

SIECI ENERGETYCZNE	
SCENARIUSZ LEKCJI DLA UCZNIÓW Z KLAS VII-VIII	
MIEJSCE: sala lekcyjna	CZAS TRWANIA: 2x45 min.

CEL OGÓLNY
Pogłębienie wiedzy uczniów na temat OZE, ich zalet i wad oraz wprowadzenie wiedzy nt. funkcjonowania OZE w systemie energetycznym kraju.
CELE OPERACYJNE
<p>Po zakończeniu lekcji uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • uświadamia sobie znaczenie stałych dostaw prądu dla codziennego funkcjonowania ludzi, • wymienia przykładowe instalacje produkujące energię w regionie, w którym znajduje się szkoła, • własnymi słowami definiuje pojęcia: odnawialne oraz nieodnawialne źródła energii, • potrafi wymienić źródła energii i zakwalifikować je do źródeł odnawialnych i nieodnawialnych, • ma świadomość, że większość energii w Polsce produkowana jest obecnie ze źródeł nieodnawialnych, • wie, że spalanie paliw kopalnych ma ogromny wpływ na zmianę klimatu, • omawia wady i zalety odnawialnych oraz nieodnawialnych źródeł energii, • potrafi uzasadnić znaczenie sieci elektroenergetycznych w zapewnieniu stałych dostaw prądu, • wymienia we właściwym porządku elementy sieci elektroenergetycznej (producent, odbiorca, magazyn, sieć i centrum sterowania), • wymienia dostępne sposoby magazynowania energii elektrycznej, • potrafi swoimi słowami wyjaśnić zasadę działania ogniwa fotowoltaicznego/wiatraka napędzającego cewkę elektromagnetyczną, • przeprowadza obserwacje.
TREŚĆ LEKCJI
<ul style="list-style-type: none"> • źródła energii elektrycznej w Polsce, • zalety i wady odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii, • instalacje produkujące energię w regionie, w którym znajduje się szkoła, • funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej, • korzyści i zagrożenia dla sieci elektroenergetycznej przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii.
ŚRODKI DYDAKTYCZNE
<p>Do przeprowadzenia lekcji potrzebne będą:</p> <ul style="list-style-type: none"> • duże arkusze papieru, mazaki, taśma klejąca lub magnesy do powieszenia prac, małe karteczki do losowania grup, opcjonalnie kserokopie wad i zalet poszczególnych źródeł energii z podręcznika, sprzęt umożliwiający wyświetlenie filmu z internetu, • lista instalacji produkujących energię w regionie, w którym znajduje się szkoła do opracowania przez nauczyciela lub chętnych uczniów przed zajęciami, • pomoce potrzebne do wykonania obserwacji nr „Wydajność układu elektrycznego” i „Najwydajniejszy wiatrak” – opisane w kartach pracy w ilości odpowiadającej ilości grup prowadzących obserwacje.

PRZEBIEG LEKCJI

Zajęcia rozpocznij od zapytania uczniów, do czego używali dzisiaj energii elektrycznej. Zwróć uwagę uczniów, że oprócz energii zużywanej przez nich i ich rodziny bezpośrednio do zasilenia lampki nocnej, lodówki, suszarki do włosów, podgrzania wody w czajniku, naładowania telefonu, itd., energia jest potrzebna do funkcjonowania całych miast, jest używana w budynkach użyteczności publicznej biurach, szpitalach, szkołach, firmach, gospodarstwach rolnych, piekarniach, sklepach itd. Potrzebujemy prądu, by skorzystać z bankomatu, windy, tramwaju, zapłacić w kasie sklepu, skorzystać z telefonu komórkowego (nadajniki telefoniczne też potrzebują energii), a nawet wody, bo przecież wodociągi są zarządzane komputerowo i potrzebują zasilania pomp. Aby zrozumieć, jak bardzo zależni jesteśmy od energii elektrycznej, wystarczy wyobrazić sobie, że doszło do poważnej awarii i w całym regionie przez 3 dni nie ma prądu. Nie tylko utrudniłoby to normalne funkcjonowanie w codziennym życiu, ale stanowiło poważne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi.

Zapytaj uczniów, czy zastanawiali się kiedyś, skąd bierze się prąd w gniazdkach elektrycznych w ich domach? Kto go produkuje? Poproś uczniów, aby wymienili wszystkie elektrownie i instalacje energetyczne położone w najbliższej okolicy. Aby ułatwić proces przypominania, wymieńcie najpierw co to mogłoby być, np. elektrownia węglowa, elektrownia wodna, farma wiatrowa, farma słoneczna, ale również instalacja geotermalna, gazownia czy elektrownia na biomasę. Być może to ułatwi uczniom przypominanie sobie lokalizacji takich obiektów. Wypisujcie wszystkie pomysły na arkuszu papieru powieszonym w widocznym miejscu. Ponieważ jest to zadanie trudne i uczniowie mogą nie mieć zbyt wielu pomysłów, ważne jest, by nauczyciel przed lekcją sam przygotował taką listę, z uwzględnieniem najbliższych szkole instalacji OZE, nawet jeśli nie ma ich w bezpośrednim sąsiedztwie szkoły, albo poprosił chętnych uczniów kilka dni przed zajęciami, by się tym zajęli.

Po wypisaniu wszystkich propozycji wspólnie ustalcie, do której kategorii należą wypisane obiekty: odnawialnych czy nieodnawialnych źródeł energii, zaznaczcie je dwoma kolorami lub symbolami. W razie potrzeby wspólnie zdefiniujcie te dwa pojęcia. Najprostsza definicja mówi, że odnawialne źródła energii to te, które w wyniku wytworzenia energii potrzebnej człowiekowi nie ulegają bezpowrotnie zużyciu (lub można je szybko odtworzyć). Źródła nieodnawialne to surowce energetyczne, które powstawały na Ziemi przez wiele milionów lat i raz zużyte nie odnawiają się w krótkim czasie.

Następnie podziel uczniów na 4 grupy. Rozłóż wśród nich karteczki z nazwami odnawialnych źródeł energii (energia ze słońca, energia z wiatru, energia z wody, energia z biomasy). Dodatkowo możesz stworzyć grupę, która zajmie się energią z węgla. Rozdaj duże arkusze papieru i mazaki. Poproś, aby uczniowie w górnej części arkusza napisali nazwę wylosowanego źródła energii oraz narysowali jego symbol, a poniżej w tabeli wypisali jego wady i zalety. W celu ułatwienia zadania, możesz powielić dla grup odpowiednie strony z podręcznika i poprosić, aby na podstawie tekstu opisali wady i zalety hasłowo własnymi słowami. Przeznacz na zadanie ok. 10 minut, a następnie poproś grupy o prezentację wyników prac. Powieście je w widocznym miejscu.

Zanim przejdziesz do podsumowania tego zadania, zaprezentuj uczniom wykres z rozdziału 3 podręcznika przedstawiający strukturę produkcji energii pierwotnej w Polsce (w 2014 r.). Z wykresu wynika, że w Polsce odnawialne źródła energii odpowiadają jedynie za produkcję ok. 14% całej energii, którą zużywamy. Pozostała jej część pochodzi z nieodnawialnych surowców energetycznych, przede wszystkim z węgla.

PODSUMOWANIE ZESTAW ZALET I WAD OZE ORAZ PALIW KOPALNYCH:

OZE		Paliwa kopalne	
Zalety	Wady	Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> - Praktycznie powszechna dostępność - Brak emisji toksycznych gazów, pyłów i gazów cieplarnianych - Energia jest za darmo (o ile mamy odpowiednią instalację) - Źródło energii nigdy nie ulegnie wyczerpaniu 	<ul style="list-style-type: none"> - Energia nie jest dostępna o każdej porze - Potrzebujemy specjalnych instalacji transformujących energię źródła na energię elektryczną i inne jej formy - Duża zmienność ilości dostępnej energii 	<ul style="list-style-type: none"> - Łatwość przechowywania, transportu i wykorzystania - Możliwy jest stały (niezmienny) dopływ energii, jeśli mamy dostateczną ilość paliwa - Bardzo duża ilość energii jest zgromadzona w niewielkiej ilości paliwa 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisja zanieczyszczeń gazowych, pyłów (szkodliwych dla zdrowia) - Emisja gazów cieplarnianych (szkodliwych dla klimatu Ziemi) - Konieczność wydobycia surowców spod ziemi - Surowce energetyczne ulegną kiedyś wyczerpaniu - Po spaleniu surowca pozostaje popiół (odpad)

Wspólnie zastanówcie się, jaki wpływ na środowisko ma taki duży udział spalania węgla w produkcji energii. Pomijając nieopłacalność wydobycia węgla w Polsce i konieczność jego importu, spalanie paliw kopalnych ma ogromny wpływ na zmianę klimatu, jakość powietrza jakim oddychamy, a działalność kopalń rujnuje środowisko naturalne.

Następnie spójrzcie ponownie na arkusze z zaletami i wadami OZE. Zwróć uwagę uczniów, że głównym problemem OZE jest zmienność w produkcji energii, co jest uzależnione od pogody, pory dnia czy pory roku. Zastanówcie się wspólnie, czy da się rozwiązać ten problem i w jaki sposób? W razie potrzeby wyjaśnij, że są różne rozwiązania tego problemu. Po pierwsze odbiorcy prądu (konsumenci) mogą korzystać z wielu uzupełniających się nawzajem źródeł energii (np. korzystać z wiatru, kiedy nie ma słońca). Po drugie, gdy jakieś źródło wytworzy więcej prądu niż jest na bieżąco zużywane, nadmiar energii można oddawać do sieci albo gromadzić w baterii do późniejszego wykorzystania.

Wyjaśnij uczniom, w jaki sposób działa sieć elektroenergetyczna. Narysuj na tablicy lub dużym arkuszu papieru punkt odpowiadający producentowi prądu oraz punkt odpowiadający konsumentowi prądu i prostą linię pomiędzy nimi ze strzałką w kierunku konsumenta (symbol linii energetycznej). Przy producencie prądu możesz umieścić listę producentów przygotowaną we wcześniejszej części zajęć (tj. elektrownia węglowa, elektrownia wodna, farma wiatrowe, farma słoneczna, gazownia, elektrownia na biomasę).

Wyjaśnij, że do sieci elektroenergetycznej należą też magazyny energii. Poproś uczniów, aby zastanowili się, jakie znają „magazyny prądu” z codziennego życia (np. bateria paluszek, bateria telefonu komórkowego czy laptopa, powerbank, akumulator samochodu, elektrownia szczytowo-pompowa). Oczywiście magazyny prądu w sieci energetycznej są znacznie większe niż bateria w telefonie i potrafią magazynować tyle energii, by zapewnić jej dostarczanie wtedy, gdy jest potrzebna.

Uzupełnij rozpoczęty wcześniej rysunek o magazyn prądu i linii energetyczne płynące do niego i od niego. Przy magazynie umieść sporządzoną wraz z uczniami listę magazynów prądu.

Zapytaj uczniów, czy może się zdarzyć, że odbiorca prądu (konsument) będzie jednocześnie produkował prąd na własne potrzeby? Z jakich instalacji do produkcji prądu najczęściej korzystają zwykli ludzie albo małe firmy czy instytucje (mali/mikro producenci)? Wspólnie stwórzcie listę źródeł prądu, które mogłyby wykorzystywać mikro-producenci prądu (mini/mikro elektrownia wiatrowa, domowe ogniwo fotowoltaiczne, agregat prądotwórczy, np. na ropę naftową, gaz ziemny, mikrobiogazownia). Umieść utworzoną listę na schemacie przy konsumencie.

Wyjaśnij, że konsumenta, który we własnym zakresie produkuje prąd, nazywamy prosumentem (z połączenia słów **producent** i **konsument**). Zapisz to pojęcie przy konsumencie.

Zastanówcie się, czy ilość prądu wyprodukowana przez panele słoneczne albo przez minielektrownię wiatrową umieszczoną na dachu budynku prosumenta jest zawsze wystarczająca dla niego. Przecież ilość produkowanego prądu w instalacjach OZE jest zależna zarówno od parametrów technicznych, jak i od pogody, pory roku, pory dnia. Podobnie ilość zużywanego prądu jest zależna od tych samych czynników, np. ludzie zużywają zwykle więcej prądu w ciągu dnia niż w nocy. W takiej sytuacji prosument korzysta z prądu z sieci energetycznej.

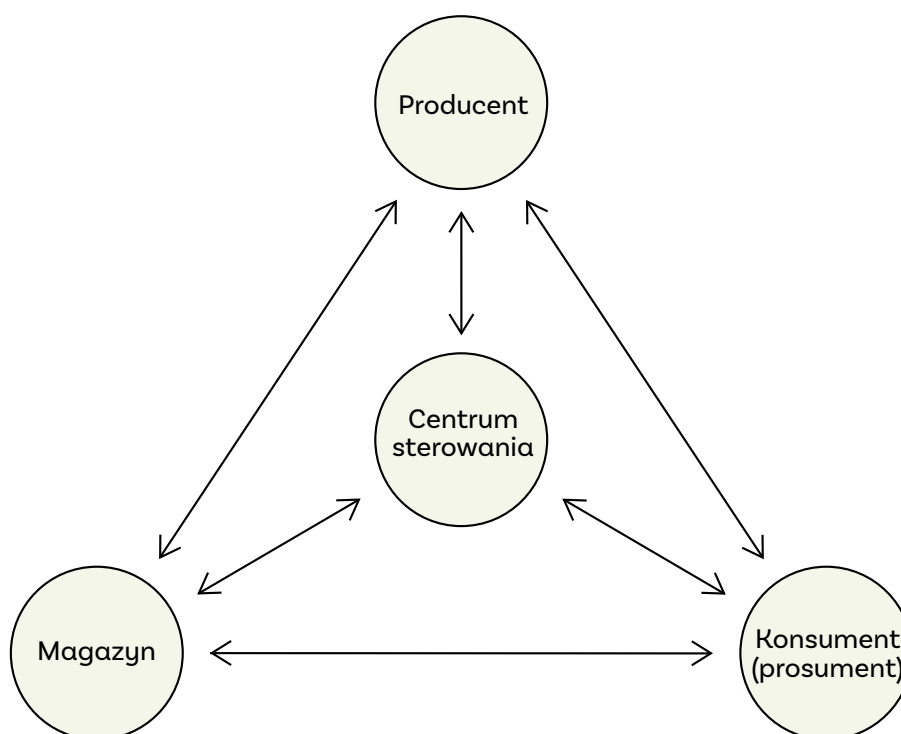
Z drugiej strony okazać się może, że prosument wyprodukuje więcej energii niż może zużyć. Oczywiście mógłby ją magazynować. Zastanówmy się jednak, czy prąd wyprodukowany przez prosumenta mógłby trafić do sieci elektroenergetycznej, tak by korzystali z niego inni? Czy w sieci przedstawionej na rysunku prąd mógłby „płynąć” w przeciwnym kierunku, czyli od konsumenta do producenta?

Wyjaśnij, że energia może być przekazywana w obu kierunkach, ponieważ prąd płynie przecież w obwodzie zamkniętym. Podstawowym wyzwaniem dla zarządzania siecią energetyczną jest utrzymywanie w sieci stałego napięcia, ponieważ obecnie większość urządzeń w naszych domach (w tym sprzęt elektroniczny) wymaga stałego napięcia (230 V). Dlatego jeśli jedno źródło energii (np. instalacja wiatrowa) przestaje działać, konieczny jest pobór większej ilości energii z innych źródeł, aby utrzymać parametry dostarczanej energii elektrycznej w określonych wartościach. Napięcie w naturalny sposób też spada wraz z odległością od producenta energii (straty przesyłowe).

Instalacje wiatrowe, słoneczne, wodne lub biogazownie często powstają w miejscach oddalonych od dużych elektrowni – tam, gdzie trudniej jest utrzymać odpowiednie parametry w sieci energetycznej.

Aby w sieciach energetycznych utrzymane były właściwe wartości napięcia i natężenia prądu konieczne jest centrum sterowania siecią, które śledzi te parametry sieci i dąży do utrzymania ich na stałym poziomie. Dodaj do rysunku sieci centrum sterowania i strzałki (linie przerywane) ilustrujące przepływ prądu w przeciwnym kierunku. Inteligentna sieć elektroenergetyczna łączy producentów, prosumentów oraz magazyny energii. Połączona jest ona z siecią informacyjną, która pozwala przesyłać informacje o stanie sieci oraz gotowości producentów, prosumentów i magazynów od odbioru lub oddania energii do sieci.

RYSUNEK DO WYKONANIA PRZEZ NAUCZYCIELA (WERSJA FINALNA)



Podkreśl, że jeśli w sieci mamy dużą ilość małych producentów, dużą ilość małych odbiorców i dużą ilość magazynów, to ryzyko, że w całej sieci zabraknie prądu jest niższe niż kiedy mamy np. tylko jednego producenta. Dzieje się tak, ponieważ małe jest prawdopodobieństwo, że jednocześnie wyłączonych zostanie 1000 małych producentów.

Możesz odwołać się do przykładów sytuacji, w których w Polsce brakowało energii w sieci latem 2015 roku (można przeczytać o tym wydarzeniu na portalu wysokienapiecie.pl¹⁾).

O odnawialnych źródłach energii mówi się, że to „czysta energia”, gdyż jej produkcja ma znikomy negatywny wpływ na środowisku w przeciwieństwie do spalania paliw kopalnych. Ale okazuje się, że równie ważną zaletą OZE jest poprawa bezpieczeństwa energetycznego, a więc nieprzerwanych dostaw energii do domów.

REALIZACJA OBSERWACJI „WYDAJNOŚĆ UKŁADU ELEKTRYCZNEGO”
I „NAJWYDAJNIEJSZY WIATRĄK”

Kolejnym etapem zajęć są doświadczenia, które przybliżą uczniom działanie turbiny wiatrowej i ogniwo fotowoltaicznych. Na początek wyjaśnij uczniom, jak działa ogniwo fotowoltaiczne oraz jak działa wiatrak (cewka elektromagnetyczna podłączona do wiatraka). Możesz skorzystać z materiału zawartego w podręczniku. Następnie podziel uczniów na 4-5-osobowe grupy i rozłóż wśród nich rodzaj eksperymentu lub pozwól grupom wybrać ciekawsze dla nich zagadnienie: ogniwa czy wiatrak.

1. <http://wysokienapiecie.pl/rynek/874-wraca-jak-stopnie-zasilania-blackout-coraz-blizej>

Następnie rozdaj grupom potrzebne do przeprowadzenia doświadczenia materiały oraz karty pracy. Poproś o wykonanie zadań zgodnie z instrukcjami zawartymi w kartach pracy. Po zakończeniu poproś grupy o przedstawienie wyników ich badań. Grupy zajmujące się tymi samymi zagadnieniami mogą porównać wyniki. Jeśli pojawiły się wyraźne różnice, zastanówcie się wspólnie, co mogło je spowodować? Zapytaj uczniów, czy w trakcie pracy napotkali na trudności? Jeśli tak, to z czego wynikały? Jak je pokonali? Czy mogły one wpłynąć na wynik doświadczenia? Wspólnie zastanówcie się, jakie czynniki związane z budową wiatraka i ogniw fotowoltaicznych mogą wpływać na ich wydajność?

Na zakończenie zajęć wyświetl krótki dwuminutowy film „Czym jest energetyka obywatelska?”² podsumowujący omawiane na lekcji informacje. Jeśli macie więcej czasu, możecie obejrzeć 15-minutowy film „Eksperyment – czy odnawialne źródła energii (OZE) nadają się do zasilania sieci elektroenergetycznej?”³ (uwaga: film z napisami, bez lektora).

Zakończ lekcje podsumowaniem zdobytych podczas zajęć informacji. Posłuż się stworzonym w trakcie lekcji rysunkiem. Najważniejsza informacja jest taka, że OZE ma wiele zalet, ma też wady i może bezpiecznie funkcjonować w sieci energetycznej, jeśli ta sieć jest dobrze zbudowana (ma odpowiednią ilość magazynów, centrum sterowania itp.).

2. <https://www.youtube.com/watch?v=uQRLCLSTxM>

3. <https://www.youtube.com/watch?v=5nci810Tq5c>

OBSERWACJA NR 1 – WYDAJNOŚĆ UKŁADU ELEKTRYCZNEGO

KARTA PRACY

Skład grupy:

1. WPROWADZENIE

Ogniwa fotowoltaiczne nazywano kiedyś bateriami słonecznymi, ponieważ prąd z ogniw fotowoltaicznych jest identyczny z tym ze zwykłych baterii. Baterie, tak jak ogniwa, możemy łączyć ze sobą szeregowo lub równolegle. Sposób połączenia baterii i ogniw ma wpływ na to, jak dużo prądu możemy uzyskać.

2. CO BĘDZIECIE BADAĆ

Jaki wpływ na produkcję prądu w ogniwie fotowoltaicznym może mieć szeregowy i równoległy sposób połączenia ogniw?

3. SPRÓBUJcie PRZEWIDZIEĆ WYNIK OBSERWACJI

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

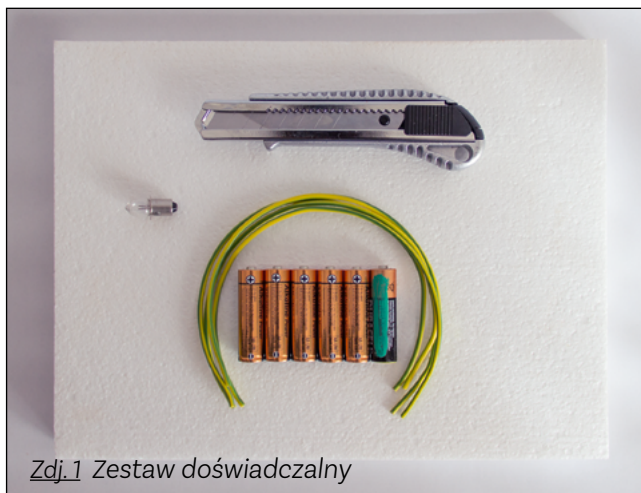
.....

.....

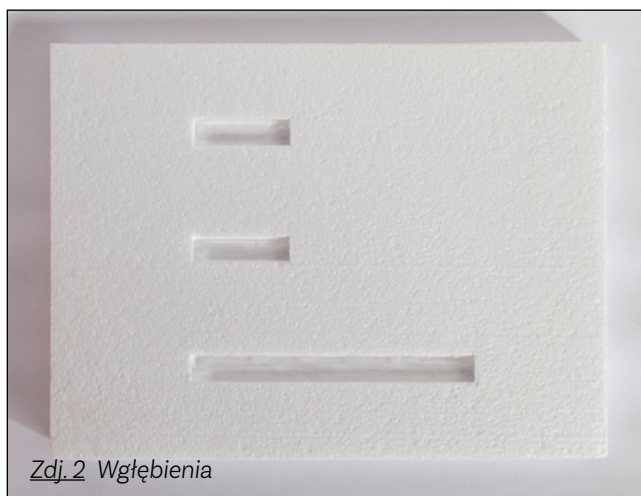
4. MATERIAŁY I NARZĘDZIA POTRZEBNE DO OBSERWACJI

Przygotujcie następujące przedmioty:

- tablica styropianowa o wielkości minimum 20x20 cm i grubości minimum 2 cm,
- 5 nowych baterii, tzw. paluszki 1,5V,
- 1 zużyta bateria paluszek 1,5V,
- druciki miedziane w koszulkach – średnica 1mm (8 sztuk),
- sprawna żarówka (o napięciu 4,5V i mocy do 5W)
- nóż lub nożyczki.



Zdj.1 Zestaw doświadczalny



Zdj.2 Wgłębienia



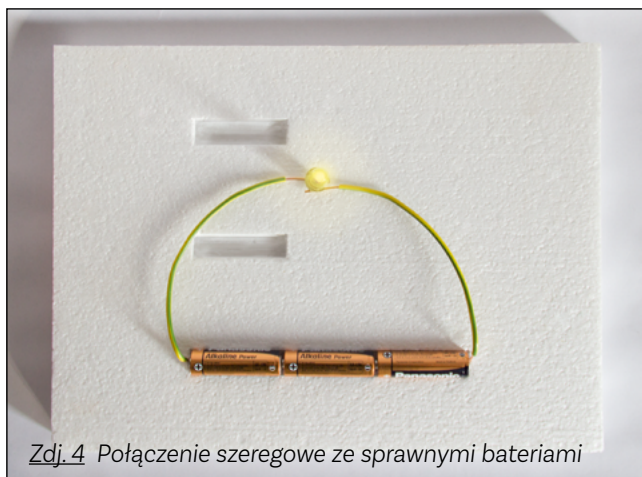
Zdj.3 Połączenie szeregowe

5. PRZEPROWADŹCIE OBSERWACJĘ

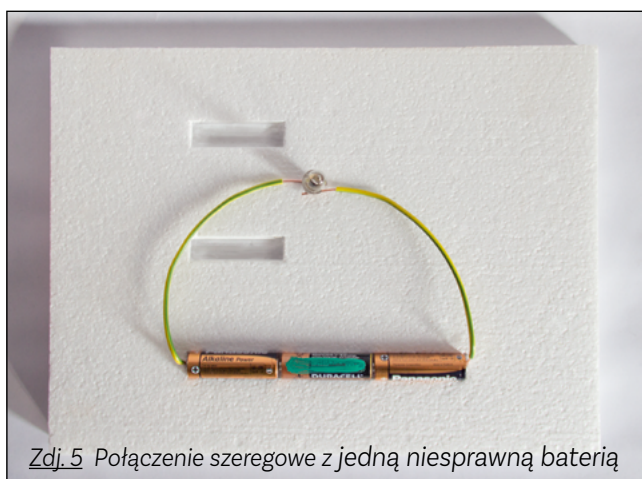
W tablicy styropianowej przygotujcie wgłębienia o głębokości baterii (podobnie jak na zdjęciu 2):

- jedno o długości 3 baterii;
- dwa o długości 1 baterii;

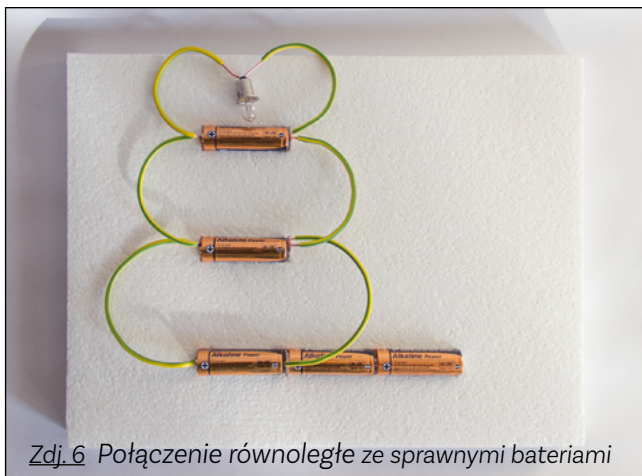
Ułóżcie trzy baterie w dłuższym wgłębieniu w taki sposób, aby minus każdej baterii połączony był z plusem następnej baterii w rzędzie. Takie połączenie baterii (minus połączony z plusem) nazywamy połączeniem szeregowym.



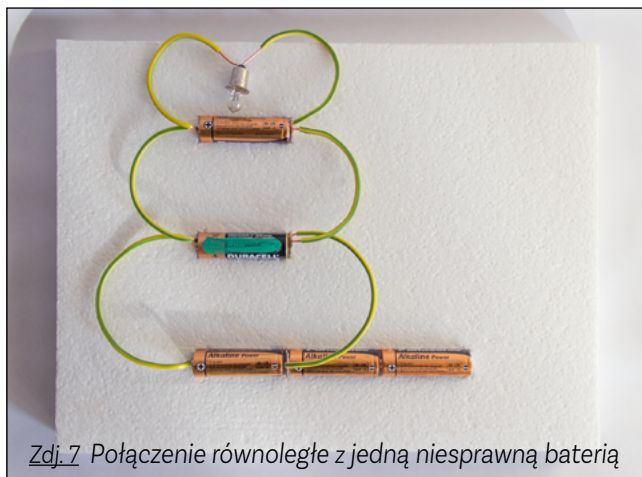
Zdj. 4 Połączenie szeregowe ze sprawnymi bateriami



Zdj. 5 Połączenie szeregowe z jedną niesprawną baterią



Zdj. 6 Połączenie równoległe ze sprawnymi bateriami



Zdj. 7 Połączenie równoległe z jedną niesprawną baterią

Na końcach rzędu umieśćcie kabelki – jeden przy minusie pierwszej baterii, a drugi przy plusie ostatniej baterii. Kabelki podłączcie żarówkę. Zaobserwujcie, jaka jest jasność świecenia żarówki.

Co się stanie kiedy wyjmiecie jedną baterię? Co się stanie jak włożycie w miejsce tej baterii zużytą baterię? Jeśli zamiast paluszków mielibyśmy do czynienia z bateriami słonecznymi, to co się stanie, jeśli na jedną z podłączonych szeregowo baterii słonecznych padnie cień?

Ułóżcie dodatkowe dwie baterie w krótszych wgłębieniach w tym samym kierunku, co baterie we wgłębieniu dłuższym (minus nad minusem, plus nad plusem – porównajcie sposób ułożenia ze zdjęciem nr 4).

Połączcie baterie kabelkami tak, aby minusy kolejnych baterii były połączone z minusami kolejnych baterii, a plusy z plusami. Nazywa się to połączeniem równoległym.

Ostatnią pojedynczą baterię podłączcie do żarówki. Zaobserwujcie jaka jest jasność świecenia żarówki.

Co się stanie kiedy wyjmiecie jedną baterię z połączenia? Co się stanie, gdy w miejsce tej baterii włożycie baterię wyczerpaną/starą? Jeśli zamiast paluszków mielibyśmy do czynienia z bateriami słonecznymi, to co się stanie, jeśli na jedną z podłączonych równoległe baterii słonecznych padnie cień?

6. ZANOTUJCIE WYNIKI

Zakreślcie w tabeli właściwe odpowiedzi.

Ustawienie	Jasność żarówki	Światło po wyjęciu jednej baterii	Światło przy zużytej baterii
Szeregowe	świeci mocno / słabo / nie świeci	tak / nie	tak / nie
Równoległe	świeci mocno / słabo / nie świeci	tak / nie	tak / nie

6. ZASTANÓWCIE SIĘ NAD WYNIKAMI

Porównajcie jasność żarówki w różnych ustawieniach. Kiedy żarówka świeciła najjaśniej? W jakim połączeniu po wyjęciu jednej baterii gasło światło, a w jakim nadal świeciło?

.....

.....

.....

.....

Pomyślcie, gdyby zamiast zwykłych baterii szeregowo lub równoległe połączone zostały ogniwa fotowoltaiczne, to w jakim ustawieniu:

- baterie będą produkować prąd, mimo iż na część z nich padnie cień (nieprawna bateria w wykonanej obserwacji odpowiada zacienionemu ogniwu fotowoltaicznemu)?
- taka sama ilość połączonych baterii będzie produkować więcej prądu przy równomiernym nasłonecznieniu?

.....

.....

.....

.....

7. SFORMUŁUJCIE OSTATECZNY WNIOSEK WYNIKAJĄCY Z OBSERWACJI

.....

.....

.....

.....

.....

.....

OBSERWACJA NR 2 – NAJWYDAJNIEJSZY WIATRAK

KARTA PRACY

Skład grupy:

1. WPROWADZENIE

Wiatr potrafi przemieszczać liście łamać drzewa, burzyć budynki, tworzyć morskie fale. To wszystko są skutki działania wiatru, które pokazują, że niesie on ze sobą energię. Człowiek od dawna próbował wykorzystać tę energię i zaprzęć wiatr do pracy.

2. CO BĘDZIECIE BADAĆ

Czy prędkość obrotu skrzydeł wiatraka zależy od ich liczby?

3. SPRÓBUJcie PRZEWIDZIEĆ WYNIK OBSERWACJI:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

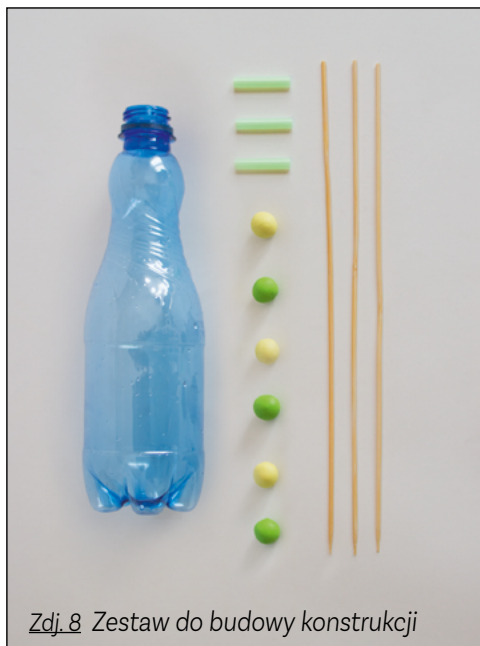
4. MATERIAŁY I NARZĘDZIA POTRZEBNE DO OBSERWACJI

Przygotujcie następujące przedmioty:

- 3 około półlitrowe butelki plastikowe, obciążone wodą lub piaskiem, żeby się nie wywracały,
- 3 patyczki szaszłykowe,

- 6 kulek z plasteliny o średnicy ok. 2 cm,
- słomka plastikowa do napojów pocięta na 3 odcinki o długości 1,5-2cm,
- butelkę PET do pocięcia na skrzydła,
- suszarkę do włosów,
- pisak do rysowania po butelce
- nożyczki.

5. ZBUDUJCIE WIATRAKI DOŚWIADCZALNE



Zdj. 8 Zestaw do budowy konstrukcji

Zbudujcie trzy takie same konstrukcje wiatraków.

Podstawę waszego wiatraka stanowić będzie obciążona piaskiem lub wodą butelka. W butelce, poniżej korka, w najszerszym jej miejscu, wykonajcie 2 otwory, przez które wejdzie patyczek. Przez otwory w butelce przetknijcie na wylot patyczek szaszłykowy – będzie to oś obrotu wiatraka. Na dolnym końcu osi wiatraka zamocujcie kulkę z plasteliny – to będzie strona zawietrzna wiatraka, a kulka służy za przeciwwagę dla konstrukcji wiatraka. Oś wiatraka powinna być położona nieco pod kątem do podłoża tak, aby przeciwwaga wiatraka znajdowała się niżej od wiatraka, jak to widać na zdjęciu 13.

Gdy wszystkie trzy konstrukcje będą gotowe, przejdźcie do budowy wiatraków.

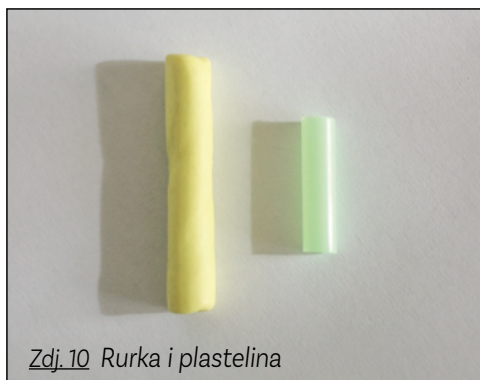


Zdj. 9 Skrzydła wiatraka

Z butelki typu PET wytnijcie 10 skrzydeł wiatraka. Możecie skorzystać z szablonu zamieszczonego poniżej. Wszystkie skrzydła powinny mieć ten sam kształt, rozmiar i wygięcie (dlatego odrysowując kształt wiatraka na butelce zwróćcie uwagę, by wszystkie skrzydła były ułożone w tym samym kierunku).



Szablon skrzydła wiatraka
wymiary ok. 6 x 2 cm



Zdj. 10 Rurka i plastelina

Gdy skrzydła będą gotowe, weźcie rurkę do napojów, potnijcie ją tak, by uzyskać trzy dwucentymetrowe rurki.

Na każdą z rurek nawińcie plastelinę w taki sposób, by powstała na jej końcu kulka. Plastelina powinna być rozłożona równą warstwą na rurce przy jednym jej końcu, jak to widać na zdjęciu 11.



Zdj. 11 Plastelina nałożona na rurkę



Zdj. 12 Umocowane skrzydło wiatraka

Następnie wbijcie skrzydła w kulki.

Wbijając skrzydła pamiętajcie, że płaszczyzny skrzydeł powinny się układać pod kątem ostrym do osi wiatraka, jak to widać na zdjęciu 12, a każde skrzydło pod tym samym kątem.

Przygotujcie 3 wiatraki, przy czym każdy z nich powinien mieć inną liczbę śmigieł: 2, 3, i 5, ale ułożonych pod tym samym kątem oraz o tej samej wielkości i kształcie.



Zdj. 13 Gotowy wiatrak

W każdym z wiatraków oznaczcie jedno skrzydło niezmywalnym mazakiem, rysując na nim dużą kropkę.

Założcie tak przygotowane wiatraki na ich konstrukcje nośne, czyli patyczki szaszłykowe zamocowane na butelkach.

6. PRZEPROWADŹCIE OBSERWACJĘ

Ustawcie suszarkę na stałe tak, aby strumień wiatru z suszarki wiał poziomo. Umieszczajcie każdy wiatrak z osobna w odległości około 50 cm od suszarki na około 10-15 sekund.

Dla każdego wiatraka obserwujcie prędkość obrotu. Postarajcie się określić, który wiatrak obracał się najszybciej, a który najwolniej? Pomoże wam w tym kropka narysowana na jednym skrzydle każdego wiatraka. Uszeregujcie wiatraki od tych, które kręcą się najszybciej, do tych, które kręcą się najwolniej. Możecie również nagrać przebieg obserwacji telefonem komórkowym, a później odtworzyć filmiki w zwolnionym tempie by lepiej ocenić ilość obrotów.

7. ZANOTUJCIE WYNIKI

TABELA OBSERWACJI

Wiatrak	Prędkość obrotu*
2 skrzydła	
3 skrzydła	
5 skrzydeł	
.....	

* Przy wiatraku, który kręcił się najszybciej postawcie 1, przy tym, który kręcił się nieco wolniej - 2, jeszcze wolniej - 3, itd. Najwolniejszy wiatrak będzie miał największy numer.

7. ZASTANÓWCIE SIĘ NAD WYNIKAMI

Porównajcie prędkość wiatraków z różną liczbą śmigieł. Kiedy wiatrak kręcił się najszybciej? Jak sądzicie, kiedy wiatrak wykorzystywał najlepiej siłę wiatru? Jakie rady dalibyście po tej obserwacji osobie, która chce produkować prąd z wiatru?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Czy przy pomocy wiatraka moglibyście zmierzyć prędkość wiatru? W jaki sposób powinien być ustawiony wiatrak, aby dokonać pomiaru?

.....

.....

.....

.....

.....

Wzór na obliczenie prędkości wiatru to:

Obwód koła (wiatraka) * liczba obrotów / czas pomiaru = średnia prędkość wiatru

8. SFORMUŁUJ CIE OSTATECZNY WNIOSEK WYNIKAJĄCY Z OBSERWACJI

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....