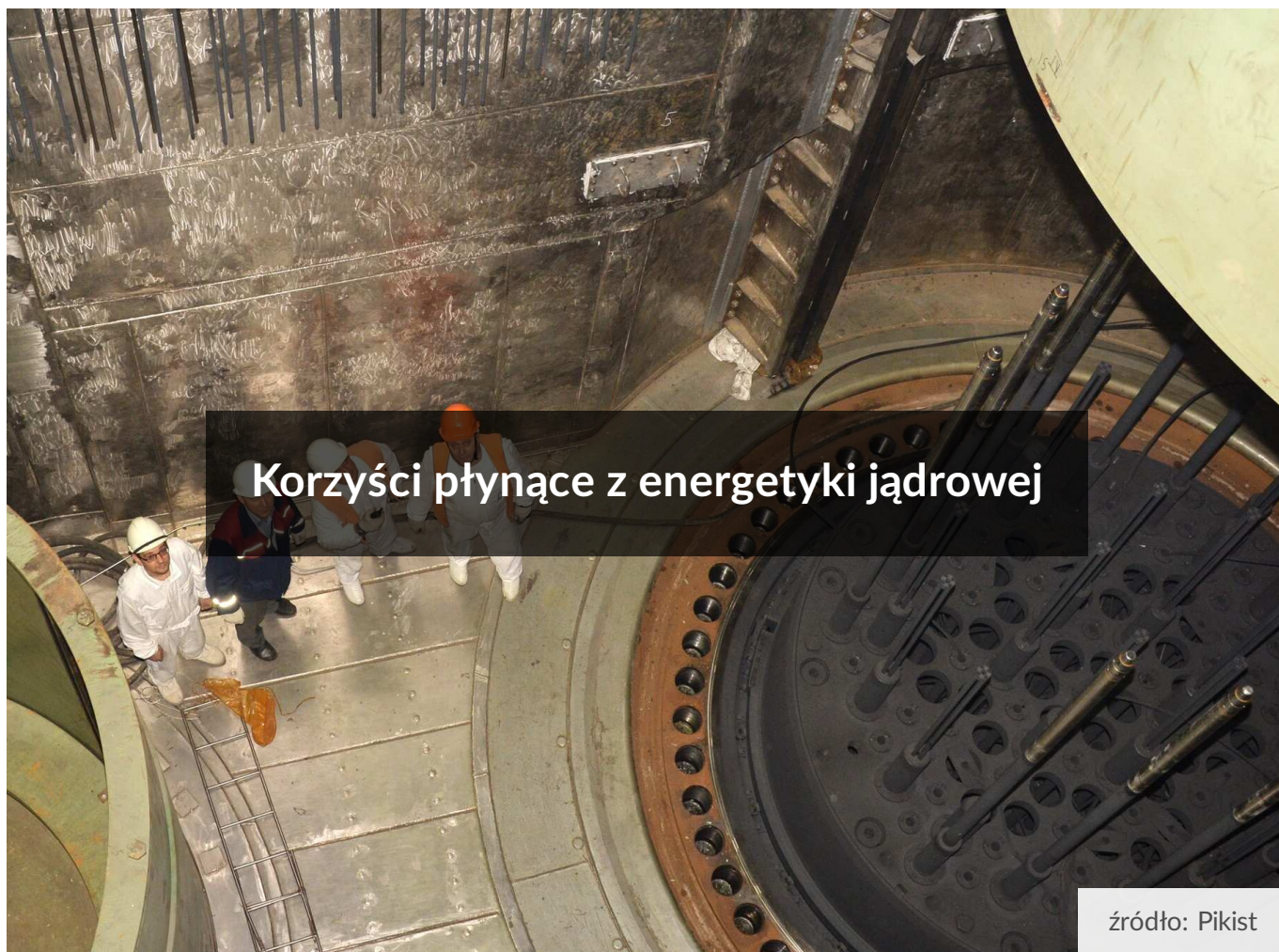




Korzyści płynące z energetyki jądrowej

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Czy to nie ciekawe ?

Budowa elektrowni jądrowej w Polsce jest zagadnieniem okresowo powracającym na łamy prasy. Temat nie jest nowy. Pierwsze dyskusje dotyczące potencjalnej budowy bloku jądrowego sięgają lat 50-tych ubiegłego stulecia. W latach 70-tych podjęto decyzję o budowie pierwszej elektrowni jądrowej. Obiekt miał stanąć nad jeziorem Żarnowieckim. Prace rozpoczęto w roku 1982. Postawiono część budynków, rozpoczęto rozbudowę infrastruktury drogowej. Budowę wstrzymano w roku 1986, czego bezpośrednią przyczyną była katastrofa elektrowni jądrowej w Czarnobylu. Efekt Czarnobyla na długo zatrzymał plany powstania elektrowni jądrowej w Polsce.

Pomysł powrócił dopiero w roku 2005. Ówczesny Rząd uchwalił dokument dotyczący polityki energetycznej Polski, w którym zaplanowano oddanie do użytku pierwszego bloku energetycznego w roku 2021. Decyzja Rządu zainicjowała falę dyskusji nad sensownością i bezpieczeństwem tego projektu. Aby nie ulegać manipulacjom, warto rozważyć korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej. W tym materiale znajdziesz pierwszą część tej dyskusji.

Twoje cele

- przeanalizujesz najważniejsze zalety energetyki jądrowej;

- porównasz energetykę jądrową z odnawialnymi źródłami energii;
- poznasz różnice pomiędzy energetyką jądrową a elektrowniami spalającymi paliwa kopalne.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Zalety energetyki jądrowej warto rozważać w kontekście innych źródeł energii. Najczęściej zestawia się ją z tak zwanymi konwencjonalnymi źródłami energii, czyli elektrowniami spalającymi paliwa kopalne, takie jak węgiel kamienny, brunatny czy gaz ziemny oraz z odnawialnymi źródłami energii (OZE), czyli fotowoltaiką, elektrowniami wodnymi lub farmami wiatrowymi.



Rys. 1. Elektrownia jądrowa Philippsburg w Niemczech. [źródło: Pixabay]

W naszym porównaniu uwzględnimy następujące aspekty:

- wpływ na klimat i środowisko,
- ilość zużytego paliwa i powstałych odpadów,
- stabilność,
- bezpieczeństwo.

Wpływ na klimat i środowisko

Najważniejszym i jednym z najambitniejszych celów, jakie obecnie stoją przed ludzkością, jest powstrzymanie zmian klimatycznych, polegających na wzroście średniej temperatury powietrza i oceanów. Krótko mówiąc, Ziemia się nagrzewa, czego negatywne skutki widzimy już dziś. Jest to spowodowane emisją gazów cieplarnianych, wskutek działalności człowieka. Powstrzymanie [globalnego ocieplenia](#) wymaga zahamowania emisji tych gazów do atmosfery, a przede wszystkim dwutlenku węgla. W praktyce oznacza to odejście od spalania paliw kopalnych, takich jak węgiel brunatny, kamienny czy ropa naftowa. Unia

Europejska zamierza osiągnąć neutralność klimatyczną do roku 2050, czyli na tyle zmniejszyć ilość CO₂ emitowanego w transporcie, przemyśle, energetyce i rolnictwie, aby była ona równoważona ilością dwutlenku węgla pochłoniętego przede wszystkim przez lasy. Zadanie jest niełatwe, ponieważ na przykład w Polsce, w roku 2020, 75% energii elektrycznej pozyskiwało się ze spalania węgla kamiennego i brunatnego.

Energetyka jądrowa, obok odnawialnych źródeł energii, jest technologią, w której nie jest emitowany dwutlenek węgla i z tego względu nie przyczynia się do wzrostu globalnego ocieplenia. W żadnym z procesów prowadzących do wytworzenia energii elektrycznej w elektrowni jądrowej nie jest emitowany dwutlenek węgla. Jedyny ślad węglowy elektrowni powstaje na etapie budowania i wyposażania obiektu. Sumaryczne emisje dwutlenku węgla w przeliczeniu na ilość pozyskanej energii są zbliżone do wartości dla odnawialnych źródeł energii. Zastosowanie energetyki jądrowej do pozyskiwania prądu elektrycznego daje szansę na osiągnięcie neutralności klimatycznej, a w konsekwencji na uniknięcie choć części skutków globalnego ocieplenia.

Ilość zużytego paliwa i powstałych odpadów

W porównaniu z chemicznym procesem spalania, **rozszczerzenie** atomów jest niezwykle wydajne. W jednym akcie rozszczepienia emitowana jest kilkadziesiąt milionów razy większa energia, niż w spalaniu jednego atomu węgla. To samo porównanie w skali makro jest następujące: jeden kilogram uranu naturalnego (nie wzbogaconego, czyli zawierającego zaledwie 0,7 % uranu ²³⁵U) dostarcza tyle energii, co spalanie 20 ton węgla kamiennego. Szacuje się, że do działania średniej elektrowni węglowej potrzeba około czterech pociągów węgla kamiennego na **dobę**. Dla porównania, elektrownia jądrowa o tej samej mocy potrzebuje zaledwie 40 ton paliwa **rocznie**, czyli kilka samochodów ciężarowych. Zarówno paliwo węglowe jak i uranowe należy wydobyć, przetworzyć i przetransportować do elektrowni. Zmniejszenie ilości paliwa o kilka rzędów wielkości niezwykle upraszcza wszystkie te procesy.

Podobnie odpady pochodzące z elektrowni jądrowej, jakkolwiek kłopotliwe i wymagające ścisłej kontroli, mają kilka tysięcy razy mniejszą objętość niż odpady pochodzące z elektrowni węglowej.

W przypadku odnawialnych źródeł energii nie mówimy o paliwie zasilającym elektrownię – jest nim promieniowanie słoneczne, woda lub wiatr. Jednakże interesujące jest zestawienie powierzchni, jaką muszą zajmować takie elektrownie, aby pokryć zapotrzebowanie na prąd elektryczny. Poniższa tabela, pochodząca z pracy Mark-Tiele Westra, Simon Kuyvenhoven *Energy, Powering Your World*, FOM - institute for Plasma physics Rijnhuizen, the Netherlands, 2002., prezentuje takie zestawienie dla elektrowni o mocy 1000 MW. Tyle wynosi moc średniej elektrowni węglowej. Dla porównania, największa polska elektrownia w Bełchatowie posiada moc ponad pięciokrotnie większą.

Źródło energii	Paliwo potrzebne do zasilenia elektrowni o mocy 1000 MW w ciągu roku	Porównanie
Biomasa	2000 km ² upraw	3 powierzchnie jeziora Geneńskiego (więcej, niż powierzchnia Krainy Wielkich Jezior Mazurskich)
Wiatr	2700 wiatraków o mocy 1,5 MW	486 km ² (4 powierzchnie jeziora Śniardwy)
Światło słoneczne	23 km ² paneli słonecznych na równiku	powierzchnia 2555 boisk piłkarskich
Gaz ziemny	1,2 km ³	objętość 47 piramid Cheopsa
Ropa naftowa	1,4 milionów ton	10 milionów baryłek ropy
Węgiel kamienny	1,5 miliona ton	ok. 26 000 wagonów towarowych
Rozczepienie jąder atomowych	35 ton paliwa jądrowego (dwutlenku uranu)	210 ton rudy uranowej

Myśląc o aspektach związanych z ekologią, warto mieć na uwadze ogromne powierzchnie, których wymaga produkcja energii ze źródeł odnawialnych.

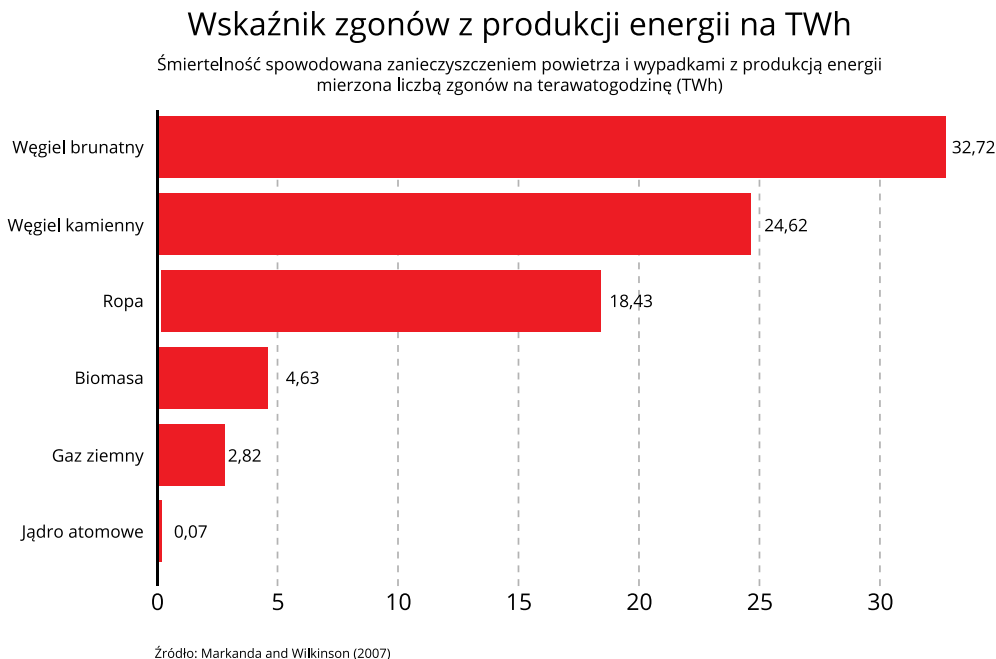
Stabilność

W przeciwieństwie do odnawialnych źródeł energii, elektrownie jądrowe są bardzo stabilne – ich praca nie jest uzależniona od warunków atmosferycznych, pory roku, czy dnia. Aktualne nasłonecznienie, czy siła wiatru nie ma dla nich żadnego znaczenia. Ilość wyprodukowanej energii elektrycznej może być dostosowywana do aktualnego zapotrzebowania. W przypadku odnawialnych źródeł energii ilość ta zależy od czynników zewnętrznych. Wyjątkiem są wiatraki pracujące na morzu, których moc jest relatywnie stała.

Bezpieczeństwo

Wbrew obiegowym opiniom, energetyka jądrowa jest najbezpieczniejszym (najrzadziej powodującym śmierć ludzi) spośród konwencjonalnych źródeł energii. Poniższy wykres prezentuje wskaźnik zgonów w przeliczeniu na 1 TWh energii elektrycznej, związanych z najpopularniejszymi sposobami pozyskiwania energii. Wskaźnik obejmuje zgony

spowodowane zarówno wypadkami związanymi z produkcją energii jak i towarzyszącym mu zanieczyszczeniem środowiska. W porównaniu z elektrowniami wykorzystującymi węgiel kamienny, brunatny, czy biomasę, elektrownie jądrowe w bardzo małym stopniu przyczyniają się do śmierci ludzi. Warto nadmienić, że odnawialne źródła energii mają zbliżony do elektrowni jądrowych, bardzo niski wskaźnik śmiertelności.



Rys. 2. Wskaźnik śmiertelności przypadający na 1 TWh energii elektrycznej pozyskanej z różnych typów elektrowni. Źródło: Markandya and Wilkinson (2007) <https://ourworldindata.org/energy>

Stawiając czoła wymaganiu drastycznego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla, a zarazem konieczności zapewnienia stałego dostępu do energii elektrycznej, powinniśmy skłonić się ku energetyce jądrowej. W połączeniu z odnawialnymi źródłami energii, jest to najbardziej stabilne i niezawodne źródło energii.

Słowniczek

globalne ocieplenie

(*ang.: global warming*) wzrost średniej temperatury powietrza i oceanów, spowodowany zwiększeniem się stężenia gazów cieplarnianych, przede wszystkim dwutlenku węgla, w atmosferze ziemskiej. Gazy te są odpowiedzialne za efekt cieplarniany, czyli pochłanianie promieniowania podczerwonego, które – zatrzymane w atmosferze – wpływa na wzrost temperatury planety. Efekt cieplarniany jest zjawiskiem naturalnym. Jednakże obserwowana w ostatnim stuleciu, spowodowana działalnością człowieka, zwiększona koncentracja gazów cieplarnianych powoduje niespotykane w historii globalne ocieplenie.

reaktor jądrowy

(*ang.: nuclear reactor*) urządzenie służące do przeprowadzania kontrolowanej reakcji łańcuchowej rozszczepienia oraz pozyskiwania uwolnionej w tym procesie energii.

rozszczerpie

(*ang.: fission*) przemiana jądrowa polegająca na rozpadzie jądra atomowego na dwa (czasami więcej) lżejsze fragmenty o zbliżonej masie, czemu towarzyszy emisja neutronów oraz uwolnienie energii. Rozszczepienie może zachodzić samoistnie (rozszczepienie spontaniczne) lub pod wpływem działania czynnika zewnętrznego, np. pochłonięcia neutronu lub protonu (rozszczepienie wymuszone).

śląd węglowy

(*ang.: carbon footprint*) całkowita suma emisji gazów cieplarnianych wywołanych bezpośrednio lub pośrednio przez daną osobę, organizację, wydarzenie lub produkt.

Grafika interaktywna

Korzyści płynące z energetyki jądrowej


Grafika interaktywna prezentuje elektrownię jądrową wraz z otaczającymi ją elementami. Pod każdą cyfrą ukryta jest nazwa elementu obiektu oraz jedna z zalet energetyki jądrowej.

Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Przytocz argumentację, którą nakłonisz przeciwników energetyki jądrowej do kontynuowania i rozwoju polskiego programu jądrowego. Jakie aspekty wydają Ci się najważniejsze?

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Aleksandra Fijałkowska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Korzyści płynące z energetyki jądrowej
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.

II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.

IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;

16) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

XI. Fizyka jądrowa. Uczeń:

10) opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;

19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

XII. Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa.

Uczeń:

16) opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. opisuje korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej; 2. ocenia wpływ energetyki jądrowej na klimat i środowisko naturalne; 3. wskazuje i ocenia argumenty przemawiające za i przeciw budowie elektrowni jądrowej w Polsce.
Strategie nauczania:	flipped classroom
Metody nauczania:	burza mózgów
Formy zajęć:	praca w grupie
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel wprowadza zagadnienie energetyki jądrowej w Polsce zarysowując historię polskiego programu jądrowego, zgodnie z fazą wprowadzającą e-materiału.	
Faza realizacyjna:	

Uczniowie zostają podzieleni na dwie grupy, których zadaniem jest przeprowadzenie debaty nad sensownością budowy elektrowni jądrowej w Polsce. Pierwsza z grup ma za zadanie przed lekcją zapoznać się z tekstem oraz grafiką interaktywną z tego materiału. Druga grupa zapoznaje się z materiałem „Zagrożenia płynące z energetyki jądrowej”. Uczniom sprawnie władającym językiem angielskim można polecić dostępną w sieci lekturę uzupełniającą: Mark-Tiele Westra, Simon Kuyvenhoven *Energy, Powering Your World*, FOM - institute for Plasma physics Rijnhuizen, the Netherlands, 2002.

Pozostałym uczniom można polecić:

<https://www.ncbj.gov.pl/deis/materialy-edukacyjne> (broszury Energetyka jądrowa).

Uczniowie przeprowadzają rozmowę dotyczącą planów budowy elektrowni jądrowej w Polsce w formie debaty oksfordzkiej. Postawioną tezą jest stwierdzenie, że Polska powinna zbudować elektrownię jądrową.

Nauczyciel może moderować dyskusję tak, aby zostały poruszone najważniejsze wątki.

Warto poświęcić szczególną uwagę aspektom związanym z globalnym ociepleniem i koniecznością drastycznych redukcji emisji CO₂ oraz powierzchniami zajmowanymi przez różne typy elektrowni, zgodnie z tabelą w części „Warto przeczytać”. Drugim ważnym aspektem jest wpływ energetyki jądrowej na środowisko w kontekście odpadów z elektrowni oraz potencjalne ryzyko związane z awarią.

Faza podsumowująca:

Wzorem tradycyjnej formuły debaty oksfordzkiej uczniowie głosują za lub przeciw postawionej tezie. Nauczyciel ocenia przygotowanie uczniów i ich zrozumienie problemu.

Praca domowa:

Brak pracy domowej.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów w czasie lekcji.