodniach należy przeznaczyć jedną lekcję na prezentację wyników poszczególnych zespołów i wspólne wyciąganie wniosków z eksperymentu.

Zadanie jest wykonywane w szkole. Potrzebne jest bezpieczne i oświetlone miejsce, w którym można postawić szalki z rzeżuchą, najlepiej sprawdza się duży parapet.

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – formułowanie pytań badawczych, stawianie hipotezy, planowanie doświadczenia</b>		
• 1 lekcja, 45 min.   praca grupowa   praca w klasie		
Formułowanie pytań badawczych • 10 min.	Rozmowa z uczniami o roślinach i ich potrzebach życiowych. Odniesienie się do konkretnego przykładu – rzeżuchy.	Formułowanie pytań badawczych. Burza mózgów. Przykładowe pytania: <ul style="list-style-type: none"><li>• Co jest potrzebne roślinom do wzrostu?</li><li>• Jakimi substancjami warto podlewać rzeżuchę, aby dobrze rosła?</li><li>• W jaki sposób można zahamować kiełkowanie nasion rzeżuchy?</li></ul>

<p>Formułowanie hipotez i planowanie doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min.</li> </ul>	<p>Zapisanie wszystkich hipotez na tablicy.</p> <p>Wspólna decyzja, które hipotezy zostaną zweryfikowane eksperymentem. Ustalenie z uczniami warunków, w których będą uprawiać rzeżuchę (np. każda grupa podlewa na-</p>	<p>Formułowanie hipotez.</p> <p>Przykładowe hipotezy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niepodlewanie rzeżuchy powoduje, że roślina nie rośnie.</li> <li>• Podlewanie rzeżuchy wodą z mydłem powoduje, że rośnie ona lepiej niż podlewana samą wodą.</li> </ul>
		<p>Burza mózgów: co należy zrobić, aby sprawdzić postawione hipotezy.</p>
	<p>Omówienie z uczniami przebiegu eksperymentu. Rozmowa na temat: organizacji pracy, niezbędnych materiałów, dokładności i sumienności w przeprowadzaniu eksperymentów. Wprowadzenie pojęcia: próba kontrolna.</p> <p>Ustalenie z uczniami rodzajów roztworów tzn. odpowiednich stężeń i ilości roztworów do podlewania.</p>	<p>Przygotowanie materiałów niezbędnych do wykonania eksperymentu.</p> <p>Organizacja miejsca pracy.</p>
<p>Samodzielna praca uczniów – eksperymentowanie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul>		<p>Praca zgodnie ze stworzonym wcześniej planem działania.</p> <p>Każdy zespół przygotowuje jednakowe próbki rzeżuchy (tzn. jednakową ilość nasion i takie samo podłoże), co pozwoli porównać wyniki między grupami (i tym samym wpływ różnych roztworów na nasiona rzeżuchy).</p>
<p>Wspólne planowanie obserwacji i sposobu ich notowania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min</li> </ul>	<p>Moderowanie dyskusji.</p>	<p>Prezentowanie przygotowanych próbek. Planowanie obserwacji wzrostu roślin (np. mierzenie linijką rośliny): kiedy i kto będzie je podlewał oraz mierzył. Ustalenie sposobu prowadzenia dziennika laboratoryjnego i rejestracji wyników (np. zdjęcia, rysunki). Ustalenie formy prezentacji wyników eksperymentu pozostałym grupom.</p>

## Część II – obserwacja i pomiary

- 14 dni | praca w zespołach

Obserwowanie i notowanie wyników

Obserwacja (niezależnie od uczniów) prowadzonego doświadczenia.

Codzienna obserwacja wzrostu roślin oraz podlewanie roślin zgodnie z umówionym planem.

Notowanie obserwacji.

## Część III – analiza wyników

- 1 lekcja, 45 min. | praca w zespołach
- Po zakończeniu obserwacji | praca w grupach. (przygotowanie wykresów) oraz z informatyki (przygotowanie pokazu zdjęć i wykresów w formie prezentacji multimedialnej).

Opracowanie wyników przez poszczególne zespoły

Opracowanie wyników np.:

- dla każdej próbki osobno narysowany wykres, jak zmieniała się wysokość rośliny w ciągu kolejnych dni;
- dla każdego dnia obserwacji narysowane wykresy porównujące wysokość roślin podlewanych różnymi substancjami.

## Część IV – prezentacja wyników, wyciąganie wniosków, weryfikacja hipotezy

- 1 lekcja 45 min. | praca grupowa | praca w klasie

Prezentowanie wyników

- 20 min.

Zestawienie wyników poszczególnych zespołów

- 5 min.

Wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników

- 10 min.

Weryfikacja hipotez

- 5 min.

Stworzenie warunków do zaprezentowania wyników doświadczenia przez wszystkie zespoły. Moderowanie dyskusji poprzez zadawanie pytań pomocniczych, np.

- Co się dzieje z rzeżuchą, gdy podlewana jest różnymi substancjami?
- Czy rzeżucha w każdym przypadku urosta tak samo?
- Jakie znaczenie dla roślin mają nawozy?
- Jakie ogólne wnioski można wyciągnąć na podstawie waszych doświadczeń?

Prezentowanie uzyskanych wyników – np. narysowane wcześniej wykresy oraz zdjęcia.

Porównanie wyników między grupami. Rysowanie wspólnych wykresów porównujących wysokość roślin różnych grup. Poszukiwanie powodów, dla których wyniki między grupami są podobne lub różne.

Wnioskowanie i weryfikacja postawionych pytań badawczych oraz hipotez.

<p>Postawienie kolejnych pytań badawczych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul> <p>Zaplanowanie kolejnego eksperymentu – badanie innych zmiennych,</p>	<p>Moderowanie dyskusji.</p>	<p>Stawianie kolejnych pytań badawczych i planowanie, w jaki sposób można na nie odpowiedzieć poprzez przeprowadzenie odpowiedniego eksperymentu.</p>
---	------------------------------	---

### Proponowane modyfikacje

W przedstawionej propozycji zmienną jest rodzaj substancji rozpuszczonych w roztworach, którymi podlewamy poszczególne nasiona. Zmiennymi mogą być jeszcze np. nastonecznienie, temperatura, pochodzenie nasion, stężenie roztworów itd.

Aby ułatwić uczniom naukę obserwowania i wnioskowania, zalecamy badanie tylko jednego czynnika (jednej zmiennej) na raz.

#### MATERIAŁY

W trakcie zajęć zostaną wykorzystane materiały z listy rekomendowanego wyposażenia pracowni przyrody: szalki Petriego, butelki na roztwory, cylindry miarowe, plastikowe pipety, domowe substancje chemiczne



# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Serca zażyły im szybciej”

zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 195)

Joanna Stocka

## CELE

Celem zajęć jest podstawowa znajomość i zrozumienie budowy oraz funkcji układu krążenia, kształcenie u uczniów umiejętności kluczowych, a szczególnie przeprowadzania pomiarów i analizy wyników.

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- zastosują informacje na temat budowy i funkcji układu krążenia w sytuacjach z życia codziennego,
- poznają metody pomiaru tętna,
- dokonają analizy wyników pomiaru.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- przeprowadzą samodzielnie pomiary tętna,
- zaprojektują tabelę do zapisywania wyników pomiarów,
- poddadzą analizie uzyskane wyniki pomiarów;
- obliczą średnią, wskażą najwyższy i najniższy z uzyskanych wyników pomiarów,
- znajdą zależności pomiędzy otrzymanymi wynikami a momentem pomiaru, kondycją fizyczną osoby u której prowadzony był pomiar,
- określą kluczowe funkcje układu krążenia.

## Miejsce i czas realizacji zadania

Czas potrzebny na przeprowadzenie zajęć to 2 lekcje (po 45 min.). Zadanie jest wykonywane w szkole. W trakcie wykonywania pomiarów można skorzystać z sali gimnastycznej lub boiska szkolnego.

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – formułowanie pytań badawczych, stawianie hipotezy, planowanie eksperymentu</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 lekcja, 45 min.   praca zespołowa   czas podano dla cz. I i II.</li></ul>		
Formułowanie pytań badawczych <ul style="list-style-type: none"><li>• 10 min.</li></ul>	Omówienie budowy i funkcji serca oraz układu krążenia. Wprowadzenie teoretyczne zagadnień niezbędnych do wykonania pomiaru tętna, inicjowanie pomystów uczniowskich jak samodzielnie zmierzyć tętno.	Podczas rozmowy z nauczycielem i innymi uczniami dzielą się swoją wiedzą lub przypuszczeniami dotyczącymi budowy i funkcji serca, żył i tętnic. Formułowanie pytań badawczych. Na przykład: <ul style="list-style-type: none"><li>• Co to jest tętno?</li><li>• Jak można je zmierzyć?</li><li>• Co ma wpływ na tętno?</li><li>• Jak serce odpowiada na wysiłek?</li></ul>

<p>Formułowanie hipotez</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	<p>Zapisanie wszystkich hipotez na tablicy. Wspólna decyzja, które hipotezy zostaną zweryfikowane eksperymentem.</p>	<p>Formułują hipotezy. Przykładowe hipotezy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Można kontrolować częstotliwość skurczów serca.</li> <li>• Podczas wysiłku potrzebna jest przyspieszona praca serca.</li> <li>• Można sztucznie uruchomić zatrzymane serce.</li> </ul>
<p>Planowanie doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul>	<p>Omówienie z uczniami przebiegu eksperymentu. Rozmowa na temat: organizacji pracy w zespołach, niezbędnych materiałów, dokładności i sumienności w przeprowadzaniu pomiarów, konieczności powtarzania pomiaru.</p>	<p>Uczniowie przedstawiają swoje pomysły na weryfikację hipotezy. Uczniowie powinni zaproponować i ustalić z nauczycielem, jakie ćwiczenie fizyczne będą wykonywać podczas doświadczenia. Może to być np. wykonanie 20 przysiadów, 20 podskoków, bieg w miejscu lub skip A/B przez 45 sekund. W obrębie każdej grupy dzielą się funkcjami: osoba badana, osoba dokonująca pomiaru, pilnująca czasu i zapisująca wyniki. W przypadku par każda z osób może pełnić więcej niż jedną funkcję. Przygotowują tabelę do zapisywania wyników pomiaru tętna.</p>

## Część II – samodzielne wykonywanie pomiarów, zapisywanie wyników

<p>Wykonanie pomiarów i notowanie wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min.</li> </ul>	<p>Demonstrowanie prawidłowego sposobu pomiaru tętna na przegubie dłoni lub na szyi, zwrócenie uwagi na miejsce, gdzie można wyczuć tętno i na nieużywanie do pomiarów kciuka (ma własne, wyczuwalne tętno, które może utrudnić dokonanie pomiaru). Ważne jest, aby uczniowie przeciwieczyli metodę pomiaru przed rozpoczęciem doświadczenia.</p>	<p>Przeprowadzają pomiary. Liczenie uderzeń serca jest prowadzone przez 20 sekund, wynik jest mnożony x 3. Każda grupa powinna dokonać pomiaru tętna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przed rozpoczęciem ćwiczenia (tętno spoczynkowe),</li> <li>• bezpośrednio po wykonaniu ćwiczenia,</li> <li>• po 3 minutach od jego zakończenia,</li> <li>• po 8 minutach od jego zakończenia.</li> </ul> <p>W miarę możliwości należy dążyć do powtórzenia całego cyklu u tej samej osoby.</p>
---	---	---

### Część III – prezentacja wyników pomiarów, analiza wyników wszystkich zespołów, wyciąganie wniosków, nawiązanie do sytuacji z życia codziennego

• 1 lekcja, 45 min. | praca grupowa | praca w klasie

<p>Prezentacja wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min.</li> </ul> <p>Wnioskowanie i odpowiedzi na pytania badawcze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul> <p>Weryfikacja hipotez</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	<p>Stworzenie warunków do zaprezentowania wyników. Moderowanie dyskusji pytaniami pomocniczymi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jakie są widoczne podobieństwa i różnice w wynikach?</li> <li>• Czy są widoczne jakiegokolwiek zależności? Z czego one wynikają?</li> </ul> <p>Zwrócenie uwagi na prawidłowość: wzrost tętna w czasie wysiłku i jego stopniowy spadek po zakończeniu wysiłku oraz na rozbieżność wyników różnych osób wynikającą z różnorodności osobniczej, innych reakcji na wysiłek i stopnia wytrenowania organizmu.</p> <p>Wprowadzenie terminów tętno wysiłkowe i spoczynkowe.</p>	<p>Prezentacja wyników pomiarów poszczególnych grup i porównanie wyników między grupami.</p> <p>Dyskusja o wynikach, szukanie zależności pomiędzy otrzymanymi wynikami a momentem ich przeprowadzenia.</p> <p>Wnioskowanie i próba odpowiedzi na postawione pytania badawcze.</p> <p>Weryfikacja badanej hipotezy.</p>
<p>Ćwiczenia masażu serca</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min.</li> </ul>	<p>Dyskusja na temat serca jako organu sterowanego prądem elektrycznym.</p> <p>Prezentacja stymulatora serca. Omówienie zasad pierwszej pomocy. Wskazanie zasad prawidłowego masażu serca oraz przywracania krążenia przy użyciu automatycznego defibrylatora zewnętrznego – AED.</p>	<p>Propozycje, jak ratować osobę, u której doszło do zatrzymania akcji serca.</p> <p>Dyskusja o roli silnego impulsu elektrycznego w uruchamianiu serca.</p> <p>Ćwiczenie masażu i zapoznanie się z zasadami korzystania z automatycznego defibrylatora zewnętrznego – AED.</p>

#### Proponowane modyfikacje

- Aby urozmaicić wnioski płynące z doświadczenia, można przeprowadzić dodatkowe wywiady u osób wykonujących doświadczenie. Notować informacje: płeć, kondycję fizyczną (czy uprawia sport, ocena, np. TAK: przynajmniej 2 razy w tygodniu, NIE: nie uprawia sportu), BMI (wskaźnik masy ciała, ang. Body Mass Index – wynik uzyskujemy, dzieląc masę ciała w kilogramach przez wzrost podany w centymetrach podniesiony do kwadratu), klasyfikacja wskaźników dla dzieci dostępna jest w podręcznikach lub Internecie.
- Ćwiczenie z uczniami masażu serca – można wykonać na innej lekcji np. we współpracy z nauczycielem wychowania fizycznego, zaproszonym ratownikiem medycznym lub lekarzem/pielęgniarem w ramach kształcenia umiejętności udzielania pierwszej pomocy.

#### MATERIAŁY

W trakcie zajęć zostaną wykorzystane materiały z listy rekomendowanego wyposażenia pracowni przyrody: stoper, ciśnieniomierz, stetoskop

# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Mój własny wiatromierz”

zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 137)

Małgorzata Karwowska

## CELE

Celem zajęć jest samodzielne wykonanie prostego przyrządu pomiarowego i przeprowadzenie pomiarów z jego wykorzystaniem. Szczególny nacisk został położony na kształtowanie umiejętności manualnych, planowania działań i organizacji pracy.

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- poznają różne metody pomiaru kierunku wiatru,
- dowiedzą się, czym jest skala Beauforta (opis jakościowy),
- określą zależności między elementami konstrukcyjnymi wiatromierza a możliwością wykonania pomiarów.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- zaprojektują własny przyrząd do pomiaru kierunku wiatru,
- skonstruują własny wiatromierz,
- wyznaczą kierunek wiatru za pomocą skonstruowanego przyrządu pomiarowego,
- poddadzą analizie uzyskane wyniki pomiarów,
- wskażą optymalne miejsca ustawienia wiatromierza.

## Miejsce i czas realizacji zadania

Działanie jest zaplanowane na 3 lekcje (po 45 min.) i 7 dni, podczas których uczniowie samodzielnie wykonują pomiary.

- W zależności od wieku i zdolności manualnych uczniów zaprojektowanie oraz budowa wiatromierza mogą zająć od 30 do 90 minut.
- Czas wykonywania pomiarów kierunku wiatru oraz rejestrowanie wyników trwa ok. 5 minut (jednym wiatromierzem). Pomiary należy wykonywać przez kilka dni (np. przez tydzień), stawiając wiatromierz zawsze w tym samym miejscu (aby móc porównywać wyniki).
- Zadanie jest wykonywane w szkole (budowanie przyrządu pomiarowego) oraz poza szkołą (wykonywanie pomiarów).

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – formułowanie pytań badawczych, stawianie hipotezy, planowanie doświadczenia</b>		
• 2 lekcje po 45 min.   praca grupowa   praca w klasie – może być działaniem na lekcji plastyki czy techniki		
Formułowanie pytań badawczych • 15 min.	Rozmowa z uczniami o elementach pogody. Szczegółowe rozważenie właściwości wiatru.	Formułowanie pytań badawczych. Burza mózgów: Jakie cechy powinien mieć wiatromierz mierzący kierunek wiatru?

<p>Planowanie doświadczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min.</li> </ul>	<p>Podział uczniów na zespoły. Omówienie z uczniami przebiegu etapu konstrukcyjnego. Rozdanie potrzebnych materiałów – propozycja w opisie działania „Mój własny wiatromierz”.</p> <p>Rozmowa na temat: organizacji pracy, niezbędnych materiałów, dokładności i sumienności w przeprowadzaniu doświadczeń.</p>	<p>Planowanie działań mających na celu budowę wiatromierza.</p>
		<p>Opracowanie projektu wiatromierza przez każdy z zespołów.</p>
<p>Samodzielna praca uczniów – konstruowanie i testowanie przyrządów pomiarowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 min.</li> </ul>	<p>Współpraca z uczniami podczas pracy zespołów – stawianie dodatkowych pytań, podpowiadanie rozwiązań.</p>	<p>Konstruowanie wiatromierzy. Przeprowadzanie wstępnych testów np. przy użyciu suszarki do włosów.</p>
<p>Wspólne planowanie pomiarów i sposobu ich notowania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul>	<p>Moderowanie dyskusji.</p>	<p>Zaprezentowanie gotowych wiatromierzy. Ustalenie sposobu przeprowadzenia pomiarów i rejestracji wyników (np. zdjęcia, rysunki, dane liczbowe). Ustalenie formy prezentacji wyników eksperymentu pozostałym grupom (np. zdjęcia, prezentacja multimedialna).</p>
<p><b>Część II – obserwacja i pomiary</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 dni   praca w zespołach</li> </ul>		
<p>Pomiary i notowanie wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 dni</li> </ul>		<p>Codzienny pomiar kierunku wiatru (konieczne są przynajmniej w 3 wietrzne dni).</p>
		<p>Notowanie obserwacji i danych z prognozy pogody.</p>
<p><b>Część III – analiza i prezentacja wyników, wyciągnięcie wniosków</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 lekcja, 45 min.   praca w zespołach</li> <li>• Po zakończeniu pomiarów   praca w grupach. Praca może być wykonana jako zadanie z informatyki (przygotowanie pokazu zdjęć w formie prezentacji multimedialnej)</li> </ul>		
<p>Opracowanie wyników przez poszczególne zespoły</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul>		<p>Opracowanie wyników (np. graficzne przedstawienie zapisanych danych).</p> <p>Porównanie wyników pomiarów własnych z danymi z prognoz pogody</p>



<p>Prezentowanie wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min.</li> </ul> <p>Wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 min.</li> </ul> <p>Weryfikacja hipotez</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	<p>Stworzenie warunków do zaprezentowania wyników doświadczenia przez wszystkie zespoły. Wyciąganie wniosków poprzez zadawanie pytań pomocniczych, np.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jakie elementy konstrukcji wiatromierza zastosowaliście?</li> <li>• Które elementy konstrukcyjne są kluczowe do poprawnego działania wiatromierza?</li> <li>• Jakie uzyskaliście wyniki pomiarów?</li> <li>• Czy wyniki pomiarów poszczególnych grup są jednokowe?</li> <li>• Czy wyniki pomiarów są zgodne z prognozami pogody? Dlaczego?</li> <li>• Jakie mogą być przyczyny różnic w wynikach między</li> </ul>	<p>Prezentowanie uzyskanych wyników – np. porównanie konstrukcji wiatromierzy oraz wykonanych zdjęć.</p> <p>Porównanie wyników między grupami. Poszukiwanie powodów, dla których wyniki między grupami są podobne lub różne.</p> <p>Wnioskowanie i weryfikacja postawionych pytań badawczych oraz hipotez.</p>
<p>Postawienie kolejnych pytań badawczych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	<p>Rozmowa na temat skali Beauforta.</p>	<p>Stawianie kolejnych pytań badawczych i planowanie, w jaki sposób można na nie odpowiedzieć (np. jak zbudować wiatromierz mierzący siłę wiatru).</p>

### Proponowane modyfikacje

W przedstawionej propozycji każdy zespół samodzielnie wymyśla konstrukcję własnego wiatromierza. Jako modyfikację działania można wprowadzić skonstruowanie wiatromierza według gotowego przepisu, sprawdzonego przez nauczyciela.

Dodatkowym działaniem może być użycie gotowego wiatromierza, pozwalającego nie tylko na mierzenie kierunku, ale i siły wiatru.

#### MATERIAŁY

W trakcie zajęć zostaną wykorzystane materiały z listy rekomendowanego wyposażenia pracowni przyrody: wiatromierz, kompas, saperka

# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Magnes dla turystów”

zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 181)

Joanna Stocka

## CELE

Celem zajęć jest rozwijanie u uczniów umiejętności korzystania z różnych źródeł informacji, odczytywania map i planów oraz ćwiczenie umiejętności prezentacji wyników.

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- dowiedzą się, gdzie szukać ważnych dla turysty informacji,
- poznają najważniejsze walory turystyczne wybranych miejsc,
- zastosują wiedzę dotyczącą korzystania z mapy.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- wyszukają zdjęcia i opisy tras wycieczkowych, np. w Warszawie, Gdańsku i Krakowie lub w innych miejscach w Europie,
- posłużą się legendą w celu odszukania ciekawych turystycznie miejsc i obiektów na planie wybranego miasta,
- określą wzajemne położenie obiektów na planie i mapie, wykorzystując pojęcie skali,
- zmierzą i zapiszą w metrach odległości pomiędzy wybranymi obiektami, postępując się podziałką liniową do określania odległości.

## Miejsce i czas realizacji zadania

Czas potrzebny na przeprowadzenie zajęć to 2 lekcje (90 minut).

- Wstęp do zadania (wyszukanie potrzebnych informacji o walorach turystycznych omawianych miast) uczniowie mogą wykonać w domu, na godzinie wychowawczej lub informatyce.
- Podczas lekcji można wykorzystać aplikację Street View oferowaną w usłudze Google Maps.

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – planowanie pracy, poszukiwanie źródeł informacji</b>		
• 1 lekcja, 45 min.   praca w zespołach   praca w szkole (może być także działaniem na lekcji informatyki lub godzinie wychowawczej) – czas dotyczy łącznie cz. I i cz. II		
Formułowanie zadania • 10 min.	Rozmowa z uczniami na temat ciekawych turystycznie miejsc, obiektów np. w Warszawie, Gdańsku i Krakowie (dodatkowo w mieście rodzinnym). Odniesienie się do sposobu organizacji wycieczek. Zapisanie wszystkich pomysłów na tablicy.	Burza mózgów: pomysły na to, gdzie znajdziemy informacje potrzebne do sprawdzenia walorów turystycznych miast i jak zorganizować wycieczkę do tych miejsc?

<p>Planowanie pracy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	<p>Podział uczniów na zespoły. Omówienie z uczniami przebiegu zadania i istotnych elementów planowania wycieczki: wyznaczenie trasy, odszukanie na planie miasta opisywanych obiektów, zmierzenie odległości pomiędzy tymi obiektami, zaplanowanie czasu dotarcia do tych obiektów.</p> <p>Wsparcie pracy uczniów poprzez pytania o walory turystyczne wybranych tras, ciekawe obiekty, typu: czy nowoczesne obiekty architektoniczne (np. budynki, mosty) mogą być walorem turystycznym?</p>	<p>Podział zadań w obrębie zespołu. Opracowanie planu działania.</p>
--	---	--

## Część II – praca zespołowa nad zadaniem

<p>Zebranie i opracowanie materiałów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min.</li> </ul>		<p>Wyszukiwanie informacji z różnych źródeł: przewodniki turystyczne, plany miast, usługa Google Maps, blogi podróżnicze. Tworzenie opisu trasy i obiektów turystycznych. Wybór trasy i obiektów, które mogą zachęcić ich rówieśników do zwiedzania wybranego miasta.</p>
<p>Przygotowanie prezentacji zadania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 min.</li> </ul>	<p>Określa czas prezentacji każdego zespołu – 5 min.</p>	<p>Podział zadań podczas przygotowywania prezentacji. Podjęcie decyzji w jaki sposób będzie prezentowane zadanie (plakat ze zdjęciami, rysunki, pokaz zdjęć). Szacowanie czasu wypowiedzi.</p>

## Część III – prezentacja pracy uczniów, wyciąganie wniosków

• 1 lekcja, 45 min. | praca w zespołach | praca w klasie

<p>Prezentacja poszczególnych zespołów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min. na każdy zespół</li> </ul>	<p>Stworzenie warunków do prezentacji wszystkich zespołów. Moderowanie dyskusji poprzez pytania pomocnicze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Czy zespoły wybrały te same atrakcje turystyczne?</li> <li>• Jaką trasą chcieli do nich dotrzeć?</li> </ul>	<p>Prezentowanie opracowanych tras wycieczkowych przez poszczególne grupy.</p> <p>Zwrócenie uwagi na podobieństwa i różnice w propozycjach przygotowanych przez różne grupy zajmujące się tym samym miastem.</p>
---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z czego wynikały podobieństwa i różnice?</li> <li>• Jakie wspólne cechy, jeśli chodzi o walory turystyczne, mają Gdańsk, Kraków i Warszawa?</li> <li>• Która z prezentacji zachęca do odwiedzenia przedstawionego miejsca i dlaczego?</li> </ul>	
<p>Podsumowanie, uogólnienie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min.</li> </ul>	Moderowanie dyskusji	<p>Rozmowa na temat praktycznego wykorzystania wiadomości z lekcji. Co pomaga w planowaniu wyprawy po nieznanym mieście?</p>

### Proponowane modyfikacje

Uczniowie mogą również zaplanować wycieczkę po różnych miastach europejskich.

#### MATERIAŁY

W trakcie zajęć zostaną wykorzystane materiały z listy rekomendowanego wyposażenia pracowni przyrody: mapy, linijki, rzutnik, laptop

# Przykładowy scenariusz lekcji do działania „Zwierzę, którego nie ma ale mogło by być” zamieszczonego w części IV publikacji Eksperymentuj (s. 145)

Joanna Stocka

## CELE

Celem zajęć jest zachęcenie uczniów do dyskusji o trybie życia i przystosowaniach zwierząt do środowiska oraz rozwijanie kreatywności podczas wykonania działania.

### W wyniku realizacji tych zajęć uczniowie

- wymieniają i charakteryzują na wybranych przykładach przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych i wodnych do środowiska życia.

### W trakcie realizacji tego działania uczniowie

- podają cechy charakterystyczne zwierząt żyjących w wybranym środowisku,
- tworzą model/obraz hipotetycznego zwierzęcia, opisują jego środowisko życia i przystosowania do danych warunków lub/ i trybu życia,
- dyskutują nad rozwiązaniami zaproponowanymi przez każdy z zespołów, podają nowe rozwiązania.

## Miejsce i czas realizacji zadania

Czas potrzebny na przeprowadzenie zajęć to 2 lekcje (90 min.).

Przed lekcją uczniowie przygotowują pomoce: zebrane pióra, muszle, fragmenty sierści, sztucznego futra, rybie łuski itp. oraz zdjęcia i pocztówki przedstawiające różne zwierzęta i części ich ciała.

## PROPONOWANY PRZEBIEG LEKCJI

Kluczowe działania / czas	Czynności	
	nauczyciela	uczniów
<b>Część I – formułowanie pytań badawczych, stawianie hipotezy</b> • 1 lekcja, 45 min.   praca w zespołach   praca w klasie		
Formułowanie pytań badawczych, charakterystyka środowisk i przystosowań zwierząt • 15 min.	Rozmowa z uczniami o czynnikach warunkujących życie na lądzie i w wodzie, wybranych środowiskach życia zwierząt i charakterystycznych przykładach budowy ciała lub fizjologii, które są przykładem przystosowania do tego środowiska.	Formułowanie pytań badawczych: <ul style="list-style-type: none"><li>Co zęby zwierzęcia mówią nam o jego trybie życia?</li><li>Skąd się wzięły płetwy wielorybów?</li></ul>



<p>Dyskusja, wyszukiwanie informacji, modelowanie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 min.</li> </ul>	<p>Podział uczniów na zespoły i omówienie przebiegu działania.</p> <p>Wspólny wybór środowiska, w którym mogłoby żyć wymyślone i zaprojektowane przez uczniów zwierzę.</p> <p>Moderowanie dyskusji i wsparcie uczniów poprzez opis przystosowania wymyślonego zwierzęcia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>środowisko życia (wodne, lądowe, naziemne, podziemne, nadrzewne),</li> <li>strefa klimatyczna (przystosowania m.in. do temperatury i ilości dostępnej wody),</li> <li>sposób poruszania się (pływanie, chodzenie – w jaki sposób, po jakiej powierzchni, lot),</li> <li>typ pokarmu i sposób jego zdobywania,</li> <li>sposób rozmnażania się i opieki nad potomstwem (składanie jaj, rodzenie żywych młodych, budowanie gniazd/nor lub ich brak).</li> </ol>	<p>Praca w zespołach nad stworzeniem modelu / obrazu własnego, nieistniejącego zwierzęcia przystosowanego do życia w określonych warunkach przyjętych wcześniej przez zespół.</p> <p>Przygotowanie prezentacji uzasadniającej proponowaną budowę i wygląd zwierzęcia.</p>
---	--	---

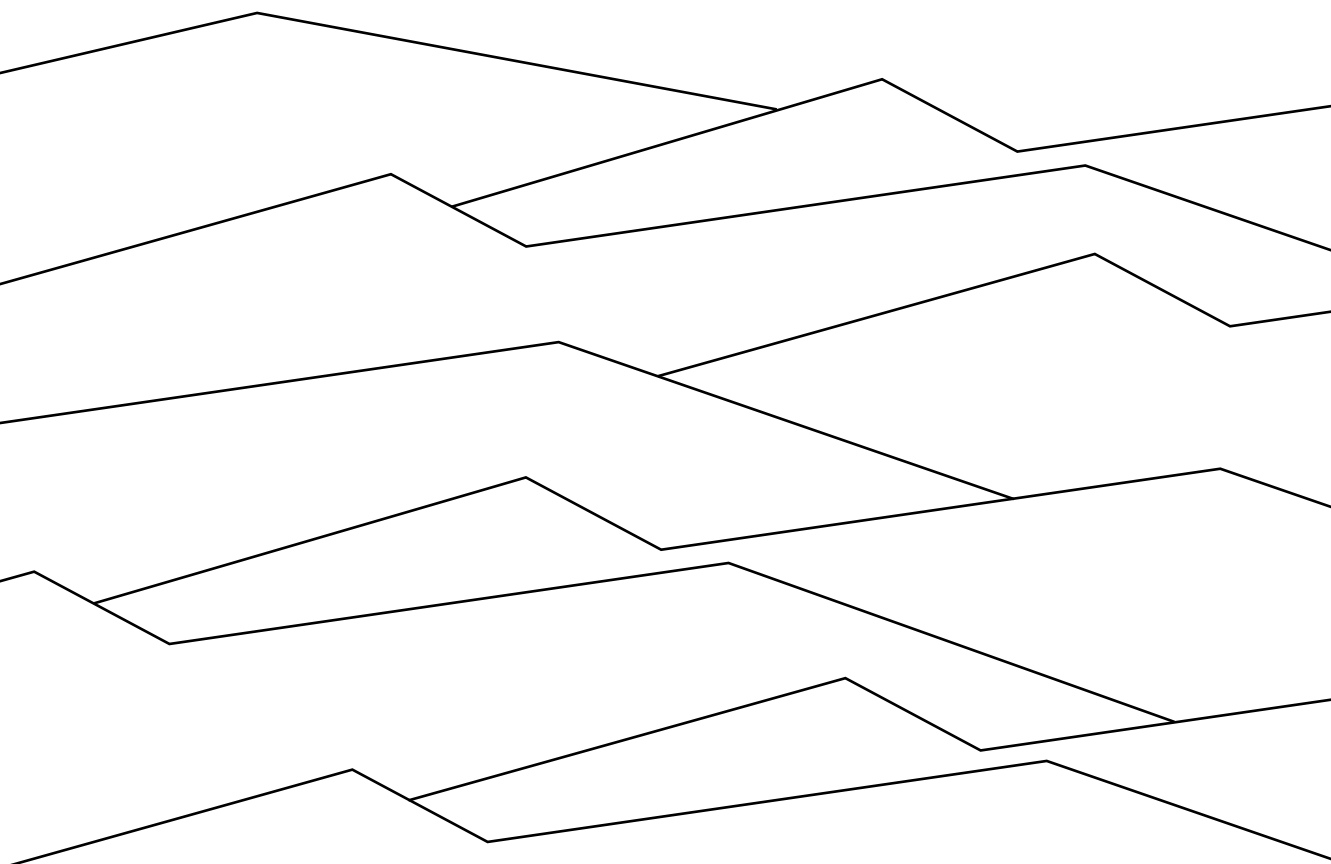
## Część II – prezentacja prac, dyskusja

- 1 lekcja, 45 min. | praca w zespołach | praca w klasie

<p>Moderowanie uczniowskiej dyskusji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 min</li> </ul>	<p>Wspieranie podczas prezentowania efektów pracy zespołu – stawianie dodatkowych pytań, zachęcanie do analizy szczegółowych rozwiązań. (czym można zastąpić dany element w tym samym bądź innym środowisku)</p>	<p>Prezentacja efektów pracy zespołów i wspólne omówienie propozycji każdego zespołu. Dyskusja nad przyjętymi rozwiązaniami.</p>
<p>Wystawa prac na forum klasy lub szkoły</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min.</li> </ul>	<p>Stworzenie warunków do prezentacji prac uczniowskich w formie wystawy.</p>	<p>Przygotowanie wystawy prac.</p>

### **Proponowane modyfikacje**

Po części wprowadzającej zagadnienia programowe (czynniki warunkujące życie w środowisku lądowym i wodnym oraz przystosowania zwierząt na wybranych przykładach) uczniowie mogą wykonać model / obraz wymyślonego przez siebie zwierzęcia, pracując w zespołach projektowych w domu czy też na lekcji techniki lub plastyki.



# **Rekomendacje**

# Rekomendacje dotyczące wyposażenia i infrastruktury pracowni, głównych kierunków szkoleń nauczycieli oraz organizacji pracy szkoły

Niniejszy rozdział zawiera rekomendacje dotyczące trzech obszarów: w części A – wyposażenia i podstawowej infrastruktury pracowni, w części B – rozwoju i doskonalenia kompetencji nauczycieli przyrody, w części C – organizacji pracy szkoły i współpracy różnych środowisk.

Jednym z zadań w projekcie „Opracowanie i pilotaż aktywnych metod pracy nauczyciela z uczniem opartych na metodzie badawczej” było opracowanie rekomendacji dotyczącej wyposażenia szkolnej pracowni przyrody dla klas IV–VI szkoły podstawowej. Zadanie to mogłoby sprowadzić się jedynie do opracowania listy pomocy naukowych i sprzętu. Jednak po dwóch latach doświadczeń nabytych przy realizacji projektu i dzięki wieloletniej współpracy ze środowiskiem edukacyjnym wiemy, że takie podejście byłoby niewystarczające. Rekomendowane wyposażenie pracowni przyrody powinno być ściśle powiązane z zalecanym stylem pracy, być konsekwencją preferowanego sposobu prezentacji zagadnień, który angażuje ucznia. Bardzo istotną cechą lekcji przyrody jest to, że odwołują się one do otaczającego świata i zjawisk, z którymi uczeń spotyka się w życiu codziennym. Są więc znakomitą okazją do wykorzystania i uporządkowania zastanej, intuicyjnej wiedzy uczniów. Pokazania, że nie ma podziału na wiedzę oraz doświadczenia szkolne i pozaszkolne, że poznawanie świata z wykorzystaniem metody badawczej sprawdza się znakomicie we wszystkich sferach życia. Proponowana metoda nauczania może mieć wpływ na wyrabianie umiejętności i kompetencji bardzo pożądanych zarówno na następnych etapach edukacji, jak i na współczesnym rynku pracy. Chodzi o odejście od praktyki przekazywania i opanowywania wiedzy encyklopedycznej, o traktowanie definicji i reguł nie jako formuł do wyczerpania na pamięć, a traktowanie ich raczej jako elementu zwieńczającego i porządkującego proces samodzielnego poznawania. Chodzi także o rzeczywiste wyrobienie u uczniów woli i umiejętności pracy zespołowej, skie-

rowanej na sprawne rozwiązywanie zadań z równoczesnym odsunięciem na dalszy plan myślenia o indywidualnej ocenie (które może być czynnikiem ograniczającym wolę współpracy). Chodzi wreszcie o promowanie zaradności i śmiałości, w tym także odwagi eksperymentowania, które czasami jest trudne, wymaga cierpliwości i nie zawsze kończy się sukcesem. Jednak bez odważnego wkraczania na nowe pola nie sposób dokonać istotnego postępu w jakiegokolwiek dziedzinie.

Rekomendowane przez nas projektowanie i wykonywanie doświadczeń w pracowni przyrody rozwija samodzielną myślenie, ćwiczy umiejętność wyszukiwania



informacji, formułowania pytań, analizy danych i wyciągania wniosków. Stosując metodę badawczą, nie skupiamy się więc wyłącznie na wiedzy, ale budujemy u uczniów kompetencje rozumiane jako połączenie wiedzy, umiejętności i postaw odpowiednich do sytuacji. Istotą nie jest tylko nauka faktów, ale nauka, jak je łączyć ze sobą, aby powstała całość, która tłumaczy, w jaki sposób funkcjonuje świat. Ważna jest świadomość, że metoda naukowa nie dotyczy tylko naukowców, którzy pracują nad bardzo trudnymi zagadnieniami w nowoczesnie wyposażonych laboratoriach, ale może ją stosować uczeń na dostosowanym do jego potrzeb i możliwości poziomie. Metoda badawcza przyczynia się także wydatnie do rozwoju kompetencji społecznych. Uczniowie, współpracując w grupie, uczą się wzajemnie od siebie, czują się odpowiedzialni za swoją pracę i pomagają sobie w rozwiązywaniu problemów. Uczniowie starsi i mniej śmiały nabierają odwagi, mają poczucie sprawczości i odnajdują swoje miejsce w grupie. Konsekwentne stosowanie tej metody pracy z uczniami rozwija w nich samodzielność i niezależność myślenia – bezcenne kompetencje, z których będą korzystać przez całe życie. Wyposażeni w nie uczniowie śmiało będą podchodzić do nowych wyzwań, w tym również do testów i egzaminów, które obecnie bardziej koncentrują się na sprawdzeniu pewnych umiejętności (wyszukiwanie i selekcja informacji na podstawie przeczytanego tekstu, wnioskowanie, projektowanie eksperymentów) niż na sprawdzeniu definicji zjawisk czy znajomości reguł.

Doposażenie szkolnych pracowni w odpowiedni sprzęt i materiały ma stworzyć uczniom możliwość samodzielnego eksperymentowania w celu nabywania i rozwoju opisanych wyżej umiejętności, ma wyjaśniać prawa obowiązujące w otaczającym świecie, a nie być jedynie atrakcyjnym dodatkiem do lekcji lub wręcz przeszkodą w realizacji podstawy programowej (bo i tak niektórzy nauczyciele postrzegają doświadczenia). Dlatego bardzo ważna jest liczba poszczególnych urządzeń i pomocy



dostępnych dla uczniów, gdyż trudno sobie wyobrazić przeprowadzenie eksperymentów, jeśli na wyposażeniu mamy po jednym mikroskopie, lupie czy globusie... Wtedy możemy mieć do czynienia co najwyżej z pokazem, gdzie brak jest miejsca na stawianie pytań i wnioskowanie. **Cele, które można osiągnąć, stosując w codziennej praktyce szkolnej metodę badawczą, przekładają się na nadrzędne cele edukacji zapisane w podstawie programowej. Należy pamiętać, że treści szczegółowe przedmiotu przyroda podporządkowane są celom nadrzędnym. Nie chodzi bowiem o realizację punkt po punkcie zapisów treści szczegółowych, tylko o ich wykorzystanie m.in. do zaangażowanego poznawania świata, stawiania pytań badawczych i poszukiwania odpowiedzi.**

Warto w tym miejscu przypomnieć te cele i zalecenia, które odnoszą się wprost do zaangażowania ucznia w proces eksperymentowania i stosowania elementów metody badawczej w edukacji przyrodniczej. Są to m.in.<sup>1</sup>:

**II. Stawianie hipotez na temat zjawisk i procesów zachodzących w przyrodzie i ich weryfikacja.**

Uczeń przewiduje przebieg niektórych zjawisk i procesów przyrodniczych, wyjaśnia proste zależności między zjawiskami; przeprowadza obserwacje i doświadczenia według instrukcji, rejestruje ich wyniki w różnej formie oraz je objaśnia, używając prawidłowej terminologii. (...)

**V. Obserwacje, pomiary i doświadczenia.**

Uczeń korzysta z różnych źródeł informacji (własnych obserwacji, badań, doświadczeń, tekstów, map, tabel, fotografii, filmów), wykonuje pomiary i korzysta z instrukcji (słownej, tekstowej i graficznej); dokumentuje i prezentuje wyniki obserwacji i doświadczeń; stosuje technologie informacyjno-komunikacyjne

A do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego w szkole podstawowej należą:

**3) myślenie naukowe – umiejętność formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa.**

Zalecane warunki i sposób realizacji wskazują na:

główne obszary aktywności ucznia w ramach przedmiotu, którymi powinny być:

- a. obserwowanie i mierzenie;
- b. doświadczenie;
- c. prowadzenie doświadczeń;
- d. dokumentowanie i prezentowanie;
- e. stawianie pytań i poszukiwanie odpowiedzi.

Podobnie w komentarzu do podstawy programowej przyrody w szkole podstawowej odnajdujemy zalecenia<sup>2</sup>:

**Należy stosować na lekcjach przyrody metody, które**

- **rozbudzą w uczniach zaciekawienie otaczającym światem,**
- **ukształtują u uczniów postawę badawczą, dążącą do poznawania prawdziwości świata przyrody,**
- **zachęcą uczniów do stawiania hipotez na temat zjawisk i procesów zachodzących w przyrodzie i do ich weryfikowania,**
- **stworzą uczniom możliwości zastosowania wiedzy przyrodniczej w praktyce,**
- **zachęcą uczniów do poszanowania przyrody i dorobku kulturowego społeczeństwa,**
- **ukształtują umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji.**

Szkoła powinna zapewnić warunki do bezpiecznego prowadzenia zajęć badawczych, zarówno w pracowni, jak i w terenie, obserwacji i doświadczeń. Część obserwacji i doświadczeń powinna mieć charakter ciągły lub okresowy w powiązaniu np. ze zmianami pór roku lub stanów pogody.

<sup>1</sup>Podstawa programowa z komentarzami. Tom 5 Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum: przyroda, geografia, biologia, chemia. Załącznik do rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z 23 grudnia 2008 roku w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół z komentarzem.

<sup>2</sup>ibidem.





## **CZĘŚĆ A – REKOMENDACJE DOTYCZĄCE WYPOSAŻENIA I PODSTAWOWEJ INFRASTRUKTURY PRACOWNI PRZYRODY**

Przyjmując metody angażujące uczniów jako najbardziej pożądanego modelu uczenia, opracowaliśmy listę wyposażenia pracowni przyrody, która może pomóc nauczycielom w przygotowywaniu lekcji i kompletowaniu wyposażenia potrzebnego do realizacji celów edukacji przyrodniczej. Wyposażenie i materiały umieszczone na tej liście podzielono na następujące grupy:

- przyrządy i urządzenia do obserwacji oraz preparaty biologiczne,
- przyrządy do pomiarów i wykonywania doświadczeń,
- sprzęt IT,
- sprzęt laboratoryjny i odczynniki chemiczne – materiały zużywalne,
- sprzęt ochronny,
- sprzęt techniczny i pomocniczy,
- globusy i mapy,
- modele, plansze,
- przewodniki i atlasy,
- drobne artykuły papierniczne, chemia domowa.

Proponowana lista wyposażenia pracowni przyrody powstała w wieloetapowym procesie, na który składało się pięć elementów:

1. Praca zespołu ekspertów powołanego przy CNK. W jego skład wchodził: czynni

zawodowo nauczyciele różnych specjalności (przyroda, geografia, biologia, fizyka, chemia) eksperci edukacji nieformalnej, naukowcy, popularyzatorzy nauki, metodycy. Proces pracy zespołu opisał dokładnie jeden z ekspertów – Janusz Fiett<sup>3</sup>:

*W wyniku dyskusji i pracy indywidualnej wypracowany został opis pożądanego modelu nauczania przyrody, uwzględniającego aktywizację uczniów i wykorzystanie metody badawczej. W oparciu o ten model powstały przykładowe opisy działań (doświadczenia, eksperymenty) i scenariusze lekcji, mające stanowić wzorzec lub inspirację dla nauczycieli. Ostatnim elementem było utworzenie listy proponowanego wyposażenia pracowni przyrody, umożliwiającego pracę w zgodzie z opisanym modelem, oraz realizację działań zaproponowanych przez autorów.*

*Podczas dyskusji dotyczących wyposażenia pracowni przyrody zespół ekspertów określił trzy zasadnicze kategorie jego składników. Do pierwszej z nich należy stosunkowo kosztowna, wyspecjalizowana aparatura (np. teleskopy, mikroskopy, elektroniczne urządzenia pomiarowe, precyzyjne wagi). Druga kategoria to sprzęt laboratoryjny, proste urządzenia pomiarowe, materiały i odczynniki chemiczne. Do trzeciej kategorii należą produkty, które nauczyciel lub uczniowie mogą pozyskać samodzielnie, nie ponosząc praktycznie żadnych kosztów (np. opakowania jednorazowe, artykuły spożywcze, produkty chemii domowej).*

*Eksperci zwrócili również uwagę na konieczność zapewnienia równowagi dotyczącej udziału elementów należących do tych trzech kategorii. W zgodnej opinii kreatywny i chętny nauczyciel jest w stanie zafascynować uczniów eksperymentami prowadzonym przy użyciu zaledwie słomki, gumki i butelki plastikowej. Takie eksperymenty niewątpliwie przyczyniają się do rozwijania kreatywności i zaradności*

<sup>3</sup>Janusz Fiett, Propozycje realizacji wyposażenia pracowni przyrody na skalę ogólnokrajową CNK, 2014 (maszynopis)

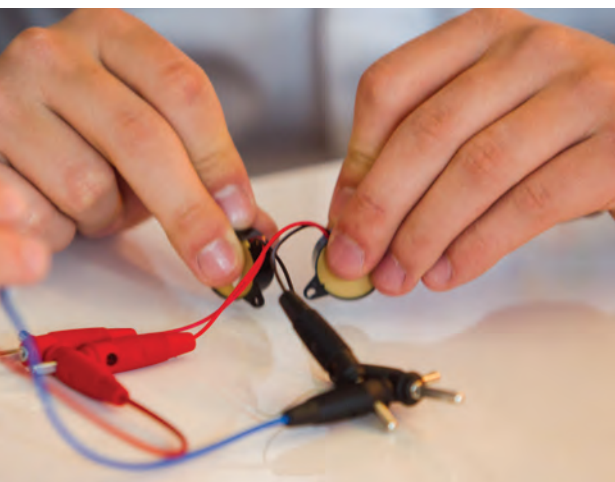
uczniów, a prowadzący je nauczyciele zasługują na uznanie.

Nie ma jednak wątpliwości, że praktyka, w której nauczyciel z uczniami ograniczają się wyłącznie do samodzielnego tworzenia pomocy dydaktycznych, nie jest właściwa. Po pierwsze nie wszyscy nauczyciele są obdarzeni wymienionymi wcześniej przymiotami, po drugie takie podejście ograniczałoby w znacznym stopniu zakres możliwych do przeprowadzenia obserwacji, pomiarów i eksperymentów. Ponadto uczniowie w szkole powinni mieć możliwość poznania i używania nowoczesnych sprzętów i technologii, gdyż podkreśla to, że proces uczenia jest częścią współczesnego świata, a nie pozostającym w odezwaniu anachronizmem. Zwracają na to uwagę sami uczniowie i rodzice. Nowoczesna szkoła ma za zadanie przygotować młodych ludzi do stosowania takich narzędzi w życiu codziennym, a także w trakcie przyszłej kariery zawodowej.

Rola składników wyposażenia należących do kategorii drugiej wynika przede wszystkim z ich przystępności. Dzięki temu możliwy jest zakup elementów bardzo różnorodnych, pozwalających na podjęcie różnorodnych działań laboratoryjnych i terenowych. Ponadto te właśnie pomoce najczęściej trafiają do rąk uczniów umożliwiając im samodzielną pracę. Można bowiem wyobrazić sobie zakup takiej liczby lup, kompasów czy probówek, by zapewnić je każdemu lub przynajmniej każdej parze uczniów uczestniczących w zajęciach.

Pomoce z pierwszej kategorii spełniają kilka bardzo istotnych funkcji. Znacznie poszerzają możliwości nauczyciela i podnoszą skuteczność jego działań. Pozwalają na dokonywanie bardzo precyzyjnych pomiarów, obserwację obiektów mikroskopowych, rejestrację przebiegu eksperymentów itd. Po drugie dają uczniom możliwość używania sprzętu zbliżonego do tego, jakim posługują się naukowcy





w profesjonalnych laboratoriach. Można zakładać, że ma to dla uczniów duże znaczenie psychologiczne – buduje poczucie ich własnej wartości, wzmacnia autorytet nauczyciela, zwiększa zaufanie do szkoły i procesu nauczania. Siłą rzeczy wybór sprzętu określanego jako kosztowny wymaga wielkiej rozwagi. Przy jego zakupie istotne będzie poszukiwanie oferty możliwie korzystnej cenowo, jednak cena nie może zbyt rzutować na jego jakość, funkcjonalność i trwałość.

Drugi aspekt wyboru kosztownego sprzętu dotyczy kompetencji i zainteresowań konkretnego nauczyciela przyrody. Choć byłoby to bardzo pożądane, jeszcze długo nauczyciele nie będą czuli się równie swobodnie w eksperymentach, pomiarach i obserwacjach dotyczących każdej z dziedzin nauk przyrodniczych. Realizacja podstawy programowej pozwala na bardzo dużą indywidualizację tego procesu. Wydaje się, że nic nie stoi na przeszkodzie, by nauczyciel częściej aktywizował uczniów w ramach tej dyscypliny, która jest mu najbliższa. Jeśli tylko robi to świadomie, poprawnie i w sposób atrakcyjny dla uczniów, jego działanie zapewni realizację wszystkich zakładanych celów dotyczących ogólnego rozwoju ich kompetencji. Wynika z tego, że nauczyciele powinni mieć decydujący wpływ na wybór rodzaju kosztownego sprzętu mającego się znaleźć w ich pracowni tak, by stopień jego wykorzystania i płynące z niego korzyści były jak największe. Pracownia musi oczywiście zachować charakter interdyscyplinarny, jednak nie powinien budzić protestu jej indywidualny rys związany z osobą nauczyciela przyrody.

2. Praca konsultantów technicznych, którzy testowali wybrane urządzenia i pomoce pod kątem bezpieczeństwa użytkowania, trwałości i niezawodności, odporności na trudne warunki eksploatacji i użyteczności w przypadku korzystania przez uczniów klas IV–VI szkoły podstawowej.
3. Testowanie większości autorskich pro-



pozycji doświadczeń i eksperymentów zamieszczonych w części IV pt. „Eksperymentuj” pod kątem funkcjonalności zastosowanego sprzętu oraz wykonalności działań w warunkach szkolnych (zarówno w klasie, jak i w terenie). Na podstawie szczegółowych raportów z testowania zawierających opis użytych materiałów i urządzeń, czas wykonywanych czynności i propozycje zmian eksperci zmodyfikowali pierwotną listę wyposażenia oraz opis działań.

4. Pilotaż przeprowadzony w wybranych szkołach w Polsce. Zaprosiliśmy do współpracy bardzo różnorodne szkoły od małych (90 uczniów) do dużych (ok. 500 uczniów), zlokalizowane w małych miejscowościach i w dużych miastach. Większość wybranych szkół otrzymała częściowe wyposażenie pracowni przyrody oraz listę eksperymentów, które można wykonać w czasie lekcji przy użyciu przestanego sprzętu. Kilka szkół otrzymało jedynie opis eksperymentów bez wytypowanego wyposażenia. We współpracy z nauczycielami tych szkół możliwe było dokonanie zarówno oceny przydatności poszczególnych elementów wyposażenia, jak też trafności proponowanych działań. Na podstawie szczegółowej oceny dostarczonego wyposażenia i propozycji działań z zastosowaniem metody badawczej ponownie zmodyfikowano listę wyposażenia.

W czasie pilotażu pracownicy CNK odwiedzili szkoły i spotkali się z nauczycielami i dyrekcją. Mogli poznać warunki lokalowe poszczególnych szkół, w tym aktualne przystosowanie sal lekcyjnych do edukacji przyrodniczej. W tym czasie wykonano również badania i ewaluacje proponowanego sprzętu oraz wybranych działań.

Część nauczycieli zauważyła, jak zmieniła się jakość prowadzonych lekcji z aktywnym udziałem uczniów, którzy samodzielnie wykonywali zaplanowane eksperymenty. Okazało się, że nadmierna obawa o chaos i ba-

łagan jest nieuzasadniona. Właśnie podczas takich zajęć uczniowie stają się odpowiedzialni za prowadzone działania, pomagają sobie wzajemnie i są zainteresowani tematem. Nauczyciel staje się partnerem, moderatorem i pomocnikiem. Ogromna potrzeba nauczycieli „domykania” lekcji powoduje, że często wyręczają uczniów – dyktują notatki dotyczące obserwacji i wniosków. Okazało się również, że można rozłożyć proces badawczy na dwie lub trzy jednostki lekcyjne, tak aby uczniowie samodzielnie wykonali podsumowanie i prezentację wyników.

5. Rozeznanie rynku pod kątem dostępności proponowanych urządzeń i materiałów oraz ich cen detalicznych. W trakcie opracowywania listy wyposażenia konsultanci techniczni dokładnie weryfikowali urządzenia i pomoce pod względem parametrów technicznych, dostępności na polskim rynku oraz cen.

## Wyposażenie pracowni przyrody

Wyniki przeprowadzonego pilotażu przyczyniły się do sformułowania kilku głównych rekomendacji dotyczących wyposażenia w sprzęt i urządzenia.

Za szczególnie ważne i przydatne zostały uznane pomoce, które:

- są drogie i na które szkoły często nie mają pieniędzy (zwłaszcza mikroskopy, lodówka);
- są często używane i bez których dzieciom trudno zrozumieć dane zagadnienie (np. mapy, globusy fizyczne i indukcyjne);
- są trudne do zastąpienia – chodzi tutaj głównie o urządzenia pomiarowe (np.: miernik uniwersalny, elektrometr z prętami do elektrostatyki, waga, taśmy miernicze, lupy, kompas) oraz sprzęt pomocniczy w postaci np. kuwet i mat sorpcyjnych utwierdzających pracę z zastosowaniem różnych cieczy i substancji brudzących.

Analizując obecny stan wyposażenia szkół w pomoce naukowe i materiały, można zaryzykować stwierdzenie, że jest on słaby lub bardzo słaby. Najczęściej są to pojedyncze sztuki (najwyżej 3–4) takich urządzeń, jak mikroskopy, wagi, globusy itd., co praktycznie uniemożliwia realizację celów edukacji przyrodniczej, w tym samodzielne wykonywanie pomiarów i przeprowadzanie eksperymentów. W takich warunkach demonstracji omawianego zjawiska oraz lepszemu zapamiętaniu pojęć może służyć co najwyżej pokaz przeprowadzony przez nauczyciela.

**Dlatego za najważniejsze dla wyposażenia szkolnej pracowni przyrody jest zapewnienie odpowiedniej liczby urządzeń i materiałów, które umożliwią samodzielną pracę uczniów** – indywidualną lub w zespołach od 2 do maksymalnie 4 osób. Zajęcia mają wtedy inne tempo, a uczniowie są bardziej zaangażowani w ich przebieg niż podczas pracy całą klasą. Nauczyciel staje się wtedy głównie organizatorem procesu uczenia i służy pomocą, większą odpowiedzialność za proces przejmują uczniowie. Przy jednym egzemplarzu danego sprzętu możliwy jest jedynie pokaz. Dlatego biorąc pod uwagę nadrzędne cele edukacyjne i zdobywanie kompetencji, ważniejsza wydaje się odpowiednia liczba egzemplarzy danego sprzętu od różnorodności posiadanych materiałów i urządzeń.

Na przykład sprzęt laboratoryjny i pomiarowy może być wykorzystany w ok. 50 doświadczeniach zaś sprzęt służący do obserwacji (mikroskopy, lupy w liczbie 15 na klasę) można wykorzystać w ok. 15 opracowanych działaniach.

Należy oczywiście pamiętać, że opracowana w ramach niniejszego projektu lista wyposażenia jest jedynie propozycją, na którą należy spojrzeć z punktu widzenia lokalnych uwarunkowań i potrzeb funkcjonowania szkoły. Może stać się punktem odniesienia w diagnozie i ocenie aktualnego posiadanego wyposażenia. Szkoła powinna mieć możliwość wyboru sprzętu, który będzie uzupełniał jej pracownię, by uniknąć dublowania się urządzeń i materiałów.

Narzucenie szkołom identycznego zestawu wyposażenia byłoby oczywistym błędem.

Niezwykle istotnym aspektem dotyczącym sprzętu jest stworzenie (opracowanie) specyfikacji technicznej poszczególnych urządzeń wraz z wymaganą instrukcją w języku polskim. Nauczyciele nie mają odpowiedniej wiedzy w tym zakresie i bardzo często mają negatywne doświadczenia związane z zakupem pomocy dostępnych na rynku. Wreszcie należy zapewnić środki finansowe na materiały zużywalne, serwis urządzeń oraz uzupełnianie zużytego sprzętu. Takie elementy jak szkło laboratoryjne, odczynniki chemiczne, sprzęt pomocniczy czy ochronny wymagają uzupełniania, co trzeba uwzględnić podczas planowania wydatków (ta kwestia bardzo często jest zapomniana, co uniemożliwia korzystanie z pracowni).

Kolejnym ważnym, a niedocenianym elementem wyposażenia jest sprzęt pomocniczy i techniczny, np. kuwety, maty sorpcyjne, łopatki, pojemniki, kubeczki, przedłużacze itd. Zapewnienie pracowni tego rodzaju narzędzi bardzo ułatwia pracę nauczycielowi. Wreszcie przy planowaniu zakupu pomocy i urządzeń należy uwzględnić czas, jaki potrzebują nauczyciele na rozlokowanie sprzętu, zapoznanie się z jego możliwościami i przygotowanie się do jego obsługi.





### Podstawowa infrastruktura pracowni (sali) przyrody

Wizyty w szkołach pilotażowych pokazały, jak różnorodny jest krajobraz polskiej szkoły: od nowoczesnych budynków, gdzie znajdują się przestrzenne pracownie przyrody z zapleczeniami, poprzez podniszczone budynki szkół „tysiąclatek”, gdzie dawne pracownie geograficzne, biologiczne, fizyczne i chemiczne zostały przekształcone w zwykłe sale lekcyjne bez stworzenia nowych pracowni przyrody, aż po małe wiejskie szkoły, które nie mają warunków na stworzenie takich pracowni.

1. Idealnym rozwiązaniem jest posiadanie przez szkołę dedykowanej sali na pracownię przyrody razem z zapleczem. Zaplecze z wygodnymi, w części przeszklonymi szafami zapewnia ergonomiczne i widoczne rozłożenie sprzętu. Sprawia, że sprzęt jest bezpieczny, a w razie potrzeby można szybko z niego korzystać. Uczniowie po zapoznaniu się z wyposażeniem mogą sami przygotowywać odpowiednie pomoce i materiały na lekcje. Jest to element wychowawczy oraz praktyczna nauka organizacji własnego stanowiska pracy. W przypadku
2. Są sale, w których umieszczenie odpowiednich mebli jest dość trudne (np. z powodu zbyt małej powierzchni). Wtedy możliwym rozwiązaniem staje się stworzenie mobilnej pracowni, czyli taka organizacja sprzętu, która umożliwi jego efektywne wykorzystanie w różnych salach. W takim przypadku przydatne będą szafki na kółkach, które umożliwią łatwą dystrybucję sprzętu do sali, w której nauczyciel aktualnie ma lekcje. Takie rozwiązanie może być również ułatwieniem dla szkół (głównie dużych),



w których istnieje pracownia, ale pracuje w niej więcej niż jeden nauczyciel przyrody i nie zawsze możliwe jest zorganizowanie lekcji przyrody tak, by odbywały się one dla różnych klas w różnym czasie. Przydatne może być zgromadzenie sprzętu wg. tematów doświadczeń (np. elektrostatyka, elektryczność, pogoda) w dużych, łatwych do przenoszenia, pojemnikach/pudełkach plastikowych o pojemnościach 15 l/30 l z przykrywą i rączką. Pracowania w wersji mobilnej (szafki lub pudełka) wymaga oczywiście miejsca do przechowania, w czasie gdy sprzęt nie jest używany.

Warto w tym miejscu wspomnieć o możliwości stworzenia kącika przyrodniczego. Jest to dla uczniów bardzo ważna część pracowni przyrody, gdzie mogą gromadzić obiekty przyrody żywej i nieożywionej. Uczniowie mogą tam prowadzić stałe i okresowe hodowle roślin doniczkowych oraz roślin i zwierząt akwarystycznych. Opieka nad kącikiem przyrodniczym i pielęgnacją organizmów uczy odpowiedzialności i wrażliwości na świat przyrody. Umożliwia też procesy poznawcze, takie jak obserwacje, porównywanie, oraz pomaga rozwijać umiejętności estetyczne i manualne.

**Funkcjonalna pracownia przyrody powinna być wyposażona w następujące elementy stałe:**

1. duży zlew z ruchomą baterią – umożliwiającą wygodny dostęp do wody (np. nalanie wody do czajnika, umycie większego naczynia);
2. minimum dwie (optymalnie cztery) małe umywalki umożliwiające mycie rąk oraz sprzętu po wykonaniu doświadczeń;
3. suszarka do suszenia sprzętu zawieszona nad zlewem;
4. kilka (ok. 6) gniazd elektrycznych w kilku miejscach sali, optymalnie po dwóch stronach,
5. mobilne ławki uczniowskie na kółkach umożliwiające dowolne podziały na grupy uczniowskie.

Organizacja przestrzeni w dowolny sposób przez nauczycieli i uczniów powinna

sprzyjać efektywnej pracy i nauce. Tradycyjne i powszechne ustawienie ławek w rzędy ogranicza swobodę uczniom i utrudnia pracę w grupach;

6. blaty stołów odporne na zabrudzenia i wodę;
7. mobilne szafki na kółkach do transportu sprzętu (w przypadku braku dedykowanej sali lub dużej szkoły i kilku nauczycieli przyrody);
8. przeszklone i zamykane szafy do przechowywania sprzętu – w sali lub na zapleczu;
9. kosz lub stojak na mapy i plansze;
10. stojaki do zawieszania map i plansz;
11. rolety okienne umożliwiające skuteczne zaciemnienie sali;
12. biała tablica suchościeralna (petnięca również rolę ekranu);
13. kącik przyrodniczy – stanowiska (niskie regały) na rośliny, akwaria, zbiory.



### **W przypadku sali z zapleczem dodatkowo można wziąć pod uwagę:**

14. stół laboratoryjny z odpowiednim blatem (np. laminat ciśnieniowy lub fenolowy, konglomerat kwarcowo-granitowy odporny na wysokie temperatury i środki chemiczne);
15. zlew z ciepłą wodą;
16. suszarka do suszenia sprzętu zawieszona nad zlewem.

W nowej perspektywie finansowej na lata 2014–2020 jednym z celów wspierania edukacji w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS) jest tworzenie warunków do rozwoju nowoczesnych metod uczenia się dostosowanego do wyzwań gospodarki opartej na wiedzy poprzez opracowanie i wdrożenie rozwiązań wspierających wykorzystywanie nowoczesnych technologii w nauczaniu wszystkich przedmiotów, w tym rozwijanie oferty publicznych elektronicznych zasobów edukacyjnych.

Wytyczne i priorytety Ministerstwa Edukacji Narodowej dla regionów w zakresie cyfryzacji edukacji wyznaczają jako cel główny stworzenie warunków dla nowoczesnego nauczania, w tym zapewnienie odpowiedniej infrastruktury sieciowo-usługowej, kablowej i bezprzewodowej na terenie szkoły zgodnie z najnowszymi standardami. Ministerstwo wskazuje także jako priorytet rozwijanie kompetencji uczniów i nauczycieli w zakresie stosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) w procesie edukacyjnym. Dokumenty opracowane przez MEN zawierają szczegóły dotyczące pomocy dydaktycznych w tym zakresie. Warto zaznaczyć, że główną wytyczną dotyczącą stosowania technologii informatycznych jest to, by na pierwszym planie w procesie edukacyjnym zawsze ustawić ucznia, pozostawiając technologii służebną rolę. Tak więc technologie i sprzęt IT nie mogą w żaden sposób zastąpić rzeczywistego eksperymentowania i poznawania świata przyrody.

### **Rekomendowane min. wyposażenie IT<sup>3</sup>:**

1. Dostęp do szerokopasmowego Internetu w komputerze nauczyciela i urządzeniach uczniów bez względu na ich liczbę w klasie;
  2. Komputer dedykowany dla nauczyciela z odpowiednim oprogramowaniem edukacyjnym, będący stałym wyposażeniem sali lekcyjnej (najlepiej przenośny);
  3. Głośniki stereofoniczne zawieszane na stałe na ścianie projekcyjnej połączone z komputerem nauczycielskim;
  4. Projektor zamontowany na stałe, połączony z komputerem nauczyciela, o odpowiedniej dla danej sali jasności;
  5. Jeden wyłącznik do wszystkich urządzeń elektrycznych (listwa filtrująca z wolnym gniazdem) przy biurku nauczyciela;
  6. Ekran projekcyjny (może być biała tablica suchościeralna) zamontowany na stałe.
- Plan minimum w sali możemy rozbudować funkcjonalnie o:
1. Komputery przenośne (2–3) podłączone do Internetu, z łatwym dostępem do wyszukiwania informacji;
  2. Rzutnik krótkoogniskowy zamontowany na stałe, zwiększający wydatnie jasność obrazu i komfort pracy;
  3. System bezprzewodowej transmisji obrazu wyświetlanego na ekranach urządzeń podłączonych przez wi-fi.

Należy podkreślić, że zastosowanie TIK mają służyć przede wszystkim do: wyszukiwania informacji, rejestracji i opracowywania wyników, prezentacji wyników, dokumentacji zdjęć, zastąpienia wielu plansz i modeli, które są bardzo kosztowne.

Jednocześnie warto pamiętać, że w trakcie lekcji można wykorzystywać coraz powszechniejsze wielofunkcyjne urządzenia należące do uczniów (jak tablety i smartfony), za pomocą których mogą oni wykonywać notatki i zdjęcia dokumentujące eksperyment. W wielu działaniach pomocne może być korzystanie z darmowych aplikacji typu Google Maps, Google Earth, ale należy pamiętać o konieczności ich aktualizacji.

<sup>3</sup>Marcin Polak, Edunews.pl, „Optymalne wyposażenie klasy w technologii edukacyjne”, <http://www.edunews.pl/edytoriale/3027-optimalne-wyposazenie-klasy-w-technologie-edukacyjne>, 2015.



## **CZĘŚĆ B – REKOMENDACJE DOTYCZĄCE ROZWOJU I DOSKONALENIA KOMPETENCJI NAUCZYCIELI PRZYRODY**

Kluczowe dla doskonalenia umiejętności nauczycieli przyrody jest stworzenie spójnego, długofalowego i trwałego systemu wspierania nauczycieli z udziałem:

1. Ośrodków akademickich, zakładów dydaktyki przedmiotów przyrodniczych. Istotna jest weryfikacja programów zajęć studiów podyplomowych przygotowujących nauczycieli przyrody, ze szczególnym uwzględnieniem interdyscyplinarności przedmiotu oraz praktycznej umiejętności stosowania metody badawczej w dydaktyce. Istnieje potrzeba otwierania przez uczelnie kierunków kształcących nauczycieli wyspecjalizowanych w nauczaniu przyrody, dla których metody aktywne będą podstawową formą pracy.
2. Ośrodków doskonalenia nauczycieli. Udział doradców metodycznych jest

kluczowy: w procesie upowszechniania metody badawczej wśród nauczycieli, w tworzeniu i sieciowaniu lokalnych środowisk nauczycieli przyrody, w stwarzaniu warunków współpracy nauczycieli z naukowcami i specjalistami edukacji pozaformalnej, w dzieleniu się doświadczeniem i dobrymi praktykami. Doskonalenie i rozwój kompetencji w zakresie nowoczesnych metod aktywizujących uczniów dotyczy również doradców metodycznych.

3. Edukacyjnych organizacji pozarządowych, stowarzyszeń i innych instytucji (m.in. centra nauki, muzea, parki tematyczne, ogrody botaniczne). Ważną częścią programów wielu instytucji edukacji pozasystemowej są działania skierowane bezpośrednio do nauczycieli w postaci warsztatów, wykładów, debat i spotkań z naukowcami. Te ośrodki dysponują odpowiednią infrastrukturą oraz pracownikami mającymi kompetencje i umiejętności w zakresie edukacji dorosłych.
4. Instytutów badawczych, akademickich jednostek badawczych uniwersytetów, wyższych uczelni pedagogicznych, ośrodków edukacji nieformalnej w celu integracji kierunków i upowszechniania wyników badań edukacji w Polsce. To pozwoli na lepsze określenie obszarów rozwoju kompetencji nauczycieli.

W tym miejscu warto podkreślić, że dla uczniów i nauczycieli jest dostępna bogata oferta różnych działań w zakresie nauk przyrodniczych – bądź w formie gotowych dedykowanych działań dla szkół bądź potencjału ciekawych instytucji i interesujących przyrodniczo miejsc. Nauczyciel może je wykorzystać do realizacji celów i treści podstawy programowej, jednocześnie angażując uczniów w proces twórczy i budując ich pozytywne nastawienie do nauki. Udział w takich zajęciach staje się elementem pełnowartościowego procesu edukacji, a rolą nauczyciela w takiej relacji powinno być zadbanie o wiarygodność przekazu źródeł nieformalnych oraz integracja i systematyzowanie wiedzy zdobywanej przez ucznia z różnych źródeł.

## Sposoby działania

1. Warsztaty. Doskonalenie i rozwój kompetencji nauczycieli to proces długofalowy, stały, rozłożony w czasie (np. półrocza lub roku) w postaci cyklu zajęć obejmujących kilka obszarów tematycznych. Jednorazowe kilkugodzinowe zajęcia organizowane w ośrodkach doskonalenia są zwykle zbyt powierzchowne i wielowątkowe. Często mają charakter wykładu i odpowiadają tylko w części na potrzeby nauczycieli, nie powodując trwałej zmiany w metodach uczenia. Konieczne są szkolenia prowadzone metodami aktywizującymi, gdzie nauczyciel sam będzie uczestnikiem procesu badawczego i w ramach których będzie mógł wykorzystywać profesjonalny sprzęt laboratoryjny. Jest to możliwe także dzięki współpracy ze środowiskiem akademickim (uniwersytety, politechniki), które może stworzyć nauczycielom warunki do korzystania z dobrze wyposażonych laboratoriów i pracowni.
2. Szkoły ćwiczeń jako miejsce współpracy nauczycieli m.in. z naukowcami, wymiany doświadczeń i dobrych praktyk.
3. Zespoły nauczycielskie w szkołach oraz międzyszkolne sieci współpracy grup nauczycieli w celu inspirowania zespołów pedagogicznych do stosowania metodologii Action Research, budowanie ich przekonań dotyczących aktywizujących sposobów kształcenia przyrodniczego oraz upowszechniania dobrych wzorów, uczenie się od siebie, wzajemne hospitacje, wykorzystanie metod e-learningowych oraz platform edukacyjnych.

## Główne obszary tematyczne szkoleń i warsztatów dla nauczycieli przyrody

### 1. Metoda badawcza

- a. Znajomość, rozumienie poszczególnych elementów metody badawczej oraz specyfiki i znaczenia eksperymentów i doświadczeń.
- b. Wykorzystanie metody badawczej na lekcjach przyrody jako pełnowartościowej metody uczenia, w tym doskonalenie umiejętności formułowania



- i stawiania pytań badawczych, hipotez, wniosków, podsumowania procesu badawczego.
- c. Doskonalenie umiejętności planowania i organizacji lekcji w klasie oraz w terenie, w tym zarządzania czasem, organizacji pracy uczniów, adekwatne motywowanie i dyscyplinowanie uczniów w trakcie procesu badawczego.
- d. Rozumienie znaczenia oceny oraz informacji zwrotnej kierowanej do uczniów i rodziców w procesie uczenia, rozwój umiejętności stosowania oceniania kształtującego lub jego elementów jako uzupełnienia tradycyjnych metod oceny. Praktyczna umiejętność oceny pracy grupowej.

### 2. Cele ogólne podstawy programowej i programy nauczania

- a. Znajomość i rozumienie celów ogólnych podstawy programowej i zastosowanie metody badawczej do ich realizacji.
- b. Znajomość i rozumienie treści szczegółowych przedmiotu przyroda – do-



- skonalenie umiejętności interdyscyplinarnego podejścia do zagadnień i pojęć w edukacji przyrodniczej, wprowadzanie nowych treści i pojęć, istotne elementy edukacji przyrodniczej z uwzględnieniem III i IV etapu edukacji.
- c. Rozumienie właściwej roli programów nauczania, podręczników i materiałów pomocniczych w edukacji przyrodniczej jako narzędzi, a nie jako niepodważalnych wytycznych ograniczających czy wykluczających wybór treści i metod uczenia.
  - d. Rozwój umiejętności tworzenia autorskich programów nauczania i pomocy dydaktycznych.

### 3. Nowoczesna pedagogika i psychologia rozwojowa dzieci

- a. Znajomość i rozumienie nowoczesnej pedagogiki (elementy konstruktywizmu, kognitywistyki, metody IBSE (Inquiry Based Science Education), znaczenie samodzielnego konstruowania wiedzy, odpowiedzialności i samodzielnego uczenia się przez ucznia.
- b. Doskonalenie umiejętności stosowania w codziennej praktyce szkolnej elementów nowoczesnej pedagogiki,

w szczególności metod angażujących uczniów, zwłaszcza takich, które zwiększają samodzielność uczenia się podczas lekcji przyrody.

- c. Znajomość psychologii rozwojowej i podstaw pedagogiki dzieci młodszych oraz doskonalenie umiejętności pracy z najmłodszymi uczniami po przejściu z edukacji wczesnoszkolnej do II etapu edukacji.

### CZĘŚĆ C – REKOMENDACJE DOTYCZĄCE ORGANIZACJI PRACY SZKOŁY I WSPÓŁPRACY RÓŻNYCH ŚRODOWISK

Jednym z ważnych elementów wpływających na zmianę metod pracy nauczyciela z uczniami jest jego środowisko, do którego należą m.in. inni nauczyciele, dyrektor szkoły, władze samorządowe i rodzice. Warto, aby wszystkie wymienione grupy rozumiały cele i wartości edukacji przyrodniczej. Wspólne działania wspiera i zwiększa motywację oraz zaangażowanie nauczyciela i ucznia. Mogą temu służyć działania dyrektora w obszarze organizacji pracy szkoły, współpracy z rodzicami, współpracy z władzami lokalnymi.



## 1. Organizacja pracy w szkole

- a. Tworzenie warunków do współpracy nauczycieli przyrody oraz nauczycieli innych przedmiotów powiązanych, np. matematyki, informatyki, techniki, czy plastyki.
- b. Wsparcie merytoryczne nauczycieli ze strony dyrektorów – systematyczne informacje zwrotne i ocena jakości pracy uwzględniająca stosowanie metody badawczej.
- c. Odpowiednie planowanie lekcji przyrody w dużej szkole (kilkanaście klas) z możliwością korzystania z pracowni przyrody przez wszystkich nauczycieli przyrody.
- d. Uwzględnienie w planach zajęć możliwości blokowania lekcji przyrody (po 2 godziny lekcyjne), co może ułatwić organizację i prowadzenie lekcji metodą badawczą.
- e. Wsparcie i zrozumienie ze strony dyrektora znaczenia organizacji lekcji terenowych, wycieczek przyrodniczych, edukacji w ośrodkach naukowo-badawczych i centrach nauki. Środowisko uczenia nie ogranicza się bowiem do klasy szkolnej, w szczególności gdy dotyczy przyrody. Zajęcia w lesie, na łące, parku czy przy zbiornikach wodnych umożliwia bezpośredni kontakt z przyrodą i jej obserwację. Poznawanie świata przyrody ma wtedy zupełnie inną jakość – nie zastąpi tego najlepszy podręcznik i zeszyt ćwiczeń. Ponadto uczestnictwo w zajęciach prowadzonych przez naukowców, popularyzatorów nauki bardzo wzbogacają proces uczenia, są cenne i wartościowe zarówno dla uczniów jak i nauczyciela. Kontakt i rozmowa z innymi edukatorami to również element uczenia się. Ważne jest określenie celów takich zajęć oraz właściwie ich podsumowanie. Znaczenie ma także nazewnictwo takich zajęć: należy unikać określania ich mianem wycieczki – są to lekcje w terenie.

## 2. Współpraca z rodzicami

- a. Upowszechnianie wiedzy na temat celów i korzyści pracy metodą badawczą podczas spotkań z rodzicami (dyrektor, wychowawcy, nauczyciele przyrody). Zwrócenie uwagi, w jaki sposób młodzi ludzie nabywają takich umiejętności, jak: samodzielność w działaniu i myśleniu, współpraca w grupie na rzecz poszukiwania rozwiązań problemów, odwaga, weryfikacja wiedzy. Wykazanie, jak zwiększa się motywacja do działania i uczenia się, osobiste zaangażowanie się w proces uczenia.
- b. Umiejętne włączanie rodziców do wspólnych działań, np. festiwale nauki, pikniki naukowe, projekty edukacyjne.

## 3. Współpraca z samorządem lokalnym

- a. Wsparcie merytoryczne szkół w pozyskiwaniu środków finansowych na wyposażenie szkolnych pracowni przyrody oraz środków na uzupełnianie zużytych materiałów i sprzętów, aby zapewnić stały i trwały proces edukacji przyrodniczej.
- b. Pomoc w pozyskiwaniu sprzętu i wyposażenia z wykorzystaniem różnych źródeł finansowania m.in. od sponsorów i firm posiadających własne laboratoria i instytuty badawcze.

## 4. Współpraca z ośrodkami edukacji pozaformalnej

- a. Wykorzystanie propozycji zajęć i programów edukacyjnych centrów nauki, muzeów, parków narodowych oraz organizacji pozarządowych przez nauczycieli i uczniów.
- b. Budowanie środowiska współpracy szkół z wymienionymi placówkami poprzez udział nauczycieli i uczniów w realizacji wspólnych projektów i działań, tworzeniu partnerstw i sieci współpracy.

**Monika Jędrzejewska, z-ca Kierownika  
Działu Edukacji Centrum Nauki Kopernik**



# Lista wyposażenia

**Uwaga!** Specyfikacja techniczna rekomendowanego wyposażenia jest tylko jego ogólną charakterystyką. W przypadku wykorzystania zapisów rekomendacji (specyfikacji technicznej) w procedurze przetargowej należy opisy sprzętu i wyposażenia (specyfikacji istotnych warunków zamówienia – szczegółowy opis przedmiotu zamówienia) dostosować do wymogów ustawy Prawo Zamówień Publicznych (Dz. U. z 2013 r. poz. 907 ze zm.).

Nazwa	Rekomendowana liczba sztuk na klasę (28–30 osób)	Specyfikacja techniczna
<b>Przyrządy i urządzenia do obserwacji</b>		
1	Lupa	15 szt.
Lupa o średnicy min. 55 mm i powiększeniu min. 2,5x, z dwoma dodatkowymi, mniejszymi soczewkami o powiększeniu min. 25 x oraz min. 55x. Podświetlenie LED: światło białe i ultrafioletowe. Zasilanie bateryjne.		
<b>lub</b>		
1	Lupa	15 szt.
Lupa o średnicy min. 90 mm i powiększeniu min. 2,5x, z trzema dodatkowymi, mniejszymi soczewkami o powiększeniu min. 4,5x, 25x oraz 55x. Podświetlenie LED: światło białe i ultrafioletowe. Zasilanie bateryjne.		
2	Pudełko do obserwacji okazów (z 2 lupami)	30 szt.
Przezroczysty pojemnik z tworzywa sztucznego w kształcie walca, w którego pokrywkę (zdejmowana) wbudowane są 2 lupy (jedna uchylna na zawiasie), dające powiększenie min. 2x. W pokrywce znajdują się otwory wentylacyjne. Na dnie pudełka siatka do szacowania i porównywania wielkości okazów. Przybliżone wymiary: wysokość od 6,5 cm do 8 cm, średnica od 6,5 cm do 8 cm. Umożliwia bezpieczne i humanitarne obserwacje bezkręgowców, a następnie wypuszczanie ich do ich naturalnego środowiska życia.		

lub			
2	Pudełko do obserwacji okazów (z 3 lupami)	30 szt.	Przezroczysty pojemnik z tworzywa sztucznego w kształcie walca, w którego pokrywkę (zdejmowaną) wbudowane są 2 lupy (jedna uchylna na zawiasie), dające powiększenie min. 2x. W pokrywce znajdują się otwory wentylacyjne.
			Dodatkowym elementem jest przestrzeń pod pudełkiem głównym z odchylaną lupą boczną oraz umieszczonym ukośnie lustrem – umożliwia to oglądanie okazu z boku oraz od dołu. W dnie pudełka głównego znajduje się miarka z podziałką w cm i mm (zamiast siatki) do określania wielkości okazu. Przybliżone wymiary: wysokość od 6,5 cm do 8 cm, średnica od 6,5 cm do 8 cm. Umożliwia bezpieczne i humanitarne obserwacje bezkręgowców, a następnie wypuszczanie ich do ich naturalnego środowiska życia.
lub			
2	Zestaw pudełek do obserwacji okazów	5 szt.	W zestawie min 6 pudełek. Pudełka z przezroczystego plastiku, w pokrywkę każdego wbudowana jest lupa. W dna pudełek wtopione są siatki do szacowania wielkości okazów. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: pojemnik na pudełka – minimalne wymiary pojemnika: 17 x 12 cm (wielkość pojemnika uzależniona od wielkości pudełek do obserwacji). Umożliwia bezpieczne i humanitarne obserwacje bezkręgowców, a następnie wypuszczanie z powrotem do ich naturalnego środowiska życia.
3	Lornetka	15 szt.	Budowa dachoprismatyczna, kolorowe soczewki, pryzmaty ze szkła optycznego klasy min. BK7, średnica obiektywów 25 mm, powiększenie min. 10 razy, masa max. 170 gram, w zestawie pasek do lornetki i pokrowiec.

4	Teleskop	1 szt.	<p>Podstawowy teleskop soczewkowy, pozwalający na prowadzenie obserwacji wizualnych planet i Księżyca, a w dobrych warunkach może ukazać około 150-200, galaktyk i gromad gwiazdowych. Montaż azymutalny gwarantuje dobrą sztywność, umożliwiającą prowadzenie obserwacji przy dużych powiększeniach, a przy tym prostotę używania (lewo - prawo, góra - dół, czyli obrót w azymucie i wysokości), lekki, mocny aluminiowy statyw z półeczką o regulowanej wysokości. Dedykowany nauczycielom zainteresowanym prowadzeniem obserwacji w czasie zajęć dodatkowych, wycieczek edukacyjnych. W zależności od potrzeb, zakup urządzenia należy skonsultować w profesjonalnych firmach.</p>
5	Mikroskop – wersja zasilana z sieci i/lub z baterii	15 szt.	<p>Mikroskop optyczny o parametrach minimalnych: podwójny system oświetlenia z płynną regulacją jasności: światło przechodzące oraz odbite, oświetlenie diodowe LED, obiektywy achromatyczne 4x, 10x i 40x oraz okular szerokokopułowy WF10x, zakres powiększeń: od 40x do 400x, stolik krzyżowy z uchwytem preparatów oraz precyzyjnymi pokrętkami przesuwu w płaszczyźnie poziomej w osi X i Y, mechanizm przesuwu preparatu posiadający noniusz (specjalną podziałkę zwiększającą dokładność odczytu), sześciogniazdowe koło z kolorowymi filtrami, wbudowany moduł zasilania bateryjnego – możliwość pracy na bateriach bez konieczności podłączenia do sieci elektrycznej, opcjonalna kamera mikroskopowa o rozdzielczości 2 megapikseli.</p> <p>Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: przykładowe (min. 5) gotowe preparaty, narzędzia preparacyjne (szkietka przedmiotowa, szkietka nakrywkowa, plastikowe pudełko na preparaty, pęseta, pipeta, próbówka, patyczek preparacyjny, igła preparacyjna, papier do czyszczenia optyki, przylepne etykiety do opisywania preparatów, przeciwkwrzowy pokrowiec na mikroskop, zasilacz sieciowy.</p>

6	Mikroskop z kamerą USB	1 szt.	<p>Mikroskop z kamerą USB. Mikroskop o parametrach minimalnych: powiększenie: 20x–1280x, okulary: 5x, 16x, średnica okularów: 19,5 mm, średnica tubusu: 23 mm, obiektywy: achromatyczne, 4x, 10x, 40x, powiększenie tubusu 1,0x–2,0x, oświetlenie LED, kamera VGA (640x480 pikseli) z kablem USB, oprogramowanie sterujące na płycie CD (z zachowaniem praw autorskich do rzeczowego oprogramowania), oprogramowanie umożliwia prace z dowolnym systemem operacyjnym np. Windows XP / Vista / 7 / 8, stolik krzyżowy ze skalą milimetrową, oświetlenie górne i dolne z regulacją natężenia, filtry podstolkowe barwne kontrastowe (koło filtrowe – kolory standardowe), zasilanie bateryjne 3 x AA (1,5), 4,5 V łącznie (co najmniej 72 godziny pracy ciągłej z pełnym oświetleniem).</p> <p>Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: przykładowe (min. 5) gotowe preparaty, narzędzia preparacyjne (szkiełka podstawowe, szkiełka nakrywkowe, w tym prosty mikrotom), plastikowa walizka transportowa.</p>
---	------------------------	--------	---

**Preparaty biologiczne do obserwacji mikroskopowych – propozycje różnych zestawów do wyboru przez nauczyciela, liczba rekomendowanych zestawów w zależności od liczby preparatów w jednym zestawie.**

1	Zestaw preparatów mikroskopowych – bezkręgowce	6 szt.	W zestawie min. 5 preparatów, np.: dżdżownica, wirek, mrówka.
2	Zestaw preparatów mikroskopowych – skrzydła owadów	6 szt.	W zestawie min. 5 preparatów, np.: skrzydło pszczoły, skrzydło motyla.
3	Zestaw preparatów mikroskopowych – rośliny jadalne	6 szt.	W zestawie min. 5 preparatów, np.: korzenie cebuli, todyga kukurydzy.
4	Zestaw preparatów mikroskopowych – tkanki ssaków	6 szt.	W zestawie min. 5 preparatów, np.: żołądek człowieka, serce człowieka, krew człowieka.

<b>5</b>	Zestaw preparatów mikroskopowych – grzyby	6 szt.	W zestawie min. 5 preparatów np.: rhizopus (pleśń chlebowa), penicillium (Pędzlak).
<b>6</b>	Zestaw preparatów mikroskopowych – co żyje w kropli wody	3 szt.	W zestawie min. 10 preparatów np.: okrzemki (różne formy), euglena zielona, pantofelki (orzęski z hodowli sianowej), rozwielitka.
<b>7</b>	Zestaw preparatów mikroskopowych – tkanki człowieka	4 szt.	W zestawie min. 20 preparatów np.: rozmaz krwi ludzkiej, komórki nabłonkowe z jamy ustnej człowieka, mięsień prążkowany (przekrój podłużny), mózg człowieka (przekrój skóra ludzka (przekrój poprzeczny), tkanka wątroby .
<b>8</b>	Zestaw preparatów mikroskopowych – tkanki człowieka zmienione chorobowo	6 szt.	W zestawie min. 10 preparatów, np.: gruźlica (prosówka) wątroby, pylica węglowa ptuc, malaria (zaatakowana krew).
<b>9</b>	Zestaw preparatów mikroskopowych – preparaty zoologiczne	2 szt.	W zestawie min. 30 preparatów, np.: pantofelek, trzy typy bakterii, krew żaby (rozmaz), jednokomórkowy organizm zwierzęcy, dafnia, wirki, tasiemiec bąblowiec, oko złożone owada, glista (przekrój poprzeczny), dżdżownica (przekrój poprzeczny), aparaty gębowe kilku owadów.
<b>10</b>	Zestaw preparatów mikroskopowych – przyroda	2 szt.	W zestawie min. 10 preparatów, np.: odnóże muchy, skrzydło ptaka, skrzydło motyla, rozmaz krwi ludzkiej.
<b>11</b>	Zestaw preparatów biologicznych	2 szt.	W zestawie min. 50 preparatów, np.: przekroje poprzeczne i podłużne korzeni, łądyg, pni roślinnych, igły, liście, pączkujące drożdże, czarna pleśń, strzępki grzybów, kolonia bakterii, euglena, pantofelek, rozwielitka, stułbia, aparaty gębowe owadów, odnóża owadów, wymaz krwi ludzkiej, mięsień szkieletowy człowieka, nerw człowieka, jajo żaby.

**lub**

<b>11</b>	Zestaw preparatów biologicznych	1 szt.	W zestawie min. 100 preparatów, np.: bakterie, grzyby, glony, porosty, liście, igły, korzenie, todygi roślin, organy kwiatów, euglena, orzęsek, płazińce, glista, dżdżownica, skóra węża, wrotek, aparaty gębowe i odnóża owadów, skrzela mięczaka, wymaz krwi ludzkiej, nabłonek płaski, nabłonek wielowarstwowy, mitozą, tkanki ssaków, jądra, jajnik kota, DNA i RNA, mitochondria, aparaty Golgiego, ludzkie chromosomy Y, ludzkie chromosomy X.
-----------	---------------------------------	--------	--

### Przyrządy do pomiarów i wykonywania doświadczeń

<b>1</b>	Taśma miernicza	15 szt.	Taśma z włókna szklanego, obudowa z tworzywa sztucznego z gumowym wykończeniem, składana korbka do szybkiego zwijania, blokada taśmy. Długość 20 lub 30 m.
<b>2</b>	Stoper	15 szt.	Stoper elektroniczny, ręczny, kwarcowy, z funkcją międzyczasu i sygnalizacją dźwiękową naciśnięcia przycisku. Rozdzielczość pomiaru: 1/100 sekundy.
<b>3</b>	Termometr z sondą	15 szt.	Termometr elektroniczny z termoparą na przewodzie o długości min. 1 m. Zakres pomiaru temperatury od min. -50° C do co najmniej 70° C, rozdzielczość pomiaru temperatury: 0,1° C, wyświetlacz LCD o wymiarach: min. 36 mm x 17 mm, zasilanie bateryjne.
<b>4</b>	Termometr laboratoryjny	15 szt.	Szklany, cieczowy, bezręciowy, o zakresie pomiaru temperatury od -10 do +110 ° C, wykonany techniką cioszklaną.
<b>5</b>	Termometr zaokienny	10 szt.	Cieczowy, przyklejany do szyby lub do ramy okna za pomocą specjalnych końcówek z taśmą klejącą, zakres pomiarowy od -50° C do +50° C, tolerancja błędów do +/- 1° C.



6	Waga elektroniczna do 5 kg – zasilanie z sieci i/lub z baterii	15 szt.	Waga wykonana z plastiku. Obciążenie maksymalne co najmniej 600 g, dokładność odczytu min. 0,1 g, wbudowana na stałe/niewymienna szalka wykonana ze stali nierdzewnej, zasilanie: bateryjne lub zasilacz sieciowy, wyświetlacz LCD, plastikowy pojemnik do ważenia służący także do przykrywania wagi, ważenie w gramach i uncjach, liczenie sztuk o jednakowej masie, funkcja tarowania, automatyczne zerowanie.
7	Waga szalkowa z tworzywa + odważniki	5 szt.	Waga wykonana z plastiku, cztery wymienne metalowe/plastikowe szalki: dwie głębokie kalibrowane z podziałką od 100 ml do 1000 ml (służące do odważania i odmierzania cieczy lub materiałów sypkich) i dwie płaskie tradycyjne do odważania pozostałych artykułów, suwak służący do tarowania wagi. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: dwa komplety odważników: odważniki metalowe i plastikowe: kilkanaście sztuk: 50 g; 20 g, 10 g; 5 g; 2 g; 1 g.
<b>lub</b>			
7	Waga szalkowa metalowa + odważniki	5 szt.	Waga szalkowa o maksymalnym obciążeniu do 200 g, o minimalnych wymiarach szerokość x długość x wysokość: ok. 12 cm x 30 cm x 30 cm. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: zestaw odważników (metalowe lub plastikowe) o masie od 10 mg do 100 g.
8	Kompas	15 szt.	Kompas z zamykaną obudową z instrumentami celowniczymi, komora busoli z igłą magnetyczną wypełniona olejem mineralnym tłumiącym drgania, średnica min. 5 cm.
9	Deszczomierz	7 szt.	Deszczomierz z przezroczystego tworzywa sztucznego do nakładania na standardowy kij/pręt, wysokość ok. 24 cm.
10	Barometr	7 szt.	Barometr mechaniczny, zakres pomiaru ciśnienia: od min. 960 hPa do co najmniej 1060 hPa, dokładność pomiaru: ok. +/- 5 hPa.

<b>11</b>	<b>Wiatromierz</b>	7 szt.	Wiatromierz elektroniczny, z dużym, przezrystym wyświetlaczem. Pomiar aktualnych, przeciętnych i maksymalnych szybkości wiatru w km/h i w skali Beauforta. Zakres pomiaru: 2,5–150 km/h, rozdzielczość: min. 0,1 km/h (dla szybkości wiatru od 0–19,9 km/h) i min. 1 km/h (dla prędkości wiatru od 20–150 km/h), dokładność: min. +/-4%, zasilanie bateryjne.
<b>12</b>	<b>Higrometr</b>	7 szt.	Higrometr, elektroniczny higrometr z termometrem i zewnętrzną sondą umieszczoną na kablu o długości min. 95 cm. Zakres pomiaru temperatury od min. -50°C do co najmniej 70°C, zakres pomiaru wilgotności od min. 10% do co najmniej 99%. Rozdzielczość pomiaru temperatury min. 0,1°C, rozdzielczość pomiaru wilgotności min. 1%. Zasilanie bateryjne.
<b>13</b>	<b>Zestaw areometrów</b>	4 szt.	W zestawie min. 5 areometrów w zakresie min. 0,700 –1,300 g/cm <sup>3</sup> , długość całkowita min. od 18 cm do 30 cm max.
<b>14</b>	<b>Zestaw siłomierzy</b>	6 szt.	W zestawie min. 6 siłomierzy (np. 1 N, 2 N, 5 N, 10 N, 20 N, 50 N). Siłomierze sprężynowe, obudowa z plastiku, skala wyrażona w niutonach, metalowe haczyki do zawieszenia siłomierza i do zawieszania ciężarków.
<b>15</b>	<b>Miernik uniwersalny wielkości elektrycznych</b>	15 szt.	Uniwersalny miernik cyfrowy – multimetr (amperomierz, woltomierz, omomierz). Zakresy pomiarowe: DCV (prąd stały): 200/2000mV/20/200/250 V; ACV (prąd zm.): 200/250 V; DCA: 200/2000 μA/20/200 mA/10 A; oporność: 200/2000 Ω/20/200/2000 kΩ; zakres pomiaru temperatury: od 0–1000°C. Zasilanie bateryjne, w zestawie kable pomiarowe i czujnik temperatury na przewodzie.

lub			
15	Miernik uniwersalny wielkości elektrycznych	15 szt.	Uniwersalny miernik cyfrowy – multimetr (amperomierz, woltomierz, omomierz). Zakresy pomiarowe: DCV (prąd stały): 200/2000mV/20/200/500 V; ACV (prąd zm.): 200/500 V; DCA: 2000 $\mu$ A/20/200 mA/10 A; oporność: 200/2000 $\Omega$ /20/200/ k $\Omega$ /20 M $\Omega$ ; zakres pomiaru temperatury: od -40 do 1000° C (od 40° F do 1832° F). Zasilanie bateryjne, w zestawie kable pomiarowe i czujnik temperatury na przewodzie.
16	Elektroskop	15 szt.	Elektroskop w kształcie kwadratu umieszczony na stopce, obudowa: ścianka boczna metalowa, z przodu i z tyłu szklane, przezroczyste szybki. Wewnątrz obudowy na odizolowanym metalowym pręcie zawieszona obrotowa wskazówka. W dolnej części, wewnątrz obudowy przymocowana skala z minimalną podziałką od min. 0 do max. 4 kV. Minimalna wysokość: 37 cm.
lub			
16	Elektroskop	15 szt.	Elektroskop w kształcie walca osadzony na dwóch nóżkach, obudowa – ścianka boczna metalowa, z przodu szklana szybka przezroczysta, z tyłu szklana szybka mleczna z narysowaną podziałką. Wewnątrz obudowy na odizolowanym metalowym pręcie zawieszona obrotowa wskazówka. Minimalna wysokość: 27 cm.
17	Zestaw pałeczek do elektryzowania	15 szt.	Zestaw min. 4 pałeczek. Pałeczki do doświadczeń z elektrostatyki wykonane z różnych materiałów, np.: szklana, ebonitowa, winidurowa i stalowa, o długości min. 30 cm.
18	Żarówki miniaturowe 6 V	50 szt.	Gwint typu E10, napięcie pracy: 6 V.
19	Żarówki miniaturowe 3,5 V	30 szt.	Gwint typu E10, napięcie pracy: 3,5 V.
20	Oprawki do żarówek	50 szt.	Gwint typu E10 (pasujący do mini żarówek), wyprowadzenie do lutowania.
21	Diody LED	30 szt.	Napięcie pracy: od 3,8–4,5 V (lub zbliżone).

22	Przewodniki, Izolatory	po 15 szt.	Przewodniki z metali: kawałki metalu. Izolatory z różnych tworzyw, drewna, szkła itp.
23	Oporniki	15 szt.	Rezystancja: 100 Ω, moc: 1 W, tolerancja +/-5%, napięcie pracy maks.: 350V, wymiary korpusu: Ø4 x 10 mm.
24	Przewody z zakończeniami typu „krokodylek”	90 szt.	Komplet 10 kolorowych przewodów ze złączami krokodylkowymi.
25	Silniczek elektryczny	15 szt.	Silniczek elektryczny lub miniwentylator osiowy, nominalne napięcie zasilania ok. 5 V, napięcie pracy od min. 2,5–6 V.
26	Sygnalizator piezoelektryczny	15 szt.	Z wewnętrznym generatorem, częstotliwość rezonansowa: 4 kHz lub podobna, napięcie pracy: 3–16 VDC, poziom dźwięku: min. 80 dB, dźwięk ciągły lub narastający.
<b>lub</b>			
26	Zestaw podstawowych obwodów elektrycznych, który zawiera ww. elementy (poz. 20, 21, 23, 25, 26) + przewody z zakończeniami magnetycznymi i łączniki baterii	15 szt.	W zestawie min. ww. wymienione elementy (poz. od 18 do 26) np.: płytki (żarówki na podstawkach, brzęczyk, włącznik przyciskowy, silniczek), drut rezystancyjny, przewody krokodylkowe, łączniki baterii C (R14) oraz przewody z zakończeniami magnetycznymi.
27	Baterie płaskie	30 szt.	Płaskie, alkaliczne – 4,5 V.
28	Baterie	15 szt.	Okrągłe, alkaliczne – 1,5 V.
29	Baterie płaskie	15 szt.	Płaskie, typ 6F22 – 9 V.
30	Zestaw magnesów sztabkowych	15 szt.	W zestawie min. 2 magnesy zatopione w plastiku. Bieguny oznaczone zostały za pomocą różnych kolorów, np. czerwonego i niebieskiego. Długość min. 8 cm.
31	Zestaw magnesów podkowiastych	15 szt.	W zestawie min. 3 magnesy podkowiaste o różnej wielkości. Długość najmniejszego min. 7,5 cm.
32	Pudełko z opitkami	15 szt.	Opitki ferromagnetyczne zamknięte w płaskim, przezroczystym pudełku, grubość min. 6-8 mm).

33	Magnes neodymowy	15 szt.	W kształcie niskiego walca o wymiarach: szerokość min. 20 mm, wysokość od 2,5 mm do 3,5 mm, powłoka metaliczna lub z tworzywa sztucznego, osiowy kierunek magnesowania.
34	Igła magnetyczna	15 szt.	Niewielki magnes osadzony na podstawie. Średnica podstawy ok. 6,5 cm.
35	Zestaw soczewek	7 szt.	W zestawie min. 7 soczewek o różnych średnicach min. 50 mm każda i różnych kształtach tj.: płasko-wypukłe, dwuwypukłe, dwuwklęsłe, wklęsło-wypukłe. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: pryzmat szklany z uchwytem, stojak do soczewek.
<b>lub</b>			
35	Zestaw soczewek	7 szt.	W zestawie min. 6 soczewek o różnych kształtach tj.: płasko-wypukłe, dwuwypukłe, dwuwklęsłe, wklęsło-wypukłe. o średnicy min. 50 mm każda. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: stojak do umieszczania soczewek.
36	Lusterko płaskie podwójne rozkładane	15 szt.	Kieszonkowe, podwójne lusterko z metalową obudową. Wewnątrz dwa lusterka, w tym jedno powiększające, minimalne wymiary: długość 6 cm, szerokość 6 cm.
37	Lusterko wklęsło-wypukłe	15 szt.	Dwa zwierciadła kuliste o średnicy min. 10 cm, jedno wklęsłe, drugie wypukłe, umieszczone na wspólnej podstawie o regulowanej wysokości.
38	Pryzmat (akrylowy lub szklany)	15 szt.	Pryzmat trójkątny wykonany z akrylu lub szkła. Długość boku min. 4 cm, o kątach 60° x 60° x 60°.
39	Zestaw optyczny – mieszanie barw (krążek Newtona)	7 szt.	Wprawiany w ruch za pomocą ręcznej wirownicy krążek Newtona, średnica krążka: min. 18 cm.
40	Zestaw cylindrów o równych masach i różnych objętościach	7 szt.	Zestaw kilku różnych cylindrów o tej samej masie i o tej samej średnicy, o różnej objętości wykonanych z metali i ich stopów np.: aluminium, miedź, ołów, mosiądz, żelazo, cynk. W górnej części cylindrów, otwór przez który można przewlec sznurek lub drut do zawieszenia.

41	Zestaw kostek o równych masach i różnych objętościach	7 szt.	Zestaw kilku sześcianów z zawieszakami o jednakowej objętości, różnej masie (bok ok. 20 mm) wykonanych z różnych metali i stopów metali np.: miedzi, mosiądzu, ołowiu, cynku stali, aluminium.
42	Zestaw klocków	4 szt.	Zestaw kolorowych klocków o różnych kształtach, wielkość klocków: około 3 cm, wykonanych z drewna lub plastiku. Zestaw składa się min. ze 100 elementów. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: opakowanie/pudełko z pokrywką.
43	Zestaw klocków plastikowych	4 szt.	Zestaw kolorowych klocków o różnych kształtach, wykonanych z plastiku. Zestaw składa się min. ze 130 elementów. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: opakowanie/pudełko z pokrywką.
44	Pięteczki różnych rozmiarów i różnym stopniu sprężystości	po 7 szt.	Pięteczka tenisowa. Pięteczka piankowa do tenisa. Pięteczki do tenisa stołowego. Piłki do golfa podstawowe.
45	Zestaw sprężyn metalowych	3 szt.	Zestaw składa się min. z 50 różnych sprężyn metalowych.
46	Pojemnik próżniowy z pompką	15 szt.	Pojemnik próżniowy o pojemności min. 1,3 l, wykonany z przezroczystego tworzywa sztucznego, z pokrywką nieprzezroczystą, wymiary: wysokość min. 18 cm, szerokość min. 10,5 cm, długość min. 10,5 cm, pompka o wysokości min. 15 cm pasująca do pojemnika próżniowego.
47	Latarki z żarówką o dużej mocy i laserem czerwonym	15 szt.	Metalowa obudowa, min. 8 białych diod LED, zintegrowany wskaźnik laserowy o mocy <1 mW (klasa bezpieczeństwa II), zasilanie bateryjne.
48	Zestaw skał i minerałów	3 szt.	Zestaw różnych skał i minerałów. Zestaw składa się min. z 50 okazów), wielkość pojedynczego okazu min. 3–4 cm. Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: drewniane opakowanie/etui.



49	Stetoskop	7 szt.	Stetoskop przeznaczony do badania ogólnego, o lekkiej konstrukcji, wyposażony w jednostronną, płaską głowicę połączoną z rurkami przy pomocy jednokanałowego przewodu akustycznego w kształcie litery Y z antystatycznego PCV.
50	Ciśnieniomierz	5 szt.	Ciśnieniomierz automatyczny z możliwością wykonania pomiaru na ramieniu, wyświetlacz cyfrowy pokazujący czytelne wyniki, pamięć 2 x 60 ostatnich wyników, uniwersalny mankiet na ramię od 22 cm do 33 cm obwodu, o zakresie pomiarowym ciśnienia od 0 do 299 mm Hg, tętna od 40 do 200 uderzeń/minutę, zasilanie 4 baterie AA 1,5 V.
<b>IT</b>			
1	Aparat fotograficzny	1 szt.	Aparat fotograficzny (zaawansowany kompakt) z szerokokątnym obiektywem, z opcją ustawień manualnych i możliwościami filmowania w rozdzielczości Full HD. Parametry minimalne: matryca typu CMOS; rozmiar matrycy: 1/2,3"; liczba pixeli: 16,3 mln; stabilizacja optyczna [OIS], wyświetlacz 3" dotykowy; ogniskowa obiektywu: 4.1–86.1 mm (odpowiednik dla 35 mm: 23–483 mm); zoom optyczny: 21x, zoom cyfrowy: 5x; czułość: auto, ISO 100, ISO 200, ISO 400, ISO 800, ISO 1600, ISO 3200; pomiar światła: wielosegmentowy, centralnie ważony i punktowy; detekcja twarzy; tryb ekspozycji: programowa AE, priorytet migawki, priorytet przystony i ustawienia ręczne; kompensacja od -2 EV do 2 EV i w krokach co 1/3 EV; czas otwarcia migawki: 1/8–1/2000 s [auto] 1–1/2000 s [programowa AE] 8–1/2000 s [zdjęcia nocne] 16–1/2000 s [ustawienia ręczne]; maksymalna rozdzielczość: 4608 x 3456 pikseli; format zapisu pliku: JPEG; rejestracja filmów z dźwiękiem; maksymalna rozdzielczość filmów: 1920 x 1080; liczba klatek na sekundę: 30; format zapisu filmów: MP4; akumulator.

2	Rzutnik multimedialny	1 szt.	<p>Rzutnik multimedialny z matrycą typu DLP o następujących parametrach minimalnych: lampa o mocy 240 W, żywotność lampy w trybie normal: 3500 godz., żywotność lampy w trybie econo: 6000 godz., współczynnik kontrastu: 10000:1, rozdzielczość podstawowa: full HD (1920 x 1080), rozdzielczość maksymalna: WUXGA (1920 x 1200), 3D ready, jasność: 2200 ANSI lumen, format obrazu: 16:9 lub 4:3, zoom optyczny: 1,3:1, korekcja pionowa i pozioma: +/- 30 stopni, wielkość obrazu od 40 cali–235 cali, 2 x wejście HDMI, wejście komponentowe, wejście D-Sub 15 pin, wejście kompozytowe, port RS-232, 2 x wejście liniowe audio, wyjście liniowe audio, 2 x złącze USB, głośnik o mocy 10W, głośność w trybie econo: 28 dB, głośność w trybie normal: 31 dB, możliwość prowadzenia prezentacji bez komputera, pilot, gwarancja: 36 miesięcy, gwarancja na lampę: 12 miesięcy.</p> <p>Minimalna zawartość dodatkowego wyposażenia: instrukcja obsługi, kabel D-SUB, kabel zasilający, pilot z bateriami.</p>
3	Ekran do rzutnika multimedialnego	1 szt.	<p>Elektrycznie zwijany ekran z możliwością montażu ściennego lub sufitowego. Parametry optymalne: format: 16:10, wymiar powierzchni projekcyjnej: 240 x 150 cm, funkcja automatycznego zatrzymywania zwijania/rozwijania tkaniny, radiowy system zdalnego sterowania, uniwersalne uchwyty montażowe, 2 lata gwarancji.</p>
4	Odtwarzacz CD z głośnikami	1 szt.	<p>Radiomagnetofon z odtwarzaczem CD (odtwarza: Audio CD, CD-R/RW, MP3, WMA), z magnetofonem jednokasetowym i z radiem analogowym. Parametry: dźwięk stereo, możliwość zaprogramowania 20 stacji radiowych, głośniki dwudrożne z systemem bass reflex, moc wyjściowa głośników: 2 x 6 W, korektor dźwięku, podbicie basów, podświetlany wyświetlacz LCD, pilot, wyłącznik czasowy, odtwarzanie plików MP3 i WMA przez złącze USB, wejście USB, wejście liniowe stereo 3,5 mm, wyjście słuchawkowe, zasilanie: sieciowe 220–240 V, 50/60 Hz lub bateryjne.</p>

5	Laptop dla nauczyciela (możliwość podłączenia do rzutnika i mikroskopu)	1 szt.	Laptop multimedialny wraz z oprogramowaniem o następujących parametrach minimalnych: ekran o przekątnej: 15.6 cali, rozdzielczość ekranu: 1920 x 1080 pikseli, powłoka ekranu błyszcząca, procesor: Intel® Core™ i7, 8 GB RAM DDR3, dysk 1TB 5400 RPM + 8 GB SSD, napęd optyczny DVD+/-RW DL, karta graficzna NVIDIA GeForce 840M z 2048 MB pamięci RAM + Intel HD 4400, pojemność akumulatora 2800 mAh, moc wbudowanych głośników 3 W, czytnik kart pamięci SD, interfejsy 1 x USB 3.0, 2 x USB, 1 x wyjście D-Sub, 1 x wyjście HDMI, system operacyjny, komunikacja WiFi, IEEE, LAN 1 Gbps, Bluetooth, Intel WiDi, kamera o rozdzielczości HD wmontowana w ekran.
6	Szybkie łącze internetowe	1 szt.	Szerokopasmowe łącze o prędkości min. 10 Mb/s lub internet bezprzewodowy LTE.

### Sprzęt laboratoryjny, odczynniki chemiczne – materiały zużywalne

1	Probówka szklana – 18 cm, śr. 18 mm	100 szt.	Probówki szklane bakteriologiczne z prostym brzegiem. Wykonane ze szkła sodowo-wapniowego. Standardowe wymiary ok. 18 cm, śr. 18 mm lub 16 mm.
2	Statyw na probówki	15 szt.	Stojak na min. 6 probówek + min. 6 kołeczków do osuszania probówek, wykonany z plastiku, średnica otworów: 20 mm.
<b>lub</b>			
2	Statyw na probówki	15 szt.	Statyw z drutu, powlekany, minimum 20-miejscowy, średnica 20 mm.
3	Kolba okrągłodenna	15 szt.	Kolba okrągłodenna ze szkła borokrzemowego, bez szlif, bez nadruku, pojemność 25 ml lub 50 ml.
4	Kolba stożkowa	20 szt.	Kolba stożkowa ze szkła, pojemność 250-300 ml o wysokości ok. 15 cm.
5	Zlewka niska – plastikowa	30 szt.	Zlewka z polipropylenu (PP) (przezroczysta) lub polimetylopentenu (PMP), z nadrukowaną podziałką, pojemność 50 ml.
6	Zlewka niska – szklana	30 szt.	Zlewka niska z podziałką. Wykonana ze szkła borokrzemowego, pojemność 100 ml.

7	Zlewka duża – szklana	50 szt.	Zlewka niska z podziatką. Wykonana ze szkła borokrzemowego, pojemność 250 ml.
8	Zlewka duża – szklana	20 szt.	Zlewka niska z podziatką. Wykonana ze szkła borokrzemowego, pojemność 500 ml.
9	Cylinder miarowy – plastikowy	po 30 szt. każdej pojemności	Cylinder miarowy wysoki z polipropylenu (PP) (przezroczysty) lub polimetylopentenu (PMP) z nadrukowaną skalą i sześciokątną podstawą. Pojemności 25 ml, 50 ml, 100 ml.
10	Cylinder miarowy – plastikowy	10 szt.	Cylinder miarowy wysoki z polipropylenu (PP) (przezroczysty) lub polimetylopentenu (PMP) z nadrukowaną skalą i sześciokątną podstawą, o pojemności 250 ml.
11	Moździerz z tłuczkiem	30 szt.	Ceramiczny/porcelanowy, szorstki, z wylewem lub bez, średnica górna od 96 mm do 110 mm.
12	Mały palnik Bunsena na gaz (z wymiennymi wkładami)	2 szt.	Niewielki Palnik Bunsena o temperaturze płomienia ok. 1100°C. Łatwe zakładanie i wymiana nabożów gazowych. Opcjonalnie można zamówić dodatkową podstawę z tworzywa sztucznego i odpowiednie naboże do palnika.
13	Palnik spirytusowy	15 szt.	Palnik szklany spirytusowy z kołpakiem polipropylenowym, pojemność min. 150 ml.
14	Rurki gumowe	3 m.	Wąż gumowy z kauczuku naturalnego, minimalne parametry: średnica zewnętrzna 10 mm, średnica wewnętrzna 6 mm, ścianka grubości 2 mm.
15	Rurki silikonowe	3 m.	Wężyk akwarystyczny silikonowy, minimalne parametry: średnica zewnętrzna ok. 6 mm, średnica wewnętrzna ok. 4 mm.
16	Zestaw zacisków	3 szt.	Zaciski do węży wykonane z acetalu, z ząbkami o długości: min. 2,7 mm, do bezpiecznego, szczelnego zamknięcia cienkich węży gumowych, długość: ok. 60 mm, zestaw składa się min. z 12 sztuk.

17	Zestaw plastikowych pipet Pasteura	2 szt.	Zestaw składa się min. z 500 szt. pipety Pasteura z polietylenu o całkowitej pojemności ok. 5 ml (podziałka: do 1 ml, bańka ssąca: ok. 4 ml).
18	Zestaw plastikowych pipet Pasteura	2 szt.	Zestaw składa się min. z 500 szt. pipety Pasteura z polietylenu o całkowitej pojemności ok. 7 ml (podziałka: do 3 ml, bańka ssąca: ok. 4 ml).
19	Butelka z zakraplaczem	30 szt.	Szklana butelka z przezroczystego (lub opcjonalnie z brązowego) szkła o poj. 30 ml. Zamknięciem jest szklana pipeta z gumowym korkiem.
20	Butelki na roztwory	30 szt.	Butelka z zakrętką z gwintem GL 45, wykonana ze szkła sodowo-wapniowego o pojemności 250 ml i 500 ml.
21	Lejki plastikowe	30 szt.	Lejek z polipropylenu (PP), średnica górna od 50 do 150 mm, średnica nóżki od 7 do 15 mm, wysokość nóżki od 40 mm do 55 mm.
22	Zestaw szalek Petriego	20 szt.	Szalki Petriego ze szkła sodowo-wapniowego, wymiary 90 x 18 mm lub 100 x 15 mm lub 120 x 20 mm. Zestaw składa się min. z 10 szt.
23	Bagietki	30 szt.	Bagietki – pręciki szklane o minimalnej długości 20 cm i średnicy ok. 5-6 mm, wykonane ze szkła borokrzemowego.
24	Statyw	7 szt.	Statyw z łącznikiem, łąpą uniwersalną oraz dwoma pierścieniami o różnych średnicach (z łącznikiem). Wysokość min. 50 cm.
25	Pęseta plastikowa	35 szt.	Z tworzywa sztucznego odpornego na większość chemikaliów i temperaturę do 130° C, o właściwościach niemagnetycznych, końcówki zakrzywione, powierzchnie chwytająca gładkie, długość min. 120 mm.
26	Igły preparacyjne	30 szt.	Igła preparacyjna prosta pojedyncza ze stali nierdzewnej z metalowym zintegrowanym uchwytem antypoślizgowym, długość całkowita: 13 cm.
27	Zestaw szkiełek podstawowych	10 szt.	Szkietka podstawowe gotowe do użycia o standardowych wymiarach: 76 x 25 x 1 mm, szlifowane. Zestaw składa się min. z 50 szt.

28	Zestaw szkiełek nakrywkowych	10 szt.	Szkiełka nakrywkowe gotowe do użycia o standardowych wymiarach: 22 x 22 mm. Zestaw składa się min. z 100 szt.
29	Pudełko plastikowe na preparaty	10 szt.	Pudełka plastikowe, zamykane do przechowywania preparatów mikroskopowych z indeksami liczbowymi np. na 10 , 50, 100 preparatów.
30	Bibuła laboratoryjna	1 op.	Bibuła jakościowa miękka o wymiarach: min.58 x 58 mm, opakowanie 100 arkuszy.
31	Wskaźniki pH	5 op.	Pudełko 100 pasków, zakres skali: 1–14
32	Stearyna	1 op.	Stearyna do świec, temperatura krzepnięcia: 52–54°C, temperatura zapłonu: min. 180°C. Opakowanie 1 kg.
33	Kwas solny	1 l	Kwas solny 31–38%, cz. pojemność 1 l.
34	Wodorotlenek sodu	1 op.	Wodorotlenek sodu, stały, cz. opakowanie 1 kg.
35	Tlenek wapnia	1 op.	Tlenek wapnia, stały, cz. do przygotowania wody wapiennej, opakowanie 500 g.
36	Spirytus salicylowy	10 op.	Spirytus salicylowy 2% , opakowanie 100 ml.
37	Jod krystaliczny	2 op.	Jod sublimowany krystaliczny, cz. 1opakowanie – 100 g.
38	Siarka	1 op.	Siarka sublimowana, cz. opakowanie 500 g.
39	Gliceryna	1 op.	Gliceryna cz. opakowanie 1 l.
40	Kwas benzoesowy lub benzoesan sodu	1 op.	Kwas benzoesowy lub benzoesan sodu cz. stały, opakowanie 250 g.
41	Siarczan (VI) miedzi (II)	1 op.	Siarczan (VI) miedzi (II), hydrat, cz. stały, opakowanie 250 g.
42	Woda utleniona	10 op.	Woda utleniona 3%, opakowanie 100 ml.
43	Manganian (VII) potasu	1 op.	1 opakowanie 500 g cz. stały, potoczna nazwa - nadmanganian potasu.



44	Pożywka MS	1 l	Koncentrat 10,0 pożywki MURASHIGE AND SKOOG, pojemność 1 l. Wystarcza na przygotowanie 10 l 100% pożywki MS, temperatura przechowywania: 2–6°C.
45	Metale i stopy (zestaw)	5 szt.	Zestaw kilkunastu różnych płytek metali i ich stopów. Wymiary każdej płytki min. 5 x 2,5 cm. Opakowanie zawiera kilkanaście płytek.
46	Drut miedziany	3 m	Drut miedziany miękki, średnica 2 mm, długość ok. 3 mb.
47	Zestaw akwarystyczny	5 szt.	Zestaw zawiera odczynniki do pomiaru: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH (2x100 pomiarów),</li> <li>• twardości ogólnej i węglanowej (2x30 pomiarów),</li> <li>• stężenia amoniaku (30 pomiarów),</li> <li>• stężenia azotanów (III) (50 pomiarów),</li> <li>• stężenia azotanów (V) (50 pomiarów),</li> <li>• stężenia fosforanów (30 pomiarów)</li> <li>• stężenia jonów żelaza Fe (30 pomiarów).</li> </ul> W zestawie dodatkowo: szklane próbówki, instrukcja i odporna na wodę skala barw. Całość umieszczona jest w trwałej plastikowej walizeczce.
<b>lub</b>			
47	Przenośny zestaw do badania wody	5 szt.	Zestaw do analizy wody metodą kolorymetryczną (wg skali barwnej), w skład zestawu wchodzi walizka z pojemnikami i odczynnikiem umożliwiającymi określenie poziomu azotanów ( $\text{NO}_3^-$ ), azotynów ( $\text{NO}_2^-$ ), fosforanów ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) oraz amonu ( $\text{NH}_4^+$ ) w wodzie, a także odczynu pH i twardości wody.
48	Odczynnik do oznaczania tlenu w akwarium	5 szt.	Zawartość opakowania wystarcza na około 50 pomiarów.
49	Odczynnik do oznaczania chloru w akwarium	5 szt.	Zawartość opakowania: fiolka pomiarowa, buteleczka z odczynnikiem, fiolka z proszkiem testowym, tyżeczka, skala barwna.
50	Kwasomierz glebowy klasyczny	15 szt.	Typu Helliga, pozwalający na pomiary kwasowości gleby, w zestawie płytka ceramiczna do wykonywania pomiarów i buteleczka ptynu Helliga o pojemności 40 ml, na buteleczce i płytce skala barwna z zakresem pH.

## Sprzęt ochronny

1	Parafilm	2 op.	Parafilm, rozciągliwość do 200%. Przylega szczelnie nawet do nieregularnych kształtów. Odporny na roztwory solne, kwasy nieorganiczne i ługi do 48 godzin. Szerokość: 50 mm, długość: 75 m.
2	Mata z włókny chłonnej	1 op.	Mata o wymiarach: ok. 40 x 50 cm, opakowanie 50 szt. Do zbierania oleju, benzyny i wszelkich innych cieczy na bazie węglowodorów, materiał odpychający wodę.
3	Okulary ochronne	30 szt.	Okulary ochronne z tworzywa, z otworami wentylacyjnymi, z gumką w celu dopasowania do rozmiaru głowy.
4	Rękawiczki lateksowe	5 op.	Pudrowane, diagnostyczne i ochronne rękawice lateksowe (z kauczuku naturalnego), niejąłowe, do jednorazowego użycia, rozmiar: S, opakowanie: 100 sztuk, środek pudrujący: skrobia (mączka) kukurydziana.
5	Rękawice do gorących przedmiotów	10 szt.	Rękawice robocze bawełniane frotte, zakończone ściągaczem zapobiegającym zsuwaniu się rękawicy z dłoni, do prac gdzie występuje konieczność przytrzymania ciepłych przedmiotów.
6	Fartuch	30 szt.	Fartuch laboratoryjny, płócienny (100% bawełny), długi rękaw, dwie kieszenie po bokach, z tyłu pasek regulujący obwód fartuch, rozmiar XS.

## Sprzęt techniczny i pomocniczy

1	Suszarka na szkło laboratoryjne	1 szt.	Suszarka laboratoryjna 32 stanowiskowa ze stali pokrytej PCV, z ociekaczem (podstawką dolną), ilość bolców 32, odstępy między bolcami 30 mm, przybliżone wymiary: długość 350 mm, wysokość 450 mm, szerokość 100 mm.
---	---------------------------------	--------	--

**lub**

1	Płyta ociekowa	1 szt.	Płyta ociekowa do zwieszenia wykonana z polistyrenu (PS) ze zbiorniczką i kanałem zlewu na odpady, na kilkadziesiąt kotków, łatwo zdejmowane do czyszczenia lub w celu dostosowania nietypowych kształtów, odporna na plamy. Przybliżone wymiary 45 cm x 63 cm, szerokość kanału zlewu ok. 11 cm.
---	----------------	--------	---

2	Szczotki do mycia szkła	Po 5 szt. do każdego rodzaju szkła	Szczotka do zlewek, probówek (średnica 20 mm), szczotka do lejzków, rączka z drutu ze stali nierdzewnej, włosie z tworzywa sztucznego, zakończone miotłąką.
3	Wentylator biurkowy	7 szt.	Bezopatkowy wentylator USB, brak odstąpiętych łopatek, wbudowany wyłącznik nawiewu, minimalne parametry: wymiar: 173 mm x 96 mm x 42 mm, waga: ok. 180g, zasilanie: USB 5 V lub 4 baterie AAA 1,5 V.
4	Płyta grzejna	2 szt.	Płyta grzewcza o średnicy min. 16,5 cm, wysokość całkowita kuchenki 8 cm, płynna 6-stopniowa regulacja temperatury, lampka kontrolna, ochrona przed przegrzaniem, moc: 1500 W, antypoślizgowe nóżki. Waga: maks. 2 kg.
5	Lodówka z zamrażalnikiem	1 szt.	Pojemność 100/105 l, klasa energetyczna A+, roczne zużycie energii: 175 kWh, pojemność użytkowa chłodziarki: min. 103 litry, pojemność użytkowa zamrażarki: min. 15 litrów. Minimalne parametry: wymiar (W x S x G): 84,5 x 54 x 58 cm.
6	Czajnik elektryczny bezprzewodowy z regulacją temperatury	1 szt.	Grzałka o mocy 2400 W, przewód długości min. 0,75 m, podwójne zabezpieczenie przed przegrzaniem, dno ze stali nierdzewnej, wyświetlacz LED informujący o aktualnej temperaturze, podtrzymywanie ciepła przez 30 minut, pokrywa otwierana przyciskiem, sygnalizacja dźwiękowa osiągnięcia ustawionej temperatury, sygnalizacja dźwiękowa rozpoczęcia pracy, elektroniczna regulacja temperatury z możliwością ustawienia na 50/60/70/85/100°C, pojemność ok. 1,7 l, obrotowa podstawa, podświetlany wskaźnik poziomu wody, zatrzaskiwana pokrywa, informacja o aktualnej temperaturze wody również po zakończeniu gotowania (przez 30 min.).
7	Ładowarka do baterii	3 szt.	Uniwersalna ładowarka z wyświetlaczem LCD z gniazdem USB do baterii typu: Do ładowania wszystkich konsumenckich akumulatorów Ni-CD, Ni-MH o rozmiarach AA/R6, AAA/R03, C/R14, D/R20, 6F22/9V.

<b>8</b>	<b>Drażek teleskopowy</b>	1 szt.	Drażek teleskopowy o długości 145–275 cm, wykonany z włókna szklanego, wyposażony w specjalny mechanizm uwalniający do szybkiego montażu i zmiany dedykowanych sit, siatek i czepaków.
<b>9</b>	<b>Naczynie/czerpak do pobierania wody</b>	1 szt.	Zlewka polietylenowa o pojemności 1000 ml z zaciskiem (obejmą) o regulowanym kącie. Do mocowania na dedykowanym drążku teleskopowym.
<b>10</b>	<b>Sieć planktonowa podstawowa</b>	1 szt.	Sieć zawieszona na galwanizowanej obręczy o śr. 200 mm, wielkość oczka sieci: 65 μm (=0,065 mm). Do dna sieci przymocowane naczynie zbierające wykonane z polietylenu o pojemności 100 ml. Sieć przystosowana do mocowania na dedykowanym drążku teleskopowym.
<b>11</b>	<b>Sieć workowa podstawowa</b>	1 szt.	Sieć workowa z nylonu, zawieszona na obręczy o średnicy 200 mm, wielkość oczka sieci: 0,8 mm, głębokość worka: 330 mm. Sieć przystosowana do mocowania na dedykowanym drążku teleskopowym.
<b>lub</b>			
<b>11</b>	<b>Sieć workowa z drążkiem aluminiowym</b>	5 szt.	Sieć workowa na obręczy o średnicy 240 mm, zamocowana na aluminiowym drążku teleskopowym o długości od 46–78 cm.
<b>12</b>	<b>Sitka o różnej wielkości oczek</b>	5 szt.	Sita okrągłe o średnicy: ok. 34 cm z metalu powlekanego trwałą emalią, posiadające trzy zaczepy umożliwiające ustawienie sit na kuwetach lub wiadrach. Wymiary oczek: ok. 2, 3, 4, 5 mm.
<b>13</b>	<b>Krażek Secchiego</b>	5 szt.	Krażek (biały lub z polami czarno-białymi) do określania głębokości i przejrzystości wody i przenikania światła. Wykonany z trwałego tworzywa sztucznego z uchwytem do zaczepiania linki i linką.
<b>14</b>	<b>Linka skalowana</b>	5 szt.	Linka nylonowa, m.in. do krażka Secchiego, długości 10 m, skalowana co 50 cm, zakończona karabińczykiem. Zwijana na specjalnym uchwycie.

15	Deska do krojenia	8 szt.	Deska kuchenna plastikowa, optymalne wymiary – ok. 30 x 20 cm, grubość ok. 0,6 cm.
16	Nóż	8 szt.	Nóż ze stali nierdzewnej z plastikową rączką. Przybliżone wymiary – długość ostrza: ok. 8 cm, długość całkowita ok. 19 cm, szerokość ok. 2,5 cm.
17	Ogrzewacze	2 op.	Podgrzewacz biały aluminiowy, wypełnienie: parafina, długość palenia: ok. 4 godzin. Opakowanie zawiera 100 sztuk.
18	Zraszacz	5 szt.	Pojemność: 0,5 litra, dysza o regulowanym kącie rozpylenia, lekko pracujący spust, filtr zamocowany na rurce zasysającej.
19	Termos	5 szt.	Termos nierdzewny o pojemności min. 750 ml, wewnętrzne i zewnętrzne ścianki wykonane ze stali nierdzewnej, izolacja próżniowa, termiczne zabezpieczenie zamknięcia. Przybliżone wymiary – długość: 27,5 cm; szerokość: 7,5 cm; wysokość: 27,5 cm; średnica: 7,5 cm; waga: 0,5 kg.
20	Sztywna podkładka z klipsem	50 szt.	Zamykana podkładka z klipsem do przytrzymywania dokumentów formatu A4, wykonana z grubej tektury laminowanej folią PVC, pojemność min. 60 kartek o gramaturze 80 g/m <sup>2</sup> .
21	Łopatka	15 szt.	Metalowa łopatka ostro zakończona z drewnianą rączką, przybliżone wymiary – długość: całkowita ok. 26 cm, długość części roboczej ok. 13 cm.
22	Saperka	5 szt.	Składana saperka ze stali w zestawie z pokrowcem, przybliżone wymiary – długość całkowita: 58 cm, wymiary łopatki: 21 x 15 cm.
23	Pompki do balonów	7 szt.	Dwustronna, ręczna pompka (pompuje powietrze przy ruchu tłokiem w obie strony), długość ok. 23 cm.
24	Pojemniki na ziemię	5 szt.	Pojemniki o różnych pojemnościach, np. 3 l, 5 l.
25	Wiadro	5 szt.	Wiadro plastikowe o pojemności 10 l z poręcznym, wygodnym uchwytem, przybliżone wymiary: szerokość: 29 cm, wysokość: 30,5 cm, średnica: 25 cm.

26	Akwarium	1 szt.	W skład zestawu wchodzi: szklane akwarium z owalną (wypukłą) przednią szybą o pojemności: min. 54 l i przybliżonych wymiarach: 60 x 30 x 30 cm, przepływowy filtr biologiczny w pokrywie, trzy koszyki filtracyjne, grzałka, bryzgoszczelne oświetlenie o mocy 15 W, otwierana klapka do łatwego karmienia, plastikowa ramka (podstawka) i tło dekoracyjne 3D.
27	Terrarium	1 szt.	Akwarium prostokątne o przybliżonych wymiarach: 40 x 25 x 25 cm (dł./szer./wys.), pojemność: 25 l. Wykonane ze szkła o grubości 4 mm.
28	Małe wąskie akwarium	1 szt.	Akwarium z plastikową ramką o objętości: min. 14 l i przybliżonych wymiarach: 35 x 18 x 22 cm (dł./szer./wys.).
29	Doniczki	10–20 szt.	W zależności od wymagań roślin: ceramiczne, ceramiczne ze szklivem lub plastikowe. Do bardzo dużych roślin metalowe lub drewniane.
30	Miski	10–20 szt.	W zależności od potrzeb z drewna, plastiku, metalu lub szkła o różnych wymiarach.
31	Kuweta	15 szt.	Min. wymiary A3 (30 x 40 cm), wykonana z plastiku, wysokość ok. 8,5 cm, posiada dzióbek ułatwiający wylewanie wody/roztworów.
32	Stoiki	20 szt.	Szklany pojemnik z przykrywką ze stali nierdzewnej o pojemności 0,5/1 l.
33	Stoiki	10 szt.	Stój szklany o pojemności 10 l z plastikową pokrywą oraz wygodną rączką. W komplecie plastikowa nakładka doszczelniająca.
34	Pojemniki plastikowe z przykrywką, z uchwytem do przenoszenia sprzętu i materiałów	po 10 szt.	Pojemniki o pojemności 30 l, 15 l po obu stronach solidne zamknięcie, w pokrywie rączka do przenoszenia, minimalne wymiary: 42 x 34 x wys. 28 cm.
35	Listwa zasilająca (przedłużacz)	6 szt.	Z zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym, min. 5 gniazdek z uziemieniem i z osobnymi włącznikami, długość przewodu min. 1,5 m.



<b>lub</b>			
35	Listwa zasilająca (przedłużacz)	6 szt.	Listwa z elastyczno-ruchomymi połączeniami między poszczególnymi gniazdami, możliwość dostosowania kształtu listwy do krawędzi mebli lub pomieszczenia, 5 gniazdek z uziemieniem, długość przewodu min. 1,5 m.

<b>lub</b>			
35	Listwa zasilająca (przedłużacz)	6 szt.	Przedłużacz bryzgoszczelny, odporny na zachlapania płynami (klasa szczelności ip44), 5 gniazdek z uziemieniem wyposażonych w samoizolujące się klapki, długość przewodu: 2 m.

### Globusy, mapy

1	Globus indukcyjny	15 szt.	Optymalne wymiary – wysokość: 35–38 cm, średnica kuli: 25 cm, stopka plastikowa.
2	Globus fizyczny	15 szt.	Optymalne wymiary – wysokość: 30–38 cm, średnica kuli: 22–25 cm, polskie nazewnictwo, stopka i cięciwa plastikowa.
3	Globus fizyczny duży	1 szt.	Stopka wykonana z plastiku, cięciwa metalowa, polskie nazewnictwo, wysokość: min. 63 cm, średnica kuli: 42–45 cm.
4	Globus konturowy	15 szt.	Średnica: min. 25 cm, zaznaczone kontury lądów, siatka kartograficzna oraz granice państw, możliwość pisanie po powierzchni mazakami suchościernymi, w zestawie mazaki i gąbka.

<b>lub</b>			
4	Globus konturowy podświetlany	15 szt.	Średnica min. 25 cm, zaznaczone kontury lądów, siatka kartograficzna oraz granice państw, możliwość pisanie po powierzchni mazakami suchościernymi, w zestawie mazaki i gąbka. Po podświetleniu widoczna kolorowa mapa polityczna.
5	Polska – mapa ścienna, fizyczna/ mapa do ćwiczeń	1 szt.	Mapa dwustronna: jedna strona przedstawia ukształtowanie powierzchni, rozmieszczenie obiektów hydrograficznych, sieć dróg, sieć osadniczą, granice województw, a druga strona przedstawia tę samą mapę bez nazewnictwa. Zalecany format: min. 160 cm x 150 cm, skala: 1:500 000.

6	Świat – mapa fizyczna	1 szt.	Mapa zawiera: granice państw, stolice państw, stolice państw zależnych, większe miasta, pustynie, lodowce i lądolody, szczyty, wulkany, wodospady, katarakty, rafy koralowe. Mapa laminowana dwustronnie i oprawiona w rurki PCV. Zalecany format min. 200 x 140 cm, skala: 1:20 mln.
7	Europa – mapa fizyczna	1 szt.	Mapa zawiera ważniejsze miasta, granice państw, granice administracyjne, wulkany, szczyty, rzeki, jeziora, wodospady, lodowce. Mapa laminowana dwustronnie i oprawiona w rurki PCV. Zalecany format min. 100 cm x140cm Skala: 1:4,5 mln.
8	Krajobrazy świata – mapa	1 szt.	Mapa dwustronna: na pierwszej stronie mapa świata z zaznaczonymi i nazwanymi krajobrazami występującymi na świecie, dodatkowo sześć zdjęć z przykładowymi krajobrazami. Na drugiej stronie mapa świata z zaznaczonymi strefami klimatycznymi występującymi na świecie, dodatkowo 10 klimatogramów dla charakterystycznych stacji z każdej strefy. Zalecany format min. 160 cm x 120 cm, skala 1:24 mln.
9	Ochrona przyrody w Polsce – mapa	1 szt.	Mapa dwustronna: na pierwszej stronie mapa ukazująca aktualny stan ochrony przyrody w Polsce rozmieszczenie obszarów chronionych (m.in. parków narodowych, parków krajobrazowych, rezerwatów przyrody) oraz podlegających ochronie obiektów przyrody nieożywionej; z zaznaczonym występowaniem gatunków roślin i zwierząt chronionych w Polsce; na mapie zastosowano nowy podział rezerwatów przyrody obowiązujący na mocy Rozporządzenia Ministra Środowiska Na odwrócie taka sama mapa bez nazewnictwa (do ćwiczeń).
10	Mapa topograficzna okolic szkoły i regionu + plany	15 szt.	

<b>11</b>	<b>Obrotowa mapa nieba</b>	15 szt.	Obrotowa mapa nieba - okrągła mapa o średnicy ok. 30 cm, oprawa foliowana, wodoodporna, na odwrocie instrukcja korzystania z mapy i inne informacje pomocne w obser-
-----------	----------------------------	---------	--

### Modele

<b>1</b>	<b>Szkielet człowieka z ruchomymi elementami (skala 1:1)</b>	1 szt.	Szkielet człowieka naturalnej wielkości z tworzywa sztucznego na stojaku z kółkami. Czaszkę (żuchwa ruchoma) i kończyny można odłączać. Zalecana wysokość: ok. 170 cm.
----------	--	--------	--

### lub

<b>1</b>	<b>Szkielet człowieka z ruchomymi elementami (skala 1:2)</b>	7 szt.	Prosty szkielet z mostkiem umieszczony na statywie, kończyny dolne i górne zostały zamocowane ruchomo, zalecana wysokość ok. 85 cm.
<b>2</b>	<b>Modele: szkielet ryby, ptaza, gada, ptaka, ssaka</b>	po 1 szt.	Naturalne szkielety: ryby, żaby, jaszczurki, gołębia, królika, umieszczone na podstawie. Szkielety zabezpieczone są szczelną osłoną wykonaną z pleksi chroniącą modele przed kurzem i uszkodzeniami mechanicznymi. Do każdego szkieletu dołączono opis. Na wybranych kościach naniesione są numeryczne oznaczenia ułatwiające identyfikację poszczególnych elementów szkieletów.
<b>3</b>	<b>Fantom – dziecięcy manekin ratowniczy</b>	1 szt.	Wyposażenie: manekin, torba transportowa/mata treningowa, część twarzowa, wymienne drogi oddechowe, instrukcja obsługi, butelka środka do dezynfekcji.

### Plansze – do zakupu w przypadku braku dostępu do Internetu

<b>1</b>	<b>Plansza roślin trujących</b>	1 szt.	Plansza przedstawiająca min. 20 gatunków niebezpiecznych zwierząt i roślin występujących w Polsce. Każdy z gatunków pokazany jest na ilustracji oraz jest opatrzony opisem. Zalecany wymiar: min. 90 x 120 cm.
<b>2</b>	<b>Plansza grzyby trujące</b>	1 szt.	Plansza przedstawiająca min. 20 gatunków grzybów trujących i niejadalnych spotykanych w Polsce w lasach i na łąkach. Każdy z gatunków pokazany jest na ilustracji oraz jest opatrzony opisem. Zalecany wymiar min 80 x 110 cm.

3	Zestaw plansz – warstwy lasów w różnych strefach klimatycznych	1 szt.	Zestaw składa się min z 10 plansz: 1. Pustynia Sahara 2. Sawanna afrykańska 3. Dżungla afrykańska 4. Dżungla amazońska 5. Ameryka Północna 6. Arktyka 7. Azja Południowo-Wschodnia 8. Azja Środkowa 9. Australia 10. Rafa koralowa Zalecany wymiar plansz: min.
4	Plansza wskaźników biologicznych środowiska, skała porostowa z opisem	1 szt.	Plansza przedstawiająca budowę porostów i skałę porostową,
5	Plansza obrazujące zmysły człowieka	1 szt.	Plansza przedstawiająca budowę i funkcje 5 narządów zmysłów człowieka: oko (wzrok), ucho (słuch), język (smak), nos (węch), skóra (dotyk). Zalecany wymiar plansz: min. 100 x 140 cm.
6	Plansza budowa kwiatu, rodzaje kwiatostanów, rodzaje liści i korzeni	1 szt.	Plansza przedstawiająca budowę, zapylenie i zapylenie kwiatu. Plansza przedstawiająca min. 9 różnych kwiatostanów. Plansza przedstawiająca budowę korzenia oraz min. 7 rodzajów korzeni. Plansza przedstawiająca najczęściej występujące w Polsce drzewa liściaste – pokrój, liście i owoce Zalecany wymiar plansz min. 70 x 100 cm.
7	Plansza rodzajów dziobów, pazurów, i klucze tropów.	1 szt.	Plansza przedstawiająca ptaki żyjące w lesie w skali 1:1 Zalecany wymiar planszy min. 90 x 60 cm.
8	Plansza profili glebowych	1 szt.	Dwustronna plansza przedstawiająca z jednej strony profile najczęściej występujących typów gleb na Ziemi, a z drugiej strony schematyczny profil glebowy. Zalecany wymiar planszy min: 480 x 680 cm.

9	Plansze etapów rozwoju człowieka	1 szt.	Dwustronna plansza przedstawiająca z jednej strony rozwój zarodkowy i płodowy człowieka, a z drugiej strony budowę szkieletu człowieka. Zalecany wymiar planszy min. 100 x 70 cm.
10	Plansza rodzajów chmur	1 szt.	Plansza przedstawiająca min. 10 najczęściej spotykanych rodzajów chmur, ich nazwy polskie i łacińskie. Zalecany wymiar planszy min. 100 x 70 cm.
11	Plansza obiegu wody w przyrodzie	1 szt.	Plansza przedstawiająca obieg wody w przyrodzie. Zalecany wymiar planszy min: 100 x 70 cm.

## Przewodniki, atlasy

### a. Zaawansowane

1	Przewodnik – Las	5 szt.	Przewodnik zawiera opisy min. 450 gatunków roślin, grzybów, zwierząt oraz ich zdjęcia. Zalecany format: 13 x 19 cm, oprawa: kartonowa z obwolutą PCV. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
2	Przewodnik do rozpoznawania drzew	5 szt.	Książka zawiera szczegółowe informacje i zdjęcia min. 300 gatunków drzew i ponad 50 gatunków krzewów rosnących w Polsce i w Europie Środkowej, zarówno rodzimych jak i przywiezionych w nasze strony z obcych kontynentów. Oprawa kartonowa z obwolutą PCV, zalecany format: 13,0 x 19,4 cm. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
3	Przewodnik rośliny i zwierzęta	5 szt.	Przewodnik przedstawia opisy i zdjęcia min 1000 gatunków zwierząt i roślin. Krótkie i zwięzłe opisy oprócz podstawowych informacji o wyglądzie zwierzęcia lub rośliny zawierają także trochę ciekawostek przyrodniczych. Zalecany format: 11 x 18 cm, oprawa kartonowa. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.

4	Atlas pogoda i klimat	5 szt.	Atlas zawiera opisy, wyjaśnienia i fotografie min. 300 zjawisk związanych z pogodą i klimatem. Zalecany format: 13 x 19,3 cm, oprawa: kartonowa z obwolutą PCV. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
5	Atlas ptaków w Polsce	5 szt.	Ilustrowana encyklopedia zawierająca zdjęcia i opisy większości gatunków ptaków występujących w Polsce, zalecany format: 21 x 27,5 cm, oprawa twarda, dołączona płyta CD z głosami ptaków. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
6	Atlas owadów	5 szt.	Atlas zawiera opisy min. 1000 gatunków owadów, ponad 1400 zdjęć wykonanych w naturze, opisy trybu życia, najważniejszych cech i zwyczajów owadów. Zalecany format: 13,3 x 19 cm, oprawa kartonowa z obwolutą PCV. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
7	Atlas grzybów	5 szt.	Atlas zawiera szczegółowe opisy i profesjonalne zdjęcia min 250 gatunków grzybów występujących w Polsce. Oprawa: kartonowa w obwolutie PCV, zalecany format: 13 x 19,5 cm. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
8	Atlas minerałów, kamieni szlachetnych i skał	5 szt.	Atlas zawiera duże fotografie barwne i opisy min. 200 najważniejszych minerałów, kamieni szlachetnych i skał, ich opisy gęstości, barwy, pokroju, pochodzenia i zastosowania. Zalecany format: 10,8 x 18 cm, oprawa: kartonowa ze skrzydełkami. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.



<b>9</b>	<b>Atlas zwierząt chronionych w Polsce</b>	5 szt.	Atlas zwierząt chronionych przedstawia szczegółowo opisy min. 400 wybranych gatunków zwierząt chronionych, ich cechy charakterystyczne, tryb życia, rozród, rozmieszczenie na terenie Polski, zamieszkiwane środowiska, zagrożenia. Atlas zawiera ponad tysiąc ilustracji, rysunków i zdjęć. Zalecany format: 21 x 30 cm, oprawa: twarda. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
<b>10</b>	<b>Atlas roślin chronionych w Polsce</b>	5 szt.	Atlas przedstawia min. 380 gatunków naczyniowych roślin chronionych w Polsce, ich miejsca występowania i kategorie zagrożenia. Rośliny zgrupowane są według barw kwiatów. Oprawa kartonowa z obwolutą PCV, zalecany format: 13 x 19,5 cm.

#### **b. Podstawowe dla ucznia**

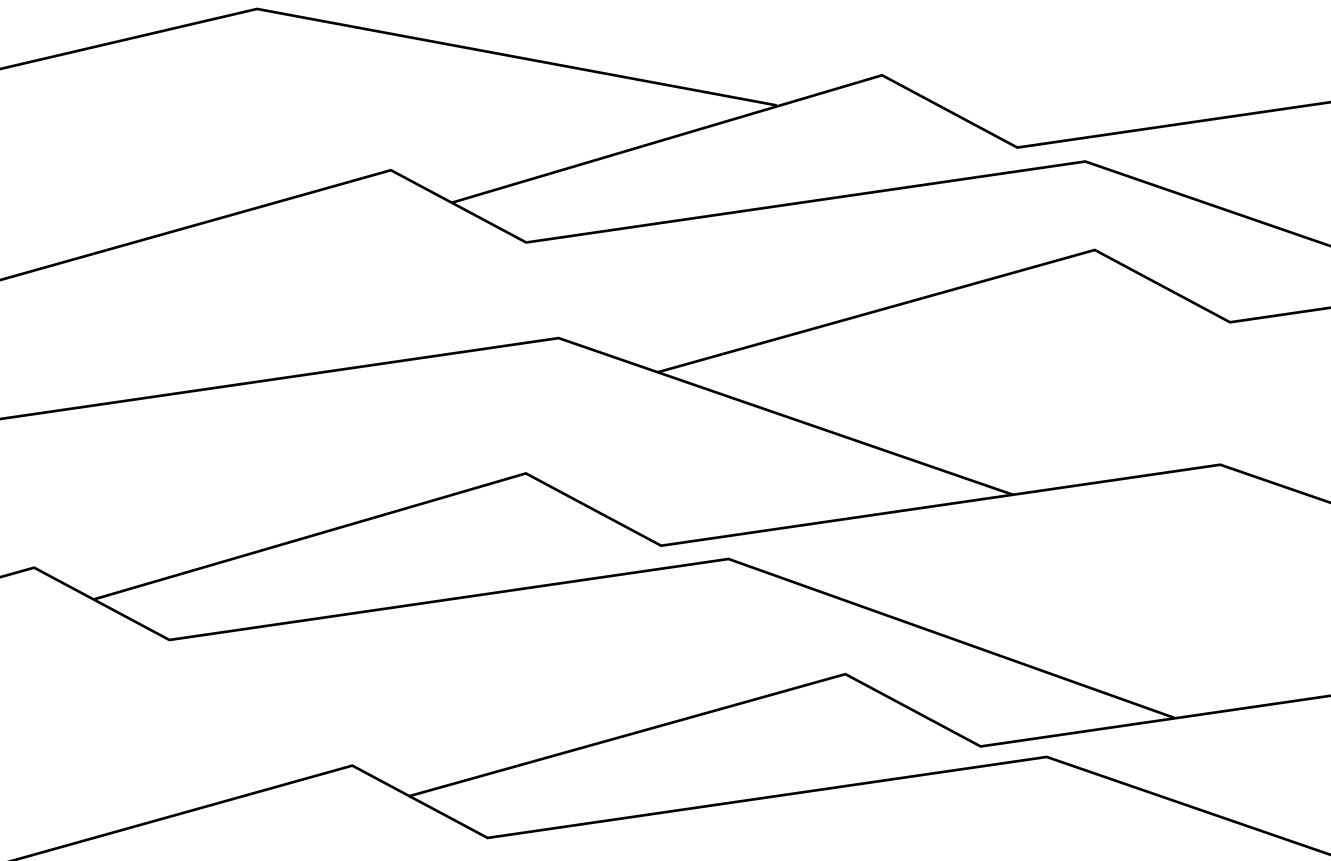
<b>11</b>	<b>Atlas geograficzny</b>	30 szt.	Szkolny atlas geograficzny łączący ujęcie globalne (na mapach świata) z przeglądem regionalnym (kontynenty i części kontynentów), szczegółowe opracowanie dla Polski. Charakterystyka środowiska naturalnego, zagadnienia społeczne i gospodarcze oparte na najnowszych danych statystycznych i opracowaniach specjalistów. W zestawie płyta CD z mapami konturowymi.
<b>12</b>	<b>Atlas przyrodniczy</b>	30 szt.	Szkolny atlas przyrodniczy dla uczniów klas 4–6, do wyboru przez nauczyciela z kilku dostępnych na rynku.
<b>13</b>	<b>Mały atlas anatomiczny</b>	15 szt.	Atlas przedstawia anatomię człowieka w sposób przystępny, usystematyzowany, zawiera barwne tablice wraz z tekstami objaśniającymi.
<b>14</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania gwiazd</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy (min. 50), rysunki lub zdjęcia gwiazdozbiorów, gwiazd, galaktyk, planet układu słonecznego i ich księżyców oraz informacje o meteorytach i rojach meteorytów. Zalecany format: 13 x 19 cm, oprawa kartonowa ze skrzydełkami. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.

<b>15</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania drzew</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy, rysunki lub zdjęcia (min. 50) często spotykanych gatunków drzew rosnących w polskich lasach, parkach i ogrodach. Zalecany format: 13 x 19,3 cm, oprawa miękka ze skrzydełkami. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika
<b>16</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania ptaków</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy, rysunki lub zdjęcia (min. 50) często spotykanych gatunków ptaków w Polsce. Zalecany format: 13 x 19,3 cm, oprawa miękka ze skrzydełkami. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
<b>17</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania zwierząt</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy, rysunki lub zdjęcia (min. 50) często spotykanych gatunków zwierząt w Polsce. Zalecany format: 13 x 19,3 cm, oprawa miękka ze skrzydełkami. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
<b>18</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania motyli</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy, rysunki lub zdjęcia (min. 50) często spotykanych gatunków motyli w Polsce. W książce motyle pogrupowano według barwy wierzchu ich skrzydeł. Zalecany format: 13,2 x 19,3 cm, oprawa kartonowa z obwolutą PCV. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
<b>19</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania owadów</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy, rysunki lub zdjęcia (min. 50) często spotykanych gatunków owadów w Polsce. Zalecany format: 13,2 cm x 19,3 cm, liczba stron: 64, oprawa kartonowa z obwolutą PCV. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.
<b>20</b>	<b>Przewodnik do rozpoznawania grzybów</b>	8 szt.	Przewodnik zawiera opisy, rysunki lub zdjęcia (min. 50) często spotykanych gatunków grzybów w Polsce. Zalecany format: 13 x 19,3 cm, oprawa miękka ze skrzydełkami. Zalecany format wynika z możliwości łatwego korzystania z przewodnika w terenie.

**Drobne artykuły papiernicze, chemia domowa – zużywalne,  
liczba w zależności od potrzeb**

1	Plastelina	Opakowania z korową plasteliną
2	Folia	Teczka typu ofertówka wykonana z tworzywa typu PCV, format A4, ok. 50 arkuszy
3	Gumka	Elastyczne kolorowe gumki recepturki o różnych średnicach, opakowanie: min. 50 g.
4	Taśma klejąca wąska i szeroka i dwustronna	Rolki.
5	Pinezki, szpilki z kolorowym tębkiem Pinezki kolorowe, galwanizowane, pokryte lakierem	Pinezki do tablic korkowych posiadające plastikowe tębki, opakowanie min. 50 szt. Szpilki krawieckie z główką o długości 38 mm.
6	Kalka	ok. 30 arkuszy A1.
7	Spinacze biurowe, spinacze klipsy	Spinacze o długości ok. 30 mm i 50 mm.
8	Magnesy do tablicy	Kolorowe magnesy w plastikowej obudowie. Średnica: ok. 20 mm, opakowanie min. 60 szt.
9	Chemia domowa: sól kuchenna, sól peklowa, cukier, soda oczyszczona, kwas cytrynowy, ocet, denaturat, spirytus rektyfikowany, woda demineralizowana, rozpuszczalnik uniwersalny, zmywacz bezacetonowy, węgiel lekarski, wyciąg z czerwonej kapusty.	
10	Barwniki spożywcze	Zestaw barwników spożywczych w proszku (9 sztuk x 4 g)
11	Tacki jednorazowe łyżeczki, jednorazowe, słomki	Plastikowe, opakowania po min. 100 sztuk.
12	Nici / Sznurek	Kilka szpilek o różnej grubości i długości
13	Żyłki różnej grubości	Żyłki z poliamidu o długości 150 m, średnica: 0,10; 0,20; 0,30 i 0,40 mm.
14	Folia aluminiowa	Rolka
15	Torebki foliowe	Do mrożonek, min. wymiary: 30 x 40 cm

<b>16</b>	<b>Patyczki do szaszłyków</b>	Min. 20 cm długości, opakowane min. 100 szt.
<b>17</b>	<b>Wata, gąbka</b>	Wata bawełniano- wiskozowa, opakowanie min 50 g.
<b>18</b>	<b>Stomki</b>	Proste stomki, Rozmiar 8 mm x 240 mm. Ilość w opakowaniu 500 szt.
<b>19</b>	<b>Pojemnik plastikowy</b>	Naczynia plastikowe tzw. moczówki (do analizy moczu), o pojemności min. 100 ml, niesterylne z zakrętką o wysokości min. 75 mm, ok. 100 sztuk
<b>20</b>	<b>Butelki plastikowe</b>	Różne, mogą być opróżnione opakowania.
<b>21</b>	<b>Strzykawki jednorazowe</b>	Strzykawki jednorazowe o pojemności minimalnej 20 ml.
<b>22</b>	<b>Balony</b>	Balony okrągłe, opakowania po 10, 25 lub 100 szt.
<b>23</b>	<b>Piasek kwarcowy, żwir, węgiel aktywowany</b>	Węgiel aktywowany o granulacji 0,43–1,7 mm, objętość w opakowaniu min. 1,7 l.



# **Eksperimentuj**

## Legenda



doświadczenie krótkie



doświadczenie długie



doświadczenie w terenie



doświadczenie w klasie



praca samodzielna



praca w grupach



# Spis działań

- 120 Świat w skali mikro  
121 Zielarze i ich zielniki  
122 Przepis na górę  
123 Gdzie ukryć skarb?  
124 Czy oko może zastąpić miarkę?  
125 Nie było nas, był las?  
126 Jak zmierzyć drzewo?  
127 Stoneczne okno  
128 Jak na płaskiej kartce narysować górę?  
129 Zostań badaczem pogody  
130 Fioletowe duchy  
131 Trzęsienie drobin  
132 Hodujemy kryształ  
134 Dlaczego zimą jest zimno?  
136 Tajemnicze związki biologii z matematyką  
137 Twój własny wiatromierz  
138 Jak powstają chmury?  
Skąd się bierze deszcz?  
139 Uff, jak gorąco!  
Czyli jak się chłodzić  
140 Z cieczy do pary – i z powrotem  
142 Jak nadmuchać balonik przy pomocy... lodówki?  
143 Baloniku nasz malutki...  
144 To żyje! Czyli przyroda wokół nas  
145 Zwierzę, którego nie ma  
146 Dlaczego inżynierowie powinni interesować się biologią  
147 Gleba glebie nierówna?  
148 Zrzucić liście, czy nie zrzucić?  
149 Znam to drzewo!  
150 Co wije się, co petza, co skacze, a co kuli się?  
152 Skąd rośliny wiedzą, w którą stronę rosnąć i kiedy się zielenić?  
154 Czy więcej tlenu jest pod powierzchnią jeziora, czy na dnie?  
156 Woda wodzie nierówna  
158 Mieszkańcy kropli wody  
160 Dlaczego kaczka nie wygląda jak zmokła kura?  
161 Gdzie żyją glony?  
162 Pracowite dżdżownice  
163 Woda pełna życia  
164 Co to za drzewo?  
166 Łącuchy i sieci  
167 Nasiona i owoce – wystannicy roślin  
168 Czy las czyści powietrze?  
169 Porost prawdę ci powie...  
170 Budujemy filtr  
171 Kwaśno, aż igły opadają!  
172 Cieczowy przekładaniec  
173 Domowa chemia  
174 Nie wszystko naraz! Czyli jak bezpiecznie posprzątać mieszkanie  
176 Gęsty jak... woda  
177 Ile to waży? Robimy miarki kuchenne  
178 Czy drożdże potrafią nadmuchać torebkę?  
180 Czy rośliny lubią każdą wodę?  
181 Magnes na turystów  
182 Jaki kształt chciałaby mieć ciecz?  
184 Ale plama!  
186 Czego potrzebują rośliny?  
188 Korzystaj ze środowiska z głową!  
189 Czy znasz sąsiadów Polski?  
190 Krajobraz na kartce  
191 SMS z wycieczki  
192 Światło pod lupą  
194 Gazowy strażak  
195 Serca zabity im szybciej...  
196 Czy masz dobre wycucie czasu?  
197 Mniejsze – większe: zabawy z soczewkami  
198 Lupa z wody!  
199 Świeża żywność... na długo  
200 Woda do picia, woda do życia  
201 Woda z prądem  
202 Domowy kompas  
203 Ależ elektryzujące doświadczenie!  
204 A jednak się kręci!  
205 Noce i dnie  
206 Skąd wziąć prąd na bezludnej wyspie?  
208 Lecimy na Jowisza! Czy to daleko?  
210 Stońce z ukosa  
211 Cień ziemi  
212 Kuchenka słoneczna  
213 Gdzie przebiegają granice kontynentów?  
214 Kłopoty z rdzą  
215 Jajko nie ma szans...  
216 Globusowe ABC  
218 Porządkowanie materii  
219 Gotowanie wody na zimno  
220 Tajemnice liści, czyli co ukrywa chlorofil?  
221 Powietrze stawia opór!  
222 Zadanie dla Kopciuszka  
224 Zahamuj wahadło!  
225 Czym jest prędkość?  
226 Z górki na pazurki!

# Świat w skali mikro

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



Zapraszamy do świata niewidocznego gołym okiem! Przygotujecie własne preparaty i będziecie podziwiać mikroświat pod mikroskopem. Czy znane obiekty ujawnią Wam jakieś tajemnice? Nie tylko odkryjecie bogactwo struktur i form, lecz także poznacie w praktyce znaczenie terminów „powiększenie” czy „obraz widziany okiem uzbrojonym”.

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na pary (jeśli macie wystarczająco wiele mikroskopów) lub skorzystajcie z mikroskopu z kamerą USB i pokazujcie obraz na ekranie.
2. Wybierzcie kilka obiektów, które obejrzyjecie pod mikroskopem (skrzydło lub odnóża owada, błonkę spomiędzy warstw cebuli, włos lub cokolwiek, co przyjdzie Wam do głowy).
3. Przygotujcie razem preparaty mikroskopowe, pamiętajcie, żeby preparaty żywe (np. części roślin) możliwie szybko utożyc w kropli wody.
4. Obejrzyjcie obiekty gołym okiem, pod mikroskopem pod różnymi powiększeniami.
5. Naszkicujcie zaobserwowane obrazy, notując, w jakim powiększeniu były oglądane obiekty.
6. Przy jakim powiększeniu pojawiły się cechy, których nie było widać gołym okiem?
7. Jaka może być funkcja w poszczególnych obiektach struktur widocznych okiem uzbrojonym?

## Inspirujące pytania

- Czy patrząc przez dwie lupy, zobaczymy obraz bardziej powiększony niż przez jedną? A przez trzy lupy?
- Jakie najdrobniejsze szczegóły przedmiotów może dostrzec ludzkie oko?
- Jak widzi krótkowidz? Jak to sprawdzić?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Mikroskop świetlny, igły preparacyjne, pęseta o ostrym zakończeniu, szkiełka podstawowe i nakrywkowe, szalki Petriego, kroplomierz, mała zlewka, skalpel lub żyłotka, styropian do przytrzymywania ciętych obiektów, woda.

## POJĘCIA

- powiększenie
- obraz widoczny gołym okiem
- obraz widoczny okiem uzbrojonym

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przyrządów ułatwiających obserwację przyrody (lupa, mikroskop, lornetka), opisuje ich zastosowanie, posługuje się nimi podczas prowadzonych obserwacji (1.7),
- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych do środowiska życia (4.11).

# Zielarze i ich zielniki

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



Założcie zielniki, które będą prowadzone od wiosny do jesieni. Po zapoznaniu się z zasadami prowadzenia zielnika, suszenia roślin, ich identyfikacji i opisywania, przystąpcie do zbiorów i konserwacji roślin. W trakcie prac możecie organizować zadania tematyczne, np. miesiąc traw albo roślin leczniczych. A może zorganizujecie wystawę waszych zbiorów?

## INSTRUKCJA

1. Pójdźcie na spacer do miejsca, w którym rośnie wiele gatunków roślin zielnych.
2. Zbierzcie bukiet roślin do oznaczenia i zasuszenia.
3. Po powrocie oznaczcie zebrane rośliny, korzystając z klucza lub przewodnika.
4. Omówcie zasady prawidłowego suszenia roślin, ich opisywania i umieszczania w zielniku.
5. Rozpocznijcie tworzenie własnych zielników. Zdecydujcie, czy chcecie je tworzyć indywidualnie, czy np. w parach lub większych grupach – wtedy możecie się podzielić zadaniami.
6. Zaplanujcie kolejne wyzwania tematyczne, np. miesiąc traw, miesiąc roślin uprawnych, leczniczych itd. A może zorganizujecie całoroczną grę w zielarza: ze zdobywaniem kolejnych sprawności i specjalizacji, np. mistrz suszenia, mistrz oznaczania, mistrz grafiki itd.?
7. Zaplanujcie wystawę lub wystawy tematyczne, wykorzystujące materiał zielnikowy, zaproście na nie uczniów z innych klas, nauczycieli i rodziców. Przygotujcie prezentacje, kącik porad botanicznych lub kulinarny – np. o dzikorosnących roślinach jadalnych.

## Inspirujące pytania

- Po co nam łacińskie nazwy gatunków, skoro żaden naród nie mówi już w tym języku?
- Ile gatunków drzew liściastych potraficie wymienić z pamięci? A ile gatunków traw?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Gazety (zwykłe, codzienne z chłonnego papieru), bibuła lub serwetki, segregator z wyjmowanymi sztywnymi kartami lub zeszyt (najlepiej gładki, formatu A4 ze sztywnymi okładkami), taśma klejąca lub tzw. gęsia skórka, pęseta, klucz lub przewodnik do oznaczania gatunków roślin.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa typowe organizmy lasu, łąki, pola uprawnego (4.3),
- podaje przykłady roślin i zwierząt hodowanych przez człowieka (1.8),
- rozpoznaje i nazywa niektóre rośliny (w tym doniczkowe) zawierające substancje trujące lub szkodliwe dla człowieka (1.9).

### POJĘCIA

- systematyka
- gatunek, rodzaj, rodzina, rząd
- łodyga, liść, korzeń, kwiat
- podwójne nazewnictwo

# Przepis na górę

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



Zazwyczaj najpierw powstają góry i doliny, a dopiero potem ludzie rysują ich mapy. A może spróbujecie zrobić odwrotnie? Mapa poziomicowa wygląda płasko, ale jest w niej zaszyfrowany trójwymiarowy model terenu. W tym eksperymencie wykorzystacie rysunek poziomicowy do zbudowania własnej góry.

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na grupy i w każdej grupie przygotujcie prosty poziomicowy rysunek góry (mogą to być także dwie góry rozdzielone przetęczą lub jedna góra z doliną). Możecie go skopiować z gotowej mapy lub narysować samodzielnie.
2. Rysunek powiększcie do rozmiarów, jakie ma mieć budowana góra. Jeśli góra ma być duża, rysunek powinien być większy od kartki A3. Możecie go wykonać na papierze lub tekturze. Warto przygotować kopię rysunku (może być mniejsza od rysunku głównego).
3. Potnijcie rysunek wzdłuż poziomic.
4. Przygotujcie równą powierzchnię i ułóżcie na niej największy kawałek wycinanki.
5. Przygotujcie wilgotny piasek i rozłóżcie go równą warstwą w zarysie pierwszej poziomicy (przykryjcie całą papier i wewnątrz obrysu góry). Wyrównajcie powierzchnię np. linijką lub kawałkiem deski.
6. Połóżcie na pierwszej warstwie piasku kolejną wycinankę (skorzystajcie z kopii rysunku, aby odpowiednio ją ułożyć). Wyrównajcie brzegi pierwszej warstwy piasku, aby nie wystawała poza papier.
7. Rozłóżcie kolejną warstwę piasku i postępujcie w ten sposób, aż zbudujecie całą górę.
8. Pamiętajcie o wyrównywaniu brzegów góry w trakcie budowania. Jeśli góra będzie zbyt stroma, piasek może się obsypywać. Żeby ułatwić sobie budowanie, warto zwilżać piasek zraszaczem.
9. Porównajcie górę ze skopiowanym rysunkiem poziomicowym. Obejrzyjcie ją ze wszystkich stron. Możecie też zrobić zdjęcia.



### Zadanie dodatkowe (opcjonalnie)

Spróbujcie na modelu góry wyraźnie zaznaczyć poziomicę (mogą nimi być wystające brzegi wyciętych warstwic lub wyźtobienia w piasku). Może uda się zrobić zdjęcie z góry tak, aby było widać poziomicę? Porównajcie zdjęcie z mapą, która była podstawą do budowania góry.

### Inspirujące pytania

- Jak zbudować z piasku wklęsłą formę terenu, np. kotlinę?
- Z jakich innych materiałów dałoby się zbudować taką górę?
- Czym można by ją utrwalić?
- Jak różne wypukłe i wklęsłe formy terenu w waszej okolicy wyglądają na mapach poziomicowych, a jak w rzeczywistości?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Mapa poziomicowa najbliższego terenu lub większego regionu, mokry piasek, wiadro, łopatką, zraszacz, kawałek deski lub linijka.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- rozróżnia w terenie i na modelu formy wypukłe i wklęsłe, wskazuje takie formy na mapie poziomicowej (2.7).

#### POJĘCIA

- mapa poziomicowa
- formy wypukłe i wklęsłe

# Gdzie ukryć skarb?

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



**Mapa Skarbów! To hasło elektryzowało każdego pirata i wróżyło bogactwo – o ile oczywiście mapa była prawidłowo sporządzona. Nie wiadomo, czy w życiu nie zostaniecie kiedyś piratami, więc warto przeciwzyć umiejętność chowania i znajdowania skarbów, a przede wszystkim robienia dobrych map i ich odczytywania.**

## INSTRUKCJA

1. Omówcie zasady tworzenia mapy w skali i zasady sporządzania map rozległych terenów.
2. Podzielcie się na co najmniej cztery grupy i ustalcie, na jakim obszarze jest dozwolone chowanie skarbu. Ustalcie, co będzie nagrodą dla zwycięskiej drużyny: tej, która pierwsza odnajdzie skarb, i tej, która przygotowała mapę, dzięki której skarb został odkryty.
3. W każdej grupie ustalcie, co będzie waszym skarbem i gdzie go schowacie. Następnie idźcie w teren, ukryjcie skarb, zróbcie konieczne pomiary, narysujcie mapy i przygotujcie instrukcje znalezienia skarbu.
4. Zróbcie losowanie map i instrukcji przygotowanych przez wszystkie zespoły.
5. Rozpocznijcie jednocześnie poszukiwania skarbów, postępując się wylosowanymi mapami i instrukcjami.
6. Wręczcie nagrodę zwycięskim drużynom.
7. Omówcie przebieg działania – czy łatwo było znaleźć skarb i dlaczego? Zajmijcie się takimi sprawami, jak np. dokładność mapy, trafność użytych oznaczeń, prawdziwość pomiarów, skali i legendy.
8. Czy znacie aplikacje internetowe lub na urządzenia przenośne (tablety, smartfony) wykorzystujące mapy?

## Inspirujące pytania

- Czy opis lub zdjęcie mogą zastąpić mapę?
- Dzięki czemu można odnaleźć/rozpoznać obiekty na mapie?
- Jaki są zalety i wady map papierowych i elektronicznych?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla każdego zespołu: taśma miernicza, kompas, łopatka, linijki, ekerki, cyrkle, coś, co będzie pełnił funkcję skarbu, tablet, smartfon lub komputer z dostępem do Internetu.

## Odniesienie do podstawy programowej:

### UCZEŃ

- orientuje plan, mapę w terenie, postępuje się legendą (2.3),
- identyfikuje na planie i mapie topograficznej miejsce obserwacji i obiekty w najbliższym otoczeniu, określa wzajemne położenie obiektów na planie, mapie (2.4),
- postępuje się podziałką liniową do określania odległości, porównuje odległość na mapie z odległością rzeczywistą w terenie (2.5),
- wykonuje pomiary, np. taśmą mierniczą, szacuje odległości i wysokości w terenie (2.6).

### POJĘCIA

- mapa
- legenda mapy
- skala
- kierunki świata

# Czy oko może zastąpić miarkę?

Lidia Grad

## KATEGORIE



Na lekcjach historii słyszeliście pewnie o mierzeniu sukna łokciami, a odległości stopami. Nic dziwnego – ciało człowieka od dawna służyło jako przyrząd pomiarowy. Znając długości swoich kciuków, łokcia (przedramienia), stopy, rozpiętości ramion i kroku oszacujemy odległości i wysokości obiektów wokół siebie. Jak duża będzie różnica między wynikiem szacunkowym a rzeczywiście wymiarami obiektów?

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na małe grupy i w każdej z nich przygotujcie przyrządy pomiarowe: linijki i taśmy miernicze. Ustalcie wspólnie, który przyrząd będzie bardziej dokładny i w jakich warunkach (małe i duże odległości) oraz ten sam sposób wykonywania pomiarów – wyznaczając punkty odniesienia (od – do).
2. Opracujcie tabelę, w której zapiszecie wszystkie wykonane i oszacowane pomiary.
3. Dobierzcie się parami lub trójkami i omówcie zadania do wykonania:
  - a. Zmierzcie długość swojego kciuka, przedramienia oraz stopy w bucie i bez buta.
  - b. W parach zmierzcie rozpiętość swoich ramion. Porównajcie te pomiary z wysokością swojego ciała. Następnie zmierzcie długości swoich kroków.
  - c. W parach wyszukajcie wokół siebie obiekty znajdujące się w odległościach równych długości kciuka, łokcia, rozpiętości ramion, stopy i kroku. Porównajcie swoje wyniki i zapiszcie wnioski w zeszytach. Przy określaniu długości kciuka wybierzcie kilka przedmiotów i ustawcie je w oszacowanej odległości, a następnie sprawdźcie poprawność, mierząc ją przyrządem pomiarowym.
  - d. Oszacujcie na oko: odległość względem siebie dwóch wskazanych obiektów, wskaźcie dwa obiekty znajdujące się w podanej odległości, spróbujcie rozstawić na stole dwa przedmioty na wskazaną odległość, oszacujcie wysokość wskazanego obiektu.
  - e. Zmierzcie odległość i wysokość wskazanego obiektu, początkowo postępując się częściami ciała, a potem przyrządami pomiarowymi. Porównajcie wyniki i wyciągnijcie wnioski.
  - f. Narysujcie linię i zmierzcie jej długość za pomocą linijki lub taśmy mierniczej. Postarajcie się za każdym razem patrzeć na przyrząd pomiarowy pod innym kątem. Za każdym razem zapiszcie odczytany wynik. Wyciągnijcie wnioski i zapiszcie je.
4. Ponówcie pomiary po jakimś czasie, porównajcie wyniki i wyciągnijcie wnioski.

### POJĘCIA

- parokrok
- iluzja
  - złudzenie wzrokowe
- kalibracja
- ślepa plamka
- soczewka

### Inspirujące pytania

- Czy wielkości części Twojego ciała są porównywalne?
- Kiedy oko może nas oszukać?
- Co by było, gdyby oko zastąpiło przyrządy miernicze?
- Czym jest ślepa plamka? Czy wyniki pomiarów zależą od tego kto mierzy?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Linijka (dla każdego), taśma miernicza (wysuwana do 3 m na parę lub trójkę), model oka z opisem (może być tablica lub przestrzenny), plansza z opisem powstawania obrazu oka zdrowego, krótkowidza i dalekowidza (wg uznania nauczyciela).

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEN

- nazywa zmysły człowieka i wyjaśnia ich rolę w poznawaniu przyrody, stosuje zasady bezpieczeństwa podczas obserwacji przyrodniczych (1.6),
- wykonuje pomiary np.: taśmą mierniczą, szacuje odległości i wysokości w terenie (2.6).

# Nie było nas, był las?

Blandyna Zajdler

## KATEGORIE



**Podczas wycieczki do lasu lub do parku sprawdzimy, jaki jest jego wiek. Obliczymy go jako wartość średnią na podstawie pomiarów wieku wybranych drzew. To działanie rozwija nie tylko wiedzę przyrodniczą, wymaga także obliczeń matematycznych, orientacji w terenie.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na nieduże zespoły pomiarowe (najlepiej na pary), utwórzcie także zespół sekretarzy, z których każdy odpowiada za zebranie wyników od określonych grup i dokonywanie obliczeń.
2. W parku lub lesie wybierzcie po 5 różnej wielkości drzew dla każdego zespołu pomiarowego i zmierzcie obwód ich pnia na wysokości 1,3 metra od ziemi. Wyniki zapisujcie w centymetrach (uwaga: dokonujcie pomiaru średnicy pni drzew, a nie krzewów).
3. Każdy zespół oblicza wiek zmierzonych drzew, korzystając ze wzoru:

$$\text{wiek (w latach)} = \frac{\frac{\text{obwód drzewa w cm}}{2} + \frac{\text{obwód drzewa w cm}}{3}}{2}$$

4. Przekażcie otrzymane wyniki przydzielonemu im sekretarzowi.
5. Po przekazaniu wyników oznaczcie na mapie topograficznej miejsce położenia drzew, które mierzyliście, oraz opiszcie ich położenie względem szkoły.
6. Każdy sekretarz oblicza średnią wieku 5 drzew swojego zespołu (lub swoich zespołów), sumując wiek wszystkich drzew zmierzonych przez dany zespół i dzieląc wynik przez 5.
7. Wszyscy sekretarze sumują uśrednione wyniki swoich zespołów i dzielą otrzymany wynik przez liczbę zespołów pomiarowych.
8. Sekretarze prezentują otrzymane wyniki częściowe (poszczególnych zespołów pomiarowych) oraz wynik średni: wiek lasu (parku) otrzymany przez całą klasę.
9. Po prezentacji porozmawiajcie, czy drzewa, które mierzyliście, to element krajobrazu naturalnego czy antropogenicznego. Uzasadnijcie swoje opinie.

## Inspirujące pytania

- Jak sądzisz, dlaczego wyniki pomiarów drzew różnią się?
- Czy wyniki pomiarów różnią się i jaka może być tego przyczyna?
- Co mogą opowiedzieć drzewa o historii sprzed 10, 20, 100 lat?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Taśma miernicza, mapa topograficzna najbliższej okolicy, kalkulatory (mogą być w telefonie).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- identyfikuje na planie i mapie topograficznej miejsce obserwacji i obiekty w najbliższym otoczeniu, określa wzajemne położenie obiektów na planie, mapie topograficznej i w terenie (2.4),
- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (powietrza, wody, gleby) (5.1).

### POJĘCIA

- średni wiek drzew
- krajobraz antropogeniczny



# Jak zmierzyć drzewo?

Lidia Grad

## KATEGORIE



U człowieka wraz z wiekiem proces rośnięcia zwalnia, aby w końcu zupełnie się zatrzymać. W przypadku drzew jest inaczej – rosną one przez całe swoje życie. Na dodatek im są starsze, tym ich wzrost jest szybszy. Przez całe życie drzewa zwiększają również swoją masę. No, ale dosyć teorii: ruszamy zmierzyć wysokość drzewa, nie ruszając się z ziemi.

## INSTRUKCJA

- Wybierzcie słoneczny dzień, aby zmierzyć wysokość wybranego przez siebie drzewa.
- Dobierzcie się w pary i omówcie zadania do wykonania:
  - za pomocą taśmy mierniczej zmierzcie cień wskazanego drzewa i zanotujcie wynik,
  - wbijcie gnomon w ziemię i zmierzcie jego wysokość oraz długość jego cienia, również zanotujcie wyniki,
  - zmierzcie długość swojego cienia i zanotujcie wynik oraz swój wzrost,
  - wykonajcie obliczenia wg podanych wzorów (uwaga: wyniki wszystkich pomiarów muszą być podane w tych samych jednostkach):

**Wysokość drzewa = wysokość gnomonu x długość cienia drzewa**

**długość cienia gnomonu**

**Wysokość drzewa = wysokość ucznia x długość cienia drzewa**

**długość cienia ucznia**

- Porównajcie wyniki pomiarów wszystkich grup. Obliczcie średnią wartość wysokości drzewa.
- Powtórzcie te pomiary pod koniec roku szkolnego i porównajcie wyniki. Czy w ciągu tych kilku miesięcy bardziej urosło drzewo, czy Wy?
- Zachęćcie się wzajemnie do tego, aby po roku lub po dwóch latach ponownie wykonać te same pomiary. Spróbujcie określić wpływ warunków środowiska (wiatru, słońca, innych drzew itp.) na rozpiętość korony drzewa.

## Inspirujące pytania

- Czy wyniki pomiaru drzewa zależą od tego, kto lub czym dokonuje pomiaru?
- Kto rośnie szybciej – Ty czy drzewo?
- Czy podczas pomiarów widzisz trójkąty podobne? (na dodatkowych zajęciach matematycznych)

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Gnomon, taśma miernicza (do 3 m, jedna na parę).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- nazywa zmysły człowieka i wyjaśnia ich rolę w poznawaniu przyrody, stosuje zasady bezpieczeństwa podczas obserwacji przyrodniczych (1.6),
- wykonuje pomiary np. taśmą mierniczą, szacuje odległości i wysokości w terenie (2.6)

### POJĘCIA

- gnomon
- cień
- wartość średnia
- trójkąty podobne
- korona drzewa

# Słoneczne okno

Anna Guć

## KATEGORIE



Słońce zmienia swoje położenie w ciągu doby, ale jego położenie zmienia się także wraz z porami roku. Jeśli przeprowadzicie systematyczne obserwacje, to łatwo zaobserwujecie zmiany położenia Słońca na niebie w kolejnych miesiącach.

## INSTRUKCJA

1. W pracowni przyrodniczej wybierzcie okno zapewniające najlepszą możliwość obserwacji położenia Słońca. Wyznaczcie częstotliwość (np. co 30 dni) i stałą godzinę oraz stałe miejsce, z którego będą prowadzone wszystkie obserwacje. Uwaga! Pamiętajcie, żeby uwzględnić zmianę czasu, jeśli ma nastąpić w czasie Waszej obserwacji.
2. Przygotujcie 6–9 wyciętych z kartonu lub folii samoprzylepnej słoneczek.
3. O określonej godzinie stańcie w wyznaczonym miejscu obserwacji, spójrzcie przez szybę i obserwujcie Słońce. Na szybie w miejscu położenia Słońca przyklejcie pierwsze słoneczko.
4. Kolejną obserwację przeprowadźcie w wyznaczonym dniu, dokładnie z tego samego miejsca i o tej samej godzinie. Naklejcie następne słoneczko. Jeśli pogoda nie pozwala na odnalezienie Słońca na niebie, powtórzcie obserwację następnego dnia, o tej samej godzinie.
5. Po zakończonej obserwacji (może trwać od 6 do 9 miesięcy) wykonajcie zdjęcie lub rysunek układu słoneczek na szybie. Dlaczego układają się w taki sposób?

## Inspirujące pytania

- Dlaczego zmienia się długość dnia i nocy?
- Dlaczego zimą w pełnym słońcu i tak jest zimno?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Żółty karton lub folia samoprzylepna, taśma samoprzylepna.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje widomą wędrówkę Słońca w ciągu doby, miejsca wschodu, górowania i zachodu Słońca, w zależności od pory roku, wskazuje zależność między wysokością Słońca a długością cienia (2.2).

### POJĘCIA

- pory roku
- ruch obrotowy i ruch obiegowy Ziemi
- równonoc
- górowanie słoneczne
- wędrówka Słońca
- miejsce wschodu i zachodu Słońca

# Jak na płaskiej kartce narysować górę?

Iwona Skalińska

## KATEGORIE



**Kroiliście kiedyś górę na plasterki? Nie? To pora nadrobić zaległości! Dzięki tej nietypowej zabawie dowiemy się, jak na płaskiej mapie przedstawić wypukłe formy terenu, czym są poziomice i jak odczytywać ich układ. Pomoże w tym model góry własnoręcznie zrobiony z plasteliny lub masy solnej.**

## INSTRUKCJA

1. Ulepiec z plasteliny model góry – po jednym dla każdego uczestnika doświadczenia. Góra powinna być zróżnicowana pod względem kształtu, tzn. mieć zarówno zbocza strome, jak i łagodne. Dobrze sprawdza się model o wymiarach (w przybliżeniu): wysokość ok. 16–20 cm, podstawa ok. 10 x 10 cm.
2. Pokrójcie model na poziome plastry o równej grubości, najlepiej co 2 cm. Postarajcie się zrobić to ostrożnie, żeby model się zbyt nie zdeformował. Zwróćcie uwagę na bezpieczeństwo.
3. Model wykonany z modeliny lub masy solnej wypalcie w piekarniku przez 1,5 godziny w temperaturze 80 stopni. Plastry modelu rozłóżcie przed pieczeniem na papierze do pieczenia.
4. Zróbcie rysunek poziomicowy w następujący sposób:
  - a. ustawcie cały model na kartce papieru,
  - b. obrysujcie dolny plaster (podnoże formy terenu) – najlepiej cienkim ołówkiem,
  - c. ostrożnie wyciągnijcie najniższy plaster, nie zmieniając położenia pozostałych plastrów względem kartki. To jest bardzo ważne! Dla ułatwienia plastry można przytrzymać patyczkiem do szaszłyków przebijając je od szczytu do podstawy i wysuwając go w górę w miarę zabierania kolejnych plastrów,
  - d. obrysujcie następny plaster, wyciągnijcie go i tak do ostatniego plastra (wierzchołka formy terenu),
  - e. powstałe linie oznaczcie kolejno numerami 1, 2 itd., zaczynając od zewnątrz. Przypiszcie im jednostkę miary wysokości, np. metry.
5. Porównując powstały rysunek z modelem, zaznaczcie na rysunku kolorowymi liniami strome zbocze, łagodne zbocze, a krzyżykiem szczyt.
6. Porozmawiajcie o ułożeniu poziomic względem siebie, gdy zbocze jest łagodne i gdy jest strome.
7. Obliczcie wysokość szczytu.
8. Zastanówcie się, czym jest poziomica i na tej podstawie utólcie własnymi słowami jej definicję.
9. Ćwiczenie powtórzcie na gotowym modelu poziomicowym wypukłej formy terenu.

### POJĘCIA

- wypukła forma terenu
- podnoże wzniesienia
- wierzchołek wzniesienia
- szczyt wzniesienia
- poziomica

## Inspirujące pytania

- Jak rysowano formy terenu, gdy nie było jeszcze metody poziomicowej?
- Jak narysować górę widzianą... z góry?
- Jak za pomocą poziomic przedstawić pionową ścianę?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Gotowy model poziomicowy formy terenu, plastelina lub modelina, ew. masa solna (porcja dla dwóch osób: 1 szklanka mąki pszennej, 2 szklanki soli, 125 ml wody; składniki wymieszać w misce i ugniatać do powstania jednolitej masy), piekarnik lub suszarka laboratoryjna, papier do pieczenia, blok A4, ołówek o cienkim rysiku (np. na wkłady 0,5 lub 0,7 mm), nóż.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEN

- rozróżnia w terenie i na modelu formy wypukłe i wklęsłe, wskazuje takie formy na mapie poziomicowej (2.7).

# Zostań badaczem pogody

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



**W prognozie pogody codziennie powtarzają się opisy kilku czynników: temperatury powietrza, ciśnienia, opadów, zachmurzenia. Ale czy wiecie, co się kryje za tymi terminami? Dużo lepiej można je zrozumieć i zapamiętać, prowadząc przez kilka dni pomiary i obserwacje pogody.**

## INSTRUKCJA

1. Omówcie podstawowe czynniki definiujące pogodę i sposób, w jaki dokonuje się ich pomiaru (narzędzia, zasady prawidłowego pomiaru).
2. Omówcie budowę i sposób działania najważniejszych przyrządów do pomiaru poszczególnych parametrów opisujących pogodę.
3. Ustalcie sposób pracy (indywidualnie lub w grupach) oraz czas trwania pomiarów i obserwacji (co najmniej tydzień codziennych pomiarów i obserwacji oraz zapisu wyników).
4. Ustawcie niezbędne narzędzia pomiarowe lub omówcie sposób ich samodzielnego przygotowania (np. domowy deszczomierz z butelki).
5. Przez uzgodniony czas prowadźcie pomiary i obserwacje, notujcie wyniki.
6. Przeprowadźcie podsumowanie obserwacji, wykonajcie wspólnie graficzną analizę wyników (schemat, wykres).

### Możliwe rozwinięcia działania

- prezentacja wyników w formie konkursu na najlepszego(-ą) prezentera(-kę) pogody,
- zbudowanie własnej klatki meteorologicznej na zajęciach technicznych.



### Inspirujące pytania

- Czy można przewidzieć, jakie będą w tym roku zima i lato?
- Dlaczego niektórych boli głowa, a innych tamie w kościach przed zmianą pogody?
- Czy pogoda i klimat są tym samym?
- Czy pogodowe przysłowia i powiedzenia są prawdziwe (np. na św. Grzegorza zima idzie do morza, Barbara po lodzie, Boże Narodzenie po wodzie itd.)?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Deszczomierz, termometr, barometr, wiatromierz, materiały do budowy klatki meteorologicznej.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa zjawiska atmosferyczne zachodzące w Polsce (3.2),
- podaje przykłady występowania i wykorzystania rozszerzalności cieplnej ciał w życiu codziennym, wyjaśnia zasadę działania termometru cieczowego (3.9),
- wykonuje i opisuje proste doświadczenia wykazujące istnienie powietrza i ciśnienia atmosferycznego; buduje, na podstawie instrukcji, prosty wiatromierz i wykorzystuje go w prowadzeniu obserwacji (3.10),
- wymienia nazwy składników pogody (temperatura powietrza, opady i ciśnienie atmosferyczne, kierunek i siła wiatru) oraz przyrządów służących do ich pomiaru, podaje jednostki pomiaru temperatury i opadów stosowane w meteorologii (3.11),
- obserwuje pogodę, mierzy temperaturę powietrza oraz określa kierunek i siłę wiatru, rodzaje opadów i osadów, stopień zachmurzenia nieba, prowadzi kalendarz pogody (3.12).

### POJĘCIA

- meteorologia
- temperatura
- ciśnienie
- opad
- powtarzalność i obiektywizm pomiaru
- klimat

# Fioletowe duchy

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Co to znaczy, że świat wokół złożony jest z cząsteczek? Czy można je zobaczyć? Czasami nawet bez mikroskopu udaje się dostrzec dowody ich istnienia. W tym efektownym doświadczeniu przyjrzymy się dyfuzji, czyli rozprzestrzenianiu się cząsteczek jednej substancji wśród innych. Przy okazji przypomnimy sobie zjawiska sublimacji i resublimacji.

## INSTRUKCJA

1. Postawcie szalkę Petriego na białym tle np. na kartce papieru.
2. Nalejcie wody do szalki tak, aby pokryła całe dno, następnie na środku umieśćcie 1 niewielki kryształ manganianu (VII) potasu. Co widzicie? Jak się nazywa to zjawisko?
3. Jeżeli macie taką możliwość, to następne doświadczenie wykonajcie pod wyciągiem lub przy otwartym oknie..
4. Do pustej zlewki wsypcie kilka kryształków jodu i zatkać zlewkę kolbą, do której wcześniej nalejcie zimnej wody z lodem. Ostrożnie unieście całość na podstawce do podgrzewania i lekko podgrzejcie spód zlewki nad świeczką lub palnikiem. Odstawcie całość na płytkę ceramiczną i obserwujcie co się dzieje. Co widzicie na spodzie kolby od strony zlewki? Ile zjawisk zachodzi jednocześnie w zlewce i jak się nazywają?
5. Zastanówcie się, co rozchodzi się w wodzie na szalce i czym jest fioletowy dym w zlewce?



**Uwaga!** pracując z jodem nigdy nie pozostawiajcie otwartego stoika. Weźcie z niego maksymalnie 5 kryształków, nie wdychajcie ich oparów. Podczas naszego doświadczenia, nie zdejmujcie kolby ze zlewki ani w trakcie ogrzewania, ani bezpośrednio po nim!

## Inspirujące pytania

- Czy dyfuzja może zachodzić w ciele stałym?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Kilka kryształków jodu, kilka kryształków manganianu (VII) potasu, zlewka lub stoik 500 ml i kolba okrągłodenna dopasowana do zlewki/stoika tak, aby od góry „zamknąć” zlewkę kolbą, szalka Petriego, woda o temperaturze pokojowej do napełnienia szalki, woda zimna (może być z lodem) ok. 200 ml do wiania na dno kolby, tyżeczka plastikowa lub szpatułka do nabierania odczynników, świeczka do podgrzewacza lub palnik, zapalniczka, metalowa podstawka lub stojak do ogrzewania, płytkę ceramiczną (np. wykładzina z gresu) o wymiarach 30/30 cm.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- opisuje skład materii jako zbiór różnego rodzaju drobin tworzących różne substancje i ich mieszaniny (3.5),
- podaje przykłady ruchu drobin w gazach i cieczach (dyfuzja) oraz przedstawia te zjawiska na modelu lub schematycznym rysunku (3.7).

### POJĘCIA

- dyfuzja
- sublimacja/  
resublimacja
- cząsteczka
- zjawisko  
fizyczne

# Trzęsienie drobin

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



Co mają wspólnego kamień, woda, powietrze i my sami? Wszystkie są zbudowane z atomów i cząsteczek, czyli małych drobin. Drobiny mogą być ułożone na różne sposoby i dzięki temu ta sama substancja może w różnych warunkach wyglądać i zachowywać się zupełnie inaczej. Wodę kojarzymy zwykle z cieczą, ale jeśli ją ochłodzimy, staje się ciałem stałym – lodem. Jeśli ją podgrzejemy, przekształci się w ulotną parę wodną – gaz. Wszystko zależy od tego, jak wiele energii dostarczymy drobinom wody.

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie zamykany pojemnik z przezroczystego materiału (np. dużą plastikową butelkę po napoju) i porcję drobnych elementów (np. piasek, koraliki, groch, klocki).
2. Wsypcie tyle drobnych elementów do pojemnika, aby zajmowały mniej niż połowę jego objętości.
3. Zamknijcie pojemnik.
4. Poruszajcie delikatnie pojemnikiem, lekko go przechylajcie. Obserwujcie zachowanie drobin, zwróćcie też uwagę, jaką część pojemnika zajmują.
5. Zaczynajcie delikatnie potrząsać pojemnikiem. Obserwujcie ruch i ilość miejsca zajmowanego przez drobinę.
6. Potrząsajcie pojemnikiem bardzo mocno. W jaki sposób zachowują się drobinę? Porównajcie objętość zajmowaną przez nie teraz i na początku eksperymentu. Jaki jest jej kształt?
7. W którym momencie zawartość pojemnika zachowywała się jak ciało stałe, jak ciecz, jak gaz? Jaki wpływ na pojemnik może mieć stan skupienia przechowywanej w nim substancji?

### Zadanie dodatkowe (opcjonalnie)

Spróbujcie między twarde drobne elementy włożyć kawałki czegoś miękkiego i sprężystego np. gąbki (dobierzcie taki dodatkowy materiał, by dawał się ścisnąć i początkowo utrzymywał twarde elementy w rozproszeniu). Naciskaj na zawartość pojemnika. Obserwuj jak zmienia się położenie drobin względem siebie.



### Inspirujące pytania

- Zazwyczaj substancje w postaci gazu zajmują dużo więcej miejsca niż te same substancje w postaci cieczy. Kiedy to zjawisko może być groźne?
- Zazwyczaj substancje w postaci ciała stałego zajmują mniej miejsca, niż w postaci cieczy. W jaki sposób można to sprawdzić? Znajdź substancję, która zachowuje się inaczej.
- Znajdź sposób na sprawdzenie, czy substancję w określonym stanie skupienia da się ścisnąć?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Przezroczysty nietłukący pojemnik z zamknięciem (np. butelka PET), drobne elementy (np. piasek, koraliki, groch, klocki).

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZENI

- prezentuje na modelu drobinowym właściwości ciał stałych, cieczy i gazów (kształt i ściśliwość) (3.6).

#### POJĘCIA

- ciało stałe
- ciecz
- gaz
- kształt
- ściśliwość

# Hodujemy kryształy (zadanie dla cierpliwych...)

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Kryształy różnych minerałów są bardzo piękne, a czasami także niezwykle cenne. W takim razie spróbujcie wyhodować własne kryształy! Zaczniecie od... cukru (w końcu nie od razu Kraków zbudowano). Przy okazji tego doświadczenia poćwiczycie cierpliwość (sprawdzicie, jak czas krystalizacji wpływa na wielkość otrzymanych kryształów) i zbadacie, jak zmienia się rozpuszczalność substancji pod wpływem temperatury.

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na grupy i w każdej z nich odmierzcie zlewką 200 ml (lub odważcie 200 g) zimnej wody, wlejcie do metalowego garnka i zmierzcie jej temperaturę.
2. Sprawdźcie na wadze masę torebki z cukrem, a następnie wsypujcie go małymi porcjami do wody, cały czas mieszając. Gdy kolejna porcja nie będzie się już chciała rozpuścić, zważcie torbę z pozostałym cukrem i zanotujcie, ile cukru udało się Wam rozpuścić.
3. Postawcie garnek z roztworem na źródle ciepła i ogrzejcie go tak, by miał o ok. 20°C więcej, niż na początku. Kontrolujcie uważnie temperaturę, mierząc ją w środkowej części roztworu, ale nie dotykając termometrem do dna i ścianek garnka). Ponownie wsypujcie porcjami cukier, cały czas mieszając, aż do momentu, gdy kolejna porcja nie będzie się już chciała rozpuścić. Zważcie torbę z pozostałym cukrem i zanotujcie, ile cukru udało się Wam rozpuścić (od początku doświadczenia).
4. Powtarzajcie stopniowe ogrzewanie i dosypywanie cukru, aż do uzyskania temperatury roztworu 100°C. Na każdym etapie notujcie temperaturę roztworu i łącznie ilość cukru, którą udało się Wam rozpuścić w danej temperaturze. Uważajcie, żeby nie poparzyć się gorącym syropem!
5. Przelejcie gorący roztwór do zlewki, połóżcie na jej obrzeżu pręcik lub patyczek, który po środku ma przywiązaną bawełnianą nitkę, tak aby nitka zwisała pionowo w dół. Na jej końcu zamocujcie mały ciężarek. Uwaga! Nitka z ciężarkiem ma być zanurzona w roztworze, ale nie może dotykać dna zlewki.
6. Codziennie obserwujcie nitkę i rejestrujcie zachodzące na niej zmiany, robiąc zdjęcia telefonem lub aparatem fotograficznym (starajcie się robić kolejne zdjęcia zawsze z tego samego miejsca).
7. Po około tygodniu powinniście zobaczyć na nitce duże kryształy przypominające kryształy lodu. Spróbujcie, jak smakują. Porównajcie ich smak ze smakiem cukru z torebki (małe kryształki). Który cukier jest bardziej słodki? Dlaczego? Obejrzyjcie swoje zdjęcia robione w kolejnych dniach eksperymentu. Jak czas trwania doświadczenia wpływa na wielkość kryształów?
8. Opracujcie otrzymane wyniki i zróbcie na ich podstawie wykres. Najlepiej, jeśli skorzystacie z komputerowego arkusza kalkulacyjnego. Skorzystajcie z zanotowanych wyników pomiarów temperatury, masy wody i masy rozpuszczonego cukru. Pomyślcie, jak opisać osie wykresu. Postarajcie się stworzyć wykresy indywidualnie, a potem porównajcie je ze sobą. Czy na podstawie przeprowadzonego doświadczenia można stwierdzić, że rozpuszczalność cukru w wodzie zależy od temperatury? W jaki sposób?



## Inspirujące pytania

- Czy można wyhodować diamenty?
- Czy z roztworu nienasyconego można wytrącić kryształy?
- Czy kryształy różnych substancji rosną w takim samym tempie?
- Czy (i jak) można przyspieszyć wzrost kryształów?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Zlewka lub stoik o pojemności 1000 ml, maty garnek o pojemności 2–2,5 litra, źródło ciepła, np. kuchenka elektryczna lub gazowa albo palnik z trójnogiem i płytka ceramiczna, ok. 200 ml wody, 1 kg cukru, tyżka, pręcik szklany lub drewniany, mocna nitka, obciążnik (np. moneta 1-złotowa owinięta w folię spożywczą lub inny drobny przedmiot o podobnej masie), termometr, waga kuchenna do 2 kg, smartfon/aparat fotograficzny, komputery z arkuszem kalkulacyjnym (np. MS Excel).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- opisuje skład materii jako zbiór różnego rodzaju drobin tworzących różne substancje i ich mieszaniny (3.5),
- bada doświadczalnie czynniki wpływające na rozpuszczanie substancji: temperatura, mieszanie (14.3).

### POJĘCIA

- roztwór nasycony/nienasycony
- krystalizacja
- rozpuszczanie
- monokryształ
- polikryształ
- budowa krystaliczna

# Dlaczego zimą jest zimno?

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



**W Polsce (i w wielu innych miejscach na Ziemi) latem jest gorąco, a zimą znacznie chłodniej. Różnice potrafią sięgać kilkudziesięciu stopni Celsjusza! Ciekawe dlaczego? Przecież Słońce cały czas wysyła w kosmos bardzo zbliżone ilości energii, a odległość Ziemi do Słońca zmienia się tylko nieznacznie. W czym więc tkwi przyczyna zmian temperatury?**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Doświadczenie najlepiej przeprowadzić w słoneczny, bezwietrzny dzień. Podzielcie się na dwie grupy, każda przygotowuje jedną kuwetę wypełnioną wilgotną ziemią ogrodową.
2. W każdej kuwecie umieśćcie termometry, tak aby pokazywały temperaturę ziemi
3. Wyjdźcie na dwór. Jedną kuwetę ustawcie jak najbardziej prostopadle do promieni Słońca, a drugą ustawcie pod skosem.
4. Oczekajcie kilka lub kilkanaście minut i odczytajcie temperaturę z obu termometrów.
5. Czy zauważyliście różnicę w temperaturze wskazywanej przez oba termometry? Jeśli tak, to z skąd wzięty się te różnice?



**Uwaga:** możecie wzmocnić efekt nagrzewania ziemi, jeśli przykryjecie kuwety warstwą folii aluminiowej (matową stroną do góry) lub folii plastikowej.

### Część II

1. Przygotujcie w grupach dwie kuwety z ziemią i termometrami – tak jak w pierwszym doświadczeniu.
2. Wystawcie obie kuwety na słońce i zacznijcie odmierzać czas.
3. Co minutę notujcie odczyty temperatury z obu termometrów.
4. Kiedy temperatura ziemi wzrośnie, przenieście jedną kuwetę do cienia.
5. Prowadźcie dalej obserwacje do momentu, kiedy będziecie pewni, że zaobserwowaliście wyraźną różnicę między wskazaniami obu termometrów.
6. Która ziemia nagrzała się mocniej? Co by to było przyczyną?



**Uwaga:** możecie wzmocnić efekt nagrzewania ziemi, jeśli przykryjecie kuwety warstwą folii aluminiowej (matową stroną do góry) lub folii plastikowej.



### Zadanie dodatkowe

Odszukajcie informacje o długości dnia i wysokości Słońca na niebie oraz temperaturze w różnych dniach roku w Waszej miejscowości. Możecie przygotować wykres, na którym zaznaczycie wszystkie trzy zmienne.

### Inspirujące pytania

- Co oprócz parametrów związanych ze Słońcem wpływa na temperaturę?
- Jak zmierzyć wysokość Słońca na nieboskronie?
- Jak zmierzyć długość dnia?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Kuweta z wilgotną ziemią ogrodową, dwa termometry, zegarek.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- opisuje i porównuje cechy pogody w różnych porach roku, dostrzega zależność między wysokością Słońca, długością dnia a temperaturą powietrza w ciągu roku (3.13).

#### POJĘCIA

- pory roku
- długość dnia
- wysokość Słońca
- wysokość słońca nad horyzontem

# Tajemnicze związki biologii z matematyką

Janusz Fiett

## KATEGORIE



Harmonię, którą dostrzegamy w przyrodzie, można czasem zapisać w ścisły matematyczny sposób. Jednym z przykładów takiego styku matematyki i biologii są tzw. liczby Fibonacciego. Możecie je odkryć w kwiatach kalafiora i szyszkach świerka. A czy znajdziecie je w jeszcze innych w strukturach otaczającego nas świata?

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie: szyszki sosny i świerka, koszyczki kwiatowe słonecznika, jeżówki purpurowej, rumianu barwierskiego lub innych astrowatych, kalafior zielony, owocostan ananasa.
2. Przygotujcie pudełka lub plansze z dużą liczbą przegródek i ponumerujcie kolejne przegródki. Przegródkami mogą być dowolne małe pudełeczka, naczynka lub pola narysowane na arkuszu papieru.
3. Powkładajcie do kolejnych, ponumerowanych przegródek drobne przedmioty zgodnie z prostą regułą. Do pierwszej – jeden przedmiot. Do każdej następnej – tyle ile jest w sumie w dwóch poprzednich. (Uwaga: do drugiej przegródki również powinien trafić jeden przedmiot, bo poprzedza ją tylko jedna przegródka, której zawartości nie ma z czym zsumować). Najlepiej, aby drobne przedmioty, które będziecie układali, były pochodzenia naturalnego, np. nasiona fasoli lub słonecznika. Policzcie, ile nasion macie w kolejnych przegródkach. Sprawdźcie, czy wszyscy uzyskali takie same wyniki. Wpiszcie te wartości do tabeli przygotowanej na tablicy. Podzielcie się przygotowanymi częściami roślin. Najpierw, odrywając płatki stokrotek, policzcie je. Zapiszcie wyniki na tablicy. Czy zauważyliście jakąś prawidłowość?
4. Teraz policzcie lewe i prawe spirale, w jakie układają się tuski szyszek, kwiaty w kwiatostanach lub owoce w owocostanach. Żeby się nie pomylić pierwszy element oznaczcie pisakiem lub szpilką z tębkiem. Dla każdego gatunku zapisujcie na tablicy zgłaszane liczby. Spróbujcie sformułować jak najbardziej ogólną regułę
5. Poszukajcie informacji o Leonardzie z Pizy zwanym Fibonaccim: kiedy żył i czym się zajmował? Co doprowadziło go do wymyślenia ciągu liczbowego, zwanego dziś jego imieniem i nadal badanego przez matematyków?



**Uwaga:** przed zajęciami nauczyciel powinien poznać podstawowe informacje na temat liczb Fibonacciego, samego matematyka i jego związków z biologią.

### POJĘCIA

- kwiat
- kwiatostan
- szyszka
- spirala
- ciąg liczbowy

## Inspirujące pytania

- Jak sądzicie czy łatwo z góry przewidzieć, ile nasionek należy włożyć np. do trzydziestej przegródki?
- Czy umiecie samodzielnie znaleźć w otoczeniu inne przykłady liczb Fibonacciego?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Części roślin: szyszki sosny i świerka, koszyczki kwiatowe słonecznika, jeżówki purpurowej, rumianu barwierskiego lub innych astrowatych, nasiona, pudełka lub naczynka z przegródkami, lupy, szpilki z tębkiem.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przyrządów ułatwiających obserwację przyrody (lupa, mikroskop, lornetka), opisuje ich zastosowanie, posługuje się nimi podczas prowadzonych obserwacji (1.7),
- obserwuje wszystkie fazy rozwoju rośliny, dokumentuje obserwacje (3.1),
- obserwuje i nazywa typowe organizmy lasu, łąki, pola uprawnego (4.3).

# Twój własny wiatromierz

Iwona Maria Skalińska

## KATEGORIE



**Skąd dziś wieje wiatr? Przekonamy się o tym dzięki samodzielnie zrobionemu wiatromierzowi. Wystarczy palik, kawałek folii i tektury. Ale samo przygotowanie urządzenia to nie wszystko – przed rozpoczęciem obserwacji trzeba je jeszcze prawidłowo zainstalować we właściwym miejscu i w prawidłowy sposób.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na grupy i w każdej z nich przygotujcie paliki o wysokości 1 m, zastrzone z jednej strony oraz pasek folii o wymiarach 50 x 10cm.
2. Z kawałka kartonu lub tektury o formacie co najmniej A3 przygotujcie różę wiatrów. W środku róży zróbcie otwór o średnicy odpowiadającej średnicy palika, który będzie statywem. Karton możecie zabezpieczyć przed wilgocią, np. zafoliować go.
3. Zmontujcie i ustawcie na dworze wasze wiatromierze. Wybierzcie miejsce, gdzie wiatr nie będzie zakłócany, np. przez budynki czy gęste zarośla, a następnie:
  - a. Na palik nałóżcie różę wiatrów, na szczycie palika nad różą przymocujcie (np. pinezkami) pasek folii, tak żeby mógł się swobodnie odchyłać przy podmuchach wiatru.
  - b. Zaostrzonym końcem wbijcie palik w ziemię. W przypadku trudności wykopcie dołek i umocujcie w nim statyw wiatromierza. Sprawdźcie, czy jest on stabilny.
  - c. Przy użyciu kompasu określcie kierunek północny. Prawidłowo utóńcie i umocujcie różę wiatrów.
4. Obserwujcie kierunek wiatru, sprawdźcie czy wiatromierz spełnia swoją funkcję. Zastanówcie się, czy jest dobrze zmontowany i czy wybór miejsca obserwacji jest prawidłowy, aby pomiar był dokładny. Poświęćcie chwilę na omówienie tej kwestii i wprowadźcie ewentualne poprawki.
5. Wykorzystajcie wiatromierz do trwających dłużej obserwacji pogody (np. o różnych porach roku).

**Uwaga:** wiatromierz możecie zrobić na zajęciach technicznych.

## Inspirujące pytania

- Jak zorientować się w kierunku i sile wiatru, gdy nie mamy wiatromierza?
- Czy wiatrak albo turbina elektrowni wiatrowej działają tylko wtedy, gdy wiatr wieje z jednego kierunku? Jak konstruktorzy tych urządzeń radzą sobie ze zmieniającymi się kierunkami wiatru?
- Czy wiatr zachodni wieje z zachodu, czy w kierunku zachodu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Paliki lub listwy o średnicy ok. 2 cm, folia, pinezki, kompas, ewentualnie saperki lub topatki, kartony lub tektury formatu co najmniej A3.

## Odniesienie do podstawy programowej UCZEŃ

- buduje na podstawie instrukcji prosty wiatromierz (3.10).



### POJĘCIA

- wiatr
- kierunek wiatru
- siła wiatru
- skala Beauforta

# Jak powstają chmury? Skąd się bierze deszcz?

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



Chmury obserwowane z ziemi nie zdradzają swojej prawdziwej natury. Wyglądają jak kłęбки waty. Tym bardziej zaskakujący będzie efekt pokazu, w którym chmury zmaterializują się na zawołanie w waszej pracowni. Jeśli dodacie do tego eksperyment pokazujący, jak powstaje deszcz, to będziecie na dobrej drodze, by rozszyfrować obieg wody w przyrodzie.

## INSTRUKCJA

### Działanie 1

1. Przygotujcie miejsce do pokazu, tak by wszyscy dobrze widzieli jego przebieg.
2. Do butli wlejcie odrobinę alkoholu, zatkać naczynie korkiem z otworem. Zamieszajcie butlą, aby drobiny pary rozniosły się w całej objętości naczynia.
3. Włóżcie pompkę w otwór korka i pompujcie, zwiększając ciśnienie wewnątrz butli.
4. Kiedy poczujecie opór w pompce, będzie to sygnał, że ciśnienie w butli znacznie się zwiększyło. Szybko wyjmijcie wtedy korek i obserwujcie, co się dzieje.



**Uwaga:** alkohol można zastąpić zapaloną zapałką wrzuconą do butli, która po zgaśnięciu wytworzy dym. Mieszając zatkaną butlą, sprawicie, że cząsteczki dymu rozniosą się po całym naczyniu.

### Działanie 2

1. Przed doświadczeniem przygotujcie w plastikowym kubeczku lód. Możecie też użyć kostek lodu przygotowanych w woreczkach lub kostkarce.
2. Podzielcie się na małe grupy. Każda grupa przed przystąpieniem do działań musi przygotować lustro i wyczyścić je dokładnie, aby pozbyć się wszelkich zabrudzeń.
3. Zagotujcie wodę w czajniku i wlejcie ją ostrożnie do szklanki lub miski.
4. Nad szklanką z gorącą wodą umieśćcie lustro skierowane do dołu.
5. Na lustro postawcie kubeczek z lodem, aby schładzał lustro.
6. Przyjrzyjcie się powierzchni lustra podczas oświadczenia. Co zauważyliście? Jak zachowuje się para wodna, gdy dotyka do zimnego lustra?

## Inspirujące pytania

- Na jakiej wysokości powstają chmury? Jakie warunki tam panują?
- Czy zanieczyszczenie powietrza nad miastem ma wpływ na to, jak często pada tam deszcz?
- Czym się różnią chmury od mgły, a co mają z nią wspólnego?

## POJĘCIA

- parowanie
- skraplanie
- kondensacja
- temperatura
- ciśnienie
- atmosfera

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Czajnik, dla każdego ucznia: szklanka lub miska (przezroczysta), lustro, lód w kubeczku, balon na wino lub duży stół apteczny, szczelny (najlepiej gumowy) korek z dziurą na rurkę, pompka do balonów, szybko parujący alkohol lub zapałki.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa zjawiska atmosferyczne zachodzące w Polsce (3.2),
- obserwuje i rozróżnia stany wody, bada doświadczalnie zjawiska: parowania, skraplania, topnienia i zamarzania (krzepnięcia) wody (3.3).

# Uff, jak gorąco! Czyli jak się chłodzić

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



**Gdy dokucza nam upał, szukamy ulgi nad wodą lub w strumieniu powietrza z wentylatora. Ale właściwie dlaczego? Po zrobieniu doświadczenia będziecie mogli chłodzić się dużo bardziej świadomie!**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Podzielcie się na dwie grupy, każda będzie prowadzić pomiary przy użyciu jednej szalki.
2. Do dwóch szalek nalejcie po ok. 40 ml wody.
3. W obu szalkach umieśćcie sondy termometrów cyfrowych i sprawdźcie ich wskazania.
4. Rozsuńcie szalki daleko od siebie i na jedną z nich skierujcie strumień powietrza z wentylatora (dobierzcie odległość i obroty wentylatora tak, żeby strumień powietrza nie wychłapywał wody z szalki).
5. Badajcie temperaturę w dwóch szalkach co 2 minuty przez około 20 minut.
6. Zanotujcie wasze wyniki, obserwacje i wnioski.

### Część II

1. Do dwóch szalek nalejcie po ok. 40 ml wody.
2. Owińcie sondę jednego termometru kawałkiem papieru i ustawcie ją nad powierzchnią szalki, tak by kawałek papieru moczył się w wodzie.
3. Sondę drugiego termometru umieść nad wodą, tak by nie dotykała jej powierzchni.
4. Skierujcie na obie szalki strumień powietrza z wentylatora. Dobierzcie odległość i obroty wentylatora, tak aby strumień powietrza nie wychłapywał wody z szalki i nie wydmuchiwał kawałka papieru z wody.
5. Porównajcie wskazania obu sond. Czy jest różnica we wskazaniach sondy ustawionej nad wodą i tej owiniętej wilgotnym papierem? Dlaczego?

### Inspirujące pytania

- Dlaczego wiatr wiejący latem od morza jest z reguły chłodniejszy?
- Co sprawia, że woda paruje?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Szalki, termometr cyfrowy z sondą (2 szt.), wentylator.

### Odniesienie do podstawy programowej:

#### UCZEŃ

- obserwuje i rozróżnia stany skupienia wody, bada doświadczalnie zjawiska parowania (3.3),
- podaje i bada doświadczalnie czynniki wpływające na parowanie (14.4).

#### POJĘCIA

- parowanie
- temperatura odczuwalna
- wilgotność powietrza



# Z cieczy do pary – i z powrotem

Adam Zahler

## KATEGORIE



**Parowanie kojarzy się nam zwykle z gotującą się wodą. Tymczasem zachodzi niezauważalnie nawet w dużo niższych temperaturach. To dzięki niemu możemy cieszyć się chmurami, rzekami, a nawet... przeżyć na pustyni. Ale co wpływa na szybkość parowania? Sprawdźcie to w eksperymencie!**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Nalejcie po 40 ml wody do czterech naczyń: dwóch identycznych zlewek (50 ml) i dwóch identycznych naczyń o wyraźnie większej średnicy (np. szalek). Możecie dalsze pomiary robić całą klasą albo podzielić się na grupy, z których każda będzie badać wodę w jednym z naczyń.
2. Każde z naczyń oznaczcie innym symbolem przy pomocy wodoodpornego flamastra lub naklejek. Zważcie je wszystkie i zanotuj wyniki.
3. Postawcie naczynia w następcznym miejscu. Na jedną zlewkę i jedną szalkę skierujcie wentylator, dwa pozostałe naczynia pozostawcie po prostu na słońcu, poza zasięgiem wentylatora.
4. Co 10–15 minut ważcie wszystkie cztery naczynia z wodą i notujcie wyniki.
5. Narysujcie wykres zależności masy wody od czasu dla wszystkich naczyń i porównajcie uzyskane wykresy. Czy można określić, co wpływa na szybkość parowania?

### Zadanie dodatkowe (opcjonalnie)

Możecie rozbudować ten eksperyment, dodając zlewkę i szalkę z tą samą ilością wody co w pozostałych i ustawiając je w zacienionym miejscu.

### Część II

1. Przygotujcie zanieczyszczoną wodę: mętną i zabarwioną, w ilości wystarczającej do zapetnienia 1/3 dużego naczynia, które przygotowaliście. Opiszcie jej wygląd i zmierzcie jej przezroczystość (np. sprawdzając grubość warstwy cieczy, przez którą przestaje być widoczny wskaźnik – np. jasny patyczek lub linijka). Zanotujcie wyniki obserwacji.
2. Na środku dna dużego naczynia zamocujcie zlewkę sięgającą do połowy wysokości dużego naczynia. Przyklejcie ją do dna taśmą dwustronną lub dociążcie, ją wkładając do niej czysty obciążnik.
3. Napętnijcie duże naczynie zanieczyszczoną wodą do ok. 1/3 wysokości. Uważajcie, żeby brudna woda nie dostała się do małej zlewki.
4. Przykryjcie duże naczynie luźnym kawałkiem folii. Zróbcie w niej wgłębienie w taki sposób, aby dolna część zagłębionej folii była tuż nad stojącą poniżej matą zlewki.
5. Szczelnie umocujcie przezroczystą folię taśmą klejącą na obwodzie dużego naczynia.
6. We wgłębieniu w folii umieśćcie obciążnik.
7. Wystawcie naczynie na słońce i obserwujcie wewnętrzną powierzchnię folii.
8. Co pojawiło się w zlewce? Sprawdźcie właściwości tej substancji, wykonując te same testy, które na początku eksperymentu robiliście z brudną wodą.



**Uwaga:** jeśli dzień zaplanowany na doświadczenia jest dniem chłodnym lub pochmurnym, można je zrobić w klasie, wykorzystując źródło ciepła utrzymujące podwyższoną temperaturę wody (np. płytkę grzejną). Woda nie powinna jednak w widoczny sposób parować.

### Inspirujące pytania

- Skąd wziąć wodę na pustyni? Albo na tratwie dryfującej po morzu?
- Dlaczego nasz oddech zimą paruje?

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Zlewki o różnej średnicy i wysokości, szalki, waga, wentylator (baterijny lub sieciowy – należy wówczas zapewnić dostęp do zasilania), termometr, duże naczynie (miska, garnek) o średnicy mniejszej niż szerokość dostępnej folii spożywczej, przezroczysta folia spożywcza, taśma klejąca, obciążnik, flamaster wodoodporny lub naklejki.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- obserwuje i rozróżnia stany skupienia wody, bada doświadczalnie zjawiska parowania, skraplania (3.3),
- podaje i bada doświadczalnie czynniki wpływające na parowanie, skraplanie (14.4),
- proponuje sposoby rozdzielania mieszanin jednorodnych (14.6).

#### POJĘCIA

- parowanie/  
skraplanie
- destylacja
- obieg wody  
w przyrodzie

# Jak nadmuchać balonik przy pomocy... lodówki?

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Wicie o tym, że gazy mogą rozpuszczać się w wodzie? Dla ryb ma to ogromne znaczenie – dzięki temu mogą oddychać bez wynurzania się. Jednak ilość gazu, którą można rozpuścić w wodzie, zależy od temperatury. Co to znaczy? Sprawdźcie to w efektywnym doświadczeniu. A przy okazji poznacie kilka właściwości dwutlenku węgla.

## INSTRUKCJA

1. Butelkę z wodą gazowaną włożycie do lodówki (na noc) lub zamrażarki (na ok. godzinę). Obok butelki położycie termometr.
2. Porozmawiajcie o cieczach i gazach – jakie znacie ich przykłady, jakie mają właściwości? Zastanówcie się, czy gaz można rozpuścić w wodzie.
3. Przygotujcie dzbanek z gorącą wodą, zmierzcie jej temperaturę i zanotujcie wynik.
4. Nalejcie wodę wapienną do kolby lub szklanej buteleczki, zatkać ją korkiem. Pamiętajcie, do czego służy woda wapienna i jakie ma właściwości? Ustawcie kolbę na kawałku ciemnej tektury.
5. Wyjmijcie z lodówki lub zamrażarki butelkę z wodą. Odczytajcie i zanotujcie temperaturę na termometrze.
6. Teraz musicie działać bardzo sprawnie. Odkręćcie butelkę, na jej szyjkę załóżcie balonik, a połączenie uszczelnijcie gumką recepturką.
7. Wstawcie butelkę do dzbanka z gorącą wodą. Balonik zacznie się napętniać.
8. Gdy balonik przestanie rosnać, zaciśnijcie jego wylot, zdejmijcie go z butelki i umieśćcie jego wylot w szyjce kolby z wodą wapienną. Przestańcie zaciskać wylot balonika, by zebrany w nim gaz wypłynął do kolby. Co zaobserwowaliście? Dlaczego?
9. Co nadmuchało balonik? Jak zmieniła się temperatura w butelce?

## Inspirujące pytania

- Czy rybom łatwiej jest oddychać w gorącej, czy w zimnej wodzie?
- Co zrobić, by w rozgazowanej oranżadzie znowu pojawiły się bąbelki?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

1,5-litrowa butelka wysokonasyczonej dwutlenkiem węgla wody mineralnej, balonik (warto go przed doświadczeniem kilka razy nadmuchać, aby się nieco rozciągnął), dostęp do lodówki lub zamrażarki, termometr, czajnik do zagrzania wody, ciepła woda o temperaturze ok. 60–70 stopni, plastikowy dzbanek o wielkości pozwalającej włożyć do środka butelkę z wodą, gumka recepturka, kolba stożkowa z korkiem lub szklana butelka po soku o pojemności ok. 300 ml, woda wapienna, ciemna tekturka do postawienia na niej kolby.

## POJĘCIA

- gaz
- rozpuszczalność gazu
- temperatura
- reakcja chemiczna

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEN

- opisuje skład materii jako zbiór różnego rodzaju drobin tworzących różne substancje i ich mieszaniny (3.5),
- obserwuje proste doświadczenia wykazujące rozszerzalność cieplną ciał stałych oraz przeprowadza, na podstawie instrukcji, doświadczenia wykazujące rozszerzalność (3.8),
- bada doświadczalnie czynniki wpływające na rozpuszczanie substancji: temperatura, mieszanie (14.3).

# Baloniku nasz malutki...

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Balonik to porcja powietrza opakowanego w cienką gumę i otoczona powietrzem. Nudy. A gdyby tak zlikwidować powietrze wokół napompowanego balonika? Wtedy dopiero robi się ciekawie! A co stanie się wówczas z innymi napompowanymi powietrzem obiektami?**

## INSTRUKCJA

### Część 1

1. Przygotujcie naczynie próżniowe z pompką.
2. Wtóżcie do naczynia próżniowego lekko napompowany balonik.
3. Zamknijcie klosz i wypompujcie powietrze.
4. Co dzieje się z balonikiem, gdy z klosza usuwane jest powietrze? Dlaczego?
5. Powtórzcie doświadczenie z różnymi przedmiotami zawierającymi przestrzeń, w których uwięzione jest powietrze, np. z cukierkiem-pianką (tzw. marshmallow), ptysiem lub porcją pianki do golenia.

### Część 2 – doświadczenie w parach

1. Przygotujcie dużą strzykawkę.
2. Wymijcie tłok strzykawki i do środka wtóżcie kawałek cukierka-pianki.
3. Wtóżcie tłok i opuście go do tak, aby dotykał pianki (ale nie zgniatajcie jej tłokiem).
4. Zatkajcie szczelnie palcem wlot strzykawki i próbujcie odciągać tłok.
5. Co się stało z pianką? Zanotujcie swoje obserwacje.

Przy okazji robienia doświadczenia porozmawiajcie o ryzyku związanym z dotykiem znalezionych strzykawkę nieznanego pochodzenia.

## Inspirujące pytania

- W jaki sposób chroni się kosmonautę przed niskim ciśnieniem?
- Czy kosmonauta, któremu podczas spaceru kosmicznego pięknie skafander, rozedmie się jak balon?
- Dlaczego podczas nagłej zmiany wysokości (np. jazdy szybką windą albo startu lub lądowania samolotu) mogą nas boleć uszy?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Naczynie próżniowe z pompką, talerzyki lub szalki (do położenia na nich pianki, ptysia itp.), cukierki-pianki, ptys, pianka do golenia, baloniki gumowe, strzykawka jednorazowa o dużej pojemności – minimum 20-ml (po 1 sztuce na parę).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- Obserwacje, doświadczenia przyrodnicze i modelowanie (3).

### POJĘCIA

- próżnia
- ciśnienie

# To żyje! Czyli przyroda wokół nas

Iwona Skalińska

## KATEGORIE



Bez lornetek, mikroskopów, siatek, probówek i odczynników... Poznawanie przyrody wymaga przede wszystkim otwartej głowy, ciekawości i umiejętności obserwacji. Wszystkie te cechy możecie rozwijać podczas wycieczki do (pozornie) znanego parku, lasu czy na łąkę. Spójrzcie na to miejsce w nowy, przyrodniczy sposób.

## INSTRUKCJA

1. Wybierzcie dobrze wam znane miejsce w terenie, po którym możecie się bezpiecznie poruszać.
2. Omówcie zasady zbierania okazów z poszanowaniem przyrody.
3. Przygotujcie duży arkusz szarego papieru, na którym będziecie gromadzić i przedstawiać swoje znaleziska. Zatytułujcie go „Składniki przyrody”.
4. Dobierzcie się w pary, weźcie sprzęt niezbędny do poszukiwań (torebki, łopatki, rękawiczki, pojemniki na owady). W ciągu 5 minut zbierajcie różne elementy przyrody. Zgromadźcie wszystkie znaleziska na papierze. Porozmawiajcie na temat przyniesionych okazów. Niech przedstawiciele każdej pary opowiedzą o swoich znaleziskach, opiszą ich cechy charakterystyczne i miejsca, z których pochodzą.
5. Podzielcie arkusz papieru na połowę i uporządkujcie zbiory według podziału na składniki przyrody ożywionej i nieożywionej. Zanotujcie, jakie okazy znaleźliście. Czy zebraliście okazy z obu kategorii? Jeśli nie, zastanówcie się, co mogłoby znaleźć się na pustej stronie arkusza.

## Inspirujące pytania

- Czy martwy owad jest ożywionym, czy nieożywionym składnikiem przyrody?
- Jakich składników przyrody nie widać?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Materiały do zbierania okazów (torebki, łopatki, rękawiczki, pojemniki na owady).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- rozpoznaje w terenie przyrodnicze (nieożywione i ożywione) oraz antropogeniczne składniki krajobrazu i wskazuje zależności między nimi (4.1).

### POJĘCIA

- składnik
- przyroda ożywiona
- przyroda nieożywiona
- gleba

# Zwierzę, którego nie ma (ale mogłoby być)

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



Wykorzystując fotografie części ciał różnych zwierząt oraz zgromadzone pióra, fragmenty sierści, skrzydła owadów, muszle, łuski, itp. stworzymy zoologiczny kolaż – nieistniejący gatunek zwierzęcia. Po co? Żeby zastanowić się nad trybem życia i przystosowaniami zwierząt do środowiska.

## INSTRUKCJA

1. Przyniesicie na lekcję zebrane pióra, fragmenty sierści, sztuczne futro, rybnie łuski itp. oraz zdjęcia i pocztówki przedstawiające różne zwierzęta i części ich ciała.
2. Omówcie wybrane środowiska życia zwierząt i charakterystyczne przykłady budowy ciała lub fizjologii, które są przykładem przystosowania do tego środowiska.
3. Omówcie przystosowania do wybranego trybu życia: poruszania się, odżywiania czy rozmnażania. Warto zrobić to w formie zgadywanki: pokazywać dane zwierzę lub fragment jego ciała świadczący o konkretnym przystosowaniu i poprosić o odgadnięcie, jaki jest jego sposób odżywiania się lub poruszania.
4. Podzielcie się na grupy, z których każda stworzy model/obraz własnego, nieistniejącego zwierzęcia przystosowanego do życia w określonych warunkach, wybranych przez daną grupę. Projektując swoje zwierzęta, pomyślcie m.in. o następujących aspektach życia zwierzęcia wpływających na jego wygląd, żeby później umieć uzasadnić swój wybór:
  - a. środowisko życia (wodne, lądowe – naziemne, podziemne, nadrzewne),
  - b. strefa klimatyczna (przystosowania m.in. do temperatury i ilości dostępnej wody),
  - c. sposób poruszania się (ptywanie, chodzenie – w jaki sposób, po jakiej powierzchni, lot),
  - d. typ pokarmu i sposób jego zdobywania,
  - e. sposób rozmnażania się i opieki nad potomstwem (składanie jaj, rodzenie żywych młodych, budowanie gniazd/nor lub ich brak).
5. W każdej grupie przygotujcie model/obraz zwierzęcia, opis jego trybu życia, nadajcie mu nazwę gatunkową i przygotujcie prezentację uzasadniającą proponowaną budowę i wygląd zwierzęcia.
6. Przeprowadźcie prezentacje i omówcie propozycje każdej grupy.
7. Zorganizujcie wystawę waszych stworzeń dla innych klas.

## Inspirujące pytania

- Czy ewolucja się nie myli?
- Skąd się wzięły pterodaktylozy?
- Co zęby zwierzęcia mówią nam o jego trybie życia?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Pióra, muszle, rybne łuski, fragmenty sierści, sztucznego futra, sztucznej lub naturalnej skóry itp., plansze, modele, zdjęcia i pocztówki przedstawiające różne zwierzęta, pokroje ich ciała, budowę kończyn i głowy zwierząt i ich uzębienie, karton, plastelina. Różne materiały plastyczne i surowce wtórne: guziki, puste umyte opakowania plastikowe, słomki do napojów, kawałki gumy, folia w różnych kolorach, klej biurowy, pistolet na gorący klej, taśma klejąca dwustronna, taśma klejąca przezroczysta.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZENI

- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie na lądzie (4.2),
- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych do środowiska życia na przykładach obserwowanych organizmów (4.4),
- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie w wodzie (4.10).

### POJĘCIA

- przystosowanie
- środowisko życia
- tryb życia

# Dlaczego inżynierowie powinni interesować się biologią?

Janusz Fielt

## KATEGORIE



Zasady dotyczące wytrzymałości konstrukcji są uniwersalne – dotyczą zarówno świata przyrody, jak i wytworów człowieka. Sprawdźcie, czy inżynierowie podczas tworzenia różnych konstrukcji mogą wzorować się na przyrodzie. Czy jajko ma coś wspólnego z kolumną w budynku, a łydga z kolumną? Przy okazji poznacie właściwości różnych materiałów i przekonacie się, jak nadawana im forma wpływa na właściwości wytworzonego produktu.

## INSTRUKCJA

### Wariant 1

1. Zgromadźcie wytwory przyrody, które mogą mieć swoje odpowiedniki wśród wyrobów technicznych: łydgi roślin, liście, owoce i ich łupiny, fragmenty korzeni, pióra, skorupki jaj, muszle ślimaków i małże.
2. Podzielcie się na grupy i obejrzyjcie zebrane przedmioty gołym okiem, przez lupę i mikroskop. narysujcie je lub zróbcie im zdjęcia. Stosując różne obciążenia, sprawdźcie, jak bardzo są wytrzymałe.
3. Przeprowadźcie konkursy tworzenia z arkuszy papieru i taśmy klejącej konstrukcji o zadanych własnościach: mostku łączącego np. dwie książki, na którym stać może masywny ciężar (można pofatdować arkusz upodabniając go do blachy falistej, a wśród tworów przyrody – do liścia); możliwie wysokiej wieży, na której można położyć zeszyt (tworząc rurę – kształt, który widzimy np. w metalowych słupach latarni, a w przyrodzie – w pustych w środku łydgach).
4. Udokumentujcie proces powstawania waszych konstrukcji i zaprezentujcie efekty swoich działań pozostałym grupom.

### Wariant 2

1. Zbadajcie, na czym polega wytrzymałość skorupki jajka. Kiedy wydaje się, że jest ona ze słabego materiału, a kiedy robi wrażenie mocnej?
2. Pracując w grupach, umieśćcie 4 kurze jaja w narożnikach foremki (wytłoczki) z masy papierowej i przykryjcie je drugą foremką. Delikatnie potóżcie na niej jakąś ptaską płytę i stopniowo zwiększajcie obciążenie – policzcie, jaki nacisk wytrzyma jedno jajko.
3. Zastanówcie się, jakie znaczenie mają dla ptaków właściwości skorupki jajka (jego jednoczesna delikatność i wytrzymałość)?

## Inspirujące pytania

- Czy w przyrodzie można spotkać pierwowzór sprężyny?
- Dlaczego rośliny wodne, nie wystające ponad jej powierzchnię, nie mają sztywnych łydgi?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Lupy, mikroskopy, jaja kurze i foremki do ich przechowywania, płyta (np. sklejka).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych do środowiska życia, na przykładach obserwowanych organizmów (4.4),
- podaje przykłady przedmiotów wykonanych z substancji kruchych, sprężystych i plastycznych (6.4).

## POJĘCIA

- tkanka wzmacniająca
- wytrzymałość na ściskanie
- wytrzymałość na zginanie
- elastyczny
- kruchy
- twardy



# Gleba glebie nie równa!

Hanna Będkowska

## KATEGORIE



Podczas zajęć terenowych pobierzemy próbki gleby, by później w klasie poszukać różnic w próbkach z terenu zadrzewionego i pola. Przy okazji poznamy kilka podstawowych zasad pracy naukowca: konieczność prowadzenia dokładnej dokumentacji i kilkukrotnego powtarzania doświadczenia.

## INSTRUKCJA

1. Zaplanujcie wycieczkę w teren. Znajdźcie miejsce, gdzie sąsiadują ze sobą teren zadrzewiony (las, park) i pole.
2. Podzielcie się na cztery grupy. Dwie grupy zajmą się badaniem próbek gleby z terenu zadrzewionego, a dwie pozostałe z pola (lub innego niezadrzewionego i nieporośniętego, np. trawą, terenu).
3. Podczas wyprawy w teren w każdej grupie pobierzcie w ustalonym miejscu po dwie próbki z wierzchniej warstwy gleby do głębokości ok. 15–20 cm i umieśćcie je w osobnych torebkach foliowych. Oznaczcie torebki, opiszcie w zeszytach lub notesie miejsce pobrania próbki, wykonajcie jego zdjęcia.
4. Po powrocie do szkoły przesypcie próbki gleby do dwóch stoików. Opiszcie wygląd próbek.
5. Do obu stoików wlejcie wodę do ok.  $\frac{3}{4}$  ich wysokości, dokładnie wymieszajcie i odstawcie na kilka-kilkanaście minut.
6. Porównajcie zawartość stoików i opiszcie swoje obserwacje. Czy próbki są takie same, czy czymś się różnią?
7. Zaprezentujcie swoje obserwacje innym grupom. Przedyskutujcie podobieństwa i różnice między obserwacjami różnych grup. Czy zauważyliście różnicę w wyglądzie i składzie próbek z terenów zadrzewionych i niezadrzewionych? W której glebie jest więcej części organicznych? Czy zespoły badające glebę z tego samego terenu mają takie same obserwacje? Czy w każdym z zespołów obie próbki wyglądały i zachowywały się identycznie?

## Inspirujące pytania

- Dlaczego naukowcy powinni powtarzać jedno doświadczenie lub obserwacje kilka razy?
- Jaką rolę odgrywa ściółka leśna?
- Które składniki gleby są składnikami żywionymi?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla każdego zespołu: woreczki foliowe (strunowe lub śniadaniowe), topatka ogrodnicza (o podłużnym kształcie i ostrym zakończeniu), linijka (25 cm), stoiki o poj. 1 l.

## Odniesienie do podstawy programowej:

### UCZEŃ

- opisuje glebę jako zbiór składników nieożywionych i ożywionych, wyjaśnia znaczenie organizmów glebowych i próchnicy w odniesieniu do żyzności gleby (4.14).

### POJĘCIA

- próchnica
- ściółka
- próbka
- składniki ożywione
- składniki nieożywione

# Zrzucić liście, czy nie zrzucić?

Hanna Będkowska

## KATEGORIE



Drzewa liściaste rosnące w Polsce zrzucają na zimę liście, natomiast drzewa iglaste (z wyjątkiem modrzewia) tego nie robią. Dlaczego? Sprawdźmy to za pomocą trzech doświadczeń: obserwacji wpływu liści na ilość wody pobieranej przez roślinę, porównania parowania wody przez liście i przez igły oraz badania odporność liści i igieł na niską temperaturę.

## INSTRUKCJA

### Doświadczenie I – w sali szkolnej:

1. Podzielcie się na małe grupy i w każdej z nich przygotujcie dwie zbliżonej długości i grubości gałązki drzewa liściastego. Z jednej usuńcie liście.
2. Wsadźcie obie gałązki do wąskich naczyń z wodą (np. probówek).
3. Nalejcie do nich wody (w obu probówkach poziom wody powinien być taki sam), a następnie kilka kropel oleju (aby wyeliminować parowanie wody z probówki).
4. Zaznaczcie na obu probówkach poziom wody.
5. Porównajcie poziom wody po kilku dniach.

### Doświadczenie II – w terenie:

1. Pracując w grupach załóżcie na gałązkę liściastą i iglastą przezroczyste torebki foliowe (śniadaniowe), a następnie zaciśnijcie otwór torebki wokół pędu i obwiążcie go np. sznurkiem.
2. Porównaj ilość pary wodnej w obu torebkach po 20–30 minutach.

### Doświadczenie III – w sali szkolnej:

1. Włóżcie do zamrażalnika gałązkę liściastą i gałązkę iglastą.
2. Porównajcie je następnego dnia.

## Inspirujące pytania

- Po co roślinom igły?
- Czy podlewanie zimą roślin zimozielonych ma sens?
- Jak roślina pompuje wodę z gleby?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Probówki, statyw do probówek, marker wodoodporny, olej, pipeta lub zakraplacz, gałązki drzewa liściastego z ok. 5 liśćmi – doświadczenie I, podobnej długości gałązka liściasta i drzewa iglastego (sosna, świerk lub jodła) – doświadczenie III, przezroczyste torebki foliowe, sznurek – ok. 30 cm, zamrażalnik.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych do środowiska życia, na przykładach obserwowanych organizmów (4.4).

## POJĘCIA

- transpiracja
- aparaty szparkowe
- gatunek iglasty liściasty
- przystosowanie

# Znam to drzewo!

Iwona Skalińska

## KATEGORIE



**Czy potraficie rozpoznać najpopularniejsze drzewa występujące w Polsce? Nauczmy się tego, prowadząc obserwacje i korzystając z przewodnika do oznaczania drzew. Wybierając odpowiednie cechy charakterystyczne, można rozpoznawać gatunki nawet jesienią lub późną wiosną. Będziemy sporo rysować, więc może na wspólną wyprawę do parku lub do lasu zaprosić nauczyciela plastyki?**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na 3–4-osobowe zespoły. Każdy zespół będzie pracował nad scharakteryzowaniem innego drzewa (które wylosuje lub które zostanie wskazane przez nauczyciela). W miarę możliwości terenowych wybierzcie typowe drzewa występujące w Polsce: dąb (szypułkowy, czerwony), brzoza brodawkowata, klon, świerk pospolity, lipa drobnolistna, wiąz pospolity i inne charakterystyczne dla okolic szkoły.
2. Każdy zespół dostaje do opracowania cechy danego drzewa: wygląd liścia, kory, kwiatów, owoców, średnia wysokość drzewa, średni wiek, kolor drewna, twardość, jakie jest jego zastosowanie itd.
3. Ustalcie, jakie informacje możecie uzyskać w terenie na miejscu obserwacji, a które trzeba zaczerpnąć z przewodnika.
4. Ustalcie sposób gromadzenia materiałów (nie zrywamy tylko zbieramy lub rysujemy), ich opisanie (data, miejsce obserwacji, podpisanie eksponatu).
5. Podczas wycieczki w teren grupy pracują przy drzewach, które wylosowały i przy nich prezentują pozostałym grupom rezultaty swojej pracy.
6. Zorganizujcie w szkole wystawę prac prezentującą każde poznane drzewo.

## Inspirujące pytania

- Jak rozpoznać drzewo liściaste, gdy nie ma na nim liści?
- Jaki będzie twój pierwszy krok, by założyć własny zielnik?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Przewodnik do rozpoznawania drzew polskich lasów.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa typowe organizmy lasu, łąki, pola uprawnego (4.3).

### POJĘCIA

- drzewo
- drewno
- pokrój korony drzewa
- sęk
- stój

# Co wije się, co pełza, co skacze, a co kuli się?

Hanna Będkowska

## KATEGORIE

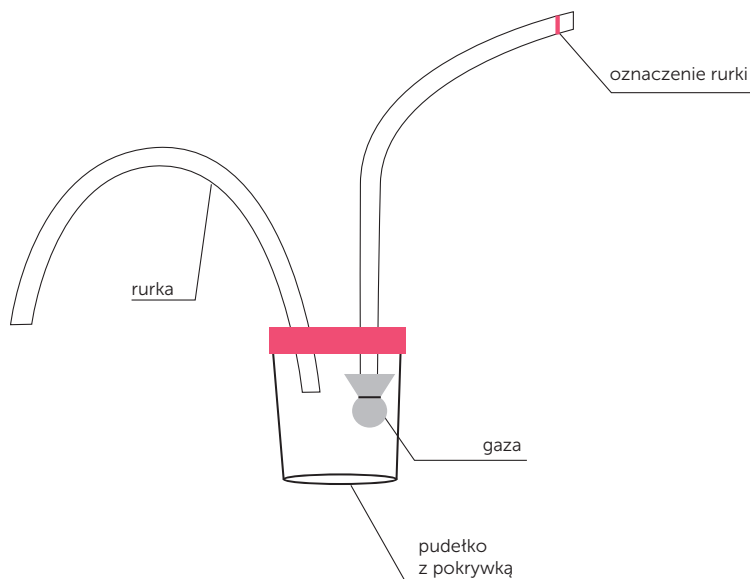


Oto, co biolodzy lubią najbardziej: obserwacje żywych zwierząt! Aby jeszcze bardziej rozbudzić emocje, skonstruujemy ssawki do odławiania tych najdrobniejszych i najbardziej delikatnych. Nauczmy się rozpoznawania gatunków zwierząt i poznamy ich niezwykłą różnorodność.

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Przygotujcie ssawki do bezpiecznego odławiania drobnych bezkręgowców (każdy może zrobić swoją własną – o pomoc można poprosić nauczyciela techniki):
  - a. Zdejmijcie wieczko z pudełka i zróbcie w nim dwa otwory o średnicy zbliżonej do średnicy rurki.
  - b. Do jednego z otworów wsadźcie rurkę zasysającą (dł. ok. 20 cm) i zabezpieczcie gazą koniec, który będzie wewnątrz pudełka. Gazę umocujcie za pomocą nitki.
  - c. Oznaczcie flamastrem lub nitką koniec rurki zasysającej, który wystaje z pudełka. Dzięki temu zabezpieczeniu nie pomylicie rurek i nie zachtyśnicie się bezkręgowcem.
  - d. Wsadźcie drugą rurkę (dł. ok. 30 cm) do drugiego otworu.
  - e. Przykryjcie pudełko wieczkiem z włożonymi rurkami.
  - f. Uszczelnijcie plasteliną otwory wokół obu rurek.



## Część II

1. Podzielcie się na grupy i dla każdej z nich wyznaczcie obszar o wymiarach 50 cm x 50 cm przez wbicie w wierzchołkach obszaru kołków i połączenie ich sznurkiem.
2. Odtówcie i policzcie w grupach wszystkie zwierzęta bezkręgowce znajdujące się na oznaczonej powierzchni.
3. Przyjrzyjcie się zwierzętom i wykonajcie szkice trzech różnych osobników, spośród gatunków występujących najliczniej. Czym się różnią? Co mają wspólnego?
4. Porównajcie liczbę bezkręgowców, które znalazła w swoim kwadracie każda grupa. Czy w każdym z kwadratów najliczniejsze były te same gatunki zwierząt?

### Rozszerzenie działania (opcjonalnie)

Obserwacje możecie wykonać w różnych miejscach, np. na polu, na łące i w lesie, a następnie porównać wyniki.

### Inspirujące pytania

- Ile nóg mają bezkręgowce?
- Jakich zwierząt jest najwięcej na świecie?

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Wykonanie ssawki: pudełko z wieczkiem (np. pojemnik do badania moczu), rurka ogólnego przeznaczenia jednowarstwowa nr 5 (20 cm i 30 cm), gaza, nitka kolorowa, nożyczki, plastelina. Inne: lupa, pęseta, tyżeczka plastikowa (do przenoszenia bezkręgowców), kuweta (A4), 3 pojemniki z wieczkiem do odtwionych bezkręgowców (uciekających), podkładka z klipsem, kartka A4, kolorowy sznurek (200 cm), książka lub atlas z bezkręgowcami.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa typowe organizmy lasu, łąki, pola uprawnego (4.3).

#### POJĘCIA

- próchnica
- składniki ożywione/ nieożywione
- robak
- bezkręgowiec

# Skąd rośliny wiedzą, w którą stronę rosnąć i kiedy się zielenić?

Janusz Fiett

## KATEGORIE



Zjawiska zachodzące w świecie przyrody często wydają się oczywiste. W rzeczywistości jednak rządzą nimi pewne reguły i skomplikowane mechanizmy. Podczas tego eksperymentu spróbujecie odczytać niektóre z nich: odkryjecie, czy pędy zawsze rosą ku górze, a korzenie ku dołowi, i czy liście zawsze są zielone.

## INSTRUKCJA

Porozmawiajcie o etapach rozwoju roślin – od nasienia do dorosłego organizmu. Spróbujcie postawić hipotezy mówiące o takich zjawiskach, jak kierunek wzrostu pędu czy moment zazielenienia się liści (np. „pęd zawsze rośnie ku górze” lub „liście zaczynają się zielenić, gdy tylko wyrosną”). Zastanówcie się, jak można sprawdzić, czy Wasze hipotezy są prawdziwe.



**Uwaga:** możecie zastąpić lub uzupełnić eksperymenty prowadzone w klasie wycieczką w teren i obserwacją w naturze podobnych zjawisk związanych ze wzrostem i rozwojem roślin.

### Wariant 1

1. Podzielcie się na 3 grupy: każda przeprowadzi uprawę ziemniaka w innych warunkach: w świetle, w ciemności albo z ograniczonym dostępem światła (z jednej strony).
2. Zaprojektujcie doświadczenie, uwzględniając czas trwania obserwacji i liczbę czynników, którymi będą różniły się od siebie doświadczenia (tzw. zmienne). Wspólnie stwórzcie kartę obserwacji, w której będziecie zapisywać wyniki. Zastanówcie się, jakie elementy muszą się w niej znaleźć.
3. Wykorzystajcie odporne na wilgoć pudełka, zapewniające w razie potrzeby ciemność i dostęp powietrza.
4. Zamocujcie ziemniaka w centrum pudełka w taki sposób, aby się nie przemieszczał (możecie go nadziać na patyk).
5. Ponumerujcie ścianki pudełek.
6. W czasie doświadczenia zmieniajcie co kilka dni położenie pudełka i rejestrujcie czas prowadzonej obserwacji w każdym położeniu.
7. Po zakończeniu eksperymentu zastanówcie się, dlaczego pędy Waszego ziemniaka mają taki kształt i długość. Czy widać, że zmieniały kierunek wzrostu? Co to dało roślinie? Czy pędy są zielone? Dlaczego? Czy o kierunku wzrostu pędów decyduje siła ciężenia, światło, a może w zależności od warunków jedno i drugie?

### Wariant 2

1. Podzielcie się na 3 grupy: każda przeprowadzi uprawę różnych szybko wzrastających roślin w innych warunkach: w świetle, w ciemności albo z ograniczonym dostępem światła (np. rosące w ciemności przez 2 godziny dziennie, 2 razy po 2 godziny dziennie itp.).
2. Zaprojektujcie doświadczenie, uwzględniając czas trwania obserwacji i liczbę zmiennych. Wykorzystajcie szybko rosące rośliny, np. rzeżuchę (ale warto spróbować jednocześnie z różnymi gatunkami). Zaplanujcie różne warianty krótkotrwałego wystawiania na światło siewek trzymany w ciemności.
3. Wspólnie stwórzcie kartę obserwacji, w której będziecie zapisywać wyniki. Zastanówcie się, jakie elementy muszą się w niej znaleźć.

4. Wysiejcie różne drobne rośliny. Pamiętajcie o takiej samej liczbie nasion w każdej uprawie np. 20 nasion. Należy przygotować tyle naczyń do wysiania roślin, ile zaplanujecie różnych wariantów doświadczenia, dla każdego gatunku wysianych roślin, oraz jedno dodatkowe naczynie na próbę kontrolną (jedną hodowlę prowadzoną w naturalnym oświetleniu). Pamiętajcie, aby podlewać wszystkie uprawy taką samą ilością wody i w tym samym momencie (np. 5 ml wody codziennie rano).
5. Po zakończonym eksperymencie (ok. 3–5 dni) zastanówcie się: czy można określić, jaki sygnał wystarcza roślinie, by zaczęła się zielenić? Czy zależy to od gatunku?

### Inspirujące pytania

- Czy znacie rośliny jadalne, które podczas uprawy celowo utrzymuje się w ciemności?
- Jak będzie wyglądała roślina rosnąca w warunkach nieważkości, na przykład na stacji orbitalnej?

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Światłoszczelne pudełka, kuwety, szalki lub opakowania plastikowe, lignina, czarny karton lub tektura i czarna farba, taśma dwustronna i przezroczysta. Nasiona, bulwy ziemniaków, cebulki, np. tulipanów, strzykawka jednorazowa.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- podaje przykłady roślin i zwierząt hodowanych przez człowieka, w tym w pracowni przyrodniczej, i wymienia podstawowe zasady opieki nad nimi (1.8),
- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych do środowiska życia, na przykładach obserwowanych organizmów (4.4),
- wskazuje organizmy samożywne i cudzożywne oraz podaje podstawowe różnice w sposobie ich odżywiania się (4.5).

#### POJĘCIA

- fototropizm
- geotropizm
- chlorofil
- roślina etiolowana
- dominacja wierzchołkowa



# Czy więcej tlenu jest pod powierzchnią jeziora, czy na dnie?

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Podstawą nauk przyrodniczych są porządnie zaplanowane i przeprowadzone badania: doświadczenia, pomiary, obliczenia i analizy. Wszystkiego tego zakosztujecie podczas naukowej wycieczki nad staw lub jezioro. Sprawdzicie, jak zmienia się ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie i jej temperatura w zależności od głębokości, z jakiej pobierzemy próbki. Zrobicie też profesjonalne notatki – jako przykład prowadzenia dziennika laboratoryjnego.

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie jedno lub kilka naczyń do pobierania próbek wody z różnych głębokości (możecie skorzystać z załączonego projektu lub wymyślić swoją własną konstrukcję). Na sznurku lub linie, na której zawieszono jest naczynie, oznaczcie odcinki co 20 cm (np. wiążąc supełki lub przywiązując kawałki tasiemki).
2. Pójdźcie nad jezioro lub staw, na którym są pomosty albo umocnione nadbrzeża (przy których od razu jest głęboko). Dzięki temu można pobrać próbki wody nie tylko z powierzchni, ale też z głębszych warstw.
3. Podzielcie się na kilka grup i w każdej grupie pobierzcie próbkę wody z warstwy powierzchniowej oraz głębszej, jak najbliżej dna zbiornika.
4. Zmierzcie temperaturę wody i zbadajcie cechy pobranych próbek – przezroczystość, kolor, zapach, obecność drobnych bezkręgowców lub fragmentów roślin itp. Zapiszcie wszystkie wyniki pomiarów i obserwacji. Pomiary i obserwacje opisane w p. 4 zróbcie dwukrotnie: bezpośrednio (po opadnięciu drobin na dno stoika, co trwa 5–8 minut) oraz po przefiltrowaniu wody przez bibułę.
5. Po zmierzeniu temperatury wody oznaczcie w niej stężenie tlenu za pomocą zestawu akwarystycznego. Dokonajcie co najmniej dwóch pomiarów w każdej z próbek wody. Obliczcie wartość średnią z obu pomiarów. Jak myślicie, dlaczego niezbędnych jest kilku pomiarów w tej samej próbce?
6. Porównajcie między grupami otrzymane wyniki pomiarów i obserwacji, a także otrzymane przez was wyniki z wartościami umieszczonymi w tablicach.
7. Omówcie wyniki i ewentualne różnice w wynikach poszczególnych grup oraz między Waszymi wynikami a wartościami w tabelach.
8. Na zakończenie zróbcie profesjonalną notatkę opisującą przeprowadzone doświadczenie – tak jak robią to prawdziwi naukowcy. W notatce zamieście: opis przebiegu doświadczenia, otrzymane wyniki, porównanie wyników z wartościami w tabelach, 2–3 przyczyny ewentualnych rozbieżności, wnioski z obserwacji czystości wody i jej natlenienia.



**Uwaga:** warto skorzystać z dwóch rodzajów tablic podających zawartość tlenu w wodzie w różnych jednostkach np. mg/l lub g/m<sup>3</sup>, aby przy okazji porozmawiać o konieczności ujednoczenia jednostek. Można też poćwiczyć przeliczanie jednostek.

## Inspirujące pytania

- Czy pobrane próbki to mieszaniny jednorodne czy niejednorodne?
- W jaki sposób można oddzielić stałe składniki mieszaniny od cieczy?
- Co robią naukowcy, żeby nie popełniać błędów?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Termometry, naczynie na sznurku, którego wieczko otwiera się za pociągnięciem dodatkowego sznurka, czyste stoiki, ręczniki papierowe, testy akwarystyczne lub inne do oznaczania tlenu w wodzie (ewentualnie: przenośny interfejs pomiarowy z czujnikiem temperatury i czujnikiem zawartości tlenu w cieczach), tablice zawartości tlenu w wodzie w zależności od temperatury, zlewki o poj. 250 ml i lejki z tworzywa sztucznego, bibuła filtracyjna (wycięta w krążki), w razie potrzeby: spray przeciw komarom i kleszczom, kalosze oraz stroje przeciwdeszczowe.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie w wodzie (4.10),
- bada doświadczalnie czynniki wpływające na rozpuszczanie substancji: temperatura, mieszanie (14.3),
- odróżnia mieszaniny jednorodne od niejednorodnych, podaje przykłady takich mieszanin z życia codziennego (14.5),
- proponuje sposoby rozdzielania mieszanin jednorodnych i niejednorodnych (filtrowanie, odparowanie, przesiewanie) (14.6).

### POJĘCIA

- tlen
- mieszaniny i sposoby ich rozdzielania
- pomiar
- wartość średnia

# Woda wodzie nierówna

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



**Czym różni się woda z rowu melioracyjnego od wody ze strumienia? Niektóre różnice widać (i czuć) od razu, inne da się stwierdzić dopiero po analizie kilku parametrów chemicznych i fizycznych oraz oglądając próbki wody pod mikroskopem. To doświadczenie pozwoli Wam poznać pracę przyrodnika w terenie i w laboratorium!**

## INSTRUKCJA

1. Omówcie czekające Was zadanie: badanie terenowe, obserwacje w klasie, analizę i omówienie wyników. Zaplanujcie wycieczkę do dwóch różnych zbiorników wodnych, np. na torfowisko i nad jezioro lub strumień.
2. Przygotujcie (np. na zajęciach technicznych) przyrząd do badania przejrzystości wody. Możecie też skorzystać z gotowego krążka Secchiego.
3. Wyznaczcie co najmniej dwie osoby odpowiedzialne za wykonanie dokumentacji fotograficznej. Ich zadaniem jest robienie zdjęć okolicy pobierania próbek, roślin i zwierząt, które występują w pobliżu.
4. Gdy dotrzecie do zbiornika wodnego zaobserwujcie drobne zwierzęta żyjące w wodzie i na brzegu (np. ryby, kijanki, żaby, bezkręgowce). Za pomocą przewodnika wyszukajcie ich nazwy i zanotujcie je. Przyjrzyjcie się też roślinom i przy pomocy przewodnika oznaczcie charakterystyczne gatunki rosnące w wodzie i na brzegu. Zanotujcie je. Robiąc notatki dotyczące napotkanych zwierząt i roślin możecie je również naszkicować.
5. Używając kart do określania czystości wód za pomocą wskaźników roślinnych i zwierzęcych postarajcie się określić czystość badanej wody.
6. Za pomocą czerpaków pobierzcie wodę do badań. Zapiszcie jej zapach, kolor, przejrzystość. Na miejscu zbadajcie za pomocą testów/pasków zawartość tlenu w wodzie i odczyn, a następnie przelejcie ją do stoików i dodajcie do niej 10 ml octu.
7. Po powrocie do klasy dobierzcie się w pary i obejrzyjcie kroplę przyniesionej wody pod mikroskopem. Podzielcie się tak, by połowa par zrobiła preparaty z jednej z przyniesionych próbek wody, a połowa z drugiej.
8. Oglądając preparat pod mikroskopem, starajcie się policzyć i narysować zaobserwowane mikroorganizmy. Obserwacje mikroskopowe staną się ciekawsze jeżeli wykorzystacie mikroskop USB i rzutnik, którym wyświetlicie powiększony obraz na ekranie.
9. Na następną lekcję przygotujcie prezentację będącą podsumowaniem wykonanych badań. Zaprezentujcie wyniki i wnioski o czystości badanej wody.

## Inspirujące pytania

- Czy na podstawie rodzajów roślin rosnących nad brzegiem zbiornika i w nim możemy wnioskować o czystości wody?
- Jaka jest przyczyna zakwaszenia wody na obszarze bagna lub torfowiska?
- Dlaczego picie nieprzegotowanej wody zaczerpniętej z rzeki lub jeziora może się skończyć chorobą?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Termometry laboratoryjne, czerpak do pobierania wody i siatkowy, test do badania przejrzystości – zafoliowana tekturka, na której co 5 cm narysowane są kropki o rosnącej średnicy od 1 do 10 mm, czyste stoiki, ocet do utrwalenia mikroorganizmów, ręczniki papierowe, testy akwarystyczne do oznaczania tlenu i odczynu wody, przewodniki do oznaczania roślin i zwierząt, karty z określeniem czystości wód za pomocą wskaźników roślinnych i zwierzęcych, lupa, mikroskop lub mikroskop USB i rzutnik, szkiełka podstawowe i przykrywkowe, szalki Petriego, aparaty fotograficzne (mogą być w smartf.), przewodniki, dostęp do komputera, dowolny program do tworzenia prezentacji.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przyrządów ułatwiających obserwację przyrody (lupa, mikroskop, lornetka), opisuje ich zastosowanie, postępuje się nimi podczas prowadzonych obserwacji (1.7),
- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie w wodzie (4.10),
- obserwuje i nazywa typowe rośliny i zwierzęta żyjące w jeziorze lub rzece, opisuje przystosowania ich budowy zewnętrznej i czynności życiowych do środowiska życia (4.11),
- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (powietrza, wody, gleby) (5.1).

### POJĘCIA

- mikroorganizm
- klasa czystości wody
- wody powierzchniowe

# Mieszkańcy kropli wody

Janusz Fieltt

## KATEGORIE



**Podczas tego działania obejrzymy pod mikroskopem organizmy bytujące w wodzie. Materiał do obserwacji uzyskamy z samodzielnie prowadzonych hodowli sianowych. Dzięki temu będziemy mogli stwierdzić, jakie czynniki wpływają na wynik eksperymentu.**

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie duże stoje lub zlewki do prowadzenia hodowli – po jednym na parę lub małą grupę. Porozmawiajcie o przebiegu eksperymentu i o waszych oczekiwaniach dotyczących jego efektów.
2. Zastanówcie się, od czego może zależeć liczba i rodzaj organizmów, które mogą się pojawić w hodowli. Wśród czynników mogą wystąpić rozmaite typy podłoża (pożywki), różne źródła wody, natężenie światła i inne parametry. Sformułujcie pytanie badawcze albo hipotezę.
3. Wyjaśnijcie, że aby sprawdzić hipotezę, najlepiej przygotować warianty eksperymentu różniące się jednym czynnikiem. Przygotujcie kilka–kilkanaście różnych hodowli, różniących się parametrami, które pojawiły się w waszej dyskusji.
4. Załóżcie hodowle, zalewając wodą siano i ustawiając je w warunkach, które zaplanowaliście.
5. Prowadźcie regularne obserwacje zjawisk zachodzących w poszczególnych stojach. Sprawdzajcie i odnotowujcie zapach, przejrzystość i barwę wody w stoju, zjawiska zachodzące na powierzchni i ew. pojawienie się organizmów widocznych gołym okiem. Jeśli stwierdzicie w którejś z hodowli procesy mogące negatywnie oddziaływać na wasze zdrowie – usuńcie ją.
6. Po dwóch tygodniach lub innym wybranym okresie, przeprowadźcie lekcję z mikroskopami. Obserwujcie preparaty próbek wody z powierzchni i okolic dna stojów oraz zawierające fragmenty podłoża. Rejestrujcie ciekawe obrazy. Korzystając z literatury, spróbujcie oznaczyć obserwowane organizmy.
7. Spróbujcie wyciągnąć wnioski i znaleźć odpowiedź na pytanie badawcze, potwierdzić lub obalić postawioną hipotezę, porównawszy warunki w różnych hodowlach z tym, co zauważyliście pod mikroskopem.

## Inspirujące pytania

- Czy źródłem obserwowanych pierwotniaków i innych organizmów jest woda, czy wprowadzone do niej siano?
- Czy można wpłynąć na zachowanie pierwotniaków: przywabić je czymś lub odpędzić?
- Dlaczego niektóre pierwotniaki mogą się poruszać? Czy ich napęd można porównać z czymś znanym ze świata przyrody lub techniki?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Zlewki lub stoje, siano np. ze sklepu zoologicznego, termometry, lupy, pipety pasterowskie, mikroskopy, (opcjonalnie: kamera do mikroskopu, komputer i rzutnik multimedialny).

Książki lub atlasy umożliwiające rozpoznawanie organizmów wodnych.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przyrządów ułatwiających obserwację przyrody (lupa, mikroskop, lornetka), opisuje ich zastosowanie, postępuje się nimi podczas prowadzonych obserwacji (1.7),
- wskazuje organizmy samożywne i cudzożywne oraz podaje podstawowe różnice w sposobie ich odżywiania się (4.5),
- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie w wodzie (4.10),
- przedstawia proste zależności pokarmowe występujące w środowisku wodnym, postępując się modelem lub schematem (4.12).

### POJĘCIA

- organizm jednokomórkowy
- wici
- rzęski
- nibynóżki
- organizmy symbiotyczne

# Dlaczego kaczka nie wygląda jak zmokła kura?

Hanna Będkowska

## KATEGORIE



**Tytułowa zmokła kura to dość żałosny widok. Zupełnie inaczej niż kaczka, która po daniu nurka wygląda dokładnie tak samo jak przedtem. W czym tkwi jej sekret? Spróbujcie dowiedzieć się tego podczas wycieczki w teren i kilku doświadczeń w klasie.**

## INSTRUKCJA

1. Wybierzcie się na wycieczkę nad wodę, gdzie można spotkać kaczki lub inne pływające ptaki wodne. Zwróćcie uwagę na ich wygląd – zwłaszcza, gdy wynurzają się z wody – oraz na ich toaletę. Dokładnie przyjrzyjcie się, co robią, gdy pielęgnują pióra. Postarajcie się znaleźć trochę piór oglądanych ptaków (lotki i sterówki, nie puch) – będą Wam potrzebne podczas doświadczeń w klasie.
2. Przynieście na lekcję długie pióra ptaków lądowych (lotki i sterówki, nie puch), np. gołębi lub kur.
3. Podzielcie się na grupy: potowa grup będzie analizowała właściwości różnych piór, a druga potowa różnych rodzajów papieru.
4. Nad miską lub zlewem polejcie wodą z kubka lub plastikowej butelki pióra ptaków wodnych i lądowych. Zaobserwujcie, czy woda wsiąka, czy spływa po ich powierzchni. Potrząśnijcie lekko badanym materiałem. Czy widać różnicę między piórami różnych ptaków? Zanotujcie wasze spostrzeżenia.
5. W innej grupie zróbcie to samo doświadczenie z paskami wyciętymi z papieru pergaminowego i zwykłego papieru biurowego. Czy widać różnicę między różnymi papierami? Zanotujcie wasze spostrzeżenia.
6. Nalejcie do miski lub kuwety ciepłą wodę (3 litry) i dodajcie do niej 1 łyżkę płynu do prania (ew. płynu do mycia naczyń lub mydła w płynie). Wypierzcie w tym roztworze pióra ptaków wodnych i wysuszcie je suszarką (możecie też wysuszyć je ręcznikiem papierowym i poczekać 10 min., aż całkiem wyschną).
7. Ponownie polejcie wysuszone pióra wodą (z kubka lub plastikowej butelki). Zaobserwujcie, czy woda wsiąka w pióra, czy spływa po powierzchni. Potrząśnijcie nimi lekko. Czy zauważacie różnicę? Co się stało i dlaczego?
8. Porozmawiajcie o zachowaniu się wody na różnych rodzajach papieru i piór. Z czego mogą wynikać te różnice. Przypomnijcie sobie zachowanie obserwowanych ptaków wodnych podczas pielęgnacji upierzenia. Czy mogło to mieć związek z właściwościami piór? Po co kaczkom i gęsiom takie pióra?

### POJĘCIA

- pióro
- gruczoł kuprowy
- wydzielina
- przystosowanie
- warstwa izolacyjna

### Inspirujące pytania

- Czy człowiek stosuje albo stosował to samo rozwiązanie, co kaczki, żeby zabezpieczać się przed wodą?
- Jakie substancje „nie lubią” wody?
- Dlaczego do dokładnego umycia naczyń potrzebujemy płynu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Pióra ptaków wodnych (dt. ponad 10 cm), pióra innych ptaków (np. gołębi, kur), papier pergaminowy, zwykły papier biurowy, kubki lub plastikowa butelka (do 0,5 l), miska, płyn do prania (ew. płyn do mycia naczyń lub mydło w płynie), suszarka do włosów (ew. ręczniki papierowe), atlas ptaków.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa typowe zwierzęta żyjące w jeziorze lub rzece, opisuje przystosowania ich budowy zewnętrznej do środowiska życia (4.11).



# Gdzie żyją glony?

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



**Woda w stawie czy jeziorze bardzo rzadko jest idealnie przezroczysta – najczęściej ma lekko zielony kolor. Może to być spowodowane obecnością glonów. Czy spotkacie je w każdej wodzie? Co jest glonom niezbędne do życia?**

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie 6 stoików z zakrętkami: umyjcie je i wyparzcie wrzątkiem. Podpiszcie stoiki (wodoodpornym flamastrem) nazwą miejsca, skąd pobierzecie wodę, np.: staw, rzeka, kałuża, studnia oraz woda z kranu. Jeden stoik przeznaczcie na wodę destylowaną.
2. Wyjdźcie na spacer po okolicy i poszukajcie zaplanowanych źródeł wody. Napętnijcie stoiki do połowy wodą z tych miejsc.
3. Po powrocie do klasy podzielcie się na grupy (jeśli macie kilka mikroskopów) i obejrzyjcie próbki z każdego stoika w powiększeniu. Nanieście kroplę wody na szkiełko mikroskopowe i obejrzyjcie wodę pod lupą, a następnie pod mikroskopem. Narysujcie w zeszytcie laboratoryjnym to, co zobaczyliście w kropli wody.
4. Do każdego stoika wlejcie nawóz do kwiatów w płynie. Użyjcie tyle nawozu, ile sugeruje producent w opisie na opakowaniu nawozu. Przygotujcie po kilka powtórzeń każdego z doświadczeń. Dzięki temu sprawdzicie powtarzalność wyników i wyeliminujecie przypadkowe błędy w badaniu. Możecie też przygotować kilka wersji doświadczenia, używając np. różnych nawozów, a następnie porównać wyniki.
5. Otwarte stoiki postawcie w miejscu z dostępem do światła (np. na parapecie) i obserwujcie przez kolejne dni. Badajcie zapach i ogólny wygląd próbek. Notujcie spostrzeżenia w zeszytcie laboratoryjnym. Aby zapewnić napowietrzenie próbek, użyjcie pompki akwarystycznych lub po prostu delikatnie mieszajcie próbki szklaną bagietką dwa razy dziennie przez około 2 minuty.
6. Po tygodniu obejrzyjcie krople poszczególnych próbek pod mikroskopem. Narysujcie w zeszytcie laboratoryjnym to, co zobaczyliście.

## Inspirujące pytania

- Czy glony mogą żyć na innych planetach?
- Czym są porosty?
- Jakie są największe glony na świecie?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla zespołu: stoik z zakrętkami, wodoodporny flamaster, ręczniki papierowe, czajnik, woda destylowana (do kupienia m.in. na stacji benzynowej lub w sklepie z artykułami samochodowymi), nawóz w płynie, żyzeczka, lupa, mikroskop, szkiełko mikroskopowe, pipety Pasteura 1-ml lub stomki, szklane bagietki lub patyczki do szaszłyków.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie w wodzie (4.10),
- obserwuje i nazywa typowe rośliny i zwierzęta żyjące w jeziorze lub rzece, opisuje przystosowania ich budowy zewnętrznej i czynności życiowych do środowiska życia (4.11),
- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia, wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (powietrza, wody, gleby) (5.1).

### POJĘCIA

- glony
- nawóz
- zakwit wód
- eutrofizacja
- zanieczyszczenie

# Pracowite dżdżownice

Hanna Będkowska

## KATEGORIE



**Jakim cudem tak małe zwierzęta, jak dżdżownice mogą odpowiadać za jakość gleby na świecie? No właśnie – nie ma co wierzyć w cuda, najlepiej sprawdzić to samemu! Załóżmy swoją hodowlę dżdżownic, a już po kilku dniach odpowiedź na pytanie o możliwości dżdżownic będzie widoczna jak na dłoni.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na trzyosobowe zespoły. Umówcie się, jakie zadania weźmie na siebie każdy z członków zespołu: zebranie materiałów (dżdżownice, stoik, piasek, gaza, gumka), prowadzenie dziennika obserwacji, wykonywanie fotografii, przygotowanie prezentacji.
2. Gdy zbierzecie lub kupicie dżdżownice, obejrzyjcie je dokładnie – zwróćcie uwagę na ich kształt i budowę zewnętrzną. Czy wiecie, dlaczego należą do gromady nazywanej pierścienicami? Jak się poruszają? Jaką rolę odgrywa siodetko? Ile szczecinek znajduje się na każdym segmencie? Jakie znaczenie dla dżdżownic ma fakt, że ich ciało pokryte jest śluzem? Zróbcie notatki i szkice dokumentujące wasze obserwacje i wnioski.
3. W każdym zespole załóżcie własną hodowlę:
  - a. Spryskajcie wodą przygotowany piasek i ziemię. Ułóżcie je w stoju w naprzemiennych warstwach (po 2–3 warstwy każdego z materiałów), lekko przyciskając ręką.
  - b. Włóżcie do stoja ok 6–10 dżdżownic, przykryjcie je ściółką i spryskajcie powierzchnię wodą.
  - c. przykryjcie stój gazą i zabezpieczcie gumką.
  - d. Postawcie stój w chłodnym, ciemnym miejscu. Stój można owinąć folią, aby zapewnić warunki ciemni.
  - e. Codziennie obserwujcie rezultaty aktywności dżdżownic. Swoje uwagi zapisujcie w dzienniku obserwacji. Możecie także dokumentować zmiany na zdjęciach.
4. Po zakończeniu obserwacji (ok. 7–10 dni) wysypcie zawartość stoja do dotka wykopanego na polu/trawniku, a następnie całość przykryjcie ściółką lub trawą.
5. Przygotujcie prezentację o własnej hodowli i pracy swoich dżdżownic, wykorzystując Wasze obserwacje i przemyślenia, notatki, rysunki i zdjęcia.

## Inspirujące pytania

- Czy dżdżownice są robakami?
- W jaki sposób dżdżownice orientują się pod ziemią w terenie?
- Czy dżdżownice zjadają ziemię?

### POJĘCIA

- bezkręgowce
- pierścienice
- żyzność gleby
- składniki ożywione
- składniki nieożywione

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla każdego zespołu: dżdżownice (6–10 osobników), duży stój szklany (objętość ok. 2–3 l), gaza (ok. 20 cm x 20 cm), gumka recepturka (ew. sznurek), zraszacz (np. spryskiwacz do kwiatów), łopata, piasek (drobnoziarnisty, jasny, objętość – potowa objętości stoja), ziemia ogrodnicza (objętość – potowa objętości stoja), ściółka (resztki roślinne), kępka trawy, atlas bezkręgowców (według uznania nauczyciela), opcjonalnie: aparat fotograficzny (może być w telefonie)

## Odniesienie do podstawy programowej:

### UCZEŃ

- opisuje glebę, jako zbiór składników nieożywionych i ożywionych, wyjaśnia znaczenie organizmów glebowych i próchnicy w odniesieniu do żyzności gleby (4.14).

# Woda pełna życia

Adam Zahler

## KATEGORIE



**Antoni van Leeuwenhoek – twórca pierwszego mikroskopu – zdumiał się tym, jak wiele mikroorganizmów zobaczył w kropli wody. Ale nie musimy sięgać po mikroskop, żeby odkryć, ile drobnych istot żyje w wodzie – wystarczy nam lupa. Jednak nie zawsze chcemy mieć z tymi organizmami do czynienia.**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Z pobliskiego zbiornika wodnego, np. stawu, rowu melioracyjnego lub z kałuży, pobierzcie próbkę wody – minimum 1 litr (można to zrobić przed zajęciami, nie należy jednak przechowywać pobranej wody zbyt długo).
2. Pobierzcie pipetą małe porcje wody i przenieście je na szalkę.
3. Obserwujcie drobne organizmy występujące w wodzie. Użyjcie lup o różnej skali powiększenia.

### Część II

1. Podzielcie się na grupy, każda grupa napetnia 6 probówek jednakową ilością wody ze zbiornika.
2. Do kolejnych probówek dodajcie:
  - 1 kroplę środka dezynfekującego,
  - 1 kroplę wody utlenionej,
  - 1 kryształek soli,
  - 1 kryształek manganianu(VII) potasu,
  - 2 krople mleka.
3. Jedną probówkę pozostawcie bez dodatkowych substancji (kontrola).

**Uwaga:** obserwujcie organizmy w roztworach: jak się zachowują? Czy widać różnice między probówkami? Opiszcie zauważone zmiany, porównując zachowanie zwierząt w różnych probówkach do zwierząt w probówce z samą wodą. Jak można policzyć organizmy w naszych próbkach?



### Inspirujące pytania

- W jaki sposób rodzaj i liczba organizmów występujących w wodzie zależy od pory roku?
- Gdzie będzie więcej gatunków organizmów: w wodzie z leśnego stawu, w kałuży na ulicy czy w akwarium? Dlaczego?
- Jakie mogą być skutki picia wody wprost z nieznanego strumienia lub jeziora?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Lupy o różnym powiększeniu, 6 probówek ze statywem, szalki, środek dezynfekcyjny (np. płyn lub żel do mycia toalet), woda utleniona, manganian(VII) potasu, mleko.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- wymienia i charakteryzuje czynniki warunkujące życie w wodzie (4.10),
- wyjaśnia znaczenie symboli umieszczonych na opakowaniach środków czystości (9.10).

#### POJĘCIA

- owad,
- skorupiak,
- pierwotniak,
- pajęczak
- larwa
- dezynfekcja
- woda zdatna/niezdatna do picia

# Co to za drzewo?

Joanna Stocka

## KATEGORIE



Po tym doświadczeniu będzie wam dużo łatwiej odpowiadać na tytułowe pytanie. Gatunek drzewa można rozpoznać na wiele sposobów: po ogólnej sylwetce drzewa, po jego liściach, korze i gałęziach. Przyjrzyjcie się liściom pod lupą i mikroskopem, żeby dowiedzieć się, po co w ogóle roślinom potrzebne są liście.

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Znajdźcie w pobliżu szkoły drzewa różnych gatunków. Podzielcie się na małe grupy: każda z grup narysuje sylwetkę innego drzewa i opiszcie jego pokrój (kształt). Opiszcie także jak najdokładniej korę wybranego drzewa.
2. Zbierzcie liście kilku gatunków drzew – przydadzą się do dalszych zajęć po powrocie do klasy.

### Część II

#### Zadanie 1

1. Przygotujcie do obserwacji dowolny liść. Przy pomocy lupy zapoznajcie się z jego budową, porównajcie budowę badanego liścia z jego opisem w przewodniku.
2. Wskażcie gatunek drzewa o liściach pojedynczych i gatunek o liściach złożonych. Czy pośród liści zebranych poza szkołą macie oba rodzaje liści? Opiszcie wybrany liść, próbując wymieniwać jak najwięcej jego cech. Znajdźcie różnice w budowie liści np. grabu i buka, klonu i dębu, jarząbu i głogu.
3. Narysujcie liść posiadający następujący zestaw cech: prosty, ogonkowy, o blaszce sercowatej, piłkowany u brzegu, z pierzastym unerwieniem.
4. Obejrzyjcie preparaty mikroskopowe budowy wewnętrznej liścia (w przekroju poprzecznym) i skórki liścia. Zaobserwujcie, w jaki sposób ułożone są komórki w liściu, jak są w nich rozmieszczone chloroplasty, z ilu warstw komórek zbudowana jest skórka liścia i jakie rodzaje komórek można w niej wyróżnić. Zróbcie rysunki i notatki dokumentujące to, co zobaczyliście pod mikroskopem.

#### Zadanie 2

1. Zaplanujcie i przeprowadźcie doświadczenie pokazujące, że liście drzew wyparowują wodę.
2. Zaplanujcie i przeprowadźcie doświadczenie, które pozwoli na sprawdzenie tempa odparowywania wody z naczyń o różnej powierzchni.
3. Zastanówcie się, jak niektóre drzewa chronią się przed nadmiernym wyparowywaniem wody z liści. Jakże drzewa mają największe liście na świecie? Czy te informacje mają związek z waszymi doświadczeniami?

#### Zadanie 3

1. Obejrzyjcie dokładnie zdrewniałą gałązkę drzewa, krzewu i fragment rośliny zielnej (niezdrewniałej).
2. Opiszcie okazy, określając ich barwę, twardość, kruchość, pokrycie oraz to, czy są puste, czy pełne w środku.
3. Jakże różnice widzicie w budowie łodyg drzew, krzewów i roślin zielnych?



**Uwaga:** Powyższe zadania możecie zrobić podczas lekcji albo jako samodzielny projekt uczniowski.

### Inspirujące pytania

- Dlaczego dolna część blaszki liściowej jest jaśniejsza od górnej?
- Jak drzewo broni się przed utratą wody?

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Lupa, mikroskop, preparaty mikroskopowe przekrojów liścia, kamera podłączona do mikroskopu i rzutnika multimedialnego, okazy liści różnych gatunków drzew, fragmenty todyg, gałęzi drzew i krzewów itd., podkładki z klipsem, przewodniki do oznaczania gatunków drzew i krzewów

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa typowe organizmy lasu, łąki, pola uprawnego (4.3),
- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych do środowiska życia na przykładach obserwowanych organizmów (4.4).

#### POJĘCIA

- pokrój drzewa
- dendrologia
- roślina zielna
- liść prosty, liść złożony

# Łańcuchy i sieci

Joanna Stocka

## KATEGORIE



**Rozwińcie sieci, powiązcie się łańcuchami! Kto powiedział, że nauka o zależnościach pokarmowych nie może być emocjonująca? Dyskutując i grając, poćwiczcie przy okazji współpracę i komunikację w grupie oraz umiejętność argumentowania.**

## INSTRUKCJA

### Zadanie 1

1. Zapiszcie wszystkie skojarzenia, jakie przychodzą Wam na myśl, gdy słyszycie słowa: „łańcuch” oraz „sieć”.
2. Obejrzyjcie przygotowane wcześniej ilustracje różnych łańcuchów i sieci pokarmowych między organizmami różnych środowisk. Z wcześniej zapisanych skojarzeń wybierzcie te słowa, które pasują do zależności w przyrodzie. Uzasadnijcie swoje wybory.
3. Podzielcie się na czteroosobowe zespoły. Z obrazków i haset skonstruujcie łańcuch pokarmowy. Czy z tych elementów można utworzyć sieć zależności pokarmowych?
4. Omówcie kolejno wyniki pracy poszczególnych grup, przypinając je na tablicy.
5. Spróbujcie z poszczególnych sieci usunąć po jednym elemencie. Czy taka sytuacja może się zdarzyć w przyrodzie? Co wówczas może się stać z pozostałymi organizmami?

### Zadanie 2 (rekomendowana praca w średnich grupach)

1. Członkowie jednej grupy ustawiają się tyłem do klasy, a ktoś z Was przypina im na plecach kartki z nazwami lub obrazkami gatunków wchodzącego w skład danego łańcucha pokarmowego.
2. Na dany znak musicie ustawić się w łańcuch pokarmowy, ale uwaga: nie możecie próbować odczytać kartki na własnych plecach i nie wolno Wam rozmawiać – musicie porozumiewać się bez słów! Spróbujcie wykonać to zadanie w 2 minuty.
3. Sprawdźcie, czy udało się ułożyć poprawnych łańcuch? Po omówieniu wyniku zaproście do gry kolejną grupę.
4. W liczniejszej grupie możecie spróbować ułożyć żywą sieć pokarmową.

### Inspirujące pytania

- Czy warto być wszytkożercą?
- Czy znacze organizmy żywiące się tylko jednym rodzajem pokarmu? Jaki jest stan ich populacji?

#### POJĘCIA

- sieć troficzna
- łańcuch spasanja,
- łańcuch detrytusowy

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Ilustracje i schematy łańcuchów i sieci pokarmowych, kartki z poszczególnymi ogniwami sieci i łańcuchów (ilustracje lub hasła) – tyle kompletów, ile będzie grup roboczych, tablica do przypinania ilustracji, taśma klejąca.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- przedstawia proste zależności pokarmowe zachodzące między organizmami lądowymi, postępując się modelem lub schematem (4.6),
- przedstawia proste zależności pokarmowe występujące w środowisku wodnym, postępując się modelem lub schematem (4.12).

# Nasiona i owoce – wystannicy roślin

Janusz Fiett

## KATEGORIE



**Rośliny stosują różne przemyślane strategie, byle tylko skutecznie rozsiać swoje nasiona. Strzelają nimi, wysyłają je w odległe loty, a nawet pozwalają je zjeść. Podczas wycieczki w teren spróbujcie wysledzić niektóre z tych rozwiązań w działaniu.**

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie wycieczkę w teren, w czasie której stworzycie własne zbiory nasion i owoców reprezentujących różne strategie rozprzestrzeniania. Zaplanujcie wizytę w miejscu, gdzie może rosnąć możliwie dużo różniących się od siebie gatunków roślin.
2. Zbierzcie wspólnie jak najwięcej różnorodnych owoców i nasion. Spróbujcie znaleźć te przyczepiające się do ubrań: rzepy łopianu, owoce uczepu czy przytulii. Zwróćcie uwagę na jemioty, zastanówcie się, skąd biorą się na drzewach i dlaczego ich nasiona nie spadają z gałęzi. Jeśli się uda, spróbujcie rozgnieść owoce jemioty. Jeśli teren i pora roku będą sprzyjać, zwróćcie uwagę na owoce niecierpka, bodziszka albo karagany syberyjskiej. Spróbujcie zbadać na jaką największą odległość mogą być wystrzelone ich nasiona. Zainterесujcie się też roślinami, które wytwarzają owoce lub nasiona zdolne do lotu. Mogą mieć charakter puchu, jak u mniszka lekarskiego, lub ostu albo skrzydetek – u lipy, klonu, brzozy lub sosny. Zbierzcie też owoce i nasiona bardzo masywne, które – jak się wydaje – nie mają szans znaleźć się daleko od rośliny macierzystej. Zbierając owoce i nasiona, róbcie notatki i szkice, by zapamiętać, z jakich roślin pochodzą.
3. W klasie obejrzyjcie dokładnie Wasze zbiory. Postużcie się do tego lupą i mikroskopem. Warto w ten sposób obejrzeć zwłaszcza struktury ułatwiające nasionom i owocom rozprzestrzenianie się – „harpuny” uczepu, haczyki w rzepie, włoski nasion mniszka czy elajosomy glistnika (białe wyrostki na nasionach). Narysujcie oglądane w powiększeniu struktury. Spróbujcie określić metodę rozsiewania, jaka jest wykorzystywana w przypadku każdego z nasion i owoców.
4. Obejrzyjcie tryskawiec (ośli ogórek), który prezentuje „odrzutowy” sposób wyrzucania nasion – będzie to interesujące uzupełnienie waszych obserwacji terenowych. Jeśli nie macie dostępu do żywej rośliny, spróbujcie znaleźć w Internecie film prezentujący to zjawisko.
5. Wypiszcie na tablicy jak najwięcej strategii stosowanych przez rośliny w celu rozprzestrzenienia nasion. Ile sposobów udało Wam się odkryć?

## Inspirujące pytania

- Co to są gatunki zawleczone i czy do zawleczenia może dojść przez przypadek?
- Dlaczego kolorowe owoce raczej nie mają elementów ułatwiających przyczepianie się do sierści, piór i ubrań?
- Dlaczego kokosy – owoce palmy kokosowej – są takie duże i twarde?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Lupa, miarka, mikroskop, komputer, rzutnik multimedialny, dostęp do Internetu.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje i nazywa typowe organizmy lasu, łąki, pola uprawnego (4.3),
- opisuje przystosowania budowy zewnętrznej i czynności życiowych organizmów lądowych do środowiska życia, na przykładach obserwowanych organizmów (4.4).

## POJĘCIA

- nasiona
- owoce
- strategie rozsiewania



# Czy las czyści powietrze?

Blandyna Zajdler

## KATEGORIE



**Pójdziecie na naukowy spacer do lasu albo do dużego parku – najlepiej rosnącego przy ruchliwej drodze. Będziecie mieli okazję sprawdzić, czy tereny zielone poprawiają czystość powietrza.**

## INSTRUKCJA

1. Na jednej z lekcji poprzedzających waszą wyprawę badawczą zaplanujcie jej przebieg:
  - a. porozmawiajcie, jak zanieczyszczenie powietrza może wpływać na las, a jak las może wpływać na zanieczyszczenie powietrza,
  - b. sformułujcie hipotezę badawczą, którą będzie odnosiła się do czystości powietrza w lesie i poza nim,
  - c. omówcie metodę zbadania prawdziwości tej hipotezy (proponowana metoda: sprawdzenie czystości powierzchni liści w coraz bardziej oddalonych od drogi miejscach w lesie),
  - d. na mapie lub planie okolicy wytypujcie las albo park, który odwiedzić.
2. Gdy dotrzecie na miejsce, podzielcie się na 3–4-osobowe grupy. Każda powinna być wyposażona w płaskie bawetniane waciki, kartki, długopisy lub ołówki i taśmę klejącą.
3. Ustalcie jednakowe dla wszystkich grup metody pobierania próbek (ścierania brudu z liści): w jakich odległościach od drogi będą wykonywane kolejne pomiary (pierwszy warto zrobić przy drodze, a min. dwa kolejne w głębi lasu. Rekomendowane odstępy między punktami pomiarowymi: 20 metrów), ile razy należy przetrzeć badany liść, z liści na jakiej wysokości pobieramy próbki.
4. Rozpocznijcie pomiary w ustalonych miejscach. Wacik, którym pobierzecie próbkę, przyklejcie na kartce tak, by było widać pobrany materiał. Przy każdym waciku zanotujcie miejsce pobrania danej próbki.
5. Po skończonych pomiarach porównajcie swoje wyniki. Czy wszystkie grupy uzyskały zbliżone wyniki, czy też odmienne?
6. Omówcie zebrane wyniki. Jakie macie wnioski? Czy wasza hipoteza została potwierdzona, czy okazała się nieprawdziwa? Czy myślicie, że podobne wyniki uzyskalibyście w innych lasach lub parkach?

## Inspirujące pytania

- Czy las likwiduje zanieczyszczenia bez śladu? Czy roślinom nic się nie dzieje, czy coś im grozi?
- Co znaczy określenie „zielone płuca Polski”?
- Czym są tzw. kwaśne deszcze? Skąd się biorą?

### POJĘCIA

- zanieczyszczenia powietrza
- pył

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Bawetniane waciki kosmetyczne (dla każdej grupy tyle, ile ma być dokonanych pomiarów oraz jeden rezerwowo), mapa topograficzna lub plan, taśma miernicza, klej lub taśma klejąca.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- identyfikuje na planie, mapie miejsce (2.4),
- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (powietrza, wody, gleby) (5.1.)

# Porost prawdę ci powie... (przynajmniej o powietrzu)

Hanna Będkowska

## KATEGORIE



**Poznajcie porosty: są mistrzami przetrwania, mogą rosnąć wszędzie, nawet na gołej skale, ale... nie wszystkie radzą sobie z zanieczyszczeniem powietrza. I właśnie tę cechę możecie wykorzystać do badania jakości powietrza w waszej miejscowości.**

## INSTRUKCJA

1. Omówcie w klasie budowę i środowiska życia porostów. Zastanówcie się, co daje współpraca glonu i grzyba obu gatunkom. Zapoznajcie się z podziałem porostów według budowy plechy (skorupiasta, listkowata, krzaczkowata). Jak myślicie, które będą najbardziej wrażliwe na zanieczyszczenia powietrza i dlaczego?
2. Wyjdźcie na wyprawę badawczą w teren. Podzielcie się na grupy – waszym zadaniem w każdej grupie będzie obserwacja porostów rosnących na wysokości 0,5–1,5 metra na drzewach, płotach i w innych miejscach.
3. Opiszcie i naszkicujcie zaobserwowane porosty oraz zanotujcie, gdzie je znaleźliście (na jakim rodzaju podłożu i w jakiej lokalizacji w terenie, np. jak daleko od drogi). Możecie też zrobić zdjęcia porostów. Skorzystajcie z przewodnika i zaliczcie je do jednej z grup.
4. Korzystając ze skali porostowej, oceńcie czystość powietrza w danym miejscu i zanotujcie ją.
5. Porównajcie obserwacje wszystkich grup i zastanówcie się nad ich wynikami. Jak czyste jest powietrze w Waszej miejscowości? Czy we wszystkich badanych miejscach rosty porosty o takiej samej budowie plechy?

## Inspirujące pytania

- Co to są organizmy pionierskie? Jakie znacie ich przykłady?
- Dlaczego porosty naziemne i naskalne nie są dobrymi bioindykatorami?
- Czym może być zanieczyszczone powietrze? Jak dochodzi do zanieczyszczenia?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Lupy, skala porostowa, atlas porostów.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (5.1).

### POJĘCIA

- plecha
- porost
- symbioza
- skala porostowa
- bioindykator

# Budujemy filtr

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



**Podczas tego eksperymentu zbudujemy naszą własną oczyszczalnię wody. Dzięki temu przekonamy się, co jest potrzebne, żeby oczyścić wodę z różnych zanieczyszczeń.**

## INSTRUKCJA

### Wariant 1

1. Dobierzcie się w pary lub podzielcie na małe zespoły. Każdy zespół będzie budował własny filtr, a potem będziecie mogli porównać ich skuteczność.
2. W dużym dzbanku zmieszajcie wodę, olej, ziemię ogrodową, okruchy chleba, atrament, małe gałązki. Będą to ścieki, które będziecie oczyszczali w swojej oczyszczalni wody.
3. Na dużym odkręconym stoiku ustawcie pierwszą (najmniejszą) doniczkę wyłożcie białym filtrem do kawy. Na niej postawcie doniczkę wypełnioną filtrem i węglem aktywowanym. Nad węglem umieśćcie doniczkę z filtrem i piaskiem, a na niej – doniczkę z filtrem i ze żwirem.
4. Do górnej doniczki (ze żwirem) powoli, niewielkim strumieniem wlejcie przygotowane wcześniej ścieki. Obserwujcie, jaka woda wycieka z waszej konstrukcji do stoika. Gdy przefiltrujecie całą wodę rozmontujcie wasz filtr i sprawdźcie, co pozostało w poszczególnych doniczkach. Porównajcie czystość wody uzyskanej w różnych grupach.

### Wariant 2

Możecie również wykonać powyższy eksperyment w kilku etapach. W tym celu każdą doniczkę wyłożcie filtrem. Do pierwszej wsypcie żwir, do drugiej piasek, do trzeciej węgiel, a czwartą pozostawcie z samą bibułą filtracyjną. Wlejcie ścieki do pierwszego filtra i zbierzcie przesączony płyn do stoika. Uzyskany płyn wlejcie następnie do drugiego filtra, potem kolejnego itd.

### Inspirujące pytania:

- Co należy zrobić, aby ścieki stały się wodą zdatną do picia?
- Jakie są rodzaje oczyszczalni ścieków? Czym się różnią?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla każdego zespołu: doniczki różnej wielkości z otworami w dnie (wielkość doniczek musi być tak dopasowana, aby można było po kolei włożyć jedną w drugą; jeśli doniczki można ustawić w piramidę, to mogą być takiej samej wielkości), duży stoik albo zlewka szklana (wielkość stoika musi pozwalać na umieszczenie w nim doniczek), woda, okruchy chleba, gałązki, ziemia ogrodowa, biały filtr do kawy lub bibuła filtracyjna, piasek, żwir, węgiel aktywowany (z apteki lub ze sklepu zoologicznego), atrament.

### Odniesienie do podstawy programowej:

#### UCZEN

- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (powietrza, wody, gleby) (5.1),
- proponuje sposoby rozdzielania mieszanin jednorodnych i niejednorodnych (filtrowanie, odparowanie, przesiewanie) (14.6).

#### POJĘCIA

- ścieki
- zanieczyszczenia
- filtr
- sączenie
- oczyszczalnia

# Kwaśno, aż igły opadają!

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



**Kopące kominy fabryk czy rury wydechowe samochodów nie wróżą niczego dobrego dla środowiska. Ale co takiego właściwie się z nich wydobywa? I jak oddziałuje na przyrodę? Podczas tego doświadczenia przeanalizujemy jeden ze składników dymu odpowiedzialny za powstawanie tzw. kwaśnych deszczów, które niszczą m.in. lasy iglaste.**

## INSTRUKCJA

1. Sprawdźcie w Internecie, czym są paliwa kopalne i jakie substancje dostają się do atmosfery w wyniku ich spalania?
2. Przygotujcie dwa cylindry o pojemności 250 ml, na dno obu wlejcie ok. 10 ml wywaru z czerwonej kapusty (lub wskaźnika uniwersalnego). Jeśli to będzie wasze pierwsze doświadczenie z wywarem z kapusty lub wskaźnikiem, to zróbcie najpierw próbę pokazującą zmiany zabarwienia wskaźnika w zależności od kwasowości. Można do tego użyć np. roztworu octu i roztworu sody oczyszczonej.
3. Na tyżce do spalań umieśćcie nieco siarki. Ogrzejcie ją w płomieniu palnika. Gdy siarka zacznie się palić niebieskim płomieniem, umieśćcie tyżkę w jednym z cylindrów z wywarem z kapusty (ale nie zanurzajcie płonącej siarki w roztworze), niech tam pozostanie, dopóki będzie widać płomień. Gdy płomień zgaśnie, szybko nakryjcie cylinder szkiełkiem zegarkowym lub szalką Petriego. Spalanie siarki wykonujcie w okularach ochronnych, pod wyciągiem lub na stole przy otwartych oknach.
4. Do obu cylindrów włożcie po gałązce świerka i ponownie przykryjcie cylinder szkiełkami zegarkowymi lub szalkami.
5. Następnego dnia wyjmijcie gałązki z cylindrów, potóżcie na białym papierze i porównajcie ich wygląd. Co stało się z obiema gałązkami? Zwróćcie uwagę na kolor roztworu wskaźnika w obu cylindrach. O czym on świadczy? Jeśli zauważyliście jakąś zmianę, to dlaczego do niej doszło?
6. Porozmawiajcie o wpływie substancji powstających ze spalania paliw kopalnych na środowisko. Poszukajcie i obejrzyjcie w Internecie zdjęcia lasów zniszczonych przez zanieczyszczenie środowiska tlenkami siarki i azotu, np. w Karkonoszach). Zastanówcie się, jak Wy możecie przyczynić się do ograniczenia tego zjawiska?

## Inspirujące pytania

- Czy możemy żyć bez paliw kopalnych?
- Co zrobić, żeby elektrownie i fabryki nie zanieczyszczały tak bardzo powietrza?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dwa cylindry miarowe szklane o pojemności 250 ml, dwa szkiełka zegarkowe lub szalki Petriego, tyżka do spalań, siarka, palnik gazowy lub spirytusowy, płytka ceramiczna do podłożenia pod palnik, wywar z czerwonej kapusty lub roztwór wskaźnika uniwersalnego, 2 gałązki świerka, okulary ochronne, dostęp do Internetu.

### POJĘCIA

- paliwa kopalne
- zanieczyszczenie środowiska
- kwaśny deszcz
- odczyn kwasowy

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEN

- prowadzi obserwacje i proste doświadczenia wykazujące zanieczyszczenie najbliższego otoczenia (powietrza, wody, gleby) (5.1),
- wyjaśnia wpływ codziennych zachowań w domu, w szkole, w miejscu zabawy na stan środowiska (5.2),
- proponuje działania sprzyjające środowisku przyrodniczemu (5.3).

# Cieczowy przekładaniec

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



Czy wszystkie ciecze mieszają się ze sobą? Czy jedna ciecz może pływać po drugiej? Podczas tego doświadczenia odkrywamy, że mimo tego samego stanu skupienia ciecz może mieć bardzo odmienne właściwości. Różnią się od siebie m.in. gęstością i zdolnością do mieszania się z wodą. Zwieńczeniem eksperymentu będzie efektowny przekładaniec z kilku warstw ciekłych substancji.

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Podzielcie się na małe grupy (np. pary) lub pracujcie indywidualnie.
2. Wlejcie do szklanki lub przezroczystego kubka warstwę oleju o wysokości ok. 10 mm.
3. Na warstwę oleju wlewajcie ok. 3/4 szklanki wody.
4. Obserwujcie ciecz w szklance.
5. Na powierzchnię cieczy w szklance wsypcie ok. pół łyżeczki soli.
6. Obserwujcie, co dzieje się z solą i olejem.

### Część II

1. Do wysokiego, wąskiego naczynia (np. menzurki, probówki) wlewajcie poszczególne ciecz w kolejności od cieczy o największej gęstości do cieczy o najmniejszej gęstości (np. najpierw płynny miód, glicerynę, wodę, olej, a na końcu denaturat). Nalewajcie ciecz ostrożnie, by nie mieszały się ze sobą (najlepiej nalewajcie je po ścianie naczynia).
2. Wodę można zafarbować sokiem lub farbą, najlepiej na kolor inny od pozostałych składników – przekładaniec będzie jeszcze bardziej kolorowy.
3. Po wlaniu wszystkich cieczy możecie wrzucać do naczynia różne małe przedmioty i sprawdzić, na jakiej wysokości (w której warstwie) się zatrzymają. Przetestujcie różne przedmioty przed lekcją, by wybrać zestaw o zróżnicowanych właściwościach.

## Inspirujące pytania

- Czy można określić gęstość przedmiotu wrzuconego do menzurki z cieczami, jeżeli wiemy, w której cieczy się zatrzymał?

### POJĘCIA

- gęstość cieczy
- ciecze niemieszające się
- pływanie ciał

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Przeźroczysta wąska szklanka, menzurka lub probówka, szklanki lub przezroczyste kubeczki plastikowe, różne cieczki: woda, sok, denaturat, gliceryna, olej, płynny miód, itp., sól kuchenna, małe przedmioty o różnej gęstości, np. ziarno fasoli, grochu, guzik, pestka moreli, spinacz, rodzyнки, winogrona, kulki plasteliny, styropianu itp.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia znane właściwości substancji (woda, cukier, sól kuchenna) i ich mieszanin (ocet, sok cytrynowy) występujących w jego otoczeniu (6.1),
- odróżnia mieszaniny jednorodnie od niejednorodnych, podaje przykłady takich mieszanin z życia codziennego (14.5).

# Domowa chemia

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



**Podczas przemian chemicznych z jednych substancji powstają inne. Czasami widać je, mają zapach i kolor, a czasem nie można ich zauważyć, ani powąchać. Ale są metody, żeby je zbadać. Proponowany eksperyment można łatwo powtórzyć w domu, wprawiając w zdumienie rodzinę czy znajomych.**

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie miejsce na doświadczenie tak, żeby wszyscy widzieli jego przebieg.
2. Do pojemnika wysypcie całe opakowanie sody oczyszczonej. Zalejcie ją następnie octem tak, aby cały proszek był pokryty płynem.
3. Przykryjcie pojemnik i odczekajcie ok. 2 minut. W tym czasie zapalcie świeczkę.
4. Po upływie 2 minut delikatnie odkryjcie pojemnik.
5. Przyjrzyjcie się przestrzeni nad spienioną mieszaniną sody z octem na dnie pojemnika. Czy widzicie tam jakiś gaz? Może czujecie zapach inny niż zapach octu?
6. Weźcie płyn do baniek mydlanych lub płyn do mycia naczyń i zróbcie bańki mydlane. Postarajcie się wpuścić do pojemnika kilka z nich. Co się z nimi dzieje? Dlaczego?
7. Weźcie zlewkę i pobierzcie gaz znad dna pojemnika (takim ruchem, jakbyście nabierali wody), a następnie przenieście zlewkę nad płomień świecy. Przechylcie ją, jakbyście chcieli wylać jej zawartość na płomień świecy. Co się stało?
8. Wspólnie zastanówcie się, co stało się podczas reakcji sody z octem i jakiego rodzaju substancja powstała w pojemniku. Omówcie właściwości tej substancji i to, jak zachowuje się w kontakcie z innymi substancjami (powietrzem, płonącą świecą).
9. Przeprowadźcie eksperyment z kwasem cytrynowym:
  - a. wysypcie do pojemnika 1/2 opakowania sody oczyszczonej i 1 opakowanie kwasu cytrynowego. Wymieszajcie proszki.
  - b. Przygotujcie ok. 0,5 l wody (2 szklanki) – zmierzcie jej temperaturę.
  - c. Następnie wlejcie wodę do pojemnika i dalej postępujcie zgodnie z poprzednim opisem.
  - d. Na koniec wlejcie ok. 0,5 szklanki cieczy z pojemnika i zmierzcie jej temperaturę. Czy są różnice w temperaturze cieczy przed reakcją i po reakcji? Dlaczego?

## Inspirujące pytania

- Skąd w powietrzu bierze się tlen, a skąd dwutlenek węgla?
- Które gazy są lżejsze, a które cięższe od powietrza?
- Jakie są efekty przemian chemicznych?
- Czym jest suchy lód?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Pojemnik z pokrywką (najlepiej przezroczysty – akwarium, miska, garnek), świeczka, zlewka, zapatki, ocet, soda oczyszczona, kwas cytrynowy, płyn do baniek mydlanych (lub płyn do mycia naczyń), słomka lub przyrząd do puszczania baniek, termometr laboratoryjny.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia znane właściwości substancji i ich mieszanin występujących w jego otoczeniu (6.1).

### POJĘCIA

- spalanie
- reakcja chemiczna
- gaz, ciecz, ciało stałe
- substancja cięższa/lżejsza od powietrza

# Nie wszystko naraz! Czyli jak bezpiecznie posprzątać mieszkanie

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Nasz kontakt z niebezpiecznymi odczynnikami chemicznymi wcale nie ogranicza się do szkolnej pracowni. Powszechnie dostępne preparaty także mogą być groźne! Podczas tego pokazu zobaczycie, dlaczego nawet podczas domowych porządków musimy zachować ostrożność.

## INSTRUKCJA



**Uwaga!** Pokaz należy wykonywać w okularach i rękawiczkach ochronnych, pod wyciągiem lub w pobliżu otwartego okna.

### Obejrzyjcie wspólnie kilka pokazów

1. Do szalki nalejcie: preparat do dezynfekcji toalet zawierający chloran, do drugiej odkamieniacz, a do trzeciej wlejcie odrobinę wody, do której wsypcie tyżeczkę granulek do udrażniania rur.
2. Za pomocą papierków wskaźnikowych sprawdźcie odczyn wszystkich roztworów
3. Do każdej szalki ze środkiem czyszczącym włóżcie kawałek bawełnianej tkaniny i pozostawcie go na ok. 2 godziny. Jak wyglądają po tym czasie?
4. Do kolby wlejcie ok. 5 ml środka dezynfekującego zawierającego chloran, ostrożnie dodajcie pipetką ok. 3 ml odkamieniacza. Zamknijcie kolbę korkiem. Po chwili roztwór w kolbie zacznie mętnieć i żółknąć. Uchylcie lekko korek i ostrożnie sprawdźcie, czy w pobliżu wylotu kolby czujecie jakiś zapach.
5. Umieśćcie w dwóch kolbach kawałki folii aluminiowej porwane na małe kawałeczki. Do jednej wlejcie nieco odkamieniacza, a do drugiej nieco wody i wsypcie pół tyżeczki granulek do udrażniania rur. Zamknijcie kolby dopasowanymi korkami. Co dzieje się w obu kolbach? Po zakończeniu reakcji unieście korek drugiej kolby i do jej wylotu przytknijcie zapalone łuczyczko. Zwróćcie uwagę, co się stanie. Co zaobserwowaliście?
6. Po obejrzeniu doświadczeń opracujcie i spiszcie regulamin bezpiecznego sprzątnia w domu, w którym zawrzecie np. informacje o właściwościach żrących niektórych preparatów czyszczących albo o konieczności stosowania rękawiczek ochronnych
7. Zastanówcie się wspólnie, co zrobić, gdy przypadkiem ktoś zmiesza reagujące ze sobą płyny lub obleje się substancją żrącą. Zaproście do dyskusji szkolną pielęgniarkę jako eksperta weryfikującego wasze pomysły.

### Inspirujące pytania

- Skąd dowiedzieć się, czy dany preparat jest bezpieczny, czy nie?
- Co robić w razie poparzeń lub kontaktu skóry i oczu z substancjami żrącymi albo gdy podejrzewasz, że mogłeś/mogłaś wdychać szkodliwy gaz?



### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Szklane kolby stożkowe z korkiem, plastikowa pipetka, płyn do dezynfekcji toalet zawierający chloran, np. Domestos, płyn do usuwania kamienia z sanitariatów lub kwas cytrynowy, preparat w granulach do udrożniania rur kanalizacyjnych np. Kret, dwie parowniczkę, kawałek folii aluminiowej 10 x 10 cm, spirytus salicylowy, zapałki, tuczywko czyli drewniany patyczek do szaszłyków ok. 20 cm, papierki wskaźnikowe do badania odczynu lub wskaźnik uniwersalny, woda, trzy szklane szalki Petriego, plastikowa łyżeczka.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- podaje przykłady zastosowania różnych substancji w przedmiotach codziennego użytku, odwołując się do właściwości tych substancji (6.5),
- opisuje zasady udzielania pierwszej pomocy w niektórych urazach (9.8),
- podaje przykłady zachowań i sytuacji, które mogą zagrażać zdrowiu i życiu człowieka (9.9).

#### POJĘCIA

- bezpieczeństwo
- reakcja chemiczna
- trujący gaz
- substancje żrące/szkodliwe/łatwopalne

# Gęsty jak... woda

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Wiele substancji ciekłych wygląda jak woda, jednak ma od niej zupełnie inną gęstość. Sprawdzimy to przy pomocy profesjonalnego urządzenia – areometru. Spróbujemy też wykonać własny areometr, a następnie go wyskalować. To ćwiczenie doświadczenie jasno pokazuje, czym jest gęstość substancji.**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Przygotujcie w grupach przezroczyste cylindry z różnymi cieczami oraz ich roztworami. Oznacźcie je tak, by wiedzieć, jaką ciecz zawiera każda z nich (wybór cieczy jest zależny od zakresu pomiaru posiadanego areometru).
2. Zmierzcie gęstość cieczy areometrem – wkładając go do kolejnych cylindrów z cieczami. Za każdym razem odczytajcie gęstość cieczy z podziałki zamieszczonej na areometrze i zanotujcie ją. Pamiętajcie, by dokładnie optukać i wytrzeć areometr po każdym pomiarze.

### Część II

1. Przygotujcie swoje własne areometry:
  - a. ze słomki do napojów utnijcie fragment długości ok. 10 cm,
  - b. jeden koniec słomki zatkać kulką z plasteliny,
  - c. włóżcie słomkę z kulką do naczynia z wodą (plasteliną do dotu),
  - d. wielkość kulki z plasteliny należy dobrać w taki sposób, aby areometr unosił się w wodzie pionowo, a nie zanurzał się całkowicie i nie pływał po powierzchni wody,
  - e. wodoodpornym flamastrem zaznaczcie głębokość zanurzenia słomki w wodzie – w ten sposób wyskalujecie areometr.
2. Sprawdźcie zachowanie areometru w innych cieczach. Możecie np. przygotować różne roztwory soli poprzez dodanie po 1, 3, 6, 10 łyżeczek soli do 250 ml wody. Obserwując zachowanie areometru, możecie określić, czy gęstość badanej cieczy jest większa, czy mniejsza od gęstości wody.
3. Jeśli obserwujecie zachowanie areometru w cieczach o znanej gęstości, możecie flamastrem oznaczyć kolejne wartości na podziałce areometru.

### Część III

#### Pracując w małych grupach, sprawdźcie, co to znaczy gęstość

1. Wybierzcie wyskalowane naczynie, np. cylinder miarowy, zlewkę lub strzykawkę, i zważcie je.
2. Napętnijcie naczynie cieczą i określcie dokładnie jej objętość.
3. Zważcie naczynie razem z cieczą.
4. Obliczcie, ile waży sama ciecz. Wiedząc, jaka jest masa i objętość badanej cieczy, zastanówcie się, czym jest gęstość i ile wynosi gęstość waszej cieczy.

### Inspirujące pytania

- Jak zmienić gęstość wody?
- Jaka jest najgęstsza ciecz na świecie?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Kilka areometrów do pomiaru gęstości różnych cieczy, cylindry miarowe dostosowane do rozmiarów areometru, ciecze do badania gęstości, np. woda, gliceryna, mleko o różnej zawartości tłuszczu, roztwory soli o różnych stężeniach, spirytus lub denaturat, olej, słomka do napojów, plastelina, flamaster wodoodporny, dokładna waga, czyste strzykawki (np. 20 ml).

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- wymienia znane właściwości substancji (woda, cukier, sól kuchenna) i ich mieszanin (ocet, sok cytrynowy) występujących w jego otoczeniu (6.1).

#### POJĘCIA

- gęstość cieczy
- roztwór substancji
- areometr

# Ile to waży? Robimy miarki kuchenne

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



Szklanka substancji, które na pozór wyglądają podobnie, może mieć bardzo różną masę. Przekonamy się o tym, robiąc własnoręcznie miarkę, która może potem przydać się w domowej kuchni. Przy okazji poznamy kilka przydatnych terminów naukowych, jak masa, objętość, stężenie czy gęstość.

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie w parach kilka jednakowych pojemników plastikowych oraz wagę (możecie użyć przeciętych butelek plastikowych o pojemności 0,5 l).
2. Wytarujcie wagę z pojemnikiem i wsypcie do niego 100 gramów mąki pszennej. Zaznaczcie poziom mąki w pojemniku i podpiszcie znacznik.
3. Taką samą czynność wykonajcie z solą, cukrem, olejem, wodą, mlekiem, pieprzem itd. (pamiętajcie, żeby do pojemnika nie wlewać/wsypywać na przemian substancji sypkich i ciekłych).
4. Porównajcie, ile miejsca w pojemniku zajmują poszczególne substancje. Wodę możecie potraktować jako substancję odniesienia (wzorcową) dla ciał sypkich i cieczy, ponieważ 100 ml wody ma masę 100 gramów (gęstość wody wynosi 1 g/ml).
5. To samo działanie powtórzcie z użyciem roztworów soli kuchennej. Pierwszy przygotujcie przez rozpuszczenie w 100 gramach wody jednej łyżki soli, w drugim rozpuśćcie 3 łyżki soli, w trzecim – 5 łyżek soli itd.
6. Porównajcie, jaką objętości zajmuje 100 gramów każdego z roztworów.
7. W zlewce z czystą wodą zanurzcie surowe jajko. To samo jajko przetórzcie do zlewki z kolejnymi roztworami wody i soli (najpierw do pierwszego, potem do drugiego itd.). Obserwujcie, jak zachowuje się jajko.

## Inspirujące pytania

- Co waży więcej: kilogram ołowiu czy kilogram pierza?
- Jakie znaczenie w wyznaczaniu gęstości ma stężenie roztworu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Waga (najlepiej elektroniczna), przezroczyste pojemniki plastikowe – przecięte butelki PET, zlewki lub cylindry miarowe (o objętości około 500 ml), flamaster wodoodporny, odczynniki: woda, sól kuchenna (drobnoziarnista i gruboziarnista), olej, pieprz, cukier (kryształ i puder), mleko, różne rodzaje mąki (np. kukurydziana, pszenna, gryczana, ziemniaczana), starte przyprawy (pieprz, cynamon, bazylia), ocet, ryż, różne rodzaje kaszy itd., łyżka, surowe jajko, zlewki lub inne przezroczyste naczynia o pojemności ok. 200 ml i o średnicy nieco większej od średnicy jajka.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZENI

- porównuje masy ciał o tej samej objętości, lecz wykonanych z różnych substancji (6.2).

### POJĘCIA

- gęstość
- objętość
- masa
- stężenie
- roztwór

# Czy drożdże potrafią nadmuchać torebkę?

Janusz Fiett

## KATEGORIE



Czy wiecie, że niemal w każdej kuchni stosujemy metody biotechnologii? Podczas kilku prostych doświadczeń poznamy niektóre właściwości powszechnie wykorzystywanego organizmu – drożdży. Sprawdzimy, dlaczego właściwie spulchniają ciasto i od czego zależy ich aktywność. Obserwując je pod mikroskopem, przekonamy się też, że drożdże to nie beżowa masa, ale organizmy zbudowane z komórek, które rozmnażają się w bardzo interesujący sposób.

## INSTRUKCJA

### Część I (rekomendowana praca w małych grupach)

1. Odważcie kilka lub kilkanaście jednakowych porcji drożdży piekarskich.
2. Przygotujcie czystą wodę oraz syrop z wody i cukru. Każdą porcję drożdży rozetrzyjcie łyżeczką od herbaty w osobnych miseczkach zawierających tę samą objętość wody lub syropu.
3. Przenieście równocześnie zawiesziny drożdży do identycznych przezroczystych pojemników, które pozwolą ocenić ilość powstającego gazu w zależności od składu pożywki i temperatury środowiska. Możecie w tym celu wykorzystać m.in. strzykawki jednorazowe z zatkanym otworem i luźno przesuwanym się tłokiem albo szczelnie zamykane lub zawiązywane woreczki foliowe. Można też wykorzystać zgniecione i zakręcone butelki plastikowe. Oznaczcie pojemniki, żeby wiedzieć, jaka mieszanina jest w każdym z nich.
4. Na kilkanaście–kilkadziesiąt minut umieśćcie pojemniki w miejscach o różnej temperaturze, np.: na ławce w klasie, w lodówce albo na parapecie okiennym (zimą), przy gorącym kaloryferze lub w misce wypełnionej ciepłą wodą. W każdym miejscu połóżcie pojemnik z zawieszoną drożdży w czystej wodzie i w syropie. Zmierzcie temperaturę w każdym z tych miejsc.
5. Pod koniec lekcji obejrzyjcie pojemniki i zapiszcie wyniki wszystkich obserwacji w tabeli. Zastanówcie się, jaki jest wpływ cukru i temperatury na aktywność komórek drożdży.
6. Obejrzyjcie drożdże pod mikroskopem. Czy można dostrzec pączkujące komórki?



### Rozszerzenie działania (opcjonalnie)

Spróbujcie doprowadzić gaz przez rurkę z naczynia z fermentującymi drożdżami do naczynia (np. kolby) z wodą wapienną, aby sprawdzić, jaki gaz wytwarzają drożdże.

### Inspirujące pytania

- Jakie procesy biotechnologiczne mają miejsce w twojej kuchni?
- Dlaczego ciasto z proszkiem do pieczenia można od razu wstawić do piekarnika, a drożdżowe powinnoostać pewien czas w ciepłym miejscu?
- Jakie napoje powstają dzięki drożdżom?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Denaturat, olej, słomka do napojów, plastelina, flamaster wodoodporny, dokładna waga, Drożdże piekarnicze, cukier, proszek do pieczenia, zlewki, wężyki, miseczki, tyżeczki, torebki foliowe, klamry zaciskowe, strzykawki, waga, mikroskop, lodówka, piekarnik, termometr.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przyrządów ułatwiających obserwację przyrody (lupa, mikroskop, lornetka), opisuje ich zastosowanie, postępuje się nimi podczas prowadzonych obserwacji (1.7),
- wymienia znane właściwości substancji (woda, cukier, sól kuchenna) i ich mieszanin (ocet, sok cytrynowy) występujących w jego otoczeniu (6.1),
- podaje przykłady zastosowania różnych substancji w przedmiotach codziennego użytku, odwołując się do właściwości tych substancji (6.5).

### POJĘCIA

- fermentacja
- pączkowanie
- biotechnologia

# Czy rośliny lubią każdą wodę?

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



**Rośliny potrzebują wody – widać to doskonale, gdy w suche lato nie podlejecie ogródka czy trawnika. Ale czy każda woda będzie dla nich tak samo dobra? Co stanie się, gdy podacie roślinie słoną wodę?**

## INSTRUKCJA

Podzielcie się na pary. Zdecydujcie, czy wszystkie pary będą robiły to samo doświadczenie, czy zrobicie jego różne warianty.

### Wariant 1

1. Do dwóch stoików wlejcie wodę z kranu. Do jednego z nich dosypcie łyżeczkę soli kuchennej. Podpiszcie stoiki.
2. Do każdego stoika wstawcie świeżo ścięty tulipan (jeśli nie jest świeżo ścięty, przytnijcie łodyżkę o około 2 cm). Obserwujcie kwiaty przez kilka kolejnych dni. Notujcie swoje obserwacje na przykład w formie rysunków. Czy zauważyliście różnice między kwiatami z obu stoików? Jeśli tak, to co może być przyczyną tych różnic?

### Wariant 2

1. Do dwóch stoików wlejcie wodę z kranu. Do jednego z nich dosypcie łyżeczkę soli kuchennej. Podpiszcie stoiki.
2. Obierzcie ziemniaka i ukrojcie z niego dwa plastry. Zmierzcie ich rozmiary i sprawdźcie ich twardość. Do każdego stoika włożcie po jednym plasterze (uwaga: ziemniaki powinny trafić do stoików zaraz po obraniu). Obserwujcie dokładnie ziemniaki przez kilka kolejnych godzin. Po zakończeniu obserwacji wyjmijcie ziemniaki z roztworów, zmierzcie je i zbadacie ich twardość. Zanotujcie swoje obserwacje, na przykład w formie rysunków. Czy zauważyliście różnice między ziemniakami z obu stoików? Jeśli tak, to co może być przyczyną tych różnic?



**Uwaga:** możesz wykonać analogiczne doświadczenie, w którym zamiast soli kuchennej użyjecie np. sody oczyszczonej, saletry potasowej lub innych soli (w zależności od dostępności odczynników). Poza ziemniakiem możecie zbadać też np. cebulę, a tulipany zastąpić goździkami lub różami. Ciekawe efekty może dać również zastosowanie wody demineralizowanej lub destylowanej.

## Inspirujące pytania

- Czy sportowiec po intensywnym wysiłku powinien pić wodę?
- Jak to się dzieje, że w słonych morzach rosną rośliny?
- Czy rozbiłek dryfujący po oceanie może pić wodę morską?

## POJĘCIA

- roztwór
- osmoza
- stężenie
- ciśnienie (turgor)
- płyn komórkowy

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla każdego zespołu: stoiki, woda z kranu, sól kuchenna, tulipany (jeśli nie są dostępne, można użyć również goździków lub róż), ziemniaki (takiej wielkości, aby zmieściły się do stoików, którymi dysponujemy), obieraczka, flaster wodoodporny.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje wszystkie fazy rozwoju rośliny, dokumentuje obserwacje (3.1),
- wykazuje doświadczalnie wpływ różnych substancji i ich mieszanin (np. soli kuchennej, octu, detergentów) na wzrost i rozwój roślin, dokumentuje i prezentuje wyniki doświadczenia (6.7).

# Magnes dla turystów

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Planując wycieczkę czy sposób na spędzenie wakacji szukamy miejsc o dużych walorach turystycznych. Na co warto zwrócić uwagę? Gdzie szukać ważnych dla turysty informacji? Tym wszystkim zajmiemy się podczas tego działania.

## INSTRUKCJA

1. Przed lekcją przygotujcie zdjęcia ciekawych turystycznie miejsc i obiektów w Warszawie, Gdańsku i Krakowie oraz plany tych 3 miast (w takiej liczbie, ile będzie grup roboczych). Poszukajcie opisów tras wycieczkowych w każdym z tych trzech miast.
2. Podzielcie się na pary lub małe grupy (co najmniej 6). W każdej z grup przygotujcie prezentację wycieczki po jednym z miast: postępując się opisem trasy odszukajcie na planie miasta opisywane obiekty, zmierzcie i zapiszcie w metrach odległości pomiędzy tymi obiektami, zaplanujcie czas dojścia do tych obiektów. Przygotujcie krótką prezentację waszej wycieczki dla pozostałych grup, postępując się planem i zdjęciami (możecie zrobić z nich plakaty).
3. Podczas słuchania prezentacji innych grup zwróćcie uwagę na podobieństwa i różnice w propozycjach przygotowanych przez różne grupy zajmujące się tym samym miastem. Czy wybrali te same atrakcje turystyczne? Jaką trasą chcieli do nich dotrzeć? Z czego wynikały podobieństwa i różnice?

Możliwe rozwinięcie działania: podczas lekcji możecie wykorzystać opcję Street View programu Google Maps. Możecie również zaplanować wycieczkę po różnych miastach europejskich.

## Inspirujące pytania

- Czy nowoczesne obiekty architektoniczne (np. budynki, mosty) mogą być walorem turystycznym?
- Jakie wspólne cechy, jeśli chodzi o walory turystyczne, mają Gdańsk, Kraków i Warszawa?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Zdjęcia i plany miast Warszawy, Krakowa, Gdańska, linijka, opisy tras, opcjonalnie: papier na plakaty lub tablice do przypinania zdjęć.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia najważniejsze walory turystyczne największych miast Polski, ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy, Krakowa, Gdańska (7.5)
- orientuje plan, mapę w terenie, postępuje się legendą (2.3)
- identyfikuje na planie i mapie topograficznej miejsce obserwacji i obiekty w najbliższym otoczeniu, określa wzajemne położenie obiektów na planie, mapie (2.4)
- postępuje się podziałką liniową do określania odległości, porównuje odległość na mapie z odległością rzeczywistą w terenie (2.5)

### POJĘCIA

- skala
- plan
- podziałka liniowa
- walory turystyczne



# Jaki kształt chciałaby mieć ciecz?

Janusz Fiett

## KATEGORIE



**Jaki kształt ma ciecz? Jak to, Przecież zawsze przyjmuje kształt naczynia! Tak, ale nie dzieje się tak bez przyczyny. Napięcie powierzchniowe wody, jej zdolność do zwilżania pewnych powierzchni i unikania kontaktu z innymi dostrzegamy rzadko, a przecież leżą one u podstaw bardzo wielu zjawisk o fundamentalnym znaczeniu dla żywych istot.**

## INSTRUKCJA

### Wariant 1

1. Dobierzcie się w pary.
2. W każdej parze zróbcie wybrane doświadczenia, które pozwolą Wam dowiedzieć się czegoś o własnościach wody i innych cieczy, ich oddziaływaniu wzajemnym i kontaktach z różnymi powierzchniami. Zróbcie notatki i szkice dokumentujące przebieg każdego doświadczenia i jego wynik. Omówcie w parach wnioski – dlaczego doświadczenie przebiegło w taki właśnie sposób?
  - a. Połóżcie monetę na stole i powoli nakrapiajcie na nią wodę pipetą Pasteura. Obserwujcie, jaki kształt przyjmuje woda na monecie. Czy taki sam kształt przyjmie po nakropieniu wodą, do której dodamy trochę płynu do mycia naczyń?
  - b. Przygotujcie dwie szklanki: do jednej nalejcie wody do pełna i pipetą dodawajcie krople do naczynia się przepetni. Powtórzcie doświadczenie z drugą szklanką, ale napętniajcie ją wodą z płynem do mycia naczyń (na szklankę wody dodajcie 1 łyżkę płynu i delikatnie wymieszajcie).
  - c. Do talerza (kuwety, krystalizatora) nalejcie wody i przy pomocy widelca spróbujcie położyć na wodzie agrafkę, pinezkę i guzik. Obserwujcie co się dzieje.
  - d. Do dwóch szklanek nalejcie wody do wysokości 2 cm, do jednej dodajcie 10 kropli płynu do mycia naczyń i delikatnie wymieszajcie, aby nie spenić roztworu. W każdej szklance w tej samej chwili zanurczcie paski bibuły tej samej długości (jeden koniec bibuły powinien być zanurzony w wodzie, drugi być zagięty na obrzeżach szklanki, tak aby bibuła nie opadła do środka szklanki. Czy widać różnicę w zachowaniu obu cieczy w kontakcie z bibułą?
  - e. Do 2 szalek nalejcie wodę, do jednej dodajcie kilka kropli płynu do mycia naczyń, przy pomocy pęsety spróbujcie położyć igły na powierzchni czystej wody i wody z płynem do mycia naczyń. Co stanie się, gdy natłuścicie igłę?
  - f. Do szklanki nalejcie wody prawie do pełna, następnie wkładajcie do niej guziki. Gdy utworzy się menisk, obserwujcie, co się stanie, kiedy będziecie dodawali kolejne guziki.
  - g. Zważcie niedużą ilość piasku (np. pół szklanki). Zajęcie piasek wodą, odlejcie ją i zważcie piasek ponownie
3. Opowiedzcie sobie nawzajem o doświadczeniach, które robiliście w parach, o Waszych wnioskach i obserwacjach. Czy ktoś robił takie samo doświadczenie jak Wy? Czy uzyskał podobny, czy inny wynik? Jakie wyciągnął wnioski?

### Wariant 2 (pokaz)

1. Zmieszajcie w naczyniu denaturat z wodą w stosunku 4:3.
2. Do naczynia z mieszaniną dolejcie pipetą 5 ml oleju uniwersalnego (Uwaga! Trzeba to robić powoli po ścianie. Jeśli wlejemy zbyt szybko, olej podzieli się na małe kulki, co wydłuży pokaz).
3. Jeżeli olej pływa po powierzchni, dodawajcie kroplami denaturat, aż olej uformuje się w kulę unoszącą się po środku wysokości naczynia. Jeżeli natomiast olej opada na dno, należy dodawać kroplami wodę.
4. Kulę oleju przebijcie patyczkiem do szaszłyków, a następnie zacznijcie obracać patyczkiem między dłońmi, aż kula oleju spłaszczy się na bieżących, a w pewnym momencie oderwą się od niej mniejsze kulki.

## Inspirujące pytania

- Jak kosmonauci mogą sobie radzić z piciem napojów?
- Dlaczego nie należy myć samochodu w ogrodzie, sadzie, lesie?
- Dlaczego babki i zamki na plaży można zrobić jedynie z piasku o odpowiedniej wilgotności?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Monety (najlepiej duże: 1-, 2-, 5-złotowa), pipeta Pasteura lub zakraplacz, cylinder miarowy o pojemności 25 lub 50 ml), szklanka lub inne przezroczyste szklane naczynie. (nie należy używać zlewki ze względu na dzióbek, który utrudnia wykształcenie menisku), waga, 10 plastikowych guzików o różnych wielkościach, widelec, głęboki talerz lub duży krystalizator, ewentualnie kuweta, pinezka (tradycyjna), agrafka, guzik plastikowy, płyn do mycia naczyń, piasek, 2 wysokie szklanki lub zlewki (o poj. min. 500 ml), bibuła filtracyjna wycięta w 2 prostokąty o wymiarach 2x15 cm, 2 cienkie igły, szpiki, 2 szalki Petriego, pęseta.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady zastosowania różnych substancji (6.4),
- bada wpływ czynników takich jak: woda, powietrze, temperatura, gleba na przedmioty zbudowane z różnych substancji (6.6),
- wykazuje doświadczalnie wpływ różnych substancji i ich mieszanin (np. soli kuchennej, octu, detergentów) na wzrost i rozwój roślin, dokumentuje i prezentuje wyniki doświadczenia (6.7),
- wyjaśnia wpływ codziennych zachowań w domu, w szkole, w miejscu zabawy na stan środowiska (5.2).

### POJĘCIA

- gęstość cieczy
- napięcie powierzchniowe
- menisk
- kapilara
- zwilżanie powierzchni

# Ale plama! Czyli poznajemy barwniki naturalne

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



**Barwniki naturalne towarzyszą człowiekowi od tysięcy lat. Czy wiecie, jak z nich korzystać? Na ile kolorów uda się Wam zafarbować kawałek materiału? Czy rozdzielicie mieszaninę naturalnych barwników? Podczas tego działania warto przedstawić kilka ciekawych barwników naturalnych i sposobów ich otrzymywania.**

## INSTRUKCJA

1. Przed lekcją przygotujcie wywary z różnych barwnych substancji naturalnych: w garnku zalejcie małą ilością wody możliwie dużą porcją substancji barwiącej i gotujcie tę mieszaninę na małym ogniu przez ok. 10–15 minut. Jeśli kolor będzie zbyt blady, dodajcie barwnika i gotujcie przez kolejnych 10 minut.
2. Pracując w małych grupach, przeprowadźcie następujący eksperyment (chromatografię):
  - a. na dno wysokich zlewek nalejcie trochę octu (warstwa o wysokości ok. 1 cm),
  - b. na pasek bibuły nakropcie z jednej strony kilka barwników. Barwniki nakropcie obok siebie w małych ilościach (pipetą lub wykałaczką) w takiej odległości od krawędzi paska, aby po włożeniu do zlewki nakropione próbki znalazły się nieco powyżej poziomu octu. Obok barwników naturalnych zróbcie też niedużą kropkę czarnym flamastrem. Włóżcie pasek z próbkami do zlewki.
  - c. ocet wędrujący w górę paska bibuły pociągnie ze sobą barwniki, które będzie można potem zobaczyć w różnych miejscach na pasku. Czy przygotowane przez was barwniki składają się z jednego, czy z wielu barwnych składników? Czy są to takie same, czy różne składniki?
3. W czasie gdy trwa chromatografia, zafarбуйте kawałki białego materiału. Najpierw namoczcie go przez 20 minut w roztworze wyzwalacza kolor, np. siarczanu (VI) miedzi (II): tyżeczkę siarczanu miedzi dokładnie rozpuście w 250 ml wody. W tym czasie zagołujcie roztwór barwnika i gdy będzie gorący, włóżcie do niego materiał namoczony w utrwalaczu i gotujcie ok 10 minut – do uzyskania zadowalającego koloru na materiale. Potem wypłuczcie materiał w wodzie, aż przestanie barwić wodę. Wyszusłcie go na rozłożonych ręcznikach papierowych. Czy kolor jest zgodny z waszymi oczekiwaniami?
4. Postuchajcie historii słynnych barwników, które odegrały ważną rolę w historii: purpura, atrament, indygo, karmin... Czy wiecie, jakim roślinom i zwierzętom je zawdzięczamy?

## Inspirujące pytania

- Czy barwnik może być droższy od złota?
- Czy jest kolor, którego nie uzyskamy, używając naturalnych barwników?
- Dlaczego liście niektórych drzew jesienią robią się żółte lub czerwone?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Barwniki naturalne: kora dębu, sok z buraków, owoce bzu czarnego, ziele pokrzywy, kurkuma i inne barwniki, sól, ocet, utrwalacze/wyzwalacze: sproszkowany atun (dwunastowodny siarczan glinowo-potasowy), siarczan (VI) miedzi (II), biała tkanina bawetniana. Bibuła chromatograficzna lub filtracyjna, ocet, pipety lub kroplomierze, wykałaczki, zlewki o poj. ok. 250–300 ml, miski, wiadra, garnek do gotowania wywarów barwiących, kuchenka elektryczna lub gazowa, ręczniki papierowe, zdjęcia ceremonialnych strojów historycznych barwionych purpurą, zdjęcia ślimaków: szkartatników i rozkolców, indygowca farbiarskiego.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- podaje przykłady zastosowania różnych substancji w przedmiotach codziennego użytku, odwołując się do właściwości tych substancji (6.5).

#### POJĘCIA

- barwnik
- roślina barwierska
- chromatografia

# Czego potrzebują rośliny?

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



**Czego rośliny potrzebują do życia? Czy istnieją substancje, które im przeszkadzają w rozwoju, a nawet mogą je całkowicie zahamować? W doświadczeniu przekonacie się, że to, czym podlewamy rośliny, ma znaczenie.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na małe zespoły. Każdy z nich powinien przygotować po kilka talerzyków. Każdy talerzyk ma zostać wyłożony watą, która zostanie zmocona wodą. Na każdym z tak przygotowanych talerzyków rozłóżcie równomiernie jednakową liczbę ziaren rzeżuchy (np. 20 nasion na talerzyk).
2. Przygotujcie butelki, w których będą przechowywane różne substancje do podlewania roślin. Możecie wspólnie ustalić, jakie substancje chcecie przetestować. Mogą to być np.:
  - a. ocet,
  - b. woda z sodą oczyszczoną (1 łyżeczka sody na 250 ml. wody),
  - c. woda z kwasem cytrynowym (1 łyżeczka kwasku na 250 ml wody),
  - d. woda destylowana,
  - e. woda z dodatkiem mydła w płynie,
  - f. woda mineralna (uwaga – o dużej zawartości jonów, nie woda źródlana, potocznie zwana mineralną),
  - g. woda z solą (1 łyżeczka soli na 250 ml. wody),
  - h. woda z saletrą potasową (1 łyżeczka saletry na 250 ml. wody) itp.
3. Niezależnie od wybranych substancji jednym z płynów powinna być czysta woda (z kranu) – jako punkt odniesienia. Butelki podpiszcie nazwami roztworów.
4. Przez dwa pierwsze dni podlewajcie wszystkie nasiona taką samą ilością (np. 50 ml) wody z kranu.
5. Kiedy nasiona zaczną kiełkować, podpiszcie talerzyki (tak samo jak butelki) i zacznijcie podlewać rośliny wymienionymi wyżej substancjami.



### Uwaga:

- a. przed każdym podlaniem rzeżuchy należy wstrząsnąć butelką z substancją,
  - b. pilnujcie, żeby zawsze podlewać rośliny tą samą substancją,
  - c. wszystkie hodowle powinny być podlewane taką samą ilością płynu,
  - d. pamiętajcie o podlewaniu jednego z talerzyków wodą bez dodatków,
  - e. możecie przeznaczyć jeden talerzyk na nasiona, które po początkowym okresie nie będą podlewane.
6. Każdego dnia notujcie swoje obserwacje dotyczące wyglądu siewek rzeżuchy. Możecie też robić szkice i zdjęcia (np. komórką).
  7. Po zakończeniu doświadczenia możecie zbadać substancje, którymi podlewaliście rośliny. Za pomocą papierka lakmusowego lub soku z kapusty określcie ich odczyn, na opakowaniach poszczególnych substancji sprawdźcie, jakie zawierają pierwiastki, czy są oznaczone jako niebezpieczne itd.



**Uwaga:** Najlepiej przeprowadzić równoległe co najmniej trzy próby dla każdego rodzaju hodowli. To pozwoli sprawdzić, czy dany wynik jest związany z zastosowaniem konkretnych odczynników, czy może jest kwestią przypadku. W ten sposób pokażemy, jakie znaczenie ma powtarzalność wyników doświadczeń i korzystanie z wyników uśrednionych.

Stężenia przygotowanych roztworów substancji nie powinny przekraczać 1%.

### Inspirujące pytania

- Jakie znaczenie dla roślin mają nawozy?
- Co jest potrzebne roślinom do życia, a co je zabija?
- Jak można zbadać, jaki wpływ ma rodzaj pokarmu na rozwój zwierzęcia? A na rozwój człowieka? Czy są badania, których naukowiec nie powinien prowadzić?

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Plastikowe talerzyki lub szalki Petriego, butelki z zakrętkami (0,5 l) lub stoiki, wata, nasiona rzeżuchy, flamaster wodoodporny, woda kranowa, woda mineralna i woda destylowana, odczynniki: soda oczyszczona, ocet, kwasek cytrynowy, mydło w płynie, saletra potasowa, sól kuchenna i inne, tyżeczki, cylinder miarowy (lub inne naczynie z podziałką do odmierzania objętości cieczy), papierek lakmusowy lub uniwersalny albo sok z czerwonej kapusty.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- podaje przykłady roślin i zwierząt hodowanych przez człowieka, w tym w pracowni przyrodniczej, i wymienia podstawowe zasady opieki nad nimi (1.8),
- wykazuje doświadczalnie wpływ różnych substancji i ich mieszanin (np. soli kuchennej, octu, detergentów) na wzrost i rozwój roślin, dokumentuje i prezentuje wyniki doświadczenia (7.6).

#### POJĘCIA

- substancja
- nawóz
- rozwój
- mikroelement

# Korzystaj ze środowiska z głową!

Blandyna Zajdler

## KATEGORIE



**Gdzie najlepiej zbudować dom, zakład przemysłowy, a gdzie ośrodek wypoczynkowy? Czy przy takich decyzjach te same kwestie były ważne kiedyś i obecnie? Żeby odpowiedzieć na te pytania, posłużymy się metodą badawczą: formułując hipotezy, wyznaczając metody ich zweryfikowania, szukając niezbędnych informacji, analizując je i wyciągając wnioski.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na czteroosobowe grupy. Każda grupa przygotowuje model – makietę terenu oraz inne modele zabudowań i elementów krajobrazu. Poszczególne grupy przygotowują modele potrzebne do późniejszego zaplanowania:
  - a. gospodarstwa rolnego
  - b. osiedla mieszkaniowego
  - c. zakładu przemysłowego
  - d. ośrodka wypoczynkowego
2. Makietę możecie zrobić np. z masy solnej na lekcji techniki lub w domu. Na makiecie powinny znaleźć się: dolina rzeczna, terasa zalewowa, stok łagodny, stok stromy i wzniesienie z płaskim szczytem. Model umieśćcie w przezroczystym pojemniku. Możecie też wykorzystać gotowy model do demonstracji obiegu wody w przyrodzie. Przygotujcie również odpowiednie do zadania waszej grupy modele zabudowań, drzew, zwierząt i innych elementów krajobrazu (tu również możecie wykorzystać gotowe elementy).
3. Na lekcji każda grupa przygotowuje elementy swojego projektu, a następnie zaplanujecie usytuowanie na makiecie zabudowań i pozostałych elementów, tak aby jak najlepiej mogły spełniać swoją funkcję. Zastanawiając się nad różnymi rozwiązaniami weźcie pod uwagę m.in.:
  - a. ukształtowanie terenu,
  - b. warunki pogodowe w różnych porach roku,
  - c. wpływ rzeki na środowisko przyrodnicze albo wpływ człowieka na wody danej rzeki.
4. Za każdym razem, gdy uzgodnicie rozwiązanie, zapiszcie argumenty, dlaczego wybrane rozwiązanie było waszym zdaniem najlepsze.
5. Zaprezentujcie sobie nawzajem gotowe projekty poszczególnych grup. Jakie były Wasze argumenty? Przedyskutujcie je cała klasą? Czy wszyscy zgadzali się z Waszymi rozwiązaniami? Czy ktoś zwrócił uwagę na sprawy, o których nie pomyśleliście? Czy ktoś zaproponował inne rozwiązania – i czy były one lepsze?

### POJĘCIA

- zależności w przyrodzie
- środowisko przyrodnicze
- krajobraz

### Inspirujące pytania

- Czy w XXI wieku człowiek może wpływać pozytywnie na środowisko przyrodnicze? Jak? Dlaczego?
- Czy wszystkie elementy w przyrodzie są ze sobą powiązane? Dlaczego?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Model terenu ze wzniesieniem, np. z masy solnej, przezroczysty pojemnik, makiety budynków, drzew, zwierząt (mogą być gotowe – są dostępne np. w sklepach z zabawkami) lub gotowy model obiegu wody w przyrodzie (dający np. możliwość symulacji powodzi i obserwacji, co dzieje się z projektem zbudowanym np. w dolinie rzecznej).

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- podaje przykłady zależności między cechami krajobrazu a formami działalności człowieka (7.3).



# Czy znasz sąsiadów Polski?

Anna Guć

## KATEGORIE



**Z iloma krajami sąsiaduje nasz kraj? Jakie są ich flagi, największe rzeki czy stolice? Dzięki wspólnie zrobionej grze dużo łatwiej będzie Wam to zapamiętać!**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na siedem grup, z których każda wylosuje jeden kraj – sąsiada Polski, którego opis przygotuje.
2. Każda grupa ma do swojej dyspozycji 6 pustych kartoników wielkości kart do gry, przybory do pisania i rysowania, atlasy geograficzne i książki o wylosowanym kraju.
3. Korzystając z książek i innych źródeł (np. swojej wiedzy, Internetu), przygotujcie w grupach 6 hasel prezentujących charakterystyczne cechy kraju, który wylosowaliście. Hasła możecie zapisać lub narysować – po jednym na karcie. Hasłami mogą być np. nazwy dużych rzek, stolic lub dużych miast, rysunki flagi, godła lub najważniejsze zabytki. Pamiętajcie, żeby rysować i pisać tylko po jednej stronie karty – druga musi pozostać pusta. Postarajcie się wymyślić hasła z różnych dziedzin i o różnym stopniu trudności (ale możliwe do odgadnięcia!).
4. Przetasujcie karty przygotowane przez wszystkie grupy i ułóżcie je w stos na stole białymi stronami do góry, obok planszy z nazwami państw.
5. Zaczynacie grę: przedstawiciel pierwszej grupy bierze ze stosu jedną kartę i odczytuje ją na głos albo pokazuje wszystkim, jeśli hasło jest narysowane. Członkowie jego grupy decydują, jakiego kraju dotyczy hasło i układają kartę na odpowiednim polu na planszy, hasłem do góry.
6. Po ułożeniu karty na planszy grupa, która przygotowała hasło, ocenia, czy hasło zostało połączone z odpowiednim krajem. Jeśli tak, to odgadująca grupa dostaje 1 punkt. Zaznaczcie go na karcie wyników lub odbierzcie żeton. Jeśli odpowiedź była błędna, karta jest zdejmowana z planszy i odkładana hasłem do góry na stole.
7. W kolejnych ruchach grupy odgadują kolejne hasła, za każdym razem wyciągając ze stosu jedną kartę. Koniec gry następuje, gdy odczytane zostaną wszystkie karty z pytaniami. Wygrywa grupa, która zgromadzi najwięcej punktów.
8. Przeliczcie karty przy poszczególnych krajach. Który był najłatwiejszy do rozszyfrowania i leży przy nim najwięcej kart? Z którym powiązane były najtrudniejsze hasła?
9. Jeśli gra się Wam spodobała, możecie zrobić specjalne zestawy kart, np. dotyczące popularnych imion z różnych krajów, zespołów muzycznych lub sportowych czy tradycyjnych dań różnych narodów.

## Inspirujące pytania

- Jeśli nagle znaleźlibyście się w nieznanym mieście za granicą, to po czym zorientowałibyście się, jaki to kraj?
- Z czego mogą wynikać podobieństwa w cechach różnych krajów?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Atlasy geograficzne, albumy o krajach – sąsiadach Polski, przewodniki turystyczne, komputery z dostępem do Internetu (opcjonalnie), ok. 50 kartoników wielkości kart do gry (po 6 dla każdej grupy + rezerwa), plansza z 7 polami wielkości karty do gry, przy których zapisane są nazwy kolejnych krajów – sąsiadów Polski, plansza do zapisywania punktów zdobytych przez poszczególne drużyny albo ok. 50 żetonów (lub innych przedmiotów).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- lokalizuje na mapie Europy Polskę oraz państwa sąsiadujące z Polską i ich stolice (7.6).

### POJĘCIA

- stolica
- kierunki geograficzne
- granica

# Krajobraz na kartce

Anna Guć

## KATEGORIE



**Czy oglądając różne krajobrazy Polski przez okno pociągu albo w telewizji, zastanawiacie się czasem, skąd wzięta się taka różnorodność? Czy to dzieło natury, czy człowieka? I co musiałoby się wydarzyć, żeby te krajobrazy uległy zmianie?**

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie kilka kartek z wydrukami zdjęć lub ilustracji różnych krajobrazów Polski. Zdjęcie nie powinno zajmować całej kartki – potrzebne będzie miejsce na notatki.
2. Podzielcie się na 3–4-osobowe zespoły. Liczba zespołów powinna odpowiadać liczbie omawianych na lekcji krajobrazów.
3. Każdy zespół dostaje ilustrację przedstawiającą dany krajobraz oraz samoprzylepną kartkę z nazwą wybranego krajobrazu.
4. W każdym zespole zapiszcie na kartce z ilustracją dwie cechy charakteryzujące oglądany na obrazku krajobraz.
5. Po około 2–3 minutach przekazcie waszą ilustrację od kolejnego zespołu (np. zgodnie z ruchem wskazówek zegara). Z kartki, którą teraz dostaliście, przeczytajcie zapisane przez poprzedni zespół cechy oglądanego krajobrazu i dopiszcie jedną nową cechę.
6. Powtarzajcie wędrowkę kartek, aż wróci do Was ilustracja, która oglądaliście i opisywaliście jako pierwszą.
7. Jedna osoba z każdej grupy czyta wszystkie zebrane cechy krajobrazu ze swojej ilustracji. Inna osoba z tej samej grupy przykleja na mapie Polski kartkę z nazwą tego krajobrazu w miejscu, w którym ten krajobraz występuje.
8. Wspólnie zastanówcie się, czym zajmują się mieszkańcy wskazanych na mapie obszarów? Dlaczego w danym miejscu powstał taki krajobraz?

## Inspirujące pytania

- Jak człowiek wpływa na krajobraz?
- Jak krajobraz wpływa na działalność człowieka?
- Jak wyglądałyby okolice Twojej miejscowości, gdyby nigdy nie dotarł tu człowiek?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Duża mapa Polski (ok. 160x150 cm), najlepiej laminowana, samoprzylepne kartki z nazwami krajobrazów, ilustracje lub zdjęcia przedstawiające wybrane krajobrazy.

### POJĘCIA

- krajobraz naturalny
- krajobraz miejski
- krajobraz przemysłowy

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady zależności między cechami krajobrazu a formami działalności człowieka (7.3).

# SMS z wycieczki

Anna Guć

## KATEGORIE



**Chętnie jeździcie na wycieczki, ale nie wszystkie odwiedzone miasta wydają się Wam jednakowo atrakcyjne? Sprawdźcie, od czego to zależy! Spróbujcie w kilku słowach opisać wrażenia z wybranego miasta, wysyłając SMS z wyjazdu.**

## INSTRUKCJA

1. Przygotujcie karty z nazwami wybranych miast Polski (m.in. Warszawy, Krakowa i Gdańska), uwzględniając swoją miejscowość oraz inne istotne dla regionu miasta. Przygotujcie również przewodniki turystyczne po Polsce, mapy i atlasy. W miarę możliwości zapewnijcie sobie dostęp do Internetu.
2. Dobierzcie się w pary lub małe grupy. Przedstawiciel każdej z grup losuje kartę z nazwą miasta, ale nie zdradza całej klasie, jaką miejscowość wylosował – podaje ją tylko swojemu zespołowi.
3. Pracując w grupie, przygotujcie treść SMS-a, w którym opiszecie atrakcje turystyczne wylosowanej miejscowości. Postużcie się przewodnikami, mapami i Internetem. W swojej wiadomości nie podawajcie nazwy miejscowości, ale postarajcie się, by SMS jak najbardziej zachęcał do jej odwiedzenia.

**Uwaga!** Wasza wiadomość musi być możliwa do wystania najwyżej dwoma SMS-ami, czyli może mieć najwyżej 320 znaków (z odstępami). Pamiętajcie, że używanie polskich liter (ó, ż, ę itd.) sprawia, że w jednym SMS-ie zmieści się mniej znaków!



4. Gdy wszyscy będziecie gotowi, przedstawiciele każdej grupy kolejno czytają swoje SMS-y. Po przeczytaniu każdej wiadomości cała klasa próbuje odgadnąć, o jakie miejscowości chodzi. Osoba, która pierwsza odgadnie, znajduje ją na mapie.
5. Po każdej odgadniętej miejscowości zastanówcie się, czy znacie jeszcze jakieś atrakcje tego miejsca, o których nie było mowy w SMS-ie?
6. Po przeczytaniu wszystkich SMS-ów zróbcie głosowanie, do której z opisywanych miejscowości chcieliby pojechać najwięcej z Was. Zastanówcie się, co Was przekonało?

### Opcja (np. na zadanie domowe)

1. Przygotujcie propozycję wycieczki do wybranej miejscowości. Określcie jej położenie, obliczcie odległość (korzystając ze skali), wybierzcie środek transportu i sprawdźcie cenę podróży w obie strony, wyszukajcie atrakcje turystyczne. Korzystajcie ze wszelkich dostępnych źródeł (map, przewodników, Internetu).
2. Przygotujcie prezentację wybranego miasta w formie plakatu lub multimedialnej i przedstawcie ją reszcie klasy.
3. Po obejrzeniu wszystkich prezentacji zróbcie głosowanie, do której z miejscowości chcieliby pojechać najwięcej z Was. Zastanówcie się, co Was przekonało?



### Inspirujące pytania

- Czy w każdej miejscowości można znaleźć coś ciekawego dla turystów?
- Jak sprawdzić, które miejsca warto odwiedzić w nieznanym Wam miejscu, do której się wybieracie?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Mapa Polski, telefony komórkowe, karty z nazwami miast, atlasy geograficzne, przewodniki turystyczne wybranych miast lub strony WWW.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia najważniejsze walory turystyczne najważniejszych miast Polski ze szczególnym uwzględnieniem Warszawy, Krakowa, Gdańska (7.5).

### POJĘCIA

- zabytki
- walory turystyczne
- krajobraz miejski
- stolica

# Światło pod lupą

Lidia Grad

## KATEGORIE



**Na pewno zauważyliście, że przedmioty wyraźnie widoczne w słoneczny dzień, są słabiej widoczne po zachodzie Słońca, a praktycznie niewidoczne nocą. Ale czy zastanawialiście się, dlaczego? To pewnie sprawka światła, dlatego weźmiemy je pod lupę! I nie tylko: będziemy je odbijać, załamywać, rozszczepiać i pochłaniać!**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Rozwieście biały papier (ekran). Przygotujcie trzy tekturowe przestony z małymi otworami i żarówkę bez osłony lub wysoką świecę. Ustawcie źródło światła oraz przestony tak, aby na ekranie pojawiła się świetlna plamka. Dlaczego możemy ją oglądać?
2. Zdejmijcie przestony, a na ich miejscu umieśćcie nieprzezroczyste przedmioty. Co widać na ekranie? Dlaczego?
3. Przystońcie sobie oczy kolejno kartką papieru, koszulką foliową, płytą kompaktową, płytką szklaną i popatrz przez nie wokół siebie. porozmawiajcie o swoich obserwacjach.
4. W częściowo zacienionym pomieszczeniu umieśćcie zapaloną świeczkę w odległości ok. 1 m od ściany z ekranem. Przy użyciu lupy (soczewki skupiającej) skupcie na ekranie światło świeczki i obserwujcie powstały obraz. Ustawiajcie lupę w różnych odległościach od ekranu i świeczki i obserwujcie obraz na ekranie.

### Zadanie dodatkowe

Spróbujcie skupić na ekranie promienie światła z trzech świec ustawionych obok siebie. Spróbujcie porozsuwać świece. Co zauważyliście? Dlaczego tak się stało?  
Zamiast lupy użyjcie wysokiej szklanki wypetnionej wodą lub szklanej kuli z wodą. Czy widziany obraz na ekranie będzie taki sam, czy inny?

### Część II

1. Przygotujcie kilka przedmiotów o gładkiej i lśniącej powierzchni, spróbujcie się w nich przejrzeć. Czym charakteryzują się powstałe na nich odbicia?
2. Narysujcie na kartce labirynt. Połóżcie rysunek przed sobą na stole, za kartką stawiając płaskie lustro tak, by widzieć w nim labirynt. Patrząc cały czas w lustro spróbujcie palcem lub ołówkiem przejść przez labirynt. Czy było łatwo? Przygotujcie dla siebie nawzajem cyfry lub wyrazy napisane lustrzanym pismem (czyli tak, że oglądane w lustrze wyglądają normalnie).
3. Połączcie krawędziami dwa lusterka i połóżcie między nimi jakiś mały przedmiot. Zmieniając kąt luster policzcie ile widzicie odbić tego przedmiotu.
4. Obok okna oświetlonego światłem słonecznym umieśćcie kartkę białego papieru. Do talerza nalejcie wody i ustawcie go w promieniach słońca. Zanurzcie do połowy małe lustro w wodzie i ustawcie je tak, aby na kartce pojawił się świetlny zajączek. Przesuwajcie lustro i obserwujcie miejsce powstawania zajączka oraz efekty rozszczepienia światła na różne kolory.



**Uwaga:** jeśli rozszczepienie światła nie będzie wyraźne, użyjcie pryzmatu).  
Obliczcie odległość między Ziemią a Księżycem wiedząc, że promień lasera potrzebuje na pokonanie tej drogi 2,56 s biegnąc z prędkością 300 000km/s.

## Pytania inspirujące

- Jak powstają kolory?
- Jak można odwrócić zjawisko rozszczepienia światła?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

żarówka, świece (podgrzewacze), tekturowe przestony, biały ekran (biały papier pakowy), płyta kompaktowa, płytka szklana, koszulka foliowa, lupa (soczewka skupiająca), szklanki, szklana kula (zlewka lub kolba okrągłodenna 250ml), lustra duże i małe, pryzmat, woda.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- bada właściwości ogniskujące lupy, powstawanie obrazu widzianego przez lupę i podaje przykłady zastosowania lupy (8.7),
- porównuje prędkości rozchodzenia się dźwięku i światła na podstawie obserwacji zjawisk przyrodniczych, doświadczeń lub pokazów (8.10).

### POJĘCIA

- światło
- soczewka - ogniskowa
- odbicie światła
- rozszczepienie i załamanie światła

# Gazowy strażak

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



**Dwutlenek węgla w postaci gazowej jest niewidoczny, nie ma smaku ani zapachu. A jednak możecie go zobaczyć i poznać jego właściwości. To działanie może być elementem lekcji mówiących o atmosferze i jej składzie, o oddychaniu czy spalaniu.**

## INSTRUKCJA

1. Omówcie skład powietrza, zwracając szczególną uwagę na tlen i dwutlenek węgla. Zwróćcie uwagę na cechy różnych gazów wchodzących w skład powietrza: barwa, gęstość (w stosunku do gęstości powietrza), aktywność chemiczna.
2. Omówcie przebieg doświadczenia pozwalającego na wytworzenie  $\text{CO}_2$  w wyniku reakcji octu i sody oczyszczonej i na sprawdzenie jego właściwości (gęstość, podtrzymywanie palenia).
3. Podzielcie się na grupy, z których każda przeprowadzi doświadczenie.
4. W każdej z grup przeprowadźcie reakcję sody oczyszczonej z octem. Najlepiej zróbcie to na dnie większego naczynia: np. akwarium, miski lub garnka. Wielkość naczynia musi pozwolić na wygodne włożenie do niego mniejszego naczynia (zlewki, stoika) i zaczerpnięcie znajdującego się tam gazu.
5. Gdy reakcja chemiczna ustanie, zaczerpnijcie gazu z dna dużego naczynia, a następnie delikatnie wylejcie zawartość naczynia na płonącą świecę. Co się stało?
6. Omówcie swoje spostrzeżenia dotyczące cech dwutlenku węgla zaobserwowanych podczas doświadczenia.
7. Omówcie naturalne procesy, w których powstaje dwutlenek węgla (spalanie, oddychanie) i tlen (fotosynteza).



**Doświadczenie dodatkowe: Jeżeli dysponujecie roztworem wody wapiennej, możecie wykonać dodatkowe doświadczenie:**

1. Napetnijcie do połowy szklankę lub zlewkę wodą wapienną.
2. Przez ok. 5 minut wdmuchujcie do roztworu przez słomkę powietrze z płuc. Czy coś zmieniło się w wodzie wapiennej? Dlaczego?



**Uwaga! Nie wciągajcie wody wapiennej do ust.**

## Inspirujące pytania

- Czy powietrze naciska na naszą skórę?
- Co to jest suchy lód?
- Czy można gasić pożar gazem?

## POJĘCIA

- skład powietrza
- gaz
- reakcja chemiczna
- oddychanie, spalanie

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Duże naczynie (akwarium, miska), zlewki lub inne naczynia szklane o pojemności 100–200 ml, pipeta lub kroplomierz, świeca lub podgrzewacz do herbaty, ocet spirytusowy 5%, soda oczyszczona (wodorowęglan sodu,  $\text{NaHCO}_3$ ).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wykazuje doświadczalnie, że czynnikiem niezbędnym do spalania jest tlen, identyfikuje produkty spalania i oddychania: dwutlenek węgla, para wodna oraz podaje ich nazwy (8.5).

# Serca zażyły im szybciej...

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



**W naszych piersiach przez całe życie działa serce – kurczy się średnio kilkadziesiąt razy na minutę. A dokładnie – ile? I jak liczba uderzeń serca zmienia się po wysiłku? Podczas doświadczenia zmierzmy, czy serca wszystkich w klasie biją tak samo szybko i czy w podobnym tempie wracają po wysiłku do rytmu spoczynkowego. Działanie będzie okazją, by omówić mechanizmy regulujące pracę organizmu i korzyści z aktywności fizycznej. To także dobry pretekst, by poruszyć istotne zagadnienia z zakresu pierwszej pomocy – np. masaż serca.**

## INSTRUKCJA

1. Omówcie budowę i funkcję serca i układu krążenia.
2. Przedstawcie planowane doświadczenie i jego cel: zbadanie, czy istnieje zależność między szybkością pracy serca a wysiłkiem, ustalcie z klasą rodzaj prostego, energicznego ćwiczenia fizycznego, które można wykonać na ograniczonej powierzchni (np. 20 przysiadów, bieg w miejscu przez 20 sekund, skip A/B lub inne).
3. Przećwiczcie wybraną metodę prawidłowego pomiaru tętna
4. Podzielcie się na grupy (lub na pary), w których dokonacie pomiarów tętna w spoczynku i po prostym ćwiczeniu fizycznym. Zwróćcie uwagę, by wszyscy wykonywali te same ćwiczenia fizyczne, w tej samej liczbie powtórzeń i w zbliżonym tempie.
5. Każda grupa powinna w każdego z ćwiczących dokonać pomiaru tętna: przed rozpoczęciem ćwiczenia, bezpośrednio po jego wykonaniu, oraz po 1, 2, 3 minutach od jego zakończenia (w zależności od liczby uczestników i dostępnego czasu można zwiększyć lub zmniejszyć liczbę pomiarów).
6. Zestawcie wyniki wszystkich grup w widocznej dla wszystkich formie (tabela, wykres).
7. Omówcie wyniki na forum całej klasy. Jakie są widoczne podobieństwa i różnice w wynikach? Czy są widoczne jakieś zależności? Z czego one wynikają? Jaki jest średni wynik dla całej klasy i jakie są od niego odchylenia?
8. Bazując na przeprowadzonym doświadczeniu, omówcie mechanizmy regulujące pracę serca i zjawisko zmienności rytmu serca w różnych sytuacjach. Obejrzyjcie zdjęcia rozrusznika serca i wewnętrznego, wszczepialnego defibrylatora i porozmawiajcie o ich funkcji.
9. Omówcie i zademonstruj co zrobić, gdy widzimy kogoś, u kogo mogło dojść do zatrzymania akcji serca.

## Inspirujące pytania

- Czy serce zawodowego sportowca bije w spoczynku szybciej, czy wolniej od serca amatora? Dlaczego? Czy serce jest na prąd?
- Czy można świadomie, bez wysiłku przyspieszyć częstotliwość uderzeń serca?
- Co to jest rozrusznik serca (kardiowerter)? Jak działa defibrylator?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Stoper (jeden na grupę/parę, np. w telefonie komórkowym), pulsometr lub ciśnieniomierz elektroniczny z funkcją pomiaru tętna (przydatny zwłaszcza w przypadku prowadzenia doświadczenia z młodszymi dziećmi), plansze i modele prezentujące układ krążenia i budowę serca, zdjęcia sportowców, zdjęcia rozrusznika serca, pokazowy (treningowy) automatyczny defibrylator zewnętrzny (AED).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje nazwy układów narządów budujących organizm człowieka (8.1),
- wymienia podstawowe funkcje poznanych układów człowieka (8.2),
- wyjaśnia znaczenie ruchu i ćwiczeń fizycznych dla utrzymania zdrowia (9.6).

## POJĘCIA

- tętno (spoczynkowe,
- wysiłkowe)
- komory i przedsionki
- serca, żyły,
- tętnice
- wydolność
- serca
- zawał serca

# Czy masz dobre poczucie czasu?

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



Poczucie czasu jest bardzo subiektywne – ale czy są jakieś czynniki, które na nie wpływają? Zróbcie doświadczenie! Spróbujcie ocenić, kiedy minęło np. 20 sekund, w różnych warunkach: z otwartymi oczami i w ciemnościach, słuchając spokojnej muzyki lub bardzo dynamicznego utworu, w ciszy i w towarzystwie głośno dopingujących kolegów.

## INSTRUKCJA

1. Omówcie cele, które chcecie osiągnąć podczas doświadczenia, i zaplanujcie jego przebieg.
2. Podzielcie się na grupy (lub dobierzcie w pary), które będą prowadziły określony pomiar, powtarzając go na kilku osobach.
3. W każdej grupie lub parze wykonajcie pomiary szacowania upływu czasu podczas wolnej i szybkiej melodii. Jedna osoba uruchamia muzykę i stoper, a pozostałe mają dać sygnał do zatrzymania pomiaru, gdy uznają, że minęło 20 sekund. Zanotujcie wyniki. Pomiar dla każdej piosenki powtórzcie 3 razy.
4. Po zakończeniu pomiarów każda grupa lub osoba dokonująca pomiaru prezentuje otrzymane wyniki (wartości średnie z 3 pomiarów).
5. Zestawcie wyniki wszystkich grup w widocznej dla wszystkich formie (tabela, wykres).
6. Omówcie wyniki pomiarów czasu wykonanych w różnych warunkach. Jakie są podobieństwa i różnice w wynikach? Czy są widoczne jakieś zależności? Z czego one wynikają? Jaki jest średni wynik dla całej klasy i jakie są od niego odchylenia?



**Uwaga:** dla urozmaicenia doświadczenia przed jego rozpoczęciem wspólnie wybierzcie wolne i szybkie utwory, których będziecie słuchać.

## Inspirujące pytania

- Jak najdokładniej odliczać sekundy, nie mając zegarka?
- Dlaczego doświadczenia należy powtarzać wiele razy?
- Czy naukowiec zawsze może wierzyć własnym oczom i uszom?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Stoper, dowolny odtwarzacz muzyki, 30–60-sekundowe fragmenty utworów muzycznych wolnych i bardzo szybkich, szczelna przepaska do oczu (np. opaska ułatwiająca spanie w podróży, ciemna chustka).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZENI

- opisuje rolę zmysłów w odbieraniu wrażeń ze środowiska zewnętrznego (8.6).

### POJĘCIA

- pomiar
- wynik
- odczucie subiektywne
- wartość średnia



# Mniejsze – większe: zabawy z soczewkami

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



Myśląc o szklach powiększających i lupach, zazwyczaj mamy przed oczami soczewki ze szkła. Tymczasem mogą one powstać z najróżniejszych materiałów, często bardzo zaskakujących. Podczas tego doświadczenia zrobimy własną soczewkę z... wody!

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Przygotujcie lupy i/lub skupiające soczewki okularowe – po jednej dla każdego uczestnika doświadczenia.
2. Obserwujcie z różnych odległości rozmaite drobne przedmioty lub przedmioty zawierające małe elementy.

### Część II

1. Podzielcie się na małe grupy i w każdej grupie narysujcie na kartce papieru małą figurę lub inny niewielki obrazek.
2. Do jednej kolby okrągłodennej wlejcie wodę, do drugiej inną przezroczystą ciecz, np. glicerynę. Trzecią kolbę zostawcie pustą.
3. Postawcie kolbę z cieczą na kartce z rysunkiem i przyjrzyjcie mu się przez warstwę cieczy.
4. Jak widać rysunek? Czy nasza kolba działa jak soczewka – powiększa lub pomniejsza obserwowany obrazek?
5. Czy widać różnicę, gdy patrzy się na rysunek przez kolbę z różnymi cieczami oraz przez pustą kolbę?

### Część III

1. Przygotujcie zalaminowane kartki z drobnym drukiem lub z małym obrazkiem – po jednej dla każdego uczestnika doświadczenia. Na kartkę nanieście pipetą kroplę wody.
2. Jak wygląda tekst lub obrazek oglądany przez kroplę?

## Inspirujące pytania

- Dlaczego butelka porzucona w lesie może wywołać pożar?
- Czy można bez pytania poznać, czy osoba w okularach jest krótkowidzem, czy dalekowidzem?
- Czy można rozpałcić ogień przy pomocy bryły czystego lodu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Lupy, soczewki skupiające (np. soczewki okularowe), kolby okrągłodenne, drobne przedmioty, przedmioty z dużą liczbą drobnych elementów, kartki papieru, zalaminowana kartka z drobnym nadrukiem (tekst bardzo małą czcionką lub obraz z drobnymi szczegółami), pipety/kroplomierze, przezroczyste ciecze: woda, gliceryna itp.

### POJĘCIA

- soczewka
- powiększenie/  
pomniejszenie

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- bada właściwości ogniskujące lupy, powstawanie obrazu widzianego przez lupę i podaje przykłady zastosowania lupy (8.7).

# Lupa z... wody!

Adam Zahler

## KATEGORIE



**Soczewki działają, bo ich szczególny kształt powoduje skupianie lub rozpraszanie światła, co wykorzystujemy w wielu przyrządach optycznych. Woda też może załamywać promienie światła – możecie to sprawdzić, patrząc na łyżeczkę w częściowo napełnionej szklance albo na własne stopy, gdy stoicie w jeziorze. Czy w takim razie z wody można zrobić soczewkę?**

## INSTRUKCJA

### Część I

1. Dobierzcie się w pary. Każda z par kładzie monetę na środku dna dużego stoika.
2. Przykryjcie odkręcony stoik folią spożywczą, pozostawiając nieco luzu, aby powierzchnia nie była napięta.
3. Przy użyciu taśmy klejącej lub dużej gumki przymocujcie folię do obwodu stoika.
4. Używając kulistego przedmiotu, przyciśnijcie lekko folię, by powstało w niej zagłębienie.
5. Upewnijcie się, że moneta leży centralnie na środku dna stoika. Postarajcie się nim nie poruszać, by nie przesunąć monety.
6. W zagłębieniu z folii nalejcie czystej wody, tak by wypetniła je całe.
7. Pochylcie się 5–10 cm nad powierzchnią wody i obserwujcie monetę przez warstwę wody.
8. Na stole, obok stoika połóżcie drugą monetę. Porównajcie wielkość obu monet. Czy widzicie różnicę? Jeśli tak, to z czego może ona wynikać?

### Część II

1. Przygotujcie spinacze biurowe – po jednym dla każdego. Rozegnijcie spinacz i wygnijcie z niego prosty uchwyt zakończony małym kółkiem. Najlepiej zróbcie kilka takich narzędzi o średnicy oczek od 2 do 8 mm.
2. Zanurzcie oczko w wodzie, powoli je wyjmijcie i przy użyciu pipety dodajcie nieco wody do powstającej w uchwycie kropli. Spróbujcie stworzyć kroplę o grubości 2–3 mm.
3. Przybliżcie uchwyt z kroplą do zadrukowanej małą czcionką kartki i spójrzcie przez kroplę jak przez lupę, przysuwając oko jak najbliżej do narzędzia.
4. Czy można znaleźć zależność między średnicą oczka z drutu a wielkością uzyskanego powiększenia?

## Inspirujące pytania

- Jaka soczewka powiększa obraz przedmiotu?
- Czy można rozpalić ogień soczewką? A soczewką zrobioną z lodu?
- Gdzie w codziennym życiu wykorzystujemy soczewki? Ile zastosowań soczewek potraficie wymienić?

### POJĘCIA

- załamanie światła
- powiększenie
- soczewka skupiająca/rozpraszająca

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Spinacz biurowy, kombinerki, dwie jednakowe monety, duży stoik, mały kulisty przedmiot (np. jabłko, piłka do tenisa), długa gumka-recepturka lub taśma klejąca, folia spożywcza, pipeta.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia znane właściwości substancji (6.1),
- bada właściwości ogniskujące lupy, powstawanie obrazu widzianego przez lupę i podaje przykłady zastosowań lupy (8.7).

# Świeża żywność... na długo

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



**Co sprawia, że żywność długo pozostaje świeża? A co przyspiesza jej psucie się? Doświadczenie pokazuje, jakie czynniki przedłużają trwałość żywności.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na małe grupy i w każdej z nich przygotujcie szalki Petriego. Na każdej połówcie kawałek wilgotnej wędliny (np. szynki).
2. Jedną szalkę umieśćcie w lodówce, a drugą w ciepłym miejscu.
3. Na czterech szalkach połówcie po kawałku wędliny i do każdej z nich wlejcie jeden z roztworów: soli kuchennej (do pierwszej), saletry potasowej (do drugiej) i benzoesanu sodu lub kwasu benzooesowego (do trzeciej), do czwartej szalki nalej samej wody. Podpiszcie szalki i postawcie je w chłodnym, nienastonecznionym miejscu (ale nie w lodówce).
4. Obserwujcie wędlinę na wszystkich szalkach przez kilka dni. Codziennie badajcie jej zapach, kolor i twardość (za pomocą patyczka) i notujcie spostrzeżenia.
5. Czy wędliny na szalkach psuły się, czy pozostawały świeże? Czy można było zauważyć różnice w ich wyglądzie zapachu?
6. To samo doświadczenie wykonajcie używając innych produktów, np. kiełbasy świeżej, podsuszanej itp.

## Inspirujące pytania

- Wyobraź sobie, że jesteś podróżnikiem, który 500 lat temu wyrusza dookoła świata. Jak zabezpieczysz mięso i ryby w swoich zapasach?
- Co znaczy E211 wśród składników jedzenia wymienionych na opakowaniu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Kawałki różnych wędlin: szynki, kiełbasy świeżej i suszonej, szalki Petriego, odczynniki: sól kuchenna, saletra potasowa, benzoesan sodu (lub kwas benzooesowy), lodówka, patyczki do szaszłyków.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- wymienia zasady postępowania z produktami spożywczymi od momentu zakupu do spożycia (termin przydatności, przechowywanie, przygotowywanie posiłków) (9.2).

### POJĘCIA

- gnicie
- konserwanty

# Woda do picia, woda do... życia

Adam Zahler

## KATEGORIE



**Woda deszczowa. Woda mineralna gazowana. Woda morska. Woda destylowana... Czym różnią się między sobą? Czy każdą wodę możemy pić? A może lepiej pić płyny izotoniczne? W poszukiwaniu odpowiedzi sprawdzimy doświadczalnie, co dzieje się z tkankami roślinnymi w różnych rodzajach wody.**

## INSTRUKCJA

1. Porozmawiajcie o tym, jakie znacie rodzaje wody? Czym mogą się od siebie różnić?
2. W zlewkach lub kubeczkach przygotujcie próbki (po 100 ml) różnych wód: dejonizowanej (demineralizowanej), wody z kranu, wody mineralnej (wysokozmineralizowanej), płynu izotonicznego (np. gotowy napój lub sól fizjologiczna). Opiszcie flamastrem wszystkie naczynia.
3. W kolejnych dwóch zlewkach lub kubeczkach przygotujcie ok. 10-proc. roztwór soli kuchennej (10 g soli rozpuśćcie w 90 ml wody dejonizowanej) i ok. 20-proc. roztwór cukru (20 g cukru rozpuśćcie w 80 ml wody dejonizowanej). Opiszcie flamastrem oba naczynia.
4. Podzielcie się na 3 grupy, każda będzie prowadzić doświadczenie z innym warzywem. Pokrójcie marchew w plasterki o jednakowej średnicy i jednakowej grubości, np. 5 mm, pokrójcie ziemniaki w słupki o wymiarach 5 mm x 5 mm x 50 mm i miękką łupinę cebuli w płaskie kawałki np. 20 mm x 20 mm. Postarajcie się, żeby wszystkie kawałki danego warzywa były jak najbardziej zbliżone do siebie rozmiarami.
5. Do każdego naczynia z wodą lub roztworem włóżcie po jednym kawałku każdego warzywa. Po jednym kawałku każdego warzywa pozostawcie w odkrytej szalce lub na talerzu, a po jednym kawałku zawińcie w folię spożywczą.
6. Co około 2 godziny porównujcie twardość kawałków marchwi i ziemniaka w poszczególnych naczyniach oraz kawałków pozostawionych bez zanurzania. Zannotujcie swoje spostrzeżenia.
7. Po około 6 godzinach porównajcie średnicę plasterków marchwi i wymiary słupków ziemniaka zanurzonych w różnych płynach i tych pozostawionych bez zanurzania. Jak zmieniły się próbki warzyw?
8. Obejrzyjcie przez lupę łupinę cebuli, która była zawinięta w folię spożywczą. Widzicie komórki, z których jest zbudowana? Sprawdźcie, czy komórki w kawałkach łupiny w poszczególnych roztworach wyglądają podobnie, czy się różnią? Narysujcie po kilka komórek cebuli wyciągniętych z różnych roztworów.
9. Porównajcie wasze notatki i rysunki. Co z nich wynika, co zaobserwowaliście? Porozmawiajcie, z czego mogą wynikać zjawiska, które zaobserwowaliście.

### POJĘCIA

- roztwór
- stężenie
- twardość wody
- (izo)toniczność, hipotoniczność, hipertoniczność

## Inspirujące pytania

- Czy można pić wodę dejonizowaną? Jaki będzie miała smak?
- Co daje nam picie płynu izotonicznego?
- Co się stanie z rybą słodkowodną w morskiej wodzie? A z morską w słodkiej?

## Odniesienie do podstawy programowej

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Waga, pipety, probówki, statyw, lupa, szalki, nóż i deska do krojenia, kilkanaście zlewek szklanych (ew. kubeczków plastikowych), linijka lub miarka, sól, cukier, warzywa: marchew, ziemniaki, cebula, próbki różnych wód.

## UCZEŃ

- wymienia znane właściwości substancji i ich mieszanin (6.1),
- wyjaśnia wpływ codziennych zachowań na stan środowiska (6.2),
- wymienia zasady postępowania z produktami spożywczymi (9.2).

# Woda z prądem

Adam Zahler

## KATEGORIE



**Czy tylko metale przewodzą prąd? A gdyby tak przewody zrobić z bawełny albo z... mokrego papieru? Nie ma co gdybać – trzeba to sprawdzić doświadczalnie.**

## INSTRUKCJA

1. Dobierzcie się w pary. Z chłonnej tkaniny bawełnianej wytnijcie nożyczkami 3 paski o szerokości około 1 cm i długości 20–30 cm.
2. Połączcie przewodami baterię i brzęczyk, tworząc obwód. Czy brzęczyk hałasuje? Dlaczego?
3. Teraz dołączcie do obwodu pasek tkaniny: przypnijcie go z obu stron krokodylkami, którymi zakończone są kable. Czy coś się stało z brzęczykiem? Dlaczego?
4. Fragment obwodu zawierający pasek tkaniny potóżcie na talerzyku.
5. Używając pipety, polejcie tkaninę olejem. Zwróćcie uwagę na dokładne zwilżenie krokodylków. Obserwujcie, co się dzieje.
6. Wymieńcie pasek tkaniny na czysty i wytrzyjcie krokodylki. Wymieńcie talerzyk lub umyjcie go i dokładnie wytrzyjcie. Ponownie fragment obwodu zawierający pasek tkaniny potóżcie na talerzyku. Tym razem polejcie go wodą destylowaną. Co się stało z brzęczykiem?
7. Zwilżoną tkaninę posypcie solą (drobną, warzoną). Jaki efekt obserwujecie?
8. Wymieńcie pasek tkaniny na nowy i wytrzyjcie krokodylki. Wymieńcie talerzyk lub umyjcie go i dokładnie wytrzyjcie. Powtórzcie doświadczenie, polewając go octem. Co się stało?
9. Zanotujcie obserwacje i omówcie wspólnie zaobserwowane zjawiska.

## Inspirujące pytania

- Czy można się kąpać w jeziorze podczas burzy?
- Co się dzieje z solą podczas rozpuszczania w wodzie?
- Dlaczego prąd „kopie”?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Bateria, brzęczyk, przewody z krokodylkami, chłonna tkanina bawełniana (zamiennie: złożony na 3 ręcznik papierowy bibuła lub chusteczka higieniczna), nożyczki, talerzyk plastikowy, woda dejonizowana, sól kuchenna, olej, ocet.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady zjawisk elektrycznych (10.1),
- opisuje skutki przepływu prądu (10.4),
- buduje prosty obwód elektryczny i wykorzystuje go do sprawdzenia przewodzenia prądu przez różne substancje (10.5).

### POJĘCIA

- prąd elektryczny,
- przewodnik/izolator
- przewodnictwo prądu w cieczech, gazach i ciałach stałych

# Domowy kompas

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Za chwilę zaczniemy podróż w czasie: przeniesiemy się w lata, gdy nie znano jeszcze kompasu, a my zrobimy pierwsze urządzenie tego typu! Czy będzie działało prawidłowo?**

## INSTRUKCJA

1. Dobierzcie się w pary – każda z par zrobi swój kompas i sprawdzi jego działanie
2. Napetnijcie wodą szalkę Petriego lub talerzyk, tak aby zakryte było dno naczynia.
3. Przygotujcie płaski kawałek cienkiego styropianu lub korka w kształcie kwadratu lub koła. Średnica koła lub bok kwadratu nie powinny być dłuższe od połowy długości użytej w kolejnym etapie igły lub spinacza.
4. Namagnesujcie igłę lub rozgięty spinacz i połóżcie go na styropianie, tak aby wystawał z obu stron poza pływak
5. Poczekajcie chwilę, aż igła ustawi się w jednym kierunku. Sprawdźcie kompasem, czy jest to kierunek północ-południe.
6. Zbliżajcie do igły waszego kompasu różne przedmioty, np. magnes czy nożyczki i poruszajcie nimi powoli w pobliżu igły. Czy igła reaguje na ich obecność? Czy wciąż pokazuje jeden kierunek?

## Inspirujące pytania

- Jaki kierunek będzie wskazywał kompas, gdy położymy go dokładnie na biegunie magnetycznym ziemi?
- Jakie urządzenia oprócz kompasu pokazują nam kierunki geograficzne? Jak one działają?
- Sprawdź w powieści J. Verne'a „Piętnastoletni Kapitan”, jak jeden z bohaterów (Negora) zmienił kierunek płynięcia statku.

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Igła lub kawałek rozgiętego metalowego spinacza (nie może być emaliowany), szalka Petriego lub talerzyk, magnes, nożyczki, mały i płaski kawałek styropianu, korka lub innej nietonącej substancji, kompas.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- buduje prosty kompas i wyjaśnia zasadę jego działania, wymienia czynniki zakłócające prawidłowe działanie kompasu (10.8).

### POJĘCIA

- kompas
- pole magnetyczne

# Ależ elektryzujące doświadczenie!

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



Pocieranie obiektów może prowadzić do powstania ładunku elektrycznego. Można to zaobserwować przy pomocy... włosów, ale także profesjonalnego urządzenia zwanego elektroskopem. Po sprawdzeniu, jak działa elektroskop, zrobimy swoje własne urządzenia i przetestujemy je w klasie i w domu.

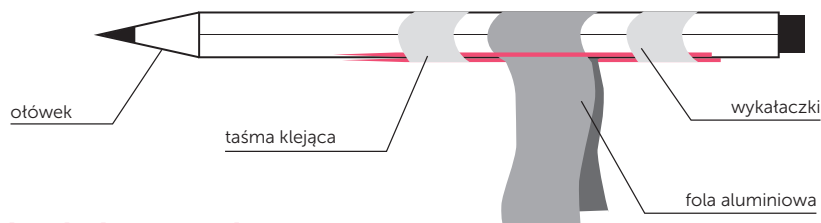
## INSTRUKCJA

### Część I

1. Przygotujcie elektroskop oraz pateczki do elektryzowania i sukno (ew. także kawałki innych materiałów). Jeśli macie wiele zestawów, zróbcie to doświadczenie w grupach, jeśli nie – obejrzyjcie razem jedno doświadczenie.
2. Naelektryzujcie pateczki, pocierając je suknem (ew. różnymi materiałami).
3. Zbliżcie naelektryzowane pateczki do włosów, dotykajcie elektroskopu i obserwujcie zachowanie listków elektroskopu. Czy w przypadku pateczek pocieranych różnymi materiałami elektroskop zachowuje się tak samo, czy inaczej?
4. Nadmuchajcie balony i pocierajcie nimi o ubranie lub o włosy (zamiast balonu można użyć plastikowej linijki).
5. Dotknijcie balonami lub linijkami elektroskopu i zwróćcie uwagę na zachowanie listków. Co się stanie, gdy potem dotkniecie go ręką?

### Część II (wytnijcie z folii aluminiowej wąskie paski – 1 cm na 15 cm – po jednym dla każdego robiącego doświadczenie)

1. Przymocujcie otówek do krawędzi taśmy, i tak by większa jego część wystawała poza krawędź (przyklejcie otówek taśmą albo przyciśnijcie czymś ciężkim, np. książką). W połowie wystającej części otówka zawieście folię, w taki sposób, aby jej końce swobodnie opadały po obu stronach.
2. Od spodniej strony otówka przymocujcie dwie wykałaczki, przyciskając oba końce folii do siebie (patrz: rysunek).
3. Naelektryzujcie linijkę, balonik lub pateczkę, pocierając nimi o ubranie lub włosy.
4. Jak zachowują się Wasze elektroskopy, gdy pocieranym przedmiotem dotkniecie folii aluminiowej na wierzchniej stronie otówka?



### POJĘCIA

- elektryczność
- ładunek elektryczny
- elektryzowanie
- elektroskop

### Inspirujące pytania

- Co bursztyn ma wspólnego z elektrycznością?
- Jak pozbyć się ładunku, gdy naelektryzuje się nam ubranie albo włosy?
- Skąd się biorą grzmoty i błyskawice?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Elektroskop, linijka, balony, pompki do balonów, pateczki do elektryzowania, sukno (ew. także inne materiały), taśma klejąca, otówek, wykałaczki, folia aluminiowa.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- demonstruje elektryzowanie się ciał i ich oddziaływania na przedmioty wykonane z różnych substancji (10.2).

# A jednak się kręci!

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



Mikołaj Kopernik jako pierwszy przedstawił dopracowaną teorię, zgodnie z którą Ziemia obraca się wokół własnej osi i dodatkowo obiega Słońce. Dzięki temu lepiej można było wyjaśnić zjawiska zachodzące na niebie, w tym następstwo nocy i dni. Dziś, obserwując Ziemię z kosmosu, wiemy, że Kopernik miał rację. Ruch Ziemi względem Słońca możemy też doskonale pokazać w... szkolnej klasie. Wystarczy wykonać poniższe doświadczenie.

## INSTRUKCJA

1. Zaciemnijcie pomieszczenie, w którym będziecie robić doświadczenie. Najlepiej, żeby ściany również były ciemne lub żeby były na tyle daleko, by nie odbijało się od nich światło lampy używanej w doświadczeniu.
2. Przygotujcie lampę imitującą Słońce (pamiętajcie, że w rzeczywistości Słońce jest dużo większe od Ziemi).
3. Oświetlcie lampą globus lub inny kulisty przedmiot (np. piłkę lub pomarańczę). Jeśli to możliwe, umieśćcie model Ziemi na przecie odgrywającym rolę osi ziemskiej. Jeśli nie korzystacie z globusa, tylko z innego kulistego przedmiotu, narysujcie na nim równik i inne charakterystyczne elementy. Zwróćcie uwagę, jak oświetlony jest wasz model i jaka jego część pozostaje w cieniu.
4. Ustawcie lampę centralnie i okrążajcie ją razem z modelem Ziemi (uważajcie, aby nie rzucała cienia na model). Pamiętajcie o nachyleniu osi Ziemi względem płaszczyzny ziemskiej orbity. Obserwujcie zmiany w oświetleniu modelu.
5. Spróbujcie do ruchu obiegowego dodać ruch wirowy Ziemi – kręcąc ręcznie za pręt będący w ziemskiej osi lub korzystając z wkrętarki. Teraz także obserwujcie zmiany w oświetleniu modelu.
6. Zastanówcie się, jakie zjawiska wynikają z ruchu obrotowego? Jak nazywamy jeden taki obrót? A jak nazywamy jeden obieg Ziemi wokół Słońca?



### Zadanie dodatkowe

Czy podobne zmiany w oświetleniu kuli ziemskiej mogłyby mieć miejsce, gdyby to Słońce okrążyło Ziemię? Sprawdźcie to!

### Inspirujące pytania

- Czy inne planety też obiegają Słońce i obracają się wokół własnych osi?
- Czy znasz jakieś obiekty, które okrążają Ziemię? Jak je nazywamy?
- Dlaczego ludziom tak trudno było zrozumieć, że Słońce nie porusza się wokół Ziemi?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Globus fizyczny (globus indukcyjny, piłka lub inny kulisty nieprzeźroczysty przedmiot), mocna lampa w kształcie kuli (klosz, mleczna żarówka lub świetlówka), bezprzewodowa wkrętarka z długim wiertłem lub prętem.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- prezentuje za pomocą modelu ruch obiegowy i obrotowy Ziemi (11.6.).

#### POJĘCIA

- ruch obrotowy
- ruch obiegowy
- Układ Słoneczny



# Noce i dnie

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



Kiedy w ciągu dnia zadzwonicie do kogoś w odległym kraju, może się okazać, że ten ktoś... śpi, ponieważ u niego jest noc. Jak to możliwe? Przecież oświetla nas to samo Słońce! Łatwiej to zrozumieć dzięki doświadczeniu, w którym na własne oczy zobaczycie, jak dzień i noc zależą od ruchu obrotowego Ziemi.

## INSTRUKCJA

1. Zaciemnijcie (przynajmniej częściowo) pomieszczenie, w którym będziecie robić doświadczenie. Najlepiej, żeby ściany również były ciemne lub żeby były na tyle daleko, żeby nie odbijało się od nich światło lampy używanej w doświadczeniu.
2. Przygotujcie lampę (najlepiej w kształcie kuli) lub latarkę.
3. Przygotujcie globus lub inny kulisty nieprzezroczysty przedmiot.
4. Oświetlcie kulę i obserwujcie, gdzie jest jasno, a gdzie ciemno.
5. Obracajcie kulę i obserwujcie, jak zmienia się jej oświetlenie. Jeśli używacie globusa indukcyjnego lub przedmiotu, po którym można pisać, narysujcie na nim jakieś punkty orientacyjne.

### Zadanie dodatkowe

Użyjcie globusa indukcyjnego lub kuli, po której można pisać (np. piłka, pomarańcza). Zaznaczcie pisakiem granicę między dniem i nocą. Obracajcie kulę i zaznaczajcie, najlepiej różnymi kolorami, przebieg granicy. Porównajcie położenie tych linii. Czy wiecie, do czego mogą być przydatne takie linie pokazujące kolejne granice dnia i nocy?



### Inspirujące pytania

- Czy zjawisko dnia i nocy występowałoby, gdyby Ziemia była nieruchoma, a Słońce okrążało Ziemię?
- Jak wyglądałby dzień na Ziemi, gdyby nasza planeta nie była kulą?
- Ile Słońc jest potrzebnych, aby jednocześnie oświetlić całą Ziemię?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Globus fizyczny, globus indukcyjny lub piłka, lampa lub latarka, kolorowe pisaki.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- odnajduje zależność między ruchem obrotowym Ziemi a zmianą dnia i nocy (11.7).

### POJĘCIA

- dzień i noc
- globus
- kształt Ziemi

# Skąd wziąć prąd na bezludnej wyspie?

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



**Czy można wyprodukować prąd z dala od cywilizacji? Skąd można pozyskać energię elektryczną? Zastanowimy się nad tym, wcielając się w nietatwą rolę rozbitka, który musi wezwać pomoc, mając do dyspozycji tylko nie działającą (na pozór) latarkę. Podczas tego działania poznamy różne sposoby generowania prądu oraz pojęcia zjawiska fizycznego i reakcji chemicznej.**

## INSTRUKCJA

1. Wyobraźcie sobie, że jesteście rozbitkami na bezludnej wyspie. Z waszego statku morze wyrzuciło tylko kilka desek z wbitymi gwoździami, kilka drutów i kawałów blachy, latarkę z wyczerpaną baterią koszyk z okrętowej kuchni zawierający owoce i słoik kiszonych ogórków. Gdyby udało się uruchomić latarkę, można by za jej pomocą dawać w nocy sygnały przepływającym statkom. Tyko skąd wziąć prąd, żeby rozpać żarówkę? Porozmawiajcie o tym, może macie jakieś pomysły? Możecie pracować całą klasą albo w grupach.
2. Jeśli podczas rozmowy pojawiają się pomysły budowy elektrowni, turbiny, wykorzystania siły mięśni – uruchomcie latarkę na dynamo, jeśli taką dysponujecie, lub dynamo rowerowe. Ich praca ilustruje pracę turbiny w elektrowni.
3. Jeśli podczas rozmowy pojawiają się pomysły stworzenia baterii, spróbujcie zrobić ją z dostępnych materiałów. Może ktoś styszał o budowaniu baterii z owoców lub warzyw? W parach lub małych zespołach zbudujcie proste ogniwo z owocu lub ogórka: wbijcie w niego po jednym gwoździu (płytkę) cynkowym i po jednym miedzianym, a następnie połączcie je z miernikiem za pomocą kabli z krokodylkami. Zmierzcie napięcie wytwarzane przez Wasze ogniwo i zanotujcie je. Jak ma się otrzymany wynik do napięcia znanych Wam źródeł prądu?
4. Porozmawiajcie, co zrobić, gdy potrzebny jest prąd o wyższym napięciu. Spróbujcie zbudować obwód z różnych owoców i warzyw, łącząc kablami gwoździe (płytki) szeregowo, tzn. na przemian miedziane i cynkowe; ostatnie kabelki przyłączcie do miernika. Porównajcie wskazanie miernika z wynikiem otrzymanym z jednego ogniwa. Czy przy pomocy Waszych owocowych baterii uda się rozświetlić żarówkę lub diodę LED?



**Uwaga:** doświadczenie można urozmaicić, badając przepływ prądu przez kwaśne roztwory, np. wyciśnięty sok z cytryny, zalewę od kiszonych ogórków, ocet, coca-cola. Do naczyń z roztworami wkładamy płytki lub gwoździe i postępujemy analogicznie jak w przypadku ogniwa z owoców.

## Inspirujące pytania

- Gdzie wytwarza się prąd za pomocą obracającej się turbiny?
- Co może napędzać turbinę w elektrowni?
- Czy w przyrodzie występują jakieś naturalne źródła prądu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Latarka na dynamo i dynamo od roweru, miernik uniwersalny lub interfejs pomiarowy z czujnikiem do mierzenia napięcia, kilka nierdzewnych ocynkowanych gwoździ lub płytki cynkowe, druciki miedziane lub płytki miedziane, żarówka, dioda LED, kable z zapięciami, tzw. krokodylkami – po 2 na każde ogniwo, kilka kiszonych ogórków, soczyste owoce np. cytryna, pomarańcza, grejpfrut, pomidor. Wymiary gwoździ (płytek) cynkowych i miedzianych powinny być podobne: gwoździe/drut o podobnej grubości i długości ok. 5 cm, płytki o wymiarach np. 4 cm x 8 cm.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- wymienia źródła prądu elektrycznego i dobiera je do odbiorników, uwzględniając napięcie elektryczne (10.3),
- buduje prosty obwód elektryczny i wykorzystuje go do sprawdzania przewodzenia prądu elektrycznego przez różne ciała (substancje) (10.5).

#### POJĘCIA

- prąd elektryczny
- przemiana chemiczna
- sposoby pozyskiwania energii

# Lecimy na Jowisza! Czy to daleko?

Janusz Fiett

## KATEGORIE



**Jakie znacze rodzaje ciał niebieskich? Czy są blisko czy daleko? Przeanalizujcie Układ Słoneczny i dalszy kosmos jak profesjonalni astronomowie, postępując się fachowymi jednostkami: latami świetlnymi, jednostkami astronomicznymi oraz rozmiarami kątowymi. Już nie zmylą Was zaburzenia proporcji na ilustracjach pokazujących obiekty kosmiczne!**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na grupy i używając tablic, encyklopedii, Wikipedii, wynotujcie dane o liczebności, rozmiarach i odległości ciał niebieskich, wybierzcie te, które będącie omawiać. Przyjmijcie taką skalę, by Ziemia miała rozmiary piłeczki do ping-ponga. Zgromadźcie przedmioty mogące w wybranej skali pełnić role modeli ciał niebieskich – piłki, kulki, owoce, nasiona itp.
2. Przygotujcie wspólnie model Słońca mający ponad 4 metry średnicy, umocujcie go na widocznej z daleka ścianie budynku szkoły.
3. Zaczynajcie spacer, oddalając się od modelu Słońca. Modele planet i ich księżyców oraz planet karłowatych i planetoid rozłóżcie wcześniej w odpowiednich miejscach lub weźcie ze sobą. Jeśli jesteście w mieście, ciała niebieskie ukryjcie w parku albo w zaprzyjaźnionych instytucjach – w sklepie, na poczcie, w urzędzie. Merkurego (wielkości paznokcia) spotkacie po 180 metrach, Wenus (bliźniaczkę Ziemi) prawie dwa razy dalej.
4. Pozycję Ziemi wyznaczycie dzięki... symulacji zaćmienia Słońca! Przygotujcie listwę długości 120 cm. Zamocujcie na jednym jej końcu czterocentymetrową Ziemię, na drugim – jedenastomilimetrową Księżyc. Porozmawiajcie o zaćmieniach, zwróćcie uwagę na zbliżone rozmiaryątowe Słońca i Księżycy. Poszukajcie miejsca, z którego można dokładnie zastonić model Słońca małym Księżycem, zbliżając model Ziemi do oka. W ten sposób wyznaczycie orbitę Ziemi.
5. Lot na Jowisza (wielkości piłki plażowej) to 2,5 km wędrówki. Neptuna możecie odwiedzić przy okazji lub korzystając z doświadczenia osób dojeżdżających do szkoły z odległości 14 km.
6. Napotykając kolejne planety, porozmawiajcie o ich budowie, temperaturze na powierzchni – zastanówcie się, jak się zmienia temperatura w zależności od odległości od Słońca i posiadania lub braku atmosfery. Zobaczcie ile, jak dużych i jak odległych księżyców mają poszczególne planety. Znajdźcie na mapie miasto, w którym moglibyście umieścić mikroskopijny model sondy Voyager 1.

## Inspirujące pytania

- Czy gdyby do naszej instalacji chcieć dodać najbliższą Słońcu gwiazdę – Proximę Centauri – wystarczyłoby poprosić o pomoc znajomych w Australii?
- Z czego można wykonać model pierścieni Saturna, by ich średnica i grubość zachowywały skalę?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Taśma miernicza, mapa lub plan okolicy. Piłki, piteczki, kulki, owoce, nasiona, modelina lub plastelina do prezentowania rozmiarów planet, księżyców i planetoid. Materiały do wykonania modelu Słońca, np. rurki PCV, papier pakowy i farba lub żółta płachta malarska. Drewniana listwa, taśma klejąca, klej. Książka o astronomii, odpowiednie tablice, plansze, komputer z dostępem do Internetu i rzutnik multimedialny.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- orientuje plan, mapę w terenie, postępuje się legendą (2.3),
- identyfikuje na planie i mapie topograficznej miejsce obserwacji i obiekty w najbliższym otoczeniu, określa wzajemne położenie obiektów na planie, mapie topograficznej i w terenie (2.4),
- postępuje się podziałką liniową do określania odległości, porównuje odległość na mapie z odległością rzeczywistą w terenie (2.5),
- wykonuje pomiary np. taśmą mierniczą, szacuje odległości i wysokości w terenie (2.6),
- wymienia nazwy planet Układu Słonecznego i porządkuje je według odległości od Słońca (11.2),
- wyjaśnia założenia teorii heliocentrycznej Mikołaja Kopernika (11.3).

### POJĘCIA

- gwiazda
- planeta i planeta karłowata
- planetoida
- rok świetlny
- rozmiar kątowy

# Słońce z ukosa

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



**Ziemia jest kulą, co sprawia, że w danym momencie połowa Ziemi jest nieoświetlona (panuje tam noc). Na części oświetlonej najmocniej grzeją promienie padające prosto z góry – najbardziej ogrzewane są te części kuli, które skierowane są prosto w Słońce. Ale przecież w różnych porach roku te same miejsca są inaczej skierowane w stronę Słońca. Czy wynika to jedynie z tego, że Ziemia obiega Słońce? Sprawdźcie sami!**

## INSTRUKCJA

1. Zaciemnijcie pomieszczenie, w którym będziecie robić doświadczenie. Najlepiej, żeby ściany również były ciemne lub żeby były na tyle daleko, żeby nie odbijało się od nich światło lampy używanej w doświadczeniu.
2. Przygotujcie lampę imitującą Słońce (pamiętajcie, że w rzeczywistości Słońce jest dużo większe od Ziemi).
3. Przygotujcie model Ziemi: globus lub inny kulisty przedmiot (np. piłkę lub pomarańczę). Jeśli nie używacie globusa, to zróbcie osi ziemską z pręta lub prostego patyczka, na którym zamocujecie waszą Ziemię. Możecie też na narysować na modelu równik lub inne charakterystyczne elementy orientacyjne.
4. Ustawcie model Ziemi w pewnej odległości od lampy, tak aby osi ziemską ustawiona była pionowo. Zwróćcie uwagę, jak oświetlona jest kula.
5. Przechylajcie model i obserwujcie jak zmienia się oświetlenie. Do których obszarów dociera najwięcej światła? (Pamiętajcie, że w rzeczywistości Słońce jest tak daleko, że część Ziemi położona odrobinę bliżej Słońca wcale nie jest dzięki temu lepiej ogrzewana).
6. Jeśli używacie lampy, która mocno grzeje, sprawdźcie otwartą dłoń trzymaną w jej pobliżu, kiedy do waszych dłoni dociera więcej ciepła: kiedy dłoń jest ustawiona płasko w stronę lampy czy kiedy jest ustawiona skośnie?
7. Ustawcie lampę centralnie i okrążajcie ją razem z modelem Ziemi (uważajcie, aby nie rzucać cienia na model). Obserwujcie, jak zmienia się oświetlenie biegunów i obszarów równikowych.
8. Zastanówcie się, jak powinna być ustawiona osi ziemską, aby w czasie ruchu obiegowego (w ciągu roku) oba bieguny znajdowały się raz w cieniu, a raz w słońcu? Sprawdźcie swoje propozycje, używając modelu Ziemi i Słońca.
9. Zastanówcie się, co sprawia, że przez pół roku mocniej jest oświetlana półkula północna, a przez kolejną pół południowa. Sprawdźcie swoje propozycje, używając modelu Ziemi i Słońca.

### POJĘCIA

- ruch obiegowy
- osi ziemską
- pory roku

## Inspirujące pytania

- Jakie jest nachylenie osi Ziemi względem Słońca?
- Gdyby nachylenie osi było większe, jaki wpływ miałyby to na pory roku? Czy pory roku występowałyby, gdyby osi ziemską była skierowana w stronę Słońca?
- Jak nazywamy gwiazdę, którą na półkuli północnej wskazuje osi ziemską?

## SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Globus fizyczny (globus indukcyjny, piłka lub inny kulisty nieprzeźroczysty przedmiot), pisak, mocna lampa w kształcie kuli (klosz, mleczna żarówka lub świetlówka), pręt lub patyk do szaszłyków.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEN

- wykazuje zależność między ruchem obiegowym Ziemi a zmianami pór roku (11.8).

# Cień Ziemi

Łukasz Mędrzycki

## KATEGORIE



**Ziemia jest zbliżona kształtem do kuli, podobnie jak wiele innych ciał niebieskich. Jest jednak na tyle duża, że kiedy stoimy na jej powierzchni, trudno to zauważyć. A nie każdy ma rakietę, żeby obejrzeć Ziemię z daleka. Na szczęście możecie zbadać jej kształt, organizując kosmiczny teatr cieni.**

## INSTRUKCJA

1. Zaciemnijcie (przynajmniej częściowo) pomieszczenie, w którym będziecie robić doświadczenie. Jeśli jednak traficie na słoneczny dzień, możecie całe doświadczenie zrobić na dworze, korzystając ze Słońca jako źródła światła.
2. Przygotujcie lampę imitującą Słońce (pamiętajcie, że w rzeczywistości Słońce jest dużo większe od Ziemi).
3. Oświetlcie lampą globus lub inny kulisty przedmiot (np. piłkę lub pomarańczę). Obserwujcie jego cień na ścianie lub ekranie. Zmieniajcie odległości między źródłem światła, kulą a ekranem. Obracajcie oświetlaną kulę. W jaki sposób zmiany wpływają na wielkość i kształt cienia?
4. Zastąpcie kulę przedmiotami o innych kształtach (np. koło, sześciąt, walec). Powtórzcie czynności, które robiliście z kulą i obserwujcie cień.
5. Zastanówcie się, czy kształt cienia Ziemi może być dowodem jej kulistości?

### Zadanie dodatkowe (opcjonalne)

Sprawdźcie, jaki będzie cień globusa (Ziemi) rzucony nie na płaską powierzchnię, ale na kulisty model Księżyca. Co mogłoby być takim modelem? Czy miejsce, z którego obserwujemy cień, ma znaczenie?

### Inspirujące pytania

- Jakie obserwacje mogą dostarczać informacji o kształcie Ziemi?
- Jakie kształty przypisywali ludzie naszej planecie?
- Jak udowodnić, że Ziemia nie jest płaską?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Globus fizyczny, globus indukcyjny lub piłka, lampa lub latarka, nieprzezroczyste bryły o różnych kształtach (np. ze styropianu).

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- opisuje kształt Ziemi z wykorzystaniem jej modelu – globusa (11.1).

#### POJĘCIA

- kształt Ziemi
- globus
- cień

# Kuchenka słoneczna

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Aby wykorzystać energię promieni słonecznych, nie potrzeba wcale wyrafinowanej techniki. Z najprostszych materiałów zbudujecie własną kuchenkę ogrzewaną słonecznym ciepłem. Sprawdźcie, czy uda Wam się coś na niej ugotować (a przynajmniej podgrzać).**

## INSTRUKCJA

1. Przed przeprowadzeniem doświadczenia podzielcie się na trzyosobowe grupy i przygotujcie kuchenki. Możecie je zrobić np. na zajęciach technicznych lub plastycznych albo w domu.
2. Wnętrze pudełka pomalujcie na czarno albo wyklejcie czarnym papierem.
3. Na górze pudełka do ścianek przyklejcie skrzydełka wycięte z folii aluminiowej lub z folii lustrzanej. Możecie także wykorzystać lusterka, które po odpowiednim ułożeniu będą kierowały światło słoneczne do wnętrza pudełka
4. W słoneczny dzień, najlepiej około południa, weźcie kuchenki przygotowane przez wszystkie grupy i przeprowadźcie na dworze eksperyment.
5. Zadaniem połowy grup będzie podgrzanie kawałka czekolady, a drugiej połowy – podgrzanie wody. Jeśli macie więcej czasu, to każda grupa może zrobić oba doświadczenia. W każdej grupie wyznaczcie osobę odpowiedzialną za mierzenie czasu, robienie pomiarów i obserwacji (i ew. zdjęć) oraz osobę notującą wyniki i obserwacje.
6. Ustawcie kuchenki blisko siebie i w każdej z nich umieśćcie podgrzewany obiekt: ok. 100 ml wody w naczyniu lub kostkę czekolady w naczyniu (zwróćcie uwagę, by grupy podgrzewające wodę miały jej tyle samo i w takich samych naczyniach. Porcja czekolady również powinna być taka sama we wszystkich grupach i w takich samych naczyniach). Przed rozpoczęciem podgrzewania zmierzcie i zanotujcie temperaturę wody, opiszcie wygląd i twardość czekolady, zróbcie jej zdjęcie.
7. Zaczynjcie podgrzewanie i co kilka minut mierzcie temperaturę wody lub sprawdzajcie twardość czekolady. Notujcie wyniki i róbcie zdjęcia.
8. Zakończcie doświadczenie po ustalonym przez Was czasie. Porównajcie swoje wyniki. Czy wszystkie kuchenki podgrzewały wodę w takim samym tempie? Czy komuś udało się stopić czekoladę? Która kuchenka grzała najsilniej? Czy było to wynikiem jej konstrukcji, czy może ustawienia?
9. Dzięki wykonanym zdjęciom i notatkom możecie przygotować prezentację dla innych klas lub dla rodziców.

### POJĘCIA

- energetyka słoneczna
- kuchnia słoneczna
- odbicie światła
- pochłanianie światła

### Inspirujące pytania

- Podobno grecki filozof i wynalazca Archimedes podpalił żaglowce przeciwnika, skierowawszy na nie promienie słońca odbite od luster. Czy to możliwe?
- W jaki sposób można zwiększyć moc kuchenki? Jak osiągać w niej wyższe temperatury?
- Czy przy pomocy promieni słonecznych da się stopić stal?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Kuchenka słoneczna: pudełko, np. po butach, czarna farba lub czarny papier, folia odbijająca światło (np. folia aluminiowa), lusterka, termometr laboratoryjny, szalki Petriego lub zlewki 200 ml, czekolada, woda.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZENI

- bada zjawisko odbicia światła od zwierciadeł, powierzchni rozpraszających, elementów odbłaskowych (11.5),
- podaje i bada doświadczalnie czynniki wywołujące topnienie i krzepnięcie (temperatura) (14.4).



# Gdzie przebiegają granice kontynentów i oceanów?

Iwona Skalińska

## KATEGORIE



**Czy potraficie bezbłędnie rozpoznać kontynenty i oceany? A gdybyście mieli je narysować na zupełnie pustym globusie? Ciekawe, czy wasza Ziemia przypominałaby tę, którą oglądamy z kosmosu...**

## INSTRUKCJA

1. Korzystając z globusa fizycznego przyjrzyjcie się rozmieszczeniu kontynentów i oceanów oraz ich nazwom. Jeśli macie wiele globusów, pracujcie indywidualnie, jeśli mniej – w grupach.
2. Ustawcie globusy indukcyjne i wykonajcie następujące zadanie:
  - a. zaznaczcie bieguny, narysujcie równik, południki 0 i 180 stopni,
  - b. postarajcie się w miarę dokładnie narysować kontynenty (kształty nie muszą być idealne – ważne jest oddanie charakterystycznych cech. Zwróćcie uwagę na położenie kontynentów względem równika, południków i biegunów oraz zachowanie proporcji wielkościowych) i podpiszcie je,
  - c. podpiszcie oceany,
  - d. zaznaczcie granice między kontynentami a oceanami.
3. Porównajcie swoje prace.
4. Na podstawie mapy fizycznej prześledźcie przebieg granic między oceanami i między kontynentami.
5. Na pomarańczy lub grejpfrucie narysujcie wszystkie kontynenty. Poczekajcie, aż marker wyschnie. Następnie zdejmijcie skórkę ze swojego „globusa” w sposób taki, jak się obiera tradycyjnie te owoce (w ćwiartki lub w ósemki). Złóżcie odpowiednio w całość skórki i rozpląszczcie je na kartce. Zaobserwujcie, w których miejscach narysowane kontynenty zostały rozdzielone od siebie, a w których są w całości.

## Inspirujące pytania

- W których częściach mapy kontynenty przybierają inny kształt niż na globusie? Dlaczego?
- Który z kontynentów na mapie świata jest najtrudniej pokazać? Dlaczego?
- Co geografowie biorą pod uwagę przy wyznaczaniu granic kontynentów i oceanów?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Globus fizyczny, globus indukcyjny, mapa fizyczna świata, kolorowa kreda, flamaster wodoodporny, grejpfrut lub pomarańcza, plastikowy nożyk, talerz jednorazowy, blok techniczny.

## Odniesienie do podstawy programowej UCZEŃ

- wskazuje na globusie: bieguny, równik, południk zerowy i 180°, półkule, kierunki główne oraz lokalizuje kontynenty, oceany i określa ich położenie względem równika i południka zerowego (12.1),
- wskazuje na mapie świata: kontynenty, oceany, równik, południk zerowy i 180°, bieguny (12.2).

### POJĘCIA

- kontynent
- ocean
- granica naturalna
- granica umowna

# Kłopoty z rdzą

Małgorzata Karwowska

## KATEGORIE



Przedmioty z niektórych metali z upływem czasu zmieniają swój wygląd. Żelazny gwoździe pokrywa się rudym nalotem, a z czasem może się nawet rozpaść na kawałki. Dlaczego tak się dzieje? Co powoduje tę zmianę? Sprawdźcie to doświadczalnie, testując wpływ różnych roztworów i substancji, które mogą przyspieszać rdzewienie lub mu zapobiegać.

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na małe grupy i w każdej z nich przygotujcie 10 stoików lub innych przezroczystych naczyń szklanych.
2. 6 gwoździ żelaznych oczyśćcie papierem ściernym. 5 gwoździ włóżcie do stoików – po jednym do każdego stoika.
3. Gwoździe w poszczególnych stoikach zalejcie: wodą z kranu, wodą utlenioną, olejem, octem, wodą z solą kuchenną. Szósty gwoździe zostawcie po prostu na powietrzu. Każdy ze stoików zakręćcie lub przykryjcie by ograniczyć parowanie i podpiszcie nazwą roztworu, w którym jest zanurzony gwoździe.
4. Takie same czynności wykonajcie z 6 gwoździami miedzianymi. Możecie również użyć gwoździ ocynkowanych.
5. Obserwujcie wszystkie gwoździe przez pięć dni i codziennie notujcie swoje obserwacje.
6. Omówcie wyniki obserwacji gwoździ żelaznych i miedzianych.



**Uwaga:** Każde z doświadczeń najlepiej wykonać równocześnie w trzech próbach. To pozwoli uniknąć błędnych interpretacji wynikających z nieprawidłowości w doświadczeniu, a nie z działania konkretnych czynników na gwoździe.

## Inspirujące pytania

- Czym przybić deski, budując drewniany żaglowiec pływający po morzu?
- Czy wszystkie metale ulegają korozji?
- Po co jest smar na rowerowym łańcuchu?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Gwoździe miedziane i żelazne, ewentualnie również gwoździe ocynkowane, papier ścierny, stoiki, odczynniki: woda, woda utleniona, sól kuchenna, ocet, olej, flamaster wodoodporny.

### POJĘCIA

- korozja
- utlenianie
- metal
- rdza

## Odniesienie do podstawy programowej UCZEŃ

- podaje przykłady przemian odwracalnych: topnienie, krzepnięcie i nieodwracalnych: ścinanie białka, korozja (14.1).

# Jajko nie ma szans...

Piotr Kossobudzki

## KATEGORIE



**Jajko na twardo? Proszę bardzo – ale jak je ściąć, jeśli nie mamy pod ręką kuchenki? Sprawdźcie, jak na białko jajka działają różne substancje i czynniki: silnie stężony roztwór soli, ocet, alkohol o różnych stężeniach i podwyższona temperatura (ciepła i gorąca woda w kilku coraz wyższych temperaturach). Dzięki tym eksperymentom poznajcie zjawisko ścinania się (denaturacji) białek.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na małe grupy i w każdej z nich przygotujcie w zlewkach roztwory różnych substancji:
  - a. roztwory soli o kilku różnych stężeniach (na 250 ml wody: 0,5 łyżeczki, 1,5 łyżeczki, 3 łyżeczki – roztwór nasycony),
  - b. ocet (lub inny kwas w bezpiecznym stężeniu),
  - c. alkohol o kilku stężeniach (roztwory 95%, 50%, 10%) oraz gorącą wodę o kilku temperaturach (40° C, 60° C, 85° C).
2. Rozbijcie surowe jajka oddzielcie białko od żółtka.
3. Ustawcie zlewki na ciemnym tle, do każdej ze zlewek wkraplajcie (powoli) niedużą ilość białka jaja. Obserwujcie, co się stanie. Uwaga: białko należy naciągać do pipetki powoli, bo łatwo się pieni.
4. Zanotujcie wynik każdej próby.
5. Porównajcie wyniki z wynikami innych osób robiących to samo doświadczenie. Czy otrzymaliście takie same, czy inne wyniki?
6. Omówcie, w jakich warunkach białko się ścina (denaturuje). Kiedy dochodzi do denaturacji całkowitej, a kiedy powierzchniowej?
7. Co to znaczy, że białko się ścina, jaka zmiana w nim zachodzi?
8. Czy proces denaturacji jest odwracalny? Spróbujcie przenieść ścięte białko z poszczególnych zlewek do osobnych zlewek z czystą wodą. Co się stało?

## Inspirujące pytania

- Po co jest nam gorączka?
- Czy każda zmiana struktury białka jest nieodwracalna?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Małe zlewki (50 ml) lub inne nieduże pojemniki szklane (np. probówki wraz ze statywem), mieszadło lub łyżka, pipeta pasterowska o pojemności 3 ml lub 6 ml lub kropłomierz, czajnik, termometr o skali do min. 110 stopni C, sól, ocet, spirytus 95%, 2 jaja (białko jaj).

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przemian odwracalnych: topnienie, krzepnięcie i nieodwracalnych: ścinanie białka, korozja (14.1),
- wyjaśnia negatywny wpływ alkoholu, nikotyny i substancji psychoaktywnych na zdrowie człowieka, podaje propozycje asertywnych zachowań w przypadku presji otoczenia (9.12).

### POJĘCIA

- białko
- denaturacja białka
- przemiana odwracalna/nieodwracalna

# Globusowe ABC

Joanna Stocka

## KATEGORIE



**Południk, równoleżnik, strefy czasowe... – te terminy mogą sprawić trudność, ale tylko dopóty, dopóki nie narysujecie swojego własnego globusa. Tworząc go krok po kroku, z pewnością łatwiej zapamiętacie, czym są długość i szerokość geograficzna.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na pary lub, jeśli macie wystarczająco dużo globusów, pracujcie indywidualnie. Spróbujcie z pamięci narysować na globusie indukcyjnym znane wam kontynenty. Porównajcie rysunek z globusem tradycyjnym i sprawdźcie, jak wiernie udało Wam się odtworzyć obrysy kontynentów.
2. Przygotujcie globus indukcyjny i kredę albo inną kulę w jednolitym kolorze (np. gumową piłkę) i pisak. Wyznaczajcie kolejno następujące punkty i linie:
  - a. Zaznaczcie kropkami dwa punkty po przeciwległych stronach kuli. Ustawcie kulę tak, by jeden punkt znalazł się na górze i oznaczcie go N (północ). Dolny punkt oznaczcie literą S (południe). Jak te miejsca nazywają się w przypadku Ziemi?
  - b. Narysujcie kilka południków, czyli najkrótszych linii łączących punkty N i S.
  - c. W połowie południka narysujcie kropkę. Powtórzcie tę czynność przy każdym południku.
  - d. Połączcie punkty w połowach południków jedną linią. Czy wiecie, jak się ona nazywa? Zauważcie, że dzieli ona globus na dwie półkule: północną i południową. Wyróżnijcie tę linię innym kolorem kredy lub pisaka.
  - e. Napiszcie kredą lub pisakiem nazwy: półkula północna (w kierunku od równika do bieguna północnego) i półkula południowa (w kierunku od równika do bieguna południowego).
  - f. Na każdym południku narysujcie kropkę w wybranym przez was miejscu między równikiem a biegunem północnym i między równikiem a biegunem południowym. Powtórzcie tę czynność na wszystkich południkach, pilnując, żeby na każdym południku kropka była w tej samej odległości od równika. Połączcie jedną linią kropki na półkuli południowej, a drugą linią kropki na półkuli północnej. Jak nazywają się te linie?
  - g. Jeden z południków wyróżnijcie kredą lub pisakiem innego koloru i napiszcie na nim „0 stopni”. Czy na waszym globusie jest południk dokładnie po przeciwnej stronie południka 0 stopni? Jeśli nie, to narysujcie go. Te dwa południki również dzielą globus na dwie półkule. Aby je podpisać, ustawcie globus tak, by u góry znajdował się biegun północny (N), a na środku przed wami znalazł się kolorowy południk 0. Po prawej stronie południka napiszcie „półkula wschodnia”, a po lewej „półkula zachodnia”.
  - h. Porównajcie swoje dzieło z globusem tradycyjnym i sprawdźcie, czy dobrze nanieśliście wszystkie oznaczenia.
3. Spróbujcie teraz wrysować wybrany kontynent na swoim modelu. Czy jest to łatwiejsze, czy trudniejsze niż przy pierwszej próbie?

### Inspirujące pytania

- Po co na globusie narysowane są południki i równoleżniki?
- Czym jest siatka geograficzna, a czym kartograficzna?
- Co możesz zwiedzić, podróżując wzdłuż równoleżnika 30 stopni na półkuli północnej?

#### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Globus indukcyjny lub kula o jednolitym kolorze, różnokolorowa kreda lub pisaki, globus lub/i mapa świata.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- opisuje kształt Ziemi z wykorzystaniem jej modelu – globusa (11.1),
- wskazuje na globusie: bieguny, równik, południk zerowy i 180 st., półkule, kierunki główne, lokalizuje kontynenty, oceany określa ich położenie względem równika i południka zerowego (12.1),
- wskazuje na mapie świata kontynenty, oceany, równik, południk zerowy i 180 stopni, bieguny (12.2).

#### POJĘCIA

- globus indukcyjny
- równik
- równoleżnik
- południk
- biegun

# Porządkowanie materii

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Powstawanie kryształów jest zjawiskiem naturalnie występującym w przyrodzie. Zwykle trwa dosyć długo. Są jednak przypadki, gdy proces ten przebiega na naszych oczach. Używając spirytusu salicylowego będziecie mogli obejrzeć kryształy już po kilkunastu minutach. Czym różnią się one od kryształów soli czy cukru?**

## INSTRUKCJA

1. Do szalki wlejcie około 2 ml spirytusu salicylowego, tak by pokryć całe dno warstwą nie grubszą niż 1 mm. Szalkę ustawcie na płycie grzejnej lub kaloryferze. Możecie też użyć suszarki do włosów – ogrzewajcie nią szalkę od spodu. Przerwijcie ogrzewanie w chwili, gdy cały rozpuszczalnik wyparuje, a na dnie osadzi się warstwa krystaliczna (zwykle zajmuje to 5–15 min.)
2. Obejrzyjcie otrzymaną substancję pod mikroskopem. Dla porównania obejrzyjcie też inne substancje np. sól, cukier kryształ i gruboziarnisty papier ścierny. Czy widzicie jakieś wspólne cechy tych substancji? A jakie są między nimi różnice?

## Pytania inspirujące

- Jakie są najdroższe kryształy na świecie?
- Czy kryształowy żyrandol, wazon albo tzw. kryształki Swarovskiego są kryształami?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

2% spirytus salicylowy, sól kuchenna, cukier kryształ, papier ścierny (diamentowy gruboziarnisty do metalu), szalka Petriego lub płaski spodeczek, płyta grzejna lub suszarka do włosów, mikroskop.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- podaje przykłady przemian odwracalnych: topnienie, krzepnięcie i nieodwracalnych: ścinanie białka, korozja (14.1),
- proponuje sposoby rozdzielania mieszanin jednorodnych i niejednorodnych (filtrowanie, odparowanie, przesiewanie) (14.6).

### POJĘCIA

- krystalizacja
- monokryształ
- polikryształ
- budowa krystaliczna
- sieć krystaliczna

# Gotowanie wody na zimno

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**W jakiej temperaturze wrze woda? Oczywiście – 100 stopni Celsjusza! Czyżby? W tym doświadczeniu zobaczycie, że to nieprawda! Obserwując wrzenie letniej wody, przekonacie się także, że nauka to ciągłe sprawdzanie hipotez i dopytywanie o szczegóły.**

## INSTRUKCJA

### Część I – pokaz

1. Przygotujcie pojemnik z pompą próżniową.
2. Nalejcie wodę do naczynia i zmierzcie jej temperaturę.
3. Wstawcie do naczynia próżniowego, małe naczynia z wodą.
4. Zamknijcie naczynie próżniowe i odpompujcie powietrze.
5. Co dzieje się z wodą?
6. Napuśćcie szybko powietrza do naczynia. Co stało się z wodą? Otwórzcie naczynie i zmierzcie temperaturę wody.
7. Jak wytłumaczyć zaobserwowane zjawiska? Zanotujcie swoje obserwacje i wnioski.

### Część II – doświadczenie w parach

1. Przygotujcie naczynie z wodą i strzykawkę.
2. Nabierzcie 5–7 ml wody.
3. Zatkajcie palcem strzykawkę i energicznie wyciągnijcie tłok strzykawki (uważajcie jednak, żeby nie wyciągnąć go całkiem ze strzykawki).
4. Co działo się z wodą podczas wyciągania tłoka? Zanotujcie swoje obserwacje i wnioski.

**Uwaga:** przy okazji robienia doświadczenia zwróćcie uwagę na ryzyko związane z dotykiem znalezionych strzykawek nieznanego pochodzenia.



## Pytania inspirujące

- Czy na szczycie Mount Everest uda się zaparzyć zmieloną kawę?
- Czy da się zagotować wodę na dnie najgłębszej kopalni?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Pompa próżniowa, klosz próżniowy z podstawką, naczynie na wodę, strzykawki (najlepiej 20-ml), termometr.

## Odniesienie do podstawy programowej

- Przemiany substancji (14).

### POJĘCIA

- próżnia
- wrzenie

# Tajemnice liści, czyli co ukrywa chlorofil?

Monika Katarzyna Kartowicz

## KATEGORIE



Skąd bierze się zielona barwa liści? Dlaczego jesienią niektóre z nich zmieniają kolor i przyjmują różne odcienie żółci i czerwieni? Spróbujcie rozszyfrować te zagadki, postępując się chromatografią – profesjonalną metodą rozdzielania mieszanin.

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na pary – dzięki temu przeprowadzicie doświadczenie kilka razy i będzie można porównać wasze wyniki.
2. Drobno pocięte liście (ok. 5 g) umieśćcie w moździerzu i jak najdokładniej rozetrzyjcie je na miazgę; dodajcie pipetą 2–3 ml rozpuszczalnika i ucierajcie dalej.
3. Nalejcie do zlewki rozpuszczalnika, tak aby na dnie utworzył warstwę wysokości ok. 0,5 cm.
4. Wytnijcie z bibuły pasek o szerokości 3 cm i długości o 1 cm większej od wysokości zlewki, zagnijcie od góry zapas ok. 1 cm, aby powstał haczyk do zaczepienia bibuły o brzeg zlewki. Na wysokości 1 cm od dolnej krawędzi po środku paska zaznaczcie otółkiem kropkę.
5. Na miejsce zaznaczone kropką nanieście za pomocą pipety kroplę roztworu uzyskanego w moździerzu. Gdy rozpuszczalnik wyschnie, nanieście w to samo miejsce drugą kroplę, wysuszczone i powtórzcie czynność po raz trzeci. Uważajcie, żeby na pasek nakrapiać wyłącznie czysty i klarowny roztwór bez fragmentów rośliny.
6. Pasek bibuły wstawcie pionowo do zlewki z rozpuszczalnikiem – tak, by dolna część była zanurzona w rozpuszczalniku, a górna, zagięta, była zahaczona o krawędź zlewki. Zamknijcie zlewkę szkiełkiem zegarkowym. Obserwujcie, co dzieje się z roztworem nakropionym na pasek.
7. Po około 10 minutach wyjmijcie bibułę ze zlewki i wysuszczone ją. Obejrzyjcie uzyskane prążki i porównaj ich kolory. Jeżeli dysponujecie lampą UV, obejrzyjcie bibułę w tym świetle w zaciemnionym pomieszczeniu. Uwaga: promieniowanie UV jest szkodliwe dla oczu! Nie wolno świecić lampą UV bezpośrednio w oczy!
8. Jeżeli możecie, to powtórzcie to samo doświadczenie, używając czerwonych liści buku lub jesiennych (o zmienionej barwie) liści innych drzew w kolorze żółtym lub czerwonym. Po doświadczeniu porównajcie bibułę, na której rozdzielaliście barwniki z zielonego i innego (np. czerwonego, żółtego) liścia. Jak wytłumaczycie wynik waszego doświadczenia? Jakiego rodzaju mieszaniny otrzymaliście w trakcie doświadczenia? Dlaczego na bibule można było zobaczyć różne barwniki?

### POJĘCIA

- rozdzielanie mieszaniny
- chlorofil
- karoten
- mieszanina jednorodna/niejednorodna

## Inspirujące pytania

- Czy zielone liście zawierają wyłącznie zielony barwnik?
- Skąd się bierze żółty lub czerwony kolor jesiennych liści?
- Dlaczego liście buku są czerwone nawet w lecie?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Zielone liście szpinaku lub innej rośliny, ewentualnie czerwone liście buku, moździerz porcelanowy, szklana zlewka 250 ml, pipeta, rozpuszczalnik: 10 ml bezacetonowego (zawierającego octan etylu) zmywacza do paznokci lub etanolu 96%, szkiełko zegarkowe, bibuła filtracyjna.

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZENI

- opisuje skład materii jako zbiór różnego rodzaju drobin tworzących różne substancje i ich mieszaniny (3.5),
- odróżnia mieszaniny jednorodne od niejednorodnych, podaje przykłady takich mieszanin z życia codziennego (14.5).



# Powietrze stawia opór!

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Dmuchańiec, spadochron, nasiona klonu – zamiast szybko spadać na ziemię unoszą się dość długo w powietrzu. Co im na to pozwala? Może są po prostu lekkie, a może chodzi o coś innego? Sprawdźcie to podczas kilku doświadczeń!**

## INSTRUKCJA

1. Przed zajęciami zbierzcie kilka dmuchańców (owocostanów mniszka lekarskiego), jeśli akurat rosną w okolicy i jest odpowiednia pora roku, oraz nasion klonu (nie muszą być świeże – ważne, by miały całe skrzydełko).
2. Dobierzcie się w pary.
3. Delikatnie oderwijcie z dmuchańca jedno nasienie i narysujcie je. Potem podnieście je i upuśćcie. Zwróćcie uwagę, jak się zachowuje. Powtórzcie to doświadczenie z kilkoma kolejnymi nasionami.
4. Narysujcie nasienie klonu, a potem podnieście i upuśćcie kolejno kilka nasion. Czy w powietrzu zachowują się tak samo, jak nasiona mniszka? Czy ich lot ma jakiś związek z ich kształtem i budową?
5. Przygotujcie dwie identyczne kartki papieru i jedną z nich zgniećcie w kulkę.
6. Podnieście obie kartki (zgniecioną i prostą) na tę samą wysokość. Prosta kartkę trzymajcie w poziomie.
7. Jednocześnie upuśćcie obie kartki i obserwujcie, która szybciej spadnie na ziemię. Czy widać różnicę? Dlaczego?
8. W zależności od pogody doświadczenia można prowadzić w budynku lub na zewnątrz

**Uwaga:** Jeśli macie więcej czasu albo gdy nie macie pod ręką nasion klonu ani dmuchańców, zróbcie ich zamienniki:



### Minihelikopter

1. Z kartki wytnijcie pasek o wymiarach ok. 15cm x 2cm, a następnie natnijcie go i złóżcie zgodnie z rysunkiem.
2. Puśćcie minihelikopter z pewnej wysokości lub podrzućcie go w górę. Obserwujcie jego zachowanie w powietrzu.

### Spadochron

1. Przygotujcie kwadratowy kawałek materiału (lub miękkiej bibuły, serwetki). Do każdego z rogów przywiążcie nitkę. Wolne końce czterech nitek potączcie kawałkiem plasteliny.
2. Podrzucie spadochron w górę i obserwujcie jego zachowanie w powietrzu.
3. Czy lot minihelikoptera i spadochronu ma jakiś związek z ich kształtem i budową?

### Inspirujące pytania

- Co spadnie szybciej na ziemię w normalnych warunkach: pióro czy metalowa kulka?
- Co stanie się w próżni?
- Co stanie się z helikopterem, któremu w powietrzu zepsuje się silnik?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Nasiona klonu, nasiona dmuchańca (mniszka lekarskiego), do wykonania spadochronu: kwadratowy kawałek tkaniny (ew. miękka bibuła, serwetka), grubsza nitka, plastelina.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- bada doświadczalnie siłę tarcia i oporu powietrza oraz wody, określa czynniki, od których te siły zależą, podaje przykłady zmniejszania i zwiększania siły tarcia i oporu w przyrodzie i przez człowieka oraz ich wykorzystanie w życiu codziennym (15.3).

#### POJĘCIA

- opór powietrza
- kształt aerodynamiczny

# Zadanie dla Kopciuszka

Lidia Grad

## KATEGORIE



**W życiu codziennym mamy do czynienia z różnymi mieszaninami. Czasami robimy je celowo, a czasem powstają przypadkiem – i musimy je rozdzielić. Podczas kilku prostych doświadczeń możemy nauczyć się odróżniania mieszanin jednorodnych od niejednorodnych. Poznamy właściwości mieszanin, sposoby na przyspieszenie ich zmieszania, a przede wszystkim metody ich rozdzielania na składniki wyjściowe.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na małe grupy i przygotujcie dla każdej z grup następujące substancje: sól miętka spożywcza, sól gruboziarnista morska, kawa rozpuszczalna, kawa mielona, pieprz mielony, kasza jęczmienna, groch suszony (połówki), woda ciepła, woda zimna, syrop owocowy, olej spożywczy oraz następujące przedmioty: duże szalki, średniej wielkości kolby, mieszaki (łyżki), cylindry miarowe, wagę.
2. Omówcie zadania do wykonania:
  - a. mieszajcie podane substancje w różnych kombinacjach, ale w takich samych proporcjach (ilościach). Pamiętajcie o notowaniu składu powstających mieszanin. Obejrzyjcie dokładnie powstałe mieszaniny okiem nieuzbrojonym oraz przy pomocy lupy i wymieńcie ich cechy charakterystyczne. Podzielcie wykonane mieszaniny na jednorodne i niejednorodne i uzasadnijcie swój wybór.
  - b. Wybierzcie dwie mieszaniny otrzymane w poprzednim doświadczeniu: mieszaninę substancji ciekłych oraz cieczy z ciałem stałym. Odczytajcie ich skład i zastanówcie się, jak je rozdzielić, czyli przywrócić do stanu sprzed zmieszania. Macie do dyspozycji sita o różnej gęstości, sączki (filtry), magnes, pałeczki lub plastikową linijkę, które można naelektryzować przez pocieranie, oraz miseczki.
  - c. Do trzech szklanek lub zlewek tej samej wysokości nalejcie wody na wysokość nie większą niż 1 cm. Przygotujcie cztery flamastry wodne: czerwony, niebieski, brązowy i czarny oraz trzy paski chłonnego papieru (ręcznik papierowy, chusteczki higieniczne, bibuła) o wymiarach 10 cm x 4 cm. Przy końcu każdego paska (2 cm od końca) narysujcie flamastrami poziome kreski. Na pierwszym pasku narysujcie dwie kreski jedną nad drugą – niebieską i czerwoną. Na drugim – kreskę brązową, a na trzecim – czarną. Umieśćcie paski papieru na wewnętrznej ścianie szklanek, tak aby dotykały one wody, ale żeby nie zamoczyć kresek. Uważnie obserwujcie, co dzieje się na paskach papieru. Zastanówcie się, dlaczego kolory: brązowy i czarny trzeba było umieścić w osobnych szklankach. Zapiszcie spostrzeżenia i wnioski. Do doświadczenia można użyć płytek chromatograficznych.
3. Zaproponujcie wyszukane w różnych źródłach sposoby na rozdzielenie składników powietrza.

## Inspirujące pytania

- Czy wszystkie ciecze się mieszają?
- Czy możesz w języku chemicznym wyjaśnić powiedzenie groch z kapustą?
- Gdyby Kopciuszek znał pojęcie elektrostatyki, szybciej rozdzielałby mieszaniny przygotowane przez macochę?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Sól miętka spożywcza, sól gruboziarnista morska, kawa rozpuszczalna, kawa mielona, pieprz mielony, kasza jęczmienna, potówki grochu, woda ciepła, woda zimna, syrop owocowy, olej spożywczy, duże szalki, średniej wielkości kolby, mieszadła (łyżki), cylindry miarowe, sita o różnej gęstości, sączi (filtry), magnes, pateczki lub linijka plastikowa (do naelektryzowania), miseczki, lupa, szklanki lub zlewki, flamastry wodne: czerwony, niebieski, brązowy i czarny oraz trzy paski chłonnego papieru (ręcznik papierowy, chusteczki higieniczne, bibuła).

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- odróżnia mieszaniny jednorodne od niejednorodnych, podaje przykłady takich mieszanin z życia codziennego (14.5),
- proponuje sposoby rozdzielania mieszanin jednorodnych i niejednorodnych (filtrowanie, odparowanie, przesiewanie) (14.6).

#### POJĘCIA

- substancja prosta i złożona
- chromatografia
- roztwór
- emulsja
- zawiesina
- mieszanina
- destylacja
- dekantacja

# Zahamuj wahadło!

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



Jesteśmy tak przyzwyczajeni do powietrza, że prawie go nie zauważamy. No, chyba, że trzeba szybko pojechać na rowerze. Wtedy czujemy, że stawia opór. Dużo łatwiej zauważyć opór jaki stawia woda – wystarczy próba przebiegnięcia się, gdy stoimy po pas w jeziorze, czy basenie. Od czego zależy siła oporu? Sprawdźmy to podczas eksperymentu, w którym na różne sposoby spróbujemy wpłynąć na ruch wahadła.

## INSTRUKCJA

1. Wyciąć kilka prostokątów z sztywnego papieru lub kartonika o różnych powierzchniach
2. Przykleić je do płaskiej części linijki w pobliżu końca np. taśmą klejącą
3. Przymocuj linijkę do statywu, aby mogła się swobodnie wahać, tak aby przyklejone kartoniki spowalniały ruch wahadła
4. Uczniowie mogą zmieniać wielkość kartoników i obserwować ruch wahadła
5. Jeżeli zastąpimy wszystkie elementy papierowe w wahadle na plastikowe (np. wycinając je z sztywnej plastikowej teczki) lub wykonamy je z grubej tektury podobne eksperymenty możemy wykonać w akwarium z wodą.

## Inspirujące pytania

- Dlaczego meteoryty wchodzące w atmosferę Ziemi rozgrzewają się tak, że czasem widać, jak świecą?
- Dlaczego zawodowi kolarze szosowi jeżdżą w takiej zgarbionej pozycji? Nie mogliby w wyprostowanej?
- Dlaczego kropla deszczu ma kształt kropli?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Karton, linijka, taśma klejąca, nitka statyw, plastikowa teczka, akwarium z wodą

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- bada doświadczalnie siłę tarcia i oporu powietrza oraz wody, określa czynniki, od których te siły zależą, podaje przykłady zmniejszania i zwiększania siły tarcia i oporu w przyrodzie i przez człowieka oraz ich wykorzystanie w życiu codziennym (15.3).

### POJĘCIA

- opór powietrza
- wahadło

# Co to jest prędkość?

Iwona Skalińska

## KATEGORIE



Wszyscy na co dzień posługujemy się określeniami prędkości – coś jest szybkie albo wolne. Ale co to naprawdę znaczy? Sprawdźcie to doświadczalnie, próbując samemu stworzyć definicję prędkości. Odkrywając zależności drogi i czasu poćwiczcie umiejętność dokonywania pomiarów czasu stoperem oraz odległości przy użyciu taśmy mierniczej lub metody parokroku.

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na pary.
2. Każda para:
  - a. odmierza w terenie odcinek o długości pozwalającej na rozpędzenie się w biegu do pełnej prędkości (od kilkudziesięciu do 100 metrów). Oznacza jego początek i koniec.
  - b. Obie osoby z pary na zmianę przechodzą lub przebiegają wyznaczony odcinek. Jedna mierzy drugiej czas pokonania wyznaczonej odległości i zapisuje wynik, uwzględniając następujące informacje: długość odcinka zmierzoną taśmą, czy odcinek był pokonany marszem, czy biegiem, jaki uzyskano czas. Pomiaru należy wykonać kilkakrotnie.
3. W parach zastanówcie się, jak na podstawie uzyskanych wyników obliczyć prędkość. (spróbujcie samodzielnie zdefiniować prędkość i określić wzór na jej obliczenie), a następnie obliczcie uzyskane przez siebie prędkości.
4. Omówcie całą klasą propozycje definicji prędkości i osiągnięte wyniki. Jak mają się do powszechnie używanych jednostek prędkości? Podajcie różne przykłady – typowe i nietypowe (prędkości astronomiczne, stosowane w żegludze itp.)
5. Obmyślcie dodatkowe zadania wymagające zamiany jednostek prędkości i czasu dotarcia do celu przy zadanej prędkości i odległości.
6. Jako zadanie dodatkowe możecie zrobić (np. w domu) grę karcianą typu Czarny Piotruś, w której parę tworzą poruszający się obiekt (np. zwierzę, pojazd, zjawisko) i odpowiadająca mu prędkość.

## Inspirujące pytania

- Gdzie i kiedy najczęściej mówi się o prędkości?
- Jakie jest najszybsze zwierzę na świecie? Jaką osiąga prędkość? A najszybszy pojazd stworzony przez człowieka?
- Ile wynosi żółwie tempo? W jakich sytuacjach używamy tego określenia?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Taśma miernicza (10 m) – jedna na parę, stoper (może być także w telefonie komórkowym) – jeden na parę.

### POJĘCIA

- prędkość
- pomiar
- wartość średnia

## Odniesienie do podstawy programowej

### UCZEŃ

- obserwuje zjawiska zachodzące w ciekach wodnych, określa kierunek i szacuje prędkość przepływu wody, rozróżnia prawy i lewy brzeg (4.8),
- porównuje prędkości rozchodzenia się dźwięku i światła na podstawie obserwacji zjawisk przyrodniczych, doświadczeń lub pokazów (8.10),
- interpretuje prędkość jako drogę przebytą w jednostce czasu, wyznacza doświadczalnie prędkość swojego ruchu, np. marszu lub biegu (15.2).

# Z górki na pazurki!

Anna Hajdusianek

## KATEGORIE



**Dlaczego samochód, jadąc po mokrej drodze, łatwiej może wpaść w poślizg, niż gdy jest sucho? Czemu jedne dzieci zjeżdżają z tej samej zjeżdżalni szybciej od pozostałych? Odpowiedzi na te pytania będziecie szukać w eksperymentach z równią pochyłą. Zaznajomicie się ze zjawiskiem tarcia, spróbujecie zwiększać i zmniejszać tarcie i zastanowicie się, w jakich sytuacjach w życiu codziennym tarcie jest potrzebne, a kiedy przeszkadza.**

## INSTRUKCJA

1. Podzielcie się na nieduże grupy. Każda grupa dostaje taką samą deskę, klocek i przyrządy pomiarowe. Zanim zaczniecie eksperymentowanie, zabezpieczcie miejsce pracy folią – będziemy brudzić!
2. Każda grupa losuje materiał, którym pokryje powierzchnię deski.
3. Ułóżcie nieprzykrytą niczym deskę pod skosem, opierając jej dolny koniec o podłoże, a górny np. o kilka książek, których liczbę będziecie zmieniali. Na górze deski połóżcie klocek i spróbujcie znaleźć najmniejsze nachylenie, przy którym klocek zaczyna się zsuwać w dół deski. Zmierzcie kąt, pod jakim jest wówczas nachylona deska względem podłoża, zanotujcie ten wynik. Zmierzcie, jak długo przy tym nachyleniu zsuwa się klocek od jego puszczenia na szczycie deski do zetknięcia z podłożem. Zanotujcie wynik.
4. Zmierzcie czas zsuwania się klocka przy nachyleniu deski 45 i 60 stopni.
5. Pokrycie deskę waszym materiałem, naciągnijcie go i przypnijcie do deski tak, żeby pinezki nie przeszkadzały zsuwającemu się klockowi.
6. Powtórzcie te same pomiary, które robiliście na samej desce. Przy jakim nachyleniu klocek zaczyna się zsuwać? Jak zmienia się czas zsuwania się klocka przy różnych nachyleniach deski?
7. Czy zachowanie się klocka na waszym materiale można jakoś zmienić? Spróbujcie nasmarować go wodą lub tłuszczem (olejem lub smarem). Powtórzcie pomiary i zanotujcie wyniki. Pamiętajcie o tym, żeby robić doświadczenie na przykryciu z folii i żeby dokładnie wytrzeć deskę przed przypięciem na niej materiału do próby z inną substancją (wodą lub tłuszczem)!
8. Sprzątnijcie po eksperymentowaniu.
9. Przedstawcie sobie nawzajem wyniki. Czy zsuwanie klocka po samej desce wszędzie przebiegło tak samo? Jak zachowywał się klocek na różnych materiałach? Co zmieniło się po pokryciu materiałów różnymi substancjami?
10. Porozmawiajcie o tym, kiedy tarcie nam pomaga, a kiedy przeszkadza. Czy potrafimy regulować tarcie?

## Inspirujące pytania

- Jak wyglądałby świat bez tarcia?
- Po co ludzie wynaleźli koto?
- Dlaczego wyciek oleju z samochodu jest niebezpieczny dla innych użytkowników drogi?
- Dlaczego po lodzie łatwiej ślizgać się na tyżwach niż na butach?

### SPIS MATERIAŁÓW I POMOCY

Dla każdej grupy: gładka deska (ew. sztywna tektura) o długości około 30 cm, klocek drewniany lub plastikowy o przynajmniej jednej płaskiej ścianie i o rozmiarach i masie pozwalających na jego zsuwanie z deski w dużym zakresie nachyleń (Uwaga! Wszystkie grupy powinny mieć identyczne klocki), duży kątomierz, stoper, papier, długopis lub ołówek. Dla wszystkich: materiały o różnej fakturze (szorstkości) o wymiarach pozwalających na pokrycie całej deski: papier, bibuła, tkanina poliestrowa, papier ścierny itp. (należy przygotować min. 3 kawałki każdego z materiałów), pinezki, woda, olej, krem lub smar, folia (do zabezpieczenia miejsca pracy), ręczniki papierowe.

### Odniesienie do podstawy programowej

#### UCZEŃ

- bada doświadczalnie siłę tarcia i oporu powietrza oraz wody, określa czynniki, od których te siły zależą, podaje przykłady zmniejszania i zwiększania siły tarcia i oporu w przyrodzie i przez człowieka oraz ich wykorzystanie w życiu codziennym (15.3).

#### POJĘCIA

- tarcie
- równia pochyta
- kąt nachylenia
- równi



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach projektu systemowego „Opracowanie i pilotaż aktywnych metod pracy nauczyciela z uczniem opartych na metodzie badawczej”