Edu-skrzynka.
Prąd elektryczny

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 zapatrzenia 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-Kwiręg**
Koordynacja 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.

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 / 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. Hydraulika prądu / 22
2. Więcej mocy / 29
3. Zwarcie / 34
4. Elektryczne obroty / 39
5. Bateria z człowieka / 45

I. O Edu-skrzynkach

Serii *Edu-skrzynki* nadano podtytuł *Jak eksperymenty pomagają zrozumieć i zmieniać 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 wychowawczyni. 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 przyszłości[1]

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: 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 Obywatel-

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 puszce, 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 i ważenie w dłoniach dzieci próbują dociec, co znajduje się w tajemniczych puszkach[2].

Możesz wykorzystać scenariusz zajęć „Nauka w puszce" i przeprowadzić podobny eksperyment w swojej klasie[3].

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 puszce 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 posiedliśmy 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-tQIiFBSvwWbC&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.olimpbiol.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, wcielać 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 **Ściśle 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 podstawowej[4]

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, zamarzanie 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, posługuje 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

Hydraulika prądu – Idealne odkrycie - idealny przewodnik

— Katarzyna Fodrowska, *Perowskity – czy czeka nas rewolucja energetyczna?*, enerad.pl. online: www.enerad.pl/aktualnosci/perowskity-czy-czeka-nas-rewolucja-energetyczna/.

— Filip Kowalik, *Zapomnijcie o grafenie, gramy na perowskity*, forbes.pl, online: www.forbes.pl/przywodztwo/czy-olga-malinkiewicz-zbije-fortune-na-perowskitach/0rkk6lr.

— *Perowskity, rewolucja w energetyce – rozmowa z Olgą Malinkiewicz*, Nauka. To lubię, youtube.com, online: www.youtu.be/bzD_5kcJZXI.

— *Przewodniki i izolatory prądu elektrycznego. Przepływ prądu w przewodnikach*, Zintegrowana Platforma Edukacyjna, zpe.gov.pl, onlin: www.zpe.gov.pl/a/przewodniki-i-izolatory-pradu-elektrycznego-przeplyw-pradu-w-przewodnikach/DnAc0NGh6.

Więcej mocy – Po co i jak oszczędzać prąd

— Agata Bator, Wojciech Kukuła, *Rola konsumenta w transformacji energetycznej*, Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, online: www.pl.boell.org/sites/default/files/raport-rola-konsumenta-w-transformacji-energetycznej.pdf.

— *Efektywność energetyczna dla obywateli. Działania dla dobrej energii*, red. Jacek Drozda, Jan Ruszkowski, Edyta Struzik, Izabela Zygmunt, Polska Zielona Sieć, online: www.zielonasiec.pl/wp-content/uploads/Efektywnosc-Energetyczna-dla-obywateli-WNE-PZS-2017.pdf.

— *Klimat potrzebuje zmian systemowych. Czyli właściwie czego?*, Kasia Gandor, youtube.com, online: www.youtube.com/watch?v=zeIKf58kW-s.

— Seth Wynes, Kimberly A. Nicholas, *The climate mitigation gap: Education and government recommendations miss the most effective individual actions*, Environmental Research Letters, 12 (7): 074024, online: www.researchgate.net/publication/318353145_The_climate_mitigation_gap_Education_and_government_recommendations_miss_the_most_effective_individual_actions.

Zwarcie – Odnawialne Źródła Energii

— Artur Białek, *Jakie są odnawialne źródła energii i co oznacza to określenie? Tłumaczymy*, national-geographic.pl, online: www.national-geographic.pl/artykul/jakie-sa-odnawialne-zrodla-energii-i-co-oznacza-to-okreslenie-tlumaczymy.

— Magdalena Klarenbach, Małgorzata Małochleb, Emilia Ślimko, *Odnawialne źródła energii wokół nas!*, [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, *Rewolucja energetyczna. Ale po co?*, Wydawnictwo Sonia Draga, Katowice 2015.

Elektryczne obroty – Transport przyszłości

— *Jak transport wpływa na klimat?*, Fundacja Uniwersytet Dzieci, youtube.com, online: www.youtu.be/ExktzrdFa7I.
— Magdalena Klarenbach, Małgorzata Małochleb, Emilia Ślimko, *Nowa kultura poruszania się w mieście*, [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.
— Radosław Kotarski, *Piekielne korki. Ile miejsca na drodze zajmują różne środki transportu*, polimaty.pl, online: www.polimaty.pl/2016/01/korki/.
— Marcin Popkiewicz, *Transport lądowy*, ziemianarozdrozu.pl, online: www.ziemianarozdrozu.pl/transport-ladowy/.
— Małgorzata Stuch, Komunikacja miejska: bez biletu, ale nie na gapę, online: https://regiony.rp.pl/transport/art19119451-komunikacja-miejska-bez-biletu--ale-nie-na-gape.

Bateria z człowieka – Jak możesz zrobić sobie prąd?

— *Energetyka Społeczna czyli jak wziąć wytwarzanie energii w swoje ręce*, Friends of the Earth Europe, REScoop.eu, Energy Cities, tłum. Związek Stowarzyszeń Polska Zielona Sieć, online: www.zielonasiec.pl/wp-content/uploads/2021/12/Energetyka-spoleczna-praktyczny-przewodnik-2022.pdf.
— *Krajowy Plan Mikroinstalacji Odnawialnych Źródeł Energii do 2020 roku*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Związek Pracodawców Energetyki Odnawialnej, online: www.pl.boell.org/sites/default/files/krajowy_plan_rozwoju_mikroinstalacji.pdf.
— *Wspólnoty energetyczne. Dobre praktyki europejskie*, red. Joanna Krawczyk, Jan Ruszkowski, Zuzanna Sasiak, Polska Zielona Sieć, online: www.zielonasiec.pl/wp-content/uploads/Wspolnoty-energetyczne-dobre-praktyki-europejskie--online.pdf.

Dostęp do źródeł internetowych: czerwiec 2022.

VI. Doświadczenia i ich powiązania z Celami Zrównoważonego Rozwoju

Cele Zrównoważonego Rozwoju[5]

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

Cel 11: Zrównoważone miasta i społeczności

Rozwój miast i rosnąca urbanizacja wymaga stawienia czoła wyzwaniom, jakie niesie dla ludzi i innych żywych istot zamieszkiwanie terenów miejskich, do których między innymi należy zapewnienie możliwości transportu surowców, produktów oraz przemieszczania się ludzi. Należy zwrócić uwagę na zagrożenie zanieczyszczenia powietrza wskutek zwiększonej mobilności.

Cel 12: Odpowiedzialna konsumpcja

Zrównoważona i odpowiedzialna konsumpcja przyczynia się do lepszego chronienia bioróżnorodności i klimatu, a także zapobiegania zanieczyszczeniu wód, gleb i powietrza. Edukowanie o odpowiedzialnych wyborach konsumenckich pozwala zwiększyć świadomość osób, do których skierowana jest edukacja, co w konsekwencji przełoży się na zmianę postaw i zachowań.

Cel 13: Działania w dziedzinie klimatu

Nasilające się konsekwencje kryzysu klimatycznego dotykają 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.

[5] Opracowano na podstawie Ośrodka Informacji ONZ w Warszawie, online: www.un.org.pl.

EKSPERYMENT

Hydraulika prądu

Cele eksperymentu

Po zajęciach wyjaśnicie:

- czym jest napięcie elektryczne, natężenie prądu elektrycznego oraz opór elektryczny;
- jak opór elektryczny wpływa na napięcie elektryczne i natężenie prądu.

Czas trwania: 20-30 min

Pytanie kluczowe: *Co ma wspólnego przepływ prądu elektrycznego z przepływem wody?*

Podstawowe pojęcia:

- natężenie prądu elektrycznego
- napięcie elektryczne
- opór elektryczny (rezystancja)

Środki dydaktyczne i materiały:

- dwie butelki 1,5 litra
- nakrętka z zaworem
- wiadro
- słomka
- krzesło
- ławka szkolna
- piasek
- woda

Przeprowadzenie eksperymentu nr 1

- Zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: *Co ma wspólnego przepływ prądu elektrycznego z przepływem wody?* i porozmawiajcie o nim w parach. Postawcie swoje hipotezy badawcze odpowiadając na pytanie: *Co wpływa na ruch wody w rzece lub kranie?*
- Na środek ławki wylejcie odrobinę wody. Czy woda na ławce się porusza?
- Przechylcie delikatnie ławkę. Dlaczego tym razem woda się poruszyła? Czy przechylając ławkę mocniej sprawicie, że woda popłynie szybciej?
- Nalejcie wody do butelki 1,5 litrowej, zakręćcie ją nakrętką z zaworkiem, ale zawór zostawcie otwarty.
- Obróćcie butelkę do góry dnem i obserwujcie z jaką szybkością woda się z niej wylewa.
- Po opróżnieniu połowy butelki ściśnijcie ją mocno. Czy wpłynęło to na szybkość przepływu wody?

Przewidywany wynik doświadczenia

— Kiedy przechylamy ławkę, woda zaczyna z niej ściekać. Im mocniej przechylamy, tym woda płynie szybciej.
— Ściskając butelkę sprawiamy, że woda wylewa się z niej szybciej.

Komentarz

— W przyrodzie różnica wysokości i ciśnienie wprawiają wodę w ruch.
— Różnica wysokości sprawia, że woda płynie z góry na dół, tak jak w wodospadzie.
— Również ciśnienie jest siłą, która napędza wodę. Tak się dzieje w rurach kanalizacyjnych — ciśnienie przepycha wodę z jednego miejsca do drugiego. To samo wydarzyło się w doświadczeniu, kiedy ścisnęliście butelkę — zwiększone ciśnienie przyspieszyło ruch wody.
— Różnica wysokości i różnica ciśnień są dla wody tym samym, czym dla prądu jest *różnica potencjałów elektrycznych*, czyli *napięcie elektryczne*. Ładunki elektryczne płyną z miejsca o wysokim potencjale elektrycznym do miejsca o niskim potencjale elektrycznym.
— Istnienie napięcia elektrycznego (różnicy potencjałów) jest konieczne do tego, aby prąd mógł płynąć, podobnie jak dla przepływu wody w wodospadzie konieczna jest różnica wysokości.

Przeprowadzenie eksperymentu nr 2

— Usypcie kopiec z piasku i nalejcie wody do wiadra.
— Zanurzcie słomkę pionowo w wiadrze. Zatkajcie górny otwór słomki kciukiem i nie odrywając kciuka od słomki, trzymając ją pionowo, wyciągnijcie z wiadra.
— W słomce powinna znajdować się woda, ale nie powinna z niej wyciekać.
— Umieście słomkę nad kopcem z piasku.
— Odrywając na chwilę kciuk od słomki, pozwólcie wodzie kapać małymi porcjami na kopiec z piasku. Czy kopiec przetrwał eksperyment?
— Powtórzcie doświadczenie, ale tym razem wylejcie na kopiec wodę z wiadra, a nie ze słomki. Jak kopiec piasku poradził sobie tym razem?

Przewidywany wynik doświadczenia

— Krople kapiące ze słomki zostawiają w kopcu piasku co najwyżej małe zagłębienia.
— Woda wylewająca się z wiadra niszczy kopiec z piasku.

Komentarz

— Ilość przepływającej wody (na przykład w rurze czy w wodospadzie) można porównać do *natężenia prądu elektrycznego*, czyli *ilości przepływających ładunków elektrycznych*.
— Im większa ilość wody, tym większa jej niszczycielska siła. Podobnie im wyższe natężenie prądu, tym bardziej niebezpieczne.

Przeprowadzenie eksperymentu nr 3

— Czy zwiększając napięcie w eksperymencie z kopcem piasku, ale nie zmieniając natężenia, otrzymamy inny efekt?
— Powtórzcie eksperyment z kapiącą słomką, ale tym razem stańcie na krześle (większa wysokość, większe napięcie).
— Powtórzcie eksperyment z wiadrem wody, również stojąc na krześle.

Przewidywany wynik doświadczenia

— Krople kapiące ze słomki zostawiają w kopcu piasku co najwyżej małe zagłębienia, niezależnie od tego, czy kapią z dużej, czy z małej wysokości.
— Woda wylewająca się z wiadra niszczy kopiec z piasku tak samo skutecznie z małej jak i z dużej wysokości.

Komentarz

— Przy niskim natężeniu prądu (woda kapiąca ze słomki) podniesienie jego napięcia (wejście na krzesło) nie czyni go bardziej niebezpiecznym.
— Przy wysokim natężeniu (wiadro wody) prąd elektryczny będzie groźny, nieważne czy napięcie będzie wysokie (wiadro wylane stojąc na krześle) czy też niskie.

Przeprowadzenie eksperymentu nr 4

— Nalejcie wody do dwóch butelek 1,5 litrowych.
— Jedną z butelek zostawcie odkręconą, drugą zakręćcie korkiem z zaworem, ale zawór zostawcie otwarty.
— Zastanówcie się, co stanie się z wodą, kiedy obrócicie butelki do góry dnem?
— Wykonajcie eksperyment i sprawdźcie, czy mieliście racje.

Przewidywany wynik doświadczenia

— Woda wylewa się szybciej z odkręconej butelki niż z butelki z zaworem (bez ściskania).

Komentarz

— *Opór elektryczny* to trzecie ważne zagadnienie związane z prądem elektrycznym. Można go porównać do korka z zaworkiem.
— Korek z zaworkiem ogranicza przepływ wody, ponieważ zmniejsza średnicę otworu, którym wypływa woda. Podobnie opór elektryczny spowalnia przepływ ładunków elektrycznych, czyli zmniejsza natężenie prądu.
— Szeroką rurę albo szeroki otwór butelki można porównać do niskiego oporu elektrycznego. Woda przez taką rurę/otwór płynie swobodnie. Podobnie prąd przepływa swobodnie przez obiekty o niskim oporze.
— Wąska rura albo wąski otwór butelki z kolei ograniczają przepływ wody. Podobnie wysoki opór niektórych materiałów zmniejsza natężenie prądu, bo utrudnia jego przepływ.

Przeprowadzenie eksperymentu nr 5

— Wykonajcie eksperyment z butelkami raz jeszcze, ale tym razem podnieście ciśnienie w butelce z zaworkiem, ściskając ją.

Przewidywany wynik doświadczenia

— Ściśnięcie butelki przyspieszyło przepływ wody.

Komentarz

— Opór można przezwyciężyć wzrostem napięcia.
— Podnoszenie napięcia, żeby przezwyciężyć opór, może być niebezpieczne. To dlatego, że kiedy opór jest stały, wzrost napięcia powoduje wzrost natężenia prądu.
— Z tego powodu w instalacjach elektrycznych stosuje się bezpieczniki (korki). Przerywają one przepływ prądu elektrycznego, kiedy napięcie (i zarazem natężenie) niebezpiecznie wzrasta.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

— Podczas eksperymentu rozlewana jest woda. Warto przeprowadzać je na świeżym powietrzu lub nad zlewem.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Co ma wspólnego przepływ prądu elektrycznego z przepływem wody?*

— Napięcie elektryczne możemy porównać do ciśnienia wody lub różnicy wysokości.
— Natężenie prądu elektrycznego możemy porównać do ilości płynącej wody.
— Opór elektryczny możemy porównać np. do średnicy rury, którą płynie woda lub do średnicy otworu, przez który wypływa.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

— Napięcie elektryczne jest to różnica w ilości ujemnych ładunków elektrycznych (elektronów) między dwoma punktami.
  • Kiedy ładunki elektryczne przepływają z punktu, gdzie jest ich więcej do punktu, gdzie jest ich mniej, mówimy o płynącym prądzie elektrycznym.
  • Jednostką napięcia elektrycznego jest wolt (V). Nazwa pochodzi od nazwiska Alessandra Volty.
  • Napięcie prądu, który płynie w gniazdkach w Polsce, wynosi 230 V. Taka wartość to kompromis między bezpieczeństwem, a skutecznością dostarczania prądu do naszych urządzeń.
— Natężenie prądu elektrycznego jest to ilość przepływających ładunków elektrycznych w danym czasie.
  • Jednostką natężenia prądu elektrycznego jest amper (A). Nazwa pochodzi od nazwiska André Ampèra.

— Dla ludzkiego ciała najbardziej niebezpieczny jest przepływ prądu o dużym natężeniu przez jego narządy wewnętrzne. Szybki przepływ dużej ilości ładunków elektrycznych może skutkować:
  - poparzeniem skóry,
  - niekontrolowanym skurczem mięśni,
  - zatrzymaniem oddechu,
  - migotaniem komór serca,
  - zaburzeniem przepływu impulsów w komórkach nerwowych.
— Opór elektryczny (rezystancja) to zdolność materiału do przewodzenia prądu elektrycznego.
  - Jednostką oporu elektrycznego jest *om* (Ω). Nazwa pochodzi od nazwiska Georga Ohma.
  - Każdy rodzaj materiału cechuje się określonym oporem elektrycznym.
  - Im niższy opór tym lepiej materiał przewodzi prąd.
  - Materiały o niskim oporze elektrycznym to *przewodniki prądu* (dobrze przewodzą prąd elektryczny).
  - Materiały o wysokim oporze to *izolatory* (słabo przewodzą prąd elektryczny).
  - Przykładowo:
    Miedź ma *niski opór* elektryczny, czyli *dobrze przewodzi prąd*, dlatego z miedzi wykonuje się instalacje elektryczne.
    Tworzywa sztuczne mają *wysoki opór*, czyli *słabo przewodzą prąd*, dlatego z takich tworzyw wykonuje się izolacje przewodów elektrycznych.

WYZWANIE

Idealne odkrycie – idealny przewodnik

Po tej części zajęć wytłumaczycie:

— dlaczego ludzie poszukują idealnego materiału przewodzącego prąd;
— czym są perowskity;
— jak odkrycie polskiej naukowczyni może zrewolucjonizować świat.

Prąd ze słońca

Szybki rozwój różnych technologii, takich jak komputery, smartfony czy różnego rodzaju urządzenia i gadżety elektroniczne skłaniają ludzi do poszukiwania coraz to nowszych materiałów, które mogłyby dobrze przewodzić prąd. Kryzys klimatyczny i konieczność zrezygnowania ze spalania paliw kopalnych (więcej na ten temat w Edu-Skrzynce *Termodynamika* i w kolejnych wyzwaniach tej publikacji) sprawia, że potrzebujemy dobrych materiałów, które nadawałyby się do wytwarzania prądu z energii słonecznej. Służą do tego panele fotowoltaiczne, czyli baterie słoneczne. W panelach słonecznych wykorzystuje się głównie krzem. Jest to dobry materiał, który pozwala, by baterie działały efektywnie, to znaczy mogły wytwarzać względnie dużo prądu z energii słonecznej. Przez ostatnie lata takie baterie słoneczne stają się coraz tańsze. Jednak nadal metoda ich produkcji jest kosztowna, bo wymaga długiego i skomplikowanego procesu produkcji.

Perowskity

Istnieje jednak inny materiał niż krzem, który można wykorzystywać w produkcji baterii słonecznych i nazywa się *perowskit*. Jest to związek, który występuje naturalnie w przyrodzie i może być użyty jako przewodnik prądu. Z perowskitem wiąże się historia niezwykłego sukcesu polskiej naukowczyni, Olgi Malinkiewicz. Kilka lat temu Olga Malinkiewicz odkryła sposób, by perowskity używać do produkcji paneli słonecznych. Jednak panele te w niczym nie przypominają zwykłych baterii słonecznych, które możecie znać z różnych urządzeń czy tych instalowanych na dachach domów, które są dużymi, grubymi, sztywnymi płytami. Perowskity występują w formie płynnej, które nanosi się na specjalną folię jak farbę. Taką „zamalowaną" folią można okleić okna czy elewacje budynku i w ten sposób zasilać go w energię. Można też nakleić ją na ubranie czy zrobić osłonkę na plecak by ładować na przykład telefon. Są one łatwiejsze w produkcji i można ładować je w światłem słonecznym przy dowolnej pogodzie oraz światłem sztucznym. Jest to rozwiązanie rewolucyjne, bo można zastosować je na bardzo wiele sposobów, a łatwa i tania produkcja może sprawić, że perowskitowe folie produkujące prąd będzie można z łatwością produkować w tych regionach świata, w których dotąd nie było wcale dostępu do prądu.

REFLEKSJA

— Czy widzieliście kiedyś panel słoneczny, na przykład na dachu budynku albo w formie małej baterii w kalkulatorze czy wadze kuchennej? Jak wyglądał? Do czego takie baterie mogą być stosowane?
— Wyobraźcie sobie, że trzymacie w rękach folię, która może produkować prąd. W jaki sposób byście ją wykorzystali?

EKSPERYMENT

Więcej mocy

Cele eksperymentu.

Po zajęciach objaśnicie:

— dlaczego lepiej używać żarówek LED niż żarówek tradycyjnych;
— co oznacza litera *W* na urządzeniach elektrycznych;
— ile prądu zużywają niektóre urządzenia.

Czas trwania: 10-15 min

Pytanie kluczowe: *Czy żarówka, która zużywa więcej energii elektrycznej, świeci jaśniej?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

— Czy wiecie, co oznacza litera *W* podana na żarówce?
— Czy na innych urządzeniach elektrycznych w domu widzieliście literę *W* obok liczby? Na odkurzaczu? Na mikrofalówce? Na żelazku?
— Mikrofalówka szybciej podgrzeje posiłek ustawiona na 900W czy na 400W?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

— Mocniejsza żarówka będzie świeciła mocniej.
— Mocniejsza żarówka będzie świeciła słabiej.
— Moc żarówki nie wpływa na to jak mocno ona świeci

Podstawowe pojęcia:

— moc
— wat (W)
— żarówka żarnikowa
— żarówka LED

Środki dydaktyczne i materiały:

— dwie lampki biurkowe z gwintem E27 i dopuszczalnej mocy minimum 40W
— tradycyjna żarówka z żarnikiem E27 o mocy 40W, ,barwa ciepła (+/- 2700K)
— tradycyjna żarówka z żarnikiem E27 o mocy 25W, ,barwa ciepła (+/- 2700K)
— żarówka LED E27 o mocy 4,5W (odpowiednik 40W tradycyjnej), ,barwa ciepła (+/- 2700K)

Przeprowadzenie eksperymentu:

— W parach poszukajcie odpowiedzi na pytanie kluczowe: *Czy żarówka, która zużywa więcej energii elektrycznej, świeci jaśniej?* i porozmawiajcie o nim w parach.
— Do jednej z lampek biurkowych wkręćcie żarówkę 40W, a do drugiej żarówkę 25W. Nie zapalajcie jeszcze lampek!

— Jeżeli to możliwe zaciemnijcie salę lekcyjną. Która żarówka będzie waszym zdaniem świeciła jaśniej?
— Zapalcie obie lampki i sprawdźcie, czy mieliście rację. Uwaga! Żarówki mogą być teraz gorące!
— Wykręćcie żarówkę 40W, a na jej miejsce wkręćcie żarówkę LED 4,5W. Która żarówką będzie waszym zdaniem świeciła jaśniej?
— Zapalcie obie lampki i sprawdźcie, czy mieliście rację.
— Wykręćcie żarówkę 25W, a na jej miejsce wkręćcie żarówkę 40W. Która żarówką będzie waszym zdaniem świeciła jaśniej?
— Zapalcie obie lampki i sprawdźcie, czy mieliście rację.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:
— Używane w eksperymencie żarówki muszą mieć zbliżoną do siebie barwę światła (na opakowaniu podana w kelwinach „K").
— Należy upewnić się, że używane lampki biurkowe pozwalają na wkręcenie 40W żarówek. Informacja ta podawana jest zazwyczaj obok gniazda żarówki w lampce, w jej instrukcji albo pod spodem lampki. Użycie zbyt mocnej żarówki może doprowadzić do zwarcia i/lub spalenia lampki.

Przewidywany wynik doświadczenia:
— Tradycyjna 40W żarówka świeci jaśniej od żarówki 25W.
— 4,5W żarówka LED świeci jaśniej od tradycyjnej żarówki 25W.
— 4,5W żarówka LED świeci tak samo jasno jak tradycyjna żarówka 40W.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Czy żarówka, która zużywa więcej energii elektrycznej, świeci jaśniej?*
— Tak, ale nie zawsze. To zależy od rodzaju żarówki.
  • Jeżeli porównujemy ze sobą dwie tradycyjne żarówki z żarnikiem, mocniejsza z nich będzie świecić jaśniej. Podobnie, kiedy porównujemy ze sobą dwie żarówki LED.
  • Jeżeli porównujemy tradycyjną żarówkę z żarówką LED lub z energooszczędną świetlówką, większy pobór mocy nie musi przekładać się na intensywność światła.

Propozycje modyfikacji doświadczenia:
— Na żarówkach można odczytać jeszcze dwie interesujące wartości, a następnie porównać ze sobą różne typy żarówek i świetlówek:
  • Barwa światła wyrażona w kelwinach (K).
  • Strumień świetlny w lumenach (lm).

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:
— Wat (W) jest jednostką mocy.

— 1W = 1V x 1A
    - W eksperymencie *Hydraulika prądu* wyjaśnione są zagadnienia woltów (V) i amperów (A); napięcia i natężenia prądu elektrycznego.
    - Żarówka o mocy 40W, podłączona do gniazdka elektrycznego o napięciu 230V, będzie potrzebowała przepływu prądu o natężeniu 0,17A.
    - Żelazko o mocy 2000W, podłączone do gniazdka elektrycznego o napięciu 230V, będzie potrzebowało przepływu prądu o natężeniu 8,7A.
— Moc podana na urządzeniu elektrycznym mówi nam o tym, z jaką „intensywnością" urządzenie pobiera prąd.
    - Im większa moc, tym więcej prądu zużywa urządzenie w ciągu godziny pracy.
    - Zużycie energii często mierzy się w *kilowatogodzinach (kWh)*.
    - 1 kWh to taka ilość energii, jaką zużyje urządzenie o mocy 1000 W (1 kW) w ciągu 1 godziny.
    - Za zużyte kilowatogodziny płacimy rachunki.
    - 1kWh w Polsce kosztuje około 0,55 zł.
    - 40W żarówka świecąc przez godzinę zużyje 40Wh, czyli 0,04 kWh energii elektrycznej.
    - Żelazko o mocy 2000W zużyje przez godzinę prasowania 2000Wh, czyli 2kWh.
— W tradycyjnej żarówce żarnikowej prąd przepływa przez cienki drut — żarnik, który rozgrzewa się tak bardzo, że zaczyna świecić. Żarówka tego typu zużywa dużo energii, z której tylko niewielka część zamieniana jest w światło, a większość — w niepotrzebne ciepło.
— W żarówkach LED, wykorzystuje się tzw. półprzewodniki — materiały, które emitują światło, kiedy przepływa przez nie prąd elektryczny, ale nie produkują przy tym dużej ilości ciepła. Mniejsze straty energii (w porównaniu do żarówek żarnikowych) oznaczają mniejsze zapotrzebowanie na moc.
    - Żarówka LED o mocy 4,5W świeci równie jasno co tradycyjna żarówka 40W, zużywając przy tym prawie 9 razy mniej energii elektrycznej!
— Półprzewodniki w żarówkach LED są również bardziej trwałymi materiałami niż żarniki.
    - Żarówka LED świecić będzie 50 000 h, a żarnik przepali się po 1000 h świecenia.
— Żarnik to cienki drut, najczęściej wykonany z wolframu, który pod wpływem płynącego przez niego prądu elektrycznego, rozgrzewa się tak mocno, że zaczyna świecić. Żarniki wykorzystywane są w tradycyjnych żarówkach (stąd też nazwa „żarówka"). Ich wysokie zapotrzebowanie na energię i straty w postaci ciepła są jednym z głównych powodów odejścia od tego typu żarówek na rzecz świetlówek oraz żarówek LED.

WYZWANIE

Po co i jak oszczędzać prąd

Po tej części zajęć opowiecie:

— dlaczego potrzebujemy oszczędzać energię elektryczną i w jaki sposób to robić.

Pierwsze pytanie: po co?

Spalanie paliw kopalnych (ropa, gaz, węgiel) powoduje emitowanie do atmosfery olbrzymich ilości CO_2, co prowadzi do globalnego ocieplenia i kryzysu klimatycznego. Żeby temu zapobiec potrzebujemy przestać pozyskiwać energię elektryczną z paliw kopalnych i zacząć w większym stopniu, najlepiej w całości, wytwarzać z odnawialnych źródeł energii (zob. na ten temat więcej w Edu-Skrzynce *Termodynamika* i w kolejnych wyzwaniach tej publikacji). To ważny i konieczny krok. Jednak niewystarczający. Szacuje się, że aby móc zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną wszystkich ludzi i wytwarzać ją w całości z odnawialnych źródeł energii, potrzebujemy znacząco zmniejszyć jej zużycie.

Drugie pytanie: jak?

Część działań, które możemy podjąć, by oszczędzić energię elektryczną, możemy zrobić sami:

— Używanie żarówek LED – jak już wiecie pozwoli to 9 razy zmniejszyć zużycie energii. Jednak przede wszystkim trzeba pamiętać, by nie zużywać prądu, jeśli nie jest nam on potrzebny – wyłączać światło w pustych pomieszczeniach i wyłączać urządzenia z gniazdka, gdy ich nie używamy.

— Termomodernizacja – czyli ogrzewanie budynków, przez co mniej energii potrzeba do ich ogrzania. W miastach to często spółdzielnie mieszkaniowe ocieplają budynki, ale jeśli mieszkacie we własnym domu warto zrobić to samemu (ok, warto by zrobili to dorośli, nie wy).

— Niekupowanie nowych niepotrzebnych rzeczy – żeby wyprodukować jakikolwiek przedmiot jest potrzebna energia. To oczywiste, że ją zaoszczędzimy, jeśli zaprzestaniemy kupować tych rzeczy, których nie potrzebujemy. Wiele rzeczy można kupić używanych (dobrej jakości używany telefon zamiast nowego gorszej jakości), niektóre można pożyczyć (szczególnie, jeśli chcemy użyć ich tylko raz).

Część działań jednak potrzebuje globalnych, systemowych zmian, na przykład:

— zmiana sposobu oświetlania miast, by był bardziej energooszczędny;

— ocieplanie budynków takich jak szkoły, przedszkola czy szpitale oraz stosowanie w nich takich rozwiązań, by zużywały mniej energii;

— budowanie nowych budynków w taki sposób, by zużywały minimalne ilości prądu – tak zwanych budynków pasywnych;

— rozbudowa transportu publicznego (o czym w kolejnych wyzwaniach).

REFLEKSJA

— W jakich codziennych działaniach można zaoszczędzić prąd?
— Czy w ostatnim czasie zdarzyło wam się kupić coś, co okazało się potem niepotrzebne (np. jedzenie, które nie zostało potem zjedzone, zeszyt, przybory szkolne, które okazało się że już masz)? Co możesz zrobić, żeby uniknąć takich sytuacji w przyszłości?
— Stwórzcie listę takich nowych rzeczy, które kupiliście ostatnio, a które mogliście pożyczyć od kogoś lub kupić używane (np. książki, ubrania, telefon)?

EKSPERYMENT

Zwarcie

Cele eksperymentu

Po zajęciach wyjaśnicie:

- jak rozpalić ogień przy pomocy baterii;
- gdzie przechowywać baterie, żeby nie doprowadzić do pożaru.

Czas eksperymentu: 10-15 min

Pytanie kluczowe: *Czy bateria z latarki może być niebezpieczna?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

- Czy widzieliście kiedyś rozlaną baterie?
- Czy wolno dotykać rozlanej baterii?
- Czy baterie można wyrzucać do śmieci?
- Gdzie należy wyrzucać baterie?
- Czy baterie można wrzucać do ognia?
- Czy bateria może wywołać pożar?
- Czy słyszeliście kiedyś o zwarciu elektrycznym?
- Co to takiego zwarcie elektryczne?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

- Baterie AA są bezpieczne.
- Baterie AA są bezpieczne, jeżeli używamy ich prawidłowo.
- Baterie AA są niebezpieczne.
- Baterie są niebezpieczne, szkodliwe dla środowiska.

Podstawowe pojęcia:

- zwarcie elektryczne
- oporność

Środki dydaktyczne i materiały:

- bateria 1,5V AA
- bateria 9V 6F22 lub 6LR61
- listki po gumie do żucia (papierek pokryty folią aluminiową)
- stalowa wełna (gradacja 0000, ew. 000 lub 00)
- metalowa puszka (np. po słonych orzeszkach)
- nożyczki
- linijka
- rękawiczki jednorazowe
- drewniana deska (np. do krojenia)
- talerz (ceramiczny, szklany)

Przeprowadzenie eksperymentu nr 1:

— W parach spróbujcie odpowiedzieć na pytanie kluczowe: *Czy bateria z latarki może być niebezpieczna?*
— Wyjmijcie gumę do żucia z papierka.
— Przy pomocy nożyczek odetnijcie od papierka pasek o szerokości 1 cm. Odcięty pasek przytnijcie w kształt klepsydry.
— Przytrzymajcie baterie AA przy pomocy kciuka i palca wskazującego tak, żeby jej bieguny (oznaczone + i -) znajdowały się pod waszymi palcami.
— Pod kciuk wsuńcie jeden koniec papierka tak, żeby jego pokryta aluminium, błyszcząca strona dotykała baterii.

Uwaga! W kolejnym kroku może pojawić się dym i ogień w najwęższym miejscu papierka po gumie. Trzymajcie baterie nad talerzem i bądźcie przygotowani, żeby ją odłożyć.

— Wsuńcie drugi koniec papierka pod palec wskazujący. Tutaj również aluminium musi dotykać do baterii.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela :

— Guma do żucia musi być zawinięta w papierek pokryty folią aluminiową.
— W eksperymencie z listkiem po gumie do żucia pojawia się ogień. Należy zachować szczególną ostrożność.
— Szerokość „talii" wyciętej klepsydry trzeba dobrać eksperymentalnie. Zbyt gruby pasek się nie zapali. Zbyt cienki przepali się i rozerwie zbyt szybko, żeby pojawił się ogień.

Przeprowadzenie eksperymentu nr 2:

Uwaga, ten eksperyment powinien przeprowadzić tylko nauczyciel. Jeżeli uczniowie, to pod jego ścisłą kontrolą.

— Załóż jednorazowe rękawiczki na dłonie.
  • Podczas cięcia stalowej wełny powstają drobne opiłki żelaza, które mogą się powbijać w skórę na dłoniach i powodować nieprzyjemne swędzenie.
  • Należy kategorycznie unikać kontaktu wełny z oczami.
— Nożyczkami odetnij kawałek stalowej wełny o wymiarach +/- 5 cm x 5 cm.
— Delikatnie pooddzielaj od siebie warstwy wełny tak, żeby zamiast płaskiego kawałka otrzymać puchatą kulkę.

— Na środku drewnianej deski postaw puszkę do góry dnem.
    • Metalowa puszka używana do eksperymentu ze stalową wełną nie może być po materiałach łatwopalnych, np. olejach, farbach, rozpuszczalnikach.
— Na puszce połóż kulkę z wełny i delikatnie ją spłaszcz, żeby nie spadła.
— Zdejmij rękawiczki z dłoni! Zapalenie rękawiczek grozi poważnymi poparzeniami.
— Zaciemnij salę, jeżeli to możliwe.
— Dotknij biegunami baterii 9V do wełny i cofnij rękę.
— Wełna powinna zacząć się żarzyć.
— Nie ruszaj puszki dopóki nie ostygnie.

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

— Stalowa wełna rozgrzewa się do temperatury wystarczająco wysokiej, żeby się poparzyć.
— Przy spalaniu stalowej wełny powstaje niewielka ilość dymu, ale ma on drażniący zapach. Eksperyment należy wykonywać w dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Należy jednak unikać wiatru i przeciągów.

Przewidywany wynik obu doświadczeń:

— Listek po gumie do żucia zaczyna się palić po podłączeniu do baterii.
— Stalowa wełna zaczyna się żarzyć po dotknięciu jej baterią 9V. Zwarcie wędruje po drucikach wełny, aż do momentu jej całkowitego wypalenia.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Czy bateria z latarki może być niebezpieczna?*

— Nieodpowiednio używana lub przechowywana bateria może być niebezpieczna.
— Zwarcie elektryczne może doprowadzić do pożaru.
— Bateria może zawierać w sobie substancje żrące, nie wolno jej przecinać, ani dotykać gołą skórą w przypadku jej wylania się.
— Przecinanie baterii lub wrzucanie jej do ognia może skutkować jej eksplozją.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

— Aluminium, podobnie jak inne metale, dobrze przewodzi prąd.
— Łącząc biegun dodatni baterii z biegunem ujemnym przy pomocy aluminiowego paska, zamykamy obwód elektryczny. Przez papierek po gumie do życia zaczyna płynąć prąd elektryczny.
— Podobnie jak żarnik w tradycyjnej żarówce, papierek po gumie do żucia rozgrzewa się, kiedy płynie przez niego prąd.
— W najcieńszym miejscu papierka, przepływające ładunki elektryczne napotykają największy opór. W tym miejscu temperatura rośnie najszybciej.
— Jeżeli temperatura jest wystarczająco wysoko, papierowa część papierka po gumie zaczyna się palić.
— W eksperymencie z baterią 9V obwód elektryczny między jej biegunami zamykają cienkie stalowe druty, z których wykonana jest wełna.
— W obu przypadkach (papierek po gumie, stalowa wełna) dochodzi do zwarcia elektrycznego.

— Zwarcie elektryczne to szybki i niekontrolowany przepływ ładunków elektrycznych. Tzw. prąd zwarciowy ma bardzo wysokie natężenie, towarzysząca przepływowi wysoka temperatura może doprowadzić do uszkodzenia instalacji elektrycznej i pożaru.
— Baterii nie należy przechowywać luzem, szczególnie w pobliżu metalowych powierzchni lub przedmiotów (kluczy, agrafek, spinaczy, guzików, sztućców).
— Szczególnie niebezpieczne w kontakcie z bateriami mogą być zmywaki kuchenne do czyszczenia garnków. Często ich powierzchnia ścierna zawiera drobne metalowe elementy i podobnie jak stalowa wełna może się łatwo zapalić. Nietrudno wyobrazić sobie pożar, który rozpocznie się w kuchennej szufladzie.

WYZWANIE

Odnawialne źródła energii

Po tej części zajęć opowiecie:

— czym są odnawialne źródła energii i jakie mamy ich rodzaje;
— dlaczego potrzebujemy odnawialnych źródeł energii.

Dlaczego?

Wiecie już, że potrzebujemy oszczędzać prąd, ale też wytarzać go z odnawialnych źródeł energii zamiast spalać paliwa kopalne (węgiel, gaz i ropa). W tej chwili większość energii, którą używamy pochodzi z paliw kopalnych. W samochodach czy samolotach wykorzystywany jest gaz lub ropa naftowa. W większości prąd w gniazdku jest wytwarzany w elektrowniach zasilanych węglem lub gazem. Prąd pochodzący z tych elektrowni wykorzystywany jest też w fabrykach, gdzie produkujemy prawie wszystko, czego używamy: od ubrań przez produkty spożywcze, kończąc na sprzęcie elektronicznym czy różnych maszynach. 85% wszelkiej energii, którą do tego zużywamy, pochodzi z paliw kopalnych. Powoduje to gigantyczne emisje dwutlenku węgla do atmosfery – blisko 4,5 ton na osobę w skali świata. To z kolei prowadzi do globalnego ocieplenia i kryzysu klimatycznego. Potrzebujemy jak najszybciej to zmienić i wytwarzać energię z odnawialnych źródeł.

Czym są odnawialne źródła energii?

Węgiel, gaz i ropa powstawały z resztek obumarłych roślin przez miliony lat. Wykorzystaliśmy jednak większość ich zasobów w ciągu niecałych 200 lat. Zasoby te również się odnowią, tyle, że za kolejne miliony lat... Potrzebujemy więc takich źródeł energii, które odnawiają się w szybkim tempie lub takich, które są niewyczerpywalne.

Jakie są odnawialne źródła energii?

— Energia słoneczna — służy do produkcji prądu i ciepła. Prąd wytwarzany jest w ogniwach fotowoltaicznych, czyli w bateriach słonecznych, które przetwarzają energię ze Słońca na prąd elektryczny. Ciepło do ogrzania domu można uzyskać poprzez urządzenia nazywane kolektorami.
— Energia wiatru — pozwala wytwarzać prąd elektryczny za pomocą turbin w wiatrakach. Wiatraki często ustawia się w grupach w pobliżu siebie tworząc farmę wiatrową. Takie farmy mogą również powstawać przy brzegu morza i dostarczać w ten sposób więcej prądu, bo blisko morza wieje silniejszy wiatr.
— Energia geotermalna, czyli wnętrza Ziemi — we wnętrzu ziemi znajdują się wielkie pokłady ciepła. Nasza planeta zbudowana jest ze skorupy, pod którą znajduje się płaszcz pokrywający płynne i stałe jądro Ziemi. Jądro Ziemi jest rozgrzane do temperatury 6500°C. To gigantyczne ciepło przedostaje się do wyższych warstw i może być pozyskiwane nawet bardzo blisko pod powierzchnią na przykład z wód gruntowych. Służą do tego pompy ciepła, które można instalować w budynkach.

— Biomasa — to głównie biologiczne odpady. Energia jest uzyskiwana na przykład w formie biogazu z biogazowni, które powstają przy miejskich oczyszczalniach ścieków. W podobny sposób można też uzyskiwać biopaliwo, wykorzystywane w silnikach. Niektórzy uznają też za biomasę, czyli produkt, który może być spalany do wytworzenia energii – drewno. Jego spalanie rzeczywiście nie przyczynia się do zwiększenia emisji CO_2, jednak spalanie drewna nie jest ani odnawialnym, ani ekologicznym sposobem pozyskiwania energii, bo trzeba w tym celu wycinać drzewa, których i tak wycinamy za dużo do innych celów. Trzeba też pamiętać, że lasy pochłaniają dwutlenek węgla, nie jest więc rozsądne ich spalanie.
— Energia wodna — pochodzi z elektrowni budowanych na tamach wodnych. Woda zgromadzona w tamie przepływając pobudza turbiny, potem ich energia, podobnie jak w wiatrakach, przetwarzana jest na energię elektryczną. Podobnie, choć w nieco prostszy sposób, energia może być wytwarzana z fal morskich.

REFLEKSJA

— Jak energia słoneczna może być prosto wykorzystana do produkcji ciepła. Jeśli postawcie w słoneczny dzień czarne, pochłaniające promienie słoneczne beczki na dworze z wodą w środku, ogrzeje się ona. Jak jeszcze w podobny sposób możemy wyprodukować ciepło?
— Do czego i jak możesz wykorzystać energię z wiatru?

EKSPERYMENT

Elektryczne obroty

Cele eksperymentu

Po zajęciach:

— wytłumaczycie, jak działa silnik w wiertarce;
— wskażecie urządzenia w domu, w których wykorzystano silnik elektryczny.

Czas trwania: 20 min

Pytanie kluczowe: *Dlaczego wiertarka się kręci?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

— Jakie urządzenia w domu kręcą się po włączeniu?
— Czy wiatrak, mikser, wiertarka mają ze sobą coś wspólnego?
— Czy wszystkie obracające się urządzenia wymagają podłączenia do prądu?
— Co obraca wiertłem?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

— Płynący przez wiertarkę prąd, obraca wiertłem.
— Płynący przez wiertarkę prąd, zasila silnik wiertarki, który obraca wiertłem.

Podstawowe pojęcia:

— silnik elektryczny
— elektromagnes

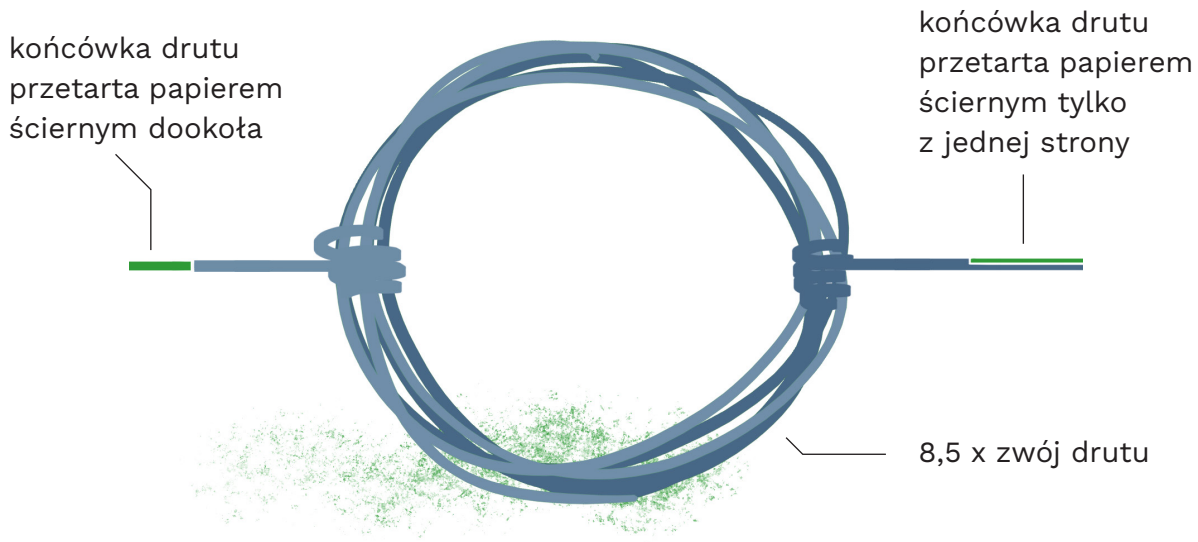
Materiały:

— drut nawojowy, miedziany
— bateria AA
— magnes neodymowy (walec o średnicy +/- takiej jak bateria)
— dwa spinacze biurowe
— kombinerki
— papier ścierny
— taśma klejąca
— drewniana deseczka (np. do krojenia)

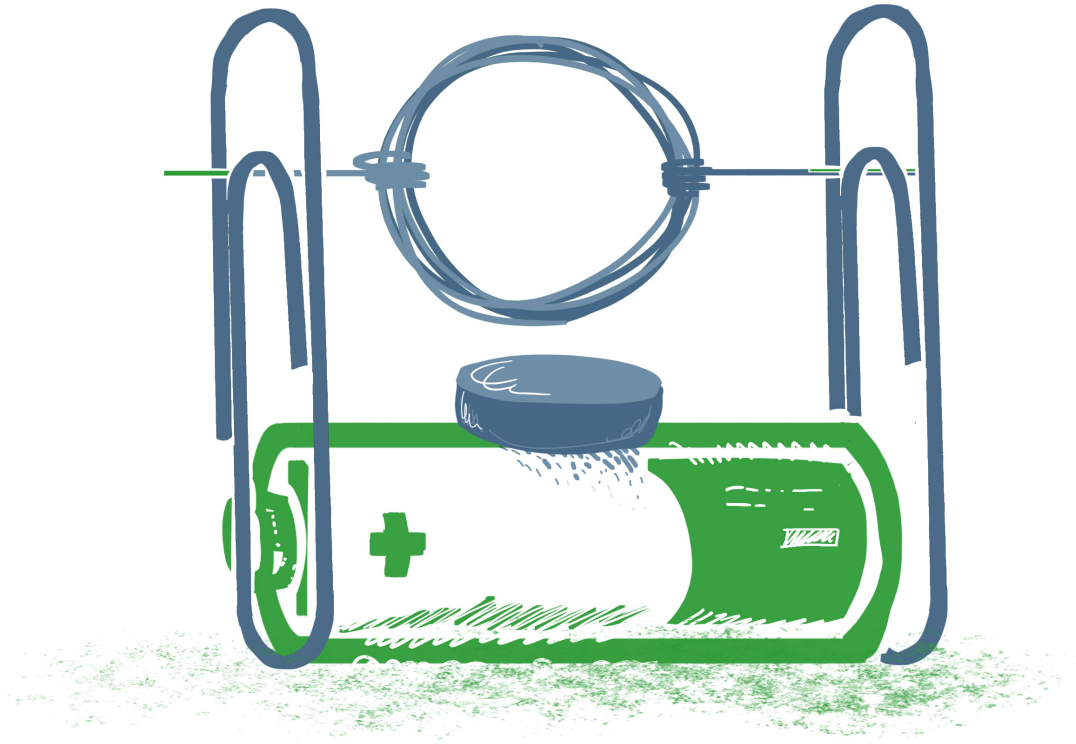
Przeprowadzenie eksperymentu:

— W parach zastanówcie się nad odpowiedzią na pytanie kluczowe: *Dlaczego wiertarka się kręci?* Postawcie swoje hipotezy badawcze, odpowiadając na pytania pomocnicze.
— Chwyćcie drut 5 cm od jego początku. Odmierzony kawałek przyda wam się później, dlatego nie nawijajcie go na baterie.
— Nawińcie drut osiem i pół raza wokół baterii, jeden zwój na drugim.

— Odmierzcie dodatkowe, nie nawinięte 5 cm i przetnijcie drut kombinerkami.
— Zsuńcie nawinięty drut z baterii, uważając, żeby zwoje pozostały jeden obok drugiego.
— Wystające z obu stron nienawinięte kawałki drutu, owińcie wokół zwojów trzy razy, żeby powstrzymać je od rozwinięcia.
— Wystające końcówki drutu wyprostujcie w przeciwnych kierunkach, ale równolegle do zwojów, tak żeby całość można było położyć płasko na drewnianej deseczce.
— Przy pomocy papieru ściernego zetrzyjcie emalię z wystających kawałków drutu.
— Uwaga! Z jednej końcówki, emalię zetrzyjcie dokładnie dookoła. Z drugiej końcówki, tylko z jednej jej strony.
    • W tym celu, połóżcie element z drutu płasko na drewnianej deseczce.
    • Przetrzyjcie papierem ściernym wystające końcówki drutu.
    • Obróćcie element z drutu na drugą stronę i papierem ściernym przetrzyjcie tylko jedną z końcówek!
— Efekt końcowy waszej pracy powinien wyglądać tak jak na rysunku:



— Połóżcie baterie na jej boku i przy pomocy taśmy klejącej zabezpieczcie ją przed turlaniem się po ławce.
— Na środku baterii przyczepcie magnes.
— Wykonany przez was element z drutu musicie umieścić nad magnesem tak, żeby mógł się obracać.
— Przy pomocy taśmy klejącej przyklejcie spinacze biurowe do baterii.
— Na spinaczach powieście element wykonany z drutu. Przy pomocy kombinerek możecie wygiąć spinacze w kształt widełek lub procy.
— Jeżeli wszystko trzyma się stabilnie na miejscu, delikatnie zakręcie elementem z drutu i obserwujcie co się dzieje.



Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:

- Przed warsztatami warto samodzielnie wykonać silnik elektryczny z opisanego eksperymentu. Ułatwi to kontrolowanie, czy uczniowie podążają zgodnie z instrukcją.
- Spinacze muszą dobrze przylegać do biegunów baterii.
- Elementy zbudowanego silnika mogą się stopniowo nagrzewać.

Przewidywany wynik doświadczenia: Element wykonany z drutu (cewka) będzie dość szybko obracał się nad magnesem i baterią.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Dlaczego wiertarka się kręci?*
Wewnątrz wiertarki znajduje się silnik elektryczny, którego zasada działania jest taka sama, jak modelu zbudowanego w eksperymencie. Obracające się elementy silnika wiertarki kręcą zamontowanym w niej wiertłem.

Propozycje modyfikacji doświadczenia:
Eksperyment można powtórzyć z różnymi typami baterii. Magnes nie musi być zawsze przyczepiony do baterii, ale obracająca się nad nim cewka z drutu musi leżeć na metalowych widełkach podłączonych do baterii.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:

- Bateria posiada dwa bieguny - dodatni oznaczony plusem (+) i ujemny oznaczony minusem (-).

— Wewnątrz baterii zachodzi reakcja chemiczna, dzięki której przy biegunie ujemnym gromadzą się elektrony.
— Elektrony „chcą" przepłynąć od bieguna ujemnego do bieguna dodatniego baterii.
— Jest to możliwe dopiero po podłączeniu baterii do jakiegoś urządzenia, np. pilota od telewizora. Zamykamy wtedy obwód elektryczny, tworzymy drogę dla elektronów między biegunami baterii.
— Każdy z biegunów baterii podłączony jest do jednego ze spinaczy.
— Po położeniu na spinaczach wykonanej z drutu tzw. cewki (zwoje drutu) zamykamy obwód elektryczny:- elektrony mogą zacząć przemieszczać się od bieguna ujemnego do dodatniego. Zaczyna płynąć prąd.
— Kiedy prąd przepływa przez zwoje drutu, powstaje elektromagnes[6].
— Elektromagnes odpycha się od magnesu przyczepionego do baterii. Cewka zaczyna się poruszać.
— Przy pomocy papieru ściernego starliście emalię z drutu, ale nie wszędzie. W miejscu, w którym emalia pozostała na drucie, obwód elektryczny pozostaje otwarty i prąd nie płynie.
— Cewka obracając się, na przemian zamyka i otwiera obwód elektryczny. Jeden ze spinaczy na przemian dotyka fragment drutu pokryty emalią i fragment wytarty.
— Elektromagnes na przemian włącza się i wyłącza.
— Za każdym razem, kiedy jest włączony, odpycha się od magnesu na baterii. Cewka kręci się coraz szybciej.
— Silniki elektryczne w urządzeniach takich jak: wiertarka, mikser, wentylator, szczoteczka elektryczna, suszarka (dokładnie wentylator w jej wnętrzu) wykorzystują do działania identycznie taki sam mechanizm. W ich wnętrzu znajdziemy magnesy i zwoje miedzianego drutu. Ruch obrotowy może być przy odpowiednim ułożeniu kół zębatych zamieniony np. na ruch przód-tył (szczoteczka do zębów, młot pneumatyczny, elektryczny nóż do chleba).

[6] Więcej na ten temat przeczytasz w: Tomasz Ruszkowski, *Pstryk. Przyciągam* [w:] *Edu-skrzynka Magnetyzm*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, online: www.fizyka.ceo.org.pl/sites/fizyka.ceo.org.pl/files/eduskrzynka_magnetyzm_iv-vi.pdf.

WYZWANIE

Transport przyszłości

Po tej części zajęć opowiecie:

— jakie obecnie mamy problemy z transportem;
— dlaczego i co należy zmienić oraz w jaki sposób to zrobić.

Pierwszy problem z autami

Na podstawie eksperymentu zobaczyliście, jak działa silnik elektryczny. Poza silnikami elektrycznymi mamy również silniki spalinowe, które by działać potrzebują spalania benzyny, gazu czy innego paliwa. Jaka pierwsza rzecz z silnikiem spalinowym przychodzi wam do głowy? Być może jest to samochód, może motocykl? Większa część pojazdów i maszyn służących do przemieszczania się wyposażona jest w silniki spalinowe: samochody, motocykle, motorówki czy samoloty. Jednak poruszanie się pojazdami z silnikiem spalinowym jest bardzo problematyczne. Po pierwsze, wykorzystywane do nich paliwa to w większości gaz lub benzyna pochodząca z ropy, czyli paliwo kopalne. Wiecie już, że ich spalanie jest bardzo nierozsądne i niebezpieczne dla naszego klimatu. Jest też więcej problemów. Spaliny samochodów, których na naszych ulicach jest coraz więcej, powodują zanieczyszczenia powietrza i smog. Smog jest poważnym problemem, nie tylko dlatego, że jego wdychanie jest nieprzyjemne, ale jest też groźne dla naszego zdrowia. W Polsce co roku 40 tysięcy ludzi umiera z powodu chorób spowodowanych przez smog!

Drugi problem

Od niedawna do powszechnego użycia wchodzą przecież silniki elektryczne, dlaczego by nie wyposażyć w nie wszystkich aut? Ładowane są w punktach ładowania, nie emitują spalin. Jednak obecnie w bardzo podobnym stopniu przyczyniają się do emitowania CO_2. Dlaczego? Zasilane są prądem z gniazdka, który w Polsce w większości pochodzi z elektrowni spalających węgiel. Czy nie możemy jednak zamienić elektrownie węglowe na wiatrowe, solarne czy wodne i będzie po problemie? To prawda, wtedy samochody nie będą emitować dwutlentku węgla, ale nasuwa się niestety jeszcze jeden kłopot z transportem opartym na poruszaniu się po miastach indywidualnymi samochodami.

Czy ostatni problem?

Czy zdarzało wam się jechać samochodem lub autobusem i stać w korkach? Jak często? Zatłoczone i zakorkowane ulice są w miastach jednym z najpowszechniejszych problemów. I niestety nawet jeśli wszystkie auta będą elektryczne nie rozwiąże to problemów z korkami. W Polsce na 1000 osób przypada 747 samochodów. To tak, jakby w dziesięcioosobowej grupie 7 osób miało auta. Czy to dużo? Zobaczcie na rysunki poniżej. Przedstawiają one, jak dużo miejsca na ulicy zajmują osoby które, poruszają się samochodami osobowymi, rowerami i autobusami. Im mniej pojazdów na ulicy, tym mniej miejsca zajmują, a to oznacza mniejsze korki, a także mniej hałasu.

Co trzeba zrobić?

Rozwiązaniem nie jest podróżowanie autami, nawet, jeśli będą one zasilane prądem. To, czego najbardziej potrzebujemy to sprawny i wydajny transport publiczny. Można zrobić kilka rzeczy, żeby był on bardziej powszechny:

- zamknięcie ścisłego centrum miast z ruchu samochodów i zarazem wprowadzenie w tym obszarze bardzo sprawnej komunikacji miejskiej;
- wydzielone pasy tylko dla autobusów – dzięki temu autobusy nie będą stać w korkach i więcej kierowców aut będzie chciało raczej jeździć autobusami niż autami;
- darmowa komunikacja miejska – jest to możliwe i w niektórych miastach (np. w Lidzbarku Mazowieckim, Ząbkach czy Mrągowie) już jest ona darmowa;
- rozbudowa linii tramwajowych, szybkich kolei miejskich oraz metra i budowa linii metra w nowych miastach;
- rozbudowa kolei międzymiastowej i tworzenie szybkich połączeń kolejowych tak w kraju, jak i tras międzynarodowych jako taniej alternatywy dla ruchu lotniczego.

REFLEKSJA

- Jak często podróżujecie samochodem? Jeśli ktoś odwozi was na przykład do szkoły autem, sprawdźcie, czy możecie pojechać z inną osobą (na przykład z kolegą/koleżanką ze szkoły)? A może macie możliwość dotrzeć do szkoły autobusem lub rowerem?
- Gdy następnym razem będziecie jechać po zatłoczonej ulicy autem, autobusem albo iść chodnikiem wzdłuż takiej drogi, policzcie, w ilu samochodach siedzi tylko jedna osoba, a w ilu — więcej? Jaka jest proporcja osób jadących samodzielnie w aucie do tych, które jadą z kimś jeszcze? Co to oznacza, jeśli chodzi o kroki na ulicy?

EKSPERYMENT

Bateria z człowieka

Cele eksperymentu

Po zajęciach:

— wyjaśnicie, jak działa prosta bateria;
— opowiecie, czy prąd elektryczny może płynąć przez twoje ciało (jeśli tak, to w jaki sposób).

Czas trwania: 10-15 min

Pytanie kluczowe: *Czy ludzkie ciało może być źródłem prądu elektrycznego?*

Pytania pomocnicze do postawienia hipotezy (przez uczniów):

— Czy poraził was kiedyś prąd?
— Czy potraficie naładować telefon, trzymając go po prostu w dłoniach?
— Czy takie ładowanie telefonu jest możliwe?

Przykładowe hipotezy (dla nauczyciela):

— Ludzkie ciało nie może być źródłem prądu elektrycznego.
— Ludzkie ciało może być źródłem prądu elektrycznego.

Podstawowe pojęcia:

— bateria
— elektrolit
— amper (A)

Materiały:

— multimetr (miernik prądu)
— przewody do multimetru (preferowane z krokodylkami)
— miedziana rurka
— folia aluminiowa
— papierowa lub plastikowa rurka

Przeprowadzenie eksperymentu:

— Podyskutujcie w parach, szukając odpowiedzi na pytanie kluczowe: *Czy ludzkie ciało może być źródłem prądu elektrycznego?*
— Owińcie papierową/plastikową rurkę folią aluminiową. Postarajcie się, żeby folia pokrywała całą rurkę i zaginała się również do jej wnętrza.
— Podłączcie przewody do multimetru.
— Poproście nauczyciela, żeby ustawił multimetr na pomiar natężenia prądu elektrycznego.
— Przypnijcie jeden z krokodylków na przewodach do rurki miedzianej.

— Przypnijcie drugi krokodylek do rurki owiniętej folią.
— Czy kiedy jedna osoba chwyci za rurki, popłynie prąd elektryczny? Sprawdźcie!
— Odczytajcie wartość z multimetru.
— Czy wynik zmienia się kiedy mocniej ściśniecie rurki?

Zasady BHP, instrukcja dla nauczyciela:
— W instrukcji multimetru warto sprawdzić, jak ustawić go do pomiaru natężenia prądu elektrycznego.
— Jeżeli przewody multimetru zakończone są szpikulcami, można je przymocować do rurek za pomocą taśmy klejącej lub spinaczy biurowych. Metalowe szpikulce muszą dotykać do miedzi i aluminium.
— Jeżeli multimetr podaje ujemny wynik, należy zamienić przewody miejscami.
— Miedziana rurka z czasem zacznie się utleniać i przestanie działać w naszym eksperymencie. Należy ją wówczas przeszlifować, np. stalową wełną.

Przewidywany wynik doświadczenia:
— Po chwyceniu dłońmi za rurki multimetr wyświetli wynik dodatni w miliamperach.
— Kiedy ściśniemy rurki mocniej, wynik będzie wyższy.

Odpowiedź na pytanie kluczowe: *Czy ludzkie ciało może być źródłem prądu elektrycznego?*
Tak. Chwycenie dłońmi za metalowe rurki powoduje przepływ prądu.

Propozycje modyfikacji doświadczenia:
— Jeden uczeń chwyta z rurkę miedzianą, drugi za aluminiową. Następnie łapią się za wolne dłonie. Dodajemy kolejne osoby do łańcucha i sprawdzamy, jak wpływa to na wynik.
— Moczymy delikatnie dłonie przed chwyceniem rurek i patrzymy, jak to wpływa na wynik.

Wyjaśnienie zjawiska fizycznego:
— Typowa bateria zbudowana jest z dwóch elektrod oraz elektrolitu.
— Elektrody nie mają za sobą bezpośredniego kontaktu, ale mają kontakt z elektrolitem.
— Między elektrodami i elektrolitem zachodzą reakcje chemiczne. W wyniku jednej z nich uwalniane są ujemne ładunki elektryczne, w drugiej są one pochłaniane.
— Ponieważ elektrody nie mają ze sobą kontaktu, dopiero po podłączeniu baterii do jakiegoś urządzenia lub przy pomocy przewodu zamykamy obwód elektryczny i pozwalamy ładunkom przepływać między elektrodami.
— W naszym eksperymencie elektrodami są miedziana i aluminiowa rurka.
— Elektrolitem jest pot z naszej skóry.
— Reakcja chemiczna zachodzi między miedzią i aluminium, a związkami chemicznymi z naszego potu.

— Układ złożony z miedzianej i aluminiowej rurki oraz potu z naszych dłoni działa jak bateria — staje się źródłem prądu elektrycznego.
— Na rurce aluminiowej uwalniane są ujemne ładunki elektryczne, płyną one przewodem do multimetru, a z niego przez ludzkie ciało do rurki miedzianej.
    • Ludzkie ciało jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego.
— Ściskając mocniej rurki, zwiększamy powierzchnię kontaktu z naszymi dłońmi. Wynik pomiaru jest wyższy, ponieważ więcej elektrolitu bierze udział w reakcji.
    • Podobnie działa zmoczenie dłoni: większa ilość dostępnego elektrolitu przez rozpuszczenie soli, które znajdowały się na naszych dłoniach.

WYZWANIE

Jak możesz zrobić sobie prąd

Po tej części zajęć wytłumaczycie:

— dlaczego warto wytwarzać prąd lokalnie;
— kim jest prosument;
— czym są i jak mogą działać spółdzielnie energetyczne.

Ludzka elektrownia?

Człowiek może być baterią, ale czy może w ten sposób wytwarzać prąd, na przykład do naładowania baterii w telefonie Ciało człowieka na pewno nie może dostarczać prądu, którego potrzebujemy do funkcjonowania różnych urządzeń elektrycznych czy ogrzania domu. że mamy kilka sprawnych i dobrze działających sposobów pozyskiwania energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych źródeł energii. Część z nich da się zastosować bardzo lokalnie, do wytwarzania prądu i ciepła w jednym domu lub kilku domach lub budynkach mieszkaniowych w okolicy.

Prosument

Prosument to nazwa osoby lub osób, które same instalują takie odnawialne źródła energii, jak na przykład panele słoneczne czy pompy ciepła do wytwarzania ciepła i energii na własny użytek, w swoim domu. Czy to rozwiązanie dla każdego? Co zrobić, jeśli nie macie własnego domu i mieszkacie w budynku, w którym jest wiele mieszkań? Albo nie macie pieniędzy na to, by samodzielnie zakupić panele słoneczne (czy raczej wasi rodzice)?

Spółdzielnie energetyczne

Rozwiązaniem w takiej sytuacji są spółdzielnie energetyczne lub inne formy energetyki społecznej. Energetyka społeczna polega na tym, że lokalna społeczność (osoby z tej samej miejscowości, jednego osiedla, z jednej wsi) organizują się, żeby wspólnie zbudować wszelkie instalacje potrzebne do wytwarzania energii z odnawialnych źródeł. Często pomaga w tym jakaś organizacja, na przykład urząd gminy. Wspólnie budują potrzebne instalacje, dzielą się kosztami, a potem zyskami, współpracują ze sobą. Mogą wykorzystać na przykład panele słoneczne, pompy ciepła albo postawić małą biogazownie wytwarzającą ciepło i prąd z biomasy.

Dlaczego warto wytwarzać energię lokalnie?

— To najskuteczniejszy sposób odejścia od spalania paliw kopalnych. Nic nie motywuje tak bardzo do przejścia na odnawialne źródła energii jak zrobienie tego samodzielnie. Im więcej lokalnych społeczności, które wytwarzają same energię, tym większe poparcie dla odnawialnych źródeł energii w całym społeczeństwie.
— Zmniejszamy zużycie energii. Produkowanie własnej energii zachęca do tego, by zużywać jej mniej. Poza tym, gdy energia jest dostarczana w postaci prądu elektrycznego do gniazdka z elektrowni musi być transportowana na duże od-

ległości. Przez to, że taki transport przez sieci nie jest idealny, duża jej część jest tracona w trakcie przesyłu.

— Współpraca i wzajemne wspieranie się. Osoby angażujące się w lokalne wytwarzanie energii współpracują ze sobą. To okazja do poznania się, zaprzyjaźnienia z sąsiadami i pomagania sobie nawzajem też w innych sprawach.

— Taki sposób wytwarzania energii jest tani. Dodatkowo koszty są dzielone na więcej osób. W ten sposób te osoby, które są w trudnej sytuacji finansowej mogą mieć dostęp do taniej energii, do której teraz nie mają dostępu. Taki stan, w którym ktoś musi przeznaczać większość tego, co zarabia na ogrzanie swojego domu, nazywa się *ubóstwem energetycznym*. Nawet jeśli ktoś ma pracę i pieniądze, koszty ogrzewania mogą być i tak za wysokie, bo ceny prądu czy gazu ciągle rosną (paliw kopalnych jest coraz mniej, dlatego wzrost ich cen).

REFLEKSJA

— Wyobraźcie sobie, że macie możliwość przekonać dorosłych z waszego miasta, żeby stworzyli spółdzielnię energetyczną, czyli wspólne przedsięwzięcie, by produkować prąd i ciepło z odnawialnych źródeł energii. Porozmawiajcie w grupach o tym, jakich argumentów użyjecie, żeby wasza misja się powiodła. Zapiszcie wasze argumenty w formie punktów lub stwórzcie mapę myśli. Zróbcie plakat, w którym w hasłach i obrazach zawrzecie najważniejsze postulaty z waszych argumentów.