BOŚ FUNDACJA

POSTAW NA SŁOŃCE

Gosia Świderek

Transformacja energetyczna. Znaczenie i rozwiązania

Scenariusze lekcji dla szkół podstawowych i ponadpodstawowych

Spis treści:

1.0 Wstęp

2.0 Całkowite koszty energii z paliw kopalnych
Scenariusz dla klas 4–8 szkół podstawowych i ponadpodstawowych

ZAŁĄCZNIKI

1. Skutki wydobycia i spalania paliw kopalnych
2. Roczne globalne zużycie energii w podziale na źródła
3. Całkowita globalna emisja gazów cieplarnianych w podziale na źródła

3.0 Energia odnawialna przyszłością ludzkości
Scenariusz dla klas 4–8 szkół podstawowych i ponadpodstawowych

ZAŁĄCZNIKI

1a Korzyści z energetyki obywatelskiej opartej na OZE
1b Wpływ energii rozproszonej na bezpieczeństwo energetyczne
1c Dlaczego powinniśmy rozwijać prosumeryzm?
2 Zużycie energii pierwotnej według nośników energii w Polsce
3 Struktura pozyskania energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2023 r.
4 Struktura generacji energii elektrycznej w Polsce w 2024 r.
5 Karta wyników
6 Mapa miejscowości
7 Opis niskoemisyjnych źródeł energii
8 Mapy

1.0 **Wstęp**

Zmiana klimatu dotyka nas coraz silniej, a skutki globalnego ocieplenia odczuwają ludzie na całym świecie. Naukowcy są zgodni, że za kryzys związany ze zmianami klimatu odpowiada działalność człowieka. Mimo to emisja gazów cieplarnianych wciąż rośnie. Rok 2024 przyniósł nam kolejny niechlubny rekord globalnej emisji CO2 i rekordową koncentrację tego gazu w atmosferze. Średnie stężenie dwutlenku węgla w atmosferze osiągnęło 423,8 ppm (stan na 7 września 2025 r.) w porównaniu do 277 ppm w epoce przedprzemysłowej.

Rok 2004 przejdzie też do historii jako ten, w którym globalna średnia roczna temperatura wzrosła o ponad 1,5°C w porównaniu z czasami sprzed rewolucji przemysłowej. Choć wydaje się to niewiele, jest to różnica, przed której przekroczeniem od lat przestrzegali eksperci. Zwracali oni uwagę, że odtąd klimat Ziemi stanie się coraz bardziej nieprzewidywalny. Zmiana nastąpiła szybciej, niż ktokolwiek sądził. To ostatni moment, żeby spowolnić kryzys. W tym celu ludzkość musi drastycznie obniżyć emisję gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla, metan czy tlenki azotu.

Najważniejszym antropogenicznym źródłem gazów cieplarnianych jest spalanie paliw kopalnych: węgla, ropy i gazu ziemnego, przede wszystkim w sektorze energetycznym i transporcie. Za ¼ światowej emisji gazów cieplarnianych odpowiadają:

- rolnictwo (hodowla zwierząt gospodarskich oraz intensywne użytkowanie gleb rolniczych),
- przemysł (głównie produkcja cementu i chemikaliów),
- składowiska odpadów,
- zmiana użytkowania gruntów (na przykład wylesianie czy osuszanie mokradeł).

Powinniśmy pilnie redukować emisję w każdym z tych sektorów. Matematyka pokazuje, że prawdziwa walka ze zmianą klimatu toczy się jednak na polu energii. Pilnie potrzebujemy globalnej transformacji energetycznej, odejścia od spalania węgla czy ropy i rozwoju energetyki odnawialnej, a także poprawy efektywności energetycznej. To zadanie zarówno dla rządów i przedsiębiorstw energetycznych, jak i dla każdego z nas. Możemy nie tylko stać się świadomymi konsumentami energii, lecz także prosumentami, którzy produkują energię na własne potrzeby.
Czasu na spowolnienie globalnego ocieplenia jest coraz mniej. Na szczęście na całym świecie inwestycje w czyste źródła energii przyspieszają. Eksperci z Fundacji Instrat szacują, że w 2040 r. krajowe zapotrzebowanie na energię elektryczną może w aż 84% pokryć energia z odnawialnych źródeł energii. Potrzeba tylko dobrej woli.

2.0 Całkowite koszty energii z paliw kopalnych

Cel ogólny: przedstawić, jak korzystanie z paliw kopalnych wpływa na klimat, zdrowie i środowisko z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych

Cele operacyjne

Uczennica/uczeń:

- wymienia paliwa kopalne i ich zastosowanie,
- omawia wpływ wydobycia i spalania paliw kopalnych na klimat Ziemi i środowisko przyrodnicze,
- wyjaśnia, jakie koszty środowiskowe, zdrowotne, społeczne i polityczne wiążą się z korzystaniem z paliw kopalnych,
- rozumie pojęcie kosztów eksternalizowanych i wymienia przykłady takich kosztów w kontekście energetyki węglowej.

Czas: 45–60 minut

Przedmioty: geografia, wiedza o społeczeństwie, chemia

Potrzebne materiały:

- jeden lub kilka arkuszy papieru pakowego
- wydruki z załącznika 1 (w zależności od metody pracy pocięte na paseczki lub nie, tyle ile jest grup)
- mazaki
- klej do papieru
- nożyczki (ewentualnie)
- małe karteczki typu post-it lub inne podobnej wielkości
- opcjonalnie: wydruki z załącznika 2 i 3 lub sprzęt do ich wyświetlenia

Przebieg zajęć:

Przygotowanie

Przed zajęciami lub na początku zapisz na tablicy następujące pojęcia:

- astma
- tąpnięcia,
- brak śniegu zimą,
- udar cieplny,
- nawalne deszcze,
- wzrost cen żywności,
- wojny,
- lej depresyjny,
- pożary,
- droższe ubezpieczenia,
- zakwaszenie oceanów.

Być może uczniowie nie znają lub nie rozumieją niektórych pojęć – to okazja, aby je poznać lub się z nimi osłuchać. Listę możesz uzupełnić o inne aktualne lub bliskie wam zagadnienia związane z wydobywaniem i spalaniem paliw kopalnych i zmianą klimatu.

Wskazówka

Nie wyjawiaj uczniom, czego dotyczą te słowa. To ich zadaniem będzie znalezienie dla nich wspólnego mianownika. W razie potrzeby postaraj się naprowadzić ich na poprawną odpowiedź. Niech wspólnie znajdą powiązanie z tematem lekcji.

Powiedz uczniom

Poproś uczniów o krótkie przypomnienie, co zaliczamy do paliw kopalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny oraz torf) i jakie jest zastosowanie każdego z nich.

Dla nauczyciela

Zwróć uwagę na to, czy w wypowiedziach uczniów pojawiły się dwie kluczowe cechy paliw kopalnych:

- są nieodnawialne (z ludzkiej perspektywy czasu) i wyczerpywalne,
- ich spalanie wiąże się z ogromnymi kosztami środowiskowymi.

W razie potrzeby przypomnij lub wyjaśnij, że paliwa kopalne, które tak intensywnie wydobywamy i spalamy od zaledwie około 160 lat, powstały w wyniku procesów geologicznych trwających miliony lat. Węgiel powstał ze szczątków roślinnych:

- brunatny – około 40–50 mln lat temu,
- kamienny – 250–350 mln lat temu.

Ropa naftowa i gaz ziemny powstały w podobnym czasie ze szczątków zoo- i fitoplanktonu, czyli mikroskopijnych organizmów zwierzęcych, roślinnych, glonów i sinic żyjących w morzu. Torf jest znacznie młodszy, ale również potrzebuje tysięcy lat i odpowiednich warunków, aby się odtworzyć, dlatego zaliczamy go do źródeł nieodnawialnych.

Każde z tych paliw ma inne właściwości, inne są też możliwości jego przechowywania i transportu. Łączy je to, że w wyniku spalania emitują znaczną ilość gazów cieplarnianych, które w konsekwencji spowodowały krytyczne zmiany w klimacie Ziemi.[1]

1. Scenariusz zajęć przybliżający mechanizm efektu cieplarnianego oraz źródłach gazów cieplarnianych znajdziesz zbiorze pt. Klimatyczny stan wyjątkowy pod. red. G. Świderek, wyd. ODE Źródła, Łódź 2024, https://www.zrodla.org/assets/pdf/klimatyczny-stan-wyjatkowy-scenariusze-zajec.pdf

Do najważniejszych antropogenicznych źródeł gazów cieplarnianych, poza spalaniem paliw kopalnych, należą:

- rolnictwo (hodowla zwierząt gospodarskich oraz intensywne użytkowanie gleb rolniczych i zużycie energii),
- przemysł (głównie produkcja cementu i chemikaliów),
- składowiska odpadów.
- zmiana użytkowania gruntów (wylesianie, osuszanie mokradeł).

Łącznie odpowiadają one za ¼ światowych emisji gazów cieplarnianych[2]. Za pozostałe odpowiada sektor energetyczny, który wciąż opiera się w większości na spalaniu paliw kopalnych. Aż 86% globalnego miksu energetycznego pochodzi z ropy, węgla i gazu[3].

Wskazówka

Jeśli masz na to czas, możesz pokazać uczniom wykresy z załącznika 2 i 3. Prezentują one roczne globalne zużycie energii oraz całkowitą globalną emisję gazów cieplarnianych – z podziałem na źródła.

Powiedz uczniom

Przekaż uczniom, że zajmiecie się teraz zdiagnozowaniem skutków wydobycia i spalania paliw kopalnych. Wyjaśnij, że stworzycie mapę myśli, która obrazuje i porządkuje to zagadnienie.

2. https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors

3. Statistical Review of World Energy 2025, https://www.energyinst.org/statistical-review

Przygotowanie

Przygotuj materiały: duże arkusze papieru, mazaki, a także wydruki z załącznika, klej i nożyczki.

Na środku arkusza napiszcie dużymi literami „Skutki wydobycia i spalania paliw kopalnych”.

Wskazówka - warianty pracy

W zależności od wieku, wiedzy i możliwości uczniów zaproponuj wybraną metodę pracy. Mogą oni pracować w mniejszych grupach lub wykonać jedną wspólną mapę. Możesz:

- poprosić, aby stworzyli mapę samodzielnie i od podstaw, począwszy od wymyślenia jej struktury, aż po wskazanie konkretnych skutków i ich wzajemnych zależności,
- omówić lub podpowiedzieć, jak tak struktura mogłaby wyglądać (np. osobno skutki wydobycia i skutki spalania; podział na skutki zdrowotne, ekonomiczne, gospodarcze, środowiskowe, społeczne; skutki długo- i krótkoterminowe, lokalne i globalne itp.), i polecić uczniom, aby uzupełnili poszczególne ramiona mapy o kolejne odnogi,
- wspólnie z uczniami wypisać na karteczkach skutki, pogrupować je, dopisać do nich kategorie i tak przykleić na mapę (możecie uzupełnić je o przykłady skutków opisane w załączniku do scenariusza),
- od początku skorzystać z materiału zawartego w załączniku – wycięte wcześniej paski z przykładami skutków rozdać uczniom, tak aby po zapoznaniu się z nimi stworzyli z nich logiczną mapę myśli, uzupełniając o kategorie i połączenia wskazujące na wzajemne zależności.

Dla nauczyciela - cel ćwiczenia

Mapa ma zwrócić uwagę uczniów na to, jak wielorako wykorzystanie paliw kopalnych wpływa na życie na Ziemi, jak bardzo skutki te się wzajemnie napędzają i wzmacniają i jak wielu dziedzin życia dotyczą.

Powiedz uczniom

Gdy mapa lub mapy będą gotowe, wspólnie zastanówcie się, które koszty środowiskowe, zdrowotne, społeczne są uwzględnione w cenie energii z paliw kopalnych.

Dla nauczyciela - nowe pojęcie

Wprowadź pojęcie eksternalizacji kosztów. Wyjaśnij, że są to koszty (na przykład produkcji), które musi zapłacić ktoś inny.

Powiedz uczniom - przykład

Możesz to wyjaśnić na bliskim uczniom przykładzie odzieży.

Dzisiaj nowy t-shirt można kupić nawet za 5 zł, a spodnie za 20 zł. Skąd taka niska cena koszulek czy dżinsów? Czy w cenie produktu znajdują się wszystkie koszty związane z ich produkcją i utylizacją?

Zacznijmy od niskiej jakości materiałów syntetycznych (np. wytworzony z ropy poliester). Tkaniny takie są nietrwałe, wydziela się z nich mikroplastik zanieczyszczający środowisko, a zawarte w nich toksyczne chemikalia zagrażają zdrowiu osób zatrudnionych przy produkcji oraz konsumentów. Nawet jeśli materiał jest naturalny (np. bawełna), to intensywna uprawa wiąże się z ogromnym zużyciem wody i nawozów sztucznych.

Kolejny problem to niehumanitarne warunki pracy, często zagrażające życiu i zdrowiu – wyzyskiwanie pracowników pozwala zredukować cenę produktu.

Z fast fashion wiąże się też problem ogromnej ilości odpadów. Odzież jest złej jakości, nietrwała, a moda zmienia się zbyt szybko. Jeśli uwzględnilibyśmy te wszystkie koszty związane z produkcją, użyciem i utylizacją odzieży, okazałoby się, że byłaby ona znacznie droższa i trudniej byłoby dokonywać impulsywnych zakupów i martwić się o przepełnioną szafę.[4]

Powiedz uczniom - przykład

Analogicznie jest z produkcją energii z paliw kopalnych. Poproś uczniów, aby spojrzeli na swoje mapy i zastanowili się, które skutki są rekompensowane przez kopalnie, firmy paliwowe i koncerny energetyczne. Poproś, aby w jakiś sposób je oznaczyli (np. gwiazdką lub podkreśleniem). Jak wiele udało się znaleźć takich przykładów?

Dla nauczyciela - kontekst

W rozmowach na temat transformacji energetycznej, rozwoju energetyki odnawialnej czy ograniczania wydobycia węgla często pada zwodniczy argument o „taniej energii z węgla”[5]. Zasoby węgla, łatwo dostępnego do eksploatacji, są coraz mniejsze, a co za tym idzie – jego wydobycie jest coraz droższe. Polskie górnictwo węglowe jest nierentowne i co roku Polacy dokładają się ze swoich podatków do działania kopalni. W roku 2025 będzie to około 9 mld zł[6]. Te koszty łatwo za-

4. Więcej przykładów eksternalizacji kosztów znajdziesz na stronie: https://ziemianarozdrozu.pl/przenoszenie-kosztow-na-innych/.

5. https://pl.boell.org/pl/2016/06/21/ksztaltowane-cen-ukryte-subwencje-jawne-rachunki

6. https://demagog.org.pl/wypowiedzi/doplaty-do-

uważyć. Trudniej oszacować koszty środowiskowe, zdrowotne i społeczne, które ponosimy obecnie i będziemy ponosić w przyszłości.

Powiedz uczniom

Poproś uczniów, aby patrząc na mapę myśli, wymienili kilka kosztów przerzuconych na społeczeństwo. Są to na przykład:

- koszty leczenia chorób wynikających z powietrza zamieszczonego pyłami (smog) i toksycznymi substancjami uwalniającymi się w trakcie spalania węgla, ropy czy gazu albo uwalnianymi z hałd,
- koszty leczenia chorób związanych ze zmianą klimatu, np. udarów cieplnych,
- koszty ekonomiczne związane z nieobecnością w pracy,
- koszty społeczne przedwczesnych śmierci,
- koszty leczenia ofiar ekstremalnych zjawisk pogodowych[7].

Przykłady można mnożyć, a ich wielość uświadamia, jak bardzo niedoszacowany jest prawdziwy koszt korzystania z paliw kopalnych.

-gornictwa-w-2025-roku-ile-dolozymy-do-wydobycia-wegla/

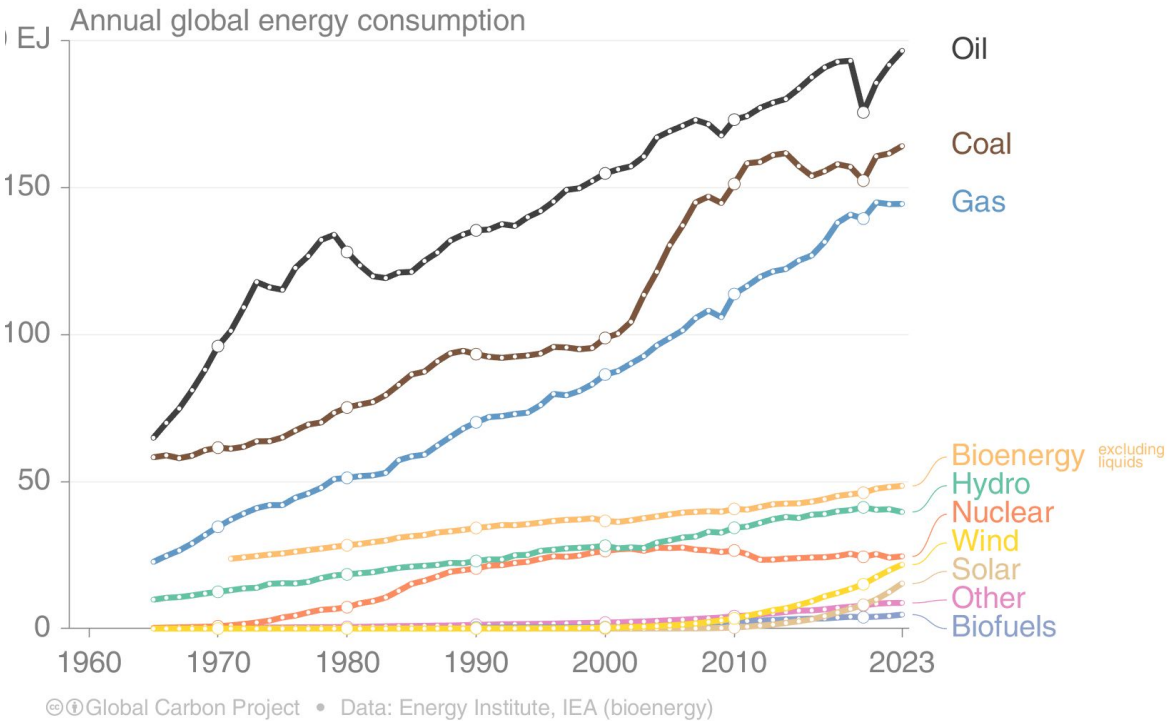
7. https://pl.boell.org/pl/2016/06/21/zdrowie-drobny-pyl-wielkie-szkody

Załącznik 1. Skutki wydobycia i spalania paliw kopalnych

brak stabilnej pogody wpłynie na turystykę i rolnictwo	braki w dostępie do wody pitnej
choroby związane z brakiem czystej wody	depresja klimatyczna
erozja wybrzeży spowodowana podnoszeniem poziomu oceanów	hałas generowany przez prace wydobywcze
katastrofy ekologiczne: wybuchy, pożary, wycieki ropy skutkujące długotrwałym skażeniem środowiska	konflikty i wojny o zasoby (np. dostęp do wody, ropy)
migracje z terenów długotrwałych susz czy obszarów podtopionych	nowe choroby odzwierzęce i choroby wirusowe
nowe szkodniki roślin oraz choroby roślin	pogorszenie dostępu do edukacji
osiadanie i zapadanie się powierzchni terenu oraz wstrząsy sejsmiczne na terenach górniczych, które uszkadzają budynki, drogi, powodują straty w infrastrukturze (gazociągi, wodociągi, kanalizacja)	powstawanie lejów depresyjnych w wyniku odwadniania złóż węgla: wysychanie rzek, wysychanie studni, przesuszenie gleby, a co za tym idzie – obniżenie plonów w rolnictwie
pogorszenie jakości gleb: erozja, spadek zawartości materii organicznej	pogorszenie się samopoczucie, wzrost stresu
powodzie	pożary
przekształcenia krajobrazu na terenach górniczych: wyrobiska (ogromne zagłębienia), hałdy i zwałowiska, niecki, zapadliska	rozprzestrzenianie się inwazyjnych gatunków obcych
przerwy w dostępie do energii elektrycznej	przesunięcie i zanikanie pór roku
rozprzestrzenianie się chorób tropikalnych	spadek możliwości budowania muszli i szkielecików organizmów morskich
susza	topnienie lodowców
topnienie morskiej pokrywy lodowej	topnienie wiecznej zmarzliny
uchodźcy klimatyczni	upały
utrudnienia w turystyce zimowej ze względu na brak śniegu oraz letniej przez ekstremalne upały	wprowadzenie nowych odmian roślin uprawnych

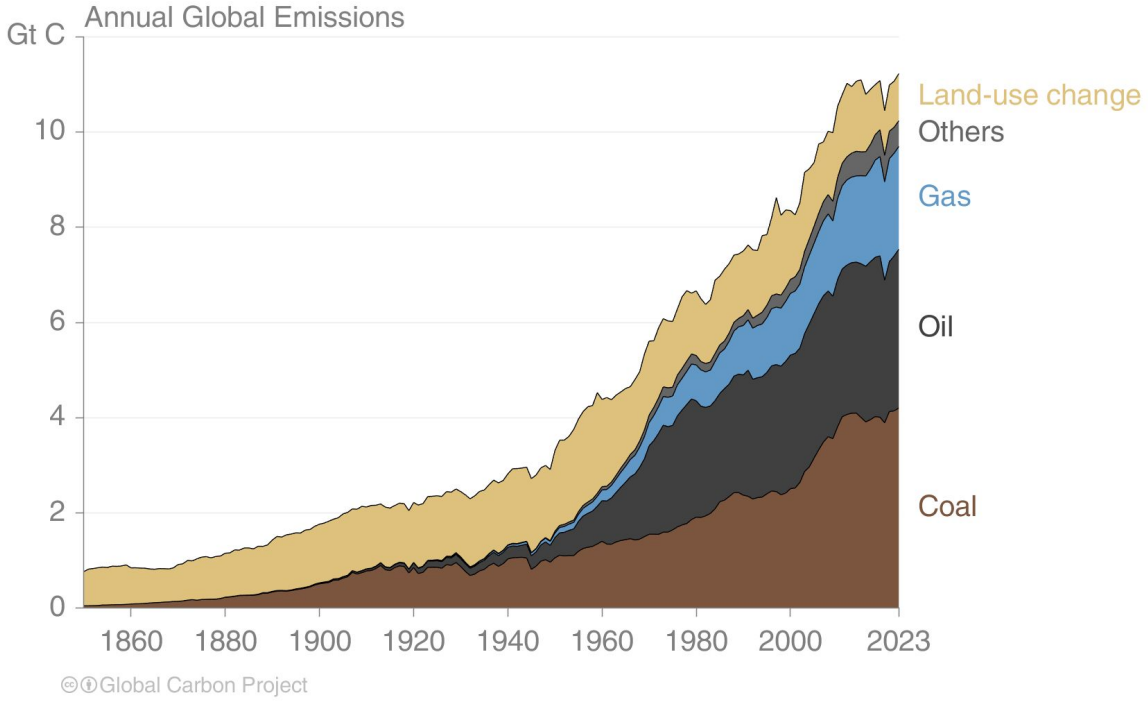
przymusowe wysiedlenia ludności z terenów wydobycia węgla czy ropy	wzrost cen żywności
wzrost nierówności między krajami (biedne kraje biednieją jeszcze bardziej)	wzrost poziomu mórz i oceanów
wzrost temperatury mórz i oceanów	wzrost umieralności związany z wysokimi temperaturami latem
zaburzenia obiegu wody w przyrodzie (większe parowanie)	zakwaszenie oceanów
zalania obszarów nadmorskich	zamieranie koralowców
zanieczyszczanie mórz i oceanów wyciekami ropy	zatopienie krajów wyspiarskich
zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami zawierającymi substancje toksyczne (tlenki siarki i azotu, chlor, kadm, ołów, pary rtęci, metale ciężkie)	zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych m.in. sodem, potasem, azotem amonowym, żelazem, chlorkami, siarczanami, barem, borem, pochodzącymi z odwadniania zakładów górniczych
zmiany rozkładu prądów i kierunków wiatrów	zmiany stosunków wodnych, rzeźby terenu oraz dewastacja szaty roślinnej i gleby
zmiany w rozmieszczeniu gatunków i zakłócenia w łańcuchach pokarmowych	zmniejszenie bioróżnorodności
zmniejszenie plonów rolnych przez wysokie temperatury, niedobór wody i ekstremalne zjawiska pogodowe	zniszczenia budynków i infrastruktury (drogi, linie przesyłowe itp.) w wyniku ekstremalnych zjawisk pogodowych
zmniejszenie różnorodności biologicznej	zmniejszenie wydajności i rentowności wszystkich sektorów gospodarki
zwałowiska odpadów wydobywczych i przeróbczych (popiół, żużel) będące źródłem pyłów i zanieczyszczeń wody	zwiększenie głodu na świecie
zwiększenie kosztów ubezpieczeń	zwiększenie skutków alergii
zwiększona liczba przypadków chorób i zgonów związanych z falami upałów	zwiększone ryzyko wypadków spowodowanych ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi (powodzie, pożary, burze)
naruszenia prawa człowieka do żywności i wody wskutek eksploatacji złóż węgla, ropy i gazu	choroby zawodowe górników związane z zapyleniem oraz wypadki w kopalniach, często związane z oszczędnościami i nieprzestrzeganiem standardów bezpieczeństwa

Załącznik 2. Roczne globalne zużycie energii w podziale na źródła



Źródło: Energy Institute 2024; Global Carbon Project 2024, https://globalcarbonbudget.org/gcb-2024/

Załącznik 3. Całkowita globalna emisja gazów cieplarnianych w podziale na źródła



Źródło: Energy Institute 2024; Global Carbon Project 2024, https://globalcarbonbudget.org/gcb-2024/

3.0 Energia odnawialna przyszłością ludzkości

Cel ogólny: przedstawić źródła energii alternatywne wobec kopalnych jako rozwiązanie dla transformacji energetycznej

Cele operacyjne

Uczennica/uczeń:

- wyjaśnia własnymi słowami, czym jest transformacja energetyczna,
- rozumie, dlaczego transformacja energetyczna jest koniecznością, i podaje argumenty na poparcie tej tezy,
- omawia kierunki działań konieczne do przeprowadzenia transformacji i podaje przykłady konkretnych rozwiązań,
- rozumie znaczenie poprawy efektywności energetycznej,
- odczytuje i analizuje dane z wykresów,
- rozumie skrótowiec OZE i pojęcie prosument oraz posługuje się nimi,
- rozumie pojęcie energetyka scentralizowana i rozproszona,
- wyjaśnia zalety energetyki rozproszonej,
- analizuje możliwości wykorzystania poszczególnych źródeł energii w różnych regionach kraju, uwzględniając wady i zalety tych źródeł.

Czas: 2 x 45 minut

Przedmioty: wiedza o społeczeństwie, fizyka, geografia, podstawy przedsiębiorczości

Potrzebne materiały:

- rzutnik lub tablica multimedialna do prezentacji danych
- papier do notatek A4
- załącznik 1 powielony w kilku egzemplarzach
- materiały z załączników 5–8 w ilości odpowiadającej liczbie 4–5-osobowych zespołów
- długopisy lub ołówki

Przebieg zajęć:

Powiedz uczniom

Poproś uczniów, aby krótko przypomnieli, jakie są główne źródła antropogenicznych gazów cieplarnianych oraz najważniejsze skutki zmiany klimatu. Po staw pytanie, co ludzkość powinna zrobić natychmiast, aby nie pogłębiać kryzysu, skoro do katastrofy klimatycznej doprowadziło spalanie paliw kopalnych. Zapytaj uczniów, czy spotkali się kiedyś z pojęciem transformacji energetycznej. Poproś, aby spróbowali je zdefiniować i opisać własnymi słowami.

Wskazówka

W razie potrzeby wyjaśnij, że według słownika języka polskiego słowo transformacja oznacza ‘przemianę’. Co w takim razie znaczy transformacja energetyczna?

Powiedz uczniom - definicja

Odczytaj (a najlepiej wyświetl na ekranie) podaną tu definicję i poproś uczniów o wskazanie najważniejszych kierunków celów i elementów transformacji energetycznej. Wspólnie omówcie te elementy.

Transformacja energetyczna jest to proces przechodzenia z wysokoemisyjnej gospodarki opartej na paliwach kopalnych na gospodarkę zrównoważoną, wykorzystującą odnawialne źródła energii (OZE), takie jak energia słoneczna, wiatrowa czy wodna. Głównym celem transformacji energetycznej jest walka ze zmianą klimatu przez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych ale efektem będzie również mniejsze zużycie zasobów, zmniejszenie ilości zanieczyszczeń, a co za tym idzie – poprawa zdrowia ludzi, zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego przez uniezależnienie się od importu paliw kopalnych oraz rozproszenie produkcji energii.

Aby transformacja się dokonała, potrzeba wielu równoległych działań, takich jak:

- dekarbonizacja sektora energetycznego (odejście od węgla) i rozwój energetyki odnawialnej,
- poprawa efektywności energetycznej, tak aby energia się nie marnowała,
- inwestycje w infrastrukturę (inteligentne sieci energetyczne, modernizacja systemu przesyłania i dystrybucji energii, tworzenie magazynów energii),
- rozwój zrównoważonej produkcji (nowe niskoemisyjne technologie, produkcja dóbr z mniejszym zużyciem zasobów i energii),
- zmniejszenie emisji w transporcie przez poprawę efektywności paliwowej, korzystanie z paliw innych niż ropa, rozwój komunikacji zbiorowej,
- promocja w społeczeństwie postaw ekologicznych i zmiana nawyków konsumenckich[8].

Dla nauczyciela

Zwróć uwagę uczniów, że transformacja dotyczy zarówno produkcji energii elektrycznej, jak i energii cieplnej wykorzystywanej do ogrzewania budynków, a także transportu, przemysłu. Bardzo ważnym jej elementem jest także poprawa efektywności energetycznej na każdym poziomie – począwszy od ogólnokrajowego, aż po osoby indywidualne – oraz zaangażowanie całego społeczeństwa.

8. A. Kassenberg, E. Świerkula, Polska niskoemisyjna. Od idei do działania, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2015, https://pl.boell.org/sites/default/files/niskoemisyjna_polska.pdf.

Powiedz uczniom

Poproś uczniów, aby wymienili osoby (lub grupy osób) odpowiedzialne za skuteczne przeprowadzenie transformacji energetycznej.

Zapisuj odpowiedzi na tablicy lub na osobnych kartkach formatu A4 w zależności od tego, z jaką klasą pracujesz i jaką formę dalszej pracy wybierzesz.

Wariant 1

W pierwszym przypadku poproś, aby uczniowie podali przykłady działań czy zakresu odpowiedzialności każdej z grup lub osób wymienionych na tablicy.

Wariant 2

W drugim przypadku podziel uczniów na tyle grup, ilu wymienili interesariuszy. Rozlosuj kartki z ich nazwami, po czym poproś uczniów, aby podali działania, które dany interesariusz może podjąć. Kiedy każda grupa wpisze swoje pomysły, przekazuje swoją kartkę grupie po prawej stronie, a ta uzupełnia pomysły kolegów i koleżanek. Następnie kartki przechodzą do kolejnych grup.

Dla nauczyciela

Przykładowe odpowiedzi:

- prezydent kraju – może podpisać ustawę ułatwiającą inwestycje w energetykę odnawialną,
- parlamentarzyści – nowelizują prawo budowlane, podnosząc normy środowiskowe,
- rząd – realizuje program modernizacji kolei,
- samorząd – podczas remontów budynków użyteczności publicznej (szkół, urzędów) wykonuje ich termomodernizację,
- dyrektor szkoły – wymienia oświetlenie na energooszczędne,
- fabryka – modernizuje linię produkcyjną, tak aby była bardziej wydajna,
- rolnik – stawia na polu wiatrak,
- mieszkaniec domu – montuje na dachu kolektor słoneczny,
- gmina – do oświetlania ulic wykorzystuje latarnie zasilane energią z paneli słonecznych,
- linie lotnicze – optymalizują samoloty, tak aby spalały mniej paliwa,
- firma transportowa – wymienia flotę samochodów na hybrydowe,
- osoba indywidualna – rezygnuje z SUV-a na rzecz mniejszego i mniej energochłonnego samochodu, inna dociepla dom, a jeszcze inna – zmienia dostawcę prądu na takiego, który oferuje energię z OZE.

Podkreśl, jak wiele zależy od wiedzy i świadomości pojedynczych osób: właściciela domu, właściciela firmy, zarządzającego instytucją, rolnika, urzędnika. Eksperci zwracają uwagę na to, jak wielkie znaczenie dla gotowości do zmian ma świadomość problemu marnotrawstwa energii i związanych z tym strat finansowych[9]. Przede wszystkim musimy wiedzieć, ile w rzeczywistości zużywamy energii (zarówno elektrycznej, jak i cieplnej), a następnie jak możemy zmniejszyć swoją emisję gazów cieplarnianych (i rachunki).

Aby skutecznie minimalizować zużycie energii w domu, warto wiedzieć, że najwięcej energii pochłania kolejno:

- ogrzewanie pomieszczeń (ponad 60%),
- ogrzewanie wody,
- gotowanie posiłków,
- oświetlenie,
- zasilanie urządzeń elektrycznych[10].

9. A. Bator, W. Kukuła, Rola konsumenta w transformacji energetycznej, Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, Warszawa 2016.

10. Efektywność wykorzystania energii

Wskazówka

Oprócz bardziej oszczędnego korzystania z energii i docieplenia domu warto przyjrzeć się swojemu dostawcy energii i sprawdzić, jaki procent naszej energii pochodzi ze źródeł odnawialnych. Warto porównać te wartości z ofertami innych dostawców.

Ustawa Prawo energetyczne (Dz.U.2024.266) Sprzedawca energii elektrycznej informuje swoich odbiorców o strukturze paliw zużytych lub innych nośników energii służących do wytworzenia energii elektrycznej sprzedanej przez niego w poprzednim roku kalendarzowym oraz o miejscu, w którym są dostępne informacje o wpływie wytwarzania tej energii na środowisko, co najmniej w zakresie emisji dwutlenku węgla i radioaktywnych odpadów[11].

Poproś uczniów, aby w domu przeanalizowali swoje rachunki za prąd i zachęcili rodziców do porównania ofert różnych dostawców. Konsument ma prawo do swobodnego wyboru dostawcy energii, a także do jego łatwej i szybkiej zmiany[12].

Powiedz uczniom

Wyjaśnij uczniom, że kolejnym krokiem może być inwestycja w OZE i zamontowanie paneli, kolektora czy wiatraka, czyli zmiana z konsumenta w prosumenta. Zapytaj uczniów, czy spotkali się z tym pojęciem.

Dla nauczyciela - definicja

Jeśli nie – wyjaśnij, że słowo prosument to połączenie słów producent oraz konsument. W przypadku energii prosument zarówno używa energii, jak i ją produkuje, a nadwyżki odsprzedaje do sieci energetycznej. Prosumentem może być osoba prywatna, instytucja (np. szkoła, szpital, przedsiębiorstwo), a energetyka może rozwijać się w każdym miejscu.

Taka prosumencka energetyka, zwana też obywatelską, odgrywa ważną rolę w transformacji energetycznej z wielu powodów, które omówimy w drugiej części zajęć poświęconej niskoemisyjnym sposobom produkcji energii i możliwościom ich wykorzystania w Polsce.

Powiedz uczniom

Pokaż uczniom wykres przedstawiający zużycie energii pierwotnej według nośników energii w Polsce (załącznik 2). Zwróć uwagę na to, że to paliwa kopalne stanowią przytłaczającą większość. Wyraźnie zmniejsza się jednak udział węgla kamiennego i brunatnego. Udział energii ze źródeł odnawialnych (OZE) wyniósł w 2023 r. 24,5%. Możemy również zauważyć, że zmniejsza się całkowite zużycie energii pierwotnej.

Wyświetl wykres z załącznika 3, przedstawiający strukturę pozyskania energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych (OZE) w Polsce w 2023 r. Zwróć uwagę, że największą rolę odgrywają tu biopaliwa (61%), czyli drewno opałowe, odpady drewniane z leśnictwa i przemysłu drzewnego, a także słoma i pozostałości z rolnictwa. Biopaliwa wykorzystuje się do produkcji ciepła, a także energii elektrycznej.

w latach 2013–2023, Główny Urząd Statystyczny, https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/9/8/1/efektywnosc_wykorzystania_energii_w_latach_20132023.pdf.

11. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19970540348/U/D19970348Lj.pdf.

12. Zbiór praw konsumenta energii elektrycznej opracowany przez Urząd Regulacji Energetyki, https://www.ure.gov.pl/download/9/15594/Zbiorprawkonsumentaenergiielektrycznej.pdf.

Dla nauczyciela

Jeśli jednak przyjrzymy się danym dotyczącym wyłącznie produkcji energii elektrycznej, proporcje wyglądają zgoła inaczej.

Powiedz uczniom

Wyświetl uczniom wykres z załącznika 4 (Struktura generacji energii elektrycznej) lub jego interaktywną wersję ze strony https://www.forum-energii.eu/2024_wrapped. W animowanej wersji wykresu zauważymy, że w miksie energetycznym Polski sukcesywne zmniejsza się udział węgla. W 2024 r. z węgla kamiennego i brunatnego wyprodukowano łącznie 57% energii elektrycznej (w roku 2015 było to ponad 80%). Jednocześnie wzrósł udział OZE – blisko ⅓ prądu (29,6%) powstała z energii odnawialnej. Najważniejszym źródłem odnawialnym były farmy wiatrowe, które odpowiadały za 14,7% powstałej energii.

Dla nauczyciela

Wyjaśnij, że mimo obserwowanego rozwoju energetyki niskoemisyjnej paliwa kopalne wciąż dominują, a obecny model energetyki w Polsce jest silnie scentralizowany, jednorodny i mało demokratyczny. Dominującą rolę na rynku energii odgrywa kilka dużych przedsiębiorstw energetycznych, które jednocześnie zajmują się wytwarzaniem, przesyłem, dystrybucją i sprzedażą energii elektrycznej. W takim modelu energia produkowana w ogromnych zakładach (najczęściej elektrowniach węglowych) trafia do odbiorców w całym kraju, czasem na ogromne odległości. Straty energii na poziomie przesyłu i dystrybucji do odbiorców są bardzo duże.

Specjaliści uważają, że modelem przyszłości jest model energetyki rozproszonej, opartej na odnawialnych źródłach energii. Energetyka rozproszona bazuje na produkcji energii w mniejszych, lokalnie dostępnych źródłach, takich jak panele fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe, biogazownie (zamiast w dużych elektrowniach), i zakłada konsumowanie energii jak najbliżej źródła jej wytworzenia[13].

Powiedz uczniom

Zastanówcie się, jakie korzyści mogą płynąć z decentralizacji systemu energetycznego. Poproś uczniów, aby wzięli pod uwagę koszty, efektywność energetyczną, bezpieczeństwo (np. w sytuacji awarii, konfliktu, zamachu), rynek pracy, ograniczenia dostępności paliw kopalnych (np. w wyniku konfliktów czy wzrostu cen na rynkach międzynarodowych).

Wskazówka

Pomocne mogą być teksty źródłowe z załącznika 1. Rozdaj po jednym uczniom podzielonym na grupy, tak aby mogli się z nimi zapoznać przed dyskusją (w przypadku młodszych uczniów pomiń tekst z załącznika 1c).

Przygotowanie

Podziel uczniów na 4–5-osobowe zespoły. Wyjaśnij, że każdy zespół wcieli się w rolę grupy ekspertów od energetyki.

Powiedz uczniom

Eksperci mają za zadanie dobrać optymalne sposoby produkcji energii dla wylosowanych miejscowości w Polsce, które zdecydowały się przestawić swój system energetyczny na odnawialne źródła energii. Jedna z grup niech scharakteryzuje waszą miejscowość i dobierze

13. https://www.energetyka-rozproszona.pl/artykuly/co-oznacza-energetyka-rozproszona-i-dla-czego-jest-kluczem-do-bezpieczenstwa-energetycznego/

do niej najbardziej korzystne źródła energii.

Dla nauczyciela

Grupy eksperckie muszą wziąć pod uwagę różne czynniki, np. geograficzne (położenie miejscowości, czy jej charakter oraz możliwość wykorzystania różnych źródeł energii na danym terenie) czy społeczne (rosnąca świadomość społeczna, otwartość na zmiany). Dla każdej miejscowości należy wybrać trzy sposoby produkcji energii, z założeniem że jedno z nich jest źródłem głównym, a pozostałe to źródła uzupełniające.

Przygotowanie

Przekaż uczniom z każdej grupy zestaw potrzebnych materiałów (mapa z rozmieszczeniem miejscowości, opisy OZE, opisy miejscowości, karta wyników, mapy nasłonecznienia, siły wiatru i rozkładu złóż geotermalnych).

Wskazówka

Daj grupom 20 minut na podjęcie decyzji i wpisanie ich do karty wyników. Następnie poproś grupy, aby zaprezentowały wyniki pracy.

Powiedz uczniom

Porównajcie wybory uczniów po kolei we wszystkich miejscowościach. Jeśli występują jakieś różnice między grupami, omówcie je. Jakie są wnioski z tego ćwiczenia? Czy Polska ma duże możliwości produkcji energii z odnawialnych źródeł? Które źródła energii mogą być wykorzystane w naszym kraju na dużą skalę? Jakie zagrożenia mogą się wiązać się z produkcją energii z odnawialnych źródeł?

Dla nauczyciela

Na zakończenie powiedz, że eksperci z Fudnacji Instrat szacują, iż realistyczny udział OZE w krajowym zapotrzebowaniu na energię elektryczną w 2040 r. wyniesie aż 84%[14]. To może być koniec brudnej energii.

14. P. Kubiczek, M. Smoleń, W. Żelisko, Polska prawie bezemisyjna. Cztery scenariusze transformacji energetycznej do 2040 r., Instrat Policy Paper 06/2023, https://instrat.pl/wp-content/uploads/2023/12/Instrat-Policy-Paper-06-2023-Polska-prawie-bezemisyjna-Cztery-scenariusze-transformacji-energetycznej-do-2040-r.pdf.

Załącznik 1a. Korzyści z energetyki obywatelskiej opartej na OZE

Jakie korzyści na poziomie regionalnym i lokalnym stwarza rozwój energetyki?
Oprócz zapewniania dostaw energii na poziomie lokalnym, zwiększania bezpieczeństwa energetycznego i ograniczania zanieczyszczenia powietrza, energetyka obywatelska tworzy lokalne miejsca pracy oraz stymuluje rozwój gospodarczy regionu. Na przykład, serwisowanie i instalacja urządzeń będzie odbywała się na rynku lokalnym. Dodatkowo, przy urządzeniach wymagających biopaliwa będzie się tworzył lokalny rynek dostaw tych paliw. W przyszłości, gdy własną energią będziemy mogli zasilać swoje pojazdy, bilans handlowy będzie jeszcze bardziej korzystny (nasze pieniądze nie będą wypływały z regionu na zakup importowanych paliw).

Jak rozwój energetyki obywatelskiej wpłynie na środowisko i zdrowie ludzi?
Rozwój energetyki obywatelskiej przyczyni się do znacznej poprawy stanu środowiska naturalnego. Obecnie produkcja ciepła i energii elektrycznej w Polsce oparta jest głównie na węglu.
W efekcie w naszym kraju oddychamy najgorszym powietrzem w całej Unii Europejskiej. Co roku przedwcześnie umiera z tego powodu ok. 45 tys. osób. Dzięki stopniowemu ograniczaniu roli węgla rozwój energetyki opartej o źródła odnawialne przyczyni się m.in. do poprawy jakości powietrza.

W jaki sposób rozwój energetyki obywatelskiej zwiększy bezpieczeństwo?
Energetyka obywatelska zmniejsza uzależnienie Polski od importu surowców energetycznych. Obecnie Polska importuje praktycznie całą ropę, większość gazu i znaczną ilość węgla zza granicy. W przyszłości uzależnienie od importu węgla będzie rosło. Oprócz negatywnej presji na bilans handlowy naszego kraju, uzależnienie od importu surowców energetycznych jest problematyczne pod względem bezpieczeństwa energetycznego naszego państwa. Ponadto energetyka obywatelska jest energetyką rozproszoną. To znaczy, że nowe źródła energii powstają równomiernie na terenie całego kraju, a nie powstają jedynie pojedyncze, duże, newralgiczne obiekty. Uszkodzenie lub zniszczenie kilku instalacji nie będzie miało większego wpływu na funkcjonowanie całości systemu.

Jaki wpływ na Polską gospodarkę będzie miał rozwój energetyki obywatelskiej?
Energetyka obywatelska to energetyka lokalna, a różnorodność dostępnych technologii OZE oraz mnogość form energetyki obywatelskiej pozwala jej rozwijać się w praktyce na każdym obszarze. Rozwój energetyki obywatelskiej będzie miał korzystny wpływ na zdrowie (i znacząco ograniczy koszty zdrowotne), miejsca pracy w branżach OZE oraz budownictwa. Ponadto energetyka obywatelska pozytywnie wpłynie na konkurencyjność na dotychczas mocno zawężonym rynku wytwórczym.

Źródło: https://wiecejnizenergia.pl/energetyka-obywatelska/

Załącznik 1b. Wpływ energii rozproszonej na bezpieczeństwo energetyczne

Zwiększenie niezależności energetycznej:
Energetyka rozproszona pozwala na lokalne wytwarzanie energii, co zmniejsza zależność od importu surowców energetycznych. Dzięki temu kraje mogą zapewnić sobie większą niezależność energetyczną oraz ograniczyć ryzyko związane z geopolitycznymi konfliktami.

Odporność systemu:
Rozproszone źródła energii mogą zwiększać odporność systemu energetycznego na awarie i zakłócenia. W przypadku konwencjonalnych elektrowni awaria jednej jednostki może prowadzić do poważnych kryzysów energetycznych. W systemie rozproszonym, nawet jeśli jedno źródło przestaje działać, inne mogą kontynuować dostarczanie energii.

Zrównoważony rozwój i ochrona środowiska:
Integracja odnawialnych źródeł energii w systemie rozproszonym przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zmniejsza negatywne skutki zmian klimatycznych. W obliczu globalnych wyzwań środowiskowych takie podejście może zwiększyć stabilność energetyczną kraju na dłuższą metę.

Innowacyjność i tworzenie miejsc pracy:
Rozwój energetyki rozproszonej stymuluje innowacje technologiczne, a także wspiera lokalne rynki pracy. Lokalne inwestycje w źródła energii mogą przynieść korzyści nie tylko ekonomiczne, lecz także społeczne, wpływając na rozwój społeczności lokalnych.

Zintegrowane zarządzanie i inteligentne sieci:
Energetyka rozproszona często wiąże się z wykorzystaniem inteligentnych sieci (smart grids), które umożliwiają lepsze zarządzanie popytem i podażą energii. Takie rozwiązania zwiększają efektywność systemu energetycznego i poprawiają bezpieczeństwo dostaw energii.

Źródło: Co oznacza energetyka rozproszona i dlaczego jest kluczem do bezpieczeństwa energetycznego, https://www.energetyka-rozproszona.pl/artykuly/co-oznacza-energetyka-rozproszona-i-dlaczego-jest-kluczem-do-bezpieczenstwa-energetycznego/.

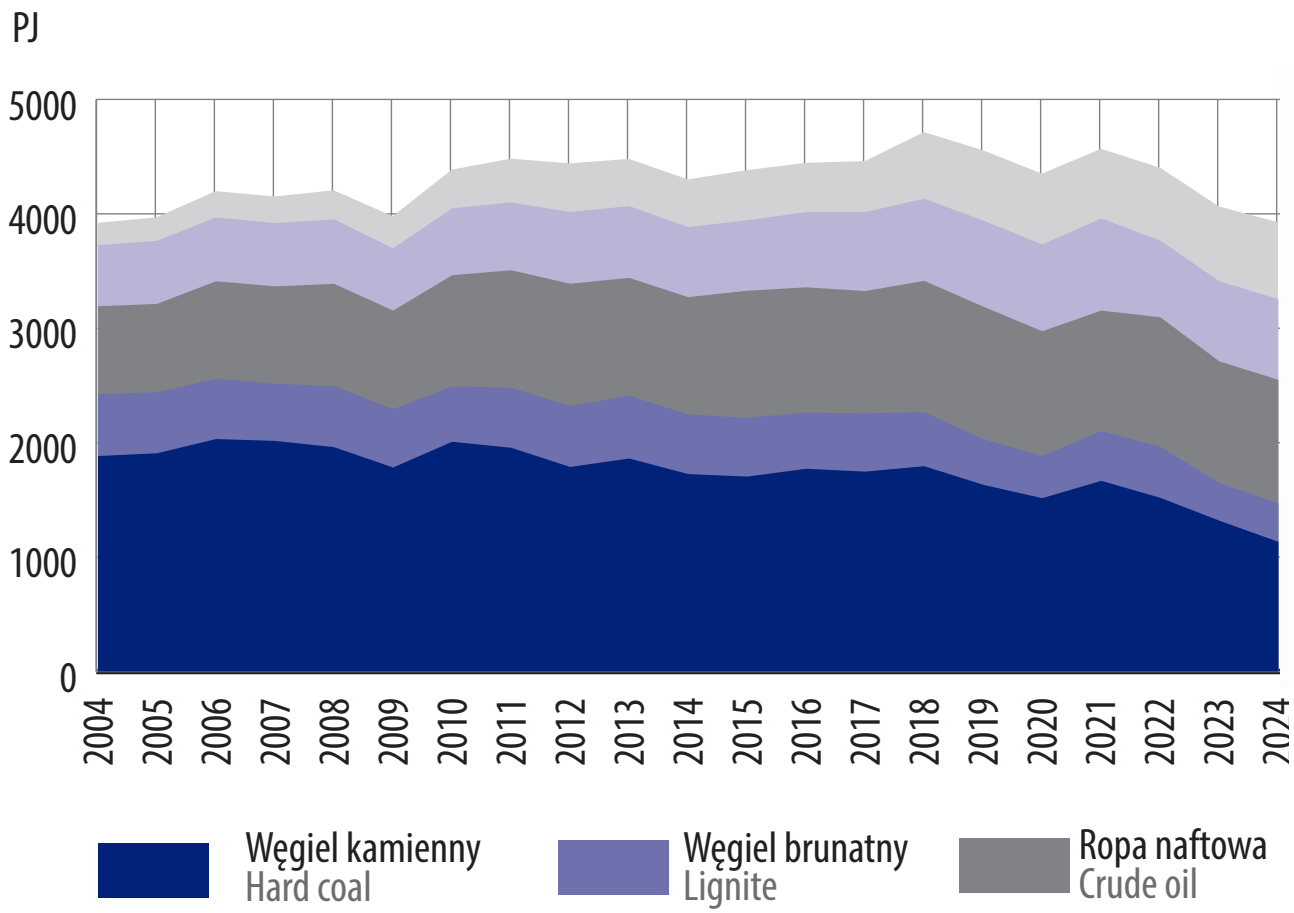
Załącznik 1c. Dlaczego powinniśmy rozwijać prosumeryzm?

Rozwój prosumeryzmu wiąże się z szeregiem korzyści dla gospodarki, społeczeństwa, a także środowiska naturalnego:

- wzrost konkurencji na rynku energii, a w konsekwencji – w dłuższym horyzoncie czasowym – spadek cen,
- wzmacnianie bezpieczeństwa energetycznego, realizowane poprzez wykorzystywanie lokalnie dostępnych zasobów oraz poprawę jakości dostarczanej energii,
- możliwość realizacji szeregu małych inwestycji, odznaczających się jednak relatywnie dużą sumaryczną mocą zainstalowaną, w krótkim lub bardzo krótkim okresie (w porównaniu do czasu trwania procesów inwestycyjnych w energetyce konwencjonalnej),
- stymulacja rozwoju innowacyjnych rozwiązań technologicznych, w tym zwłaszcza inteligentnych sieci,
- tworzenie lokalnych miejsc pracy,
- możliwość rozwoju obszarów wiejskich oraz dywersyfikację dochodów w rolnictwie,
- zaangażowanie prywatnego kapitału w rozwój gospodarki niskoemisyjnej,
- dywersyfikacja technologiczna w systemie elektroenergetycznym,
- demokratyzacja rynku energetycznego,
- szeroko rozumiana poprawa stanu środowiska naturalnego zarówno na poziomie lokalnym (poprawa jakości powietrza), jak i w ujęciu globalnym (przeciwdziałanie zmianom klimatu),
- redukcja tzw. kosztów zewnętrznych (zwłaszcza zdrowotnych), powodowanych przez stosowanie paliw konwencjonalnych,
- zwiększenie świadomości społecznej w zakresie transformacji energetycznej.

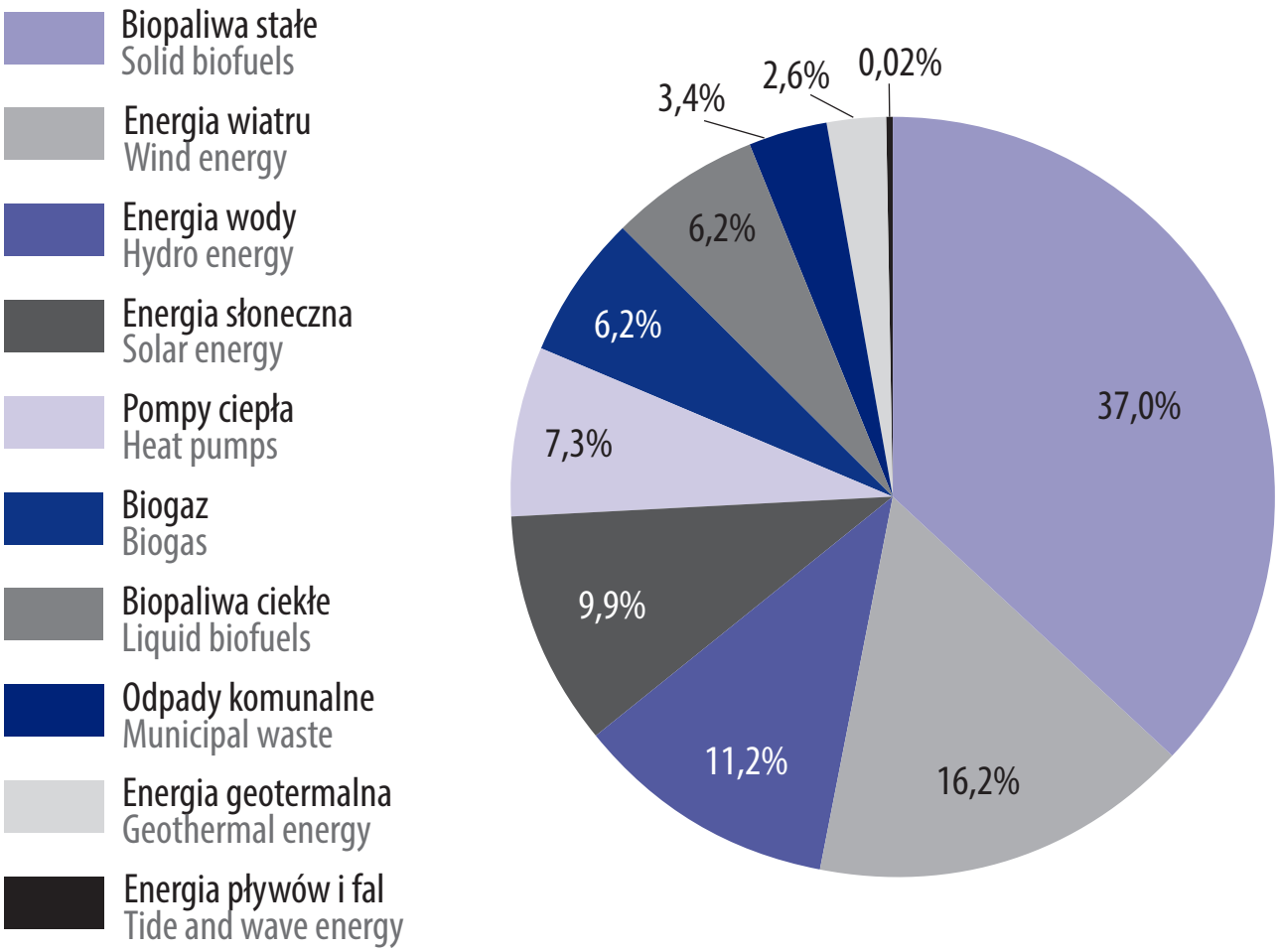
Źródło: A. Bator, W. Kukuła, Rola konsumenta w transformacji energetycznej, Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, Warszawa 2016, https://pl.boell.org/sites/default/files/raport-rola-konsumenta-w-transformacji-energetycznej.pdf.

Załącznik 2. Zużycie energii pierwotnej według nośników energii w Polsce



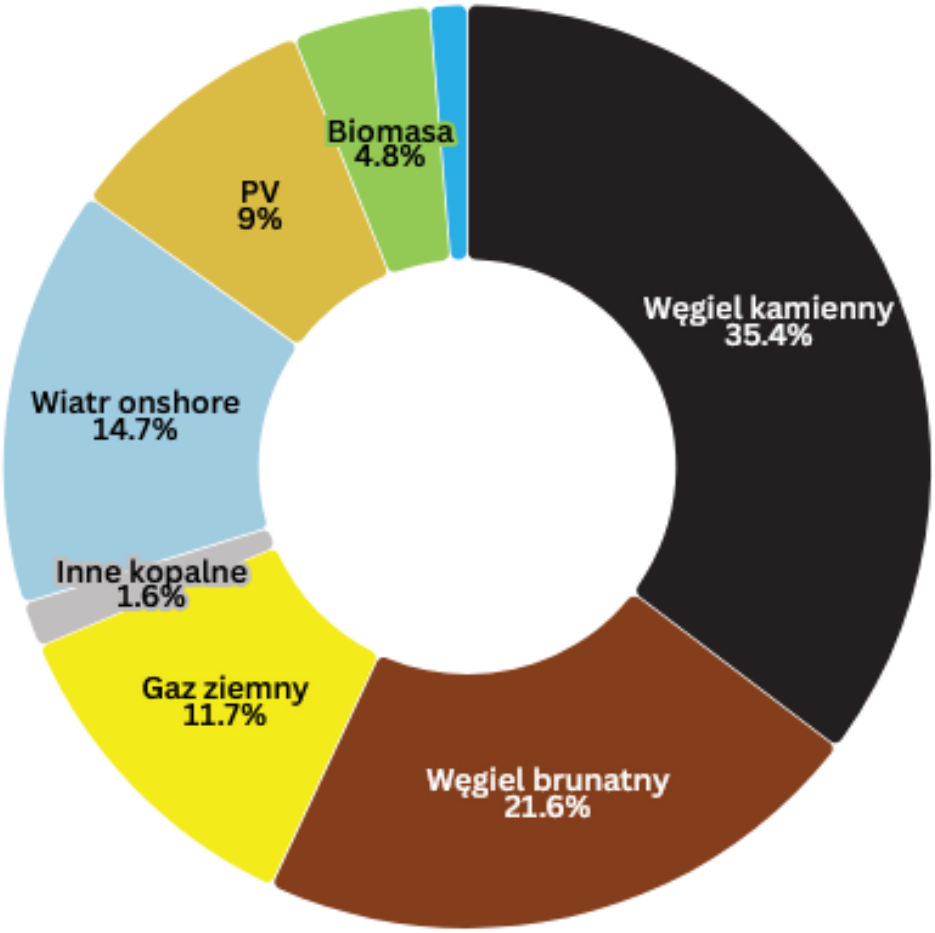
Źródło: Energia 2025, Główny Urząd Statystyczny, https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/13/1/energia_2025.pdf

Załącznik 3. Struktura pozyskania energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2023 r.



Źródło: Energia 2025, Główny Urząd Statystyczny, https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/13/1/energia_2025.pdf

Załącznik 4. Struktura generacji energii elektrycznej w Polsce w 2024 r.



Źródło: Forum Energii, https://www.forum-energii.eu/2024_wrapped
Nieopisany wycinek niebieski na górze wykresu to energia wodna – 1,3%.

Załącznik 5. Karta wyników

Miejscowość A

- niewielkie miasteczko położone na wybrzeżu
- część mieszkańców utrzymuje się z rybołówstwa,
- duża część dojeżdża do pracy do pobliskiego większego miasta
- miejscowość ożywa w sezonie letnim, kiedy ściągają do niej setki turystów z Polski i zagranicy

Źródło główne Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Miejscowość B

- położona w północno-wschodniej części Polski duża wieś rolnicza, nastawiona głównie na hodowlę bydła,
- część mieszkańców uprawia żyto i ziemniaki,
- w miejscowości znajdują się też ubojnia oraz zakład przetwórstwa mięsnego

Źródło główne Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Miejscowość C

- małe miasto położone w południowo-wschodniej części kraju,
- większość mieszkańców pracuje w lokalnych zakładach produkcji maszyn,
- część dojeżdża do pracy do pobliskiego dużego miasta,
- miasto jest otoczone polami uprawnymi (głównie pszenicy i buraków cukrowych)

Źródło główne Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Miejscowość D

- wieś położona w centralnej Polsce,
- większość mieszkańców zajmuje się uprawą owoców (jabłka, borówki, maliny) i warzyw,
- część pracuje w pobliskiej przetwórni owoców

Źródło główne Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Miejscowość E

- duża wieś położona w zachodniej części Polski, w otoczeniu lasów,
- w miejscowości znajduje się tartak,
- część mieszkańców utrzymuje się z turystyki

Źródło główne Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Miejscowość F

- duże miasto położone w centralnej Polsce,
- historyczne centrum i zwarta zabudowa osiedli mieszkaniowych, bloków i wieżowców wokół,
- większość mieszkańców utrzymuje się z pracy w usługach i handlu

Źródło główne Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: .....

Uzasadnienie wyboru: .....
.....
.....
.....

Wasza miejscowość

Krótka charakterystyka waszej miejscowości: . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

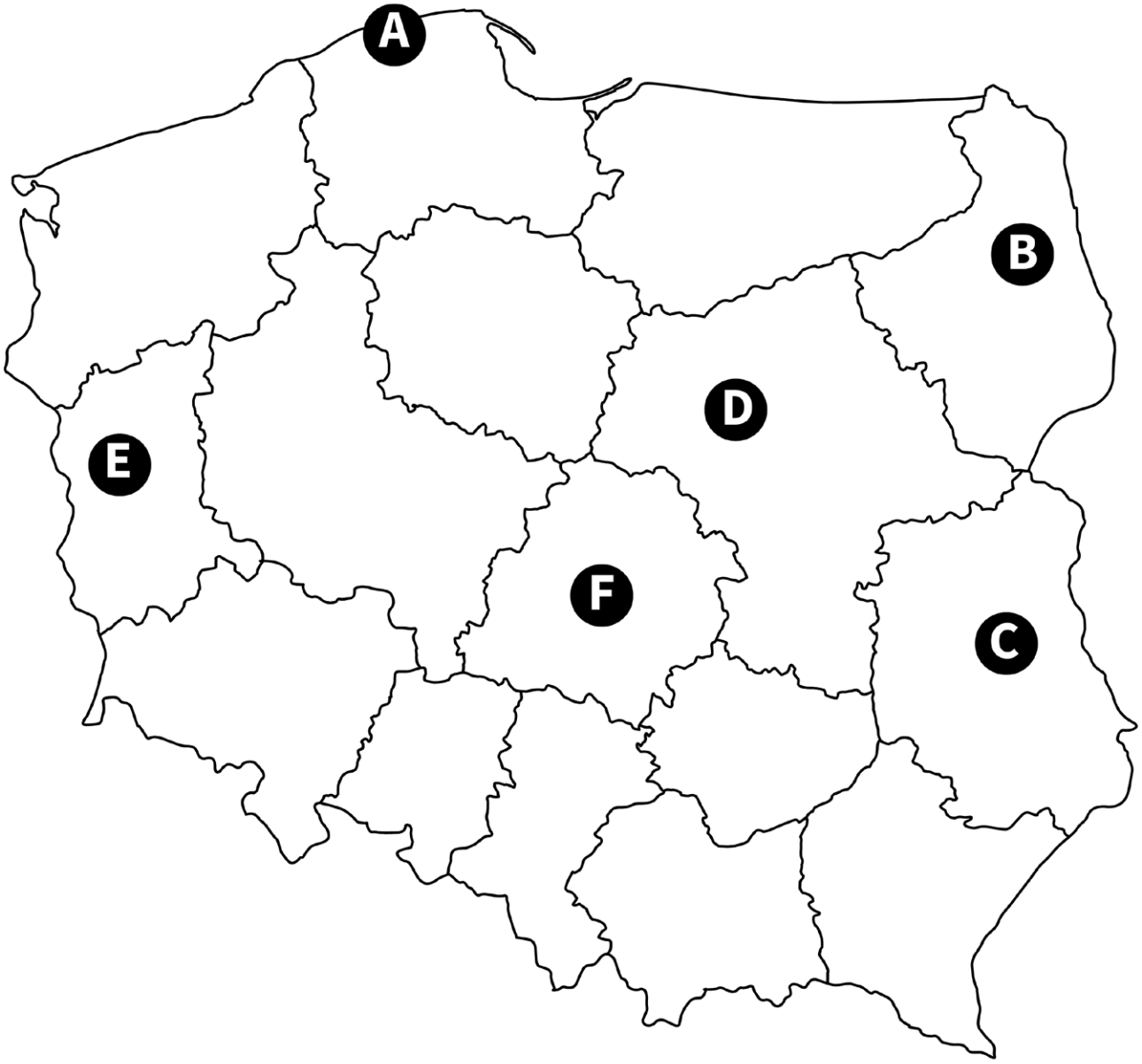
Źródło główne Nazwa źródła: . . . . . .

Uzasadnienie wyboru: . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

Źródło dodatkowe Nazwa źródła: . . . . . .

Uzasadnienie wyboru: . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

Załącznik 6. Mapa miejscowości



Energia słoneczna

Może być wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej oraz ogrzewania wody. Najpopularniejszy sposób produkcji energii ze słońca polega na zastosowaniu na dachach domów paneli fotowoltaicznych, które pozwalają zapewnić energię elektryczną dla gospodarstwa domowego, a jej nadmiar przesłać do sieci energetycznej i zapewnić prąd innym użytkownikom.

Inną formą produkcji energii ze słońca są wielkoskalowe „farmy słoneczne", które produkują duże ilości energii. Dobrą lokalizacją dla takich farm są tereny nieurodzajne, niewykorzystywane w rolnictwie. Na obszarze całej Polski występują dobre warunki do wykorzystania energii słonecznej, choć najbardziej efektywnie można ją wykorzystać na obszarach o największym rocznym nasłonecznieniu.

Zalety

- powszechna dostępność
- możliwość zagospodarowania nieużytków i montażu paneli na dachach budynków
- zasilanie obiektów na terenach pozbawianych sieci energetycznej

Wady:

- powszechna dostępność
- możliwość zagospodarowania nieużytków i montażu paneli na dachach budynków
- zasilanie obiektów na terenach pozbawianych sieci energetycznej

---

Morska energetyka wiatrowa

Sposób produkcji energii, w którym wykorzystuje się siłę wiatrów wiejących na morzu. Ponieważ siła wiatru wiejącego na morzu oraz jego stabilność są większe niż na lądzie, elektrownie takie są bardziej wydajne w porównaniu z wiatrowymi elektrowniami lądowymi. W przypadku farm morskich nie ma też ograniczeń technologicznych, jakie wymagane są na lądzie – turbiny wiatrowe mogą być zdecydowanie większe i dzięki temu bardziej efektywne. Ponieważ są zlokalizowane w dużej odległości od siedzib ludzkich, wykluczony jest ich potencjalny negatywny wpływ na mieszkańców. Ograniczeniem w tym przypadku jest lokalizacja, zawężona do terenów nadmorskich (można oczywiście przesyłać energię na większe odległości, wiąże się to jednak z dodatkowymi kosztami I ryzykiem strat podczas przesyłu).

Zalety

- znaczne większa stabilność i siła wiatru niż na lądzie
- umiejscowienie z dala od terenów zamieszkałych eliminuje problem hałasu i ingerencji w krajobraz
- większe możliwości lokalizacji

Wady:

- wyższa cena instalacji wiatraków niż na lądzie
- ryzyko korozji materiałów
- negatywny wpływ na ekosystem morski (migracja ryb i ssaków morskich, kolizje ptaków z wiatrakami)

Lądowa energetyka wiatrowa

Energia produkowana przez turbiny napędzane siłą wiatru umieszczone na lądzie. Elektrownie wiatrowe mogą mieć różną moc oraz zastosowanie – od przydomowych elektrowni zaspokajających zapotrzebowanie na prąd kilku gospodarstw domowych aż po wielkie farmy wiatrowe produkujące duże ilości energii. Aby wykorzystanie wiatraków było opłacalne, należy je stawiać na terenach o wysokiej wietrzności, najlepiej przekraczającej średnio 2,5 metra na sekundę w ciągu roku.

Zalety

- niskie koszty eksploatacji
- krótki czas budowy
- na obszarach z wiatrakami można prowadzić działalność rolniczą

Wady:

- dość duże koszty inwestycji
- ingerencja w krajobraz
- hałas
- zagrożenie dla ptaków
- brak ciągłości dostaw energii i co za tym idzie – nieprzewidywalność produkcji energii
- ograniczone możliwości lokalizacji

Biomasa

Są to organiczne, ulegające biodegradacji pozostałości z produkcji rolnej (słoma, resztki roślin), hodowlanej (odchody zwierząt) czy drzewnej (wióry, resztki niewykorzystanego drewna). Wykorzystanie biomasy w energetyce może przybrać różne formy. Najbardziej prymitywny i zarazem najmniej efektywny sposób polega na spalaniu np. drewna w kominkach w celu produkcji ciepła.

Bardziej efektywne i dające duże możliwości dla polskiej gospodarki sposoby wykorzystania biomasy polegają np. na fermentacji pozostałości z produkcji rolnej czy hodowlanej w biogazowniach w celu produkcji biogazu (biometanu), który może być wykorzystany do produkcji energii.

Ponadto istnieje wiele odmian roślin energetycznych nadających się do spalania w specjalnych instalacjach wytwarzających energię i ciepło (z roślin tych można też pozyskiwać biopaliwo do silników spalinowych). To źródło energii może być szeroko stosowane na terenach rolniczych lub nastawionych na hodowlę zwierząt.

Zalety

- rozwiązanie zagospodarowania odpadów z rolnictwa, leśnictwa, przemysłu drzewnego
- dostępność biopaliw i ich odtwarzalność
- łatwość w wykorzystaniu

Wady:

- przestawianie gospodarki na produkcję biomasy kosztem upraw żywności, co przekłada się na wzrost cen żywności
- wielkopowierzchniowe intensywne uprawy biomasy obciążają również środowisko
- stosunkowo nieduża wydajność w porównaniu do innych paliw
- stosowanie biomasy w niskosprawnych kotłach czy kominkach prowadzi do wzrostu zanieczyszczenia powietrza

Energetyka wodna

Źródłem energii jest ruch wody. Energia potencjalna przepływającej wody zamieniana jest na energię elektryczną. Wykorzystanie energii wody może przybierać różnorodne formy: od dużych elektrowni wodnych, zlokalizowanych nad dużymi rzekami, przez małe elektrownie sytuowane na mniejszych ciekach wodny, aż po energię fal i pływów morskich. Najbardziej uzasadnione jest lokalizowanie takich elektrowni nad rzekami o dużej sile przepływu, w Polsce najlepiej nadają się do tego rzeki na południu kraju.

Zalety

- możliwość wykorzystania zalewów do retencji wody
- rozwój turystyki w sąsiedztwie zbiornika

Wady:

- budowa tam i zbiorników jest dużą ingerencją w krajobraz i środowisko przyrodnicze (np. przecięcie szlaków migracyjnych ryb) czasem konieczne są też przesiedlenia ludności
- długi czas i wysoki koszt budowy zapory i elektrowni

Energia wodorowa

Wodór sam w sobie nie jest pierwotnym źródłem energii, ale tylko jej nośnikiem. Do jego wyprodukowania (np. w elektrolizerach) potrzebna jest energia. Następnie może on być spalany lub wykorzystywany w ogniwach paliwowych do wytwarzania prądu i ciepła. Wodór sprawdza się więc jako magazyn nadwyżek energii oraz w transporcie i przemyśle, zwłaszcza tam, gdzie trudno jest zastąpić paliwa kopalne (np. w hutnictwie). Rozwój tej technologii zależy od dostępności taniej, niskoemisyjnej elektryczności (której użyjemy do wyprodukowania wodoru), infrastruktury do produkcji oraz bezpiecznych technologii magazynowania i transportu tego gazu.

Zalety

- zeroemisyjność przy założeniu produkcji wodoru z OZE
- możliwość magazynowania energii i bilansowania systemu z dużym udziałem fotowoltaiki i wiatru
- potencjał dekarbonizacji transportu ciężkiego i części procesów przemysłowych
- wysoka gęstość energii w przeliczeniu na masę

Wady:

- wysokie koszty produkcji wodoru niskoemisyjnego (wyprodukowanego przy użyciu energii z OZE)
- potrzeba rozbudowanej infrastruktury (magazyny, rurociągi, stacje tankowania)
- trudno się magazynuje
- kwestie bezpieczeństwa (wodór jest łatwopalny)
- brak korzyści dotyczących zmniejszenia emisji w sytuacji, gdy wodór wytwarza się z paliw kopalnych

Energia geotermalna

To źródło energii przybiera różne formy, m.in. energię cieplną skał, ziemi (geotermia), energię cieplną wody (hydrotermia). Ten rodzaj energii jest najczęściej wykorzystywany do produkcji ciepła dla gospodarstw domowych, zarówno w formie dużych instalacji geotermicznych czy hydrotermicznych, jak i małych przydomowych pomp ciepła.

Polska ma dobre warunki geotermalne, gdyż złoża energii znajdują się pod 80% powierzchni kraju. Nie wszędzie jednak wydobycie tej energii jest opłacalne, gdyż niektóre ze złóż są zbyt głęboko lub ich temperatura nie jest wystarczająco wysoka. Złoża geotermalne są najłatwiej dostępne na południu kraju.

Zalety

- stały dostęp do niewyczerpywalnej energii dostępność niezależna od pogody czy pory roku
- niski koszt obsługi
- nie emitują hałasu
- nie przyczyniają się do powstawania odpadów

Wady:

- wysoki koszt budowy
- zależność od położenia złóż i nieopłacalny przesył energii cieplnej na większe odległości
- zagrożenie zanieczyszczenia wód w przypadku nieprawidłowych odwiertów
- korozja instalacji ze względu na skład chemiczny wody

Energia atomowa (jądrowa)

Źródłem energii w tego typu elektrowniach jest paliwo jądrowe uran (rzadziej pluton). W wyniku rozszczepienia jąder ciężkich pierwiastków w reaktorach powstaje ciepło, które podgrzewa parę, która następnie zasila turbiny parowe produkujące energię elektryczną. Elektrownie jądrowe działają więc podobnie jak elektrownie cieplne, z tą różnicą że ciepło powstaje na skutek reakcji łańcuchowej a nie spalania surowców.

Elektrownie jądrowe odznaczają się wysoką sprawnością energetyczną i niskimi kosztami produkcji: z 1 kg uranu235 można uzyskać tyle samo energii, co z 2500 ton węgla. Polska nie posiada elektrowni jądrowej, a potencjalna budowa zajmie kilkanaście lat. Elektrownie jądrowe muszą być usytuowane w pobliżu dużych zbiorników wodnych.

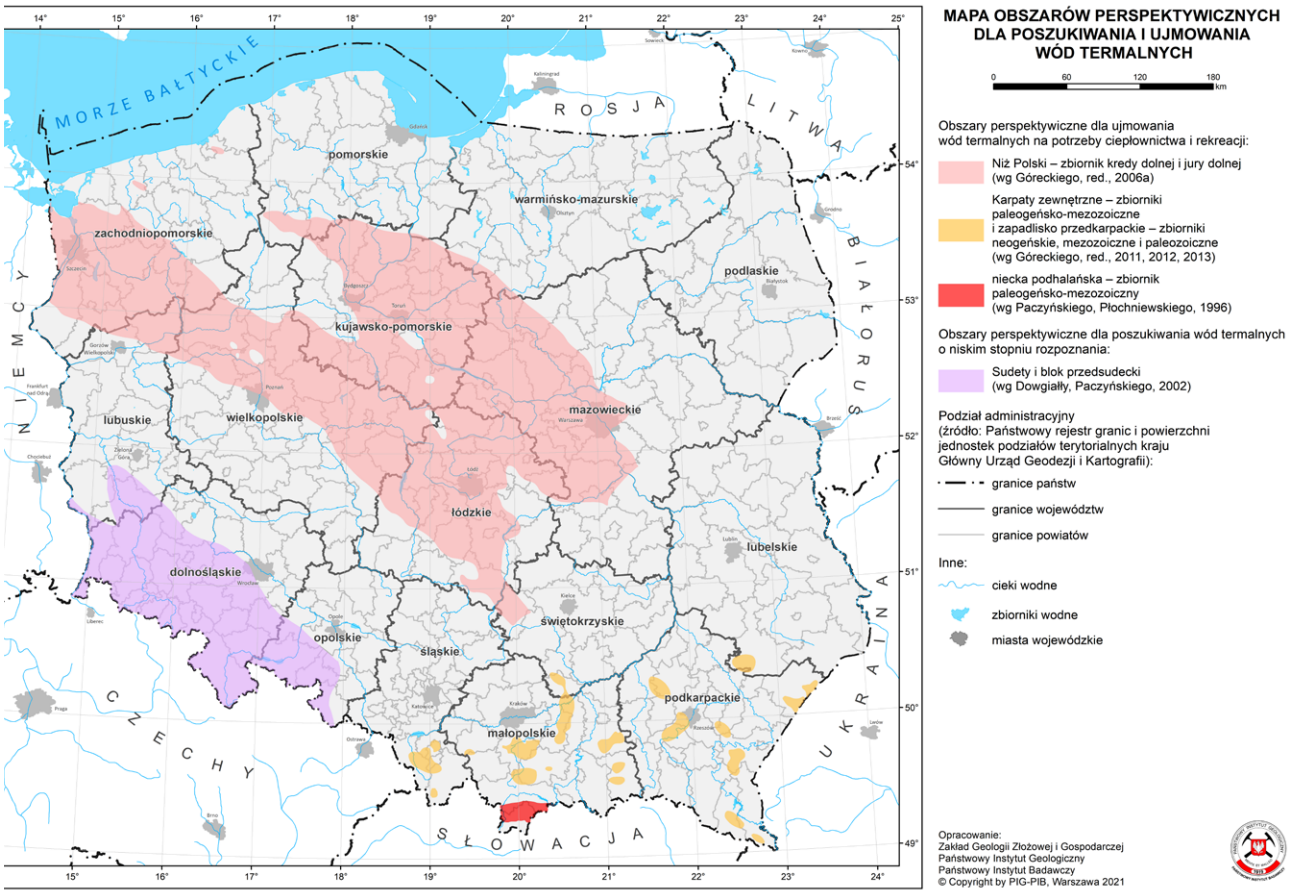
Zalety

- stabilna produkcja energii niezależnie od pogody
- niska emisja gazów cieplarnianych w fazie wytwarzania energii
- w przyszłości może pełnić rolę uzupełniającą w systemie energetycznym z rosnącym udziałem OZE

Wady:

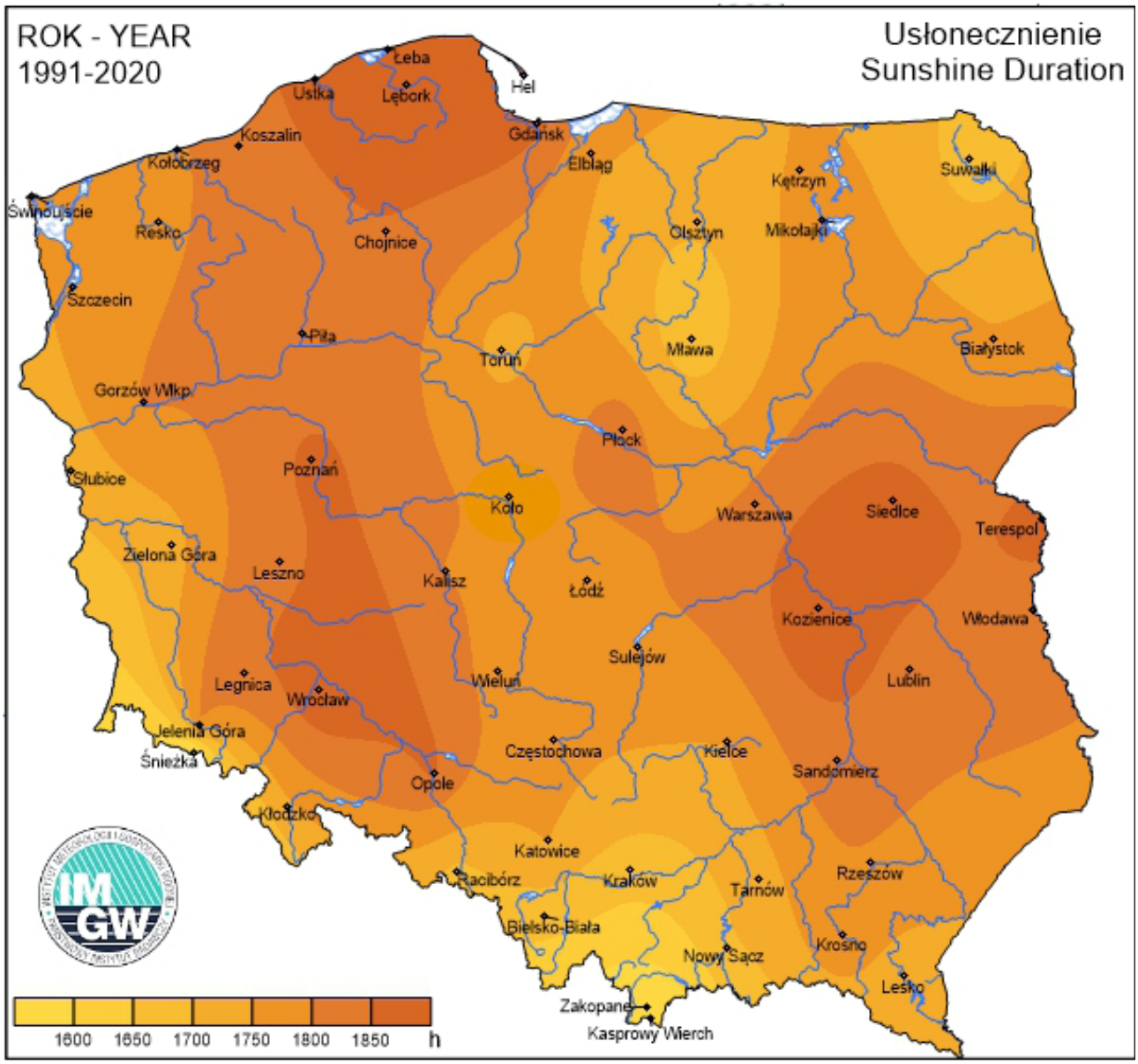
- bardzo długi czas i wysokie koszty budowy (w tym duże zużycie cementu o wysokim śladzie węglowym)
- centralizacja produkcji energii
- uzależnienie od dostaw paliwa i komponentów
- potencjalnie katastrofalne skutki awarii wynikających z usterek, błędów ludzi czy ataków militarnych (skażenie radioaktywne i choroba popromienna, radioaktywne odpady)

Załącznik 8. Mapy
Obszary perspektywiczne dla geotermii



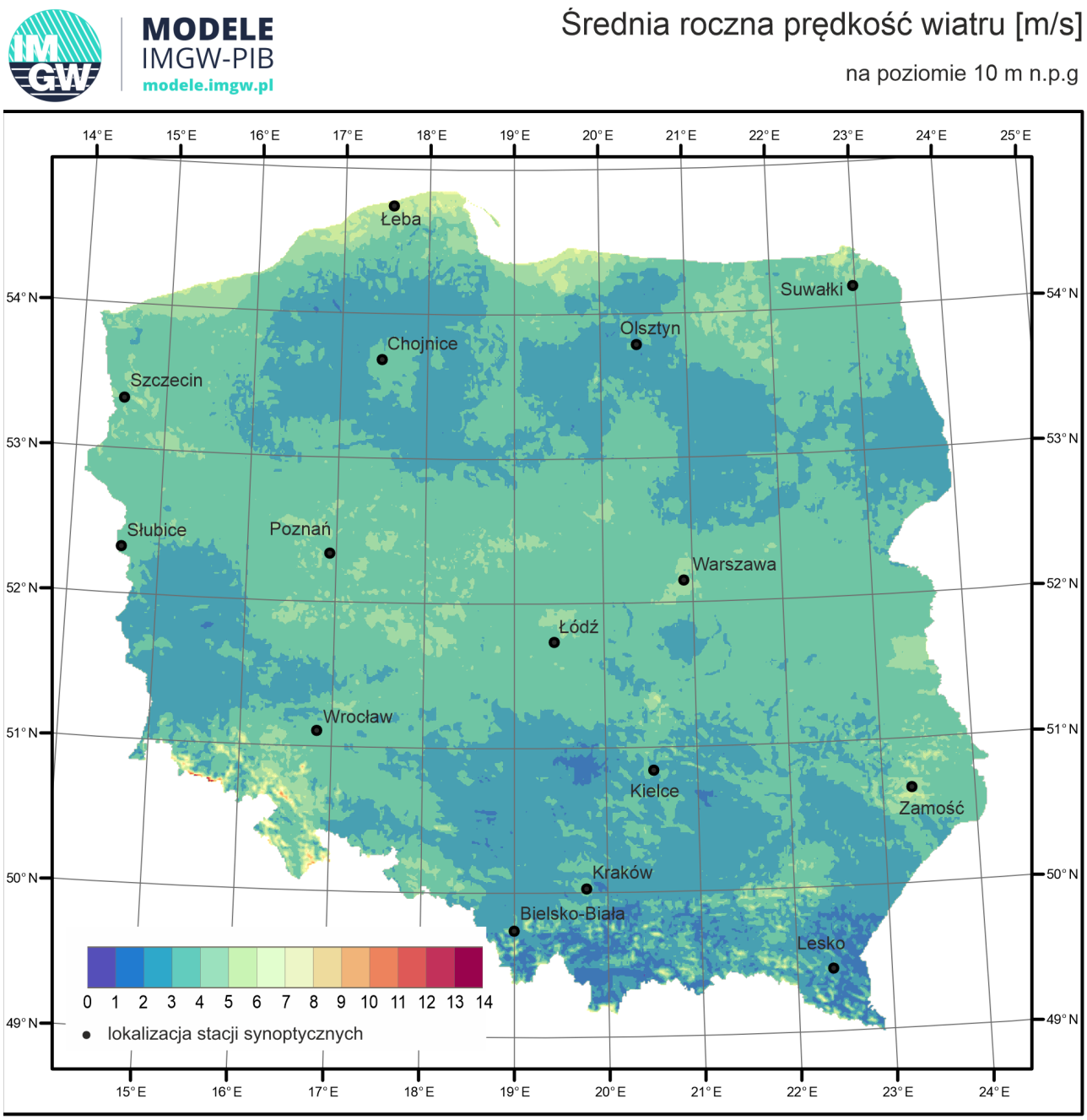
Źródło: https://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/13137-wody-termalne-dla-samorzadow.html.

Usłonecznienie Polski, średnia dla lat 1991–2020



Źródło: https://klimat.imgw.pl/pl/climate-maps/#Sunshine/Yearly/1991-2020/1/Winter.

Średnia prędkość wiatru w Polsce



Źródło: https://cmm.imgw.pl/?page_id=29337.

Wydawca:
Fundacja Banku Ochrony Środowiska
ul. Żelazna 32
00-832 Warszawa

+48 507 006 579
www.fundacjabos.pl

Facebook: fundacjabos
Instagram: fundacjabos
Linkedin: fundacjabos

Opracowanie merytoryczne:
Gosia Świderek, Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła”
Opracowanie redakcyjne: Fundacja Języka Polskiego
Projekt graficzny i skład: Ewa Stańczak, ewastanczak.com
Zdjęcie na okładce: Nicholas Doherty (Unsplash)

Druga część scenariusza pt. „Energia odnawialna przyszłością ludzkości” jest zaktualizowaną i poszerzoną wersją scenariusza „Energetyka przyszłości” autorstwa Karoliny Baranowskiej.

Źródło: „Co po węglu? O zmianach klimatu, energetyce i sprawiedliwej transformacji. Pakiet edukacyjny dla klas VII i VIII SP oraz szkół ponadpodstawowych”, wyd. ODE Źródła, Łódź 2021.

Licencja: CC BY-NC-ND 4.0 Polska

Copyright 2025 Fundacja Banku Ochrony Środowiska

Działania Fundacji BOŚ finansowane są ze środków
Banku Ochrony Środowiska S.A. i Domu Maklerskiego BOŚ S.A.

BOŚ FUNDACJA

POSTAW NA SŁOŃCE

www.fundacjabos.pl