7

SCENARIUSZ ZAJĘĆ

Jak wykorzystać energię potencjalną wody do produkcji elektryczności?

Wielkie tamy wznoszone w Chinach, Indiach, Egipcie czy Brazylii to inwestycje kontrowersyjne. Powstają, by zasilać duże hydroelektrownie, ale by je zbudować, przesiedla się nawet setki tysięcy ludzi. Poza tym są znaczną ingerencją w naturalne ekosystemy: skutkują np. zalaniem terenów z torfowiskami czy bujną roślinnością, która pod wodą ulega rozkładowi, uwalnia do atmosfery znaczne ilości dwutlenku węgla oraz przyczynia się do wzrostu emisji metanu. Rozlewiska zmieniają warunki życia fauny i flory, rozwijają się w nich algi. Tamy zatrzymują osady użyźniające glebę w niższym biegu rzeki, a jej poziom wody z reguły się obniża, co utrudnia irygację pól.

Małe hydroelektrownie nie niosą tak negatywnych konsekwencji dla środowiska – nie wymagają tworzenia tam lub stacji magazynowania energii, za to pozwalają dostarczyć prąd do miejscowości, w których używano dotąd tylko lamp naftowych. Niewielkie elektrownie wodne generują do 500 kilowatów mocy dzięki zamianie energii spływającej rzeki w energię elektryczną. Zapewniają odciętym od sieci energetycznej ubogim, wiejskim społecznościom tanie, łatwe w utrzymaniu i długoterminowe źródło energii. Dzieci mogą uczyć się po zmroku, łatwiej o organizację pracy ochrony zdrowia, rozwija się lokalny biznes. Tego typu systemy powstają m.in. w Peru, Zimbabwe, Kenii. Należą do społeczności, które z nich korzystają i dbają o nie – dzięki temu dosłownie i w przenośni moc jest w rękach ludzi.

OPRACOWANIE:
Mariola Romel-Kosiedowska

CZAS TRWANIA:
godzina lekcyjna

PRZEDMIOT:
fizyka

POZIOM NAUCZANIA:
szkoła ponadpodstawowa
– zakres podstawowy

ZWIĄZEK Z PODSTAWĄ PROGRAMOWĄ:
II.10, VIII.3

CELE W JĘZYKU UCZNIA:

- poznam możliwości wykorzystania rzeki do produkcji energii elektrycznej
- poznam zalety i wady różnych elektrowni
- wyjaśnię, w jaki sposób dostęp do elektryczności zwiększa możliwości rozwoju małych społeczności

KRYTERIA SUKCESU:

- wyjaśnię, w jaki sposób można uzyskać energię elektryczną przy wykorzystaniu wody
- obliczę zużycie energii elektrycznej w gospodarstwie domowym
- wyliczę, ile energii można uzyskać w prostych hydroelektrowniach
- wyjaśnię związek pomiędzy różnymi rodzajami energii na podstawie zasady zachowania energii

PODSTAWOWE POJĘCIA:

energia potencjalna, zasada zachowania energii, elektrownia, kilowatogodzina, prądnica

ŚRODKI DYDAKTYCZNE:

- rachunki za energię elektryczną przyniesione przez uczennice i uczniów
- **ZAŁĄCZNIK NR 1.** Karty pracy, Centrum Edukacji Obywatelskiej, bit.ly/WzorNaPrzyszlosc
- **ZAŁĄCZNIK NR 2.** Film obrazujący działanie hydroelektrowni *Energia wody w Andach*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, 12.09.2021, https://globalna.ceo.org.pl/material/energia-wody-w-andach

UWAGI DLA OSOBY PROWADZĄCEJ:

Zajęcia powinno się przeprowadzić w dziale „Prąd elektryczny" (uczeń zna pojęcie energii, rodzaje energii mechanicznej, zasadę zachowania energii, zna jednostkę energii). Uczniowie i uczennice powinni pracować na aktualnym rachunku za energię elektryczną – należy poprosić żeby przynieśli taki rachunek lub go przygotować. Ważne, żeby był aktualny.

PRZEBIEG ZAJĘĆ

Moduł I. Rodzaje elektrowni i ich wpływ na środowisko

1. Przypomnij wiadomości dotyczące energii potencjalnej i zasady zachowania energii.
2. Podziel klasę na grupy. Każda grupa otrzymuje kartę pracy z jednym rodzajem elektrowni. Zadaniem grupy jest uzupełnienie karty pracy (**ZAŁĄCZNIK NR 1**).
3. Po uzupełnieniu kart pracy każda grupa przedstawia wnioski dotyczące wpływu danego typu elektrowni na środowisko.

Moduł II. Małe hydroelektrownie

1. Pokaż klasie film o działaniu małej hydroelektrowni w Peru (**ZAŁĄCZNIK NR 2**).

2. Po obejrzeniu filmu zadaj pytania:

   — Jakie korzyści odniosła społeczność po wybudowaniu hydroelektrowni?
   — Jakie są ograniczenia możliwości wykorzystania małej hydroelektrowni?
   — Jakie są możliwości rozwoju tej społeczności w związku ze stałym dostępem do energii elektrycznej?

3. Następnie przechodzimy do zasady działania hydroelektrowni z uwzględnieniem następujących zmian energii. Zadaj pytanie:

   — Jakie zmiany energii występują podczas pracy elektrowni wodnej? (Energia potencjalna grawitacji → energia kinetyczna → energia magnetyczna → energia elektryczna).

4. Podziel klasę na grupy. Poproś, aby uczniowie i uczennice z każdego rachunku odczytali zużycie energii elektrycznej i ewentualnie policzyli średnie zużycie energii na miesiąc w przypadku większej liczby rachunków.

DANE ODCZYTOWE

Grupa taryfowa	Nr licznika	Strefa pomiarowa	Data odczytu od	Data odczytu do	Wskazania od	Wskazania do	Ilość kWh	Rodzaj odczytu	Mn
Pobranie energii									
Energia czynna									
G11	56055349	L	30.06.2025	31.08.2025	22 723,796	23 039,968	316,172	Z	1
Suma godzinowych sald dodatnich			30.06.2025	31.08.2025			228		

5. Poproś o obliczenie, ile gospodarstw domowych może być zasilanych w energię elektryczną z elektrowni Szaflary, zakładając, że sprawność elektrowni wynosi 100%.

6. Poproś, by klasa obliczyła, ile gospodarstw mogłoby być zasilanych energią elektryczną, gdyby sprawność tej elektrowni wynosiła 80%.

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE:

Energia wyprodukowana przez elektrownię w ciągu miesiąca $E = P \cdot t$
$= 500\ kW \cdot 30 \cdot 24\ h = 360\ 000\ kWh$

Obliczenie liczby gospodarstw
n = E : średnie zużycie energii elektrycznej przez 1 gospodarstwo = 360 000 kWh : 316 kWh = 1139 gospodarstw

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE:

$\eta = Eu / E \rightarrow Eu = \eta \cdot E = 288\ 000\ kWh$

Obliczenie liczby gospodarstw
n = E : średnie zużycie energii elektrycznej przez 1 gospodarstwo = 288 000 kWh : 316 kWh = 911 gospodarstw

7. Poproś, aby grupy przedstawiły swoje obliczenia. Z czego biorą się różnice w wynikach poszczególnych grup?

8. Zapytaj, w jaki sposób możemy zwiększyć liczbę gospodarstw domowych, które będzie w stanie obsłużyć mała hydroelektrownia (MEW).

Moduł III. Usystematyzowanie umiejętności – elektrownia wodna w liczbach

1. Poproś uczniów o wykonanie poniższych zadań. Możecie wykonywać je po kolei razem lub podzielić klasę na grupy i każdej grupie przydzielić jedno zadanie.

ZADANIE 1.

Oblicz energię elektryczną wyprodukowaną w ciągu jednego dnia przez małą elektrownię wodną (MEW), którą charakteryzują następujące parametry:

- przepływ wody (Q) – ilość wody przepływającej przez turbinę w m^3/s (przełyk instalowany), $Q = V : t = 1{,}5\ m^3/s$
- spadek wody H – różnica wysokości, przez którą spada woda, w metrach, H = 3 m
- sprawność turbiny i generatora (η) – zazwyczaj przyjmuje się 0,7–0,9 (czyli 70–90%), η= 85%
- czas pracy – ile godzin dziennie elektrownia działa na pełnej mocy, t = 12 h.

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE:

Energia wyprodukowana przez elektrownię wodną:

$E = \Delta E_p \cdot \eta$

$E = W = mgH \cdot \eta$

Masa wody przepływająca przez turbinę: $m = d \cdot V$, d – gęstość ($d = 1000\ kg/m^3$), V – objętość,

$E = d \cdot Q \cdot t \cdot g \cdot H \cdot \eta = 450\ kWh$

ODPOWIEDŹ: Mała elektrownia wodna wyprodukuje dziennie 450 kWh energii elektrycznej.

ZADANIE 2.

Oblicz sprawność elektrowni wodnej we Włocławku, wykorzystując poniższy wzór.

$P_{hyd} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \qquad \eta = P_{hyd} / P_{el}$

Masz dostępne następujące parametry elektrowni:

- moc instalowana $P_0 = 160{,}2$ MW
- średnia roczna produkcja E = 739–747 GWh
- liczba turbozespołów n = 6
- typ turbin: Kaplana
- moc znamionowa hydrozespołu $P_{el1} = 27{,}8$ MW
- przełyk instalowany $Q_{el} = 2190\ m^3/s$
- rzędna piętrzenia x = 57,30 m n.p.m.
- spad znamionowy $H_{el} = 8{,}8$ m
- wysokość zapory h = 20 m.

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE:

Wyznaczamy sumę mocy generatorów, czyli turbozespołów: $P_{el} = n \cdot P_{el1} = 166\ 800$ kW

Podstawiamy dane do wzoru:

$\eta_{el} = 166\ 800 : (1000 \cdot 9{,}81 \cdot 2190 \cdot 8{,}8) = 0{,}88 = 88\%$

ODPOWIEDŹ: Sprawność elektrowni we Włocławku wynosi około 88%.

ZADANIE 3.

Wiedząc, że średnie zużycie energii elektrycznej na 1 gospodarstwo domowe w roku 2022 wyniosło 1848 kWh, oblicz maksymalną liczbę gospodarstw domowych, do których dostarczy energię elektryczną elektrownia we Włocławku.

(*Infrastruktura komunalna – energetyczna i gazowa w 2022 r.*, Główny Urząd Statystyczny, 14.09.2023, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/infrastruktura-komunalna-nieruchomosci/nieruchomosci-budynki-infrastruktura-komunalna/infrastruktura-komunalna-energetyczna-i-gazowa-w-2022-r-,16,1.html).

Elektrownię we Włocławku charakteryzują następujące parametry:

- przepływ wody (Q) – ilość wody przepływającej przez turbinę w m^3/s (przełyk instalowany): Q = V : t = 2190 m^3/s
- spadek wody H – różnica wysokości, przez którą spada woda, w metrach: H = 8,8 m
- sprawność turbiny i generatora (η) – zazwyczaj przyjmowana jako 0,7–0,9 (czyli 70–90%): η = 88%
- czas pracy – ile godzin dziennie elektrownia działa na pełnej mocy: t = 12 h.

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE:

Energia wyprodukowana przez elektrownię Włocławek:

$E = \Delta E_p \cdot \eta$

$E = W = m \cdot g \cdot H \cdot \eta$

Masa wody przepływająca przez turbinę:
$m = d \cdot V$, d – gęstość ($d = 1000 kg/m^3$),
V – objętość

$E = d \cdot Q \cdot t \cdot g \cdot H \cdot \eta = 2$ GWh

W ciągu roku $E_c = E \cdot 365 = 730$ GWh

$n = E_c : 1848$ kWh = 395 000

ODPOWIEDŹ: Elektrownia we Włocławku zasili 395 000 gospodarstw domowych.

EWALUACJA ZAJĘĆ

Uczniowie i uczennice mają za zadanie zapisać i dokończyć w zeszytach poniższe zdania:

- Na dzisiejszej lekcji dowiedziałem/dowiedziałam się…
- Najtrudniejsze dla mnie było…
- Zrozumiałem/zrozumiałam…
- Pytanie, które w trakcie zajęć przyszło mi do głowy, to…

Chętni prezentują swoje zdania na forum klasy.

ŹRÓDŁA

- *Micro-hydro power*, Practical Action, 2018, https://practicalaction.org/knowledge-centre/resources/micro-hydro-power-2
- *Tama Trzech Przełomów*, Wikipedia, 01.09.2025, http://pl.wikipedia.org/wiki/Zapora_Trzech_Przełomów
- *Przeczytaj – Zapora Trzech Przełomów*, ZPE, [b.d.], https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DTXgPsHE8
- *Infrastruktura komunalna – energetyczna i gazowa w 2022 r.*, Główny

Urząd Statystyczny, 2023, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/infrastruktura-komunalna-nieruchomosci/nieruchomosci-budynki-infrastruktura-komunalna/infrastruktura-komunalna-energetyczna-i-gazowa-w--2022-r-,16,1.html

- *Wysoka Tama*, Wikipedia, 18.03.2024, https://pl.wikipedia.org/wiki/Wysoka_Tama