

Edu-skrzynka. Termodynamika

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 **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. Efekt cieplarniany / 23
 - 2. Oświeceni / 28
 - 3. Wyścig kostek / 35
 - 4. Rozprężające doświadczenie / 40
 - 5. Stany skupienia / 45

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?”.

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 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: 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: teg.edu.pl/.
- *Edukacja globalna dla najmłodszych – pakiet edukacyjny dla szkół i przedszkoli*: 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: globalna.ceo.org.pl/edukacja-globalna-na-zajeciach-przedmiotowych-w-szkole-podstawowej.

- Zestaw plansz zawierający podstawowe informacje na temat Celów Zrównoważonego Rozwoju: globalna.ceo.org.pl/scenariusze-i-gry/cele-zrownowazonego-rozwoju.
- Materiały opracowane w programie *Ścieżki do Celów*: 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!*: 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 potrząśanie, dotykanie i ważenie w dłoniach dzieci próbują dociec, co znajduje się w tajemniczych puszkach².

Możesz wykorzystać scenariusz zajęć „Nauka w puszcze” i przeprowadzić podobny eksperyment w swojej klasie³.

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 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 dzieci do eksperymentowania zainspirowanego cyklem badawczym, którego podstawą jest ciekawość, stawianie pytań i hipotez.

² „Skąd się bierze wiedza naukowa”: www.youtube.com/watch?v=zKSP-ev78Lk&list=PLD4KSOFXmjZvpZjkJMcWg-tQiiFBSvWbC&index=4

³ Czym jest nauka – ćwiczenie: odkrywanie zawartości puszek (nauka jako proces i jako produkt): mlodziodkrywcy.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: www.olimbiol.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: 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 ścisłe**: globalna.ceo.org.pl/sites/globalna.ceo.org.pl/files/wns_przewodnik_nauczycielki.pdf, zobaczyć w krótkim filmie, który powstał w programie **Ścisłe dla dziewczyn**: 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: ok.ceo.org.pl/.

IV. Eksperymentowanie a podstawa programowa przedszkola i szkoły podstawowej⁴

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).

⁴ 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

Efekt cieplarniany — Ziemia pod kołdrą

- C. Baxter, B. von Brackel, H. Feldt, M. Franken, L. Fuhr, S. Groll, H. Holdinghausen, A. Jungjohann, A. Kassenberg, E. Mahnke, M. Wilczyński, *Atlas węgla. Dane i fakty o globalnym paliwie*, Fundacja im. Heinricha Bölla, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, online: www.pl.boell.org/sites/default/files/atlas_wegla_boell.pdf.
- Magdalena Klarenbach, Małgorzata Małochleb, Emilia Ślimko, *Spalanie paliw kopalnych. Scenariusze dla uczennic i uczniów*, [w:] *Smog w szkole czyli o zanieczyszczeniu i poprawie jakości powietrza*, Fundacja Otwarty Plan, online: www.zielonasiec.pl/wp-content/uploads/SMOG-W-SZKOLE-wyd.II-Polska-Zielona-Siec-2017.pdf.
- Marcin Popkiewicz, *Efekt cieplarniany – wprowadzenie*, ziemianarozdrozu.pl, online: www.zemianarozdrozu.pl/encyklopedia/12/efekt-cieplarniany-wprowadzenie
- Marcin Popkiewicz, Aleksandra Kardaś, Szymon Malinowski, *Nauka o klimacie*, wyd. Sonia Draga, Warszawa 2019.
- Marta Polsakiewicz, *Uwaga, nadchodzi ulewa!* [w:] *Edu-skrzynka.Woda*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, online: www.fizyka.ceo.org.pl/sites/fizyka.ceo.org.pl/files/edu-skrzynka_woda_klasy_0-iii.pdf.

Oświeceni — Pies pogoda i człowiek klimat

- *Jim Hansen on Loaded Dice and Climate Change*, Andrew Revkin, youtube.com, online: www.youtu.be/dx9ci7ZQi7c.
- Marcin Popkiewicz, *Wpływ zmian klimatu na Polskę*, ziemianarozdrozu.pl, online: www.zemianarozdrozu.pl/encyklopedia/107/wplyw-zmian-klimatu-na-polske.
- *Śnieżny pług odśnieżny typu 414S*, stacja muzeum.pl, online: www.stacjamuzeum.pl/wp-content/uploads/2020/01/P%C5%82ugod%C5%9Bnie%C5%BCnytypu414S-652x434.jpg.
- *Shifting Distribution of Summer Temperature Anomalies2*, wikipediacommons.org, online: www.upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Shifting_Distribution_of_Summer_Temperature_Anomalies2.png.
- *Weather Versus Climate Change| Cosmos: A Spacetime Odyssey*, National Geographic, youtube.com, online: www.youtu.be/cBdxDFpDp_k.

Wyścig kostek — Ile mamy (i potrzebujemy) lodu?

- Aleksandra Bełdowicz, *Arktyka płonie. Rekordy temperatur za kołem podbiegunowym*, RP.pl, online: www.klimat.rp.pl/planeta/art17080001-arktyka-plonie-rekordy-temperatur-za-kolem-podbiegunowym.
- *Interaktywna mapa wzrostu poziomu mórz*, Climate Central, climaecetral.org, online: www.coastal.climatecentral.org/map/8/16.9975/53.7864/?theme=sea_

level_rise&map_type=coastal_dem_comparison&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2050&pathway=r-cp45&percentile=p50&refresh=true&return_level=return_level_1&rl_model=gt-sr&slr_model=kopp_2014 .

- Dahr Jamail, *Koniec lodu. Jak odnaleźć sens w byciu świadkiem katastrofy klimatycznej*, przeł. A. Paszkowska, wyd. Krytyki Politycznej, Warszawa 2020.
- Jakub Małecki, *Atlas zmian lodowców świata*, glaciologia, online: www.glaciologia.wordpress.com/atlas/.
- Jakub Małecki, *Lodowce i lądolody, czyli co mnie obchodzi zeszłoroczny śnieg*, Miesięcznik Dzikie Życie, nr 4 (334), Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra 2022.
- Marcin Popkiewicz, *Topnienie Grenlandii i Antarktydy*, ziemianarozdrozu.pl online: www.zemianarozdrozu.pl/encyklopedia/89/topnienie-grenlandii-i-antarktydy.

Rozprężające doświadczenie – Skąd się biorą huragany?

- *Jak powstaje wiatr?*, Zintegrowana Platforma Edukacyjna, zpe.gov.pl, online: www.zpe.gov.pl/a/jak-powstaje-wiatr/DqZficLwn.
- Aleksandra Kardaś, *Co z tymi huraganami?*, naukaoklimacie.pl, online: naukaoklimacie.pl/aktualnosci/co-z-tymi-huraganami-49/.
- Marcin Popkiewicz, *Coraz silniejsze huragany [i nie jest to drobny efekt]*, naukaoklimacie.pl, online: www.naukaoklimacie.pl/aktualnosci/coraz-silniejsze-huragany-i-nie-jest-to-drobny-efekt-296/.
- Marcin Popkiewicz, Szymon Malinowski, *Huragany – skąd się biorą, jak się ją zniszczenie i jak wpływa na nie zmiana klimatu*, naukaoklimacie.pl, online: www.naukaoklimacie.pl/aktualnosci/huragany-skad-sie-biora-jak-sieja-zniszczenie-i-jak-wplywa-na-nie-zmiana-klimatu-245/.

Stany skupienia – Dobroczynne słońce

- Bogna Grygiel-Górniak, Mariusz Puszczewicz, *Witamina D— nowe spojrzenie w medycynie i reumatologii*, Postępy Hig Med Dosw, online: www.researchgate.net/profile/Bogna-Grygiel/publication/262643690_Vitamin_D_-_A_new_look_in_medicine_and_rheumatology/links/5a133904aca27217b5a17ea2/Vitamin-D--A-new-look-in-medicine-and-rheumatology.pdf.
- Manfred Lurker, *Przesłanie symboli w mitach, kulturach i religiach*, tłum. R. Wojnakowski, Kraków 1994, s. 129 – 150.
- *Stop suszy*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, online: www.stopsuszy.imgw.pl.
- K. Urban, *Susza zbiera żniwa w Polsce. Wysychają rzeki i gleba, rośnie zagrożenie pożarowe*, smogLAB, online: www.smoglab.pl/susza-2022/.

Dostęp do źródeł internetowych: maj 2022 r.

VI. Doświadczenia i ich powiązania z Celami Zrównoważonego Rozwoju

Cele Zrównoważonego Rozwoju⁵

Rozmawiając z dziećmi, warto sięgać do szerszego kontekstu doświadczeń i odwoływać się do globalnych wyzwań współczesności. W tej publikacji kontekst doświadczeń został poszerzony o pięć Celów Zrównoważonego Rozwoju:

Cel 3: Dobre zdrowie i jakość życia

Należy zwrócić szczególną uwagę na promowanie zdrowego stylu życia i ogólną edukację prozdrowotną (w tym na profilaktykę chorób, szczególnie o charakterze cywilizacyjnym). Nie powinien umknąć nam fakt powiązania promocji i edukacji zdrowego życia z troską o redukcję zanieczyszczeń wód, powietrza i gleby. Czyste środowisko to lepsza jakość życia i możliwość prawidłowego zadbania o swoje zdrowie

Cel 6: Czysta woda i warunki sanitarne

Każdy człowiek na świecie powinien mieć dostęp do czystej wody. Na naszej planecie mamy wystarczającą ilość wody. Jednak nieefektywne gospodarowanie zasobami sprawia, że według szacunków, co czwarta osoba do 2050 roku będzie żyła w rejonie dotkniętym deficytem wody pitnej. Należy zatroszczyć się o stan wody na świecie przez redukcję zanieczyszczeń oraz zwiększenie inwestycji w obszarze zarządzania ekosystemami wody słodkiej.

Cel 7: Czysta i dostępna energia

Czysta energia pochodząca z odnawialnych źródeł jest szansą nie tylko na zatrzymanie skutków katastrofy klimatycznej, ale także na podniesienie jakości życia społeczeństw. Nierozzerwalnie łączy się z celem nr 3 – przez zwiększanie wiedzy, propagowanie, a w konsekwencji upowszechnianie się odnawialnych źródeł energii zamiast wykorzystywania paliw kopalnych redukuje cywilizacyjne choroby wynikłe ze spalania węgla.

⁵ Opracowano na podstawie Ośrodka Informacji ONZ w Warszawie, www.un.org.pl.

Cel 12: Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja

Zrównoważona konsumpcja i produkcja, powiązane z promowaniem efektywnego używania zasobów naturalnych, umożliwia realizowanie innych celów, takich jak: ochronę bioróżnorodności, zasobów naturalnych i naturalnych siedlisk.

Cel 13: Działania w dziedzinie klimatu

Nasilające się konsekwencje kryzysu klimatycznego dotyczą całe ekosystemy i społeczności na naszej planecie. Kryzys klimatyczny przyczynia się tym samym do pogłębiania nierówności społecznych, utraty bioróżnorodności i wymierania gatunków. Celem stojącym przed ludzkością jest redukcja emisji gazów cieplarnianych.



Efekt cieplarniany

Cele eksperymentu.

Po zajęciach wyjaśnicie:

- czym są gazy cieplarniane;
- w jaki sposób węgla wpływa na temperaturę na Ziemi.

Czas trwania: 10 min (przygotowanie) + 45 min (zajęcia)

Pytanie kluczowe: *Od czego zależy temperatura powietrza?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

- Czy słyszeliście o zmianach klimatu?
- Co wpływa na te zmiany?
- Czy słyszeliście o gazach cieplarnianych?
- Czy znacie przykłady takich gazów?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

- Skład powietrza nie wpływa na jego temperaturę.
- Skład powietrza wpływa na jego temperaturę.
- Istnieją gazy, które podnoszą temperaturę powietrza.

Podstawowe pojęcia:

- dwutlenek węgla
- gazy cieplarniane
- efekt cieplarniany
- zmiany klimatu

Materiały:

- dwa duże słoiki z nakrętkami
- dwa termometry
- pusta butelka 0,5 l
- gumowy balon
- lejek
- łyżeczka
- soda oczyszczona
- ocet
- ręczniki papierowe

Przeprowadzenie eksperymentu:

- Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: *Od czego zależy temperatura powietrza?* i porozmawiajcie o nim w parach.

- Nalejcie octu do $\frac{1}{3}$ butelki.
- Wsadźcie lejek do balonu i wsypcie do niego 2-3 łyżeczki sody oczyszczonej.
- Uważając, żeby soda nie przesypała się do butelki, nałóżcie ogonek balonu na szyjkę butelki.
- Trzymając butelkę, unieście balon i pozwólcie sodzie wymieszać się z octem.
- Poczekajcie, aż balon przestanie rosnać.
- Ściągnijcie balon z butelki, ale nie pozwólcie mu się opróżnić z gazu.
- Ogonek balonu umieśćcie nad jednym ze słoików (odkręconym!).
- Pozwólcie, żeby gaz z balonu powoli ulotnił się do wnętrza słoika.
- Wsadźcie do obu słoików termometr.
- Zakręćcie oba słoiki i postawcie je na słońcu.
- Zanotujcie temperaturę w obu słoikach.
- Koniecznie pamiętajcie, który słoik zawiera w sobie gaz z balonu.
- Co 5-10 minut sprawdzajcie temperaturę w słoikach.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

- Eksperyment należy przeprowadzać w gorący słoneczny dzień.
- Przed przeprowadzeniem eksperymentu słoiki powinny być odkręcone i przechowywane w tych samych warunkach. Chcemy, żeby były suche i miały identyczną temperaturę.
- Eksperyment należy przerwać, gdyby termometr zbliżył się do swojej maksymalnej temperatury.
- Po wsypaniu sody do octu zachodzi gwałtowna reakcja. Należy dokładnie poinstruować grupę, jak przeprowadzić eksperyment i pouczyć o środkach ostrożności.

Przewidywany wynik doświadczenia:

Wnętrze słoika, do którego uwolniliśmy gaz z balonu, nagrzej się bardziej niż wnętrze drugiego słoika.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Od czego zależy temperatura powietrza?*

Temperatura powietrza zależy od dostarczonej mu energii, np. w postaci światła słonecznego. Im więcej w powietrzu tzw. gazów cieplarnianych, tym szybciej będzie się ono nagrzewało.

Propozycja modyfikacji doświadczenia:

Można użyć trzeciego słoika i wypuścić do niego powietrze pochodzące z płuc chętnej osoby. Panuje mylne przeświadczenie, że ludzie wydychają czysty dwutlenek węgla. W rzeczywistości gaz ten stanowi 2-3% wydychanego powietrza (a w atmosferze jest go ok 0,0407%).



Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

- W wyniku reakcji octu z sodą oczyszczoną, powstaje dwutlenek węgla:
 - balon wypełnia się CO_2 ;
 - ponieważ CO_2 jest ciężkim gazem, możemy „przebrać go” z balonu do słoika;
 - jeżeli słoik będzie stał otworem do góry, a w jego otoczeniu nie będzie wiatr, dwutlenek węgla pozostanie w nim przez długi czas.
- Mimo że stężenie dwutlenku węgla w atmosferze to zaledwie ok. 0,0407%, odgrywa on ważną rolę w efekcie cieplarnianym.
- Do gazów cieplarnianych zaliczamy m.in.: parę wodną, dwutlenek węgla, metan, ozon (kolejność wedle wpływu na efekt cieplarniany).
- Gazy cieplarniane w ziemskiej atmosferze przepuszczają większość promieniowania słonecznego. Pochłaniają jednak promieniowanie podczerwone odbijające się od planety.
- CO_2 zatrzymuje ciepło w słoiku, w efekcie czego temperatura w nim rośnie szybciej niż w słoiku z niższym stężeniem tego gazu.
- Dwutlenek węgla podobnie wpływa na wzrost temperatury w atmosferze.



Ziemia pod kołdrą

Po tej części zajęć opowiecie:

- jak działa efekt cieplarniany i jaka jest w nim rola CO₂;
- skąd w atmosferze bierze się CO₂ i inne gazy cieplarniane;
- jakie są negatywne skutki spalania paliw kopalnych.

Ziemia jak szklarnia

Atmosfera ziemską składa się z gazów – między innymi gazów cieplarnianych – a jej skład jest stały. Gazy cieplarniane są niezbędne do tego, żeby na Ziemi mogło rozwijać się życie. Gdyby nie atmosfera, która działa jak kołdra zatrzymująca przy powierzchni Ziemi ciepło, nasza planeta pokryta byłaby w całości śniegiem i lodem. Tę sytuację nazywamy *efektem cieplarnianym* (inaczej — *szklarniowym*).

Jednym z ważniejszych gazów cieplarnianych jest dwutlenek węgla. Jest to gaz, którego stała niewielka ilość w atmosferze jest niezbędna do funkcjonowania roślin. Jeśli jednak jest go w atmosferze za dużo, sama atmosfera staje się coraz cięższa. Dodawanie do niej kolejnych porcji CO₂ jest jak nakrywanie Ziemi kolejnymi warstwami kołdry— robi się coraz goręcej.

Ciekawostka:

Wenus jest planetą bardzo podobną do Ziemi. Ma podobne rozmiary, masę i podobną budowę. Jednak atmosfera Wenus jest zupełnie inna niż atmosfera Ziemi – ma w swoim składzie dużo więcej pary wodnej, w większości składa się z dwutlenku węgla. Przez to ta „kołdra” przykrywająca Wenus jest 100 razy grubsza niż na Ziemi! Na Wenus przez jej atmosferę jest tak gorąco, że w ciągu długiego procesu wyparowały z powierzchni tej planety wszystkie oceany.

Krótką historią węgla

Skąd jednak w atmosferze Ziemi nadmierna ilość dwutlenku węgla? Ze spalania wydobywanych spod ziemi paliw kopalnych, czyli węgla kamiennego i brunatnego, gazu i ropy. W Polsce głównym wydobywanym i używanym surowcem, np. w elektrowniach, jest węgiel. Węgiel kamienny wydobywa się w kopalniach głębinowych, takich, które działają m.in. na Górnym Śląsku. Węgiel brunatny — w kopalniach odkrywkowych, z których największą w Polsce jest kopalnia Bełchatów.

Czym zatem jest węgiel? Żeby odpowiedzieć na to pytanie trzeba cofnąć się w naszej wyobraźni do czasów z początku okresu karbońskiego, czyli ponad 350 milionów lat temu. Ziemię porastały wówczas gęste, wysokie lasy. Korony drzew sięgały 40 metrów. Znany dziś i niepozorny skrzyp polny był gigantyczną rośliną rozmiarami sięgającą 20 metrów! Paprocie tworzyły rozległe lasy. Roślinność była bujna i porastała olbrzymie tereny. Gdy ten rozrost lasów zaczął raptownie hamować, wybijała roślinność zaczęła obumierać. Tworzyły się torfowiska, które twardniejąc, zamieniały się w bryły węgla. Węgiel jest więc niczym innym niż zmienianym przez miliony lat zachowanym pod ziemią lasem, resztkami roślin porastających dawno Ziemię.

Jego wydobywanie i spalanie niesie niestety ze sobą szereg bardzo groźnych konsekwencji.

1. Po pierwsze, spalając węgiel, emitujemy do atmosfery dodatkowe ilości CO₂, które zaburzają delikatną równowagę i prowadzą do zwiększenia efektu cieplarnianego (dodatkowej kołdry), a w konsekwencji — do globalnego ocieplenia.
2. Po drugie, gdy spalamy węgiel uwalniane są również niebezpieczne dla zdrowia ludzi i innych zwierząt metale ciężkie.
3. Po trzecie: wydobywanie węgla wywołuje również wielkie szkody dla natury, a także dla człowieka, takie jak zanieczyszczanie wód, uszkodzanie domów i ulic oraz przesiedlanie całych wsi.

Żeby więc zatrzymać niekorzystne zmiany klimatu i doprowadzać do przegrzewania się Ziemi „pod zbyt dużą ilością kołdry”, musimy odejść od spalania paliw kopalnych, w tym także od wydobywania i spalania węgla. O tym w jaki sposób można to zrobić dowiedzieć się z materiałów Edu-skrzynek *Prąd elektryczny*.



REFLEKSJA

- Czy znacie źródła energii inne niż paliwa kopalne? Jakie?
- Węgiel zaczął być wydobywany na szerszą skalę w dziewiętnastowiecznej Wielkiej Brytanii i Prusach. Na jaki okres historyczny przypada rozwój kopalni w Europie? Jaki jest związek między wydobywaniem węgla w europejskich krajach a ich historią?
- Na czym polegają szkody górnicze? Jaki mają związek z wydobywaniem węgla?



Oświeceni

Cele eksperymentu.

Po zajęciach opowiecie:

- z skąd się biorą pory roku;
- dlaczego w niektórych częściach Ziemi jest cieplej, a w innych zimniej.

Czas trwania: 10-15 min

Pytanie kluczowe: *Dlaczego latem jest ciepło, a zimą zimno?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

- Czy wszędzie na Ziemi panuje taki sam klimat?
- W których miejscach Ziemi jest ciepło, a w których zimno?
- Kiedy dzień jest długi, a kiedy krótki?
- Czy słońce zmienia swoje położenie na niebie w ciągu roku?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

- Na równik pada więcej światła słonecznego w ciągu roku niż na bieguny.
- Na bieguny pada więcej światła słonecznego w ciągu roku niż na równik.
- Do każdego miejsca na Ziemi dociera tyle samo światła słonecznego.

Podstawowe pojęcia:

- równik
- biegun
- strefy klimatyczne
- pory roku
- ruch obiegowy Ziemi

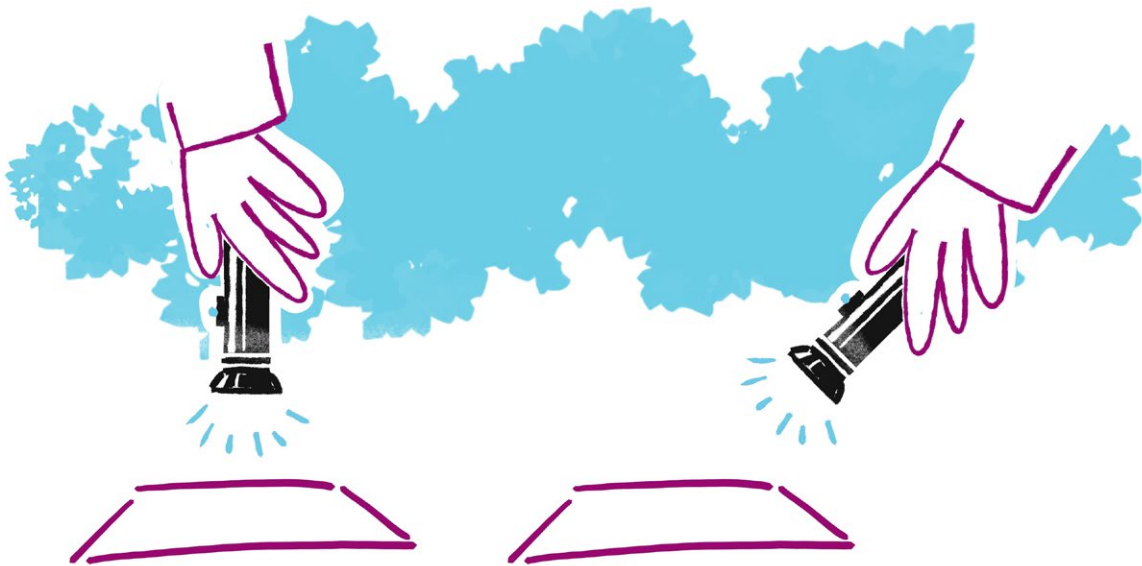
Materiały:

- latarka (o skupionym świetle)
- globus, ew. duża piłka
- kartka papieru
- długopis

Przeprowadzenie eksperymentu:

- W parach poszukajcie odpowiedzi na pytanie: *Dlaczego latem jest ciepło, a zimą zimno?*
- Połóżcie kartkę papieru na ławce.
- Poświećcie na nią latarką z małej odległości.
- Najpierw pionowo z góry.
- Następnie pod lekkim kątem z boku.

- Obrysujcie na kartce oświetlonej przez latarkę kształty.
- Czy latarka w obu przypadkach oświetliła taką samą powierzchnię kartki?



- Postawcie na stole globus.
- Poświećcie latarką w okolicy równika.
- Trzymajcie latarkę prostopadłe do równika, nie do blatu stołu.
- Nie obracając latarki w żaden sposób, zacznijcie powoli przesuwać ją w stronę bieguna północnego.
- Czy światło latarki na globusie układa się w podobne kształty co wcześniej na kartce papieru?



Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

- Jeżeli używamy globusa, na którym prawidłowo oś obrotu Ziemi jest lekko pochylona, trzeba dopilnować, żeby uczniowie trzymali latarkę prostopadle do równika, a nie ławki, na której globus stoi.

Przewidywany wynik doświadczenia:

- Świecąc prostopadle na kartkę papieru, zobaczymy jasny okrąg.
- Świecąc pod kątem, zobaczymy owalny kształt.
- Świecąc prostopadle na globus zobaczymy okrąg w okolicach równika, a owal — w okolicach biegunów.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Dlaczego latem jest ciepło, a zimą zimno?*

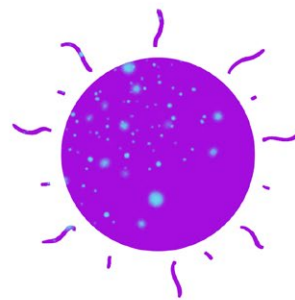
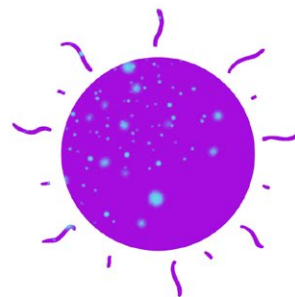
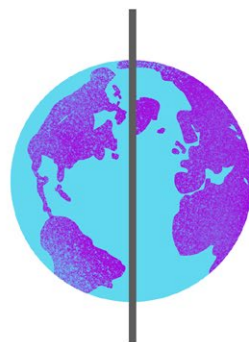
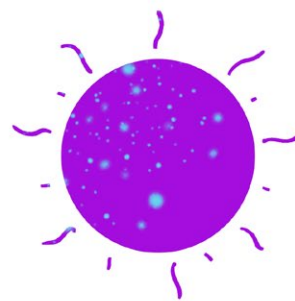
- Ponieważ oś obrotu Ziemi jest nachylona, podczas obiegu naszej planety wokół Słońca zmienia się intensywność nasświetlania półkuli północnej i południowej.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

- Używając tej samej latarki jako źródła światła, na kartce papieru otrzymaliśmy mały okrąg oraz dużo większy od niego owalny kształt.
- W obu przypadkach światła było tyle samo, ale w przypadku owalnego kształtu zostało ono rozproszone na większą powierzchnię.
- W obu przypadkach ilość energii przesłanej przez latarkę była taka sama, ale w przypadku owalnego kształtu została ona rozproszona na większą powierzchnię. Możemy to porównać do kaloryfera, który wytwarza konkretną ilość ciepła. Małe pomieszczenie ogrzeje się szybciej od dużego.
- Ziemia, krążąc wokół Słońca, zmienia kąt pod jakim jest względem niego ustawiona.
- 21 marca i 23 września promienie słoneczne będą padały prostopadle na Równik.
- 22 czerwca promienie słoneczne będą padały prostopadle na Zwrotnik Raka.
 - Na półkuli północnej jest to najdłuższy dzień roku rozpoczynający lato.
 - Na południowej — najkrótszy, inicjujący zimą.



- 22 grudnia promienie słoneczne będą padały prostopadle na Zwrotnik Koziorożca.
 - Na półkuli północnej to najkrótszy dzień roku, który otwiera zimę.
 - Na południowej odwrotnie — jest to najdłuższy dzień, który rozpoczyna lato.
- Z ruchem obiegowym Ziemi i wynikającą z niego zmianą kąta padania promieni słonecznych na jej powierzchnię, związane są:
 - pory roku,
 - długość dnia i nocy,
 - strefy klimatyczne.
- W części eksperymentu z globusem, poruszamy latarką, chociaż tak naprawdę powinniśmy przechylać globus.





Pies pogoda i człowiek klimat

Po tej części zajęć wyjaśnicie:

- czym różni się pogoda od klimatu i co mają wspólnego spacer z psem z prognozowaniem pogody;
- jak już zmienił się klimat i jak to wpłynęło na temperatury w ciągu roku;
- w jaki sposób strefy klimatyczne mogą się przesuwać i co z tego wynika.

Pogoda to nie klimat!

Klimat Ziemi ociepla się z powodu działalności człowieka. W tym eksperymencie dowiedzieliśmy się, jak to się dzieje, że mamy na kuli ziemskiej strefy klimatyczne. Jak myślicie, czy klimat i pogoda równa się to samo? Różnicę między pogodą a klimatem można opisać jak różnicę między psem a człowiekiem. Gdy człowiek idzie na spacer z psem, a pies idzie obok niego na smyczy, najczęściej pies będzie wybiegał raz w prawo, raz w lewo, goniąc za zapachami w nieprzewidywalny dla nas sposób. Pies to pogoda. Nie sposób jej przewidzieć na dłużej niż kilka dni. Prognozy pogody na więcej niż 5-7 dni mają bardzo małą skuteczność, rzadko dokładnie się sprawdzają. Jednak pies idzie u boku człowieka i to człowiek nadaje kierunek marszu. W tej analogii człowiek jest odpowiednikiem klimatu, czyli złożonego procesu zjawisk pogodowych charakterystycznego dla danego obszaru na Ziemi. Jeśli więc mówimy o zmianie klimatu czy o ocieplaniu się klimatu, mamy na myśli zdarzenia złożone, długofalowe i globalne.

Jak zmienia się klimat i jak to wpływa na Polskę?

Niestety żyjemy w czasach, w których dochodzi do zmian klimatu, jego ocieplania. Nie oznacza to, że nie będą już występować mroźne zimy ani że nie może zdarzyć się wyjątkowo chłodne i deszczowe lato. Świadczy to o tym, że w skali dekad zmniejsza się prawdopodobieństwo wystąpienia dni czy okresów wyjątkowo zimnych, a zwiększa ilość dni bardzo ciepłych czy ekstremalnie ciepłych. Bardzo śnieżne zimy i wiosenne roztopy zdarzają się o wiele rzadziej. O wiele częściej z kolei — fale upałów, susze, trąby powietrzne, gwałtowne burze i ulewę.

W Polsce były kiedyś (nie tak dawno, w latach 80-tych) tak mroźne zimy, że regularnie zimą jeździły lokomotywy-pług, które odśnieżały tory. Dziś takie odśnieżające lokomotywy nie są już potrzebne i znaleźć je możemy jedynie w muzeach:

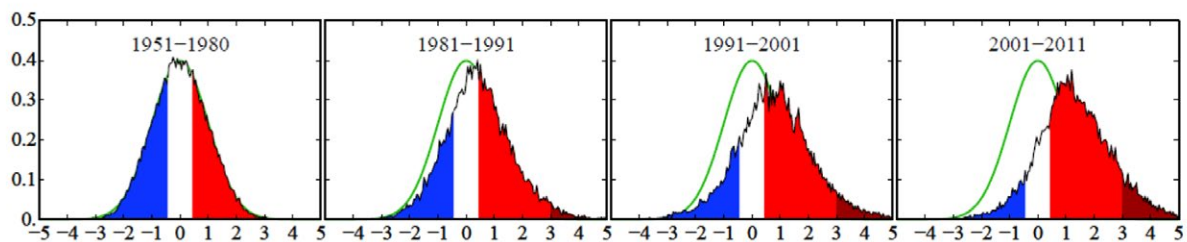


Fot. 1
Pług odśnieżny używany w latach 70-tych i 80-tych XX-tego wieku, od 2010 roku w Muzeum Kolejnictwa.

Gra klimatyczną kością

Na grafice poniżej możecie znaleźć wykresy przedstawiające ilość wyjątkowo ciepłych, wyjątkowo zimnych i średnich dni w ciągu roku. Siedemdziesiąt czy czterdzieści lat temu dni wyjątkowo zimnych (zarówno latem, gdy jest chłodno, jak i zimą, gdy jest silny mróz) oraz wyjątkowo ciepłych (upalnych — latem i z temperaturą powyżej zera — zimą) było tyle samo (tj. tyle samo koloru czerwonego i niebieskiego). Przez lata to się zmieniło i dziś wyjątkowo zimne okresy (kolor niebieski) występują bardzo rzadko, a wyjątkowo ciepłe i ekstremalnie ciepłe (kolor czerwony) — znacznie częściej.⁶

Graf. 1



Grafika przedstawia zmianę ilości dni w ciągu roku: bardzo zimnych, średnich, bardzo ciepłych i ekstremalnie ciepłych na przestrzeni pół wieku.

Wykresy te przedstawiają ilości czerwonych, niebieskich i białych dni w roku. Każdy taki dzień to pogoda, ale zestawienie wielu dni jest już klimatem i wykresy przedstawiają zmianę klimatu (od 1951 roku do 2015 roku). Możemy tę sytuację przyrównać

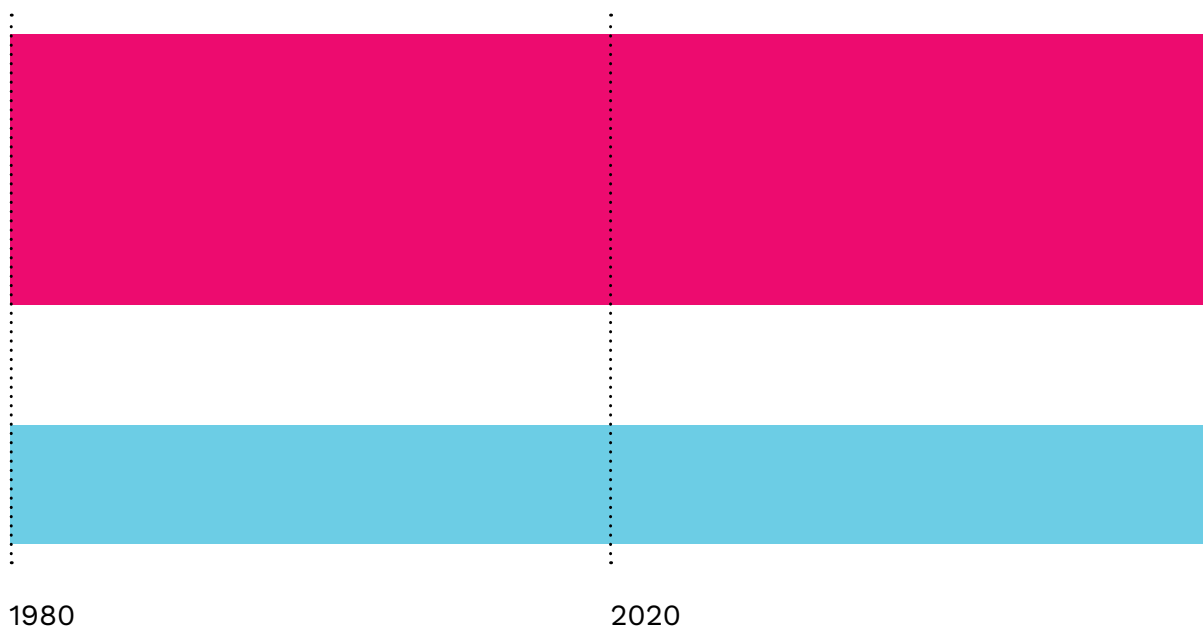
⁶ Por. *Shifting Distribution of Summer Temperature Anomalies*, Wikipedia.org, online: www.commonswiki.org/wiki/File:Shifting_Distribution_of_Summer_Temperature_Anomalies2.png

do innego wykresu, przedstawiającego wyniki wielu rzutów kością do gry. Rzucając kością, możemy sprawdzić prawdopodobieństwo wystąpienia w danym roku dni czerwonych (ciepłych), niebieskich (zimnych) i białych (o umiarkowanej temperaturze). W latach 50-tych XX-tego wieku na takiej kości byłyby dwie ścianki czerwone, dwie białe i dwie niebieskie. Dziś ta kość musiałaby wyglądać inaczej: cztery ścianki czerwone, jedna biała i jedna niebieska.



REFLEKSJA

- Podzielcie się na kilka grup. Stwórzcie dla każdej grupy po jednym komplecie kości do gry. Każdy komplet zawiera dwie kości: jedną — reprezentującą temperatury w latach 1950-80, drugą — współcześnie. W pierwszej kości zamalujcie dwie jej ścianki na czerwono, dwie na niebiesko i dwie na białe. W drugiej kości pokolorujcie cztery ścianki na czerwono, jedną na niebiesko i jedną na białe. To są wasze kości klimatyczne. Każda z osób w grupie rzuci cztery razy kością pierwszą i cztery razy kością drugą. Wyniki rzutów dla całej grupy zapisuje wybrana osoba (która też wykonuje rzut). Po skończonej grze, twórzcie wspólny wykres, nanosząc do poniższych pól wyniki rzutów z każdej grupy w taki sposób: jednemu rzutowi kością odpowiada jedna kropka w odpowiednim polu (niebieskie rzuty — w niebieskim polu, białe — w białym, czerwone — w czerwonym i odpowiednio kością pierwszą w pierwszej kolumnie, kością drugą w drugiej):



Narysujcie linie łączącą pole, w którym znalazło się najwięcej kropek z lewej kolumny z tym z największą ilością kropek z prawej kolumny. Kropki na polach są jak „psie łapy” symbolizujące pogodę. Linia między lewą i prawą kolumną jest jak linia marszu człowieka – klimat. Czy widzicie dokąd ta linia prowadzi?



Wyścig kostek

Cele eksperymentu.

Po zajęciach opowiecie:

- dlaczego woda w jeziorze lub basenie jest cieplejsza na powierzchni;
- jak zachowuje się ciepła i zimna woda.

Czas trwania: 15 min

Pytanie kluczowe: *W jakiej wodzie rozpuści się szybciej kostka lodu — w słonej, czy słodkiej?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

- Czy sól wpływa na szybkość topnienia?
- Kiedy i dlaczego używamy soli na drogach?
- Dlaczego kostka lodu unosi się na powierzchni?
- Ciepłe powietrze unosi się czy opada?
- Zimne powietrze unosi się czy opada?
- Czy ciepła/zimna woda zachowuje się tak samo jak ciepłe/zimne powietrze?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

- Kostka lodu szybciej rozpuści się w słonej wodzie.
- Kostka lodu szybciej rozpuści się w słodkiej wodzie.
- Kostki lodu rozpuszczą się w tym samym czasie.

Podstawowe pojęcia:

- gęstość
- woda słona
- woda słodka

Materiały:

- kostki lodu zabarwione barwnikiem spożywczym
- dwie szklanki
- woda
- sól
- łyżka
- stoper

Przeprowadzenie eksperymentu:

- Porozmawiajcie w parach, w jakiej wodzie rozpuści się szybciej kostka lodu — w słonej, czy słodkiej?
- Nalejcie do obu szklanek $\frac{2}{3}$ wody.
- Do jednej ze szklanek wsypcie 3 łyżki soli i dokładnie wymieszajcie.

- Poczekać chwilę, żeby słona woda przestała się poruszać.
- W tym czasie możecie podpisać szklanki lub postawić je na podpisanych kartkach papieru.
- Jednocześnie: wrzucić po jednej kostce lodu do każdej ze szklanek i uruchomić stoper.
- Obserwować, co dzieje się z kostkami lodu.
- Czy eksperyment w obu szklankach przebiega w ten sam sposób?
- Zanotować czas zupełnego roztopienia się każdej z kostek lodu.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

Przed zajęciami trzeba przygotować zabarwione kostki lodu. Do wody dodajemy barwnik spożywczy (polecamy czerwony) w ilości wystarczającej do uzyskania intensywnego koloru. Zamrażamy w dowolnych foremkach o jednakowym rozmiarze.

Przewidywany wynik doświadczenia:

- W wodzie słodkiej kostka lodu rozpuści się szybciej.
- W wodzie słodkiej zabarwiona woda będzie opadała na dno szklanki.
- W wodzie słonej zabarwiona woda pozostanie przy powierzchni.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *W jakiej wodzie rozpuści się szybciej kostka lodu - w słonej, czy słodkiej?*

- W słodkiej.

Propozycje modyfikacji doświadczenia:

Można użyć trzeciej szklanki, ale zamiast soli użyć cukru.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

- Kostka lodu ma niższą temperaturę od wody w szklance. Lód pobiera ciepło z otoczenia i zaczyna się topić.
- Zimna woda jest gęstsza od wody ciepłej.
 - Niższa temperatura oznacza mniej energii i wolniej poruszające się cząsteczki wody.
 - Wolniej poruszające się cząsteczki znajdują się bliżej siebie, tzn. ich gęstość wzrasta.
- W szklance z wodą słodką obserwujemy, jak zabarwiona strużka wody z topniejącego lodu opada na dno.
 - Woda z topniejącego lodu jest zimniejsza od wody w szklance;
 - Woda ma większą gęstość i opada na dno;
 - Lód cały czas otoczony jest przez cieplejszą wodę w szklance.
- Słona woda jest gęstsza od wody słodkiej.
 - W szklance z posoloną wodą słodka woda z topniejącej kostki nie opada na dno.



- Z każdą chwilą temperatura wody dookoła kostki spada i lód topi się coraz wolniej.
- Dlaczego w takim razie zimą posypujemy ulice solą?
 - Sól obniża temperaturę zamarzania wody.
 - Sól wysypana na już zamrożoną wodę powoli wnika między cząsteczki wody i niszczy krystaliczną uporządkowaną strukturę lodu.



Ile mamy (i potrzebujemy) lodu?

Po tej części zajęć wyjaśnicie:

- jak zmiany klimatu wpływają na lód Arktyki i Antarktydy;
- ile jest lodu na Ziemi i czy to jest dużo czy mało;
- dlaczego topnienie lodowców jest groźne i powinniśmy je zatrzymać.

Klimat na Ziemi ociepla się i temperatura całej naszej planety wzrasta. Oznacza to, że podnosi się również temperatura mórz i oceanów. Z obecnego doświadczenia wiecie, że lód topi się w zetknięciu z wodą, a im wyższa jest temperatura wody, tym szybciej topi się lód. To oznacza, że lodowce i lądolody topią się obecnie nie tylko z powodu coraz wyższych temperatur, które występują również za kołem podbiegunowym (w ostatnich kilku latach zdarzało się, że na Arktyce były upały!), ale też z powodu nagrzewania się oceanów.

Arktyka i Antarktyda

Arktyka, otaczająca biegun północny, i kontynent Antarktyda na półkuli południowej różnią się znacząco między sobą. Arktyka w ostatnim czasie bardzo szybko się ociepla i lodu zaczyna gwałtownie ubywać pod wpływem bardzo wysokich – jak na biegun – temperatur powietrza (ostatnio nawet przekraczających 0°C, co jest ewenementem w historii pomiarów temperatur). Na Antarktydzie z kolei jest bardzo sucho i o wiele zimniej. Jednak w zachodnim regionie Antarktydy (na południe od Ameryki Południowej) występują lodowce, nazywane lodowcami szelfowymi, które pływają po powierzchni oceanu. Są one bardzo grubymi płytami lodu. Gdy temperatury oceanu podwyższają się, lodowce szelfowe są podmywane od spodu przez cieplejszą niż kiedykolwiek wodę oceaniczną i zaczynają topnieć tak, że pękają. Ich duże kawałki odłamują się i dryfują dalej po oceanie. To tak, jakby do kubka wypełnionego wodą ześliznęła się ze spodeczka duża kostka lodu.

Dlaczego potrzebujemy lodowców?

Jeśli stopi się lód Arktyki i Antarktydy i lodowce w takich miejscach jak Alpy, Pireneje, Himalaje czy Karakorum:

- podniesie się poziom mórz i oceanów: gwałtowne topnienie lodowców może spowodować podniesienie się poziomu wód w oceanach, a w rezultacie zniszczenie wielu nadbrzeżnych obszarów i siedlisk; miasta, a nawet całe państwa mogą znaleźć się pod wodą;
- w wielu rejonach świata może zabraknąć wody do picia: 3/4 wszelkiej wody pitnej na Ziemi pochodzi z lodowców; jeśli jej zabraknie, miliony ludzi będą mieć utrudniony lub uniemożliwiony dostęp do wody;
- największe rzeki świata stracą zasilanie wodą z lodowców: w Azji są to np. rzeki Ganges i Brahmaputra w Indiach czy Jangcy w Chinach; jeśli zabraknie dopływu wody z lodowców, w dorzeczach tych rzek, zamieszkałych przez kilkaset milionów ludzi, będą występować susze prowadzące do załamania się rolnictwa.

Ile jest lodu na Ziemi?

Całkowita powierzchnia lodu na Ziemi to 10% powierzchni jej lądów. Wbrew pozorom jednak nie jest to tak dużo. Zobaczcie na poniższą ilustrację. To wizualizacja, ile zajęłyby lód lodowców górskich, lodu Grenlandii i Antarktydy, gdyby ulepić z nich kule i ułożyć je obok kuli ziemskiej. Prawda, że niewiele? Dlatego tak ważne jest zachowanie każdego kawałka lodowca i zatrzymanie ich dalszego topnienia.

[grafika: wizualizacja objętości lodu na świecie ze strony: <https://glacjoblogia.wordpress.com/2018/11/13/ile-naprawde-jest-lodu-na-ziemi/> które autor pozwala udostępnić z odpowiednim oznaczeniem autorstwa]



Źródło: <https://glacjoblogia.wordpress.com/2018/11/13/ile-naprawde-jest-lodu-na-ziemi/> Zdjęcie Ziemi: NASA Johnson Space Center.



REFLEKSJA

- Zobaczcie interaktywną mapę podnoszenia się poziomu mórz.⁷ Jakie wnioski z niej możecie wyciągnąć? Jak będzie wyglądać świat jeśli poziom oceanów podniesie się o 5 metrów, gdy stopią się lodowce szelfowe Antarktydy?
- Obejrzyjcie *Atlas zmian lodowców świata*.⁸ Po najechaniu kursorem na dany lodowiec, można zobaczyć jego zdjęcie sprzed lat i obecne. Co zauważacie? Jakie emocje towarzyszą wam w oglądaniu tych zdjęć?

⁷ *Interaktywna mapa wzrostu poziomu mórz*, Climate Central, climaecentral.org. online: www.bit.ly/coastalsealevelmap.

⁸ Jakub Maćki, *Atlas zmian lodowców świata*, glaciologia, online: www.glacjoblogia.wordpress.com/atlas/.



Rozprężające doświadczenie

Cele eksperymentu

Po zajęciach objaśnicie:

- od czego zależy temperatura gazu;
- dlaczego wiatr zazwyczaj jest zimny.

Czas trwania: 10 min

Pytanie kluczowe:

- *Jak zmienić temperaturę przedmiotu bez podgrzewania go?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

- Jakie to uczucie, kiedy w słoneczny dzień wieje na was wiatr?
- Czy tak samo jest w mroźny, zimowy dzień?
- Czy wiatr może być ciepły?
- Dlaczego wiatr wieje?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

- Po parokrotnym użyciu puszka stanie się cieplejsza.
- Po parokrotnym użyciu puszka stanie się zimniejsza.
- Po wypuszczeniu powietrza balon stanie się cieplejszy.
- Po wypuszczeniu powietrza balon stanie się zimniejszy.

Podstawowe pojęcia:

- ciśnienie
- temperatura

Materiały:

- puszka sprężonego powietrza (np. do czyszczenia elektroniki)
- długie balony (do modelowania)
- pompka do balonów

Przeprowadzenie eksperymentu:

- W parach zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: *Jak zmienić temperaturę przedmiotu bez podgrzewania go?*
- Przyjrzyjcie się puszcze ze sprężonym powietrzem. Jaka jest w dotyku? Jak oceniacie jej temperaturę? Postawcie swoje hipotezy badawcze, odpowiadając na pytanie, czy puszka zmieni swoją temperaturę po parokrotnym użyciu? Jeżeli tak, to będzie cieplejsza czy zimniejsza?
- Rozpylcie sprężone powietrze na dłoń.
- Powietrze jest ciepłe czy zimne? Czy ma podobną temperaturę do puszkki?

- Czy po kilkukrotnym użyciu temperatura puszkę się zmieniła?
- Postawcie kolejne hipotezy badawcze, szukając odpowiedzi na pytanie, czy balon zmieni swoją temperaturę po wypuszczeniu z niego powietrza? Jeżeli tak, to będzie cieplejszy, czy zimniejszy?
- Napompujcie długi balon przy pomocy pompki.
- Oceńcie jego temperaturę dotykiem.
- Wypuśćcie powietrze z balonu. Postarajcie się, żeby nie odleciał.
- Jak teraz oceniacie temperaturę balonu?

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

- Sprężonym powietrzem nie dmuchamy w kierunku twarzy. Szczególnie oczu, nosa, ust oraz uszu.
- Sprężone powietrze może zawierać w sobie łatwopalne gazy. Warto sprawdzić etykietę na opakowaniu.

Przewidywany wynik doświadczenia:

- Przed użyciem puszka będzie sucha i chłodna w dotyku.
- Po parokrotnym użyciu puszka zrobi się wyraźnie zimniejsza, a na jej powierzchni prawdopodobnie skropli się woda.
- Balon przed i po napompowaniu będzie miał neutralną temperaturę.
- Po wypuszczeniu z niego powietrza balon będzie zimny.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Jak zmienić temperaturę przedmiotu bez podgrzewania go?*

- Można to zrobić na kilka sposobów. W celu ogrzania można np. wykorzystać tarcie. Żeby go ochłodzić, można wstawić przedmiot do lodówki albo (jeżeli jest rozgrzany) pozwolić mu ostygnąć. Można dmuchać lub połąć wodą.
- W eksperymencie rozprężamy gaz, wskutek czego jego temperatura spada.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

- Powietrze w puszcze oraz w napompowanym balonie ma wyższe ciśnienie niż powietrze na zewnątrz.
- Po wypuszczeniu części powietrza z puszkę oraz z balonu ciśnienie powietrza wewnątrz puszkę i balonu spada.
- Spadek ciśnienia oznacza, że cząsteczki gazów znajdują się w większych od siebie odległościach.
 - Rzadziej zderzają się z różnymi powierzchniami, tj. wywierają mniejsze ciśnienie.
 - Rzadziej wpadają na siebie nawzajem i nie przekazują sobie energii podczas zderzeń, tj. mają niższą temperaturę.



- Wiatr odczuwamy zazwyczaj jako zimny. Nie ma to jednak związku z temperaturą powietrza, ale z szybkością odbierania nam energii przez cząsteczki gazu.
 - Im więcej cząsteczek gazu nas opływa i im szybszy jest ich ruch, tym szybciej te cząsteczki odbierają nam ciepło.
- Ze zmianą ciśnienia gazu związana jest zmiana temperatury na różnych wysokościach. Wysoko w górach ciśnienie atmosferyczne jest niższe, dlatego temperatura również jest niższa.



Skąd się biorą huragany?

Po tej części zajęć wyjaśnicie:

- jak powstają huragany i trąby powietrzne;
- jak zmiany klimatu wpływają na występowanie takich zjawisk jak huragany i tornada;
- co możemy zrobić, by skorzystać z siły wiatru i zmniejszyć nasz wpływ na klimat.

Dzięki dzisiejszemu eksperymentowi wiemy, jak to się dzieje, że wiatr odczuwamy jako zimny. Omawiając poprzednie eksperymenty, rozmawialiśmy o tym, że klimat się zmienia. Oznacza to, że coraz częściej mogą występować różne ekstremalne zjawiska pogodowe takie jak upały, burze, ulewy i huragany. Teraz skupimy się na huraganach i trąbach powietrznych.

Różnica ciśnienia atmosferycznego między obszarem, na którym jest ono wysokie (obszar wyżu) a obszarem, gdzie jest ono niskie (obszar niżu) powoduje powstawanie wiatru. Gdy taka sytuacja zachodzi nad powierzchnią morza lub oceanu może dojść do powstania huraganu. Powstawanie huraganów to skomplikowany proces, wpływa na niego temperatura na powierzchni oceanu, temperatura na dnie oceanu oraz ciśnienie atmosferyczne. Wiecie również o tym, że wskutek zmian klimatu oceany nagrzewają się, więc do sytuacji różnicy ciśnień na obszarach nad oceanami może dochodzić częściej. Gdy huragan przemieszcza się nad ląd powoduje duże zniszczenia. Prędkość wiatru huraganu może wynosić nawet ponad 300 km/h – to dwa razy więcej niż prędkość z jaką przeciętnie poruszają się po autostradzie samochody! Tak silny wiatr wyrywa drzewa z korzeniami, zrywa dachy na nawet niszczy budynki.

Podobne zjawisko zachodzi, gdy rozpędzone masy powietrza przemieszczają się nad lądem. Im więcej mają „wolnej przestrzeni” - na przykład nad rozległymi obszarami na nizinach – tym szybciej może rozpędzić się wiatr. Dochodzi wtedy do powstania trąby powietrznej, która przemieszczając się, niszczy wszystko na swojej drodze. Kilka lat temu głośno było o spektakularnych trąbach powietrznych, które przechodziły przez Polskę, a być może mieszkacie w miejscu lub blisko miejsca, przez które przeszła taka trąba powietrzna. Do sytuacji takich dochodzi nawet w tych rejonach naszego kraju, w których mamy rozległe tereny nizinne.

Co możemy zrobić?

Huragany, trąby powietrzne i gwałtowne burze z porywistym wiatrem występowały w przyrodzie od zawsze. Niestety pod wpływem zmian klimatu zjawiska te występują teraz częściej i z większą intensywnością, a w miarę pogłębiania się kryzysu klimatycznego i dalszego ocieplania się klimatu będą jeszcze silniejsze i częstsze. Aby więc nie doprowadzić do pogorszenia sytuacji, potrzebujemy zatrzymać ocieplenie

klimatu, a to – jak wiecie z poprzednich wyzwań – możemy osiągnąć, jeśli odejdziemy od spalania paliw kopalnych.

Na szczęście jednak siła wiatru może pomóc nam w tym zadaniu. Zamiast korzystać z energii ze spalania węgla możemy budować elektrownie wiatrowe i wykorzystywać siłę wiatru do produkcji energii elektrycznej.



REFLEKSJA

- Co to są farmy wiatrowe? Na jakich obszarach w Polsce można je zauważyć?
- Sprawdźcie, gdzie w Polsce najczęściej wieje wiatr, skąd i w jakim kierunku. Czy możesz planować swoje wycieczki (albo wyjścia na rower/rolki) tak, by wykorzystać siłę wiatru?
- Zastanówcie się, jak można ochłodzić się w upał, wykorzystując wiatr i nie korzystając z prądu elektrycznego? Czy możesz „wytworzyć” wiatr, by się ochłodzić? Spróbujcie stworzyć listę kreatywnych pomysłów na takie „wytwarzanie wiatru”.



Stany skupienia

Cele eksperymentu

Po zajęciach opowiecie:

- czym różnią się od siebie stany skupienia materii;
- o czwartym stanie skupienia.

Czas trwania: 10-15 min

Pytanie kluczowe: *W jakiej postaci występuje woda na Ziemi?*

Podstawowe pojęcia:

- stan skupienia
- ciało stałe
- ciecz
- gaz
- plazma
- objętość
- jony

Materiały

- uczniowie (im większa grupa, tym lepiej)
- duże puste pomieszczenie (np. korytarz, sala gimnastyczna)

Przeprowadzenie ćwiczenia:

- W parach poszukajcie odpowiedzi na pytanie kluczowe: W jakiej postaci występuje woda na Ziemi?.

Uwaga! Ćwiczenie jest prowadzone przez nauczyciela z przerwami na ewentualne dyskusje z uczniami.

- Każda osoba z grupy symbolizuje jeden atom lub cząsteczkę wody.
- Uczniowie i uczennice mają stanąć jak najbliżej siebie, w zwartej grupie.
- Każda z osób chwyta drugą za dłoń lub spleta ręce w łokciach.
- Pytamy grupę, czy domyślają się, jakim są teraz stanem skupienia (*ciało stałe*).
 - W ciele stałym atomy znajdują się blisko siebie i silnie na siebie oddziałują.
 - Ciało stałe ma swój niezmienny kształt i objętość.
- Pytamy, ile miejsca zajmują tak ustawieni (dużo czy mało) oraz czy łatwo im zmienić kształt/sposób ustawienia (bez puszczenia splecionych rąk!).

- Jak nazywamy stały stan skupienia wody? (lód)
 - Lód ma postać kryształu, a to oznacza, że ma bardzo uporządkowaną strukturę.
- Prosimy uczniów i uczennice, żeby ustawili się w bardziej zorganizowany sposób, ale nadal bardzo blisko siebie (zakładając, że stoją w zwartej, ale nie uporządkowanej grupie).
 - Najprościej ustawić się w kilku rzędach.
 - Dopiero teraz, uczniowie tworzą uporządkowaną strukturę kryształu (lodu).
- Co trzeba zrobić, żeby zmienić stan skupienia ze stałego w ciekły? Co trzeba zrobić, żeby lód się rozpuścił? (*trzeba dodać mu energii; podgrzać*).
 - Podchodzimy do grupy i delikatnie popychamy jedną osobę tak, żeby popchnęła kolejną.
 - „Rozkołysani” powinni mimowolnie zwiększyć między sobą dystans, jeżeli stawiają opór, prosimy, żeby się od siebie lekko odsunęli, ale nadal trzymali się za dłonie.
- Pytamy grupę, czy domyślają się, jakim są teraz stanem skupienia (ciecz)
 - W cieczach atomy znajdują się w pewnej odległości od siebie, ale nadal na siebie oddziałują.
 - Ciecz może zmieniać swój kształt, ale nie zmienia swojej objętości.
- Prosimy uczniów i uczennice, żeby „przelali się” w inne miejsce pomieszczenia.
- Co trzeba zrobić, żeby zmienić stan skupienia z cieczy w gaz? Co trzeba zrobić, żeby woda zmieniła się w parę wodną? (*trzeba dodać jej energii; podgrzać*)
- Prosimy uczniów i uczennice, żeby puścili swoje dłonie i zaczęli swobodnie przemieszczać się po pomieszczeniu. Jeżeli trafią na przeszkodę powinni się od niej odbić.
 - W gazach atomy znajdują się daleko od siebie i słabo lub wcale na siebie nie oddziałują.
 - Gaz przyjmuje kształt naczynia, w którym się znajduje i wypełnia całą jego objętość.
- Prosimy grupę, żeby zaczęła poruszać się odrobinę szybciej.
 - Atomy/cząsteczki gazu poruszają się szybciej, kiedy dostarczamy im energii.

Zadanie dodatkowe:

- Pytamy uczniów i uczennice, czy wiedzą z czego zbudowane jest Słońce i jaki ma stan skupienia?
- Stawiamy pytanie, czy istnieje czwarty stan skupienia materii? Jak się on nazywa? (*plazma*).
 - Plazma to zjonizowany gaz, którego cząsteczki posiadają ładunek elektryczny, czyli występują w postaci jonów.
 - Przykładem wielkiej kuli plazmy jest nasze Słońce.
 - Zjonizowany gaz ma wysoką temperaturę, świeci i przewodzi prąd elektryczny.

- Aby odzwierciedlić czwarty stan skupienia, prosimy całą grupę, żeby zaczęła biegać i krzyczeć.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

- Uważamy, żeby uczniowie, prezentując gaz oraz plazmę, nie zrobili sobie krzywdy, wpadając na siebie i ściany.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *W jakiej postaci występuje woda na Ziemi?*

- Woda występuje w postaci lodu (ciało stałe), cieczy oraz pary wodnej (gaz).

Propozycje modyfikacji doświadczenia:

- Po osiągnięciu przez grupę stanu plazmy, możemy zacząć „obniżyć” jej energię i powrócić do stałego stanu skupienia.
- Ćwiczenie może być wstępem do tematów takich jak: ciśnienie, gęstość, energia kinetyczna, wiązania chemiczne i wiele innych.





Dobroczynne Słońce

Po tej części zajęć wyjaśnicie:

- jaki jest wpływ światła słonecznego na życie na Ziemi;
- jakie są dobroczynne, ale i złowrogie skutki słonecznej pogody;
- co powinniśmy zrobić, by zapobiegać suszom.

Wiemy już, czym i w jakim stanie skupienia jest Słońce oraz że jest źródłem energii na Ziemi, a także, że obrót Ziemi dookoła Słońca jest przyczyną zmiany długości dnia oraz zmiennych pór roku. Słońce jest niezwykle ważne dla życia na Ziemi. Dzięki energii ze słońca rośliny dokonują fotosyntezy. To pozwala im wzrastać i rozwijać się. Rośliny stają się źródłem pokarmu dla zwierząt, w tym także dla ludzi. To dzięki dobroczynnej sile Słońca życie na naszej planecie może trwać i się rozwijać.

Potężny bóg Słońce

Słońce jest kluczowe dla życia tak bardzo, że ludzie od początku istnienia kultur, we wszystkich zakątkach ziemi dostrzegali i doceniali jego niezwykłą rolę. W wielu kulturach i religiach ludzie czcili bóstwa, które pochodziły od Słońca lub je utożsamiały. W Egipcie był to bóg Re lub Horus, w Rzymie — Sol, w Grecji — Helios i Apollo, w Iranie — Mitra, a w kulturach słowiańskich, czyli między innymi na terenie obecnej Polski — Swaróg. Bóstwa te były nazywane solarnymi (od łacińskiego słowa sol, czyli słońce), a samo ich istnienie często było tym samym, co istnienie naszego Słońca. Wiązało się z kultem wegetacji roślin i kosmicznym łańcem. To bowiem Słońce jest centrum naszego Układu Planetarnego. Słońce było też kojarzone ze światłem, a przez to — z widzeniem. Metaforycznie „widzieć coś” znaczy „rozumieć coś”, więc bóstwa solarne były też symbolem wiedzy i zrozumienia. Europejskie kultury wykształciły również swoje święta. Obchodzone były one w grudniu, w okolicy przesilenia zimowego, czyli w czasie, gdy dzień jest najkrótszy. To szczególny czas na docenianie Słońca i światła słonecznego, gdyż od grudniowego najciemniejszego okresu dni stają się coraz dłuższe i światła przybywa, metaforycznie „rodzi się ono” w okolicy zimowego przesilenia, czyli chrześcijańskich Świąt Bożego Narodzenia.

Kąpiele słoneczne

Przebywanie na zewnątrz w trakcie dnia, gdy świeci Słońce, jest niezwykle ważne dla naszych organizmów. Pod wpływem światła słonecznego, i tylko wtedy, nasze ciała wytwarzają witaminę D, która jest nam niezbędna dla zdrowego funkcjonowania: dla zdrowia kości, serca czy mózgu a jej niedobór może powodować lub zwiększać ryzyko wystąpienia wielu chorób (np. osteoporoza, depresja, choroba Alzheimera, cukrzyca, choroby serca czy nowotwory). Jednak niczym nie ograniczone kąpiele słoneczne, czyli popularne leżenie „plackiem na plaży”, nie są całkiem zdrowe: jeśli opalając się, nie będziemy stosować kremów z filtrem, może dojść do poparzeń skóry, a nawet ciężkich chorób dermatologicznych. Nigdy więc nie należy wystawiać się długo i bezpośrednio na słońce, szczególnie w upalne dni.

Dobroczyńne czy złowrogie Słońce

Symbolicznie bóstwa solarne były postrzegane jako dobroczynne i potężne, ale miały też swoją złowrogą twarz. Podobnie samo światło słoneczne – jest potrzebne dla naszego zdrowia, ale „co za dużo, to niezdrowo” i tu, jak we wszystkim, trzeba szukać równowagi.

Zbyt duża ilość suchych, gorących i słonecznych dni nie jest też zdrowa dla innych zwierząt, roślin i całych ekosystemów. Z powodu ocieplania się klimatu mamy obecnie, szczególnie w Polsce, coraz więcej suchych i słonecznych dni. Z kolei jeśli przychodzą opady, są to zazwyczaj ulewne deszcze, których gleba nie jest w stanie przyjąć, więc spływają one, tworząc lokalne podtopienia. Taka przedłużająca się sytuacja prowadzi do susz. A susz nie lubią rośliny, tak jak ciągłych upałów nie lubią ani zwierzęta, ani ludzie. Nadmiar światła słonecznego jest niezdrowy dla naszej skóry, a nadmiar suchych słonecznych dni jest niezdrowy dla przyrody, mimo dobroczynnego działania Słońca.



REFLEKSJA

- Sprawdźcie, jak wpływa na was i wasz nastrój słoneczna pogoda, a jak pochmurna i deszczowa. Czy znajdujecie jakieś różnice? Jeśli tak, na czym one polegają i czym są spowodowane?
- Wejdźcie na stronę portalu monitorującego stan zagrożenia suszą.⁹ Wyszukajcie swoją miejscowość i sprawdźcie, czy jest ona zagrożona suszą.
- Spójrzcie na całą mapę na portalu: w jakich obszarach Polski występuje obecnie susza? Jak myślicie, dlaczego akurat w tam?

⁹ Stop suszy, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, online: www.stopsuszy.imgw.pl.