

Edu-skrzynka. Optyka



Jak eksperymenty pomagają zrozumieć i zmieniać świat



Instrukcje doświadczeń dla klas IV–VI
szkoły podstawowej

Nauczycielu, Nauczycielko!

Edu-skrzynki to seria zestawów do przeprowadzenia prostych eksperymentów fizycznych opracowanych w programie *Fizyka–pasja–społeczeństwo* realizowanym przez Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i Centrum Edukacji Obywatelskiej.

Zestaw wraz z instrukcją stanowi gotową pomoc edukacyjną, która ma na celu wesprzeć nauczyciela i nauczycielkę lub innego dorosłego we wprowadzaniu uczniów i uczennic w świat nauk przyrodniczych, w tym fizyki. Wiemy jednak, że materiały niezbędne do przeprowadzenia eksperymentów szybko się kończą, a zdobycie nowego wyposażenia może stanowić wyzwanie dla szkoły. Dlatego na *Edu-skrzynki* składają się proste i konkretne instrukcje prowadzenia eksperymentów wraz z dokładnym spisem potrzebnych materiałów. Pozwoli to nauczycielom samodzielnie skompletować niezbędne przedmioty i wykonywać doświadczenia wielokrotnie, z kolejnymi grupami uczniów i uczennic. Zależało nam, aby wszystkie potrzebne materiały były tanie i łatwo dostępne.

Tematem tej *Edu-skrzynki* jest optyka – właściwości światła i jego znaczenie dla ludzi i przyrody. W serii powstaną 23 publikacje dotyczące kolejnych zagadnień ze świata fizyki, takich jak termodynamika czy elektryczność.

Niniejsza publikacja zawiera eksperymenty dla uczniów i uczennic w wieku **10–12** lat (klasy IV–VI szkoły podstawowej). Maria Skłodowska-Curie powiedziała: *Uczony jest w swojej pracowni nie tylko technikiem, lecz również dzieckiem wpatrzonym w zjawiska przyrody, wzruszające jak baśń*. Takiego zapatrzenia w przyrodę i zainteresowania światem życzymy wszystkim uczniom i uczennicom oraz nauczycielom i nauczycielkom decydującym się na wspólne eksperymentowanie.

Autorem eksperymentów jest **Tomasz Ruszkowski**, biolog, popularyzator nauki, edukator, trener, freelancer, science busker; finalista konkursu Popularyzator Nauki 2018. Współtwórca zespołu Heweliusze Nauki.

Wstęp do publikacji: **Urszula Bijoś**

Opisy wyzwań, redakcja merytoryczna: **Urszula Drwęcka**

Konsultacja merytoryczna: **Sylwia Żmijewska-Kwiręg**

Koordinacja projektu: **Paulina Pękalska**

Redakcja i korekta: **Monika Rychłowska**

Redakcja części metodycznej: **Bez Błędu. Redagowanie i korekta**

Layout: **Karolina Karzyńska**

Okładka, ilustracje i skład: **Maciej Panas**

Warszawa 2021

Publikacja powstała w ramach projektu Fizyka–pasja–społeczeństwo (numer naboru: POWR.03.01.00-IP.08-00-3MU/18) finansowanego ze środków unijnych w ramach Osi priorytetowej: III. Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju.

Spis treści

- I. O Edu-skrzynkach / 5
- II. Cele Zrównoważonego Rozwoju, czyli jakiej przyszłości chcemy / 8
- III. Wstęp metodyczny. Jak pomagać uczniom i uczennicom stawiać hipotezy? / 11
- IV. Eksperymentowanie w podstawie programowej szkoły podstawowej / 16
- V. Źródła / 19
- VI. Doświadczenia i ich powiązania z Celami Zrównoważonego Rozwoju / 21
 - 1. Załamana moneta / 23
 - 2. Raz ciepło, raz zimno / 29
 - 3. Rozety, czyli ile odbić / 35
 - 4. Nieboskłon / 41
 - 5. Ultrafiolet / 47

I. O Edu-skrzynkach

Serii *Edu-skrzynki* nadano podtytuł *Jak eksperymenty pomagają zrozumieć i zmienić świat*. Celem publikacji jest przedstawienie nauczycielom i nauczycielkom możliwości wykorzystania eksperymentowania do:

- lepszego zrozumienia i opisywania otaczającego nas świata – za pomocą prostych eksperymentów uczniowie i uczennice mogą zrozumieć codzienne zjawiska, np. parowanie, deszcz, topnienie;
- kształtowania rzeczywistości wokół nas – przez metody pracy pokazujemy, jak wykorzystać wiedzę i umiejętności do odkrywania, wymyślania, budowania i rozwijania otoczenia;
- zrozumienia globalnych wyzwań – odwołując się do przykładów, pokazujemy, jak wiedza naukowa przydaje się do rozwiązywania wyzwań współczesności.

Założenia

- Dorosły może wytłumaczyć w prosty sposób skomplikowane zagadnienia przyrodnicze (również dorosły bez wykształcenia przyrodniczego). Służą do tego wskazówki i komentarze dla nauczyciela, edukatorki czy wychowawczynie. Zawsze, gdy jest mowa o nauczycielu i nauczycielce, mamy na myśli również rodzica, który może wykonać eksperymenty z dzieckiem w domu.
- Dostosowanie do pracy szkoły podstawowej – korzystanie z powszechnie dostępnych materiałów, powiązanie z podstawą programową. Równocześnie eksperymenty mogą być prowadzone przez każdego dorosłego, również w domu.
- Pokazanie związku doświadczeń fizycznych z Celami Zrównoważonego Rozwoju ONZ, nawiązanie do edukacji przyrodniczej, ekologicznej i globalnej istniejącej w podstawie programowej szkoły podstawowej.
- Umieszczenie doświadczenia w kontekście prawdziwych historii, sytuacji z życia codziennego; pokazanie realnych problemów do rozwiązania, praktycznych zastosowań.
- Dzięki pytaniom do przemyślenia autorzy zapraszają do refleksji nad poszczególnymi zagadnieniami.
- Zaproszenie uczniów i uczennic do stawiania własnych hipotez.
- Zastosowanie oceniania kształtującego. W każdym eksperymencie znajdziecie cele sformułowane w języku ucznia oraz pytania kluczowe.
- Zachęcanie chłopców i dziewczynek do zainteresowania nauką.

W każdej *Edu-skrzynce* znajdziesz cztery rozdziały przedstawiające różne wątki tematu przewodniego, tu – optyki. Każdy rozdział zbudowany jest w podobny sposób i składa się z czterech części: doświadczenia, zrozumienia, wyzwania i refleksji.



Doświadczenie

W tej części proponujemy konkretne eksperymenty, dzięki którym uczniowie i uczennice zdobywają wiedzę na temat optyki oraz ćwiczą podstawowe umiejętności badacza. Samo przeprowadzenie eksperymentu nie rozwiązuje, oczywiście, globalnego wyzwania, ale pokazany wycinek wiedzy, który dzieci mogą przyswoić i zastosować w swoim otoczeniu, pozwala zrozumieć szerszy kontekst.

W opisie doświadczenia znajdują się m.in.:

- cele eksperymentu sformułowane w języku ucznia;
- pytanie kluczowe, które ma na celu zaciekawienie dzieci i które prowadzi w głąb zagadnienia;
- pytania naprowadzające na postawienie hipotezy;
- przykładowe hipotezy dla nauczyciela;
- opis przebiegu doświadczenia wraz z zasadami BHP.



Zrozumienie

W tej części zamieszczamy komentarze pomagające wytłumaczyć dzieciom badane zagadnienie.



Wyzwanie

W tej części wprowadzamy uczniów i uczennice w temat problemu ekologicznego związanego z zagadnieniami przedstawionymi w eksperymencie, np. zanieczyszczenia światła. Pokazujemy i objaśniamy nie tylko wyzwania, lecz również ich możliwe rozwiązania oraz technologie, które ułatwiają życie ludziom. Wprowadzenie sformułowane jest językiem ucznia – można je zaprezentować bezpośrednio młodym ludziom.

Tak sformułowane wprowadzenie ma na celu:

- przybliżenie uczniom wyzwań, z jakimi mierzą się ludzie na świecie, i tego, co mogą z tym robić;
- uwrażliwienie uczniów i uczennic na potrzeby innych ludzi i środowiska naturalnego;
- zmotywowanie każdego dziecka do nauki, rozbudzenie jego ciekawości.



Refleksja

W tej części proponujemy pytania, które warto zadawać uczniom i uczennicom. Pytania mogą pomóc im odnieść zdobyte informacje o globalnym wyzwaniu do swoich osobistych doświadczeń. To okazja do zastanowienia się nad tematem i sprawdzenia, co już o nim wiedzą, co słyszeli, jak to wyzwanie wygląda u nas, w Polsce, w naszym mieście, miejscowości.

II. Cele Zrównoważonego Rozwoju, czyli jakiej chcemy przyszłości¹

Zapewnić wszystkim edukację wysokiej jakości, wyeliminować ubóstwo we wszystkich jego formach na całym świecie, zapewnić wszystkim ludziom dostęp do wody – to kilka z 17 celów, jakie zostały ustanowione w 2015 r. na następnych 15 lat przez wszystkie 193 państwa członkowskie Organizacji Narodów Zjednoczonych. Cele dotyczą bardzo różnych obszarów: społecznych, gospodarczych, przyrodniczych, ząbają się i wpływają na siebie nawzajem. W temacie przewodnim umieszczono pytanie: „Jakiej przyszłości chcemy?”.



Źródło: <https://www.un.org.pl/>

Dlaczego warto pracować z uczniami i uczennicami na podstawie Celów Zrównoważonego Rozwoju?

- Cele to nie tylko zobowiązanie międzynarodowe – to wyzwanie dla każdej i każdego z nas, to perspektywa rzeczywistości, w której każdy z nas ma prawo żyć i w pełni się realizować.

¹ Opracowano na podstawie <https://www.un.org.pl/>.

- Cele to idea, do której realizacji może przybliżyć się każdy i każda z nas, również uczennica czy uczeń szkoły podstawowej.
- Praca z Celami może być metodą edukacji przyrodniczej, ekologicznej i globalnej w szkole. Można włączyć ją do programu profilaktyczno-wychowawczego przez zaplanowanie udziału w inicjatywach globalnych, takich jak Tydzień Edukacji Globalnej czy Dzień Ziemi.

Zapytaj uczniów i uczennice: „jakiej przyszłości chcecie?”, „jak ją sobie wyobrażacie?”, „chcecie, żeby jak wyglądał w przyszłości świat?”. Poproś o narysowanie odpowiedzi lub napisanie opowiadania.

Doceń każdą pracę. Zwróć uwagę na powtarzające się elementy.

Jak rozmawiać z uczniami i uczennicami o Celach Zrównoważonego Rozwoju

1. Pracując z uczniami, nie ma potrzeby powoływania się na dokumenty czy opisy Celów Zrównoważonego Rozwoju, chociaż wiele z nich jest sformułowanych prostym językiem i można je zaprezentować jako prostą infografikę. Cele Zrównoważonego Rozwoju to inaczej „wyzwania”. Możesz mówić o wyzwaniach globalnych, dotyczących ludzi na całym świecie, także nas; o tym, jak sprawić, żeby wszystkim ludziom na świecie żyło się dobrze; o tym, żeby panował pokój, żeby ludzie wzajemnie się szanowali i wspólnie dbali o świat.
2. Pokazuj znaczenie działania jednostek, nie pozostawiaj uczniów w poczuciu bezradności. Zachęcaj ich do działania, podając przykłady sukcesów oddolnych działań i wskazując możliwości zaangażowania. Sam(a) bądź przykładem!
3. Stosuj aktualny i obiektywny opis sytuacji, nie powielaj stereotypów. Możesz zajrzeć do źródeł wymienionych na końcu tej publikacji.
4. Promuj zrozumienie i empatię – mówienie o globalnych wyzwaniach nie ma na celu szokowania czy wzruszania.

Na podstawie: <https://globalna.ceo.org.pl/zasady-edukacji-globalnej>.

Źródła i pomoce

- Strona internetowa Tygodnia Edukacji Globalnej, na której znajdują się pomysły na akcje i scenariusze zajęć: <http://teg.edu.pl/>.
- *Edukacja globalna dla najmłodszych – pakiet edukacyjny dla szkół i przedszkoli*: https://www.globalna.edu.pl/pliki/edukacja%20globalna_2016.pdf.
- Strona internetowa na temat edukacji ekologicznej Centrum Edukacji Obywatelskiej: www.ekologia.ceo.org.pl.
- Strona internetowa na temat edukacji globalnej Centrum Edukacji Obywatelskiej: globalna.ceo.org.pl.
- Broszura wprowadzająca do edukacji globalnej Centrum Edukacji Obywatelskiej.

skiej: <https://globalna.ceo.org.pl/edukacja-globalna-na-zajeciach-przedmiotowych-w-szkole-podstawowej>.

- Zestaw plansz zawierający podstawowe informacje na temat Celów Zrównoważonego Rozwoju: <https://globalna.ceo.org.pl/scenariusze-i-gry/cele-zrownowazonego-rozwoju>.
- Materiały opracowane w programie *Ścieżki do Celów*: <https://globalna.ceo.org.pl/programy/sciezki-do-celow/materialy>.
- Scenariusze lekcji na temat zmiany klimatu oraz inne materiały edukacyjne, np. prezentacje stworzone w ramach programu *Klimat to temat!*: <https://ekologia.ceo.org.pl/klimat-to-temat/materialy/scenariusze-przedmiotowe-o-klimacie>.

III. Wstęp metodyczny. Jak pomagać uczniom i uczennicom stawiać hipotezy

Skąd się bierze wiedza naukowa

Zamiast wstępu obejrzyjcie filmik *Nauka w puszcze*, w którym Stanisław Czachorowski z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pokazuje przeprowadzenie prostego doświadczenia, z którego możemy dowiedzieć się: jak pracują naukowcy; jakie napotykają wyzwania i dlaczego nie zawsze dochodzą do tych samych wniosków. Przez potrząsanie, dotykanie, ważenie w dłoniach uczniowie i uczennice próbują dociec, co znajduje się w tajemniczych puszkach.

Możesz wykorzystać scenariusz zajęć *Nauka w puszcze* i przeprowadzić podobny eksperyment w swojej klasie.

Ten film pokazuje, że eksperymentowanie to zabawa, odkrywanie i tworzenie przypuszczeń, hipotez. Pokazuje też, że wiedza na temat świata nie została nam dana, lecz odkryli ją naukowcy, odkrywcy, długo i mozolnie pracując. Mimo że posiadamy tak dużą wiedzę, nadal na wiele pytań nie znamy odpowiedzi.

- Co znajduje się w czarnej dziurze?
- Jak wielki jest kosmos?
- Czym są sny i od czego zależą?
- Dlaczego zebra ma paski?

Zapraszamy uczniów i uczennice do eksperymentowania zainspirowanego cyklem badawczym, którego podstawą jest ciekawość, stawianie pytań i hipotez.



Źródło: J. Lilpop, M. Zachwatowicz, Ł. Banasiak i in., *Jak przygotować pracę badawczą na Olimpiadę Biologiczną? Poradnik*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa” 2017, nr 2, s. 79–102, online: <http://www.olimpiol.pl/wp-content/uploads/2017/09/ebis-2017-2-9.pdf> [dostęp 21.11.2019].

Cykl badawczy nie jest procesem liniowym. Jeśli doświadczenie nie przyniosło odpowiedzi na pytania, to warto je powtórzyć lub zastanowić się nad sposobem, w jaki możemy zweryfikować postawione hipotezy.

Bazując na zasadach obowiązujących w grupie lub klasie stwórzcie **kodeks młodego naukowca**. Trzeba w nim uwzględnić takie cechy, jak: współpraca, cierpliwość, odwaga, wytrwałość.

Ustalcie również **zasady BHP**, które będą wam towarzyszyć przy wykonywaniu eksperymentów, np.:

- Nie próbujcie niczego językiem, nie sprawdzajcie smaku, nie pijcie płynów.
- Przestrzegajcie instrukcji przeprowadzenia eksperymentu. Jeśli chcecie zmienić coś w jego przebiegu, zawsze zapytajcie nauczycielkę.
- Zachowajcie ostrożność, korzystając z ostrych przedmiotów, jak nożyczki lub wykałaczki.
- Podczas eksperymentowania zachowajcie porządek: od razu wytrzyjcie rozlaną wodę, chowajcie przedmioty, z których nie korzystacie.

Inspiracja

Więcej informacji o zasadach pracy przyrodnika, ciekawe zdjęcia i ćwiczenia znajdziesz na stronie E-podręczników: <https://epodreczniki.pl/a/zasady-pracy-przyrodnika/DDVoppEqK>.

Uczenie przez dociekanie

Metodą wspierającą kreatywne podejście uczniów i uczennic do eksperymentowania w ramach przedmiotów przyrodniczych, a jednocześnie naukową, jest uczenie przez dociekanie (inaczej – odkrywanie przez rozumowanie; ang. *inquiry based learning*).

Uczenie przez dociekanie polega na:

- samodzielnym stawianiu pytań, znajdowaniu problemów badawczych, hipotez,
- pracy w duchu naukowym, czyli korzystaniu z cyklu pracy naukowców – stawianiu zagadnień i badaniu ich w toku uczenia się,
- uczeniu się na błędach,
- współpracy, a także odpowiedzialności za własne uczenie się.

Małe kroki

Praca metodą uczenia przez dociekanie jest procesem wymagającym wiele czasu, a większa jego część odbywa się na kolejnych etapach edukacyjnych, tzn. w starszych klasach szkoły podstawowej czy w liceum.

Zanim uczniowie i uczennice będą samodzielnie prowadzić eksperymenty, zacznij od pokazu interaktywnego – przeprowadź pokaz eksperymentu, zatrzymując się przy kolejnych czynnościach, wyjaśniając, co robisz i zadając pytania: „Co powinienam teraz zrobić?”, „Jak myślicie, co się wydarzy?”, „Czy płyn będzie cieplejszy czy zimniejszy?”.

Kolejnym krokiem we wspólnym eksperymentowaniu może być oddanie kolejnych czynności w ręce uczniów i uczennic. Przelewanie wody, wsypywanie soli czy barwnika, wycinanie – to uczniowie i uczennice mogą bez obaw zrobić samodzielnie lub w grupach.

Jeśli pójdę późno spać, to jutro będę niewyspana, czyli nasze pierwsze hipotezy

Trzeba zachęcać uczniów i uczennice, aby podejmowali próby samodzielnego stawiania hipotez. W *Edu-skrzynkach* przed opisem eksperymentu znajdziecie zaproszenie do samodzielnego stawiania hipotez, np.:

Zastanówcie się nad odpowiedzią na najważniejsze pytanie: czy zanieczyszczenia wody zawsze są widoczne. Porozmawiajcie o tym w parach.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy:

- Co może zanieczyścić wodę?
- Czy każde zanieczyszczenie łatwo zauważyć?
- Czy każde zanieczyszczenie łatwo usunąć z wody?
- Jakie mogą być skutki zanieczyszczenia wody, np. w rzece?

Hipoteza jest zwykle zdaniem twierdzącym w formie: **im..., tym...; jeżeli..., to...**

Przykładowa hipoteza: **Im** szybciej mieszamy, **tym** szybciej cukier się rozpuści. Hipoteza powinna być prosta, krótka, łatwa do sprawdzenia, musi odpowiadać na postawione pytanie badawcze.

W ramach rozgrzewki poproś uczniów i uczennice, żeby każdy wymyślił jedną hipotezę o ich dniu w szkole czy w domu, np.:

- Jeśli po południu będzie ciepło, to pójdę na rower.
- Jeśli pójdę późno spać, to jutro będę niewyspana.

Jak w praktyce uczyć się przez dociekanie? Wskazówki dla nauczyciela

- Zaproś każdego ucznia i uczennicę lub każdą parę, grupę do postawienia swojej hipotezy.
- Stwórz bezpieczne warunki pracy, aby każdy mógł wypowiedzieć swój pomysł.
- Zadawaj dużo pytań pomocniczych.
- Dawaj uczniom i uczennicom czas na zastanowienie się.
- Pytaj o pomysły i perspektywę uczniów i uczennic, np.: jak sądzisz, dlaczego tak się dzieje, jak myślisz..., jak ci się wydaje...
- Przygotuj uczniów i uczennice na to, że coś może pójść nie tak, jak zamierzą, i że jest to element eksperymentowania. Nie wszystkie hipotezy da się sprawdzić. W wielu eksperymentach nic nie idzie zgodnie z planem, dlatego są eksperymentami. Na tym polega praca naukowca!
- Pokazuj, że nauka jest przygodą i że stoją za nią konkretni ludzie. Zaproś na zajęcia naukowca, który w prosty sposób opowie, czym się zajmuje; opowiadaj o naukowcach obu płci, o historii nauki. Ciekawe opowiadania znajdziesz np. w książce *Uczeni w anegdocie* A.K. Wróblewskiego.
- Pozwól, szczególnie młodszym dzieciom, wcielić się w role naukowców, np. poprzez przebranie się za nich: nakładanie okularów, kitla itp.
- Wspólnie stwórzcie własny kodeks młodego naukowca.
- Pozwól uczniom i uczennicom (w miarę możliwości) samodzielnie przeprowadzić doświadczenie, nawet jeśli wiąże się to z rozlewaniem wody na podłogę.
- Obserwuj, co najbardziej ciekawi uczniów i uczennice, a następnie rozwijaj te właśnie zainteresowania.
- Pracuj z małymi grupami, parami, zachęcaj uczniów i uczennice do współpracy, ucz rozmowy i wzajemnego słuchania siebie.
- Załóż grupowe lub klasowe pudełko pytań, do którego każdy może w dowolnym momencie wrzucić swoje pytanie.
- Zachęcaj uczniów i uczennice do wyrażania własnymi słowami tego, nad czym pracuje grupa.
- Pokaż, że nauka i eksperymentowanie są tak samo dla chłopców, jak i dla dziewczynek.

O tym, dlaczego i jak należy wspierać dziewczyny w rozwijaniu zainteresowań naukami ścisłymi, przyrodniczymi i nowymi technologiami, możesz przeczytać w przewodniku dla nauczyciela, który powstał w projekcie *Wzór na ścisłe*: https://globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/wns_przewodnik_nauczycielki.pdf, i zobaczyć w krótkim filmie, który powstał w programie *Ścisłe dla dziewczyn*: <https://www.youtube.com/watch?v=06iEAcq0Abg>.

Ocenianie kształtujące

Ocenianie kształtujące pomaga dzieciom zdobywać wiedzę i umiejętności, a nauczycielowi – dowiedzieć się, w jakim stopniu uczniowie opanowali określony materiał i czego powinni się dalej uczyć. Ocena ma być wartościową informacją o stanie osiągnięć, sukcesach i brakach w procesie uczenia się i nauczania. Ocenianie kształtujące, tak jak uczenie się przez dociekanie, jest strategią pomagającą uczniom i uczennicom budować **wewnętrzną motywację**.

Elementami zaczerpniętymi wprost z oceniania kształtującego w *Edu-skrzynkach* są:

- a)** pytania kluczowe, na które uczniowie poszukują odpowiedzi na początku zajęć i weryfikują je w toku eksperymentu;
- b)** cele eksperymentu sformułowane w języku ucznia.

Już same założenia **uczenia przez dociekanie** wzmacniają rozwojowy charakter oceniania i pozwalają na usamodzielnianie go w procesie uczenia się. Więcej o ocenianiu kształtującym możecie dowiedzieć się ze strony CEO: <https://ok.ceo.org.pl/>.

IV. Eksperymentowanie w podstawie programowej szkoły podstawowej

Szkoła podstawowa, klasy IV–VI

W szkole podstawowej przedmiotem wprowadzającym do dalszej edukacji w naukach ścisłych jest przyroda. *Nadrzędnym celem przedmiotu „przyroda” w klasie IV jest przybliżenie uczniowi najbliższego otoczenia, stworzenie możliwości poznania składników krajobrazu i zależności zachodzących w przyrodzie (Wstęp).*

Na początku swojej edukacji przyrodniczej uczniowie i uczennice poznają słownictwo, metody pracy, narzędzia, które pozwolą im badać otaczającą rzeczywistość, dowiadują się jak prowadzić obserwacje i pomiary w terenie, korzystając z różnych pomocy, jak wykonywać doświadczenia zgodnie z instrukcją, właściwie je dokumentować i prezentować wyniki (Cele kształcenia – wymagania ogólne II 1, 2). Ponadto w ramach sposobów poznawania przyrody uczeń *podaje przykłady wykorzystania zmysłów do prowadzenia obserwacji przyrodniczych, stosuje zasady bezpieczeństwa podczas obserwacji i doświadczeń przyrodniczych i wymienia różne źródła wiedzy o przyrodzie (I 3,4,5).*

Eksperymenty, które znajdują się w *Edu-skrzynkach* szczególnie mocno nawiązują do trzech obszarów podstawy programowej do przyrody:

- III Pogoda, składniki pogody, obserwacje pogody – uczeń poznaje składniki pogody i przyrządy służące do ich pomiaru, podaje przykłady opadów atmosferycznych oraz wskazuje ich stan skupienia, nazywa zjawiska pogodowe i opisuje ich następstwa, opisuje zasady bezpiecznego zachowania się podczas występowania niebezpiecznych zjawisk pogodowych;
- V Ja i moje otoczenie – uczeń opisuje sposoby zapobiegania chorobom, podaje przykłady przedmiotów wykonanych z substancji sprężystych, kruchych i plastycznych i uzasadnia ich zastosowanie w przedmiotach codziennego użytku;
- VI Środowisko przyrodnicze najbliższej okolicy – rozróżnia wody stojące i płynące, podaje ich nazwy oraz wskazuje naturalne i sztuczne zbiorniki wodne, określa warunki życia w wodzie i wskazuje przystosowanie organizmów do środowiska życia, rozpoznaje i nazywa organizmy żyjące w wodzie.

W klasach V i VI rolę dalszego wprowadzenia ucznia w świat nauki i przyrody przejmują dwa przedmioty – geografia i biologia.

Biologia

Nauczanie biologii w szkole podstawowej ma na celu rozwijanie u uczniów chęci poznawania świata, kształtowanie u nich właściwej postawy wobec przyrody i środowiska.

Przekazywaniu wiedzy biologicznej w szkole podstawowej towarzyszy kształtowanie postaw ucznia i uczennicy. Młodzi ludzie poznają budowę komórki, sposoby oddychania czy rozmnażania najróżniejszych organizmów, aby lepiej zrozumieć potrzebę ochrony przyrody i odpowiedzialnie korzystać z jej dóbr. W *Edu-skrzynkach* nauczyciele i nauczycielki znajdują eksperymenty oraz komentarze, które uwrażliwiają młodych ludzi na potrzeby środowiska naturalnego oraz wszystkich istot żywych.

W ramach lekcji biologii dzieci pogłębiają zdobyte wcześniej umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji oraz doświadczeń, uczą się definiować problemy badawcze, formułować hipotezy, dokumentować obserwacje.

Geografia

Wartość edukacyjna geografii jako przedmiotu szkolnego wynika z integrowania wiedzy ucznia o środowisku przyrodniczym z wiedzą społeczno-ekonomiczną i humanistyczną.

W ramach lekcji geografii uczniowie i uczennice mogą rozwinąć umiejętności eksperymentowania przez *prowadzenie obserwacji i pomiarów w terenie, stawianie pytań, formułowanie hipotez oraz proponowanie rozwiązań problemów dotyczących środowiska geograficznego (II 6)*. Uczniowie i uczennice częściej wychodzą w teren, szukając w naturze potwierdzenia książkowej wiedzy, rozwijają umiejętności wyobraźni przestrzennej (II 8).

Eksperymenty i komentarze znajdujące się w *Edu-skrzynkach* szczególnie mocno nawiązują do dwóch obszarów podstawy programowej do przedmiotu „geografia”:

- IV Krajobrazy świata – uczniowie i uczennice dowiadują się jak klimat wpływa na życie ludzi na całym świecie i jakie są *współzależności między składnikami poznawanych krajobrazów i warunkami życia człowieka*;

- III Lądy i oceany na Ziemi – uczniowie i uczennice poznają kraje świata, korzystają z mapy i globusa, wymieniają nazwy kontynentów i oceanów.

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej (Dz.U. 2017 poz. 356).

V. Źródła

1. Załamana moneta

- *Algae factories of the future - from prototype to production*, CODIS European Commission, <https://cordis.europa.eu/article/id/36183-algae-factories-of-the-future-from-prototype-to-production/pl>.
- *Niesprawiedliwy podział żywności*, Compassion Polska, <https://www.ciwf.pl/hodowla-przemyslowa/niesprawiedliwy-podzial-zywnosci/>.
- *W głębinach*, Zintegrowana Platforma Edukacyjna MEN, <https://zpe.gov.pl/a/w-glebinach/D1HbyTrkr>.

2. Raz ciepło, raz zimno

- Gourdeau J., tłumaczenie na język polski: Dr Agnieszka Wypych, Dr Anita Bokwa, *Albedo*, Encyklopedia klimatologiczna ESPERE, http://klimat.czn.uj.edu.pl/enid/3__S_o_ce_i_chmury/-_Albedo_47h.html.
- Kardaś A., *Niedźwiedź polarny – gatunek narażony*, Nauka o klimacie: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/niedzwiedz-polarny-gatunek-narazony-228>.
- Ślązak A., *Człowiek ogranicza rolę drapieżników w przyrodzie*, Nauka w Polsce PAP, <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C412005%2Cczlowiek-o-granicza-role-drapieznikow-w-przyrodzie.html>.
- Wiig Ø., Amstrup S., Atwood T., Laidre K., Lunn N., Obbard M., Regehr E. & Thiemann G., 2015. *Ursus maritimus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015*, <https://www.iucnredlist.org/species/22823/14871490>.

3. Rozety, czyli ile odbić

- *Fizyk: zmiany klimatu nie oznaczają, że śniegu pada mniej*, Teraz Środowisko, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Fizyk-zmiany-klimatu-nie-oznaczaja-ze-sniegu-pada-mniej-2913.html?fbclid=IwAR3vSMNDCzldCx6wBIBC-Cf9hVleukThr1eeW45qzDva7NABF0huwyqsylM>.
- *Konwencja Ramsarska*, Centrum Ochrony Mokradeł, <https://bagna.pl/zglebiaj-wiedze/konwencja-ramsarska/354-konwencja-ramsarska>.
- Nowosad M., 1994, *Zarys charakterystyki pokrywy śnieżnej w Bieszczadach*, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XLIX, 14, ss. 197-215, <http://serwisy.umcs.lublin.pl/marek.nowosad/publications%20and%20other%20papers/1994%20Zarys%20charakterystyki%20pokrywy%20śnieżnej%20w%20Bieszczadach.pdf>.
- Wojciechowski K., *Nowe obszary chronione w Ukrainie*, *Miesięcznik Dzikie Życie*, <https://dzikiezycie.pl/archiwum/2019/maj-2019/nowe-obszary-chronione-w-ukrainie>.

4. Nieboskłon

- *Light pollution*, International Dark-Sky Association, <https://www.darksky.org/light-pollution/>.
- Stanisławska A., *Nocą w polskim mieście nie widać gwiazd*, Crazy Nauka, <https://www.crazynauka.pl/noca-w-miescie-nie-widac-gwiazd/>.
- *Zanieczyszczenie światłem*, Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego, <http://www.astro.uni.wroc.pl/ciemna-strona-swiatla>.

5. Ultrafiolet

- *Kolizje ptaków z budynkami lub ekranami*, Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (OTOP), <https://otop.org.pl/ptasie-porady/ptasie-problemy/kolizje-ptakow-z-budynkami-lub-ekranami/>.
- Siuchno M., *Szyby a ptaki – niewidzialne zagrożenie*, Stowarzyszenie Ptaki Polskie: <https://jestemnaptak.pl/arttykul/szyby-a-ptaki-niewidzialne-zagrozenie>.
- *Wzrok ptaków*, Fundacja Szklane Pułapki, <https://szklanepulapki.pl/aktualnosci/wzrok-ptakow/>.

Dostęp do źródeł internetowych: lipiec 2021 r.

VI. Doświadczenia i ich powiązania z Celami Zrównoważonego Rozwoju

Podczas rozmów z dziećmi o światło w przyrodzie możemy odwołać się do wielu wyzwań współczesnego świata. W tej publikacji skupiamy się na pięciu Celach Zrównoważonego Rozwoju:

Cel 3: Dobre zdrowie i jakość życia

Wciąż musimy intensywnie pracować nad zwalczaniem chorób i stawiać czoło różnym zagrożeniom zdrowotnym. Jeśli uda nam się zapewnić bardziej efektywne finansowanie systemów opieki zdrowotnej, poprawę warunków sanitarnych i higieny, zwiększenie dostępu do lekarzy, a także ograniczyć zanieczyszczenie środowiska, zrobimy wielkie postępy w ratowaniu życia i zdrowia milionów ludzi.

Cel 6: Czysta woda i warunki sanitarne

Ograniczony dostęp do wody, ale też jej słaba jakość i niewłaściwe warunki sanitarne to problemy, które osłabiają bezpieczeństwo żywnościowe i negatywnie wpływają na źródła utrzymania ludzi z dotkniętych nimi obszarów. Kłopoty z wodą utrudniają także dzieciom z biednych rodzin dostęp do edukacji.

Przewiduje się, że do 2050 r. przynajmniej co czwarta osoba na świecie będzie mieszkać w kraju dotkniętym chronicznym lub okresowym deficytem wody pitnej.

Cel 12: Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja

Zużycie zasobów naturalnych jest coraz wyższe, szczególnie na terenach Azji Wschodniej. Przyczynia się to do zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby, z którymi wciąż boryka się wiele krajów.

Zrównoważona konsumpcja i produkcja mają służyć temu, by osiągać lepsze i większe efekty podjętych działań przy wykorzystaniu mniejszych zasobów. Odpowiedzialne podejście do tych kwestii pozwala na zwiększenie korzyści netto z działalności gospodarczej poprzez redukcję zużytych materiałów, a zarazem umożliwia ograniczenie skali zanieczyszczeń oraz degradacji środowiska, co prowadzi do poprawy jakości życia ludzi.

Aby jednak konsumpcja i produkcja stały się zrównoważone, trzeba o to dbać na każdym etapie procesu produkcyjnego, przy współpracy wszystkich uczestniczących w nim podmiotów - począwszy od producentów, a skończywszy na konsumentach.

Cel 13: Działania w dziedzinie klimatu

Obecnie zmiany klimatu są odczuwane na całym świecie. Napędza je coraz wyższa emisja gazów cieplarnianych, której powodem jest działalność człowieka. Wskaźnik emisji gazów cieplarnianych jest wyższy niż kiedykolwiek w historii. Jeśli nie zaczniemy działać, to zgodnie z przewidywaniami średnia temperatura globu w obecnym stuleciu zwiększy się o ponad 3° Celsjusza, a w niektórych regionach świata wzrost ten będzie jeszcze wyższy.

Przeciwdziałanie zmianom klimatu jest wyzwaniem globalnym. Emisja gazów cieplarnianych w jakimkolwiek miejscu na ziemi oddziałuje na życie ludzi na całym świecie. Aby skutecznie działać w tym obszarze, konieczna jest skoordynowana współpraca i wypracowywanie rozwiązań na szczeblu międzynarodowym.

Cel 15: Życie na lądzie

Prawie 15% obszarów lądowych znajduje się obecnie pod ochroną, ale różnorodność biologiczna jest wciąż zagrożona.

Wylesianie i pustoszczenie, będące wynikiem działalności człowieka, to najważniejsze wyzwania dla zrównoważonego rozwoju.



1. Załamana moneta

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- zrozumiesz, dlaczego przedmioty „zaginają się” pod wodą,
- dowiesz się, czym jest załamanie światła.

Czas eksperymentu - 10-15 min

Pytanie kluczowe: Czy można coś ukryć za przezroczystym szkłem?

Podstawowe pojęcia

- światło,
- załamanie światła,
- prędkość światła.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- dwie monety,
- dwie gładkie szklanki,
- woda.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe - „Czy można coś ukryć za przezroczystym szkłem?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy szkło może zniekształcać obraz?
- Czy światło przenika przez szkło?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Świat widziany przez szkło jest zniekształcony.
- Świat widziany przez szkło nie jest zniekształcony.

Przebieg eksperymentu

- Niech jedna osoba usiądzie przy ławce.
- Na środku ławki połóżcie dwie monety.
- Między monetami powinien być odstęp około 10 cm.
- Obie monety powinny leżeć w tej samej odległości od osoby siedzącej przy ławce.
- Postawcie na każdej z monet pustą szklankę.
- Czy osoba siedząca przy ławce widzi obie monety?
- A czy wy, gdy pochylacie się nad szklankami, widzicie obie monety?
- Nalejcie wody do jednej ze szklanek.

- Czy osoba siedząca przy ławce widzi obie monety?
- A czy wy, gdy pochylacie się nad szklankami, widzicie obie monety?

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Szklanki muszą być w odpowiedniej odległości od osoby siedzącej przy ławce, żeby eksperyment się udał. Zwykle sprawdza się środek ławki.
- Jeżeli po nalaniu wody osoba siedząca przy ławce nadal widzi obie monety, powinna się lekko odsunąć/przysunąć lub pochylić/unieść głowę.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Obie monety są doskonale widoczne pod pustymi szklankami - zarówno dla siedzącego obserwatora, jak i dla pochylających się nad nimi osób.
- Nalanie wody powoduje, że dla siedzącego obserwatora moneta znika. Dla patrzących z góry obie monety nadal są widoczne, ale mogą mieć różny rozmiar.

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Monety wkładamy do szklanek, a nie ukrywamy ich pod nimi.
- Używamy jednej monety i jednej szklanki. Monetę wkładamy do szklanki. Patrzymy na nią z góry i powoli odsuwamy się, dopóki moneta nie zniknie nam z pola widzenia. Nie poruszamy głową. Nalewamy wodę do szklanki. Moneta znowu jest widoczna.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy można coś ukryć za przezroczystym szkłem?”

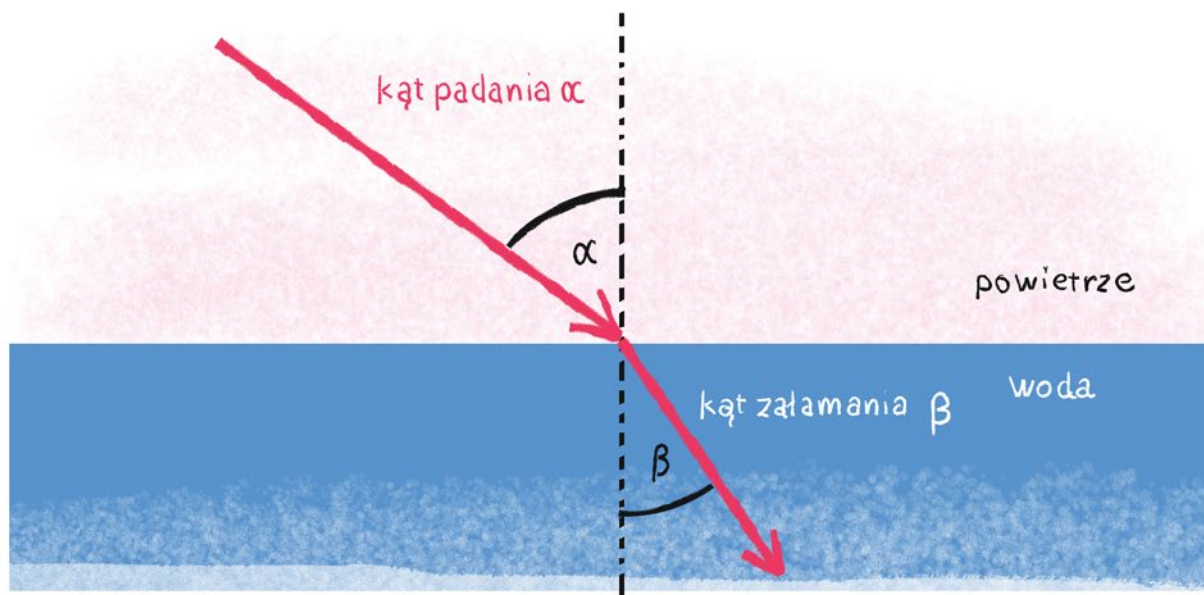
- Tak, choć samo szkło może nie wystarczyć (chyba, że jest bardzo grube). W eksperymencie pomagają nam woda wypełniająca szklankę.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Światło porusza się z różną prędkością w różnych ośrodkach.
- Prędkość zależy od gęstości ośrodka. Najszybciej powietrze porusza się w próżni.
- W eksperymencie światło najszybciej porusza się w powietrzu, wolniej w wodzie, a najwolniej w szkłe.
- Przechodząc z rzadszego ośrodka do gęstszego, światło traci prędkość - zwalnia.
- Zwalniając, światło ulega załamaniu. To znaczy, że promień światła lekko skręca, załamuje się.
- W eksperymencie światło załamuje się na granicach ośrodków:
 - powietrza i szkła,
 - powietrza i wody,
 - wody i szkła.
- Żeby nasze oczy mogły cokolwiek zobaczyć, musi do nich dotrzeć światło odbite od obserwowanego ciała.



- Światło odbite od monety, które do tej pory trafiało do naszych oczu, po wlaaniu wody do szklanki zostaje załamane na tyle mocno, że nie dociera już do naszych źrenic. W ten sposób moneta znika nam z oczu.



Rys. 1. Załamanie światła na granicy ośrodków: powietrza i wody

Źródło: opracowanie własne



Roślinniej

WYZWANIE

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

- jakie znaczenie dla życia na Ziemi ma światło,
- jaka dieta jest przyjazna dla środowiska.

Woda jest gęstszym ośrodkiem niż powietrze. Dlatego światło w wodzie napotyka opór i ulega załamaniu. Poza tym w wodzie rozprzestrzenia się po prostu trudniej niż w powietrzu – dociera tylko do pewnej głębokości. W oceanach jest to głębokość około 1 km. Tymczasem dno najgłębszego rowu oceanicznego na świecie – Rowu Mariańskiego – leży prawie 11 km pod powierzchnią wody! Warunki do życia dla organizmów w takich ciemnych i zimnych głębinach są ekstremalnie trudne.

Tam, gdzie nie ma światła, nie mogą żyć rośliny. Dlatego w głębinach oceanicznych występują głównie zwierzęta odżywiające się szczątkami roślin i zwierząt opadającymi z tzw. strefy fotycznej - wyższej warstwy wody, do której dociera światło (rys. 2).



Rys. 2. Strefy świetlne oceanu
Źródło: opracowanie własne

Szczęśliwie dla nas, na lądzie światło dociera do różnych miejsc bez większych przeszkód. Dzięki temu mogła rozwinąć się tutaj bujna roślinność i inne zróżnicowane formy życia.

Propozycja ćwiczenia

Zastanówcie się, jakie znaczenie dla przyrody i człowieka ma światło.

Dla nauczyciela:

- światło dociera do oczu ludzi oraz zwierząt i pozwala korzystać ze zmysłu wzroku,
- światło słoneczne niesie energię cieplną,
- światło umożliwia roślinom odżywanie się w procesie fotosyntezy,
- światło może być źródłem energii elektrycznej.

Rośliny to organizmy samożywne. To oznacza, że same wytwarzają sobie pokarm i budulec do wzrostu. Proces, w którym roślina produkuje sobie pokarm z wody pobranej z gleby i dwutlenku węgla pochłanianego z powietrza, nazywamy fotosyntezą. Produktem ubocznym fotosyntezy jest tlen. Do jej przeprowadzenia (oprócz składników – wody i dwutlenku węgla) konieczna jest obecność światła oraz chlorofilu – zielonego barwnika występującego w liściach. Chlorofil ma zdolność pochłaniania energii światła.

To oznacza, że rośliny pochłaniają energię słoneczną i gromadzą ją w postaci cząsteczek cukru. Roślinami żywią się zwierzęta roślinożerne, a roślinożercami – zwierzęta drapieżne. W ten sposób energia, która pochodzi ze światła słonecznego, przepływa przez kolejne ogniwa świata organizmów żywych i wprawia je w ruch. Z tego powodu fotosynteza jest kluczowym procesem dla istnienia życia na Ziemi. Na fotosyntezie opiera się również rolnictwo, czyli produkcja żywności.

Żywność przyszłości?

Dziś (w 2021 r.) na Ziemi żyje prawie 8 mld ludzi. Jesteśmy gatunkiem, który zdominował planetę w wielu wymiarach. Jednym z takich wymiarów jest rolnictwo. Tymczasem rośliny uprawne, oprócz dwutlenku węgla, wody i światła, potrzebują jeszcze jednego ważnego elementu – żyznego terenu pod uprawę. Aby produkować żywność, człowiek zajmuje coraz to nowe naturalne tereny – wycina lasy, osusza mokradła...

W Unii Europejskiej ponad połowa gruntów rolnych jest przeznaczona pod uprawę pasz dla zwierząt gospodarskich, zamiast produkować żywność bezpośrednio dla ludzi. Szacuje się, że każde 100 kcal z roślinnych pasz dla zwierząt daje zaledwie 17 kcal w postaci mięsa spożywanego przez człowieka. Jednocześnie mieszkańcy Europy zjadają bardzo dużo mięsa, znacznie więcej, niż jest to wskazane ze względów zdrowotnych.

Ten problem dotyczy nie tylko Europy, ale całego świata. Podczas gdy w bogatych krajach jada się zbyt dużo mięsa, w niektórych rejonach Afryki, Azji czy Ameryki Południowej wciąż wiele osób cierpi z powodu głodu. Aby rozwiązać problem niedostatku jedzenia i jednocześnie zapewnić sobie przyszłość w lepszym zdrowiu, powinniśmy zmienić swoje nawyki żywieniowe.

Jak to zrobić?

Warto ograniczyć ilość spożywanego mięsa, nabiału i jaj na rzecz żywności roślinnej. Rośliny, które są źródłem wartościowego białka, to m.in. soczewica, ciecierzycyca, bób, groch, fasola, soja.

Ciekawostka

Algi morskie (inaczej glony) bywają nazywane żywnością przyszłości. To wodne rośliny i inne organizmy przeprowadzające fotosyntezę. Mają dużą wartość odżywczą, są źródłem białka, wielu witamin i minerałów. Ich wielką zaletą jest sposób hodowli - nie potrzebują ziemi uprawnej, ponieważ są pozyskiwane z upraw w płytkich, ciepłych wodach lub ze specjalnych bioreaktorów.

Polecane materiały:

- scenariusz zajęć terenowych *Rolnictwo ekologiczne-zrównoważone czy intensywne*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, <https://ekologia.ceo.org.pl/content/rolnictwo-ekologiczne-zrowowazone-czy-intensywne>,
- scenariusz lekcji *Ślad ekologiczny*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, <https://globalna.ceo.org.pl/biologia/scenariusze-i-gry/slady-ekologiczny>.



REFLEKSJA

- Co jeszcze możemy zrobić, poza ograniczeniem produktów zwierzęcych, aby uczynić naszą dietę zdrowszą i bardziej przyjazną dla środowiska?
- Zaproponujcie swój eko-jadłospis na jeden dzień.
- Z czym kojarzy wam się hasło „rolnictwo ekologiczne”? Jakie wady i zalety może mieć taki sposób produkowania żywności?



2. Raz ciepło, raz zimno

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedział(a), dlaczego latem lepiej nosić jasne ubrania,
- zrozumiesz, jak pokrywa śnieżna chroni Ziemię przed przegrzaniem.

Czas - 10 min przygotowanie i obserwacje, 45 min całość

Pytanie kluczowe: Czy czarna piłka nagrzewa się szybciej niż biała?

Podstawowe pojęcia

- albedo,
- energia.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- termometr,
- dwie butelki,
- woda,
- biała kartka papieru,
- czarna kartka papieru,
- taśma klejąca,
- nożyczki.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe - „Czy czarna piłka nagrzewa się szybciej niż biała?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy kolory kojarzą wam się z temperaturą?
- Na plażę lepiej założyć czarne czy białe ubranie?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Ciemne rzeczy nagrzewają się szybciej od jasnych.
- Jasne rzeczy nagrzewają się szybciej od ciemnych.
- Kolor nie wpływa na szybkość nagrzewania się rzeczy.

Przebieg eksperymentu

- Nalejcie zimnej wody do dwóch butelek.
- Jedną z butelek oklejcie białym papierem, a drugą czarnym.
- Zmierzcie i zanotujcie temperaturę wody w obu butelkach.
- Postawcie butelki na słońcu.
- Oczekajcie około 30 min, a potem ponownie zmierzcie temperaturę wody w obu butelkach.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Eksperyment należy przeprowadzać w słoneczny dzień.
- Pomiaru temperatury można dokonać kilkakrotnie.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Butelka owinięta czarnym papierem nagrzeje się bardziej/szybciej od butelki owiniętej w biały papier.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy czarna piłka nagrzewa się szybciej niż biała?”

- Tak. Jasne przedmioty nagzewają się wolniej, ciemne szybciej.

Wytlumaczenie zagadnienia fizycznego

- Światło widzialne, czyli światło białe, jest mieszaniną różnych barw.
 - Widzimy to podczas rozszczepienia światła białego na składowe kolory w tęczy.
- Kolor każdego przedmiotu zależy od tego, jakie światło ten przedmiot odbija, a jakie pochłania:
 - zielona kartka odbija zielone światło, a wszystkie inne kolory pochłania,
 - czarna kartka pochłania wszystkie kolory światła,
 - biała kartka odbija wszystkie kolory światła.
- Światło jako fala elektromagnetyczna niesie ze sobą energię. Im więcej światła dany przedmiot pochłania, tym bardziej się on nagzewa.
- Dlatego przedmioty o czarnej barwie nagzewają się bardziej/szybciej niż przedmioty białe.
- Pokrywa śnieżna biegunów, czapy śnieżne w górach i lodowce odbijają dużą ilość promieniowania słonecznego, dzięki czemu chronią naszą planetę przed przegrzaniem.

Ciekawostka

Albedo – stosunek ilości promieniowania odbitego do padającego.

- Niskie dla ciemnych przedmiotów, wysokie dla jasnych.
- Waha się od 0% (absolutna czern, brak światła odbitego) do 100% (absolutna biel, całe światło zostało odbite).
- Albedo asfaltu to zaledwie 5-10%.
- Albedo świeżego śniegu wynosi do 95%.





Ziemska lodówka

W trakcie tego wyzwania dzieci dowiedzą się:

- jakie znaczenie dla całego świata ma lód w Arktyce,
- dlaczego niedźwiedzie polarne nie marzną,
- dlaczego wiele dużych drapieżników to zagrożone gatunki.

Białe przedmioty najlepiej odbijają światło, przez co słabo się nagrzewają i mogą działać chłodząco. Dlatego jasne ubrania dają nam większy komfort w upalne letnie dni. Jak myślicie, czy kolor ma znaczenie tylko dla naszej garderoby?

Zastanówcie się:

- Jaki budynek będzie bardziej nagrzewał się od słońca: z jasnym czy z ciemnym dachem?
- Jaka powierzchnia będzie się bardziej nagrzewała od słońca: białego lodowca czy ciemnego oceanu?

Być może wiecie już, że na całym świecie zachodzi szybkie ocieplenie się klimatu. Najszybciej ociepla się Arktyka, czyli okolice północnego bieguna Ziemi. Tymczasem ten pokryty lodem obszar jest dla kuli ziemskiej jak wielka lodówka. Lód odbija światło słoneczne w kosmos, przez co nie pozwala, by Ziemia się przegrzewała. Niestety, naukowcy ostrzegają, że Arktyka topnieje. Z roku na rok jest tam coraz mniej lodu. Kiedy lód się topi, odsłania powierzchnię wody, która jest ciemna i – zamiast odbijać – pochłania promienie słoneczne. W ten sposób proces ocieplania planety przyspiesza. Można powiedzieć, że nasza „ziemska lodówka” zaczyna się psuć i coraz słabiej schładza planetę.



Fot. 1. Naukowcy badający stan arktycznego lodu podczas kampanii ICESCAPE w 2010 r.
Źródło: NASA/Kathryn Hansen, flickr.com/photos/gsfrc/6151061573 (CC BY 2.0)

Topnienie arktycznego lodu to jeden ze skutków globalnego ocieplenia klimatu. Problem globalnego ocieplenia został szerzej omówiony w rozdziale *Poduszka powietrzna Eduskrzynki „Powietrze”* dla klas IV-VI. Zachęcamy do skorzystania z zamieszczonego tam scenariusza w celu uzupełnienia zagadnienia – poznania przyczyn zmian klimatu i możliwych kierunków działań, które mogą powstrzymać ich postęp.

Ciepło, coraz cieplej...

Arktyka bardzo dynamicznie się zmienia. Ociepla się dużo szybciej niż reszta świata i cały czas ubywa tam lodu. Jak te zmiany wpłyną na mieszkańców tych obszarów? Co stanie się ze zwierzętami, które tam występują?

Niestety, ocieplenie klimatu jest jedną z przyczyn spadku liczebności i zagrożenia wyginięciem wielu gatunków zwierząt. Należy do nich niedźwiedź polarny – największy lądowy drapieżnik na Ziemi. Zdjęcia wychudzonych białych niedźwiedzi to już jeden z symboli globalnego ocieplenia postępującego na naszych oczach. Te niedźwiedzie naturalnie żywią się fokami, a żeby do nich dotrzeć przemieszczają się po powierzchni lodu. Tymczasem arktyczna zima trwa coraz krócej, a pokrywa lodowa się kurczy. Niedźwiedzie muszą częściej szukać pokarmu na lądzie. Przemierzają w tym celu długie dystanse, a to, co uda im się znaleźć, zwykle nie jest dla tych wielkich drapieżników wystarczająco pożywne.

Co kilka lat naukowcy publikują *Czerwoną księgę gatunków zagrożonych* - listę gatunków zwierząt i roślin z całego świata, którym grozi wyginięcie. W 2015 r. na liście pojawił się niedźwiedź polarny. Największym zagrożeniem dla tego gatunku jest ocieplenie klimatu. W tej chwili liczba niedźwiedzi polarnych na świecie to około 26 000 osobników.

Ciekawostka

Biały kolor odbija światło i działa chłodząco. Czy to oznacza, że niedźwiedzie polarne marzną w swoim śnieżnobiałym futrze?

- Sierść niedźwiedzi polarnych jest biała, ale skóra pod spodem – czarna! Dzięki temu dobrze zatrzymuje ciepło. Biała sierść służy temu, by dobrze się maskować w białym śnieżno-lodowym krajobrazie.
- Podobne białe futro mają inne arktyczne zwierzęta, takie jak lisy polarne czy zające polarne. W Polsce występują gatunki, które zimą zmieniają futro na śnieżnobiałe: łasica, gronostaj i zając bielak.

Pod ochroną

Zdrowy ekosystem to taki, w którym żyją duże drapieżniki: niedźwiedzie, wilki, rysie, lwy czy tygrysy. To zwierzęta, które stoją na straży równowagi ekosystemu. Ograniczają liczebność roślinożerców, takich jak sarny czy jelenie, dzięki czemu rośliny mogą przetrwać i rozwijać się. Drapieżniki eliminują głównie słabsze i chore osobniki.

Wiele gatunków dużych drapieżników na świecie jest zagrożonych wyginięciem. Przyczyną tego są:

- polowania (dla skór i trofeów, dla rozrywki),
- degradacja siedlisk (wycinanie lasów, budowa dróg),
- zmiany spowodowane globalnym ociepleniem.

W Polsce największym drapieżnikiem jest niedźwiedź brunatny, który rozmiarami tylko trochę ustępuje swojemu arktycznemu krewniakowi – niedźwiedziowi polarnemu. Występuje on na południu kraju, m.in. w Tatrach. Po II wojnie światowej polska populacja liczyła zaledwie kilkanaście niedźwiedzi. Teraz to około 110 osobników. Również liczebność wilków i rysi w naszych lasach powoli wzrasta dzięki skutecznej ochronie.

Niedźwiedzie polarne są w trudniejszej sytuacji. To czas, by zrozumieć, że ich przyszłość zależy od nas i od tego, czy powstrzymamy dalsze ocieplenie klimatu.

Propozycja ćwiczenia

Szacuje się, że w Polsce żyje około 110 niedźwiedzi, 200 rysi i 2 000 wilków. Przypomnijcie sobie, ile osób mieszka w naszym kraju (około 38 mln). Obliczcie, ilu ludzi przypada w Polsce na:

- jednego niedźwiedzia,
- jednego rysia,
- jednego wilka.

Po wykonaniu obliczeń rozmawiajcie o wynikach. Następnie niech chętne osoby podzielą się swoimi wnioskami z resztą klasy.

Polecane materiały

Scenariusz zajęć dla szkoły podstawowej *Klimat. Niedźwiedź polarny*, WWF, http://www.naukatozabawa.pl/WWF-narzedziownik_klimat.pdf.

Scenariusz zajęć dla szkoły podstawowej *Duże drapieżniki. Wilk, ryś i niedźwiedź*, WWF, http://www.naukatozabawa.pl/WWF-narzedziownik_duze_drapiezniki.pdf.



- Jakie znacie gatunki zwierząt występujące w Polsce? Czy wiecie, które z nich objęte są ochroną? Jeśli nie – sprawdźcie. Wykorzystajcie do tego źródła internetowe.
- Wyobraźcie sobie, że jesteście naukowcami, którzy mają opracować plan ochrony jednego z zagrożonych gatunków (do wyboru: niedźwiedź polarny, tygrys, wilk). Jakie działania/zakazy/nakazy byście zaproponowali?
- W jaki sposób nasze działania tu i teraz (zakupy, wyrzucanie jedzenia, loty samolotem) mogą mieć wpływ na to, co dzieje się w innych zakątkach planety? Podajcie dwa przykłady takich działań i ich skutków.



3. Rozety, czyli ile odbić

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- dowiesz się, jak tworzyć symetryczne obrazy,
- zrozumiesz, dlaczego nie da się zobaczyć nieskończoności.

Czas eksperymentu - 15 min

Pytanie kluczowe: Ile odbić można zobaczyć przy pomocy dwóch luster?

Podstawowe pojęcia

- lustro,
- odbicie lustrzane,
- rozeta,
- symetria.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- dwa kwadratowe lusterka bez ramek (np. fliza lustrzana 10 x 10 cm),
- kartka papieru,
- flamastry.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe - „Ile odbić można zobaczyć przy pomocy dwóch luster?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

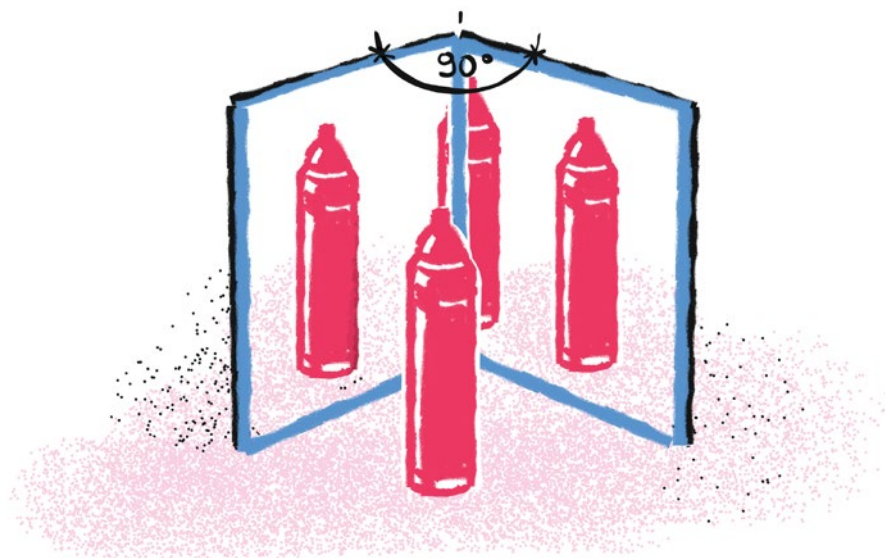
- Czy oglądaliście kiedyś tył swojej głowy przy pomocy dwóch luster?
- Czy byliście kiedyś w pomieszczeniu, w którym naprzeciwko siebie wisiły lustra?
- Ile odbić można zobaczyć, jeżeli rozchylimy lustra szerzej?
- Co się stanie, kiedy zmniejszymy kąt między lustrami?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Przy pomocy dwóch luster można zobaczyć nieskończenie wiele odbić.
- Przy pomocy dwóch luster można zobaczyć 10, 20, 30, 100... odbić.

Przebieg eksperymentu

- Postawcie na ławce dwa lusterka - tak, żeby dotykały się brzegami i tworzyły kąt 90° .
- Trzymajcie je cały czas, żeby nie upadły!
- Przed lusterkami postawcie lub połóżcie flamaster.
- Ile odbić flamastra widać?



Rys. 3. Rysunek pomocniczy
Źródło: opracowanie własne

- Zmieniajcie kąt między lustrami, żeby przetestować swoje pomysły.
- Na kartce papieru narysujcie kilka kolorowych kresek, okręgów, trójkątów itp.
- Ponownie postawcie na waszym rysunku lustra, zmieniajcie kąt między nimi i podziwiajcie powstające w ich odbiciach rozety.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Podczas pracy ze szklanymi lustrami bez ramek należy szczególnie uważać na rogi. Łatwo je wyszczerbić lub wbić sobie w oko.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Jeżeli ustawimy lustra pod kątem 90° , zobaczymy trzy odbicia flamastra. Po jednym po lewej i po prawej stronie oraz jedno na wprost.
- Gdy zmniejszymy kąt między lustrami, zobaczymy więcej odbić.
- Maksymalnie zobaczyć można około 20-30 odbić. Wynik zależy od grubości flamastra, który w pewnym momencie zablokuje nam możliwość dalszego przyknięcia luster.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Ile odbić można zobaczyć przy pomocy dwóch luster?”

- Jeżeli ustawimy lustra naprzeciwko siebie, w teorii możemy zobaczyć nieskończenie wiele odbić. W rzeczywistości uda się zaobserwować 20-30 odbić.

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Lustra ustawiamy równoległe naprzeciwko siebie. Jeśli spojrzymy zza jednego z nich, zobaczymy lustrzany tunel w drugim.



Wytlumaczenie zagadnienia fizycznego

- Jeżeli chcemy zobaczyć coś w lustrze, niezbędne jest nam światło.
- Promień światła musi oświetlić dowolne ciało, odbić się od niego i trafić w lustro.
- Lustro odbija od siebie światło, a na jego powierzchni powstaje obraz odbity.
- Jeżeli w lustrze widoczne jest drugie lustro, to znaczy że światło odbija się między powierzchniami tych luster.
- W teorii światło może tak odbijać się w nieskończoność.
- W praktyce każde kolejne odbicie będzie coraz ciemniejsze i coraz mniej wyraźne:
 - powodem będzie niedoskonałość samego lustra
 - oraz ilość dostarczanego światła.
- Dodatkowo każde następne odbicie będzie coraz mniejsze i w pewnym momencie nasze oczy nie będą mogły dojrzeć kolejnych.
- Gdy ustawimy dwa lustra równoległe do siebie, zobaczymy tunel. Będzie on jednak zawsze skręcał w którąś stronę, ponieważ ustawienie dwóch luster perfekcyjnie równoległe jest niemożliwe.

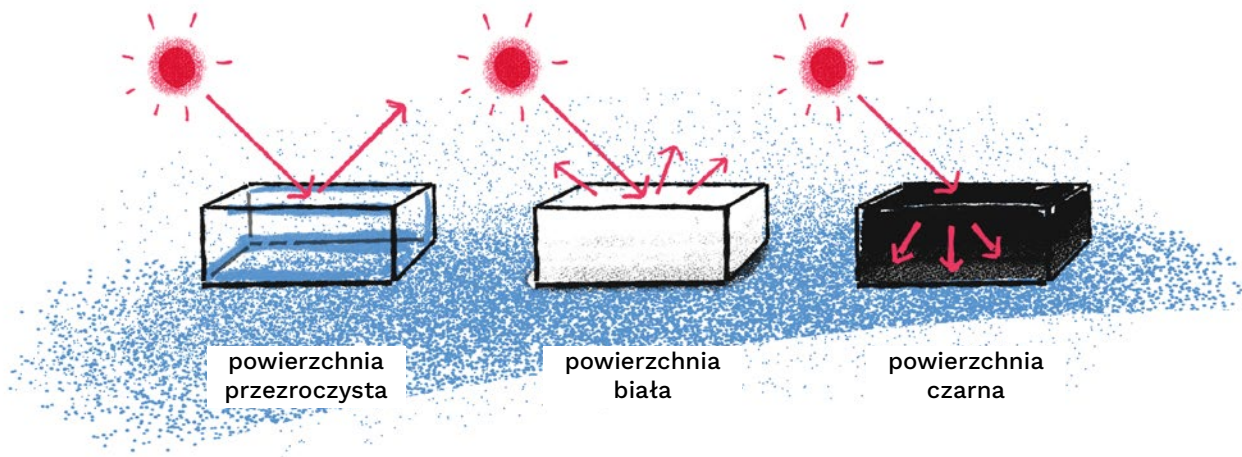
Ciekawostka

Zarówno białe, jak i bezbarwne przedmioty (np. lustro) najlepiej odbijają światło.

Zastanawialiście się kiedyś, jak to się dzieje, że niektóre przedmioty mają białą barwę, a inne są bezbarwne lub przezroczyste? Lód w kostkach jest przezroczysty, a śnieg biały – choć to przecież również lód! Jak to się dzieje?

Kryształ lodu ma zaledwie kilka ścianek, które są raczej równe i gładkie. Z kolei śnieg to jakby „zmielony lód”, złożony z wielu drobnych kawałków - płatków śniegu. Jeśli przyjrzymy się pojedynczej śnieżynce w powiększeniu, to okaże się, że jest ona... przezroczysta! Pokrywa śniegu jawi się nam jako biała i nieprzezroczysta, bo ma ziarnistą strukturę.

Podobnie jest ze szkłem. Lustro to idealnie gładka tafla szkła, dlatego jest ono bezbarwne. Gdyby tę gładką powierzchnię popsuć - zbić lub porysować – miejsca uszkodzenia byłyby właśnie białe.



Rys. 4. Odbicie/pochłanianie światła przez powierzchnie o różnych barwach
Źródło: opracowanie własne



Śnieg na wagę złota

W tym rozdziale dzieci dowiedzą się:

- czym jest pokrywa śnieżna i jakie ma znaczenie,
- w jaki sposób można zapobiegać suszy.

Wiecie już, że płatki śniegu to tak naprawdę maleńkie kawałki lodu. Czy cieszycie się, kiedy zimą pada śnieg? Można wyjść na sanki lub bitwę na śnieżki, a śnieżny krajobraz jest przyjemny dla oka. Niestety klimat szybko się ociepla. Zimy są coraz łagodniejsze, a śnieg spada rzadziej i szybciej topnieje. Wasi rodzice i dziadkowie na pewno pamiętają jeszcze surowe, mroźne zimy i wielkie zasy śniegu. W tej chwili, poza górami, takie warunki zimą w Polsce to rzadkość.

Zimą na przełomie lat 1978/1979 określa się jako zimę stulecia. Polskę ogarnęły śnieżyce, zamiecie, ostry mróz. Najtrudniej było na północy kraju. Tam zasy śniegu dochodziły nawet do trzech i pół metra wysokości! Zasypane były drogi, kilka wsi zostało odciętych od świata. Po Nowym Roku zawieszono zajęcia w szkołach. Śnieg i mróz sparaliżowały kraj na dwa miesiące.

Propozycja ćwiczenia

- Nauczyciel/nauczycielka zapisuje na tablicy hasło POKRYWA ŚNIEŻNA.
- Tłumaczy, że pokrywa śnieżna to śnieg, który spadł i nie topnieje od razu, tylko zalega na ziemi dłużej czas.

- Rozpoczyna się praca metodą burzy mózgów. Zadaniem uczniów/uczennic jest zgłaszanie swoich pomysłów na to, jakie plusy i minusy ma obecność pokrywy śnieżnej dla ludzi oraz przyrody.

Wskazówka dla nauczyciela

Jeżeli poniższe pomysły nie pojawią się w toku burzy mózgów, należy dopowiedzieć je na koniec. Plusy:

- Śnieg jest **magazynem wody**. Kiedy wczesną wiosną zaczyna się topić, powoli uwalnia wodę, która jest wtedy tak bardzo potrzebna roślinom, by mogły rosnąć i wypuszczać liście.
- Śnieg **zatrzymuje ciepło**. W mroźny dzień temperatura gleby pod pokrywą śnieżną jest wyższa niż na odsłoniętym terenie. W ten sposób śnieg chroni pędy i korzenie roślin przed przemarzeniem.
- Śnieg daje **schronienie zwierzętom**, które zapadają w sen zimowy. Dla śpiących w norach gryzoni warstwa śniegu to dodatkowa ochrona przed drapieżnikami!
- Śnieg **odbija światło** i rozjaśnia długie zimowe wieczory. To ważne dla naszego organizmu, kiedy dni są krótkie i dociera do nas mało naturalnego światła.

Komentarz dla uczniów

Śnieg umiła nam czas i jest przyjemny dla oka. Jednak przede wszystkim ma wielkie znaczenie dla przyrody. Lód i śnieg, które zalegają zimą, zaczynają roztapiać się wczesną wiosną. Dostarczają wtedy bardzo dużo wody do rzek i gleby. Ta woda jest potrzebna roślinom, ponieważ właśnie w tym okresie po zimowym uśpieniu wracają one do życia. Dlatego jeśli zimą nie ma śniegu, to wiosną należy spodziewać się suszy i szkód dla roślinności.

Kiedy grozi nam susza, nawet najmniejsza ilość śniegu czy deszczu jest bardzo cenna. Co zrobić, by zatrzymać tę wodę na później? By nasączyła ona glebę i w niej pozostała, a nie spłynęła od razu do rzeki i dalej do morza? Przyroda ma na to własny pomysł. Nie tylko pokrywa śnieżna działa jak magazyn wody potrzebnej na później. Takimi magazynami są też naturalne mokradła.

Zatrzymaj wodę!

Mokradła to niezwykle miejsca na styku łądu i wody. Bagna oraz rzeki, jeziora i podmokłe obszary przylegające do ich brzegów. Kipią życiem, bogactwem gatunków ptaków, owadów i rzadkich roślin. Choć wydają się nieprzyjazne i trudno dostępne, mają wielkie znaczenie dla przyrody i zarazem dla człowieka. To wielkie naturalne zbiorniki wody.

Tereny podmokłe, takie jak bagna, działają niczym gąbki! Łatwo chłoną wodę, kiedy jest dostępna (np. po silnych deszczach), i zatrzymują ją na bardzo długo. Później, w razie suszy, takie bagna będą cennym źródłem wilgoci.

Powrót do natury

Naturalnych bagien na całym świecie ubywa. Przyczyną jest ich osuszanie na wielką skalę przez człowieka. Po to, by zyskać więcej ziemi pod uprawę i zabudowę. To niestety bardzo krótkowzroczne działanie. Jeszcze do niedawna nie zdawano sobie sprawy, jak cennymi przyrodniczo obszarami są mokradła. Teraz już wiemy, że to bardzo ważne, by chronić dobrze zachowane bagna przed ingerencją człowieka.

W tym celu tworzy się obszary chronione, takie jak parki narodowe. Czy słyszeliście o nich kiedyś? Parki narodowe służą temu, by ocalić cenne przyrodniczo miejsca i zachować je w naturalnym stanie. W takich parkach nie buduje się osiedli, fabryk, dużych dróg. Ich celem jest ochrona dzikiej przyrody, często lasów oraz właśnie bagien. W aż sześciu z 23 parków narodowych w Polsce znajdują się wyjątkowo cenne mokradła!

Jednym z takich parków jest Biebrzański Park Narodowy, który powstał po to, by chronić bagna w dolinie rzeki Biebrzy. Biebrzańskie mokradła to prawdziwy raj dzikiej przyrody. Zaobserwowano tam ponad 250 gatunków ptaków!

Parki narodowe chronią cenne siedliska i są domem dla wielu rzadkich gatunków zwierząt, roślin oraz grzybów. Niestety, od 19 lat nie powstał w Polsce żaden nowy park narodowy, chociaż jeszcze wiele obszarów dzikiej przyrody czeka na objęcie ochroną. Za naszą wschodnią granicą, na Ukrainie, w 2019 r. powstały aż trzy nowe parki narodowe i planowane jest utworzenie kolejnych. Oby również inne państwa przekonały się, że warto iść w tym kierunku!

Inspiracja dla nauczyciela

Romanowska K., wywiad z dr. hab. Wiktorem Kotowskim, *Bagna mogą nas pogrążyć albo wesprzeć wobec zmian klimatu - zależy, czy wciąż będziemy je osuszać*, Crazy Nauka, <https://www.crazynauka.pl/bagna-moga-nas-pograzyc-albo-wesprzec-wo-bec-zmian-klimatu-zalezy-czy-wciaz-bedziemy-je-osuszac/>.



REFLEKSJA

- Jaki park narodowy znajduje się najbliżej waszej miejscowości?
- Poszukajcie w internecie informacji, czy istnieją projekty nowych parków narodowych w Polsce. Jeśli tak, gdzie mają się one znajdować oraz jakie cenne siedliska lub gatunki mają chronić?
- Z jakimi miejscami najbardziej kojarzy się wam dzika przyroda? Polska puszcza, wysokie góry, morze, jeziora...? Czy raczej siedliska z odległych zakątków świata – las tropikalny, sawanna? Dlaczego?



4. Nieboskłon

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedział(a), dlaczego niebo jest niebieskie w ciągu dnia,
- dowiesz się, dlaczego podczas wschodu i zachodu słońca niebo jest pomarańczowe.

Czas trwania - 10-15 min

Pytanie kluczowe: Dlaczego niebo jest niebieskie?

Podstawowe pojęcia

- światło,
- rozpraszanie światła.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- mocna latarka (świecąca na biało, nie na żółto),
- przezroczysty klej w sztyfcie do pistoletu do klejenia na gorąco,
- mleczny klej w sztyfcie do pistoletu do klejenia na gorąco.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe - „Dlaczego niebo jest niebieskie?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy niebo zawsze jest niebieskie?
- Jaki kolor ma niebo rano i wieczorem?
- Jaki kolor ma niebo w środku dnia?
- Jaki kolor ma niebo w nocy?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

- Składniki powietrza nadają niebu kolor.
- Kolor nieba zależy od temperatury powietrza.
- Kolor nieba jest spowodowany załamaniem światła.

Przebieg eksperymentu

- Przyjrzyjcie się klejowi w sztyfcie i spróbujcie opisać, jakiego jest koloru.
 - Klej w sztyfcie będzie w eksperymencie odpowiednikiem ziemskiej atmosfery.
- Przyjrzyjcie się światłu latarki i również opiszcie jego kolor.
 - Światło latarki będzie w eksperymencie odpowiednikiem światła słonecznego.
- Przyłóżcie włączoną latarkę do kleju w sztyfcie.

- Obejrzyjcie oświetlony klej ze wszystkich stron. Czy jego kolor się zmienił?
- Połączcie ze sobą kilka klejów za pomocą taśmy w taki sposób, żeby powstał jeden długi sztyft (miejsca łączenia dwóch sztyftów owińcie taśmą naokoło).
- Powtórzcie obserwacje.



Rys. 4. Rysunek pomocniczy
Źródło: opracowanie własne

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Latarką nie należy świecić w oczy.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Jeśli spojrzymy z boku na podświetlony klej, zobaczymy kolor niebieski.
- Jeśli popatrzymy na klej po stronie przeciwnej do latarki, zobaczymy kolor żółty/pomarańczowy.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Dlaczego niebo jest niebieskie?”

- Gdy światło słoneczne przechodzi przez atmosferę, ulega rozproszeniu. W efekcie tego zjawiska do naszych oczu dociera najwięcej światła niebieskiego.

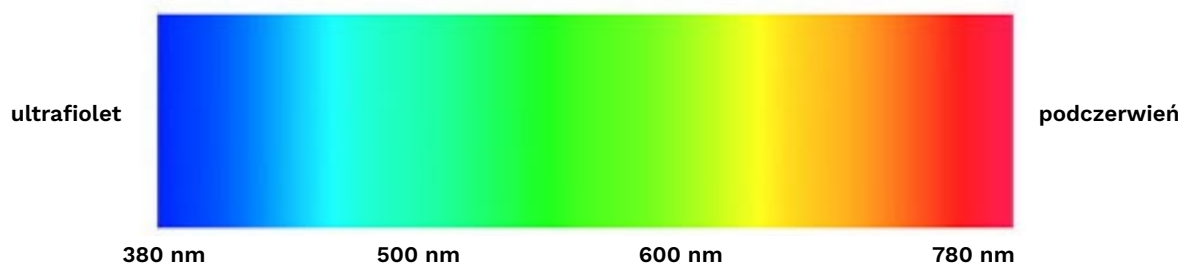
Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Klej w sztyfcie można zastąpić pojemnikiem pełnym wody z dodatkiem mleka.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Światło widzialne, czyli światło białe, jest mieszaniną różnych barw (widać je np. w tęczy).
- Każdej barwie światła odpowiada określona długość fali świetlnej.





Rys. 5. Widmo światła widzialnego
 Źródło: opracowanie własne

- Cząsteczki gazów zawartych w powietrzu rozpraszają światło.
- Intensywność rozpraszania zależy od długości fali świetlnej, a więc również od jej barwy.
- Fale światła czerwonego, pomarańczowego, żółtego i zielonego są długie, ich rozpraszanie jest niewielkie.
- Fale światła niebieskiego są krótsze, rozpraszają się bardziej.
- To sprawia, że fale światła niebieskiego docierają do naszych oczu ze wszystkich stron nieba.
- W ciągu dnia światło pada na atmosferę pod innym kątem niż o wschodzie i zachodzie słońca.
 - W dzień fale odpowiadające kolorowi niebieskiemu rozpraszają się najlepiej.
 - Rano i wieczorem dominują czerwień, żółć oraz pomarańcz.



Spójrz w gwiazdy

WYZWANIE

W tym rozdziale dzieci dowiedzą się:

- czym jest zanieczyszczenie światłem,
- jak wpływa ono na środowisko i zdrowie ludzi,
- w jaki sposób można je ograniczyć.

Wiemy już, że fale świetlne o różnych barwach mniej lub bardziej rozpraszają się w powietrzu. Z tego powodu w ciągu dnia niebo jest niebieskie, a podczas wschodu lub zachodu słońca – różowe, czerwone, pomarańczowe... Za to nocą, kiedy słońce chowa się za horyzontem i światło słoneczne w ogóle nie oświetla nieba, robi się ciemno, widać tylko inne gwiazdy i księżyc. Jednak czy zawsze niebo jest czarne i gwiazdziste?

Zastanówcie się:

- dlaczego czasem nocne niebo nie jest czarne tylko szaroróżowe, a gwiazdy nie są widoczne?
- kiedy ostatni raz mieliście okazję oglądać ciemne, gwiaździste niebo?

Jeśli mieszkacie w dużym mieście, być może zauważyliście, że niebo w nocy nigdy nie jest zupełnie ciemne. To szczególnie daje się we znaki astronomom, którym oświetlone nocne niebo utrudnia obserwacje gwiazd i planet. Właśnie oni nazwali to zjawisko **zanieczyszczeniem światłem**. Wynika ono z nadmiernej emisji sztucznego światła (głównie w miastach). Miejskie lampy, zamiast oświetlać tylko ulice, rozświetlają niebo dookoła. Im większe miasto i im bliżej centrum, tym jaśniejsze jest niebo w nocy. Miasta otoczone są świetlnymi łunami widocznymi nawet z odległości kilkudziesięciu kilometrów! W takich warunkach gwiazdy są słabo widoczne. Przykładowo w centrum Warszawy większości gwiazd praktycznie nigdy nie widać.

Jeśli chcemy obserwować gwiazdy, warto robić to poza miastem. Im dalej od dużych ośrodków miejskich, tym większe szanse na dobrą widoczność. W Polsce najlepsze warunki do obserwacji astronomicznych są w Bieszczadach. Można tam dostrzec nawet 7 000 gwiazd, tymczasem w dużym mieście – np. w Krakowie – co najwyżej 200.

Zanim ruszymy oglądać gwiazdy, warto sprawdzić prognozę pogody, zwłaszcza zachmurzenie. Niekiedy chmury mogą całkowicie przysłonić niebo, a wtedy nici z obserwacji.



Fot. 2. Widok gwiazdozbioru Oriona na ciemnym niebie (po lewej) i na niebie zanieczyszczonym światłem (po prawej)
Źródło: jpstanley, flickr.com/photos/jpstanley/3180280752 (CC BY 2.0)

Poziom zanieczyszczenia światłem w różnych miejscach na świecie można sprawdzić na wirtualnej mapie <https://www.lightpollutionmap.info>. Wynika z niej, że najciemniejsze niebo w Polsce obserwuje się w Bieszczadach, na środkowym i zachodnim Pomorzu oraz na Warmii i Mazurach. Są to obszary mało zurbanizowane (to znaczy, że nie ma tam wielu dużych miast).

Problem zanieczyszczenia światłem nie jest powszechnie znany, jednak jego konsekwencje są poważne. Okazuje się, że nadmiar światła nocą jest szkodliwy dla ludzi, zwierząt i roślin, gdyż zaburza funkcjonowanie zegara biologicznego organizmów. Wpływa negatywnie m.in. na zwierzęta prowadzące nocny tryb życia. Oślepienie wchodzi pod koła pojazdów, słabiej się rozmnażają i odżywiają. U człowieka zanieczyszczenie światłem pogarsza jakość snu, zaburza metabolizm, układ hormonalny i odpornościowy. Efekt wzmacniają urządzenia elektroniczne, które również są źródłem światła, dlatego warto je odłożyć wieczorem na około dwie godziny przed snem.

Ciemne niebo pod ochroną

W różnych miejscach na świecie powstają tak zwane „parki ciemnego nieba”, czyli obszary ochrony przed zanieczyszczeniem światłem. Takie parki powstają w miejscach oddalonych od większych miejscowości, mało zagospodarowanych, często wcześniej już chronionych w inny sposób jako przyrodniczo cenne. Aby zachować ich wielką wartość, jaką jest nocna ciemność, należy przede wszystkim zabezpieczyć je przed pochopną budową obiektów wymagających sztucznego oświetlenia. W Polsce istnieją dwa parki ciemnego nieba - Izerski Park Ciemnego Nieba oraz Park Gwiazdowego Nieba „Bieszczady”. Pierwszy z nich znajduje się w Sudetach, w okolicach Karkonoskiego Parku Narodowego. Drugi obejmuje obszar Bieszczadzkiego Parku Narodowego i dwóch sąsiednich parków krajobrazowych. Bieszczadzki park jest też drugim pod względem wielkości obszarem chronionego nieba w Europie.

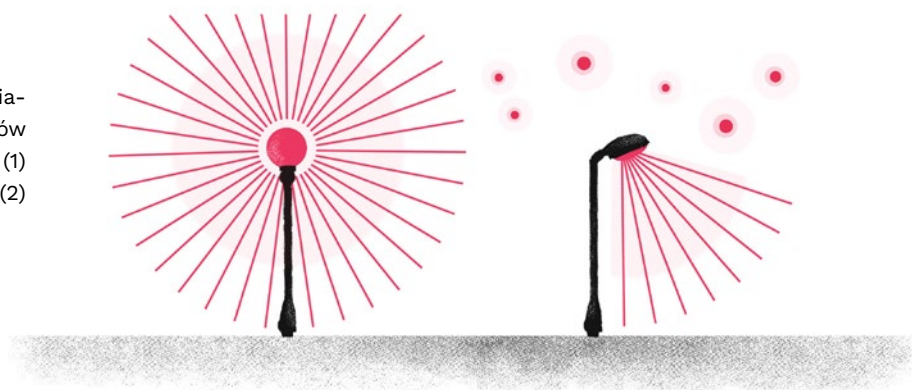
Jak myślicie:

- czy ograniczenie zanieczyszczenia światłem musi oznaczać, że parki czy ulice będą ciemne i niebezpieczne?
- co można zmienić w miejscach, które już teraz są nadmiernie oświetlane?

To naturalne, że światło kojarzy nam się z bezpieczeństwem i komfortem. Nie musimy całkowicie rezygnować z jego sztucznych źródeł, wystarczy korzystać z nich z umiarem. W tym celu warto instalować takie oświetlenie ulic, które chroni nocne niebo. Najkorzystniejszy wybór to lampy kierujące strumień światła w dół. Z kolei niewskazane są lampy typu „świecąca kula”, które niestety są nadal popularne, głównie na osiedlach. Większość strumienia światła takich latarni jest skierowana w niebo oraz w budynki, od których się odbija, co nie tylko jest niekorzystne z punktu widzenia zanieczyszczenia światłem, ale również bardzo nieefektywne. Można

oświetlać miasta i wsie mądrzej. Wystarczy że wymieni się oprawy lamp na takie, które oświetlają tylko docelowe miejsce, czyli drogę lub chodnik. Można też zmniejszyć natężenie światła latarni. Nie ma potrzeby oświetlać ulic ostrym białym światłem, wystarczy ciepłe światło o niewielkiej intensywności.

Rys. 6. Kierunek padania światła z lampy dla dwóch typów obudowy: obudowy typu kula (1) i obudowy z płaskim kloszem (2)
Źródło: opracowanie własne



Inspiracja dla nauczyciela

Zdziebłowski S., *Ekspertka: zanieczyszczenie światłem jest problemem globalnym*, Nauka w Polsce PAP, online: <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C29655%-2Cekspertka-zanieczyszczenie-swiatlem-jest-problemem-globalnym.html>.



REFLEKSJA

- Czy zdarzyło się wam kiedyś oglądać wyjątkowo gwiazdziste nocne niebo? Jeśli tak, w jakim to było miejscu?
- Przyjrzyjcie się, jakie lampy oświetlają ulice w okolicy waszej szkoły. Czy takie lampy przyczyniają się do zanieczyszczenia światłem?
- Większość z nas wieczorami krótko przed snem korzysta z urządzeń elektronicznych, które emitują intensywne światło. Zaproponujcie trzy pomysły na spędzenie wieczoru bez elektroniki.



5. Ultrafiolet

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- dowiesz się, czym jest ultrafiolet,
- zrozumiesz, dlaczego nasza skóra opala się latem,
- dowiesz się, dlaczego latem trzeba smarować się kremem z filtrem UV,
- poznasz kilka przykładów fluorescencji,
- dowiesz się, do czego służy chinina.

Czas eksperymentu - 15 min

Pytanie kluczowe: Jak można sprawić, że przedmioty zaczną świecić?

Podstawowe pojęcia

- światło ultrafioletowe (UV),
- fluorescencja,
- chinina.

Związek z podstawą programową

Chinina pojawia się w książce *W pustyni i w puszczy* Henryka Sienkiewicza, która jest obowiązkową lekturą w klasie VI.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- latarka UV (np. do utwardzania lakieru do paznokci),
- przezroczysty tonik do picia (polecam Schweppes lub Kinley),
- flamastry,
- zakreślacze.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe - „Jak można sprawić, że przedmioty zaczną świecić?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy znacie jakieś świejące przedmioty lub urządzenia?
- Dlaczego żarówka świeci?
- Czy w przyrodzie coś świeci?
- Dlaczego słońce świeci?
- Widzieliście kiedyś świetliki?
- Czy świejący przedmiot sam produkuje światło?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Rozgrzane przedmioty świecą.

- Energia elektryczna jest niezbędna do świecenia.

Przebieg eksperymentu

- Narysujcie coś na kartce papieru, korzystając z flamastrów i zakreślaczy.
- Zgaście światło w klasie.
- Jeżeli to możliwe, zastońcie okna.
- Oświetlcie wasze rysunki przy pomocy latarki UV.
- Czy wszystkie kolory zachowują się tak samo w świetle UV?
- Poświećcie latarką na butelkę z tonikiem.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Latarką UV nie wolno świecić w oczy!
- Latarką UV nie należy świecić na skórę.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Ślady tuszu z zakreślaczy o jaskrawych kolorach (żółty, pomarańczowy, zielony) świecą w świetle UV. Tusz z flamastrów o tych samych kolorach zazwyczaj nie świeci.
- Tonik świeci w świetle UV na niebiesko.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Jak można sprawić, że przedmioty zaczną świecić?*

- Wiele przedmiotów wystarczy rozgrzać (np. żarnik w żarówce).
- Można przeprowadzić reakcję chemiczną (tak robią np. świetliki).
- Można też, jak w naszym eksperymencie, wykorzystać światło UV i zjawisko fluorescencji.

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Do szklanki z wodą wrzucamy drobne kawałki kory kasztanowca. Podobnie jak tonik, roztwór będzie świecił na niebiesko.

Wy tłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Światło ultrafioletowe (UV) to światło spoza zakresu widzialnego dla człowieka.
- Ludzkie oko go nie dostrzega, ale niektóre zwierzęta (np. wróble, pszczoły) mogą je zobaczyć.
- Latarka UV świeci na fioletowo, ponieważ oprócz ultrafioletu emituje także zwykłe światło fioletowe:
 - dzięki temu w łatwy sposób możemy stwierdzić, czy jest włączona i czy działa poprawnie,
 - gdyby emitowała tylko ultrafiolet, w ogóle nie widzielibyśmy, że wydobywa się z niej jakieś światło.
- Światło ultrafioletowe ma dużą częstotliwość fali, przez co niesie ze sobą duży ładunek energii.



- Energia ta, podobnie jak np. wysoka temperatura, może być szkodliwa:
 - dla naszych oczu - uszkodza siatkówkę,
 - dla komórek skóry - uszkodza DNA.
- Komórki skóry chronią się przed UV przy pomocy melaniny – pigmentu odpowiedzialnego za kolor naszej skóry, włosów, oczu:
 - im więcej pigmentu, tym ciemniejszy kolor.
- W eksperymencie część energii pochodzącej z UV jest oddawana do środowiska w postaci światła widzialnego. Jest to zjawisko fluorescencji, polegające na emitowaniu światła przez wzbudzony atom lub cząsteczkę.
- Niektóre substancje mają właściwości fluorescencyjne i pod wpływem UV emitują światło widzialne.
 - Tusze w zakreślaczach zawierają barwniki fluorescencyjne, które nadają im jaskrawy kolor.
 - Tonik zawiera chininę – związek chemiczny wykorzystywany m.in. do leczenia malarii.
 - Kora kasztanowca zawiera eskulinę.
- Chinina i eskulina pod wpływem UV świecą na niebiesko.
- W świetłówkach (żarówkach energooszczędnych) również wykorzystuje się zjawisko fluorescencji.
- Kremy z filtrem UV chronią naszą skórę przed szkodliwym wpływem światła ultrafioletowego. Najczęściej ich działanie polega na:
 - odbijaniu światła ultrafioletowego,
 - pochłanianiu światła ultrafioletowego i zamienianiu go w ciepło.



Sokoli wzrok

WYZWANIE

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

- czy istnieją kolory, których nie znamy,
- jak widzą świat niektóre zwierzęta,
- jak uczynić przekształconą przez człowieka przestrzeń bardziej przyjazną dla ptaków.

Najważniejszym zmysłem człowieka jest wzrok. Dobrze rozwinięty wzrok to jeden ze sposobów dostosowania się naszego organizmu do środowiska i trybu życia, czyli do aktywności w ciągu dnia i odpoczynku w nocy. Pozwala oceniać odległości, rozróżniać kształty i kolory. Potrafimy odróżnić trzy podstawowe kolory - czerwony, żółty i niebieski - oraz wszystkie kolory będące ich mieszankami. Wiele zwierząt widzi mniej kolorów niż my ze względu na odmienną budowę oczu. Są też takie zwierzęta, które widzą więcej kolorów! Ich oczy pozwalają na widzenie w świetle **ultrafioletowym**, dla nas niewidocznym.

Liście drzew mają zieloną barwę, truskawki czerwoną, cytryny żółtą. To wydaje się oczywiste, prawda? Okazuje się jednak, że nie dla wielu zwierząt - np. dla psów, które towarzyszą człowiekowi od tysięcy lat. Nasi pupile nie odróżniają zieleni i koloru pomarańczowego. Odbierają je jako odcienie żółtego. Nie widzą też czerwieni - ta barwa wygląda dla nich na ciemnoszarą lub wręcz czarną. A jednak świetnie odnajdują się w środowisku za sprawą doskonale rozwiniętego węchu. Psi nos jest niezwykle czuły. Potrafi odróżnić zapach znajomego człowieka w tłumie ludzi! Jak być może wiecie, przodkami naszych domowych psów są wilki. To zwierzęta, które prowadzą głównie nocny tryb życia. Czuły węch w nocy jest im znacznie bardziej przydatny niż wyostrzony wzrok.

Większość zwierząt odbiera bodźce poprzez pięć podstawowych zmysłów: wzrok, słuch, węch, smak i dotyk. W zależności od środowiska i trybu życia różne gatunki rozwijają najbardziej przydatne im zmysły.

Jak wam się wydaje, jakie zmysły są najsilniej rozwinięte u poniższych gatunków zwierząt:

- u **kreta**, który drąży podziemne korytarze i rzadko wychodzi na powierzchnię;
- u **jastrzębia**, który wypatruje ofiar z dużej wysokości;
- u **nietoperza**, który jest aktywny w nocy i posługuje się echolokacją, czyli ocenia położenie różnych obiektów na podstawie echa (odbicia dźwięku)?

Odpowiedzi (dla nauczyciela)

- u kreta - węch, dotyk;
- u jastrzębia - wzrok;
- u nietoperza - słuch.

Świat w UV

Ptaki to grupa zwierząt doskonale przystosowana do latania i orientacji w przestrzeni. Pomaga im w tym bardzo dobrze rozwinięty wzrok. Ptaki (z wyjątkiem tych nocnych, takich jak sowy) nie tylko widzą świat w bardziej jaskrawych kolorach niż my, ale też po prostu widzą więcej barw! Dla nich widoczne są nie trzy, ale cztery podstawowe kolory: czerwony, zielony, niebieski i ultrafioletowy. Ten ostatni dla nas, ludzi, jest niewidzialny.

Dan Eric-Nillson, szwedzki naukowiec, powiedział kiedyś: *Może się nam wydawać, że to, co widzimy, jest rzeczywistością, ale jest to bardzo ludzka rzeczywistość. Inne*

zwierzęta żyją w zupełnie innych rzeczywistościach. Teraz możemy patrzeć ich oczami, ujawniając wiele sekretów, które dotychczas były dla nas poza zasięgiem.

Dzięki badaniom naukowym wiemy, że pióra kruków i gawronów w świetle UV mienia się wieloma kolorami. To oznacza, że choć dla naszych oczu te ptaki są czarne, dla siebie nawzajem są one barwne jak papugi!

Lot pełen pułapek?

Ptaki to nasi bliscy sąsiedzi. Zamieszkują te same tereny co my, zarówno na wsiach, jak i w miastach. Bywają na naszych placach, parkach, podwórkach, zewnętrznych parapetach. Niestety, nie ułatwiamy ptakom przebywania w naszym otoczeniu. Ich życie w świecie przekształconym przez człowieka jest pełne przeszkód. Poważnym zagrożeniem dla tych zwierząt są szklane powierzchnie: okna, szyby wiat przystankowych czy wielkie oszklone wieżowce. Rozpędzone w locie ptaki nie zauważają szyb i uderzają w nie z bardzo dużą siłą. Takie kolizje często są śmiertelne lub kończą się poważnymi urazami.

Tymczasem ochrona ptaków przed takimi zagrożeniami jest całkiem prosta. Wielu ornitologów (naukowców, którzy badają ptaki) w Polsce i na świecie apeluje o zabezpieczanie szyb w różnych obiektach. Chodzi o to, by szyba nie była dla wzroku ptaków całkowicie przezroczysta.

W jaki sposób to robić?

- Przy użyciu naklejek na szyby, np. rzędów białych kropek. Takie naklejki coraz częściej pojawiają się na szklanych wiatach przystankowych. Oferuje je m.in. Fundacja Szklane Pułapki. Uwaga: popularne naklejki z sylwetkami drapieżnych ptaków nie są skuteczne!
- W domu wystarczy zawiesić w oknach firanki.
- Na etapie projektowania domu lub innego budynku warto wybrać szyby z **filtrami UV**.
 - Takie filtry powodują, że promienie UV odbijają się od szyby.
 - Dla nas odbite promienie UV są niewidoczne.
 - Dlatego taka szyba jest dla nas tak samo przezroczysta, jak szyba bez filtra.
 - Ptaki widzą odbite promienie UV.
 - Dzięki temu dostrzegają, że mają do czynienia z przeszkodą.

Inspiracje dla nauczyciela

Zyśk-Gorczyńska E., Mikusek R., *Szklane pułapki*, Salamandra nr 1-2020 (48), <https://szklanepulapki.pl/wp-content/uploads/2020/09/Zy%C5%9Bk-Gorczy%C5%84ska-Mikusek-2020.pdf>.

Sposoby zapobiegania kolizjom ptaków z szybami okiennymi, Fundacja Szklane Pułapki, <https://szklanepulapki.pl/wp-content/uploads/2019/10/zabezpieczenia-szyb.pdf>.



- Jakie dzikie zwierzęta oprócz ptaków żyją w naszym najbliższym otoczeniu?
- Jak można w prosty sposób pomóc im przetrwać?
- Spróbujcie odnieść się do stwierdzenia: *Może się nam wydawać, że to, co widzimy, jest rzeczywistością, ale jest to bardzo ludzka rzeczywistość. Inne zwierzęta żyją w zupełnie innych rzeczywistościach.*
 - W tym celu spróbujcie wcielić się w rolę wybranego zwierzęcia: wilka, gawrona, nietoperza lub innego dowolnego gatunku.
 - Opowiedzcie o tym, co widzicie, słyszycie, czujecie oraz jakie wrażenia i emocje to w was budzi.