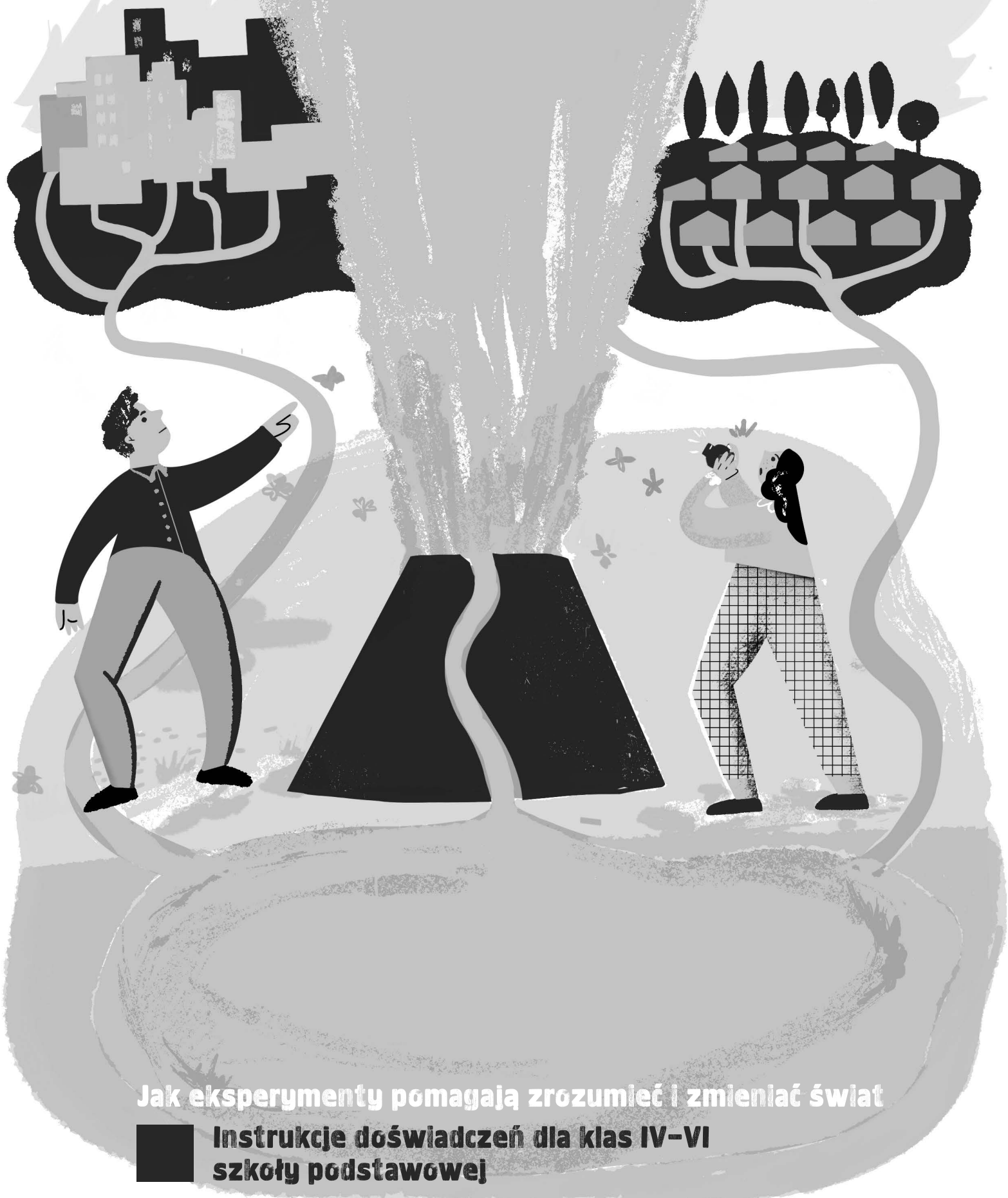


Edu-skrzynka. Ciepło



Jak eksperymenty pomagają zrozumieć i zmieniać świat



**Instrukcje doświadczeń dla klas IV-VI
szkoły podstawowej**

Nauczycielu, Nauczycielko!

Edu-skrzynki to zestaw 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 nowych 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 je skompletować 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 ciepło – jego właściwości, sposoby pozyskiwania, znaczenie dla ludzi i przyrody. W serii powstaną 23 publikacje dotyczące kolejnych zagadnień ze świata fizyki, takich jak: światło, ciepło, magnetyzm czy elektryczność.

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

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

Wstęp do publikacji: **Urszula Bijoś**

Opisy wyzwań, redakcja: **Urszula Drwęcka**

Konsultacja merytoryczna: **Sylwia Żmijewska-Kwirąg**

Koordinacja projektu: **Paulina Pękalska**

Redakcja i korekta: **Bez błędu. Redagowanie i korekta**

Projekt i skład graficzny: **Karolina Karzyńska**

Warszawa 2020

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.



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Spis treści

I. O Edu-skrzynkach / 5

II. Cele Zrównoważonego Rozwoju, czyli jakiej przyszłości chcemy / 7

III. Wstęp metodyczny. Jak pomagać uczniom i uczennicom stawiać hipotezy / 9

IV. Eksperymentowanie w podstawie programowej szkoły podstawowej / 14

V. Źródła / 16

VI. Cele Zrównoważonego Rozwoju / 18

VII. Doświadczenia i ich powiązania z tematyką zrównoważonego rozwoju / 19

1. Ciepło–zimno / 19

2. Uwaga, pękam! / 24

3. Podwodny wulkan / 29

4. Zmierz mnie / 35

I. O Edu-skrzynkach

Serii *Edu-skrzynki* nadano podtytuł *Jak eksperymenty pomagają zrozumieć i zmieniać świat*. Celem publikacji jest przedstawienie nauczycielom i nauczycielkom możliwości zastosowania eksperymentów 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 – ciepła. 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 dzieci zdobywają wiedzę na temat ciepła w przyrodzie oraz ćwiczą podstawowe umiejętności badacza. Zagadnienie przedstawione w doświadczeniu stanowi punkt wyjścia do rozmowy o wyzwaniach globalnych.

W opisie doświadczenia znajdują się m.in:

- cele eksperymentu sformułowane w języku ucznia;
- pytanie kluczowe, którym zaciekawiamy 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 dzieci w temat globalnego problemu ekologicznego związanego z zagadnieniem przedstawionym w eksperymencie, np. zmiany klimatu. 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 dzieciom.

Tak sformułowane wprowadzenie ma na celu:

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



Refleksja

W tej części proponujemy pytania, które warto zadawać dzieciom. Pytania mogą pomóc dzieciom odnieść zdobyte informacje na temat globalnego wyzwania do swoich osobistych doświadczeń. To okazja, aby zastanowiły się nad tematem i sprawdziły, co już wiedzą, co słyszały na ten temat, 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, zazębiają się i wpływają na siebie nawzajem. W temacie przewodnim umieszczono pytanie: „Jakiej przyszłości chcemy?”.



Źródło: <https://www.un.org.pl/>

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

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

Docień każdą pracę. Zwróć uwagę na powtarzające się elementy.

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

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

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

Skąd się bierze wiedza naukowa

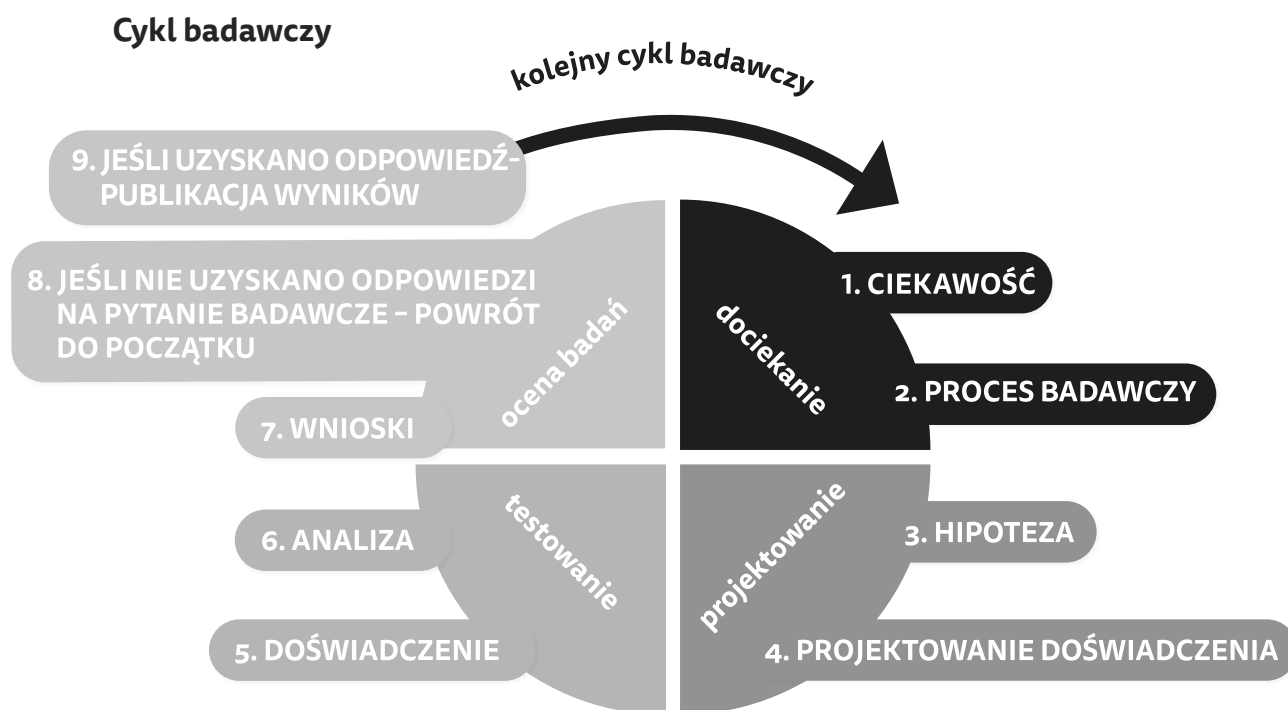
Zamiast wstępu obejrzyjcie filmik *Nauka w puszcze*, w którym Stanisław Czachorowski z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pokazuje przeprowadzenie prostego doświadczenia, z którego możemy dowiedzieć się: jak pracują naukowcy; jakie napotykają wyzwania i dlaczego nie zawsze dochodzą do tych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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Inspiracja

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

Uczenie przez dociekanie

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

Uczenie przez dociekanie polega na:

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

Małe kroki

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

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

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

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

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

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

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy

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

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

Przykładowa hipoteza: **Im** szybciej mieszamy, **tym** szybciej cukier się rozpuści.

Hipoteza powinna być prosta, krótka, łatwa do sprawdzenia, musi odpowiadać na postawione pytanie badawcze.

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

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

Jak w praktyce uczyć się przez dociekanie? Wskazówki dla nauczyciela

- Zaproś każdego ucznia i uczennicę lub każdą parę, grupę do postawienia swojej hipotezy.
- Stwórz bezpieczne warunki pracy, aby każdy mógł wypowiedzieć swój pomysł.
- Zadawaj dużo pytań pomocniczych.
- Dawaj uczniom i uczennicom czas na zastanowienie się.
- Pytaj o pomysły i perspektywę uczniów i uczennic, np.: jak sądzisz, dlaczego tak się dzieje, jak myślisz...; jak ci się wydaje...
- Przygotuj uczniów i uczennice na to, że coś może pójść nie tak, jak zamierzą, i że jest to element eksperymentowania. Nie wszystkie hipotezy da się sprawdzić. W wielu eksperymentach nic nie idzie zgodnie z planem, dlatego są eksperymentami. Na tym polega praca naukowca!
- Pokazuj, że nauka jest przygodą i że stoją za nią konkretni ludzie. Zaproś na zajęcia naukowca, który w prosty sposób opowie, czym się zajmuje; opowiadaj o naukowcach obu płci, o historii nauki. Ciekawe opowiadania znajdziesz np. w książce *Uczni w anegdocie* A.K. Wróblewskiego.
- Pozwól, szczególnie młodszym dzieciom, wcielać się w role naukowców, np. przez przebranie się za nich: nakładanie okularów, kitla itp.
- Wspólnie stwórzcie własny Kodeks młodego naukowca.
- Pozwól uczniom i uczennicom (w miarę możliwości) samodzielnie przeprowadzać doświadczenie, nawet jeśli wiąże się to z rozlewaniem wody na podłogę.

- Obserwuj, co najbardziej ciekawi uczniów i uczennice, a następnie rozwijaj te właśnie zainteresowania.
- Pracuj z małymi grupami, parami, zachęcaj uczniów i uczennice do współpracy, ucz rozmowy i wzajemnego słuchania siebie.
- Załóż grupowe lub klasowe pudełko pytań, do którego każdy może w dowolnym momencie wrzucić swoje pytanie.
- Zachęcaj uczniów i uczennice do wyrażania własnymi słowami tego, nad czym pracuje grupa.
- Pokaż, że nauka i eksperymentowanie są tak samo dla chłopców, jak i dla dziewczynek.

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

Ocenianie kształtujące

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 szkoły podstawowej

Szkoła podstawowa, klasy IV–VI

W szkole podstawowej przedmiotem wprowadzającym do dalszej edukacji w naukach ścisłych jest przyroda. Nadrzędnym celem przedmiotu „przyroda” w klasie IV jest zaznajomienie ucznia z najbliższym otoczeniem, stworzenie możliwości poznania składników krajobrazu i zależności zachodzących w przyrodzie.

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

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

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

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

Biologia

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

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

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

Geografia

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

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

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

- IV Krajobrazy świata – uczniowie i uczennice dowiadują się, jak klimat wpływa na życie ludzi na całym świecie i jakie są współzależności między składnikami poznawanych krajobrazów i warunkami życia człowieka;
- III Lądy i oceany na Ziemi – uczniowie i uczennice poznają kraje świata, korzystają z mapy i globusa, wymieniają nazwy kontynentów i oceanów.

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

V. Źródła

Ciepło–zimno

- K. Gawlik, *Domy bez rachunków. Branża pokazuje, że budownictwo energooszczędne wszystkim się opłaca*, SmogLAB, <https://smoglab.pl/domy-bez-rachunkow-branza-pokazuje-ze-budownictwo-energooszczedne-wszystkim-sie-oplaca/> [dostęp 23.07.2020]
- *Wartości współczynnika lambda*, Dom Energooszczędny, https://domenergooszczedny.eu/pl/content/16-wspolczynniki-lambda?fbclid=IwAR2t7oH2YM_bjzU1m3UihCeZeG-KwBr3H_WwQAUZBsrILgGpSPqs8IR5lJo [dostęp 23.07.2020]

Uwaga, pękam!

- S. Medoń, *Odejscie od węgla w energetyce prowadzi do oszczędności wody*, SmogLAB, <https://smoglab.pl/odejście-od-węgla-w-energetyce-prowadzi-do-oszczednosci-wody/> [dostęp 23.07.2020]
- M. Tabaka, *Emitujemy więcej gazów cieplarnianych niż do tej pory. I przy okazji zapominamy o OZE*, Spider's Web, <https://www.spidersweb.pl/2019/04/wegiel-ciagle-numerem-jeden.html> [dostęp 23.07.2020]
- *Pompa na baterie słoneczne w Kenii*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, <https://globalna.ceo.org.pl/wiedza-o-spoleczenstwie-fizyka-geografia/artykuly/pompa-na-baterie-sloneczne-w-kenii> [dostęp 23.07.2020]
- *Wielki skok na wodę. Jak przemysł węglowy pogłębia światowy kryzys wodny*, Greenpeace, <https://www.greenpeace.org/poland/raporty/2157/raport-wielki-skok-na-wode-jak-przemysl-weglowny-poglebia-swiatowy-kryzys-wodny/> [dostęp 23.07.2020]
- *Wykorzystanie gospodarcze wód*, Global Compact Network Poland, <https://ungc.org.pl/info/wykorzystanie-gospodarcze-wod/> [dostęp 23.07.2020]

Podwodny wulkan

- M. Wilczyński, *Odnawialne źródło energii – geotermia*, Ziemia na rozdrożu, <https://ziemianarozdrozu.pl/artykul/3570/odnawiane-zrodlo-energii-geotermia> [dostęp 23.07.2020]
- *Płytko geotermia w Chęcinach*, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, <https://www.pgi.gov.pl/geothermal4pl/o-projekcie/1108-aktualnosci-geothermal/10212-plytka-geotermia-w-checinach.html> [dostęp 23.07.2020]

Zmierz mnie. Migocze

- W.J. Goosen, *Holenderski program przeciwpowodziowy „Room for the River”*, Europejska Agencja Środowiska (EEA), <https://www.eea.europa.eu/pl/sygna142y/sygnały-2018/artykuly/holenderski-program-przeciwpowodziowy-201erom-for> [dostęp 23.07.2020]

- H. Robrecht, *Miasta w obliczu zmian klimatu*, Europejska Agencja Środowiska (EEA), <https://www.eea.europa.eu/pl/sygna142y/sygnaly-2015/wywiad/miasta-w-obliczu-zmian-klimatu> [dostęp 23.07.2020]
- *Małe wyspy i duże kłopoty*, Chrońmy Klimat, <http://www.chronmyklimat.pl/publikacje/male-wyspy-i-duze-klopoty> [dostęp 23.07.2020]
- Program „Klimatolubne przedszkolaki” - podręcznik dla nauczycieli, Ministerstwo Środowiska, <http://nauczyciele.mos.gov.pl/index.php?app=docs&action=get&iid=36> [dostęp 23.07.2020]

VI. Cele Zrównoważonego Rozwoju

Rozmawiając z dziećmi o cieple w przyrodzie, możemy odwołać się do wielu wyzwań współczesnego świata. W tej publikacji skupiamy się na czterech Celach Zrównoważonego Rozwoju:

Cel 6: Czysta woda i warunki sanitarne

Obecnie ponad 2 miliardy ludzi żyje na obszarach, gdzie istnieje ryzyko ograniczonego dostępu do wody pitnej. Każdy człowiek na świecie powinien mieć dostęp do czystej wody. Na naszej planecie mamy wystarczającą ilość wody, by tak się stało.

Cel 7: Czysta i dostępna energia

Pokonywanie wyzwań i korzystanie z licznych możliwości w dzisiejszym świecie wiąże się z dostępem do energii. Należy zwiększyć dostęp do czystych paliw i technologii, a także zwiększyć wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii w budownictwie, transporcie i przemyśle.

Cel 11: Zrównoważone miasta i społeczności

Miasta są ośrodkami kultury i nauki, przemysłu i produktywności oraz rozwoju społecznego. To tu także rodzą się nowe idee. Gdy miasto rozkwita, ludzie czerpią korzyści z rozwoju społecznego i ekonomicznego. W przyszłości miasta powinny zapewnić równe możliwości wszystkim ludziom oraz dostęp do podstawowych usług, energii, mieszkalnictwa, transportu i innych.

Cel 13: Działania w dziedzinie klimatu

Zmiany klimatyczne są odczuwane w każdym kraju na wszystkich kontynentach. Emisja gazów cieplarnianych, powstałych w wyniku działań człowieka ciągle rośnie i napędza zmiany klimatu.

VII. Doświadczenia i powiązanie ze zrównoważonym rozwojem



EKSPERYMENT

1. Ciepło–zimno

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz umiał/-a podać przykłady przewodników i izolatorów ciepła,
- będziesz potrafił/-a wyjaśnić, dlaczego kafelki na podłodze są zimne,
- będziesz umiał/-a wyjaśnić, dlaczego ściany ociepla się styropianem, a grzejniki wykonuje z metalu.

Czas – 15–20 min

Pytanie kluczowe: Czy dotykiem można zmierzyć temperaturę?

Podstawowe pojęcia

- izolator ciepła,
- przewodnik ciepła,
- temperatura,
- termoreceptory.

Związek z podstawą programową

Klasa IV: Przyroda

II. Umiejętności i stosowanie wiedzy w praktyce. Wszystkie podpunkty z naciskiem na „Sposoby poznawania przyrody. Uczeń: podaje przykłady wykorzystania zmysłów do prowadzenia obserwacji przyrodniczych”.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- płaskie przedmioty wykonane z różnych materiałów, np. drewniana deska, styropian, blacha do pieczenia, naczynie żaroodporne, plastikowa pokrywka, książka, wełniana szmatka (o rozmiarach rozłożonej dłoni),
- opcjonalnie termometr na podczerwień.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: „Czy dotykiem można zmierzyć temperaturę?”. Porozmawiajcie o tym w parach.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy

- Czy przedmioty mają różną temperaturę?
- Czy kształt lub kolor przedmiotu wpływa na jego temperaturę?

- Który przedmiot jest najcieplejszy, a który najzimniejszy?
- Na którym materiale najlepiej usiąść, gdy na dworze jest mróz?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Testowane przedmioty faktycznie mają różną temperaturę.
- Błyszczące rzeczy, np. metalowa blacha, są zawsze zimne.
- Chropowate materiały, np. wełniany sweter, są zawsze ciepłe.
- Różne materiały nagrzewają się lub stygną z różną prędkością.
- Przedmioty, które dobrze przewodzą ciepło, zawsze wydają się zimniejsze od tych, które chronią ciepło.

Przebieg eksperymentu

- Spróbujcie ocenić temperaturę dostępnych przedmiotów, dotykając je dłonią.
- Połóżcie dłoń kolejno na każdym z przedmiotów.
- Ułóżcie przedmioty od najcieplejszego do najzimniejszego.
- Termometrem na podczerwień zmierzcie temperaturę wszystkich przedmiotów.
- Czy pomiary zgadzają się z odczuciami waszych dłoni?

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Wszystkie używane w eksperymencie przedmioty muszą znaleźć się w klasie przynajmniej godzinę wcześniej. Muszą mieć czas, żeby osiągnąć temperaturę pomieszczenia.
- Pilnujemy, żeby uczniowie nie testowali przedmiotów „długim dotykiem”. W przeciwnym razie temperatura przedmiotów zmieni się od ciepła ich dłoni.
- Termometry na podczerwień są coraz częściej używane w domach (np. do pomiaru temperatury u małych dzieci). Warto, żeby dzieci zapytały rodziców i ewentualnie pożyczyły termometr na zajęcia.
- Pomiar temperatury może być niedokładny na błyszczących powierzchniach.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Mimo że wszystkie przedmioty mają „temperaturę pokojową” (co powinien udowodnić pomiar termometrem), dla naszych dłoni różnice będą znaczące:
 - szkło, metal, ceramika będą zimne w dotyku,
 - styropian, drewno, papier, większość tworzyw sztucznych będą ciepłe w dotyku (ale nie gorące).

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Jedną dłoń przyłóżcie do zimnej szyby okna, a drugą do ciepłego kaloryfera.
- Trzymajcie tak obie dłonie przez przynajmniej 30 s.
- Następnie obie dłonie połóżcie na parapecie.
- Jaki wydaje się parapet: zimny czy ciepły? Czy obie dłonie czują to samo?

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy dotykiem można zmierzyć temperaturę?”

Pomiar temperatury dłonią jest obarczony dużym błędem. Zadaniem receptorów w naszej skórze jest badanie różnicy temperatury względem temperatury naszego ciała, a nie, jak w termometrze, podanie skalowanej wartości.

Wy tłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Termoreceptory to wyspecjalizowane nerwy, których zakończenia znajdują się w naszej skórze. Wywołują one uczucie ciepła i zimna, porównują temperaturę panującą wewnątrz ciała z temperaturą na zewnątrz.
- Kiedy temperatura naszej skóry spada, do mózgu trafia informacja, że nasze otoczenie jest zimne. I odwrotnie – kiedy temperatura skóry rośnie, odczuwamy ciepło.
- Dotykając dobrego przewodnika ciepła (np. metalu), odczuwamy zimno. Przewodnik szybko odprowadza ciepło z naszej dłoni i dlatego wydaje się zimny.
- Dotykając słabego przewodnika ciepła, czyli dobrego izolatora (np. styropianu), nie odczuwamy zimna. Izolator słabo odprowadza ciepło z naszej dłoni. Dotykając, ogrzewamy powierzchnię materiału, ale ciepło nie jest odprowadzane dalej.
- Warto przeprowadzić z uczniami dyskusję, o sytuacjach, w jakich należy zastosować dobre przewodniki ciepła, a w jakich izolatory, np.:
 - termosy i kubki termiczne projektowane są tak, żeby ograniczyć przewodnictwo cieplne między wnętrzem naczynia a otoczeniem. Częstym rozwiązaniem są podwójne ścianki z pustą przestrzenią między nimi, z której dodatkowo wypompowano powietrze. Mimo że naczynia te kojarzymy z przechowywaniem gorących napojów zimą, równie dobrze nadają się do tych zimnych latem;
 - styropianowe kubeczki chronią nasze palce przed poparzeniem gorącym napojem. Styropian składa się w ponad 90 procentach z uwięzionego w nim powietrza, które jest bardzo dobrym izolatorem;
 - garnki, patelnie, blachy do pieczenia wykonuje się z dobrych przewodników ciepła. Metale szybko się nagrzewają i przekazują ciepło do potraw.
- W modyfikacji eksperymentu z oknem, kaloryferem i parapetem termoreceptory w obu dłoniach startują z innego pułapu temperatury. Dla dłoni, która dotykała zimnej szyby, parapet nie będzie tak zimny, jak dla dłoni ogrzanej przez kaloryfer.

Mój eko-dom

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

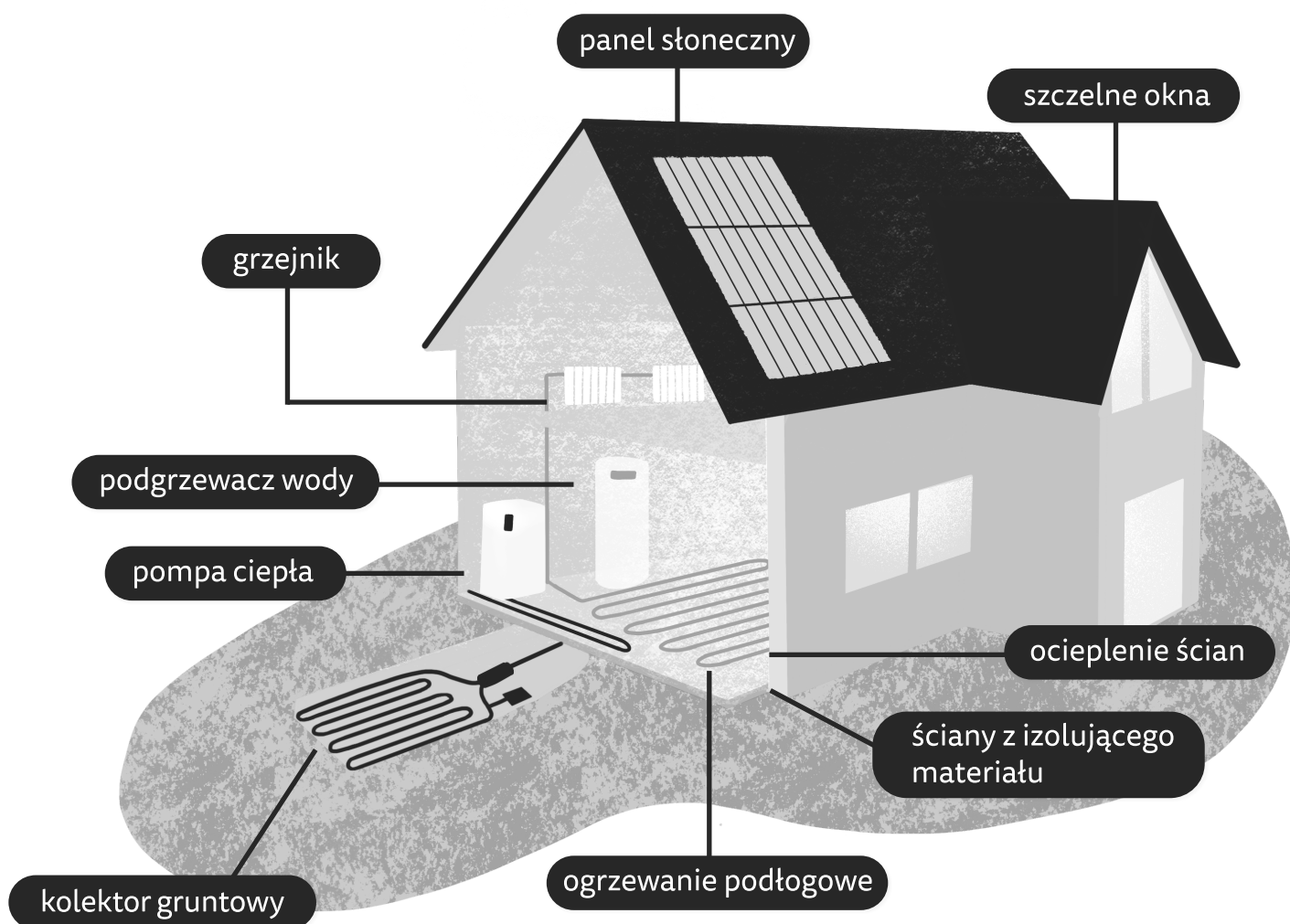
- jak to się dzieje, że budynek utrzymuje ciepło w środku,
- jak oszczędzać energię przy ogrzewaniu domu,
- dlaczego oszczędzanie energii jest ważne.



Dowiedzieliście się już, czym jest przewodnik, a czym izolator. Izolatorami są również ściany budynków, naszych domów i mieszkań. Izolują, czyli zatrzymują temperaturę, dlatego zimą ciepło nie ucieka i wewnątrz jest cieplej niż na zewnątrz. To samo dzieje się latem, tylko odwrotnie – ciepło z zewnątrz nie przenika całkowicie do wnętrza budynku i w domu jest chłodniej. Jak myślicie, dlaczego tak się dzieje?

Materiały, z których buduje się domy, takie jak beton czy cegła, izolują ciepło. Jeszcze lepszymi izolatorami są drewno i styropian, którego używa się do dodatkowego ocieplania budynków. Można zaprojektować dom w taki sposób, żeby prawie całkowicie izolował ciepło. Dobrze ocieplony dom potrzebuje bardzo mało energii do ogrzania, możemy więc oszczędzić pieniądze, obniżając w ten sposób rachunki. Jednocześnie mniej szkodzi środowisku, bo mniej palimy w piecu. Oszczędność energii to mniej wydatków dla nas i mniej zanieczyszczeń dla powietrza.

Dodatkowo zamiast tradycyjnego pieca można użyć np. pompy ciepła, która za pomocą kolektora gruntowego pobiera ciepło z ziemi, aby ogrzać dom. Zimą już metr pod ziemią jest dużo wyższa temperatura niż ta, która panuje na powierzchni. Dzięki takiemu ogrzewaniu nasz dom w ogóle nie zanieczyszcza powietrza.



Rys. 1. Elementy ekologicznego domu

Źródło: opracowanie własne

Jak ogrzać dom, żeby było oszczędnie

W Polsce przez około pół roku jest na tyle chłodno, że domy należy ogrzewać. Większość budynków nie izoluje wtedy ciepła na tyle dobrze, by wysoka temperatura w środku utrzymywała się bez dodatkowego ogrzewania. Wiele domów i mieszkań nadal ogrzewa się piecami, w których spala się węgiel. Jeśli spalamy w piecu węgiel, z komina wydobywa się gęsty, ciemny dym. Jak myślicie, dlaczego?

Przy spalaniu węgla powstaje dużo zanieczyszczeń, które są szkodliwe dla naszego zdrowia i środowiska. Jeśli tylko jest taka możliwość, najlepiej wymienić piec węglowy na piec gazowy, który wydzielą dużo mniej zanieczyszczeń, lub na pompę ciepła, która jest zupełnie czystym źródłem ciepła. Niestety pompa ciepła to drogie urządzenie, ale dzięki niej co roku wydajemy dużo mniej pieniędzy na ogrzanie domu.

Zastanówmy się, jak zadbać o to, żeby w domu było ciepło, oszczędzając energię i jak najmniej szkodząc środowisku.

1. Jeśli budujemy dom od podstaw, użyjmy najbardziej izolujących materiałów, aby ciepło nie uciekało łatwo na zewnątrz.
2. Jeśli mamy budynek zbudowany wcześniej, zadbajmy o to, by był dobrze docieplony, na przykład styropianem.
3. Jeśli w budynku nie ma centralnego ogrzewania, wybierzmy inne źródło ciepła niż piec węglowy – pompę ciepła lub piec gazowy.
4. Oszczędzajmy energię! Nie zastanawiamy kaloryferów meblami, firankami, zasłonami. Kiedy wietrzymy pokój, to krótko i intensywnie. Otwórzmy na chwilę okno na oścież, zamiast zostawiać uchylony lufcik. A kiedy wychodzimy na dłużej z domu, ustawmy kaloryfery na niższą temperaturę.

Propozycja ćwiczenia

Niech uczniowie narysują swój projekt eko-szkoły. Należy zwrócić szczególną uwagę na ocieplenie budynku, ogrzewanie czy elementy otoczenia, takie jak zieleń czy pojemniki na odpady.

Inspiracja dla nauczyciela

Artykuł Centrum Edukacji Obywatelskiej *Gospodarowanie energią w szkole*, online: <https://globalna.ceo.org.pl/fizyka/artykuly/gospodarowanie-energia-w-szkole> [dostęp: 14.04.2020]



Czy w naszej szkole marnuje się energia? Co możemy zrobić, by temu zaradzić? Czym należy palić w piecu? Czy w domowym piecu można palić wszystko, co tylko nadaje się do spalania? Uzasadnijcie swoje odpowiedzi.



2. Uwaga, pękam!

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz wiedział/-a, że gumowy balon wcale nie jest tak delikatny, jak się wydaje,
- będziesz umiał/-a wyjaśnić, co to jest przewodnik ciepła.

Czas – 10 min

Pytanie kluczowe: Jak sprawić, żeby balon pękł?

Podstawowe pojęcia

- izolator ciepła,
- przewodnik ciepła,
- temperatura.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- gumowe balony,
- woda,
- zapalki.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: „Jak sprawić, żeby balon pękł?”. Porozmawiajcie o tym w parach.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy

- Jakie właściwości ma guma?
- Czy gumowy balon jest wytrzymałym przedmiotem?
- Czy wysoka temperatura może rozerwać balon?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Ilość wody nie ma znaczenia dla przebiegu eksperymentu.
- Czas ogrzewania ma znaczenie dla przebiegu eksperymentu.

Przebieg eksperymentu

- Do gumowego balonu nalejcie trochę wody, a następnie go napompujcie i zawiążcie.
- Nadmuchajcie drugi balon, tak aby uzyskał podobny rozmiar co pierwszy, po czym zawiążcie go.
- Zapalcie zapalkę i zbliżcie powoli płomień do balonu z samym powietrzem (od spodu!).
- Zapalcie kolejną zapalkę i zbliżcie powoli płomień do balonu z wodą i powietrzem (od spodu!).

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Wodę do balonu najłatwiej nalać prosto z kranu, naciągając otwór balonu na wylewkę.
- Wystarczy, jeśli poziom wody w balonie osiągnie wysokość około 1 cm.
- Balon nie powinien, ale może pęknąć i wtedy woda się rozleje. Trzeba uważać, by się nie poślizgnąć.
- Należy zachować ostrożność przy pracy z zapalkami.
- Można użyć innych źródeł ognia, np. zapalanej świeczki lub zapalniczki.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Balon napełniony samym powietrzem pęka, jeśli zbliżymy do niego ogień.
- Balon z wodą w środku nie pęknie po zbliżeniu do niego ognia.

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Przetestujcie różną ilość wody w balonie (od kilku kropli, po pełen balon).

Odpowiedź na pytanie kluczowe: Jak sprawić, żeby balon pękł?

- Nadmuchując go na tyle mocno, żeby ciśnienie powietrza rozerwało gumę.
- Przebijając, mechanicznie rozrywając gumę.
- Podnosząc temperaturę gumy i doprowadzając do jej pęknięcia.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Woda jest dobrym przewodnikiem ciepła.
- Zbliżając płomień do balonu z wodą, całe ciepło jest przez nią odprowadzane. W efekcie guma, z której wykonany jest balon, nie nagrzewa się i nie topi. Jej struktura zostaje nienaruszona.
- Im więcej wody w balonie, tym więcej ciepła może ona odprowadzić z płomienia.
- W codziennym życiu często używamy wody do ochładzania rzeczy:
 - w kuchni: odlewając makaron, studząc ugotowane jajka,
 - w hutnictwie: hartując metale,
 - przy gaszeniu pożarów.

Woda na wagę złota

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

- dlaczego zasoby wody są ograniczone,
- na co w Polsce zużywa się najwięcej wody,
- co zrobić, żeby nie zabrakło wody podczas suszy.



Woda pokrywa aż 70 procent powierzchni Ziemi. Wydaje się, że nie może jej zabraknąć, prawda? Jednak w większości (aż 97,5 procent zasobów wody na świecie) jest to woda słona, która nie nadaje się do picia, nawadniania upraw i większości innych celów, do których jest człowiekowi niezbędna. Potrzebujemy wody słodkiej, takiej, która jest zgromadzona w rzekach, jeziorach i lodowcach. Niestety, stanowi ona zaledwie 2,5 procent światowych zasobów. Co więcej, dostępne zasoby wody słodkiej są bardzo nierówno rozmieszczone na świecie. Z jednej strony mamy regiony pustynne w Afryce, z drugiej kraje zasobne w wodę z wieloma rzekami i jeziorami, takie jak Norwegia czy Kanada. Polska w tym zestawieniu plasuje się nisko – należy do grona kilku krajów o najmniejszych zasobach wodnych (w przeliczeniu na mieszkańca) w Europie.

Wodę pobierają np. rolnicy, nasze domy i elektrownie czy fabryki. Dzięki wykonanemu doświadczeniu dowiedzieliście się, że woda dobrze odprowadza ciepło. Tę właściwość wody wykorzystujemy w wielu dziedzinach życia. Używamy wody, jeśli chcemy coś schłodzić. W domu schładzamy wodą ugotowany makaron, w przemyśle – woda służy do chłodzenia m.in. bloków energetycznych w dużych elektrowniach, w których spala się paliwa (gaz, węgiel) i należy odprowadzić nadmiar ciepła.

Przemysł węglowy, czyli m.in. wydobywanie węgla i chłodzenie elektrowni węglowych, pochłania 70 procent poboru wody w Polsce. To najwyższy odsetek na świecie. W sąsiednich Niemczech wynosi on 18 procent, a średnio w Unii Europejskiej zaledwie 13 procent. Wynika to z dużej skali wydobywania i spalania węgla w Polsce (ok. 85 procent energii elektrycznej pochodzi ze spalania węgla) oraz z tego, że w naszym kraju dominują przestarzałe elektrownie, które potrzebują do chłodzenia bardzo dużo wody. Jakie problemy mogą się z tym wiązać?

Coraz mniej wody

Każdego lata w Polsce mamy do czynienia z długotrwałą suszą i falami upałów. Poziom wody w rzekach i zbiornikach wodnych się obniża, maleje ilość wody, którą elektrownie mogą pobrać do chłodzenia, a jednocześnie w upalne dni rośnie zapotrzebowanie na prąd w związku z korzystaniem z klimatyzacji. Taka sytuacja spowodowała w 2015 roku wprowadzenie ograniczeń w poborze prądu dla firm. Duże biura i centra handlowe musiały wyłączyć klimatyzację, chociaż na zewnątrz panowały ekstremalne upały. Uzależnienie produkcji energii elektrycznej od starych elektrowni węglowych powoduje zatem problemy w trakcie suszy, ponieważ takie elektrownie muszą obniżyć swoją moc, kiedy brakuje wody do chłodzenia. Wtedy istnieje ryzyko ograniczeń w dostawie energii elektrycznej, która jest nam niezbędna. Poza tym jeśli tak ogromną część (70 procent) wody pochłania wydobywanie węgla i jego spalanie w elektrowniach, to dużo mniej pozostaje jej do użycia w innych ważnych celach, takich jak np. nawadnianie pól uprawnych. Ze względu na niskie zasoby wodne w Polsce oraz długotrwałą suszę można się spodziewać, że ten problem będzie się pogłębiał.

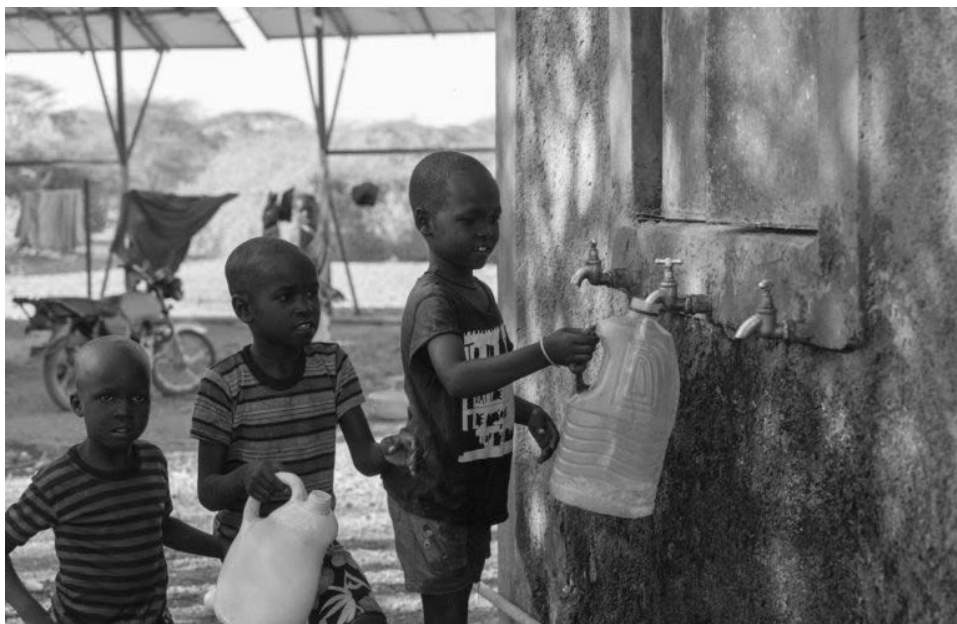
Jak poradzić sobie z niedoborem wody

Z badań amerykańskich naukowców z Uniwersytetu Duke wynika, że odejście od produkcji energii z węgla na rzecz pozyskiwania jej z innych źródeł jest sposobem na dużą oszczędność wody. Elektrownie zasilane gazem pobierają znacznie mniej wody do chłodzenia niż elektrownie węglowe. Jeszcze lepiej pod tym względem wypada energetyka ze źródeł odnawialnych (głównie słońca i wiatru). Według badań, potrzebuje ona o 50 do 100 razy mniej wody niż energetyka z węgla i gazu.

Wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych to łatwy do wprowadzenia w życie i skuteczny sposób na oszczędzanie wody. Jednocześnie pamiętajmy, że odnawialne źródła energii są najkorzystniejszym rozwiązaniem z ekologicznego punktu widzenia – produkcja energii elektrycznej w taki sposób nie wiąże się z emisją gazów cieplarnianych.

Jak to działa

Północna Kenia od lat doświadcza suszy. Niestety wraz ze zmianą klimatu ten obszar wysusza się jeszcze bardziej. Kobiety z lokalnych społeczności pokonują pieszo wiele kilometrów w poszukiwaniu wody dla swoich rodzin. Aby rozwiązać ten problem, mieszkańcy z pomocą organizacji Practical Action zbudowali zasilaną energią ze słońca pompę wodną, która pozwala czerpać wodę ze źródła o głębokości 100 m. Urządzenie zasilane czystą energią pomaga pozyskiwać czystą wodę dla potrzeb ludności. Co więcej, pompa słoneczna nie potrzebuje do swojego funkcjonowania ani paliwa, ani wody.



Rys. 2. Dzieci przy punkcie poboru wody w regionie Turkana

Źródło: <https://practicalaction.org/news-media/2020/06/02/practical-action-and-grundfos-foundation-launch-coronavirus-response/> [dostęp: 28.07.2020]

Inspiracja dla nauczyciela

Artykuł portalu Ziemia na rozdrożu *Ile mamy wody na Ziemi?*, online:

<https://ziemianarozdrozu.pl/artukul/2113/ile-mamy-wody-na-ziemi> [dostęp: 14.04.2020]

Polecane materiały

Publikacja Polskiej Akcji Humanitarnej z zakresu edukacji globalnej *Prawo do wody*,

online: https://www.pah.org.pl/app/uploads/2017/10/2017_kampania_studnia_dla_poludnia_publicacja_prawo_do_wody.pdf [dostęp: 14.04.2020]

Greenpeace Polska, scenariusz lekcji dla uczniów z klas IV–VI szkoły podstawowej *Odnawialne źródła energii (OZE). Jak schwytać energię wiatru i słońca?*, online:

https://storage.googleapis.com/planet4-poland-stateless/2019/09/2eb4352b-scenariusz_2_z_obserwacjami_online.pdf [dostęp: 14.04.2020]



REFLEKSJA

Co możemy zrobić, żeby oszczędzać wodę w domu?

Zastanówcie się, jakich rzeczy używacie na co dzień: ubrania, buty, laptop, smartfon.

Porozmawiajcie z nauczycielem o tym, czy którakolwiek z tych rzeczy mogłaby powstać bez użycia wody na etapie produkcji.

Czy ograniczając liczbę kupowanych przedmiotów, zwłaszcza jednorazowych i o małej trwałości, możemy pomóc środowisku?



3. Podwodny wulkan

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz umiał/-a wyjaśnić, do czego może prowadzić podwodna erupcja wulkanu,
- będziesz wiedział/-a, dlaczego na wielu wyspach znajdują się wulkany.

Czas – 15 min

Pytanie kluczowe: Czy na Ziemi wciąż powstają nowe lądy?

Podstawowe pojęcia

- wulkan
- erupcja
- temperatura
- grzbiet śródoceaniczny
- wyspa wulkaniczna.

Związek z podstawą programową

Klasa V i VI: Geografia

VII. Geografia Europy [...]. Uczeń na przykładzie Islandii określa związek między położeniem na granicy płyt litosfery a występowaniem wulkanów i trzęsień ziemi.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- szklane naczynie odporne na wysoką temperaturę,
- opcjonalnie garnek,
- woda,
- źródło ciepła, np. palnik gazowy,
- piasek,
- świeczka.

Przebieg eksperymentu

- Na dnie naczynia odpornego na wysoką temperaturę umieśćcie świeczkę.
- Nasypcie do naczynia piasku, całkowicie przykrywając świeczkę.
- Nalejcie wody do naczynia (do pełna).
- **Przed postawieniem naczynia na palniku, postawcie hipotezy badawcze.**
- Razem z nauczycielem podgrzejcie naczynie i obserwujcie, co się wydarzy.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy

- Co wydarzy się z woskiem w wysokiej temperaturze?
- Co dzieje się z woskiem, kiedy się ochładza?
- Czy ogrzewając naczynie, ogrzejemy również wodę, piasek i świeczkę?
- Czy świeczka zagrzebana w piasku roztopi się?
- Czy rozpuszczony wosk utonie, czy będzie unosił się w wodzie?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Wosk rozpuszcza się w wysokiej temperaturze.
- Wosk ogrzewa się szybciej od wody (świeczka się rozpuszcza, a woda się nie gotuje).

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Głębokie naczynie jest bezpieczniejsze do przeprowadzenia eksperymentu. Wyższy słup wody daje pewność ochłodzenia rozgrzanego wosku.
- Nie pochylamy się nad naczyniem podczas ogrzewania.
- Przezroczyste naczynie pozwala na lepszą obserwację eksperymentu.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Świeczka rozpuszcza się pod wpływem ciepła.
- Wosk, zmieniając stan skupienia, zmniejsza swoją gęstość i zwiększa objętość. Przeciska się przez piasek i wypływa ku powierzchni naczynia.
- Woda ochładza wypływający wosk, co prowadzi do jego zastygnięcia.

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Użycie kilku kolorów wosku może uatrakcyjnić eksperyment.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy na Ziemi wciąż powstają nowe lądy?”

Tak. Aktywność wulkaniczna jest głównym procesem powstawania nowych lądów na Ziemi.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Patrząc na mapę fizyczną świata, zauważymy ciągnący się przez cały Atlantyk, z północy na południe, pas płytszej wody (jaśniejszy odcień niebieskiego na mapie). Jest to tzw. Grzbiet Śródatlantycki – najdłuższy na Ziemi grzbiet śródoceaniczny. W tym miejscu odsuwają się od siebie płyty tektoniczne, a z wnętrza Ziemi wypływa magma, tworząc nowe warstwy dna oceanicznego.
- Na północy Grzbietu Śródatlantyckiego znajduje się Islandia. Wyspa z wysoką aktywnością wulkaniczną.
- Hawaje i Wyspy Kanaryjskie to również przykłady wysp wulkanicznych. Powstały wskutek wypiętrzenia się dna morskiego w wyniku aktywności wulkanicznej.
- Podobnie jak wosk w eksperymencie ze świeczką, magma wydobywająca się z wnętrza planety zastyga w kontakcie z wodą. Spadek temperatury pociąga za sobą zmianę stanu skupienia z gęstej cieczy w ciało stałe.

Hot spot

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

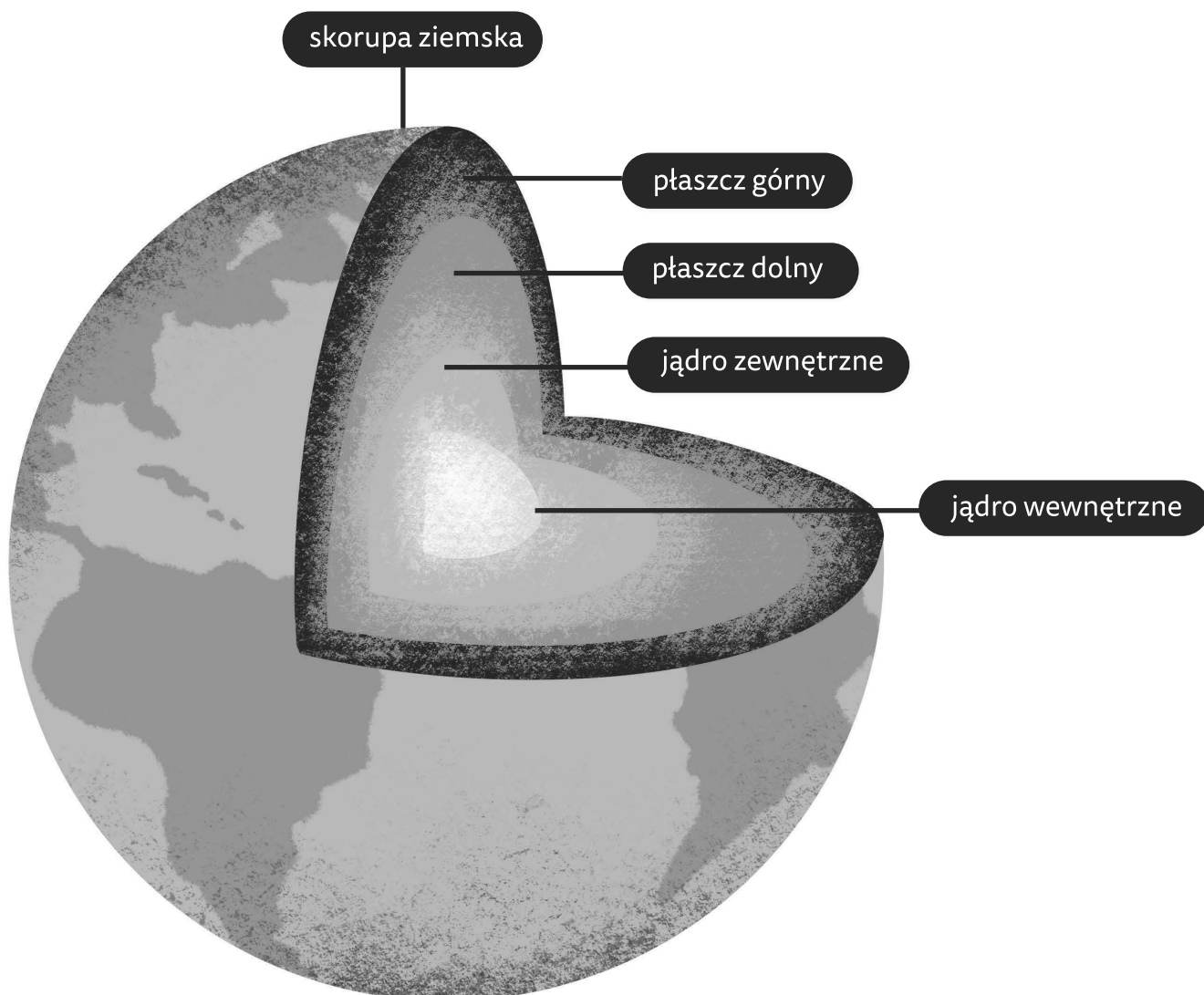
- czym jest magma i dlaczego jest gorąca,
- skąd bierze się ciepło wewnątrz Ziemi,
- czy możemy to ciepło wykorzystać.



WYZWANIE

Dzięki doświadczeniu dowiedzieliście się, że w miejscach, w których rozsuwają się płyty tektoniczne, z wnętrza Ziemi wydobywa się gorąca magma. Magma to roztopione w bardzo wysokiej temperaturze skały. To znaczy, że wewnątrz Ziemi panuje bardzo wysoka temperatura. Jak myślicie, skąd bierze się to ciepło?

W samym wnętrzu kuli ziemskiej znajduje się jądro (patrz rysunek 3) złożone z metali: żelaza i niklu. Jądro otoczone jest płaszczem, a płaszcz jest pokryty cienką warstwą skorupy ziemskiej. Skorupa ziemska to najbardziej zewnętrzna warstwa skał, czyli to, po czym chodzimy.



Rys. 3. Budowa wnętrza Ziemi

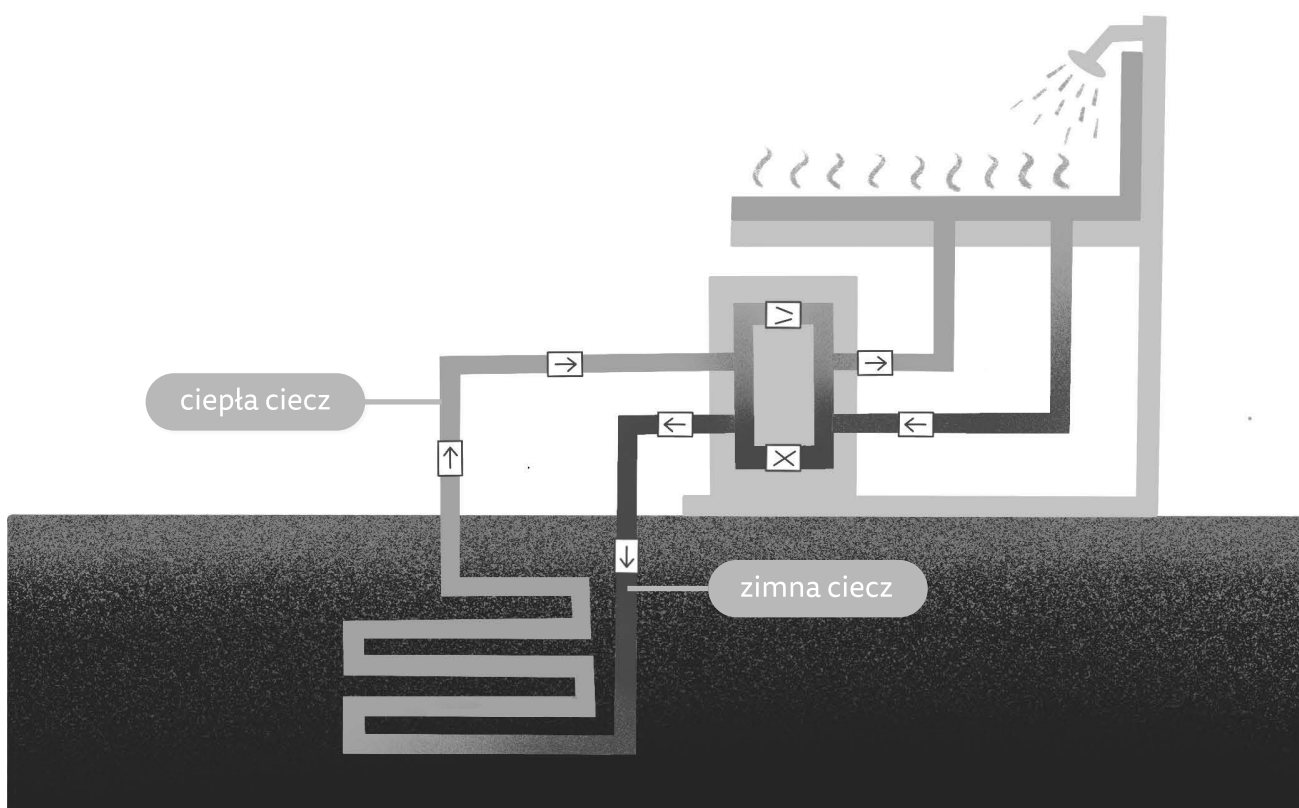
Źródło: <http://geografia.zspryglice.pl/temat9.html> [dostęp: 14.04.2020]

Wewnętrzne ciepło Ziemi pochodzi z jądra Ziemi. W jądrze niektóre atomy ulegają rozpadowi promieniotwórczemu, czyli rozpadają się na mniejsze części. W procesach rozpadu promieniotwórczego, podobnie jak w procesach spalania, wydzielają się ciepło. Jądro Ziemi działa trochę tak jak wielki reaktor jądrowy. W samym środku jądra temperatura może osiągać nawet 6000°C!

Z tego powodu temperatura pod powierzchnią Ziemi zwiększa się wraz z głębokością. Kilometr pod powierzchnią ziemi temperatura jest już wyższa o około 25°C. Energię wnętrza Ziemi nazywamy **energiją geotermalną**.

Okazuje się, że strumień ciepła dopływający z wnętrza Ziemi nie rozkłada się równomiernie. Niektóre punkty na Ziemi, nazywane *hot spots* (czyli „gorące punkty”), są szczególnie gorące. Często są też aktywne wulkanicznie. Znajdują się one w pobliżu granic płyt tektonicznych. Bywa tak, że ciepło Ziemi jest na tyle duże, że można je wykorzystać do ogrzewania lub produkcji prądu. To ciepło docierające z wnętrza Ziemi jest odnawialnym źródłem energii. Tak jest na przykład w Islandii, która słynie z gorących źródeł wodnych. Występują one dlatego, że Islandia znajduje się na granicy dwóch płyt tektonicznych. Energia geotermalna, którą się wykorzystuje na Islandii i w innych *hot spots* na Ziemi, to głęboka geotermia. To znaczy, że używa się zwykle bardzo głębokich odwiertów, nawet takich mających 3 tysiące metrów, aby dostać się do źródła ciepła.

Dużo łatwiejsze, a do tego możliwe nie tylko w okolicach *hot spots*, ale niemal w każdym miejscu na świecie, jest pozyskiwanie ciepła, które zalega płytko pod ziemią. To tzw. płytka geotermia. W ziemi już na głębokości ok. 10 m temperatura gruntu jest stała przez cały rok i w Polsce wynosi około 10–12°C. Zimą, kiedy powietrze jest chłodne, można ten grunt, znacznie cieplejszy od powietrza, potraktować jako źródło ciepła. Urządzenie, które pobiera to ciepło i przekazuje je do ogrzania domu, to pompa ciepła.



Rys. 4. Schemat pompy ciepła.

Źródło: <http://vikersonn.eu/uncategorized/zasada-dzialania-pompy-geotermalnej/> [dostęp: 14.04.2020]

Pompa ciepła to urządzenie wielkości lodówki. Wpuszcza ona pod ziemię zimną ciecz, która płynie przez rury i ogrzewa się ciepłem z ziemi. Ogrzana ciecz przekazuje ciepło do pompy, gdzie ciepło się kumuluje i zostaje przekazane dalej – do grzejników i podgrzewacza wody.

Pompa ciepła, podobnie jak lodówka, musi być zasilana, zwykle prądem. Zużywa pewną, niewielką ilość energii elektrycznej, ale o wiele więcej energii w postaci ciepła „produkuje”, czyli pobiera z gruntu. To prosta i bardzo ekologiczna metoda ogrzewania budynków, która może zastąpić piec, zwłaszcza te węglowe.

Jak to działa

Pompy ciepła są coraz bardziej popularnym rozwiązaniem stosowanym w budynkach publicznych w Polsce. Szpital w Zdunowie koło Szczecina czy Europejskie Centrum Solidarności w Gdańsku używają właśnie pomp ciepła do ogrzewania. Podobnie zaprojektowano kompleks budynków Europejskiego Centrum Edukacji Geologicznej Uniwersytetu Warszawskiego w Chęcinach. Znajduje się on w nieczynnym kamieniołomie Korzecko w Górach Świętokrzyskich.

Jest to duży, nowoczesny ośrodek uniwersytecki, w którym zastosowano wiele ekologicznych rozwiązań. Wykorzystuje się tam odnawialne źródła energii dzięki takim urządzeniom jak np. pompy ciepła, które pobierają ciepło z ziemi poprzez ponad 90

odwiertów, czy kolektory słoneczne, umieszczone na dachu jednego z budynków, służące do podgrzewania wody. Poza tym dachy kompleksu są pokryte roślinnością. Jest to rozwiązanie zarówno estetyczne, jak i praktyczne – zieleń cieszy oko i działa chłodząco w słoneczne dni, ponieważ nie pozwala dachom nadmiernie się nagrzewać.

Propozycja ćwiczenia

Chcecie zobaczyć, jak wygląda taki ekologiczny budynek? Na stronie Europejskiego Centrum Edukacji Geologicznej (<https://www.eceg.uw.edu.pl/centrum>, zakładka „Zobacz więcej”) można obejrzeć film, który przedstawia ten kompleks z lotu ptaka. Podzielcie się wrażeniami. Czy podoba wam się budynek ECEG? Czy, waszym zdaniem, dobrze się komponuje z krajobrazem? Uzasadnijcie swoje zdanie.

Inspiracja dla nauczyciela

Artykuł portalu Ziemia na rozdrożu *Odnawialne źródło energii – geotermia*:

<https://ziemianarozdrozu.pl/artypul/3570/odnawiane-zrodlo-energii-geotermia> [dostęp: 14.04.2020]

Portal Zapytaj fizyka, odpowiedź na pytanie: „Skąd wiemy, że w środku Ziemi znajduje się płynne, gorące jądro?": <https://zapytajfizyka.fuw.edu.pl/pytania/skad-wiemy-ze-w-srodku-ziemi-znajduje-sie-plynnne-gorace-jadro/> [dostęp: 14.04.2020]



REFLEKSJA

Jakie znacie, poza geotermią, źródła energii odnawialnej?

Obejrzyjcie mapę świata z podziałem na płyty litosfery, np. na platformie epodreczniki.pl (<https://epodreczniki.pl/a/plytowa-budowa-litosfery-ruchy-gorotworcze/D1FXHHznX>).

Spróbujcie znaleźć na mapie Islandię. Czy jej położenie tłumaczy obecność tam aktywność wulkaniczną?



4. Zmierz mnie

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz umiał/-a wyjaśnić, dlaczego szyny pękają w mroźne dni, a wykrzywiają się w upalne,
- będziesz wiedział/-a, dlaczego stoik łatwiej odkręcić, ogrzewając nakrętkę pod kranem,
- będziesz umiał/-a wyjaśnić, dlaczego szklane naczynie może pęknąć, kiedy zalewamy je wrzątkiem.

Czas – 10 min (plus przygotowanie)

Pytanie kluczowe: Czy temperatura wpływa na długość metalowych przedmiotów?

Podstawowe pojęcia

- rozszerzalność cieplna,
- ogrzewanie,
- ochładzanie.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- rura miedziana o średnicy ok. 1,5 cm, 100–200 cm długości (koszt ok. 30 zł w markecie budowlanym),
- lejek,
- czajnik elektryczny,
- woda,
- wiadro,
- dwa krzesła (wyższe i niższe),
- taśma naprawcza (*duct tape*),
- nożyczki,
- słomka z zagięciem,
- ołówek.

Przebieg eksperymentu

- Jeden z końców miedzianej rury należy zagiąć.
- Do rury wkładamy lejek, przez który będziemy wlewać wodę.
- Rurę kładziemy na krzesłach (wyższe od strony lejka).
- Wsuwamy ołówek do dłuższego końca słomki.
- Pod rurę na niższym krześle wsuwamy słomkę zagięciem do góry.
- Rurę przyklejamy taśmą naprawczą do siedzisk obu krzeseł (daleko od słomki) oraz oparcia wyższego krzesła.
- Pod wylotem rury, przy niższym krześle, stawiamy wiadro, do którego z rury wyleje się woda.

- Obserwujcie, co dzieje się ze słomką, kiedy nauczyciel wlewa do miedzianej rury wrzątek.
- Obserwujcie, co dzieje się ze słomką, kiedy nauczyciel wlewa do miedzianej rury zimną wodę.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: „Czy temperatura wpływa na długość metalowych przedmiotów?”. Porozmawiajcie o tym w parach.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotez

- Dlaczego słomka się obraca?
- W którą stronę obraca się słomka, kiedy przez rurę przepływa ciepła woda?
- W którą stronę obraca się słomka, kiedy przez rurę przepływa zimna woda?
- Czy woda, przepływając przez rurę, zmienia temperaturę miedzi?
- Co się dzieje z rurką pod wpływem wysokiej temperatury?
- Co się dzieje z rurką pod wpływem niskiej temperatury?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Pod wpływem ciepła miedziana rura się wydłuża.
- Pod wpływem zimna miedziana rura się skraca.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

W doświadczeniu używany jest wrzątek. Rura powinna być dobrze przymocowana, a wiadro ustawione w odpowiednim miejscu.

Przewidywany wynik doświadczenia

- Ogrzana wrzątkiem miedziana rura wydłuża się. Prowadzi to do obrócenia się słomki pod rurą w stronę wiadra.
- Ochłodzona miedziana rura skraca się. Prowadzi to do obrócenia się słomki pod rurą w stronę lejka.

Propozycje modyfikacji doświadczenia

- Zamiast słomki usztywnionej otówkiem można użyć dużej igły i wykałaczki. Igłę umieszcza się pod rurą, a wykałaczkę wsuwa w igielne ucho.
- Mierząc zmianę kąta i obwód słomki, możemy obliczyć, o ile wydłużyła się rura.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Czy temperatura wpływa na długość metalowych przedmiotów?”

- Tak. W wysokiej temperaturze będą się one wydłużać, w niskiej – skracać.

Wy tłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Wszystko, co nas otacza (i my sami również), zbudowane jest z atomów.
- Ogrzewając miedzianą rurę, dostarczamy jej energii. Atomy zaczynają w niej szybko wibrować i odległość między nimi się zwiększa – rura się wydłuża.



- Ochładzając miedzianą rurę, zabieramy jej energię. Atomy wibrują wolniej, a odległości między nimi się zmniejszają – rura się skraca.
- Najprostszym do zaobserwowania przykładem wydłużania się i skracania metalowych przedmiotów pod wpływem temperatury są przewody wysokiego napięcia. Kable rozpięte między słupami nigdy nie są montowane na sztywno, żeby nie zerwały się w niskich temperaturach. Latem przewody układają się w zdecydowanie głębszy łuk między dwoma słupami niż podczas mroźnych zim.



Migocze

Cele eksperymentu. Po zajęciach:

- będziesz potrafił/-a odróżnić gwiazdę od planety na nocnym niebie,
- będziesz wiedział/-a, co to jest fatamorgana i skąd się bierze,
- będziesz potrafił/-a wyjaśnić, dlaczego w upalne dni świat w oddali wydaje się falować.

Czas – 5–10 min

Pytanie kluczowe: Dlaczego gwiazdy migoczą?

Podstawowe pojęcia

- konwekcja,
- gwiazdy,
- światło.

Materiały potrzebne do realizacji eksperymentu

- wskaźnik laserowy,
- klips do papieru,
- czajnik elektryczny,
- kartka papieru,
- flamastr,
- taśma klejąca,
- nożyczki,
- opcjonalnie palnik gazowy lub płyta grzewcza.

Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: „Dlaczego gwiazdy migoczą?”. Porozmawiajcie o tym w parach.

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy

- Czym są gwiazdy?
- Czy znacie jakieś gwiazdy?
- Czy Słońce jest gwiazdą?
- Dlaczego gwiazdy świecą?
- Jaka gwiazda jest najbliżej Ziemi?
- Czy gwiazdy są duże?
- Czy gwiazdy są daleko czy blisko?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela)

- Gwiazdy znajdują się daleko od Ziemi.
- Gwiazdy migoczą, ponieważ czasem świecą, a czasem przestają świecić.
- Gwiazdy znajdują się poza ziemską atmosferą.

Przebieg eksperymentu

- Na kartce papieru narysujcie cel dla wskaźnika laserowego.
- Obok czajnika elektrycznego (od strony dziobka czajnika) ułóżcie stabilny stos książek, wystarczająco wysoki, żeby wiązka umieszczonego na książkach lasera przebiegała 2–3 cm nad dziobkiem czajnika.
- Poproście nauczyciela, żeby zablokował włącznik wskaźnika laserowego klipsem do papieru.
- Wspólnie z nauczycielem umieśćcie wskaźnik na stosie książek (uwaga na oczy!), celując nim w najdalszy róg klasy.
- W miejscu, które oświetla kropka lasera, przyklejcie taśmą narysowany wcześniej na kartce cel.
- Włączcie czajnik i uważnie obserwujcie, co się dzieje z kropką lasera, kiedy woda zaczyna się podgrzewać.

Zastanówcie się

- Dlaczego kropka lasera się porusza, kiedy czajnik jest gorący?
- Czy czajnik ogrzewa tylko wodę w swoim wnętrzu?
- Co dzieje się z gorącym powietrzem?

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela

- Wskaźnik laserowy może uszkodzić wzrok. Nigdy nie celujemy wiązki lasera w oczy.
- Czerwone wskaźniki stosowane do prezentacji czy zabawy z kotem, są najmniej niebezpieczne (mają najmniejszą energię).
- Tylko nauczyciel powinien obsługiwać wskaźnik.
- Podczas eksperymentu warto zaciemnić salę.
- Wskaźnik umieszczamy blisko czajnika.
- Celujemy wskaźnikiem możliwie daleko.

- Uważamy na powierzchnie, które mogą odbić wiązkę lasera (np. lustra, szyby, błyszczące, lakierowane powierzchnie).
- W eksperymencie używany jest wrzątek oraz czajnik podłączony do prądu.

Przewidywany wynik doświadczenia

- W miarę jak czajnik się nagrzewa, kropka lasera zaczyna się poruszać (drży).

Propozycje modyfikacji doświadczenia

Używając palnika gazowego lub płyty grzewczej, uzyskamy lepszy i szybszy efekt. Dodatkowo wyeliminujemy obłok pary unoszący się z czajnika.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: „Dlaczego gwiazdy migoczą?”

Światło, przechodząc przez ziemską atmosferę, natrafia na powietrze o różnej temperaturze, czyli też gęstości, co zakłóca jego tor.

Wytłumaczenie zagadnienia fizycznego

- Powietrze nad czajnikiem ogrzewa się, jego gęstość spada i zaczyna się ono unosić.
- W miejsce powietrza, które się uniosło, napływa chłodniejsze z boków czajnika. Ono również się ogrzewa i proces się powtarza. Dochodzi do cyrkulacji ciepłego i zimnego powietrza, czyli **konwekcji**.
- Światło, przechodząc między ośrodkami o różnej gęstości, załamuje się.
- W ciepłym powietrzu (o niższej gęstości) światło porusza się szybciej niż w zimnym (o wyższej gęstości).
- Światło gwiazdy, zanim dotrze do naszych oczu, musi pokonać ziemską atmosferę. Ruch powietrza i jego zróżnicowana temperatura sprawiają, że światło gwiazdy dociera do nas pod ciągle zmieniającym się kątem. Dlatego, obserwując gwiazdy, widzimy, że migoczą.
- Miraże (fatamorgany) również powstają w wyniku załamania światła. Może to być gorący piasek pustyni, ale również rozgrzany asfalt. Droga na horyzoncie będzie wydawała się mokra, pokryta kałużami. W rzeczywistości będzie to obraz nieba.

Miejsce dla rzeki

W tym wyzwaniu dzieci dowiedzą się:

- dlaczego poziom wody w morzach i oceanach na świecie się podnosi,
- dlaczego jest to groźne dla wielu miejsc na świecie,
- jak zagrożone państwa mogą sobie z tym radzić.



Wiecie już, że metalowe przedmioty pod wpływem ciepła zwiększają swoją długość, a powietrze zmienia gęstość w zależności od temperatury. Czy z innymi substancjami również się tak dzieje? Okazuje się, że tak. Wszystkie substancje pod wpływem ciepła rozszerzają się, czyli zwiększają swoją objętość. „Rzadkie” powietrze rozszerza się najbardziej, „gęstsza” woda nieco mniej, a „najgęstsze” ciała stałe (np. metale) – najmniej. To zjawisko nazywamy rozszerzalnością cieplną ciał. Zastanówmy się nad zjawiskiem rozszerzania się wody pod wpływem ciepła.

Klimat na świecie w ostatnim czasie szybko się ociepla, a większą część tego ciepła pochłania woda w morzach i oceanach. Wraz ze wzrostem temperatury woda się rozszerza i zajmuje nieco więcej miejsca. W takiej sytuacji poziom wody się podnosi i zaczyna się ona wylewać ze swoich dawnych brzegów, tak jak wylewałaby się z przepelnionej szklanki.

Dlaczego to jest ważne? Większość ludzi na świecie żyje w pobliżu wybrzeży mórz i oceanów. Wschodnie Chiny, Półwysep Indyjski czy północno-wschodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych to najgęściej zaludnione obszary na świecie. Każdy z nich znajduje się blisko linii brzegowej. Wyobraźmy sobie, że poziom mórz i oceanów nagle podniósłby się o kilka metrów. Jakie będą tego konsekwencje? Niestety, wiele osób na tym ucierpi: straci domy, źródła utrzymania i będzie musiało przenieść się wraz z rodzinami dalej w głąb lądu, tym bardziej że morza i oceany połączone są z rzekami, poprzez które ich wody wdzierają się w głąb lądu.

Do 2100 roku poziom wód może wzrosnąć o 0,5 do 1,5 m, częściowo dlatego, że woda rozszerza się pod wpływem temperatury, a częściowo z powodu topnienia lodowców i lodów Arktyki i Antarktydy. Ile to jest 1,5 m? To tyle, ile ma wzrostu przeciętny 12-latek. Wydaje się, że w skali wielkich mórz i oceanów to niedużo, prawda? Jednak z perspektywy mieszkańców nisko położonych wybrzeży to bardzo dużo. Podnoszeniu się poziomu wody towarzyszy wzmożone występowanie sztormów i huraganów. Zjawiska te stanowią ogromne zagrożenie dla wysp i rejonów nadbrzeżnych. Najbardziej zagrożone są niektóre wyspy na Pacyfiku, które mogą wkrótce zupełnie zniknąć pod wodą. Jedną z takich wysp jest Tuvalu. Zamieszkuje ją 11 tys. osób, które już teraz zmagają się z podtopieniami. Niedługo podobny problem dotknie wybrzeży na całym świecie, również tych w Europie.

Jak poradzić sobie z wysoką wodą

Przyjrzyjmy się przykładowej sytuacji Holandii. Jest to kraj, który od początku swojej historii walczy z tym żywiołem. Aż 25 procent jego powierzchni znajduje się poniżej poziomu morza, a pozostała część zwykle nieznacznie powyżej. Bardzo niskie położenie i bliskie sąsiedztwo morza od wieków były dla mieszkańców tego kraju wyzwaniem. Skoro poziom wody w morzu (i zarazem w rzekach) rośnie, sytuacja z czasem stanie się jeszcze trudniejsza. Zastanówmy się, co władze i mieszkańcy Holandii mogą zrobić, aby uchronić się przed zalaniem.

W Holandii od lat funkcjonuje bardzo złożony system tam i wielkich zapór wodnych. Takie rozwiązanie wydaje się najbardziej skuteczne. Ale czy rzeczywiście? Woda będzie coraz wyższa i bardziej nieprzewidywalna, odgradzanie się od niej murem może nie wystarczyć. Należy nastawić się na adaptację do nowych warunków. Dlatego opracowano program przeciwpowodziowy *Room for the river* czyli miejsce dla rzeki. Program zakłada, że należy przywrócić tereny zalewowe. Są to naturalne obszary w pobliżu koryta rzeki, które mogą pomieścić nadmiar wody w sytuacji jej wysokiego poziomu. Chodzi o to, że zamiast odgradzać się od natury, trzeba żyć z nią w zgodzie.

Jak to działa

Część obecnie zamieszkanym terenów w pobliżu rzek władze wykupują po to, by pozostawić je naturze i pozwolić wysokiej wodzie rozlać się na nie. Osoby, które mieszkały na takich terenach, nie zostaną z niczym – otrzymają nowe domy.

W miastach, zamiast budować w pobliżu rzek bloki mieszkalne, tworzy się na tych terenach parki. Kiedy woda w rzece się podnosi, teren parku ją „pochłania”. Część wody zatrzymuje się w dołach i zagłębieniach w ziemi, a część wsiąka w glebę. Zwróćcie uwagę, że nie byłoby to możliwe wśród budynków, na parkingach i płytach chodnikowych, które wykonane są z betonu. Woda może wsiąkać w ziemię, ale nie w beton.

Polecane materiały

Scenariusz lekcji matematyki dla uczniów klas VII–VIII szkoły podstawowej Centrum Edukacji Obywatelskiej *Znikające wyspy. Obliczanie proporcji i rozwiązywanie zadań tekstowych*, online: <https://globalna.ceo.org.pl/matematyka/scenariusze-i-gry/znikajace-wyspy-obliczanie-proporcji-i-rozwiazywanie-zadan-tekstowych> [dostęp: 14.04.2020]



Czy rosnący poziom wód w morzach to problem również dla naszego kraju?
Do udzielenia odpowiedzi wykorzystajcie mapę fizyczną Polski.
Czy powinno się budować nowe domy i bloki mieszkalne tuż nad rzeką?
Czy można jakoś pomóc mieszkańcom wysp, które wkrótce znikną pod wodą?