

Edu-skrzynka. Optyka



Jak eksperymenty pomagają zrozumieć i zmieniać świat
Instrukcje doświadczeń dla klas 0-III 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 **5–9 lat** (przedszkole, oddziały „0” i klasy I–III). Maria Skłodowska-Curie powiedziała: *Uczony jest w swojej pracowni nie tylko technikiem, lecz również dzieckiem wpatrzonym w zjawiska przyrody, wzruszające jak baśń*. Takiego zapałania w przyrodę i zainteresowania światem życzymy wszystkim uczniom i uczennicom oraz nauczycielom i nauczycielkom decydującym się na wspólne eksperymentowanie.

Zapraszamy również do korzystania z *Edu-skrzynek* dla klas IV–VI szkoły podstawowej, zawierających te same tematy, pogłębiających wiedzę oraz doskonalących umiejętności zdobyte na wcześniejszym etapie edukacyjnym.

Autorką eksperymentów zawartych w publikacji jest Marta Polsakiewicz – edukatorka, popularyzatorka nauki, animatorka, autorka scenariuszy i zajęć edukacyjnych; prowadzi autorskie warsztaty badawcze w przedszkolach i szkołach; współpracuje m.in. z Centrum Nauki Kopernik i Uniwersytetem Dzieci.

Wstęp do publikacji: **Urszula Bijoś**

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

Konsultacja merytoryczna: **Sylwia Żmijewska-Kwirąg**

Koordinacja projektu: **Paulina Pękalska**

Redakcja i korekta: **Monika Rychłowska**

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

Layout: **Karolina Karzyńska**

Okładka, ilustracje, 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. Nauczanie przez dociekanie, czyli jak pomagać dzieciom stawiać hipotezy / 11
- IV. Eksperymentowanie a podstawa programowa przedszkola i szkoły podstawowej / 16
- V. Źródła / 19
- VI. Doświadczenia i ich powiązania z Celami Zrównoważonego Rozwoju / 21
 - 1. Pożywne światło / 23
 - 2. Sterowanie światłem / 28
 - 3. Tęczowy zajęczek / 34
 - 4. Zagadkowy cień / 40
 - 5. Zakręcone kolory / 46

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, załączają się i wpływają na siebie nawzajem. W temacie przewodnim umieszczono pytanie: „Jakiej przyszłości chcemy?”.

CELE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU



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. Nauczanie przez dociekanie, czyli jak pomagać dzieciom 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 potrząśnięcie, dotykanie i ważenie w dłoniach dzieci próbują dociec, co znajduje się w tajemniczych puszkach³.

Możesz wykorzystać scenariusz zajęć „Nauka w puszcze” i przeprowadzić podobny eksperyment w swojej klasie⁴.

Pokaż dzieciom dowolny przedmiot. Poproś, żeby podały jego cechy, np.: duży, mały, kwaśny, twardy, miękki... Równocześnie niech dzieci pokazują na swoim ciele, którym zmysłem pracują. Czy zawsze korzystamy ze wszystkich zmysłów podczas badania świata? Kiedy nie?

Film Nauka w puszcze pokazuje, że eksperymentowanie to zabawa, odkrywanie i tworzenie przypuszczeń, hipotez. Pokazuje też, że nasza wiedza na temat świata nie została nam dana, lecz została odkryta przez naukowców, odkrywców. Mimo że posiadaliśmy 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 dzieci do eksperymentowania zainspirowanego cyklem badawczym, którego podstawą jest ciekawość, stawianie pytań i hipotez.

³ „Skąd się bierze wiedza naukowa”: <https://www.youtube.com/watch?v=zKSP-ev78Lk&list=PLD4KSOFXmjZvpZj-kJMcWgtQliFBSvWwBc&index=4>

⁴ Czym jest nauka – ćwiczenie: odkrywanie zawartości puszek (nauka jako proces i jako produkt): <https://młodziodkrywcy.ceo.org.pl/materialy/scenariusze/czym-jest-nauka>



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**, uwzględniając w nim takie cechy, jak: współpraca, cierpliwość, odwaga, wytrwałość.

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

- Nie próbuj niczego językiem, nie sprawdzaj smaku, nie pij płynów.
- Przestrzegaj instrukcji prowadzenia eksperymentu. Jeśli chcesz zmienić coś w jego przebiegu, zawsze zapytaj nauczycielkę.
- Zachowaj ostrożność, korzystając z ostrych przedmiotów, jak nożyczki lub wykałaczki.
- Podczas eksperymentowania zachowuj porządek: od razu wytrzyj rozlaną wodę, chowaj przedmioty, z których nie korzystacie.

Inspiracja

Więcej informacji o zasadach przyrodnika, ciekawe zdjęcia i ćwiczenia znajdziesz na stronie E-podręczników: <https://epodreczniki.pl/a/zasady-pracy-przyrodnika/DDVoppEqK>. Materiał przewidziany jest dla uczniów czytających, którzy mogą rozwiązać zadania samodzielnie lub w małych grupach.

Uczenie przez dociekanie

Metodą wspierającą kreatywne podejście do eksperymentowania w ramach przedmiotów przyrodniczych, a jednocześnie mającą za podstawę metodę 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 własny proces uczenia 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 dzieci będą samodzielnie prowadzić eksperymenty, zacznij od pokazu interaktywnego – przeprowadź pokaz eksperymentu, zatrzymując się przy kolejnych czynnościach, wyjaśniając, co robisz, i zadając pytania: „Co powinnam teraz zrobić?”, „Jak myślicie, co się wydarzy?”, „Czy płyn będzie cieplejszy, czy zimniejszy?”.

Następnym krokiem we wspólnym eksperymentowaniu może być oddanie kolejnych czynności w ręce dzieci. Nalewanie wody, wsypywanie soli, mieszanie cukru – to przykłady czynności, które dzieci mogą bez obaw zrobić samodzielnie lub w grupach.

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

Zachęcamy nauczycieli, aby nakłaniali dzieci do podejmowania prób samodzielnego stawiania hipotez. W [Edu-skrzynkach](#) przed opisem eksperymentu znajdziecie zaproszenie do samodzielnego stawiania hipotez, np.:

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: „Czy kropla wody to najmniejsza cząsteczka?”.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy

- Czy można podzielić kroplę na mniejsze kropelki?
- Czy możemy gołym okiem zobaczyć, z czego zbudowana jest kropla wody?
- Jaki kształt ma spadająca kropla?

Przykładowe hipotezy

- Najmniejsza cząsteczka wody to kropla.
- Kropli nie da się przeciąć.
- Kropla ma kształt kuli.

Hipoteza jest zwykle zdaniem twierdzącym, choć niekoniecznie, może być 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 dzieci, żeby każde wymyśliło jedną hipotezę o ich dniu w przedszkolu, szkole czy w domu, np.:

- Jeśli na obiad będzie zupa pomidorowa, to wezmę dokładkę.
- Jeśli pójdę późno spać, to jutro będę niewyspana.

Jak w praktyce uczyć się przez dociekanie. Wskazówki dla nauczyciela

- Zaproś każde dziecko lub każdą parę, grupę do zaprezentowania swojej hipotezy.
- Stwórz bezpieczne warunki pracy, aby każdy mógł wypowiedzieć swój pomysł.
- Zadawaj dużo pytań pomocniczych.
- Dawaj dzieciom czas na zastanowienie się.
- Pytaj o pomysły i perspektywę dzieci, np.: jak sądzisz, dlaczego tak się dzieje, jak myślisz..., jak ci się wydaje...
- Przygotuj dzieci 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. przez przebranie się za nich: nakładanie okularów, kitla itp.
- Wspólnie stwórzcie własny „Kodeks młodego naukowca”.
- Pozwól dzieciom (w miarę możliwości) samodzielnie przeprowadzać doświadczenia, nawet jeśli wiąże się to z rozlewaniem wody na podłogę.
- Obserwuj, co najbardziej ciekawi dzieci, a następnie rozwijaj te właśnie zainteresowania.

- Pracuj z małymi grupami, parami, zachęcaj dzieci 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 dzieci 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 ściśle**: https://globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/wns_przewodnik_nauczycielki.pdf, zobaczyć w krótkim filmie, który powstał w programie **Ściśle dla dziewczyn**: <https://www.youtube.com/watch?v=06iEAcq0Abg>.

Ocenianie kształtujące a uczenie przez dociekanie

Ocenianie kształtujące pomaga uczniom 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 a podstawa programowa przedszkola i szkoły podstawowej²

Przedszkole

*Podstawa programowa wychowania przedszkolnego dla przedszkoli, oddziałów przedszkolnych w szkołach podstawowych oraz innych form wychowania przedszkolnego w wielu miejscach zwraca uwagę na podążanie za naturalnymi potrzebami i zainteresowaniami dzieci, które znajdują się na etapie ciągłego odkrywania, sprawdzania, eksperymentowania. Dlatego do zadań przedszkola należy *Wspieranie samodzielnej dziecięcej eksploracji świata* (5). Odkrywanie jest codziennością dziecka, a nauczyciel i rodzic mogą zaproponować nowe tematy eksperymentów, ich przebieg i naprowadzić na wnioski.*

Przedszkolak eksperymentuje, szacuje, przewiduje (IV 13). Eksperymentowanie przewiduje również konstruowanie przedmiotów o różnych właściwościach i korzystanie z nich, np. z: zimnych kostek lodu, plasteliny, kolorowych barwników. Podstawa programowa zakłada naturalne zainteresowanie dziecka różnymi przedmiotami – *przedszkolak wyraża ekspresję twórczą podczas czynności konstrukcyjnych i zabawy, zagospodarowuje przestrzeń, nadając znaczenie umieszczonym w niej przedmiotom, określa ich położenie, liczbę, kształt, wielkość, ciężar, porównuje przedmioty w swoim otoczeniu z uwagi na wybraną cechę* (IV 11).

Osiągnięcia dziecka przewidziane na koniec wychowania przedszkolnego zakładają, że jest ono zainteresowane światem przyrody i natury: *posługuje się pojęciami dotyczącymi zjawisk przyrodniczych, np. tęcza, deszcz, burza, opadanie liści z drzew, sezonowa wędrówka ptaków, kwitnienie drzew, zamrażanie wody, dotyczącymi życia zwierząt, roślin, ludzi w środowisku przyrodniczym, korzystania z dóbr przyrody, np. grzybów, owoców, ziół* (IV 18).

Dziecko zaczyna również rozumieć potrzebę szacunku względem przyrody, poznaje sposoby jej ochrony, nabywa nawyki, którymi będzie się kierować w przyszłości. Zadaniem przedszkola jest *tworzenie warunków pozwalających na bezpieczną, samodzielną eksplorację otaczającej dziecko przyrody, stymulujących rozwój wrażliwości i umożliwiających poznanie wartości oraz norm odnoszących się do środowiska przyrodniczego, adekwatnych do etapu rozwoju dziecka* (10).

² Opracowano 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).

Szkoła podstawowa, klasy I–III

Na poziomie edukacji wczesnoszkolnej uczniowie dowiadują się, że naturalne dla nich eksperymentowanie jest również elementem fascynującego świata wiedzy, nauki i badań. *Do zadań szkoły w zakresie edukacji wczesnoszkolnej należy organizacja zajęć umożliwiających nabywanie doświadczeń poprzez zabawę, wykonywanie eksperymentów naukowych, eksplorację, przeprowadzanie badań, rozwiązywanie problemów w zakresie adekwatnym do możliwości i potrzeb rozwojowych na danym etapie oraz z uwzględnieniem indywidualnych możliwości każdego dziecka (7b).*

Temu celowi służy zdobywanie wielu różnorodnych umiejętności, które pomagają dziecku badać i odkrywać rzeczywistość:

- *umiejętność stawiania pytań, dostrzegania problemów, zbierania informacji potrzebnych do ich rozwiązania, planowania i organizacji działania, a także rozwiązywania problemów (IV 6);*
- *umiejętność obserwacji faktów, zjawisk przyrodniczych, społecznych i gospodarczych, wykonywania eksperymentów i doświadczeń, a także umiejętność formułowania wniosków i spostrzeżeń (IV 8);*
- *umiejętność rozumienia zależności pomiędzy składnikami środowiska przyrodniczego (IV 9);*
- *umiejętność samodzielnej eksploracji świata, rozwiązywania problemów i stosowania nabytych umiejętności w nowych sytuacjach życiowych (IV 12).*

Dzięki zdobyciu tych umiejętności uczeń planuje, wykonuje proste obserwacje, doświadczenia i eksperymenty dotyczące obiektów i zjawisk przyrodniczych, tworzy notatki z obserwacji, wyjaśnia istotę obserwowanych zjawisk według procesu przyczynowo-skutkowego i czasowego (IV. Edukacja przyrodnicza 1).

Eksperymentowanie jest dla ucznia również możliwością rozwijania umiejętności manualnych, konstrukcyjnych, technicznych (Rozdział IV. Edukacja techniczna). Uczeń tworzy, buduje, projektuje, uczy się obsługi przedmiotów – *wyjaśnia działanie i funkcję narzędzi i urządzeń wykorzystywanych w gospodarstwie domowym i w szkole, postępuje się bezpiecznie prostymi narzędziami pomiarowymi, wykonuje przedmiot, model, pracę według własnego planu i opracowanego sposobu działania (IV 2. 3, 4; IV 3. 1, 2).*

Na tym etapie pogłębia się nie tylko wiedza ucznia na temat nauki i przyrody (zdobywana przez spontaniczną eksplorację), ale również zrozumienie, że stanowi on część tego świata. Szkoła organizuje zajęcia wspierające *dostrzeganie środowiska przyrodniczego i jego eksplorację, możliwość poznania wartości i wzajemnych powiązań składników środowiska przyrodniczego, poznanie wartości i norm, których źródłem jest zdrowy ekosystem, oraz zachowań wynikających z tych wartości, a także odkrycia przez dziecko siebie jako istotnego integralnego podmiotu tego środowiska (7g).*

Szkoła zatem uwrażliwia na piękno przyrody i pozwala lepiej ją zrozumieć. Jest to podstawa podejmowania w przyszłości działań i świadomych decyzji. We wstępie do podstawy programowej edukacji wczesnoszkolnej zwraca się uwagę na to, że *szkoła dba o wychowanie dzieci i młodzieży w duchu akceptacji i szacunku dla drugiego człowieka, kształtuje postawę szacunku dla środowiska przyrodniczego, w tym upowszechnia wiedzę o zasadach zrównoważonego rozwoju, motywuje do działań na rzecz ochrony środowiska oraz rozwija zainteresowanie ekologią.*

Wiedza na temat przyrody stanowi ważny element edukacji na rzecz ochrony zdrowia i bezpieczeństwa. Dziecko uczy się interpretować otaczające zjawiska pogodowe, aby mogło *ubierać się odpowiednio do stanu pogody, poszukiwać informacji na temat pogody, wykorzystując np. Internet (IV 1. 6). Dodatkowo uczeń ma świadomość istnienia zagrożeń ze środowiska naturalnego, np. nagła zmiana pogody, huragan, ulewne deszcze, burza, susza oraz ich następstwa: powódź, pożar, piorun; określa odpowiednie sposoby zachowania się człowieka w takich sytuacjach (IV 2. 8).*

V. Źródła

1. Pożywe światło

- *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>.
- *Fotosynteza*, Zintegrowana Platforma Edukacyjna MEiN, <https://epodreczniki.pl/a/fotosynteza/D8Os1wJXg>.
- Zaraś-Januskiewicz E., *Superślimak – roślina i zwierzę w jednym*, eduscience.pl, <https://www.eduscience.pl/blogi/zadziwiajaca-przyroda/wpis/205>.

2. Sterowanie światłem

- *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://dlibra.umcs.lublin.pl/dlibra/docmetadata?id=31962&from=publication>.

3. Tęczowy zajęczek

- Kardaś A., *Niedźwiedź polarny – gatunek narażony*, Nauka o klimacie, <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/niedzwiedz-polarny-gatunek-narazony-228>.
- Ślęzak 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>.

4. Zagadkowy cień

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

5. Zakręcone kolory

- *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/>.
- *Wzrok ptaków*, Fundacja Szklane Pułapki, <https://szklanepulapki.pl/aktualnosci/wzrok-ptakow/>.
- Siuchno M., *Szyby a ptaki – niewidzialne zagrożenie*, Stowarzyszenie Ptaki Polskie, <https://jestemnaptak.pl/arttykul/szyby-a-ptaki-niewidzialne-zagrozenie>.

Dostęp do źródeł internetowych: grudzień 2021 r.

VI. Doświadczenia i ich powiązania z Celami Zrównoważonego Rozwoju

Cele Zrównoważonego Rozwoju²

Podczas rozmów z dziećmi o światle 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.

² Opracowano na podstawie <https://www.un.org.pl/>.

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^o 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 pustyńnienie, będące wynikiem działalności człowieka, to najważniejsze wyzwania dla zrównoważonego rozwoju.



1. Pożywne światło

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- wyjaśnisz, co barwi liście na zielono,
- będziesz wiedzieć, dlaczego roślinom potrzebne jest światło słoneczne,
- będziesz wiedzieć, dlaczego liście drzew żółkną,
- zrozumiesz, dlaczego liście roślin domowych nie zmieniają koloru.

Czas - 20 min na przygotowanie zadania, czas oczekiwania na wynik eksperymentu - kilka dni

Pytanie kluczowe: Czy światło słoneczne ma wpływ na kolor liści?

Podstawowe pojęcia

- światło słoneczne,
- światło sztuczne,
- chlorofil,
- fotosynteza.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- nieprzezroczysta taśma klejąca lub czarna kartka i zwykła taśma klejąca,
- nożyczki,
- domowa roślina doniczkowa z zielonymi liśćmi – jedna na parę.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe - „Czy światło słoneczne ma wpływ na kolor liści?” – i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Jakiego koloru są liście drzew?
- Czy drzewa zawsze mają liście?
- Czy pora roku ma wpływ na kolor liści?
- Gdzie w domu zazwyczaj stawia się kwiaty doniczkowe?
- Czy roślina może żyć bez światła słonecznego?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Światło słoneczne sprawia, że liście są zielone.
- Odcięcie rośliny od światła słonecznego powoduje jej obumieranie.

Przebieg eksperymentu

- Postawcie przed sobą przygotowane rośliny doniczkowe.
- Przyjrzyjcie się im i określcie kolor liści. Pomyślcie, skąd wzięta się zielona barwa. Dlaczego liście nie są np. niebieskie?

- Przygotujcie kawałek nieprzezroczystego materiału. Wytnijcie taki kształt, aby móc nim zakryć fragment liścia waszej rośliny.
- Teraz przyklejcie ten materiał taśmą do górnej powierzchni liścia.
- Ustawcie doniczkę na parapecie w nasłonecznionym miejscu i pamiętajcie, aby sprawdzać, czy roślina nie potrzebuje wody.
- Jak myślicie, co się stanie z liściem za kilka dni? Jak będzie wyglądało to zakryte miejsce, kiedy odkleicie taśmę?

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Eksperyment należy przeprowadzać w miejscu, do którego przez kilka godzin w ciągu dnia dociera światło słoneczne.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Po odklejeniu taśmy zauważalna będzie wyraźna różnica w zabarwieniu liścia. W miejscu pozbawionym dostępu do światła słonecznego pojawi się żółtobrązowy kolor.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy dostęp do światła słonecznego ma wpływ na kolor liści?”

- Tak. Pozbawione dostępu do światła liście tracą zielone zabarwienie i stają się żółtobrązowe.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Liście mają zielony barwnik, czyli chlorofil. To substancja, która pochłania światło, aby roślina mogła się odżywiać.
- Fotosynteza to proces, w którym roślina pochłania wodę z gleby i dwutlenek węgla z powietrza, a następnie - pod wpływem światła słonecznego - wytwarza sobie z tych składników cukier, czyli własny pokarm. W trakcie tego procesu oprócz cukru powstaje również tlen, który jest usuwany do atmosfery.
- Aby mógł zajść proces fotosyntezy, roślina potrzebuje światła, wody i powietrza oraz właśnie chlorofilu, który umożliwi pochłanianie światła. Kiedy światła jest mało, fotosynteza ustaje i chlorofil przestaje być potrzebny.
- Wiosną i latem dni są długie, w roślinach jest bardzo dużo chlorofilu, dlatego liście mają kolor intensywnej zieleni. Kiedy nadchodzi jesień, dni stają się krótsze i jest mniej światła słonecznego, rośliny przestają wytwarzać chlorofil. Na liściach pojawiają się barwy żółte, brązowe, pomarańczowe, które są w nich cały czas, tylko w czasie wiosny i lata przyszania je duża ilość chlorofilu.
- Liście roślin doniczkowych hodowanych w domu zachowują barwę zieloną dzięki sztucznej światłu żarówek oraz stałemu ciepłu, które utrzymuje się w pomieszczeniach.



Ciekawostka

Istnieje morski ślimak (*Elysia chlorotica*), który swoim wyglądem przypomina zielony liść i funkcjonuje podobnie jak roślina, bo przeprowadza fotosyntezę. Zawiera chlorofil, energię do życia pobiera ze słońca i substancje potrzebne do życia produkuje sobie sam.



Rośliniej

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

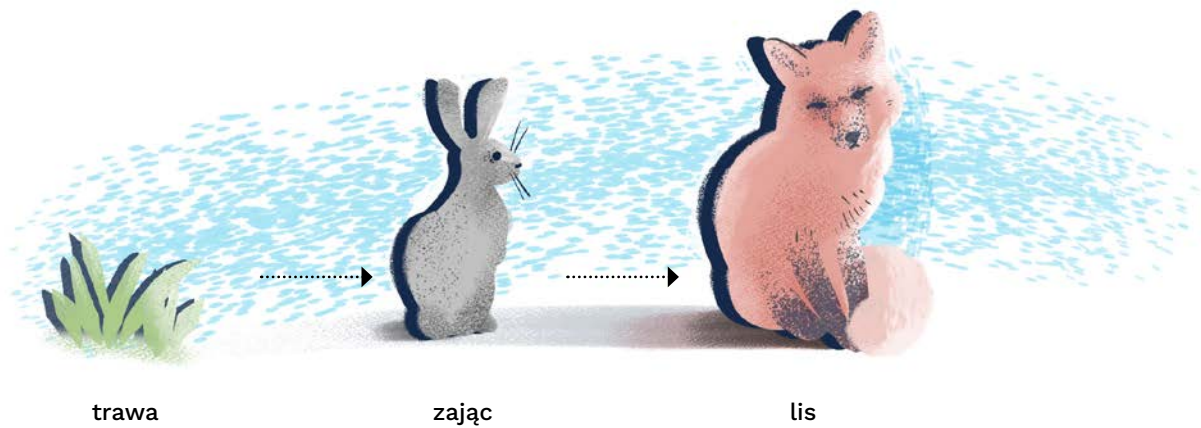
- czym jest łańcuch pokarmowy,
- jaka dieta jest przyjazna dla środowiska.

Wicie już, że rośliny to niezwykle organizmy. Potrafią żywić się słońcem! Ludziom i innym zwierzętom brakuje tej zdolności. Z tego powodu muszą odżywiać się innymi organizmami. Zwierzęta roślinożerne - roślinami, mięsożerne – innymi zwierzętami, a wszystkożerne – zarówno roślinami, jak i pokarmem zwierzęcym.

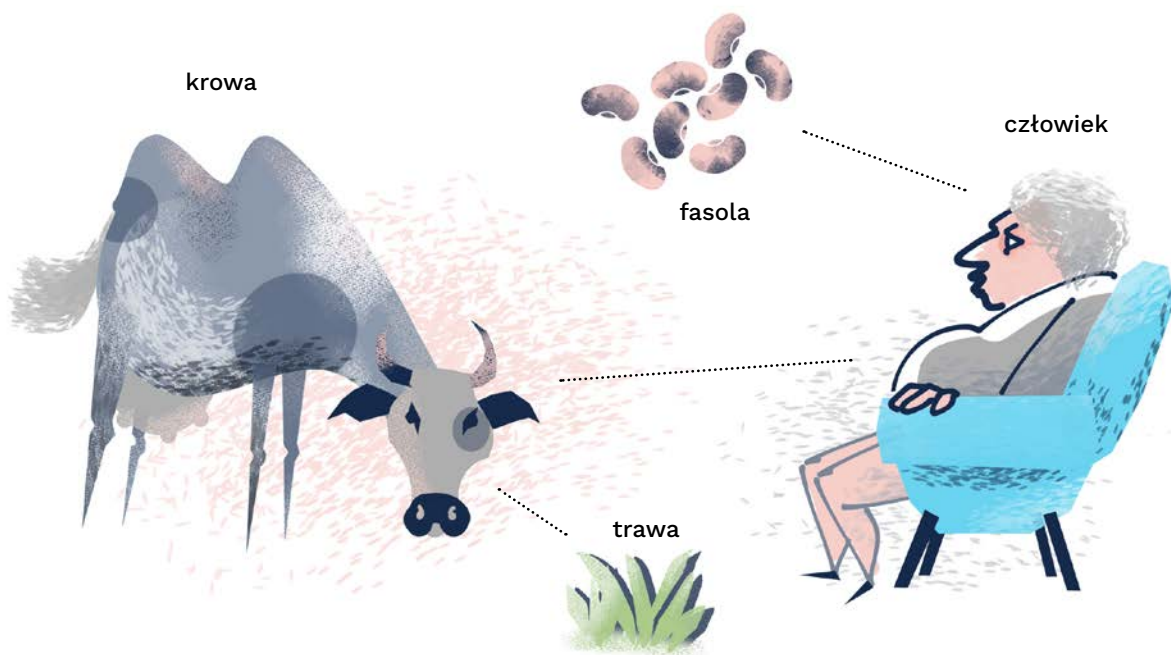
Propozycja ćwiczenia

- Uczniowie i uczennice uważnie czytają informację w ramce i analizują rysunki (1 i 2).
- Na rysunku nr 1 wskazują roślinę, zwierzę roślinożerne i zwierzę mięsożerne.
- Na podstawie rysunku nr 2 odpowiadają na pytanie:
 - Do której grupy zwierząt (roślinożernych, mięsożernych czy wszystkożernych) należą ludzie?
 - Dlaczego?

Łańcuch pokarmowy to taki rysunek, na którym różne organizmy są przedstawione w szeregu i każdy poprzedni organizm jest zjadany przez następny.



Rys. 1. Przykładowy łańcuch pokarmowy
Źródło: opracowanie własne



Rys. 2. Łańcuch pokarmowy z uwzględnieniem człowieka
Źródło: opracowanie własne

Odpowiedź (dla nauczyciela):

- Ludzie mogą odżywiać się zarówno pokarmem zwierzęcym, jak i roślinnym, a więc należą do grupy organizmów wszystkożernych.

Klimat na talerzu

Człowiek jako zwierzę wszystkożerne powinien mieć zróżnicowaną dietę, aby żyć w dobrym zdrowiu. Podstawę tego zróżnicowania powinny stanowić warzywa, owoce, zboża i inne roślinne źródła pokarmu. Tymczasem w krajach Europy, Ameryki Północnej i innych bogatych regionów świata obserwuje się nadmierną konsumpcję mięsa i nabiału. Taka dieta jest obciążająca nie tylko dla naszego zdrowia, ale też dla środowiska przyrodniczego.

Czy wiecie, że hodowla zwierząt na mięso wymaga znacznie więcej wody i energii, niż uprawa roślin?
Skutkiem tego jest zanieczyszczenie wody i duża ilość spalin.

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.

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 zdolne do fotosyntezy. Mają dużą wartość odżywczą, są źródłem białka, wielu witamin i minerałów.

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>.



Zaproponujcie, czym na co dzień można zastąpić posiłki bogate w mięso i nabiał. Wspólnie z resztą grupy i nauczycielem/nauczycielką stwórzcie eko-jadłospis na jeden dzień.



2. Sterowanie światłem

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedzieć, czy można zmienić kierunek światła,
- opowiesz, czy światło może się przemieszczać zygzakiem,
- wyjaśnisz, co stanie się ze światłem skierowanym w zwierciadło.

Czas - 45 min - praca w parach i grupach w zaciemnionym pomieszczeniu

Pytanie kluczowe: Czy światło może skręcić?

Podstawowe pojęcia

- światło,
- odbicie,
- lustro,
- wiązka światła,
- latarka.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- kartka papieru - jedna na parę,
- ciemny flamaster,
- lustro ok. 20 x 20 cm - jedno na parę,
- małe lustro kieszonkowe – po jednym dla każdej osoby,
- latarka ze światłem skupionym - jedna na parę,
- taśma klejąca,
- mały przedmiot (np. gumka, figurka z klocków, dowolny kształt ulepiony z plasteliny).

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe – „Czy światło może skręcić?” – i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy światło może odbić się od szkła?
- Do czego można wykorzystać odbicie światła?
- Czy można podać wiązkę światła z latarki do lustra?

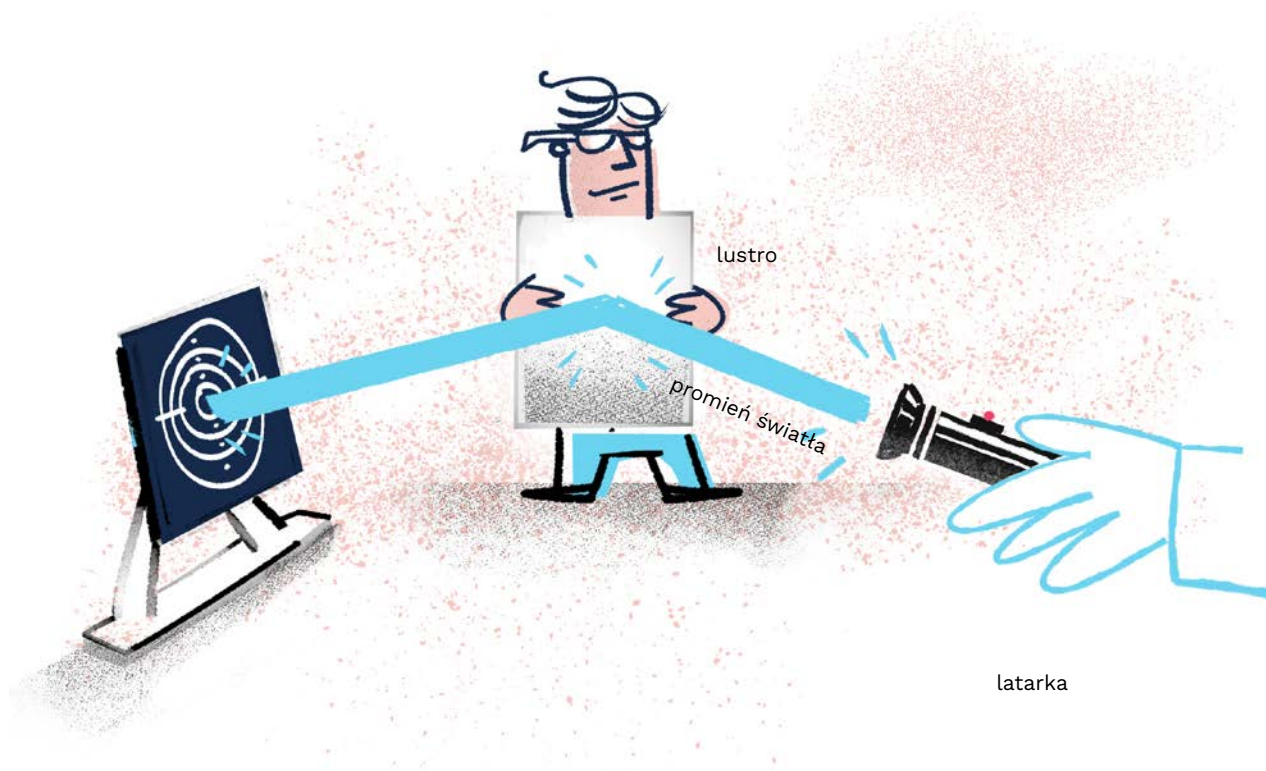
Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Wiązka światła skierowana w zwierciadło zawsze ulegnie odbiciu.
- Kąt odbicia światła jest równy kątowi padania.

Przebieg eksperymentu

- Dobierzcie się w pary. Narysujcie na kartce tarczę strzelecką z kilkoma okręgami i punktem w środku. Przymocujcie ją taśmą klejącą do ściany lub szafy.

- Teraz niech jedna osoba weźmie większe lustro i stanie bokiem do waszej tarczy, a druga osoba z latarką w ręku ustawi się na wprost tarczy.
- Osoba z latarką niech kieruje strumień światła w stronę lustra, zaś osoba z lustrem spróbuje ustawić zwierciadło w taki sposób, aby odbity od niego promień światła padał na tarczę. Postarajcie się trafić jak najbliżej środka.
- Jak myślicie, czy stając na wprost lustra i świecąc w jego środek udałoby się wam przekierować światło w stronę tarczy?



Rys. 3. Instrukcja wykonania eksperymentu
Źródło: opracowanie własne

- Teraz przejdźmy do drugiego eksperymentu. Spróbujcie wykorzystać swoje spostrzeżenia z pierwszego zadania.
- Stwórzcie trzyosobowe grupy. Niech każda/każdy z was weźmie do ręki małe lustro. Usiądźcie grupami przy stolikach, a na nich ustawcie mały przedmiot. Z drugiej strony stołu połóżcie włączoną latarkę w taki sposób, aby świeciła na wysokości waszego przedmiotu (jeżeli trzeba podłóżcie jakiś zeszyt albo książkę). Oświetlcie przedmiot od tyłu.
- Jak myślicie, czy można przy pomocy lusterek odbić promień światła tak, aby oświetlił wasz przedmiot z przodu? Porozmawiajcie o tym, a potem spróbujcie to zrobić.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Eksperyment należy przeprowadzać w miejscu zaciemnionym. Latarka powinna mieć wąski strumień światła.
- Latarkę można zastąpić wskaźnikiem laserowym, ale należy uważać, by nie kierować wiązki w stronę oczu. Światło lasera może być niebezpieczne dla wzroku.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Światło latarki skierowane w lustro pada na jego powierzchnię i ulega odbiciu. Osoba sterująca zwierciadłem może przekierować padające światło w punkt na tarczy.
- Przy użyciu większej liczby lusterek, ustawiając je pod odpowiednim kątem, możemy podawać wiązkę światła z lusterka do lusterka i doprowadzić ją w ten sposób do przedmiotu.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy światło może skręcić?”

- Światło może ulec odbiciu i zmienić kierunek, ale nie może zakręcać, czyli biec po zakrzywionym torze.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Fala światła zawsze przemieszcza się po linii prostej.
- Jeśli promień światła pada na jakiś przedmiot, to odbija się od niego (jak piłka od ściany).
- Prawo optyki - prawo odbicia, mówi o tym, że kąt odbicia jest równy kątowi padania. Jeśli światło pada na zwierciadło pod dużym kątem, to pod tak samo dużym kątem będzie się odbijać.
- Jednak nawet po odbiciu promień światła biegnie po linii prostej. Nie można sprawić, by zakręcił, czyli przemieszczał się po linii krzywej.

Ciekawostka

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

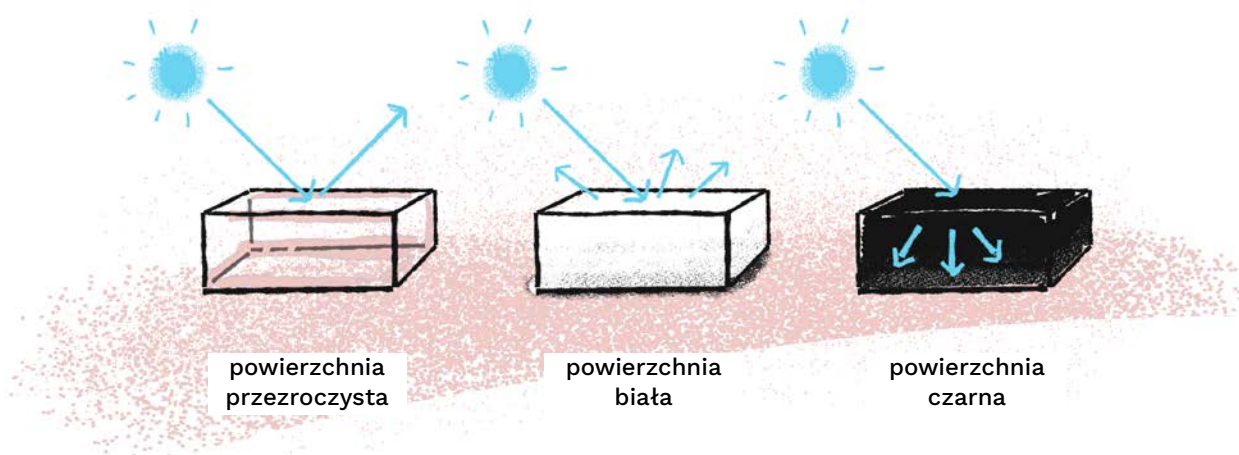
Zastanawialiście się kiedyś, jak to się dzieje, że niektóre przedmioty są białe, a inne bezbarwne lub przezroczyste? Lód w kostkach jest przezroczysty, a śnieg biały – choć to przecież również lód! Jak to się dzieje?

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.

Wicie 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.

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 dłuższy 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.

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 lądu 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 jak 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. Aby chronić naturalne bagna, 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 Polsce są 23 parki narodowe. W aż sześciu z nich znajdują się wyjątkowo cenne mokradła!

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-wobec-zmian-klimatu-zalezy-czy-wciaz-bedziemy-je-osuszac/>.



REFLEKSJA

Dowiedzcie się, jaki park narodowy znajduje się najbliżej waszej miejscowości. Skorzystajcie z poniższej mapy oraz mapy fizycznej Polski.



Rys. 5. Parki narodowe na mapie konturowej Polski
Źródło: opracowanie własne



3. Tęczowy zajęczek

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedzieć, jak powstaje tęcza,
- wymienisz wszystkie kolory tęczy,
- opowiesz, jak wytworzyć tęczę.

Czas - 30 min

Pytanie kluczowe: Co zrobić, by lusterko puszczało tęczowe zajęczki?

Podstawowe pojęcia

- światło białe,
- tęcza,
- rozszczepienie światła,
- kropla wody.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- miska z wodą – jedna na osobę,
- lusterko – jedno na osobę,
- kolorowe kredki - kilka kolorów na osobę,
- kartka do rysowania – jedna na osobę.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe – „Co zrobić, by lusterko puszczało tęczowe zajęczki?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy po deszczu zawsze występuje tęcza?
- Czy kolory w tęczy zmieniają kolejność ułożenia?
- Czy tęcza ma zawsze tyle samo kolorów?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Tęcza zawsze jest zjawiskiem naturalnym.
- Im obfitsze opady deszczu, tym większa tęcza.

Przebieg eksperymentu

- Weźcie w dłonie lusterka. Spróbujcie znaleźć miejsce, w którym promienie słoneczne będą padały na wasze lusterka.
- Spróbujcie odbić światło słoneczne tak, aby na ścianie pojawiły się zajęczki. Przyjrzyjcie się i powiedzcie, jakiego koloru jest odbita plama.
- Przygotujcie teraz miski. Nalejcie do nich wodę - tyle, aby swobodnie zanurzyć dłoń. Postawcie miski w następcznym miejscu.

- Zanurzcie lusterko w wodzie i ponownie puśćcie zajączki na ścianę. Jaki kolor ma teraz odbite światło? Co wam to przypomina?
- Wytrzyjcie dłonie i wybierzcie kredki w tych kolorach, które widzieliście w zajączku na ścianie. Narysujcie zajączki na swoich kartkach.
- Spróbujcie odtworzyć kolejność kolorów i porównajcie swoje rysunki z rysunkami koleżanek oraz kolegów.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Eksperyment przeprowadzamy w słoneczny dzień, najlepiej na świeżym powietrzu. Należy zwrócić uwagę, czy w pobliżu znajduje się jasna ściana. Jeśli takiej ściany nie ma, należy nakleić białą kartkę lub rozwiesić białą tkaninę.
- Eksperyment można również wykonać w pomieszczeniu na parapecie, jeśli jest bezpośrednio nastłoneczniony.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Światło słoneczne skierowane w lustro odbija się i pada na ścianę.
- Na początku zadania zajączek na ścianie występuje jako jasnożółta plama.
- Po zanurzeniu lusterka w wodzie na ścianie pojawia się kolorowe światło.

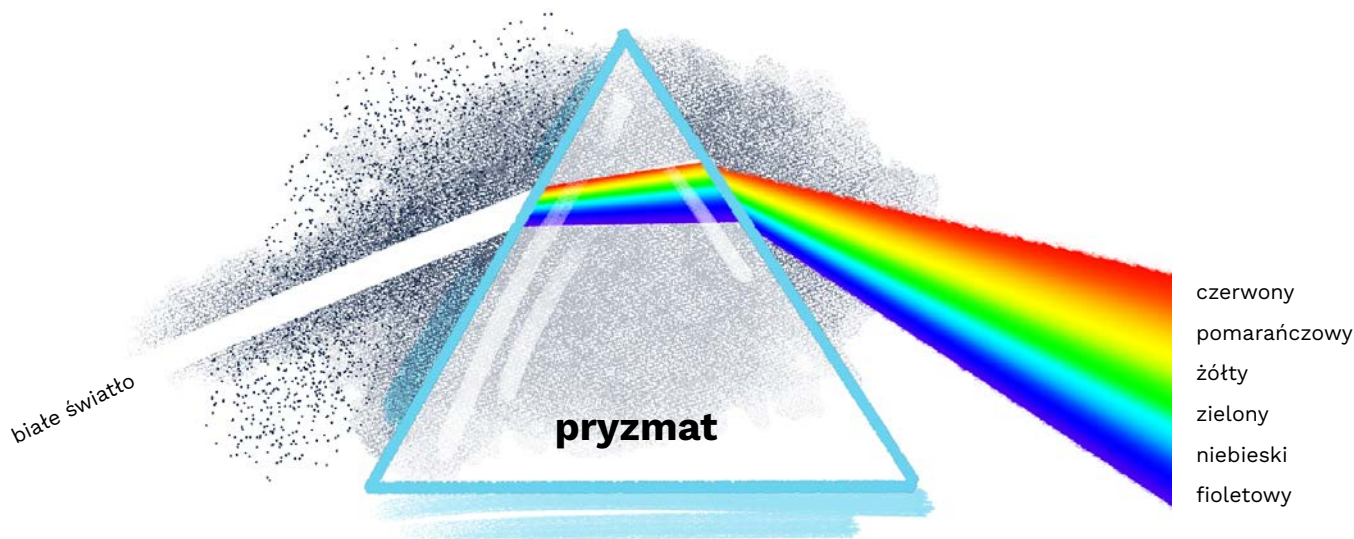
Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Co zrobić, by lusterko puszczało tęczowe zajączki?”

- Należy odbić strumień światła słonecznego lustrem zanurzonym w wodzie.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Światło, które widzimy ma barwę białą. Jednak kiedy przepuścimy je przez znajdującą się w misce wodę, pojawi się na ścianie plama w kolorach tęczy.
- Dzieje się tak dlatego, że światło białe jest mieszaniną strumieni światła o różnych barwach. Ich suma daje barwę białą. Woda ma właściwość rozszczepiania tej mieszaniny (światła białego) na poszczególne strumienie światła o różnych kolorach. Dzięki temu na ścianie widzimy wiele barw. Są to kolory, które występują w tęczy: czerwony, pomarańczowy, żółty, zielony, niebieski, indygo i fioletowy (w tej kolejności).
- Zjawisko tęczy występuje na niebie, kiedy w powietrzu unoszą się drobne kropelki wody, które powodują rozszczepienie białego światła.





Rys. 6. Rozszczepienie światła białego
Źródło: opracowanie własne



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.

Jasne obiekty najlepiej odbijają światło. Dzięki temu na jasnej ścianie mogliście zobaczyć promienie światła odbite od lusterek. Ciemna ściana nie zadziałałaby w taki sam sposób.

Jasne przedmioty bardzo dobrze odbijają światło słoneczne, słabo się nagrzewają i mogą działać chłodząco. Dlatego też w upalne letnie dni jasne ubrania dają nam większy komfort niż ciemne. 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 bardziej nagrzewała się 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. Tymcza-

sem 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/gsfcr/6151061573 (CC BY 2.0)

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 przyczyną zagrożenia wyginięciem wielu gatunków zwierząt. Należy do nich niedźwiedź polarny – największy lądowy drapieżnik na Ziemi. 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 innych drapieżników 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 porozmawiajcie 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.



REFLEKSJA

Jakie znacie gatunki zwierząt drapieżnych występujące w Polsce? Czy wiecie, które z nich objęte są ochroną? Jeśli nie – sprawdźcie. Wykorzystajcie do tego źródła internetowe.



4. Zagadkowy cień

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedzieć, jak powstaje cień,
- opowiesz, czy można zmienić wielkość i kierunek padania cienia.

Czas - 45 min - praca w zaciemnionym pomieszczeniu

Pytanie kluczowe: Czy cień przedmiotu zawsze wygląda tak samo?

Podstawowe pojęcia

- światło,
- cień,
- ostrość cienia,
- długość cienia,
- kształt cienia.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- latarka,
- sztywna kartka,
- nożyczki,
- przedmiot do obserwacji (np. klocek) – po jednym zestawie materiałów dla każdej grupy.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe – „Czy cień przedmiotu zawsze wygląda tak samo?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Kiedy przedmiot nie ma cienia?
- Jak wydłużyć cień?
- Czy można przeskoczyć swój cień?
- Czy można oderwać się od własnego cienia?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Im bliżej źródła światła znajduje się obiekt, tym jego cień jest dłuższy.
- Cień zmienia się w zależności od położenia źródła światła.

Przebieg eksperymentu

- Zastłońcie okna. Ustawcie na stole przedmiot, który będziecie oświetlać. Czy wokół tego przedmiotu można zaobserwować powstawanie cienia?
- Włączcie latarki i z różnych stron oświetlcie przedmiot. Co teraz możecie za-

uważyć na ławce? Czy cień zmienia się w zależności od ustawienia latarki? Czy z każdej strony wygląda tak samo?

- Spróbujcie ustawić latarkę w taki sposób, aby wasz przedmiot miał jak najdłuższy cień. Następnie ustawcie światło tak, żeby cień był jak najkrótszy.
- Jak wam się wydaje, czy można oświetlić przedmiot w taki sposób, aby cień się nie pojawił? Spróbujcie znaleźć na to sposób.
- Wytnijcie z kartki dowolny kształt.
- Oświetlcie swój wycięty kształt, kierując światło latarki w stronę ściany. Czy cień na ścianie wygląda tak samo jak wasz kształt?
- Zastanówcie się, w jakiej sytuacji cień będzie wyraźniejszy - gdy kształt będzie dalej czy bliżej latarki? Aby to sprawdzić, oddalajcie i przybliżajcie do źródła światła trzymany w ręku kształt.
- Na koniec spróbujcie, w grupach lub wspólnie, stworzyć z wyciętych figur teatrzyk cieni.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Eksperyment należy przeprowadzać w miejscu zaciemnionym.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Światło latarki oświetla figurę z różnych pozycji. To pokazuje, że cień zmienia się w zależności od położenia źródła światła.
- Zmienia się nie tylko wielkość cienia, ale również jego ostrość.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy cień przedmiotu zawsze wygląda tak samo?”

- Nie, kształt cienia zależy od ustawienia źródła światła względem przedmiotu.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Cień jest obszarem, który pojawia się za oświetlanym obiektem. Promienie światła (np. słoneczne lub z żarówki), które biegną po linii prostej, napotykają przeszkodę - obszar nieprzepuszczający światła, za którym powstaje cień.
- Cień obiektu wygląda różnie w zależności od tego, jak zmienia się ustawienie źródła światła lub samego obiektu.
- Im niżej znajduje się źródło światła, tym cień jest dłuższy. Jeśli światło będzie padało prostopadłe z góry na leżący przedmiot, cień się nie pojawi.
- Im bliżej źródła światła znajduje się przedmiot, tym cień będzie ostrzejszy.

Spójrz w gwiazdy

W tym rozdziale dzieci dowiedzą się:

- dlaczego w nocy jest ciemno,
- czym jest zanieczyszczenie światłem,



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

Wiemy już, że cień powstaje wtedy, gdy promienie światła napotykają przeszkodę, która to światło zasłania i nie przepuszcza go dalej. Z tym samym zjawiskiem mamy do czynienia, kiedy Słońce zachodzi i zapada noc. Robi się ciemno, ponieważ kula ziemską zasłania Słońce.

Zastanówmy się:

- Jak to się dzieje, że dzień i noc zachodzą naprzemiennie?

Propozycja ćwiczenia

- Nauczyciel/nauczycielka pyta: Jaka dziś jest pogoda? Czy widać słońce? Jak to się stało, że skończyła się noc, a teraz jest dzień?
- Nauczyciel/nauczycielka nawiązuje do wiedzy uczniów i uczennic, że Ziemia ma kulisty kształt. Przy użyciu globusa (lub piłki) oraz latarki (lub lampki) pokazuje, jak to się dzieje, że gdy kula ziemską się obraca, a Słońce nie zmienia swojej pozycji, tylko połowa planety jest oświetlona.
- Uczniowie i uczennice odpowiadają na pytania, uważnie obserwują, dzielą się spostrzeżeniami.

Nie taka ciemna noc

Zastanówcie się:

- Dlaczego czasem nocne niebo nie jest czarne tylko szaroróżowe, a gwiazdy są niewidoczne?
- Kiedy ostatni raz mieliście okazję oglądać ciemne, gwiazdziste 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 kilkadziesiąt 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. Wtedy obserwacja się nie uda.



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)

Propozycja ćwiczenia

- Nauczyciel/nauczycielka tłumaczy dzieciom, że najlepsze warunki do obserwacji gwiazd w Polsce są na terenach mało zaludnionych. Niska gęstość zaludnienia przekłada się na niewielką liczbę sztucznych źródeł światła, dzięki czemu niebo jest ciemne, a gwiazdy dobrze widoczne. Takie obszary to m.in. Bieszczady, Pojezierze Pomorskie i Pojezierze Mazurskie.
- Nauczyciel/nauczycielka prosi dzieci o odszukanie i wskazanie powyższych krain geograficznych na mapie fizycznej Polski.

Informacja dla nauczyciela

- Poziom zanieczyszczenia światłem w różnych miejscach na świecie można sprawdzić na wirtualnej mapie <https://www.lightpollutionmap.info>.

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 oraz powoduje osłabienie odporności. Efekt wzmacniają urządzenia elektroniczne, które również są źródłami 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.

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.

Zastanówcie się:

- 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 zrezygnować 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 „świecząca 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. 7. 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, <https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C29655%-2Cekspertka-zanieczyszczenie-swiatlem-jest-problemem-globalnym.html>.



REFLEKSJA

Przyjrzyjcie się, jakie lampy oświetlają ulice w okolicy waszej szkoły. Czy takie lampy przyczyniają się do zanieczyszczenia światłem?



5. Zakręcone kolory

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedzieć, jak łączyć barwy, aby uzyskać nowy kolor,
- wskażesz kolory podstawowe i pochodne.

Czas - 45 min

Pytanie kluczowe: Czy mieszając kolor zielony z pomarańczowym otrzymamy kolor niebieski?

Podstawowe pojęcia

- kolory podstawowe,
- kolory pochodne,
- barwa,
- światło,
- mieszanie kolorów,
- odbijanie światła.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- trzy szklanki,
- woda,
- łyżeczka,
- bibuła marszczona: czerwona, żółta, niebieska - po jednym arkuszu każdego koloru,
- watek plasteliny,
- kredki: żółta, czerwona, niebieska,
- patyk do szaszłyka,
- kartka z bloku technicznego,
- nożyczki.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe – „Czy mieszając kolor zielony z pomarańczowym otrzymamy kolor niebieski?” - i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów)

- Czy wymieszanie różnych kolorów ze sobą pozwala otrzymać inny kolor?
- Jak wiele kolorów znamy?
- Czy z kolorów podstawowych można otrzymać kolory pochodne?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Kolorów podstawowych nie otrzymamy z połączenia kolorów pochodnych.
- Z trzech kolorów podstawowych powstaną tylko trzy kolory pochodne.

Przebieg eksperymentu

- Napętnijcie szklanki wodą do połowy.
- Potnijcie arkusze bibuły na paski o długości około 5 cm i szerokości około 2 cm.
- Teraz do każdej szklanki wrzucie po trzy kawałki bibuły tego samego koloru. Zamieszajcie i zaczekajcie chwilę, aż woda się zabarwi.
- Zastanówcie się, jakie kolory powstaną po zmieszaniu tych płynów?
- Do szklanki z żółtą wodą wrzucie kawałek niebieskiej bibuły. Czerwoną bibułę dodajcie do szklanki z niebieską wodą, a bibułę żółtą – do szklanki z wodą czerwoną.
- Jakie zjawisko zaobserwowaliście? Jak myślicie, czy po zmieszaniu powstałych kolorów uda się uzyskać poprzednie barwy?
- Przelejcie wodę w wybranym kolorze do szklanki z wodą w innym kolorze i sprawdźcie, co się stanie.
- Narysujcie na kartce koło, możecie odrysować szklankę. Wytnijcie je i zaznaczcie środek. Zróbcie patykiem otwór w zaznaczonym miejscu.
- Podzielcie kółko na połowę, środkiem będzie otwór. Teraz pokolorujcie koło na dwa wybrane kolory (np. żółty i czerwony).
- Włóżcie patyk w otwór w taki sposób, by u góry wystawało około 2 cm. Obklejcie otwór plasteliną – dzięki temu koło nie spadnie z patyka. Pokolorowana strona koła powinna znajdować się na górze..
- Weźcie patyk i obracajcie szybko kółkiem, pocierając go dłońmi. Czy na obracającym się kole nadal widać dwa kolory?
- Wytnijcie kilka kółek i pokolorujcie je innymi kolorami, zróbcie np. kratkę albo plamy. Obserwujcie, co się dzieje po rozkręceniu kółka.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Do eksperymentu należy przygotować zwykłą, najtańszą bibułę.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Z kolorów podstawowych otrzymamy inne barwy. Po zmieszaniu koloru żółtego z niebieskim uzyskamy kolor zielony, czerwonego z niebieskim - fioletowy, czerwonego z żółtym - pomarańczowy. Po zmieszaniu wszystkich trzech kolorów podstawowych uzyskamy kolor brązowy.
- Wprowadzone w ruch pokolorowane kółko kręci się na tyle szybko, że nasze oko nie nadąża z odczytaniem i rozróżnianiem koloru. Barwy zlewają się ze sobą.



Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy mieszając kolor zielony z pomarańczowym otrzymamy kolor niebieski?”

- Nie. Z kolorów podstawowych uzyskujemy kolory pochodne, ale z pochodnych nie da się z powrotem uzyskać podstawowych.

Wy tłumaczenie zjawiska fizycznego

- Kolorami podstawowymi są niebieski, żółty i czerwony, nie otrzymamy ich z połączenia innych kolorów. Barwy, które powstają z połączenia tych podstawowych, to barwy pochodne.
- Łącząc barwy pochodne, nie otrzymamy na powrót kolorów podstawowych.



Rys. 8. Mieszanie kolorów. Barwy podstawowe i pochodne
Źródło: opracowanie własne



Sokoli wzrok

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 odróżniać 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 koloru **ultrafioletowego**, który dla nas jest niewidoczny.

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 jest znacznie bardziej przydatny w nocy 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.

Zastanówcie się, 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 ultrafiolecie

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.

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

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.*

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 drapieźnych 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>.



REFLEKSJA

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.