



# CLIMANTOPIA: PODRECZNIK SZKOLNY

Francisco S3ñora Luna   Aitor Alonso M3endez   Antonio Garc3a Vinuesa

# CLIMANTOPIA: PODRĘCZNIK SZKOLNY

---

## AUTORZY

Francisco Sónora Luna (koordynator)  
Uniwersytet w Santiago de Compostela

Aitor Alonso Méndez  
Uniwersytet w Santiago de Compostela

Antonio García Vinuesa  
Uniwersytet w Santiago de Compostela

## MAKIJAŻ

Teresa Neves  
Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro  
Uniwersytet w Aveiro

## TŁUMACZENIE

Carmen Marques  
Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro  
Uniwersytet w Aveiro

## FOTOGRAFIA

Pedro García Losada  
Juan Louro Cambeiro  
Platformy Pixabay, Freepik i Google Earth

## ILUSTRACJA

Jorge Villanueva  
Alba Vázquez



## Zwolnienie z odpowiedzialności

---

Wsparcie Komisji Europejskiej przy tworzeniu niniejszej publikacji nie stanowi poparcia dla jej treści, która odzwierciedla jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może być pociągana do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji.

© Uniwersytet w Santiago de Compostela, 2023 r.

Edita:

USC Campus Vida

Editions

15782 Santiago de Compostela

ISBN 978-84-19679-95-6

[usc.gal/publications](http://usc.gal/publications)

DOI: <https://dx.doi.org/10.15304/9788419679956>

EduCinema Clima Tour Action:

*Zbiorowa kreatywność i edukacja społeczności w zakresie znajomości filmów  
na rzecz turystyki klimatycznej*

Referencia: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096314



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

<b>1. Badanie pochodzenia zmian klimatycznych ze sceny</b>	
Polska .....	<b>6</b>
<b>1.1. Początki spalania węgla od czasów kryzysu drewno</b> .....	
<b>1.2. Produkcja stali poprzez spalanie węgla</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3. Rozszerzenie spalania za pomocą wektorów Energetyka XX wieku</b> .....	<b>18</b>
<b>2. Zmiany klimatu i ekosystemy morskie od kuchni oceanariów w Lizbonie i A Coruña</b> .....	<b>29</b>
<b>2.1. Jak zmiana klimatu może wpłynąć na wzrost poziomu morza?</b> .....	<b>29</b>
<b>2.2. Dlaczego ocieplenie oceanów spowodowane zmianami klimatu zagraża produktywności oceanów?</b> .....	<b>40</b>
<b>2.3. Rosnący poziom mórz i jego konsekwencje dla Europa: wpływ na turystykę</b> .....	<b>43</b>
<b>2.4. Wpływ na europejską bioróżnorodność morską. Konsekwencje dla gatunków inwazyjnych i rybołówstwa w Morzu Śródziemnym. Wyspy NE, SW i subtropikalne</b> .....	<b>47</b>
<b>3. Zmiany klimatu na żyzność gleby i ekosystemy leśne na przykładzie drzew eukaliptusowych i pożary w Galicji</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1. Gleba i lasy jako pochłaniacze dwutlenku węgla węgiel</b> .....	<b>52</b>
<b>3.2. Związek pożarów ze zmianami klimatu i ich konsekwencjami wpływ na właściwości gleby</b> .....	<b>57</b>
<b>3.3. Dobre praktyki w zakresie sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, poprawić płodność i zmniejszyć skutki pożarów</b> .....	<b>68</b>
<b>4. Transformacja energetyczna z Wysp Kanaryjskich i Polska</b> .....	<b>74</b>
<b>4.1. Transformacja energetyczna w Europie</b> .....	<b>74</b>
<b>4.2. Produkcja energii elektrycznej z wykorzystaniem energii wodnej i jej niepewna przyszłość w przejściu na nowy model energetyczny. Europejska energia</b> .....	<b>79</b>
<b>4.3. Energia wiatrowa w europejskiej transformacji energetycznej</b> ...	<b>82</b>
<b>4.4. Energia słoneczna w europejskiej transformacji energetycznej</b> ...	<b>85</b>



<b>4.5.</b> Teraźniejszość i przyszłość energii morskiej, geotermalnej i biopaliw .....	<b>88</b>
<b>4.6.</b> Potencjał wodoru jako nowego wektora transformacji energetycznej.....	<b>93</b>
<b>5.</b> Urbanistyka i turystyka klimatyczna .....	
<b>5.1.</b> Urbanistyka jako dyscyplina naukowo-techniczna.....	
<b>5.2.</b> Karta Lipska na rzecz zrównoważonych miast europejskich .....	<b>103</b>
<b>5.3.</b> Turystyka i zmiany klimatu .....	<b>115</b>
Referencje .....	

### 1.1. POCHODZENIE SPALANIA WĘGLA OD CZASU KRYZYSU DRZEWNEGO

W końcowej scenie filmu "Cinema Climantopia" wyświetlana jest projekcja filmu "Przyszłość bez węgla", za który uczniowie z Polski otrzymali nagrodę na szkolnym szczycie filmów krótkometrażowych organizowanym przez UNESCO na Wyspach Kanaryjskich. Film przedstawia aktywną elektrownię ciepłą z emisjami, w której bohaterowie analizują sekwencje tych emisji, które są związane z początkiem zmian klimatycznych, z wciąż znaczącymi reperkusjami w zakresie emisji gazów cieplarnianych.



**Obraz 1:** Kadr z filmu krótkometrażowego "A Carbon-Free Future" przedstawiający elektrownię ciepłą z dwoma dużymi kominami emitującymi gazy cieplarniane w tle.

Węgiel w Polsce jest paliwem szeroko wykorzystywanym do produkcji energii elektrycznej, ale także do celów przemysłowych, a nawet do ogrzewania budynków. Wykorzystanie to jest ważne w Europie od czasów rewolucji przemysłowej, zwłaszcza w północnej części Europy, która jest bardziej uprzemysłowiona i chłodniejsza zimą niż południowa część Półwyspu Iberyjskiego. W tym regionie Europy Północnej, w którym znajduje się Polska, transformacja ekologiczna, do której zobowiązała się Unia Europejska, przebiega wolniej niż się spodziewano. Elektrownie ciepłe są jednak zamykane, zwłaszcza te położone najbliżej wsi. Film pokazuje zamknięcie elektrociepłowni znajdującej się obecnie w centrum Łodzi w celu budowy centrum kultury i jednego z głównych miejsc spotkań towarzyskich w mieście. Zamknięcie to nie tylko powstrzymało zanieczyszczenie powietrza w Łodzi, ale także umożliwiło zlokalizowanie planetarium, centrum nauki i technologii, muzeum i centrum sztuki współczesnej. Dzięki wykorzystaniu tych obiektów oraz organizacji wystaw, wydarzeń artystycznych wewnątrz i różnych działań na placu, stał się on symbolem rozwoju Łodzi i siłą napędową rozwoju kulturalnego i turystycznego miasta.



**Obraz 2:** Kadr z filmu krótkometrażowego "Przyszłość bez węgla".

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Poszukaj informacji na temat aktywnych elektrowni ciepłych w pobliżu Twojego miasta i wskaż, czy istnieją plany ich zamknięcia. Jeśli tak, podaj kroki, które zostały już podjęte, od wydobycia węgla po modyfikacje, które miały miejsce w celu wyeliminowania negatywnych skutków emisji.
2. Poszukaj informacji na temat elektrowni ciepłej, która przestała być w y k o r z y s t y w a n a w Twoim kraju, tak jak stało się to w przypadku elektrowni ciepłej Cor-Tometraje, obecnie zintegrowanej z centrum Łodzi. Wyraź strategie, które zostały zastosowane w celu zintegrowania kopalń i instalacji z innymi rodzajami zastosowań, tak jak to miało miejsce w przypadku tej polskiej elektrowni. Jeśli nie znajdziesz alternatywnych zastosowań, przedstaw propozycje, które mogłyby być atrakcyjne i użyteczne dla mieszkańców, w zgodzie z charakterystyką środowiska, w którym się znajdują.

### W jaki sposób pojawienie się węgla drzewnego może być związane z kryzysem drewna opałowego?

Pod koniec XI wieku energia wodna umożliwiła udoskonalenie procesu kucia stali za pomocą nowej innowacji technologicznej polegającej na ruchu koła wodnego napędzanego wodospadami, które z kolei generowało uderzenia młota kowalskiego w mieszankę popiołu drzewnego i stopionego żelaza. Wraz z wprowadzeniem wody do uderzania w stal w procesie kucia, siła ludzka została uwolniona od walenia w kuźniach w celu uzyskania stopu węgla z żelazem. Ta nowa technologia ułatwiła mieszanie płonących węgla drzewnych ze stopionym żelazem. Ulepszone uderzanie dzięki w y k o r z y s t a n i u energii wodnej umożliwiło produkcję mocniejszej i lżejszej stali.



w znacznie większych ilościach niż w kuźniach ręcznych, które działały od czasu przejścia z brązu na stal około 1500 lat p.n.e.

Dzięki tej technologii ulepszono i wzmocniono wykorzystanie stali, co doprowadziło do rozwoju początkowego przemysłu stalowego związanego z wodospadami i napędzanego drewnem jako surowcem i źródłem energii. Z tego powodu lasy otaczające te nowe kuźnie hydrauliczne zostały wylesione, aby umożliwić uzyskanie stali w tych kuźniach hydraulicznych.



**Rysunek 3:** Przedstawienie dwóch kluczowych procesów w branży kucia hydraulicznego: uderzanie młotkiem w stop węglowo-żelazowy i uzyskiwanie węgla drzewnego poprzez spalanie i stopione żelazo.

Jednocześnie wylesiony obszar został wykorzystany do stworzenia nowych pól uprawnych, które były potrzebne dla rosnącej populacji.

Ułatwiła to również stal, ponieważ w tym czasie opracowano poprzeczny pług żelazny, który sprawił, że orka była bardziej wydajna niż stary rzymski pług drewniany, a nawet mógł usuwać pniaki po ściętych drzewach. Rozpowszechnienie pługa żelaznego dało początek temu, co niektórzy autorzy nazywają pierwszą rewolucją przemysłową w historii Europy, która doprowadziła do prawdziwej rewolucji rolniczej w Europie w sensie wzrostu plonów i równoległego wzrostu liczby ludności.

Ten historyczny kontekst rozwoju rolnictwa równoległe z rozszerzeniem produkcji stali poprzez kucie hydrauliczne, wraz z rozwojem flot i sprzętu do podboju krajów europejskich w Ameryce, oznaczał, że w XV i XVI wieku drewno, które było podstawą energetyczną Europy, stało się rzadkością w wyniku tego, co można rozumieć jako pierwszy wielki kryzys przemysłowy.



*Obraz 4: Zdjęcie pług.*



*Obraz 5: Przedstawienie wylesiania lasu w celu zasilania kuźni hydraulicznej i procesu przekształcania wylesionego obszaru w pole uprawne za pomocą żelaznego pług.*

**Zgodnie z tym, co do tej pory widzieliśmy o żelaznym pługu, reaguje on:**

1. Gleby Europy Zachodniej są cięższe niż gleby Europy Wschodniej. Wyjaśnij różnice w retencji wody, biorąc pod uwagę procentową zawartość gliny, temperaturę i opady w obu regionach.
2. Żelazny pług odniósł większy sukces w Europie Zachodniej niż w Europie Wschodniej. Jakie są tego powody, biorąc pod uwagę odpowiedź udzieloną w poprzednim ćwiczeniu?
3. Etap znany jako pierwsza rewolucja przemysłowa doprowadził do znacznego wzrostu powierzchni upraw w Europie Zachodniej. Zastosuj odpowiedzi z dwóch zadań, aby to wyjaśnić.

Drewno stało się uniwersalnym materiałem ekonomicznym przed rewolucją przemysłową, ponieważ przemysł był od niego uzależniony. Jednocześnie jednak maszyny przemysłowe były również wykonane z drewna, podobnie jak statki, które również rosły, aby zaspokoić potrzeby żeglugi zamorskiej. W tamtych czasach drewno odgrywało rolę, jaką dziś odgrywają metale w przemyśle, a jednocześnie zajmowało przestrzeń, którą dziś zajmują paliwa kopalne. W związku z tym drewno było zużywane nie tylko z bezpośredniej potrzeby jako surowiec dla przemysłu kuzniczego i hutniczego, ale było również wykorzystywane pośrednio w górnictwie, w żegludze, w belkach używanych do wykładania chodników kopalnianych i do budowy drewnianych wagonów do transportu rudy.

Rozwój zamorskich ekspedycji dał impuls do produkcji trójmasztowców, które umożliwiły odbywanie dalekomorskich podróży, a tym samym poszukiwanie zasobów w innych miejscach. Rozwój tej floty pochłaniał ogromne ilości drewna. W tym samym czasie, a zwłaszcza wraz z odkryciem Ameryki, rozwój uzbrojenia, które wymagało lekkiej i wytrzymałej stali, przyspieszył kucie hydrauliczne. Tak więc, chociaż wycinka lasów pod uprawy znacznie zmniejszyła ilość dostępnego drewna, ostateczny kryzys został wywołany przez wzrost produkcji żelaza i przemysłu stoczniowego.

Nadużywanie drewna doprowadziło do wzrostu liczby zgonów z powodu zamarznięcia w miastach o surowych, mroźnych i wilgotnych zimach, takich jak Newcastle, z powodu braku drewna opałowego do ogrzewania. Aby poradzić sobie z tym kryzysem, król Anglii zezwolił na wydobycie węgla jako alternatywnego źródła energii. Kryzys ten narastał i rozprzestrzenił się na inne regiony. Tak więc w XV wieku papież Pius II napisał, że podczas wizyty w Szkocji był zaskoczony, widząc przed drzwiami kościołów rzędy drewna opałowego. Ludzi, którzy otrzymywali fragmenty czarnego kamienia jako jałmużnę, odnosząc się do węgla.

Węgiel ten został zatwierdzony przez króla, aby zaspokoić potrzeby przetrwania, ponieważ chociaż jego potencjał kaloryczny był znany, był traktowany z pogardą jako gorsze źródło energii, brudne i wytwarzające dużo zanieczyszczeń. Był również nieosiągalny cenowo, dopóki nie opracowano odpowiednich metod jego wydobycia.





**Rysunek 6:** Przedstawienie ludzi zbierających węgiel drzewny, aby zrekompensować brak drewna opałowego.

### W oparciu o dotychczasowe obserwacje dotyczące wykorzystania węgla:

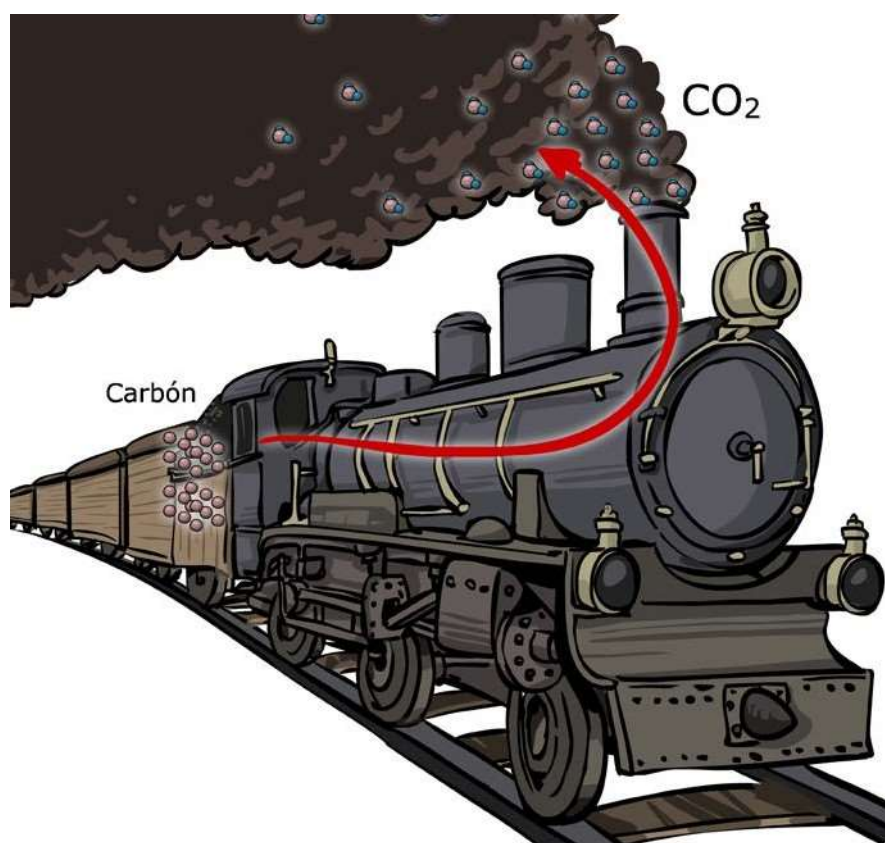
1. Komentuje on tekst, który stanowi część relacji papieża Piusa II z jego wizyty w Szkocji: "[...] Otrzymali jako jałmużnę kawałki czarnego kamienia, z którego odeszli zadowoleni. Ten rodzaj kamienia spalają zamiast drewna, którego ich kraj jest pozbawiony".
2. Komentuje wypowiedź Edmunda Howesa z 1631 r., mając na uwadze poprzednią odpowiedź: "Mieszkańcy są zmuszeni do rozpalania ognia torfem i węglem, nawet w komnatach honorowych osobistości".
3. Porównaj 1 kg węgla z 1 kg drewna pod względem ich dostępności, łatwości pozyskania, emisji i wydajności cieplnej. Na podstawie tego porównania, jaki jest sens przejścia Wielkiej Brytanii ze spalania drewna na węgiel?

### **Jak rozwiązano trudności w pozyskiwaniu węgla jako rozwiązanie kryzysu drzewnego?**

Węgiel pozyskiwano poprzez wydobywanie. Kopalnie te stawały się coraz głębsze w poszukiwaniu użytecznych skał w surowych zimowych regionach Wielkiej Brytanii. W miarę jak konieczne stawało się drążenie coraz głębszych kopalni w celu wydobywania węgla, coraz trudniejsze stawało się wentylowanie szybów i wydobywanie węgla na powierzchnię. Trudność wydobywania węgla ze względu na głębokość kopalni w XVII wieku została spotęgowana przez przedostawanie się wody z lustra wody lub głębokich wód gruntowych, które przedostawały się przez szczeliny. Oznaczało to, że oprócz konieczności wydobywania węgla na powierzchnię, konieczne było również wydobywanie wody infiltrującej do chodników. Wszystkie te problemy wynikające z wydobywania węgla na większych głębokościach wymagały rozwiązań technologicznych, które zostały rozwiązane dzięki wynalezieniu pompy parowej. Ta innowacja technologiczna była pierwszym silnikiem parowym, w którym ciśnienie pary wodnej generowane przez spalanie w kotłach poruszało koła pasowe, które generowały wznoszenie.

Pierwsze pompy parowe były napędzane drewnem. Z biegiem czasu, gdy drzewa były wycinane w pobliżu obszarów użytkowania tych silników parowych, kryzys drewna opałowego doprowadził do wykorzystania spalania węgla do wytwarzania pary. Wraz z tym wynalazkiem węgiel stał się dostępny na powierzchni ziemi w znacznych ilościach do konsumpcji i zachęcano do jego sprzedaży w innych regionach Wielkiej Brytanii. Początkowo dystrybucja ta odbywała się za pomocą wozów konnych. Transport ten był jednak poważnie utrudniony przez błotniste gleby wynikające z deszczowych zim typowych dla tego regionu. Potrzeba usprawnienia transportu węgla doprowadziła do wynalezienia najpierw lokomotywy parowej i kolei, a następnie statku parowego, co pozwoliło na rozszerzenie zastosowania silnika parowego z pomp, początkowo używanych do wydobywania węgla, na systemy transportowe. Kolej, która stanowiła ważną innowację technologiczną, zaczęła być masowo wykorzystywana do transportu pasażerów już w XIX wieku. Oznaczało to, że miasta zostały połączone liniami kolejowymi, które stały się przedłużeniem kopalni węgla, umożliwiając dostęp węgla do różnych punktów popytu, które rosły wraz z przyspieszeniem rewolucji przemysłowej wynikającej z przemysłowego wykorzystania tego paliwa kopalnego. Ponieważ koszt transportu rudy rósł wraz z odległością, kraje uprzemysłowione były w stanie wykorzystać te trasy jako przedłużenie kopalni węgla, umożliwiając dostęp do węgla do różnych punktów popytu.

Ciężkie górnictwo koncentrowało się w pobliżu pokładów węgla. W tym stuleciu wprowadzono również statki parowe, które stopniowo zwiększały swoje rozmiary, tak że w 1858 roku pływał Great Eastern, znany jako "potwór Atlantyku", o długości 691 stóp, 22 500 tonach brutto i mocy 1600 KM rozwijanej przez silniki śrubowe i 1000 KM w kotłach łopatkowych.



**Rysunek 7:** Przedstawienie lokomotywy parowej pokazujące model spalania, w którym związane atomy C w skale węglowej łączą się z  $O_2$ , tworząc gaz  $CO_2$ , który jest uwalniany w wyniku spalania.

### Zgodnie z tym, co widzieliśmy do tej pory na temat innowacji technologicznych silnika parowego:

1. Jaką rolę odegrało wydobycie węgla w Anglii w tworzeniu technologicznych podstaw ery przemysłowej?
2. Dziś z hektara pola można zebrać dwadzieścia razy więcej plonów niż w średniowieczu, ale do wyprodukowania jednej kalorii ziarna zużywa się dwadzieścia razy więcej energii. Jak wykorzystanie paliw kopalnych ma się do dzisiejszego zużycia energii w zakresie uprawy, pielęgnacji, nawożenia, nawadniania i zbiorów?



3. Komentarz do zdania: *"Postęp technologiczny oznaczał większą moc energetyczną kosztem zwiększonego zakłócenia środowiska i zużycia zasobów"*.
4. Wyraź związki między wynalezieniem silnika parowego a powstaniem zmian klimatycznych.

## 1.2. PRODUKCJA STALI POPRZEZ SPALANIE WĘGLA

Upowszechnienie silnika parowego w lokomotywach i statkach zwiększyło popyt na węgiel - nawet na obszarach Zachodu, gdzie dostęp do drewna był nadal możliwy pod koniec XVIII wieku, jak miało to miejsce w Rosji i Ameryce - a populacje rosły na obszarach z dostępem do kolei i portów. W ten sposób miasta stały się niejako przedłużeniem kopalni węgla. Ponieważ silniki parowe miały niską wydajność przy prędkościach powyżej 2%, oznaczało to, że nowe linie przebiegały wzdłuż rzek i dna dolin. Powodowało to przemieszczanie się ludzi do miast końcowych, węzłów i miast portowych, zwiększając również tendencję do tworzenia nowych społeczności miejskich wzdłuż głównych linii transportowych. Od drugiej połowy XIX wieku kolej dotarła na Wschód, do Indii, Chin i Japonii, przynosząc ze sobą praktyki, metody i idee europejskiej cywilizacji górniczej, w której się pojawiła. Ten rodzaj osadnictwa i przesiedlania ludności przyniósł ze sobą procesy readaptacji i napięcia społeczne.



**Rysunek 8:** Przedstawienie złożoności urbanistycznej związanej z rozszerzeniem wykorzystania węgla.

Napięcia urbanistyczne, wydłużenie czasu pracy w zamkniętych środowiskach wymagane przez działalność w branżach opartych na energii pochodzącej ze spalania oraz wypadki związane z wydobywaniem, transportem i spalaniem węgla zwiększyły konflikt społeczny, ponieważ

Tendencja do lokalizowania zakładów przemysłowych w centrach miast zwiększyła zanieczyszczenie miast.

Dążąc do zwiększenia ilości poprzez skrócenie czasu transportu, poszukiwano większych maszyn i rozbudowywano sieci transportowe, zarówno drogą lądową - koleją, jak i morską - statkami parowymi. W przypadku kolei opracowano tunele i duże mosty, aby nie przekraczać nachylenia 2%. W przypadku tych nowych dużych maszyn, szlaków komunikacyjnych i dużych mostów, interesująca była budowa ciągłych i wytrzymałych konstrukcji. Materiałem par excellence spełniającym te wymagania było kute żelazo lub stal, która dzięki kuciu hydraulicznemu była siłą napędową tego, co wielu autorów nazywa pierwszą rewolucją przemysłową. Stal jest bardzo wytrzymała i lekka, więc była wykorzystywana do budowy kolei i dużych statków, które mogły pomieścić duże silniki parowe w celu osiągnięcia maksymalnej wydajności.

Stal była również wykorzystywana do budowy ważnych żelaznych mostów i torów kolejowych, które umożliwiły lokomotywowi podróżowanie w poziomie. Ta kultura żelaznej inżynierii dała początek pierwszym drapaczom chmur w Chicago i zabytkom, takim jak Wieża Eiffla, która w tamtym czasie stanowiła najwyższy budynek na świecie i oznaczała koniec XIX wieku, pozostawiając wyraz hołdu dla znaczenia stali uzyskanej z przemysłu silników parowych. Konstrukcje te zostały wykonane ze stali uzyskanej z hut opalanych węglem, co oznaczało wzrost zużycia paliw kopalnych, a w konsekwencji wzrost emisji CO<sub>2</sub> z wykorzystania skał węglowych z C pochodzącym z kopalności roślin.

Jednocześnie wytrzymałość i lekkość stali umożliwiły rozszerzenie jej zastosowania w drugiej połowie XX wieku. W tym czasie stal umożliwiła rozwój ważnych żelaznych mostów, które ułatwiły rozwój kolei poziomej.

Ta kultura inżynierii żelaza ustąpiła miejsca pierwszym drapaczom chmur zbudowanym na wysokich konstrukcjach stalowych, co było możliwe dzięki ich wytrzymałości i lekkości. Dobrym przykładem rozwoju urbanistycznego opartego na konstrukcjach stalowych pod koniec XIX wieku jest Chicago. Produkcja tych konstrukcji w przemysłowych hutach opalanych węglem oznaczała początek procesu przemysłowego o wysokim zużyciu paliw kopalnych, który zwiększył emisje w drugiej połowie XX wieku.



*Zdjęcie 9: Fotografia starej linii kolejowej przechodzącej przez stalowy most.*



*Zdjęcie 10: Wieżowce w Chicago zbudowane na stalowych ramach.*

**Zgodnie z tym, co widzieliśmy do tej pory na temat innowacji technologicznych silnika parowego:**

1. Jak silnik parowy wpłynął na rozwój urbanistyki?
2. Jakie zmiany przyniosła pierwsza rewolucja przemysłowa w s p o s o b i e produkcji stali?
3. Wyjaśnij, co miała symbolizować budowa wieży Eiffla jako najwyższego budynku w P a r y ż u na Wystawie Powszechnej w 1889 roku.
4. Co było główną przyczyną wzrostu emisji pod koniec XIX wieku?



### 1.3. ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ SPALANIA WRAZ Z NOŚNIKAMI ENERGII W XX WIEKU

**W jaki sposób wektor energii elektrycznej mógłby stać się problemem dla zmian klimatycznych, gdyby pojawił się wraz z wykorzystaniem odnawialnej energii wodnej?**

W pierwszej połowie XIX wieku dynamo hydrauliczne stało się możliwe dzięki dwóm postępom naukowym i technicznym. Pierwszym przełomem, który to umożliwił, była praca Faradaya nad prądami elektromagnetycznymi w 1831 roku. Prace te doprowadziły go do odkrycia, że przewodnik przecinający linie sił magnesu tworzy różnicę potencjałów. Wkrótce potem otrzymał anonimowy list sugerujący, że jego odkrycie można zastosować do budowy dużych maszyn.



**Zdjęcie 11:** Elektrownia Tambre I - Noia (A Coruña). Zbudowana w 1932 r. i zaprojektowana przez architekta Antonio Palacios z wykorzystaniem galicyjskiej architektury historycznej zastosowanej w fasadzie w stylu romańskim przeniesionej do budynku przemysłowego.

Krok w kierunku dynamo hydraulicznego został osiągnięty poprzez dodanie tego odkrycia do udoskonalenia turbiny wodnej dokonanego przez Fourneyrona w 1832 roku, który zbudował turbinę o mocy 50 KM. Turbina ta została połączona z dynamem wynalezionym przez Wernera Siemensa (1886), a także zawierała alternator Nicola Tesli (1887). Oprócz tych postępów technologicznych, system dystrybucji wynaleziony przez Edisona (1882) został dodany do elektrowni wodnej, ustanawiając w ten sposób postęp technologiczny w kierunku rozwoju elektrowni wodnej pod koniec XIX wieku.



**Zdjęcie 12:** *Dynamo starej elektrowni Tambre I, wystawione do celów muzealnych przed główną fasadą elektrowni.*

Pojawienie się elektryczności było przełomem technologicznym i przyniosło rewolucyjne zmiany, które wpłynęły na sytuację i koncentrację przemysłu. Do czasu pojawienia się elektryczności, przemysł był całkowicie zależny od kopalni węgla jako źródła energii. Przed pojawieniem się elektryczności przemysł musiał być zlokalizowany w pobliżu kopalni lub tanich środków transportu, takich jak porty czy linie kolejowe. Energia elektryczna jest nośnikiem energii, który transportuje energię z elektrowni do punktów konsumpcji. Dzięki prądowi zmiennemu i wysokiemu napięciu, energia może być transportowana w dowolne miejsce, aby zaspokoić potrzeby ludzi, którzy jej potrzebują. W ten sposób silnik elektryczny umożliwił pracę w niezależnych jednostkach z odłączeniem terytorialnym, będąc w stanie pracować z wymaganą prędkością oraz uruchamiać się i zatrzymywać w zależności od potrzeb i wymagań energetycznych, zwiększając wydajność o co najmniej 50%.



**Rysunek 13:** *Transformacja energii elektrycznej wytworzonej w elektrowni na potrzeby przesyłu wysokiego napięcia.*

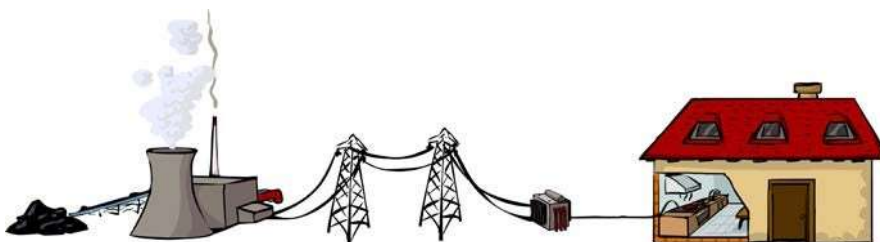
W drugiej połowie XX wieku elektryczność znacznie wzrosła ze względu na zalety dostępu w dowolnym punkcie, możliwość indywidualizacji i koordynacji jednostek produkcyjnych oraz przzerwania jej, gdy nie jest potrzebna. Ta natychmiastowa dostępność energii w dowolnym miejscu i w wymaganej mocy pozwoliła na nadużywanie energii elektrycznej do skrajności, które mogą graniczyć z hedonizmem energetycznym, co może łatwo prowadzić do wniosku, że problem energetyczny jest bardziej nadużyciem w konsumpcji niż brakiem produkcji.



*Rysunki 14 i 15: Zestawienie dwóch ilustracji pokazujących złe praktyki prowadzące do nadmiernego zużycia energii elektrycznej.*

Wzrost krajowego, a zwłaszcza przemysłowego zapotrzebowania na energię elektryczną w pierwszej połowie XX wieku doprowadził do nadmiernej eksploatacji dorzeczy. Po wyczerpaniu wszystkich możliwości budowy nowych dużych zbiorników, elektrownie ciepłe zostały opracowane w celu dalszego zwiększenia dostępności i wydajności. Elektrownie ciepłe wytwarzają parę o ciśnieniu niezbędnym do napędzania turbin, zapewniając w ten sposób stałą produkcję energii. Jest to przewaga nad elektrowniami wodnymi, które zależą od reżimu wodnego i stanu zbiorników, który staje się coraz bardziej nieregularny wraz ze zmianami klimatu. Ta forma wytwarzania energii elektrycznej stała się zatem ugruntowana, umożliwiając zaspokojenie wszystkich wzrostów popytu. Z drugiej strony, końcowe wykorzystanie energii, które umożliwia wektor energii elektrycznej, jest wielorakie, z paradoksem, że energia końcowa jest energią kaloryczną, podobnie jak energia pierwotna wykorzystywana do spalania w elektrowni ciepłej, osiągając tę energię kaloryczną poprzez długi transport i transformacje.





*Rysunek 16: Ilustracja pokazująca, w jaki sposób energia elektryczna umożliwia transport energii na duże odległości za pomocą transformacji napięcia, z wynikającymi z tego stratami w celu uzyskania energii końcowej o takim samym charakterze jak początkowa energia cieplna, która wytworzyła energię elektryczną.*

Od XX wieku energia elektryczna stała się źródłem emisji odpowiedzialnych za postępujące zmiany klimatyczne. Zużycie energii elektrycznej znacznie wzrosło, podobnie jak w przypadku zwiększonego wykorzystania klimatyzacji i procesów odsalania. Odsalanie staje się coraz ważniejsze, zwłaszcza tam, gdzie wraz ze wzrostem liczby ludności spada poziom opadów i zwiększa się nieregularność ich rozkładu w ciągu roku. Okoliczności te występują na Wyspach Kanaryjskich, gdzie ze względu na ogólne skutki suszy można zaobserwować takie konsekwencje, jak zmniejszenie przepływów w wąwozach, obniżenie poziomu wody w warstwach wodonośnych i zbiornikach oraz niedobór zasobów wodnych do spożycia przez ludzi. Aby zwalczyć ten problem niedoboru zasobów wodnych do spożycia przez ludzi, zdeterminowany wzrostem suszy w miarę postępu zmian klimatycznych i wzrostu turystyki, Gran Canaria posiada zakład odsalania wody morskiej od lat siedemdziesiątych XX wieku, którego infrastruktura rozwijała się i ulepszała przez lata. Obecnie zakład odsalania i uzdatniania wody jest kluczową infrastrukturą dostarczającą wodę pitną na wyspie Gran Canaria, odgrywając fundamentalną rolę w uzdatnianiu i dystrybucji bezpiecznej, wysokiej jakości wody dla ludności wyspy. Obecnie jej zdolność produkcyjna wynosi około 56 000 m<sup>3</sup> wody dziennie. W chwili obecnej ilość ta jest wystarczająca do zaopatrzenia dużej części populacji wyspy, nawet w czasach suszy lub gdy zapotrzebowanie na wodę jest wysokie. Proces ten odbywa się przy użyciu technologii odwróconej osmozy, w której woda morska jest poddawana działaniu szeregu półprzepuszczalnych membran, które usuwają sól i inne zanieczyszczenia, wytwarzając w ten sposób świeżą wodę pitną.

Zakład odsalania wykorzystuje energię elektryczną do napędzania procesu odwróconej osmozy i zapewnienia wydajnej i ciągłej produkcji wody pitnej. Ta energia elektryczna pochodzi z elektrowni na Wyspach Kanaryjskich, która działa na paliwach kopalnych, uwalniając do atmosfery dużą ilość gazów cieplarnianych, które przyczyniają się do zmian klimatycznych.





*Zdjęcie 17: Zdjęcie zakładu odsalania z elektrociepłownią na wyspie Gran Canaria.*

### **Co oznaczało pojawienie się silnika spalinowego z wektorami pochodzącymi z rafinacji ropy naftowej?**

Ropa naftowa została po raz pierwszy wydobyta z odwiertów w 1859 roku. Umożliwiło to w drugiej połowie XIX wieku eksperymentowanie z silnikiem gazowym wykorzystującym lżejsze produkty destylacji, aż do jego udoskonalenia przez Otto w 1876 roku.



*Rysunek 18: Zdjęcie silnika spalinowego.*

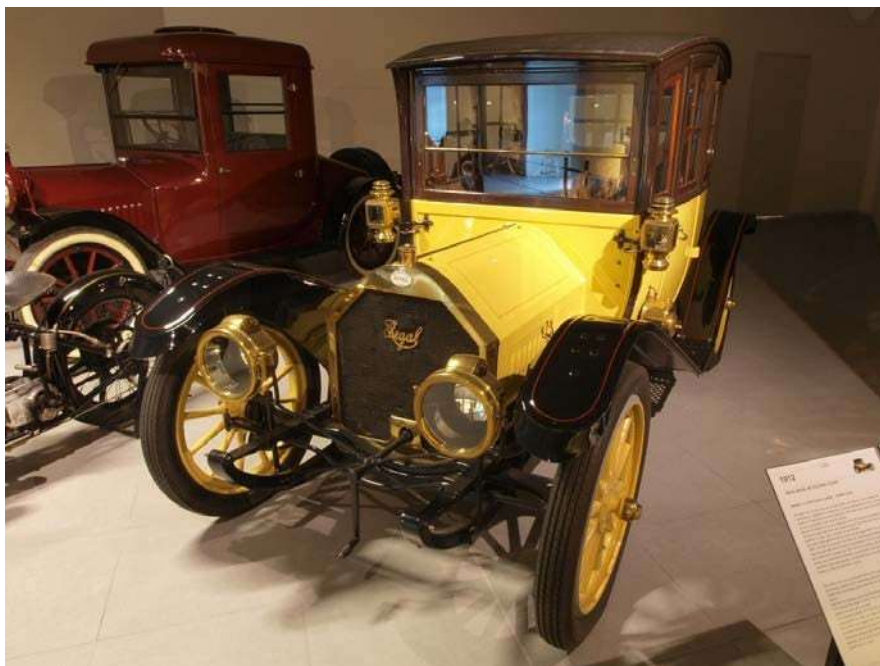
Rozwój silnika spalinowego otworzył nowe źródło energii, z wykorzystaniem rafinowanych węglowodorów ropopochodnych jako nośnika energii, który bardzo szybko zrównał się znaczeniem z wykorzystaniem silnika spalinowego.

Wykorzystanie benzyny i oleju napędowego nie było substytutem starych pokładów węgla, chociaż, jak czas pokaże, miało być zużywane w szybszym tempie, ponieważ te pochodne ropy naftowej są bardzo łatwe w transporcie i bardzo wydajnymi nośnikami energii do transportu samochodowego. Benzyna była łatwiejsza w transporcie niż olej napędowy. Ponadto ropa naftowa umożliwiała transport stałymi rurociągami, podczas gdy tankowce transportowały ją w dużych ilościach i na duże odległości do rafinerii. Po spaleniu, w przeciwieństwie do węgla, pozostawia minimalne pozostałości, a także jest znacznie łatwiejsza do przechowywania.



**Zdjęcie 19:** Zdjęcie platformy wiertniczej.

Początkowo silnik spalinowy nie osiągał wysokiej mocy i wydajności, więc nie był w stanie konkurować z silnikiem parowym na początku jego istnienia. Dlatego też pod koniec XIX wieku silnik spalinowy nie był w stanie z nim konkurować. W XX wieku, gdy wynalezienie silnika wysokoprężnego doprowadziło do opracowania ciężkich silników spalinowych zasilanych olejem o wysokiej sprawności cieplnej, które mogły wytwarzać moc wyjściową do 15 000 KM, silnik spalinowy zyskał przewagę. Silniki tego typu były bardziej wydajne, dzięki czemu ciężar samego paliwa (wektora) był wykorzystywany do poruszania się, zamiast przenosić, jak w przypadku silnika parowego, dodatkowe obciążenie w postaci wody. Dzięki samochodom ruch nie jest już związany z szynami i bardzo małym nachyleniem. W rezultacie pojazd może podróżować tak szybko jak pociąg, ponieważ jest znacznie mniejszą jednostką mobilną i może dotrzeć wszędzie. Jedynym warunkiem jest poruszanie się po drogach. Pierwsze drogi były współdzielone z powozami konnymi. Po 1910 roku zaczęto je utwardzać betonem. Podobnie jak wektor elektryczny, te łatwe w transporcie samochody z paliwem wektorowym w zbiorniku mogą pozwolić nam żyć w dowolnym miejscu.



Obraz 20: Zdjęcie zabytkowych samochodów.



Rysunek 21: Ilustracja przedstawiająca dwa główne wektory energii, które umożliwiają życie w dowolnym miejscu.

Zalety szybkiego i bezpiecznego transportu spowodowały bardzo szybki rozwój motoryzacji, początkowo związanej z firmami, a następnie wkraczającej do każdego gospodarstwa domowego. Wprowadzenie samochodów do rodzin, często z więcej niż jednym samochodem na gospodarstwo domowe, wynikało z faktu, że samochody stały się tanie wraz z pojawieniem się przemysłu motoryzacyjnego.



Henry'ego Forda, co ułatwiło ich masową produkcję. Z czasem wzrost ten doprowadził do dużych strat spowodowanych korkami, zwłaszcza w dużych miastach, co zwiększyło emisje, oprócz tych wynikających ze wzrostu liczby jednostek.



*Zdjęcie 22: Zdjęcie częstych korków w miastach.*

Wprowadzenie silnika spalinowego na statkach szło w parze z rozwojem motoryzacji. W 1903 roku amerykańscy bracia Wright wynaleźli samolot, który również wyposażyli w silnik spalinowy. Samoloty z silnikami spalinowymi nie były produkowane na dużą skalę aż do 1910 roku. Rozwojowi tej formy podróżowania sprzyjała ekspansja innych rozwiniętych ośrodków z rozległymi i odległymi lądowiskami. Z tych samolotów rozwinęły się samoloty napędzane śmigłami, które stały się dzisiejszymi odrzutowcami zużywającymi dużo paliwa. Rozwój technologii lotniczej i kosmicznej doprowadził do produkcji samolotów zdolnych do przekraczania prędkości dźwięku, takich jak Concorde i myśliwce, a także statków kosmicznych i nowoczesnych wahadłowców, z których wszystkie zużywają ogromne ilości energii.

Rozpowszechnienie urządzeń spalinowych obejmuje źródła mobilne z rozproszonymi emisjami, które w związku z tym są trudne do kontrolowania, wraz z emisjami z elektrowni ciepłych wytwarzających wektor energii elektrycznej oraz rozwój gałęzi przemysłu, takich jak cementownie, doprowadziły do znacznego wzrostu CO<sub>2</sub> w atmosferze, co może prowadzić do wzrostu temperatury. Zjawisko to nasila się, a mobilność staje się coraz bardziej zależna od ropy naftowej, która odpowiada za ponad 65% emisji, co stanowi około 25% emisji, co w wartościach bezwzględnych oznacza 7 200 000 ton CO<sub>2</sub>, z czego samochody osobowe i ciężarowe odpowiadają za ponad 94%.





**Obrazy 23 i 24:** Kompozycja fotograficzna samolotu i statku wycieczkowego jako innych wysokoemisyjnych środków transportu.

Każdy litr benzyny wytwarza 2,5 kg CO<sub>2</sub> i szacuje się, że przeciętny samochód w ciągu swojego życia wytwarza 15 000 kg CO<sub>2</sub>. Zużycie to jest zmienne w zależności od średniej prędkości: zamiast jechać z prędkością 120 km/h, jeśli jedziesz z prędkością 100 km/h, zużywa około 50% mniej. Liczba pojazdów znacznie przekracza 50 milionów. Przy takim tempie wzrostu zużycia, a także biorąc pod uwagę duże ilości podróży drogowych, oceanicznych i lotniczych, szacuje się, że ropa naftowa zostanie zużyta za około 50 lat.

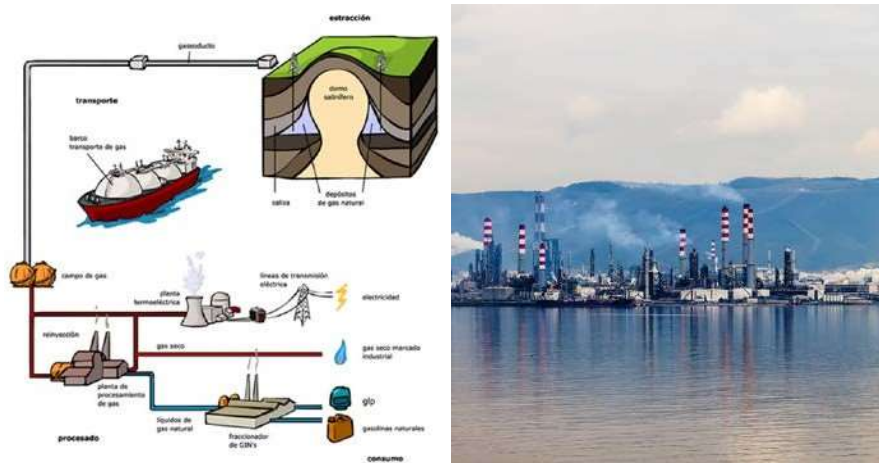


**Rysunek 25:** Ilustracja przedstawiająca dzienny transport towarów na odległości międzykontynentalne z wykorzystaniem transportu z silnikami spalinowymi.

### Dlaczego mówi się, że gaz ziemny jest ostatnim wektorem XX wieku?

Gaz ziemny jest ostatnim surowcem eksploatowanym w XX wieku. Pod wieloma względami jest uważany za idealne paliwo kopalne i jest wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach z turbinami gazowymi, które są kompaktowe, wysoce wydajne i mogą być budowane w pobliżu skupisk ludności, wykorzystując miejską dystrybucję gazu do produkcji energii elektrycznej i ciepła.

Jego głównym składnikiem jest metan, najprostszy z węglowodorów, z jednym atomem węgla (aby wytworzyć taką samą ilość energii jak węgiel i ropa naftowa, spalanie metanu wytwarza tylko połowę  $\text{CO}_2$ ), więc jego wykorzystanie wzrosło w ostatnich latach od czasu protokołu z Kioto. Gaz ziemny wiąże się jednak z zagrożeniami, takimi jak wycieki, które przyczyniają się do zwiększenia problemu. Jeśli wyciek stanowi 4%, efekt cieplarniany jest ponad 3 razy większy niż w przypadku spalania węgla. Ryzyko to zwiększa fakt, że obszary, przez które przechodzą gazociągi, są podatne na ataki i wycieki. Ponadto uważa się, że rezerwy gazu na tym poziomie wykorzystania nie wystarczą na dłużej niż 20 lat.



**Obrazy 26 i 27:** Zdjęcie elektrowni gazu ziemnego z ilustracją procesu transportu gazu ziemnego.

Elektrownia ciepła As Pontes de García Rodríguez jest największą jednostką wytwórczą w hiszpańskim systemie elektroenergetycznym, o mocy zainstalowanej około 1400 MW, co świadczy o zaangażowaniu, jakie zostało podjęte w drugiej połowie XX wieku na rzecz elektrowni ciepłych zdolnych do wytwarzania dużej ilości energii elektrycznej. Elektrownia ta wykorzystuje brązowy węgiel brunatny z sąsiedniej kopalni, który jest bogaty w siarkę. Jej sprawność wynosi 35% i produkuje 9100 GWh energii elektrycznej rocznie.

### Na podstawie tego, co widzieliśmy do tej pory...

1. Jak elektryczność wpłynęła na działalność przemysłową?
2. W jaki sposób energia elektryczna z odnawialnej energii wody stała się głównym czynnikiem przyczyniającym się do zmian klimatycznych?
3. Jak można wytłumaczyć fakt, że oczekiwania dotyczące energii wodnej spadają wraz z postępującymi zmianami klimatycznymi?
4. Dlaczego silnik spalinowy zatriumfował nad silnikiem parowym?
5. Uzasadnij wniosek: *"Nośniki energii z XX wieku były głównymi czynnikami przyspieszającymi dzisiejsze zmiany klimatu"*.
6. Dlaczego gaz ziemny jest uważany za nośnik energii, który ma mniejszy wpływ na zmiany klimatu niż rafinacja ropy naftowej, skoro nadal jest paliwem kopalnym?

## 2.1. JAK ZMIANA KLIMATU MOŻE WPŁYNAĆ NA WZROST POZIOMU MORZA?

W jednej ze scen filmu "Cinema Climantopia" polscy uczniowie przybywają do lizbońskiego akwariarium, gdzie spotykają grupę portugalskich uczniów z różnymi stanowiskami do demonstracji naukowych. Kiedy polski uczeń pyta, co robią, jeden z portugalskich uczniów odpowiada: "pokazuję ci, co zmienia twoje życie".



Zdjęcie 28: Kadr z filmu "Cinema Climantopia".

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

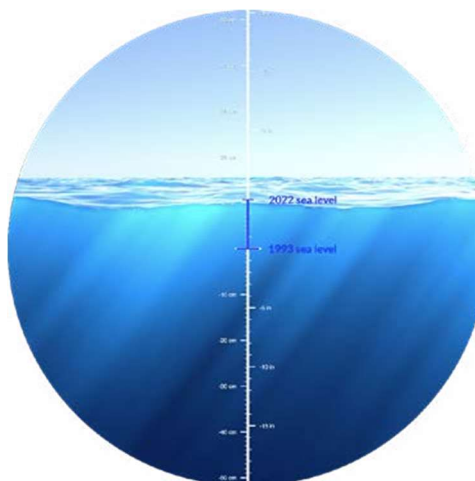
1. W parach zastanówcie się, gdzie mieszkacie, czy na wybrzeżu, czy w głębi lądu, i odpowiedzcie na następujące pytania: Czy uważasz, że jakkolwiek wpływ zmian klimatu na ocean *zmieni Twoje życie*? Czy wpłynie to na inne kraje w ten sam sposób i z taką samą intensywnością? Jak myślisz, jakie są główne skutki zmian klimatu na ocean?
2. Po udzieleniu odpowiedzi na te pytania możesz poruszać się po klasie, wchodząc w interakcje z innymi parami i dzieląc się swoimi odpowiedziami w celu stworzenia ostatecznego podsumowania tak kompletnego, jak to możliwe, z uwzględnieniem informacji dostarczonych przez innych kolegów z klasy, które uważasz za poprawne, aby odpowiedzieć na początkowe pytania.



### Czy poziom morza się podnosi?

**Podnoszenie się poziomu mórz** jest jednym z najbardziej oczywistych skutków zmian klimatycznych, które będą postępować przez stulecia, nawet jeśli dziś gwałtownie zatrzymamy emisję gazów cieplarnianych lub osiągniemy cel porozumienia paryskiego z 2015 r., jakim jest utrzymanie globalnego wzrostu temperatury poniżej 1,5-2°C.

Szacuje się, że od 1850 r. poziom mórz na całym świecie podniósł się o 20-24 cm i nadal rośnie w coraz szybszym tempie.



*Rysunek 29: Wzrost poziomu morza.*

#### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Dlaczego poziom morza się podnosi?
2. Czy rośnie równomiernie na całym świecie?
3. Jak myślisz, jakie są konsekwencje podnoszenia się poziomu mórz i temperatury morza?

Chociaż wzrost poziomu morza jest jednym z najbardziej znanych skutków zmian klimatu, ludzie często nie są świadomi jego prawdziwych przyczyn. Za zjawisko to odpowiedzialne są dwa czynniki, oba wynikające z globalnego wzrostu temperatury: **topnienie lodu kontynentalnego** i **rozszerzalność cieplna wody**. Przyjrzyjmy się teraz bliżej każdemu z nich:

1. **Topnienie lodu kontynentalnego** jest główną przyczyną wzrostu poziomu morza. Ten lód, który kiedyś znajdował się na kontynencie, teraz zajmuje dodatkową objętość w postaci ciekłej wody w oceanie, powodując wzrost poziomu morza. Inaczej jest w przypadku topnienia lodu pływającego, na przykład w Arktyce, gdzie lód ten zajmuje już określoną objętość i dlatego nie przyczynia się bezpośrednio do wzrostu poziomu morza (choć pośrednio poprzez zmniejszenie albedo).

Tak jest w przypadku rozmrażania:

- ę **Grenlandia**. Szacuje się, że od 2002 r. Grenlandia traciła 274 miliardy ton lodu rocznie, czyli więcej niż Antarktyda, i jest jednym z głównych czynników przyczyniających się do obecnego wzrostu poziomu mórz.
  - ę **Antarktyda**. Jest to czwarty co do wielkości kontynent po Azji, Ameryce i Afryce. Jej powierzchnia jest w 98% pokryta lodem. Szacuje się, że od 2002 roku Antarktyda traci 151 miliardów ton lodu rocznie. Należy pamiętać, że tylko najbardziej narażone na topnienie lodu części Antarktydy chronią nas przed potencjalnym globalnym wzrostem poziomu morza o 20 metrów.  
  
Szczególnie niepokojąca w tym względzie jest tak zwana *pokrywa lodowa Antarktydy Zachodniej* (często określana jako WAIS), gdzie ocieplenie i utrata lodu były znacznie bardziej intensywne w ostatnich latach. Topnienie to jest ułatwione przez globalny wzrost temperatury atmosferycznej, a ponadto przez cieplejszą wodę wpływającą do podstawy kontynentu.
  - ę **Lodowce**. Latem duże formacje lodowe, takie jak lodowce alpejskie, naturalnie topnieją, a zimą, dzięki śniegowi, odzyskują swoją powierzchnię. Jednak ze względu na globalny wzrost temperatur zaobserwowano brak równowagi między tymi dwoma procesami, co przyczynia się do wzrostu poziomu mórz.
2. **Rozszerzalność cieplna wody** to zjawisko, które jest często pomijane, ponieważ nie jest tak widoczne jak szokujące obrazy topniejącego lodu, ale odgrywa ważną rolę w podnoszeniu się poziomu mórz.

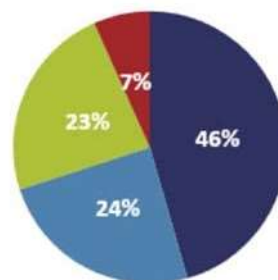
W skali globalnej ocean zmagazynował ponad **93% ciepła wynikającego ze zmian klimatu**. To znacznie osłabiło wzrost temperatury atmosferycznej, ale doprowadziło również do poważnych zmian w jego właściwościach fizycznych i wpłynęło na zamieszkujące go istoty żywe. Wśród nich jest proces znany jako rozszerzalność **cieplna** lub **dylatacja**. Zjawisko to opiera się na tendencji materii do zmiany objętości w odpowiedzi na temperaturę: gdy substancja jest podgrzewana, ruchliwość jej cząsteczek wzrasta, utrzymując większą przestrzeń między nimi, a tym samym zwiększając objętość.



*Zdjęcie 30: Tablica upamiętniająca lodowiec Okjökull.*

Tak więc, po zapoznaniu się z różnymi czynnikami odpowiedzialnymi za wzrost poziomu morza, nadszedł czas, aby przyjąć wspólną perspektywę i ocenić wielkość każdego z nich. Trudno jest określić ilościowo ich indywidualny wkład, ale zgodnie z informacjami dostarczonymi przez ostatnie badania, w latach 1993-2016, różna rola każdego z nich jest przedstawiona na poniższym wykresie:

■ Expansión térmica: 1.15 mm/año  
■ Glaciares: 0.64 mm/año  
■ Groenlandia: 0.6 mm/año  
■ Antártida: 0.19 mm/año



Rysunek 31: Przyczynianie się do wzrostu poziomu morza.

### Na podstawie tego, co widzieliśmy do tej pory...

1. Czy znasz wszystkie czynniki związane ze wzrostem poziomu morza?
2. Uzyskaj dostęp do poniższego [symulatora](#) i przeanalizuj, co stanie się z Twoim miastem (jeśli jest to miasto nadmorskie) lub z reprezentatywnym nadmorskim miejscem turystycznym w Twoim kraju, jeśli globalny poziom mórz wzrośnie o 0,8 m, zgodnie z prognozami na koniec wieku, jeśli emisje będą kontynuowane w obecnym tempie.
3. Wykonaj ćwiczenie laboratoryjne zatytułowane "*Dlaczego poziom morza się podnosi?*" z ebooka "*Projektowanie ćwiczeń laboratoryjnych na temat zmian klimatu do rozpowszechniania za pośrednictwem stoisk szkolnych w miejscach turystycznych*" i odpowiedz na następujące pytania:
  - a. Co dzieje się w każdym z modeli wraz ze wzrostem poziomu morza? Jeśli występują różnice, z czego one wynikają?
  - b. Jeśli którykolwiek z modeli nie wpływa na wzrost poziomu morza, to czy ich topnienie ma jakikolwiek globalny wpływ?
  - c. Co zaobserwowałeś w drugiej części ćwiczenia i jak to się ma do poprzedniego ćwiczenia?
  - d. Biorąc pod uwagę obie strony praktyki, jakie są czynniki odpowiedzialne za wzrost poziomu morza?
  - e. Badania nad możliwym wpływem globalnego wzrostu poziomu morza.



Jednak w kontekście topnienia lodu należy zauważyć, że zjawisko to ma również istotne **konsekwencje** dla **fauny** tych regionów.

W **Arktyce** wyróżnia się niedźwiedź **polarny**, największy drapieżnik w tym regionie. W Arktyce zaobserwowano, że w ostatnich latach cykl topnienia rozpoczął się wcześniej i trwał dłużej. Innymi słowy, każdego roku pokrywa lodowa Arktyki kurczy się, utrudniając niedźwiedziom polarnym polowanie na foki i inne zwierzęta, które są ich głównym źródłem pożywienia. Przed wystąpieniem ogólnego osłabienia lodu morskiego niedźwiedzie polarne mogły z łatwością polować na stabilnym lodzie morskim. Jednak po stopieniu lodu niedźwiedzie polarne są zmuszone płynąć w kierunku fok, próbując polować na nie niezauważone, odpoczywając na kawałkach pływającego lodu, z wysokim wskaźnikiem niepowodzeń. W związku z tym niektórzy badacze sugerują, że może to być spowodowane tym, że technika ta wymagałaby większej ilości energii. W rezultacie ostatnie badania wykazały, że populacja niedźwiedzi polarnych może zostać zmniejszona o 30 procent do 2050 roku.



**Obraz 32:** *Populacja niedźwiedzi polarnych (Ursus maritimus) może zmniejszyć się o 30% do 2050 r.*

Jednak w naturze interakcje ekosystemów są złożone, a wpływ zmian klimatu w Arktyce nie dotyczy tylko niedźwiedzi polarnych. Jak wyjaśnia pani Rojas swoim uczniom w filmie "*Cinema Climantopia*", foki są dokładnie innym gatunkiem dotkniętym skutkami zmian klimatu, ponieważ jedno z ich źródeł pożywienia zostało zmniejszone:

#### LADY ROJAS

Zgadza się. Foki są drapieżnikami i ofiarami. To, co się dzieje, to fakt, że wraz ze zmianami klimatu wody Arktyki ocieplają się, a dorsze żyjące pod lodem morskim przemieszczają się na północ lub zanikają.

#### ZAGRANICZNY BOHATER 2

Czy foki jedzą dorsza?

#### LADY ROJAS

Oznacza to, że jako drapieżniki napotkają ten problem.



Obraz 33: Kadr z filmu "Cinema Climantopia".

W przypadku Antarktydy istnieje również istotny wpływ na faunę regionu. Jednym z przykładów jest pingwin cesarski (*Aptenodytes forsteri*), którego proces reprodukcji zależy od istnienia rozwiniętej pokrywy lodowej. Jego jaja są inkubowane głównie na twardym lodzie podczas antarktycznej zimy, a pisklęta potrzebują kilku tygodni, aby urosnąć i rozwinąć swoje upierzenie.

W badaniu z 2023 r. opublikowanym w prestiżowym czasopiśmie *Nature* przeanalizowano zmienność populacji pięciu kolonii pingwinów cesarskich znajdujących się w Bellingshausen (Antarktyda Zachodnia), a wyniki zaobserwowane w wyniku intensywnej odwilży są alarmujące: cztery z tych kolonii straciły wszystkie swoje pisklęta, przy czym zginęło ok. 10 000 ptaków. Młode umierają z powodu utonięcia lub nawet hipotermii, ponieważ są zanurzone w wodzie bez rozwiniętego upierzenia, przez co nie są w stanie wytrzymać niskich temperatur i są porzucane przez dorosłe osobniki.



Obrazy 34 i 35: Ilustracja i zdjęcie pingwina cesarskiego z młodymi.

### Po obejrzeniu filmu...

W filmie "Cinema Climantopia" panna Rojas wyjaśnia swoim uczniom: "Te pingwiny żyją na Antarktydzie, to jedyny biegun, na którym możemy je znaleźć".

1. Przewidywane topnienie lodu do roku 2100 oznacza, że przetrwanie populacji pingwinów jest wyraźnie zagrożone. Sprawdź w Internecie, czym jest *zdolność gatunku do rozprzestrzeniania się*. Po zapoznaniu się z tą koncepcją odpowiedz na następujące pytanie: czy uważasz, że w kontekście zmian klimatycznych i intensywnego topnienia lodu pingwiny mogą łatwo znaleźć nowe siedliska odpowiednie dla ich cyklu biologicznego?

### Konsekwencje podnoszenia się poziomu mórz

W scenie z filmu "Cinema Climantopia", która rozgrywa się w oceanarium w A Coruña, jeden z bohaterów stwierdza: "Spokojnie. Jeśli poziom morza wzrasta, morze dociera do większej ilości lądu, a zatem pojawiają się powodzie".

### Po wizualizacji sceny...

1. Jakie są Twoim zdaniem konsekwencje powodzi na obszarach przybrzeżnych?
2. Jakie środki można podjąć na obszarach przybrzeżnych, aby im zaradzić?



*Obraz 36: Kadr z filmu "Cinema Climantopia".*

W wyniku tych powodzi istnieje wiele innych **konsekwencji** wzrostu poziomu morza, w tym następujące:

"**Migracja ludzi**: prowadzi do tego, co nazywamy uchodźcami klimatycznymi. Niektóre badania sugerują, że do końca wieku ponad 2 miliardy ludzi będzie musiało wyemigrować ze swojego kraju, większość z nich z krajów uboższych, o znacznie niższej zdolności do reagowania na skutki zmian klimatu.

" **Utrata obszarów przybrzeżnych, siedlisk i infrastruktury.**

"**Wnikanie słonej wody** do przybrzeżnych warstw wodonośnych. Jeśli poziom mórz wzrośnie, istnieje większe prawdopodobieństwo, że słona woda dostanie się do podziemnych warstw wodonośnych i je zanieczyści. Jeśli dodamy do tego spadek opadów, jak oczekuje się na wielu obszarach, widzimy scenariusz, w którym dostawy słodkiej wody będą ograniczone.

" **Zniknięcie** nisko położonych **wysp.**

" Zwiększona **erozja** wybrzeża.

"**Intensyfikacja powodzi rzecznych**: poziom morza wyznacza poziom bazowy rzek, więc jeśli poziom morza wzrośnie, wzrośnie również poziom rzek. Może to zintensyfikować efekt powodzi, który jest szczególnie poważny na obszarach już podatnych na powodzie.

Jednakże, chociaż wzrost poziomu morza jest zjawiskiem ogólnym, występuje on **nierównomiernie** na całym świecie z powodu wielu przyczyn.



zjawiska, wśród których ważną rolę odgrywa sama topografia dna oceanicznego. Na przykład niektóre obszary, takie jak najbardziej wysunięty na zachód Pacyfik, doświadczyły wzrostu 4 do 5 razy większego niż średnia globalna (do 15 mm/rok), w regionie, w którym z kolei występuje **najwyższy odsetek ubóstwa na wybrzeżu na świecie**.

Ludność tych krajów jest szczególnie narażona ze względu na ich niższy rozwój gospodarczy, a zatem jest **mniej zdolna do dostosowania** swojej infrastruktury i wsparcia ludności w obliczu wzrostu poziomu morza. Możemy zatem stwierdzić, że podatność danego kraju na wzrost poziomu morza zależy nie tylko od jego wysokości w stosunku do poziomu morza, ale także od jego rozwoju społeczno-gospodarczego.

W związku z tym to **najbardziej narażone populacje**, które ponoszą najmniejszą odpowiedzialność za emisje gazów cieplarnianych, są najbardziej dotknięte wzrostem poziomu morza.

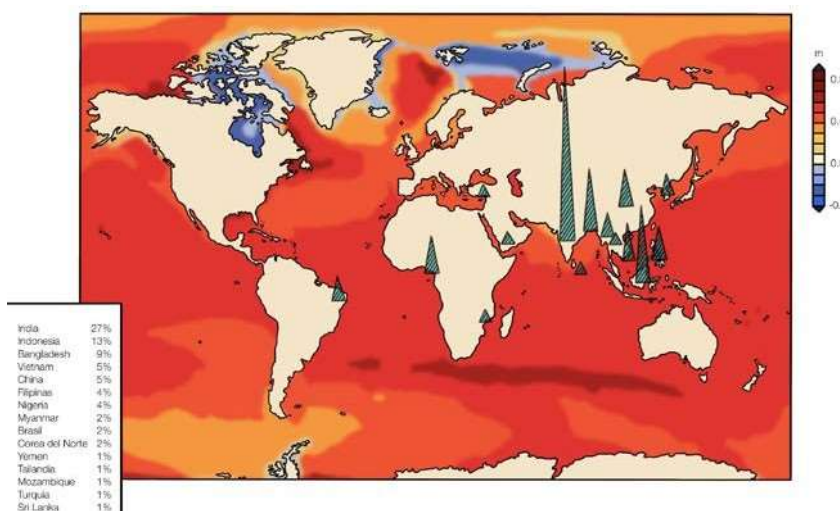
Jednym z najbardziej ekstremalnych przypadków jest obecnie **Kiriba** - kraj na Oceanie Spokojnym, składający się z 33 wysp i zamieszkały przez ponad 100 000 osób. Jest uważany za jeden z krajów najbardziej dotkniętych podnoszącym się poziomem mórz, gdzie oczekuje się, że jego wyspy zostaną zatopione w ciągu 15 lat, dlatego kraj ten ustanowił program o nazwie "migracja z godnością", w ramach którego oferuje swoim mieszkańcom możliwość przeniesienia się do innych krajów, takich jak Australia i Nowa Zelandia, a w ramach którego kupił nawet ziemię w innych krajach, aby pomieścić swoich uchodźców klimatycznych. Jest to jeden z przykładów tego, jak zmiany klimatu mogą wpływać nie tylko na ludzi, ale także na dziedzictwo kulturowe ludzkości. Zmian Klimatu (IPCC) podkreśla w swoim szóstym raporcie, w jaki sposób przymusowa migracja mieszkańców Kiribati zagraża trwałości jego kultury, charakteryzującej się między innymi tradycyjnymi sztukami walki, muzyką ludową i tańcem.

### Na podstawie tego, co widzieliśmy do tej pory...

1. Film "*Cinema Climantopia*" pokazuje bardzo różne scenariusze, takie jak Wyspy Kanaryjskie czy Polska. Sprawdź w Internecie, o ile wzrośnie poziom morza na każdym z tych terytoriów do końca wieku i porównaj możliwe konsekwencje dla nich w zależności od ich cech geograficznych.
2. Jakie środki adaptacyjne można podjąć w środowiskach przybrzeżnych, aby poradzić sobie ze wzrostem poziomu morza?



Zdjęcie 37: Kiribati.



Rysunek 38: Odsetek ubóstwa na obszarach przybrzeżnych i wzrost poziomu morza pod koniec XXI wieku.

### Prognozy wzrostu poziomu morza

Prognozy dotyczące wzrostu poziomu morza nie są zachęcające. Jeśli emisja gazów cieplarnianych utrzyma się na tym samym poziomie co obecnie, globalny poziom mórz wzrośnie o **0,84 m do końca wieku** w porównaniu z okresem 1986-2005.

Jak wskazaliśmy na początku tego rozdziału, wzrost poziomu morza jest już zjawiskiem niemożliwym do powstrzymania: ilość ciepła wprowadzanego do atmosfery jest taka, że nawet gdybyśmy nagle zatrzymali emisję gazów cieplarnianych, bezwładność już zachodzących procesów jest tak duża, że nie ustałyby one przez setki lub tysiące lat. Do nas należy zatem zapewnienie, że nie nasilą się one jeszcze bardziej, co miałyby katastrofalne skutki.

## 2.2. DLACZEGO OCIEPLENIE OCEANÓW SPOWODOWANE ZMIANAMI KLIMATU ZAGRAŻA PRODUKTYWNOŚCI OCEANÓW ?

Oceany pokrywają ponad 70% powierzchni naszej planety i, jak wspomniano powyżej, zgodnie z najnowszymi danymi IPCC, oceany magazynują ponad 93% ciepła pochodzącego ze zmian klimatu.



Obraz 39: Dokąd zmierza ciepło spowodowane zmianami klimatu?

W tej sekcji skupimy się na dwóch głównych skutkach wzrostu temperatury.

### 1. Stratyfikacja oceanów

Gdybyśmy przeanalizowali sposób dystrybucji ciepła zgromadzonego w oceanie, stwierdzilibyśmy, że większość z niego gromadzi się w górnych 700 m słupa wody. Skutkuje to spadkiem gęstości wód powierzchniowych, co będzie miało poważne konsekwencje dla oceanicznej produkcji pierwotnej.

Warstwy powierzchniowe słupa wody są domem dla fitoplanktonu - od którego w dużej mierze zależy oceaniczna produkcja pierwotna - ponieważ muszą one żyć w strefie fotycznej, aby przeprowadzać fotosyntezę. Jednocześnie potrzebuje pewnych nieorganicznych składników odżywczych (P, N i S), które pochodzą z dna oceanu i docierają na powierzchnię poprzez różne mechanizmy.

W wyniku spadku gęstości wód powierzchniowych oceanu, komunikacja między powierzchnią a głębszymi warstwami słupa wody staje się trudniejsza. Ma to dwie główne konsekwencje:

"Na średnich szerokościach geograficznych wynikające z tego rozwarstwienie oceaniczne utrudni wyptywanie składników odżywczych do warstw powierzchniowych, w których przebywa fitoplankton, prowadząc do spadku oceanicznej produkcji pierwotnej.

"W polarnych szerokościach geograficznych czynnikiem ograniczającym produkcję oceaniczną jest dostęp do światła. Na tych obszarach stratyfikacja jest generowana głównie przez topnienie lodu w wyniku wzrostu temperatur, dzięki czemu świeża (mniej gęsta) woda dostaje się do oceanu, co prowadzi do większej gęstości. Ponieważ dochodzi do stratyfikacji oceanicznej, fitoplankton pozostaje dłużej w warstwach powierzchniowych, więc oczekuje się, że oceaniczna produkcja pierwotna nieznacznie wzrośnie na tych szerokościach geograficznych w przyszłości.

Wpływ ocieplenia oceanów jest wzmacniany wzdłuż łańcucha pokarmowego, ponieważ spadek dostępności fitoplanktonu będzie oznaczał spadek kolejnych ogniw troficznych, które ostatecznie od niego zależą.

### Na podstawie tego, co widzieliśmy do tej pory...

Wykonaj ćwiczenie laboratoryjne zatytułowane "*Dlaczego tak bardzo martwimy się globalnym ociepleniem?*" z ebooka "*Projektowanie ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących zmian klimatu do rozpowszechniania za pośrednictwem stoisk szkolnych w miejscach turystycznych*" i odpowiedz na następujące pytania:

#### Pierwsza część treningu:

1. Co można zaobserwować po wyjęciu zbiornika rozdzielacza i dlaczego tak się dzieje?
2. Jak myślisz, w jaki sposób to zjawisko może być powiązane ze zmianami klimatu w rzeczywistości?

#### Druga część części praktycznej:

1. Jak ta druga część praktyki odnosi się do poprzedniej i do rzeczywistości?
2. Co w rzeczywistości reprezentuje ruch kart?
3. Co się stanie, gdy dodana zostanie warstwa oleju i jak wpłynie to na pierwotną produkcję oceaniczną?
4. Na szerokościach polarnych fitoplankton jest narażony na duże prądy oceaniczne, które przenoszą go na głębsze obszary. Jak myślisz, jak stratyfikacja oceanów wpłynie na obszary polarne?
5. W jaki sposób stratyfikacja oceanu może wpływać na stężenie tlenu w oceanie?
6. Czy zmiany w produktywności oceanów wpłyną w równym stopniu na wszystkie kraje na świecie? Zbadaj wpływ na bezpieczeństwo żywnościowe w Internecie.



## 2. Odtlenienie oceanów

Ocean, podobnie jak atmosfera, zawiera tlen. Pochodzi on albo z działania fotosyntetyzujących organizmów morskich, albo z samej atmosfery. **Odtlenianie oceanów** jest często pomijanym, ale bardzo ważnym zjawiskiem, przez które rozumiemy spadek stężenia tlenu w głębszych wodach. Dzieje się tak z powodu **3** głównych **czynników**:

"Rosnąca **temperatura oceanów** zmniejsza rozpuszczalność tlenu.

"**Stratyfikacja** oceanów, która utrudnia dyfuzję tlenu z warstw powierzchniowych do warstw głębokich.

"Procesy **eutrofizacji** na obszarach przybrzeżnych są konsekwencją dopływu składników odżywczych, co prowadzi do nadmiernych zakwitów fitoplanktonu, uniemożliwiając dostęp do światła i tlenu dla społeczności wodnych. W rzeczywistości ponad 700 obszarów przybrzeżnych i półzamkniętych mórz na całym świecie zostało już zidentyfikowanych jako obszary z problemem niedotlenienia.

Szacuje się, że na całym świecie zasoby **tlenu w oceanach** zmniejszyły się o około **2%**. Liczba ta może wydawać się nieistotna, ale zarówno w obszarach przybrzeżnych, jak i otwartych oceanach, ubytek tlenu skutkuje tak zwanymi **martwymi strefami**: niedotlenionymi obszarami, które nie są kompatybilne z życiem tlenowym.

### 2.3. WZROST POZIOMU MORZA I JEGO KONSEKWENCJE W EUROPIE: WPŁYW NA TURYSTYKĘ

Wyspy i obszary przybrzeżne są jednymi z najbardziej narażonych miejsc turystycznych na skutki zmian klimatu z powodu wielu zagrożeń, takich jak ekstremalne zjawiska pogodowe, wzrost poziomu morza, zmiany w schematach cyrkulacji prądów oceanicznych lub utrata ekosystemów.

Wzrost poziomu morza jest jednym z głównych zagrożeń dla sektora turystycznego ze względu zarówno na zalewanie terenów przybrzeżnych, jak i wzrost erozji wybrzeża, ponieważ duża część działalności turystycznej odbywa się na tych obszarach. W związku z tym zwiększona erozja wybrzeża zagrozi nie tylko samym plażom, ale także infrastrukturze frontowej, takiej jak promenady, falochrony, mola i porty. W Europie badanie EUROSION wykazało, że 20% europejskiej linii brzegowej cofa się lub jest sztucznie destabilizowana.

Reguła Bruuna, choć z ograniczeniami i uwarunkowana charakterystyką każdego obszaru, pozwala nam uprościć związek między wzrostem poziomu morza a cofaniem się linii brzegowej. Szacuje ona zakres 50-100 m cofania się na każdy metr wzrostu poziomu morza.

Wykorzystując niektóre kraje z naszego filmu "Cinema Climantopia" jako ilustracyjne przykłady, przeanalizujemy niektóre prognozy dotyczące wzrostu poziomu morza i jego wpływu na turystykę w niektórych obszarach europejskich.

"Półwysep Iberyjski, Wyspy Kanaryjskie i Baleary, z około 8000 km linii brzegowej, prezentują turystykę słoneczną i plażową jako ważną siłę napędową gospodarki. Hiszpania ma szeroką gamę wybrzeży, od imponujących pionowych klifów po rozległe piaszczyste plaże, więc wzrost poziomu morza będzie oznaczał znaczne cofnięcie się obu typów wybrzeży z powodu procesów erozji i powodzi, zagrażając działalności turystycznej rozwijanej na tych obszarach.

Pod tym względem Hiszpania jest jednym z najbardziej narażonych krajów w Europie na podnoszenie się poziomu mórz, gdzie szacuje się, że linia brzegowa cofnie się o 3 m do 2040 r. wzdłuż wybrzeża Kantabrii, Galicji i północnej części Wysp Kanaryjskich. Ponadto istnieje potrzeba zainwestowania większych środków w zapobieganie tym skutkom i ochronę istniejącej infrastruktury przybrzeżnej.



Zdjęcia 40 i 41: Plaża Orzán (A Coruña, Galicja) i plaża Las Catedrales (Galicja).



Zdjęcie 42: Plaża Maspalomas (Gran Canaria).

"Portugalia. W ostatnich latach portugalskie wybrzeże stoi w obliczu intensywnego procesu cofania się, między innymi z powodu zmniejszonego tempa sedymentacji rzek w wyniku budowy tam i innych struktur.

Wraz ze wzrostem poziomu morza zwiększa się głębokość morza, a fale docierające do wybrzeża mają większą energię, co zwiększa ich zdolność do erozji i transportu osadów. W związku z tym wzrost poziomu morza i wynikająca z niego intensyfikacja erozji wybrzeża będą miały znaczący wpływ na i tak już ubogie w osady wybrzeże Portugalii.

Ma to istotny wpływ na sektor turystyczny, głównie związany z ograniczeniem lub nawet całkowitą utratą piaszczystych plaż i utratą infrastruktury przybrzeżnej związanej z działalnością turystyczną, taką jak restauracje, bary,

domy itp. Dotyczy to niektórych z najbardziej turystycznych obszarów Portugalii, takich jak Algarve.



*Zdjęcie 43: Algarve (Portugalia).*



*Rysunki 44 i 45: Przykłady ochrony nadmorskich budynków mieszkalnych w Portugalii dotkniętych zanikiem wydm w kontekście podnoszenia się poziomu morza.*



"Polska. Położona w Europie Środkowej Polska ma niewielki odcinek wybrzeża nad Morzem Bałtyckim. Ten obszar przybrzeżny ma około 500 km długości i obejmuje główne miasta turystyczne, takie jak Gdańsk, Gdynia i Sopot.

Oznacza to, że podnoszący się poziom morza stanowi zagrożenie dla północnej części kraju, zagrażając różnym obszarom turystycznym o dużym znaczeniu dla kraju, z których niektóre były przedmiotem ostatnich badań ze względu na ich wrażliwość, takich jak Gdańsk, Karwia i Półwysep Helski. **Gdańsk** to gęsto zaludniony obszar wiejski i miejski, który jest zagrożony potencjalnymi powodzią i podtopieniami. **Półwysep Helski** składa się z dużej piaszczystej ławicy o długości ponad 30 km, wykorzystywanej do celów turystycznych, która jest zagrożona zanikiem z powodu intensyfikacji procesów erozyjnych. Z kolei w **Karwi** znajdują się cenne ekologicznie mokradła, którym również zagraża wzrost poziomu morza.



*Zdjęcia 46 i 47: Gdańsk (Polska) i cofająca się linia brzegowa w Gdyni (Polska). Prawe zdjęcie na licencji CC autorstwa Tomasza Sienickiego.*



*Zdjęcie 48: Trzęsacz (północno-zachodnia Polska) na wybrzeżu Morza Bałtyckiego. Widoczne są ruiny kościoła zbudowanego na początku XVI wieku, który został zniszczony przez nadciągające morze.*

## 2.4. WPŁYW NA EUROPEJSKĄ BIORÓŻNORODNOŚĆ MORSKĄ. KONSEKWENCJE DLA GATUNKÓW INWAZYJNYCH I RYBOŁÓWSTWA NA WYSPACH NE, SW I SUBTROPICALNYCH.

### Jak ocieplenie oceanów wpływa na europejską bioróżnorodność morską?

Ocean ma fundamentalne znaczenie dla życia na Ziemi, będąc siedliskiem ponad 200 000 znanych gatunków. Jednak pomimo jego znaczenia, jego stan ochrony jest powodem do niepokoju, dlatego ochrona jego różnorodności biologicznej jest jednym z celów zrównoważonego rozwoju Agendy 2030: **SDG 14 (życie podwodne)**.



Rysunek 49: SDG 14: Życie pod wodą.

Morska różnorodność biologiczna Europy znajduje się obecnie pod ogromną presją. Wiele gatunków morskich jest już zagrożonych z powodu różnych skutków, takich jak przetłowień, zanieczyszczenie lub fragmentacja siedlisk. **Ocieplenie oceanów** może zintensyfikować presję na te gatunki, powodując katastrofalne skutki, zwłaszcza dla tych, które już znajdują się na granicy swojego zakresu **tolerancji termicznej**, a także może prowadzić do **pojawienia się nowych gatunków** z innych obszarów migrujących w poszukiwaniu optymalnych warunków dla ich rozwoju, chociaż będzie to zależać od ich zdolności do rozprzestrzeniania się.

Według raportu opublikowanego w 2019 r. przez Europejską Agencję Środowiska (EEA), obecny stan różnorodności biologicznej w europejskich morzach można podsumować dwoma głównymi wnioskami: prawie wszystkie gatunki morskie są w złym stanie ochrony, a większość europejskich ekosystemów morskich podupada.

W tym sensie rosnące temperatury oceanów pozwoliły gatunkom z innych cieplejszych regionów zasiedlić nowe obszary morskie, które wcześniej były dla nich zbyt zimne, aby mogły się rozwijać. Oto kilka przykładów z różnych regionów Europy.

**Morze Śródziemne** jest ważnym *hotspotem* **bioróżnorodności**. Są to regiony, w których występuje wysoka różnorodność biologiczna i które są bardzo zagrożone przez działalność człowieka. W szczególności Morze Śródziemne ociepla się o 20% szybciej niż średnia globalna, doświadczając w ostatnich latach intensywnego procesu **tropikalizacji** (wzrostu liczby nierodzimych gatunków pochodzenia tropikalnego), będąc jednym z mórz o największej liczbie gatunków inwazyjnych na świecie.

W wyniku wzrostu temperatury w Morzu Śródziemnym pojawiły się gatunki pochodzące głównie z Oceanu Indyjskiego i Morza Czerwonego przez Kanał Sueski. Tak jest w przypadku **ryby króliczej** (*Siganus rivulatus*), która jest szczególnie szkodliwa dla ekosystemu, ponieważ ma tendencję do żerowania na pokrywie roślinności morskiej, przekształcając podwodne lasy wodorostów w duże obszary nagich skał, co w konsekwencji ma wpływ na rodzime gatunki, które je zamieszkiwały lub od nich zależały. Niedawne badanie, porównujące obszary Morza Śródziemnego, na których występował ten gatunek, z innymi, na których go nie było, wykazało, że jego obecność spowodowała **65% zmniejszenie pokrywy glonów** na tym obszarze oraz **60% zmniejszenie biomasy glonów i bezkręgowców**.



**Zdjęcie 50:** Królicza ryba (*Siganus rivulatus*).

Skutki zmian klimatu są również widoczne na **Oceanie Atlantyckim**, gdzie w ostatnich dziesięcioleciach w niektórych regionach zaobserwowano proces tropikalizacji. Tak jest w przypadku **wybrzeży Grecji**, gdzie zaobserwowano ocieplenie o **0,24 °C na dekadę**.

od 1974 roku. W konsekwencji, w ostatnich latach osiedliły się tu również różne gatunki pochodzenia tropikalnego. Wśród pierwszych gatunków, które wyemigrowały, znajdują się **trigerfish** (*Balistes capriscus*) i **solea senegalska** (*Solea senegalensis*).

W ostatnich latach pojawiły się także inne gatunki, wśród których możemy wyróżnić tchórza **czarnego** *Kyphosus sectatrix* i *Kyphosus vaigiensis*. Gatunki te są ścisłymi roślinożercami i, podobnie jak w przypadku Morza Śródziemnego, obawia się, że mogą mieć wpływ na glony w regionie, zwiększając jeszcze bardziej obawy o spadek liczby glonów umiarkowanie zimnych, który miał miejsce w Galicji w ostatnich latach w wyniku wzrostu temperatury wody.



Zdjęcie 51: Triggerfish (*Balistes capriscus*).

W badaniu "*Evidencias e Impactos del Cambio Climático en Galicia*" (*Dowody i skutki zmian klimatycznych w Galicji*), promowanym przez Xunta de Galicia w 2009 r., ponad 50 gatunków handlowych z ciepłych szerokości geograficznych zostało już zlokalizowanych w Galicji. Z kolei inne gatunki, takie jak flądry czy glony laminaria, zmniejszają swoje zagęszczenie w wodach Galicji i zwiększają je w wodach położonych bardziej na północ, prawdopodobnie ze względu na wpływ rosnących temperatur na ich rozmieszczenie. W **Morzu Bałtyckim**, oprócz innych skutków środowiskowych, takich jak **eutrofizacja**, obserwujemy również różne konsekwencje zmian klimatu dla bioróżnorodności morskiej. Morze Bałtyckie przeszło również proces subtropikalizacji, który pozwolił gatunkom o dużym znaczeniu połowowym typowym dla obszarów subtropikalnych, takim jak **sardynki** (*Sardina pilcardus*) lub **sardele** (*Engraulis encrasicolus*), migrować do niego w ostatnich latach, zmniejszając obfitość innych, takich jak **śledź** (*Clupea harengus*).





Zdjęcie 52: Sardynka (*Sardina pilchardus*).

### **Stratyfikacja oceanów: kwestia globalnego bezpieczeństwa żywnościowego**

W świecie o tak szybko rosnącej populacji jak populacja ludzka, przekraczająca zawrotną liczbę **8 miliardów ludzi**, wzrost konsumpcji ryb i innych produktów spożywczych z oceanu wydaje się nieunikniony, aby wyżywić całą populację planety. W związku z tym, zgodnie z danymi z najnowszego raportu IPCC na temat oceanów i kriosfery, oczekuje się, że w XXI wieku nastąpi znaczne zmniejszenie biomasy społeczności morskich, co w konsekwencji wpłynie na potencjalne przyszłe połowy ryb.

W tym kontekście **wpływ stratyfikacji oceanów na produkcję rybną** jest naprawdę niepokojący. W niedawnym badaniu opracowano model tego, jak taka zmiana w produkcji pierwotnej wpłynęłaby na połowy ryb w różnych krajach, przedstawiając przyszły scenariusz niepewnego bezpieczeństwa żywnościowego. Badanie to wykazało, że ogólnie rzecz biorąc, kraje o największej zależności od rybołówstwa (zarówno pod względem gospodarczym, jak i pod względem bezpieczeństwa żywnościowego), które są również domem dla największego odsetka światowej populacji, odnotują spadek połowów ryb. Z drugiej strony, mniejszy odsetek krajów, w tym kilka krajów europejskich, które są mniej zależne od rybołówstwa, odnotuje nieznaczny wzrost swoich potencjalnych połowów.

### Przegląd...

Poniższy wykres pokazuje, jak połowy ryb będą się zmieniać w przyszłości w niektórych krajach świata, a także ich zależność od rybołówstwa pod względem żywności i gospodarki. Po przeanalizowaniu wykresu odpowiedz na postawione pytania:

1. Jaki trend reprezentuje każdy z kwadrantów pod względem badanych zmiennych?
2. Porównuje oczekiwany trend dla krajów, do których należą bohaterowie filmu i, na podstawie treści badanych w tym rozdziale, przedstawia jego wyjaśnienie.
3. Zbadaj liczbę mieszkańców każdego z krajów reprezentowanych w różnych ćwiartkach. Jakie wnioski wyciągasz?



Rysunek 53: Procentowa zmiana potencjalnych przyszłych połowów ryb w niektórych krajach świata.

Po ukończeniu modułu ponownie odpowiedz na początkowe pytania, wykorzystując zdobytą wiedzę:

1. Dlaczego poziom morza się podnosi?
2. Czy rośnie równomiernie na całym świecie?
3. Jak myślisz, jakie są konsekwencje podnoszenia się poziomu morza i temperatury morza?

### 3.1. GLEBA I LASY JAKO POCHŁANIACZE DWUTLENKU WĘGLA

W galicyjskiej scenie "Cinema Climantopía" trzech uczniów biorących udział w szkolnej konferencji na Ría de Muros i Noia widzi drzewo eukaliptusowe, które wydaje im się psuć krajobraz i dlatego wzbudza ich ciekawość. Następnie podchodzą do dwóch zbieraczy skorupiaków, którzy robią sobie przerwę w swojej działalności, aby zapytać ich o ten gatunek.



*Zdjęcie 54: Kadr z filmu krótkometrażowego "Cinema Climantopía" przedstawiający trzech uczniów uczestniczących w konferencji szkolnej Ría de Muros i Noia, którzy interesują się drzewem eukaliptusowym po lewej stronie obrazu.*

Zbieracz skorupiaków Maruxa wskazuje na dużą liczbę drzew eukaliptusowych, które można stamtąd zobaczyć i wyjaśnia, że problem z drzewami eukaliptusowymi polega na tym, że pochłaniają one całą wodę, co wysusza całą ziemię, uniemożliwiając uprawę roślin. Jego kolega dodaje, że pomagają one w rozprzestrzenianiu się pożarów. Mówi im, że te drzewa eukaliptusowe, które wizualizują, są powodem, dla którego ludzie mówią, że "Galicja zawsze płonie". Student, który wciela się w rolę dziennikarza, dodaje, że wpływają one również na zmiany klimatyczne. Zbieracz skorupiaków Maruxa ponownie interweniuje, aby powiedzieć, że wpływają one na cały ekosystem i opisuje je jako plagę, ponieważ są poza kontrolą, podobnie jak pożary, więc poniesiemy konsekwencje.

Następnego dnia, pod koniec finału międzynarodowego turnieju siatkówki młodzieżowej między Hiszpanią a Peru, uczniowie korzystają z okazji, aby odwiedzić Monte Pindo, które można zobaczyć z boiska turniejowego.

Tam spotykają prezesa Stowarzyszenia Monte Pindo, a dwóch studentów w roli dziennikarzy prosi go o wywiad, którego im udziela, aby dowiedzieć się o wielkim pożarze z 2013 roku.

## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI



*Zdjęcie 55: Kadr z filmu krótkometrażowego "Cinema Climantopia" z dwoma zbieraczami skorupiaków wyjaśniającymi problem drzew eukaliptusowych w Ría de Muros i Noia.*



*Zdjęcie 56: Kadr z filmu krótkometrażowego "Cinema Climantopia" przedstawiającego Hiszpanię i Peru grające w finale turnieju konferencyjnego na temat dwustronnej pracy międzynarodowej w Europie i Ameryce podczas pandemii.*

W wywiadzie wyjaśnił alarmujące konsekwencje pożaru z 2013 r., który w ciągu 3 dni przeraził ludność, uszkodził domy i wygenerował dużą ilość osadów, które wpłynęły na najbliższy bank skorupiaków i pozostawiły erozję ziemi. Uzasadnił szybką ekspansję wprowadzeniem gatunków inwazyjnych, zwłaszcza eukaliptusa. Odniósł się również do środków podjętych w celu zminimalizowania tego wpływu, takich jak sadzenie traw i uzyskanie banku zarodków w celu odzyskania utraconych rodzimych gatunków drzew. Na zakończenie zaapelował, aby nie wypalać lasów i zalecił, aby więcej uwagi poświęcić zapobieganiu, ponieważ politycy zbyt koncentrują się na wyginięciu.

W obecnym kontekście zmian klimatu gleby rolne i leśne podlegają wpływom, które prowadzą do ich degradacji i mogą osiągnąć punkt bez powrotu, prowadząc do pustynnienia. Przyczyny tej degradacji są różnorodne i są wzmacniane przez zmiany klimatyczne. W filmie "Cinema Climantopia" pokazano tego typu problemy w Galicji, takie jak ekspansja gatunków pirofitycznych.



## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI

takich jak drzewa eukaliptusowe, które wraz z okresami dotkliwej suszy i falami upałów towarzyszącymi zmianom klimatu w regionie, zwiększają ryzyko pożarów. Jednocześnie ulewne deszcze, które stają się coraz częstsze, powodują silną erozję i przenikanie dużych ilości osadów, które zagrażają ekosystemom rzeczny i ujściowym, blokując skrzela lub pokrywając skupiska skorupiaków.



*Zdjęcie 57: Kadr z filmu krótkometrażowego "Cinema Climantopia" przedstawiający wywiad z prezesem Stowarzyszenia Monte Pindo wyjaśniający skutki pożaru z 2013 roku.*



*Ilustracja 58: Ilustracja pożaru korony eukaliptusa (autor: Sarela Lorenzo Robledo).*

Grunty orne zajmują 12-14% powierzchni Ziemi i są niezbędne do wyżywienia stale rosnącej populacji. Tworzenie się gleby jest procesem, który wymaga długiego czasu geologicznego i w którym klimat ma fundamentalne znaczenie, do tego stopnia, że różne skały w różnych klimatach mogą dawać bardzo podobne gleby, a ta sama skała w różnych klimatach może również dawać różne gleby. Z tego powodu wpływy między glebą a klimatem są wzajemne, a zmiany klimatu wpływają na strukturę i produktywność gleby.

Jednym z głównych problemów związanych ze zmianami klimatycznymi dla gleby jest stres cieplny. Ten wzrost temperatury powierzchni gleby to

## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI

Wpływ żaluzji lądowych spowodował zmiany w rozpoczęciu i zakończeniu sezonów wegetacyjnych, zmniejszenie plonów i spadek dostępności słodkiej wody, co doprowadziło do stresu wodnego roślinności.



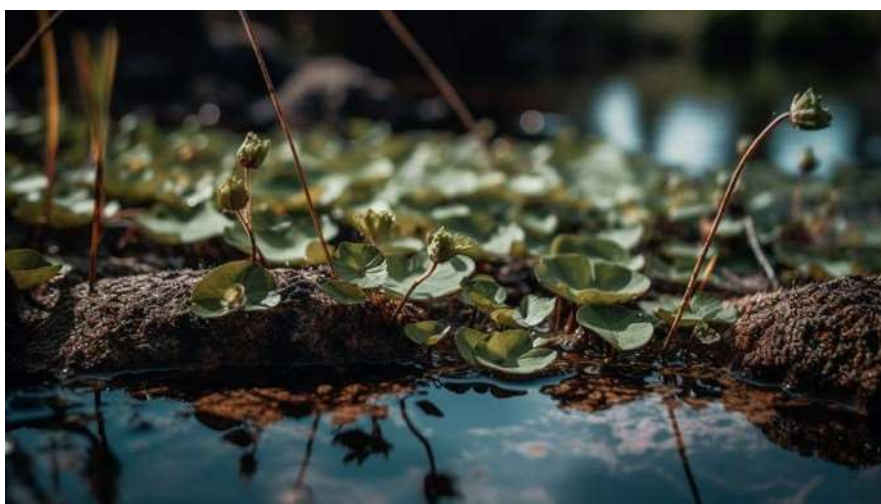
*Rysunki 59 i 60: Susze i powódzie wywołane zmianami klimatu w kontekście zmian klimatu.*

Zmiany, jakie zmiany klimatyczne wywołują w glebie, są tak duże, że zagrażają dynamicznej równowadze, która pozwoliła na sekwestrację około 30% całkowitej antropogenicznej emisji dwutlenku węgla. Ocieplenie gleby oznacza zwiększone ryzyko mineralizacji materii organicznej użyźniającej glebę, co może prowadzić do utraty żyzności, jednocześnie przyczyniając się do rozwiązania problemu, ponieważ gleba, po oceanach, jest drugim co do wielkości pochłaniaczem C. Zmiany klimatu zagrażają tej roli pochłaniacza, w którym to przypadku, ponieważ zatrzymuje 2/3 C w ekosystemach lądowych, może stać się źródłem C, przyczyniając się w ten sposób do wzrostu globalnego ocieplenia.



*Zdjęcie 61: Zdjęcie próbki gleby pokazujące jej bogactwo w materię organiczną ze względu na jej czarny kolor.*

Inny czynnik wpływu zmian klimatu na glebę wiąże się ze skutkami zwiększonej częstotliwości ekstremalnych opadów. Coraz intensywniejsze opady deszczu prowadzą do częstszych powodzi powierzchniowych i erozji gleby, a także zwiększonego stresu wodnego dla roślin. Ulewne deszcze i powodzie mogą zatem opóźniać siew, zwiększać zagęszczenie gleby i powodować straty plonów w wyniku niedotlenienia spowodowanego zagęszczeniem korzeni. Jednocześnie zwiększone opady deszczu oznaczają również wzrost wypłukiwania składników gleby, wraz ze stratami soli mineralnych, które są niezbędnymi składnikami odżywczymi dla jakości żyzności gleby.



*Zdjęcie 62: Fotografia przedstawiająca skutki powodzi eliminujących uprawy i pojawienie się gatunków typowych dla zalanych gleb.*

#### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Jak wysokie temperatury wpływają na utratę węglowodanów w glebie?
2. W jaki sposób uprawa gleby wpływa na utratę węgla w glebie, jeśli uprawa zbiega się z ciepłymi dniami?
3. W jaki sposób ciągłe ulewne deszcze wpływają na żyzność gleby? Czy skutki są takie same, jeśli gleby są bardzo piaszczyste (bardzo porowate), jak jeśli gleby są bardzo gliniaste (mało porowate)? Uzasadnij odpowiedź.



### 3.2. ZWIĄZEK POŻARÓW ZE ZMIANAMI KLIMATU I ICH WPŁYW NA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY

#### Dlaczego uważa się, że zmiany klimatu mogą zwiększyć ryzyko pożarów?

Reżimy pożarów lasów są napędzane głównie przez zjawiska klimatyczne i pogodowe, takie jak fale upałów i silne wiatry, paliwa i ludzi. Z kolei paliwa pożarowe są często zwiększane przez zmiany klimatyczne, ponieważ więcej CO<sub>2</sub> zwiększa tempo fotosyntezy. Ponadto, naprzemienne występowanie obfitych opadów i okresów suszy stymuluje wzrost podszytu i drzew.



*Zdjęcie 63: Fotografia przedstawiająca znaczenie runa leśnego w rozprzestrzenianiu się zachęt leśnych.*

Wraz ze zmianami klimatycznymi, ich wpływem na paliwa i rozprzestrzenianiem się dużych monokultur gatunków pirofitycznych, które ułatwiają pożary koron drzew, takich jak eukaliptus, istnieje większe ryzyko zwiększonego reżimu pożarowego w wielu regionach planety. Przewidują to obecne badania, które sugerują ogólny wzrost dotkniętego obszaru i występowania pożarów. W tej linii istnieją badania łączące wzrost dotkniętego obszaru w ciągu ostatnich czterech dekad ze zmianami klimatu. Badania nad regionem borealnym, który stanowi jedną trzecią obszaru leśnego planety, przewidują tendencję do gwałtownego wzrostu liczby pożarów wraz z postępem zmian klimatycznych i do 4-5-krotności maksymalnych wartości pod koniec XX wieku.





*Zdjęcie 64: Zdjęcie pożaru Monte Pindo w 2013 r. pokazujące ryzyko pozostawienia składów drewna obok domów, a także innych wysoce łatwopalnych elementów.*

W obliczu tego niepokojącego scenariusza wpływu zmian klimatycznych na pożary, należy otworzyć inne fronty, aby towarzyszyć klasycznemu już gaszeniu pożarów. Gasząc pożary, wiele państw i organizacji osiągnęło bardzo wysoki poziom skuteczności w zarządzaniu pożarami. Jednak w obliczu cieplejszego i bardziej suchego klimatu w przyszłości konieczne będzie stawienie czoła nowym wyzwaniom, które już się pojawiają.

Państwa, które są bardzo dobrze wyposażone do gaszenia pożarów, takie jak Kanada, zostaną znacznie przekroczone w 2023 r., Zaczynając w nietypowym okresie dla pożarów w regionie borealnym, zbiegającym się z wiosennym postępowaniem, który ostatnio wystąpił na terytoriach borealnych. Seria ta rozpoczęła się 1 marca 2023 r., zwiększając intensywność przez trzy miesiące, aż do jej wygaśnięcia 5 czerwca 2023 r. W tym czasie wystąpiły

2 214 pożarów, które zniszczyły 3 800 000 hektarów, co oznaczało utratę 0,4 całkowitej powierzchni Kanady. W innej skali terytorialnej, w autonomicznej wspólnocie Galicji, od 3 sierpnia do 15 sierpnia 2006 r. wybuchło około 2000 pożarów, które dotknęły obszary zamieszkałe i spowodowały 4 zgony, powodując poważne trudności w oddychaniu dla wielu osób i scenariusz dantejski. Te dwa tygodnie pożarów na całym terytorium pozostają w pamięci mieszkańców Galicji, pomimo faktu, że jest to region europejski z wieloma pożarami, ze względu na fakt, że ma jedną z największych gęstości masy leśnej w Europie, z latami podatnymi na pożary ze względu na kilka tygodni następujących po sobie gorącej i suchej pogody, z piaszczystą glebą, która nie zatrzymuje wody, a zatem w tych okolicznościach powoduje wysychanie roślinności, zbiegając się z tą suchą pogodą z wiatrami z NE, które mogą być silne.



*Zdjęcie 65: Zdjęcie pożaru Monte Pindo w 2013 r. przedstawiające helikopter działający jako wyrafinowany i skuteczny środek techniczny do gaszenia pożaru.*



*Zdjęcie 66: Zdjęcie pożaru Monte Pindo z 2013 r. pokazujące zejście ognia ze szczytu.*

Przykłady takie jak ten z Galicji w 2006 r. pokazały, że chociaż Galicja jest jedną z najlepiej wyposażonych i przygotowanych do gaszenia pożarów wspólnot autonomicznych w Hiszpanii, skuteczna walka z pożarami zanika w obliczu takiej koncentracji pożarów. Z drugiej strony, sezonowa dekontekstualizacja pożarów oznacza, że występują one, gdy sezonowe operacje są dezaktywowane ze względu na sezonowy charakter warunków pogodowych, które są niskiego ryzyka. Tak było również w Galicji między piątkiem 13 października a poniedziałkiem 16 października 2017 r., w środku jesieni, wyjątkowo wilgotnej pory roku w tym regionie z napływem frontów atlantyckich. W ciągu zaledwie 4 dni, kiedy specjalne służby przeciwpożarowe były już nieaktywne, spłonął obszar około czterokrotnie większy od Vigo, największego miasta w Galicji. Te niekontrolowane pożary były

były spowodowane działaniem huraganu Ophelia, którego wiatry rozprzestrzeniły płonące popioły, które zapoczątkowały nowe ogniska i zagroziły miastu Vigo. Jednak to ekstremalne wydarzenie, które było całkowicie nietypowe dla klimatu tego regionu, nie miałyby takich skutków, gdyby nie anomalne upały w październiku i brak deszczu. Po raz kolejny fala pożarów pochłonęła cztery galicyjskie ofiary śmiertelne.



**Zdjęcie 67:** Zdjęcie pożaru Monte Pindo w 2013 r. pokazujące pojawienie się płomieni w wiosce.

Troska o ludzkie życie z powodu pożarów, w kontekście zmian klimatycznych, musi silnie wpisywać się w programy polityczne. Taki był również pogląd premiera Portugalii w 2017 r., cztery miesiące przed pożarami w Galicji w połowie października, podczas przejścia huraganu Ofelia. Wypowiedzi te odnosiły się do tragicznej śmierci ponad 60 osób w pożarze Pedrógão Grande. Tragedia spowodowała również obrażenia u hospitalizowanych. Spośród zmarłych, 30 osób zostało znalezionych w swoich pojazdach na drogach w Leirii, gdzie znajdowały się plantacje eukaliptusa.

Przykłady pożarów w Kanadzie, Galicji i Portugalii są dowodem na rozszerzenie polityki przeciwpożarowej na nowe obszary, takie jak zapobieganie, mając na uwadze zmieniające się scenariusze zmian klimatu. Wynika to z faktu, że w przyszłości oczekuje się, że reżimy pożarowe będą zależne od temperatury, z cieplejszymi warunkami i dłuższymi sezonami pożarowymi wraz z dotychczas anomalnymi okresami pogodowymi, co przyspieszy i opóźni zwykłe okresy motywacyjne.





*Rysunek 68: Zdjęcie pożaru w Pedrogão Grande autorstwa Lucílii Monteiro (źródło: Visão) w Portugalii, gdzie wizualizowane są samochody, z których wypadają pasażerowie.*



*Zdjęcie 69: Zdjęcie pożaru Monte Pindo w 2013 r. pokazujące, jak oferuje pomoc z domu za pomocą węża z samego domu.*

Oczekuje się, że zmiany klimatu jeszcze bardziej zwiększą występowanie i dotkliwość pożarów, prowadząc do większych pożarów, w większej liczbie sezonów, o większej dotkliwości i dotkniętym obszarze, a zatem trudniejszych do ugaszenia. Według kilku badań, obszar dotknięty pożarem w następnym stuleciu może zostać pomnożony przez współczynnik od 2 do 5 razy w stosunku do obszaru dotkniętego pożarem w XX wieku. Ten oczekiwany wzrost częstotliwości pożarów, które z kolei będą miały większą skalę, wymaga, aby bez obniżania naszej czujności w ich gaszeniu, położyć nacisk na zapobieganie, z naciskiem, od wieku szkolnego, na edukację ekologiczną na ten temat, tak aby byli zaangażowani w środki zapobiegawcze w miejscowościach, w których mieszkają, ale także w tych, które odwiedzają jako turyści.





*Zdjęcie 70: Zdjęcie pożaru Monte Pindo z 2013 r., na którym turyści stoją, aby z daleka zobaczyć jego skutki.*

#### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Wyjaśnij zmiany w reżimie pożarowym w zakresie czasu pożaru, zwiększonej częstotliwości i intensywności spalania, które mogą być wywołane zmianami klimatu.
2. Jak to możliwe, że przejście huraganu Ophelia nad obrzeżami Galicji w połowie października, nieoczekiwanym czasie dla pożarów w Galicji, mogło spowodować pożary na taką skalę, że wywołały alarm w części miasta Vigo i kosztowały życie czterech osób?
3. W jaki sposób 50% ofiar tragicznego pożaru Pedrógão Grande w Portugalii można powiązać z systemem zarządzania lasami w układzie dróg publicznych?

#### **Dlaczego uważa się, że pożary zwiększają pustynnienie?**

W naszym regionie pożary zwykle występują latem, w porze suchej i gorącej, po której następują ulewne deszcze, które mogą powodować erozję dużych ilości gleby, która jest bardziej krucha, jeśli uległa spalaniu jej materii organicznej, a także wymywanie dużych ilości składników odżywczych zmineralizowanych w wyniku spalania. Te erozyjne skutki są większe, gdy spalone lasy znajdują się na obszarach górskich, głównie dlatego, że późniejsze ulewne deszcze powodują erozyjne ciągnięcie gleby.



*Zdjęcie 71: Zdjęcie pożaru Monte Pindo z 2013 r. pokazujące, w jaki sposób Monte Pindo zostało opuszczone.*

Chociaż ciepło zwykle wpływa na pierwsze centymetry gleby, pożary podziemne są częste i mogą pochłaniać materię organiczną gleby w powolnym spalaniu ze względu na niską dostępność tlenu przez długi czas. Oprócz tego, że utrudnia to wykrycie kontynuacji pożaru i jego ugaszenie, ułatwia spalanie korzeni i zwiększa ryzyko erozji. Ryzyko erozji jest szczególnie istotne na stromych zboczach. Polega ono na tym, że ciepło pochłania część materii organicznej, zwłaszcza korzenie, które mają tendencję do spalania się pod glebą i mogą zmieniać stabilność agregatów, eliminując znaczną część materii organicznej. Z drugiej strony, absorpcja i retencja wody, porowatość, napowietrzenie i zdolność infiltracji zmniejszają się w nagiej glebie po pożarze. Dlatego też po pożarze zwykle następuje zmniejszenie dostępności wody w glebie i wzrost spływu powierzchniowego, a tym samym erozja. Gdy spalone lasy znajdują się na zboczach, wraz z nadejściem obfitych opadów deszczu woda generuje znaczny spływ w dół, przenosząc całą materię, która straciła przyczepność w wyniku pożaru, zwłaszcza z powodu utraty korzeni, które zatrzymują materię i straty.

Proces pustynnienia jest korzystny, ponieważ część całkowitego azotu jest tracona w wyniku ulatniania. Jednak wielkość temperatury jest taka, że inne podstawowe składniki odżywcze, takie jak fosfor, magnez lub wapń, a częściowo potas, mogą zostać zwrócone ze spalonej materii organicznej przez popiół, dzięki czemu po pożarze może nastąpić wzrost żyzności, efemeryczny, ale kluczowy dla regeneracji lasu, dlatego zaleca się masowe wysiewanie nasion traw w nadziei, że pierwsze deszcze będą łagodne.



*Zdjęcie 72: Zdjęcie pożaru Monte Pindo z 2013 r. przedstawiające personel straży pożarnej.*

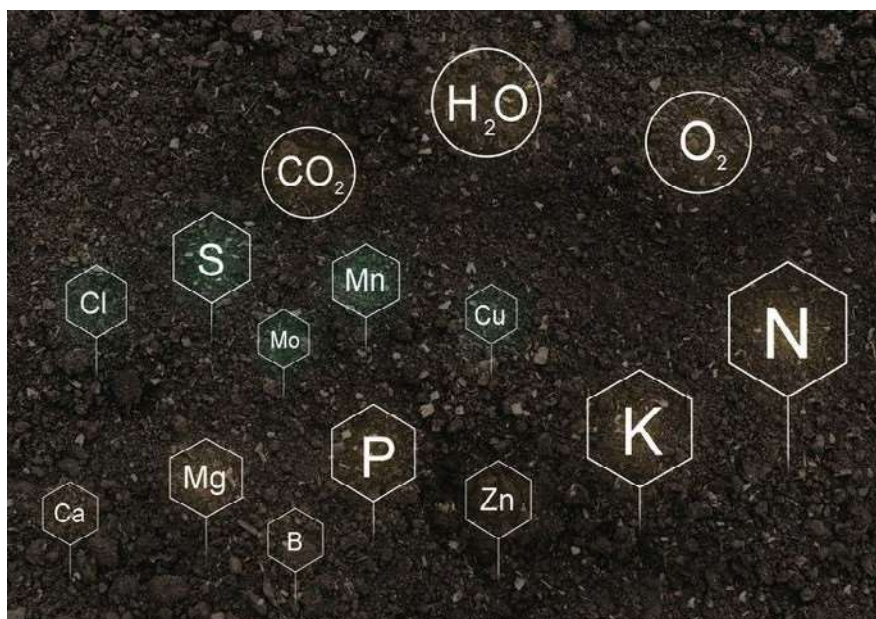
Największym zagrożeniem jest utrata składników odżywczych w wyniku wymywania podczas intensywnych opadów deszczu, albo poprzez wymywanie, albo erozję powierzchniową, szczególnie na stromych zboczach lub w przypadku braku struktury gleby i roślinności zdolnej do szybkiego wiązania i wykorzystania tej żyzności, co należy wspierać poprzez masowy wysiew nasion traw. Jeśli siew traw zakończy się sukcesem, co można zrobić za pomocą lotów nad obszarem, a przy odrobinie szczęścia z reżimem opadów, nawet na terenach pochyłych możliwe jest przywrócenie stanu sprzed pożaru pod względem zawartości składników odżywczych. Jeśli trawy wykiełkują skutecznie, gęstość i wysokość zarośli można przywrócić w ciągu kilku lat, przed rozwojem pokrywy drzew, co gwarantuje skuteczną ochronę gleby w celu osiągnięcia początkowej regeneracji drzew, która w systemach zagrożonych niestabilnością powinna zostać przyspieszona przez procesy ponownego zalesiania.

Gleby w warunkach suchych lub półsuchych, takie jak piaszczyste gleby pochodzenia granitowego w Galicji, są zwykle bardziej wrażliwe na zakłócenia, ponieważ mają niższą zawartość materii organicznej niż gleby bardziej gliniaste i zasadowe. Z tego powodu gleby te są pozbawione ochrony roślin przed erozyjną siłą ulewnych jesiennych deszczy na tym obszarze przez długi czas, co zdarza się coraz częściej w Galicji. W takich warunkach glebowych i klimatycznych pokrywa roślinna nie odtwarza się szybko. Prowadzi to do utraty materii organicznej, która w mniejszym stopniu podlega aktywności biologicznej gleby. Przyspiesza to również degradację fizyczną, która w coraz większym stopniu zmniejsza potencjał regeneracyjny obszaru. Wraz z erozją gwałtownie spada infiltracja, co sprawia, że



## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI

bezpośrednio z głębokością gleby, która jest tracona na sływ. W sływie, którego doświadczają piaszczyste gleby leśne na zboczach, sama roślinność leśna odgrywa fundamentalną rolę, zmniejszając go i zwiększając ilość wody zatrzymywanej w porach gleby. Lasy, zwłaszcza z gatunków liściastych, ułatwiają infiltrację wody do gleby, zwiększając przepływ warstw wodonośnych i zapobiegając powodziom wody i błota, które są częste jesienią.



*Rysunek 73: Nieorganiczny skład gleby.*



*Zdjęcie 74: Spalony las bez pokrywy roślinnej.*

Na spalonych glebach, oprócz zwiększenia odpływu i zmniejszenia infiltracji, z możliwym wzrostem hydrofobowości i utratą korzeni wraz z pożarem, jeśli po pożarze wystąpią ulewne deszcze, może to również zwiększyć ryzyko powodzi.



## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI

W przypadku pożaru, który jest prawdopodobny przed przywróceniem pokrywy roślinnej, wpływ dużych kropli na gołą glebę przyczyni się do zniszczenia agregatów, których frakcje zatykają pory, co dodatkowo zmniejsza szybkość infiltracji, a w konsekwencji zwiększa spływ powierzchniowy, co sprzyja przenoszeniu materiału glebowego, jednocześnie sprzyjając utracie składników odżywczych z powodu ich rozpuszczenia w spływającej wodzie. Dlatego też, gdy gleby tracą zdolność do infiltracji wody, jednocześnie zwiększa się udział spływu powierzchniowego, zwiększając skutki erozji. Na stromych zboczach opady deszczu mogą wywołać proces erozyjny, który prowadzi do zaniku gleby i odsłonięcia podłoża skalnego. Ten efekt erozyjny jest szczególnie widoczny na Monte Pindo, co można zobaczyć na zdjęciach lotniczych w pobliżu wodospadu Ézaro. Tym procesom erozyjnym sprzyja częstotliwość, z jaką pożary lasów powtarzają się w tym samym miejscu, co miało miejsce z dużą częstotliwością na Monte Pindo, o czym opowiada w filmie prezes Stowarzyszenia Monte Pindo. Jak wyjaśnia w swoim wywiadzie, zanieczyszczenia, które są wciągane do rzek, a stamtąd do morza, mogą wpływać na różne organizmy, w tym te ze skrzelami, które są zatykane przez zanieczyszczenia i umierają. Procesom eutrofizacji sprzyjają również rzeki i ujścia rzek, ze względu na dużą ilość soli mineralnych rozpuszczonych w spływającej wodzie.



**Zdjęcie 75:** Pożar Monte Pindo 2013. Zbocze spływowe wysyłające zanieczyszczenia i sole mineralne do ujścia rzeki.

**Odpowiedz na to, co wiesz teraz:**

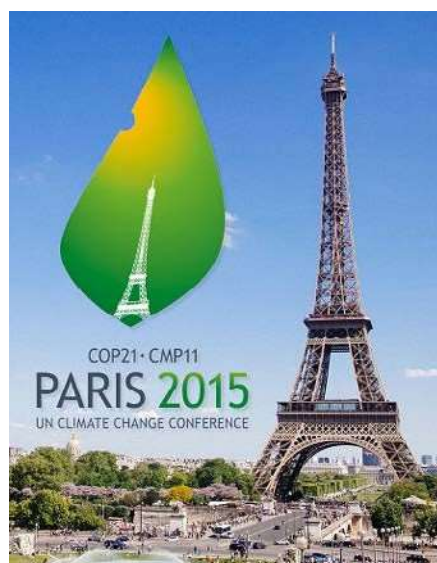
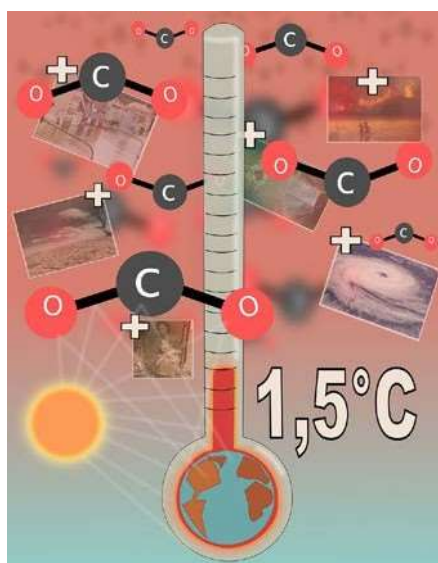
1. Jak korzenie drzew mogą zniknąć podczas pożarów, skoro znajdują się pod ziemią?
2. Dlaczego wypalone lasy na zboczach są obsiewane trawami?
3. Jak można wytłumaczyć, że jeśli gleby są piaszczyste, są bardziej podatne na pożary?
4. Co wyjaśnia, dlaczego spalone lasy mają większy odpływ i mniejszą infiltrację niż te same gleby przed pożarem?
5. Dlaczego po pożarze lasu w dziale wodnym ujścia rzeki, jak to miało miejsce w Monte Pindo, eliminuje się obszary połowu małży żyjących w osadach?
6. W jakim stopniu ponowne zalesianie spalonego lasu jest opłacalne i jakie gatunki należy wprowadzić, aby zapobiec przyszłym pożarom?
7. Jaki jest związek między powtarzającymi się pożarami na zboczach gór a ich pustyynnieniem?

### 3.3. DOBRE PRAKTYKI W ZAKRESIE SEKWESTRACJI DWUTLENKU WĘGLA W GLEBIE, POPRAWY ŻYŻNOŚCI GLEBY I OGRANICZANIA SKUTKÓW POŻARÓW

#### Jak można zachować węgiel organiczny w glebie?

Wykorzystanie gleby musi być zrjonalizowane, aby osiągnąć sekwestrację węgla w glebie poprzez najlepsze praktyki zarządzania, które przechylają równowagę na korzyść wiązania lub sekwestracji węgla, dążąc do zminimalizowania odpływu węgla z systemu glebowego, umieszczając ten nieodnawialny zasób w roli pochłaniacza, przy jednoczesnym zachowaniu jego żyzności i kontrolowaniu uwalniania gazów cieplarnianych poprzez niewłaściwe praktyki. Zależy to w dużej mierze od klimatu i rodzaju gleby. Dlatego też należy promować badania dynamiki węgla w paradygmatycznych glebach w różnych regionach biogeograficznych. Ogólnie rzecz biorąc, należy promować stosowanie kompostu w celu wzbogacenia gleby w materię organiczną, a także stosować tradycyjne techniki, takie jak płodozmian lub ugorowanie.

Podczas COP21, w ramach promowania dodatkowych wysiłków na rzecz zapewnienia, że globalne ocieplenie nie przekroczy 1,5 °C, w celu osiągnięcia równowagi między emisjami i pochłanianiem gazów cieplarnianych w drugiej połowie XXI wieku, uruchomiono projekt "4 na tysiąc gleb dla bezpieczeństwa żywnościowego i klimatu". Celem tego projektu jest zwiększenie ilości materii organicznej o 0,4% rocznie na całym świecie, aby zrekompensować globalne emisje gazów cieplarnianych ze źródeł antropogenicznych, a tym samym pomóc zatrzymać wzrost CO w atmosferze.<sup>2</sup>



Obrazy 76 i 77: Plakat wyrażający cel COP21 i plakat ogłaszający COP21.

## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI

Aby ją wdrożyć, inicjatywa 4 na 1000 obejmuje dwa główne programy działań.

Program działań mających na celu poprawę zarządzania dwutlenkiem węgla w glebie, zwalczanie ubóstwa i braku bezpieczeństwa żywnościowego, a jednocześnie przyczynianie się do adaptacji do zmian klimatu poprzez łagodzenie emisji. Program ten obejmuje praktyki, które przywracają glebę, zwiększają zasoby węgla organicznego w glebie i chronią gleby o wysokich zasobach węgla. Program poszukuje finansowania dla projektów, które przywracają, zwiększają i chronią zasoby węgla w glebie, w celu dostarczania przyjaznych dla gleby produktów rolnych.



*Rysunek 78: Pola uprawne, na których dochodzi do ucieczki emisji.*

Drugi międzynarodowy program badań i współpracy naukowej ma na celu zbadanie mechanizmów i potencjału magazynowania węgla w glebach w różnych regionach biogeograficznych. Program ten ocenia dobre praktyki rolnicze i ich wpływ na sekwestrację CO<sub>2</sub> w badanych regionach, promując innowacje istotne dla polityki w tych regionach, które monitorują i oceniają zmiany w zasobach węgla w glebie, mając na uwadze interesy producentów.

W dwudziestu regionach świata opracowano koncepcję działań mających na celu sekwestrację dwutlenku węgla w glebie, koncentrując się w każdym regionie na glebach o niskiej początkowej zawartości dwutlenku węgla w szacowanym okresie 20 lat. Ustalono dla nich najlepsze praktyki zarządzania, pamiętając, że gdy osiągną równowagę, nie będą już przyczyniać się do potencjału pochłaniania gazów cieplarnianych.



### Jak można zarządzać zwiększonym ryzykiem pożarów w kontekście zmian klimatu?

Zagrożenia stwarzane przez pożary pod względem ich częstotliwości, zjadliwości i czasu trwania wymagają zarządzania terytorialnego. Istnieje jednak szereg ogólnych kryteriów, które należy wziąć pod uwagę na każdym terytorium. Domy nie powinny być budowane na obszarach zalesionych, a tam, gdzie w pobliżu osiedli miejskich znajdują się drzewa, należy je usunąć, aby zmniejszyć ryzyko dla domów.



*Zdjęcie 79: Pożar w Monte Pino w 2013 roku. Zagrożony dom.*

Gatunki pirofityczne, które ułatwiają powstawanie pożarów koron drzew, powinny być minimalizowane, a gdy znajdują się w pobliżu dróg i torów kolejowych, powinny być usuwane, aby uniknąć zagrożenia dla samochodów. Rowy i pobliskie obszary powinny być z czasem utrzymywane w czystości.



*Zdjęcie 80: Pożar Monte Pino w 2013 roku. Droga z drzewami eukaliptusowymi po obu stronach.*

Należy preferować ponowne zalesianie rodzimymi drzewami, które nie generują podszytu i nie ułatwiają rozprzestrzeniania się pożarów koron drzew. Preferowany będzie rozwój banków germplasm z nasionami gatunków autochtonicznych. Tam, gdzie zakładane są monokulturowe plantacje drzew, powinny być one oddalone od osiedli i szlaków komunikacyjnych. Będą one miały duże przerwy ogniowe, które zawsze będą czyste. Istniejące plantacje będą traktowane w ten sam sposób.



*Rysunek 81: Pożar Monte Pino w 2013 roku. Różnica między spalonym lasem a lasem autochtonicznym, który nie spłonął.*

Ważne jest, aby teledetekcja pożarowa i specjaliści ds. zapobiegania pożarom byli zatrudnieni przez cały rok, biorąc pod uwagę występowanie pożarów w sezonach, w których ich nie było. Niezbędne jest opracowanie rocznych planów koordynacji między służbami na różnych terytoriach w celu skoncentrowania wysiłków tam, gdzie pożary są odporne na gaszenie.

Domy muszą mieć zagwarantowane wyjścia wolne od drzew i łatwy dostęp dla służb przeciwpożarowych.

W planach budowy w pobliżu obszarów zalesionych pożądane jest uwzględnienie systemów węży i pomp, aby umożliwić nawilżanie obszarów w pobliżu domów.

W spalonych lasach na zboczach należy przeprowadzić siew traw, w tym siew z powietrza.

W interesie ludności leży przygotowanie się do dobrowolnego gaszenia pożarów, tak aby mogli oni działać, zgodnie z kryteriami i instrukcjami organów ścigania, w stosownych przypadkach i w najbardziej skuteczny, nieryzykowny sposób.



ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYŻNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY  
LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W  
GALICJI



*Zdjęcie 82: Pożar w Monte Pino w 2013 roku. Pożar w pobliżu zagrożonego domu.*

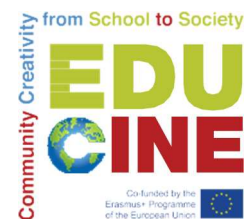


*Rysunek 83: Wysiew traw na spalonej glebie.*



*Zdjęcie 84: Monte Pindo trwale zniszczone przez powtarzające się pożary.*

## ROZDZIAŁ 3: ZMIANY KLIMATU NA ŻYZNOŚĆ GLEBY I EKOSYSTEMY LEŚNE NA PRZYKŁADZIE DRZEW EUKALIPTUSOWYCH I POŻARÓW W GALICJI



Należy zwrócić uwagę na unikanie powtarzających się pożarów lasów, które mogłyby prowadzić do pustynnienia, odsłaniając podłoże skalne.

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

---

1. Opracuj plan unikania strat dwutlenku węgla na obszarach uprawnych w pobliżu miejsca zamieszkania, biorąc pod uwagę klimat i trendy w zakresie wpływu zmian klimatu.
2. Opracuj plan zapobiegania, gaszenia i zmniejszania ryzyka pożarów lasów w pobliżu Twojego domu.



#### 4.1. TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA NA EUROPE

##### W jaki sposób transformacja energetyczna jest konceptualizowana w filmologii projektu?

W krótkim filmie, który został wyświetlony jako zwycięzca na zakończenie "Cinema Climantopia", zatytułowanym "Świat bez węgla", prezydentzy mówią, że Polska nie znajduje się na szczycie listy krajów o najniższych emisjach w Europie, ale jest bliżej dołu listy.



**Zdjęcie 85:** Kadr z prezentacji treści filmu krótkometrażowego "Świat bez samochodów", który pojawia się na końcu filmu "Climantopia" jako zwycięzca konferencji młodzieżowej na Wyspach Kanaryjskich.

Ale w tej prezentacji wskazują już na ważne zmiany w ostatnich latach. Aby to zilustrować, przeprowadzili wywiad z przyjacielem, którego rodzina zdecydowała się zainstalować panele słoneczne na swoim domu jednorodzinnym.



**Zdjęcie 86:** Kadr z prezentacji treści filmu krótkometrażowego "Świat bez samochodów", który pojawia się na końcu filmu "Climantopia" jako zwycięzca konferencji młodzieżowej na Wyspach Kanaryjskich.

Znajomy wyjaśnia, że umieścili w domu 30 paneli słonecznych, które są w stanie wyprodukować 10 000 kW, podczas gdy ta rodzina potrzebuje tylko 10 kW rocznie. To, czego nie są w stanie zużyć, wysyłają do dystrybutora, ponieważ nie są w stanie tego zrobić.

nabyły niezbędne specjalne baterie ze względu na ich wysoki koszt. Ankieterzy zakończyli rozmowę stwierdzeniem, że w 2022 r., dzięki rodzinom takim jak ta, panele słoneczne dostarczały około 7% zużywanej energii. Na podstawie tych danych doszli do wniosku, że istnieje nadzieja, że pewnego dnia będą wolni od zanieczyszczających elektrowni analizowanych w tym krótkim filmie.

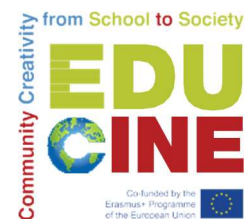
Film "*Climantopia*" porusza również temat energii odnawialnej, w szczególności energii wiatrowej. Energią zajmuje się nagrodzony w konkursie polski film krótkometrażowy "*Świat bez węgla*". Robią to dzień przed galą wręczenia nagród podczas wizyt na wyspach. W ramach tego programu odwiedzili farmę wiatrową, która obecnie produkuje 54% energii odnawialnej.



**Zdjęcie 87:** Kadr z filmu "Cinema Climantopia", w którym grupa uczestników krótkometrażowego filmu zaprezentowanego przez Polskę dyskutuje o odnawialnych źródłach energii na swoich terytoriach.

Jeden ze studentów z Polski, który gra prezentera w filmie krótkometrażowym prezentowanym na szczycie następnego dnia, pamięta, że widział wiele turbin wiatrowych na szczycie galicyjskiej góry w drodze na międzynarodowy turniej siatkówki plażowej w Ézaro. Jeden z galicyjskich studentów skorzystał z okazji, by pochwalić się, że Galicję pod względem energii odnawialnej przewyższa jedynie Kastylia i León. Polski student dodał następnie, że jeśli Polska dostosuje swoje ustawodawstwo do przepisów Unii Europejskiej, może czterokrotnie zwiększyć swoją moc elektrowni wiatrowych. Studentka z Wysp Kanaryjskich mówiła o potencjale Wysp Kanaryjskich w zakresie energii wiatrowej ze względu na wiatry handlowe, ale podkreśliła, że jej rozwój nie powinien odbywać się na powierzchni wysp, ponieważ priorytetem powinna być energia słoneczna, która z oczywistych powodów również ma tam duży potencjał. Opowiedziała się więc za umieszczeniem turbin wiatrowych w oceanie. W odniesieniu do tego pomysłu, studentka z Lizbony wyraziła zaangażowanie swojego rządu w zwiększenie potencjału morskiej energetyki wiatrowej. Jednak studenci z

## ROZDZIAŁ 4: TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA NA PODSTAWIE SCENARIUSZY KANARYJSKIEGO I POLSKIEGO



Galicji wyrazili obawę przed umieszczeniem turbin wiatrowych w ujściach rzek Galicji, ponieważ oznaczałoby to zmniejszenie ich wartości krajobrazowej.

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Jakie są przyczyny różnic w poglądach studentek z Galicji i Wysp Kanaryjskich na temat morskiej energii wiatrowej?
2. Porównuje potencjał energii słonecznej na Wyspach Kanaryjskich, w Polsce i Galicji.
3. Jaka jest różnica między stanowiskiem polskich gospodarstw domowych i ich rządu w sprawie wykorzystania odnawialnych źródeł energii?

### Jak UE podeszła do obecnej transformacji energetycznej?

Transformacja energetyczna rozpoczęła się w październiku 2014 r., kiedy Rada Europejska uzgodniła cele Unii Europejskiej na rok 2030. Redukcja emisji dwutlenku węgla o co najmniej 40 procent w porównaniu z poziomami z 1990 roku została ustalona jako wiążący cel dla całej Unii Europejskiej. Transformacja energetyczna przewidziana w projekcie unii energetycznej opiera się na czterech filarach: (a) większy udział odnawialnych źródeł energii; (b) zobowiązanie do efektywności energetycznej; (c) większa integracja rynków energii elektrycznej w Europie poprzez rozwój połączeń międzysystemowych; oraz (4) większe zaangażowanie obywateli, w którym edukacja odgrywa ważną rolę dzięki integracji różnych projektów Erasmus + ukierunkowanych na program Horyzont 2020.



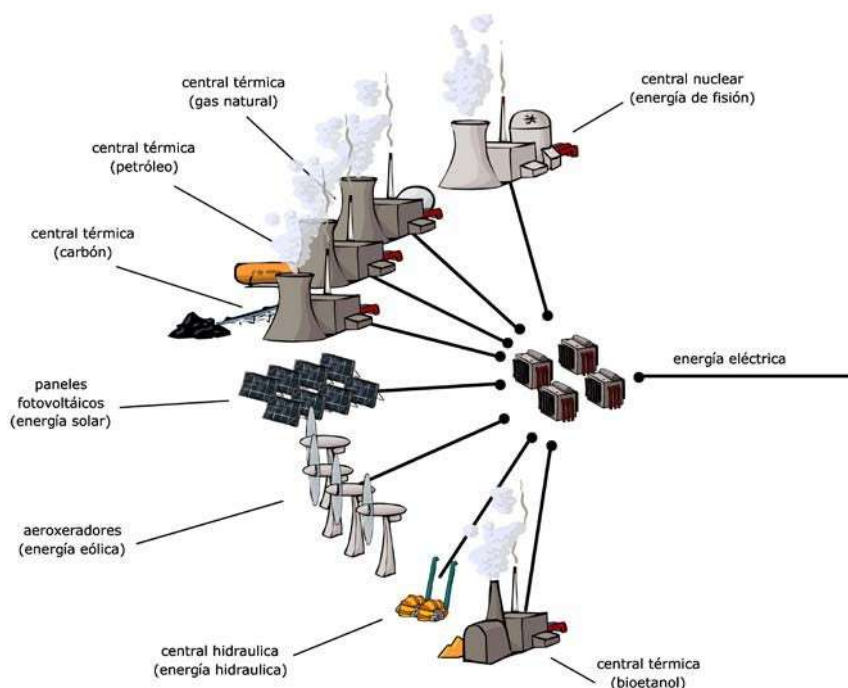
**Zdjęcie 88:** Obraz konwergencji kluczowych odnawialnych źródeł energii w europejskiej transformacji energetycznej (źródło: *El Periódico de la Energía*).



Dzięki takiemu podejściu do transformacji energetycznej Unia Europejska aspiruje do wyraźnego światowego przywództwa w dziedzinie energii odnawialnej, co w kategoriach edukacyjnych oznacza, że środowisko i walka ze zmianami klimatu stają się strategiczną linią dla projektów edukacyjnych Erasmus+. Aby osiągnąć to przywództwo, transformacja energetyczna skupiła się na celu zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii pierwotnej do 27% do 2030 roku. Aby osiągnąć ten cel, Parlament wyraził zainteresowanie zobowiązaniem do zwiększenia wykorzystania energii odnawialnej do około 35%. Jednocześnie, patrząc w perspektywie długoterminowej, w planie działania na 2050 r. wyznaczono cel redukcji emisji zanieczyszczeń o 80-95% w porównaniu z 1990 r., z celem pośrednim w postaci redukcji o 60% do 2040 r.

Zaangażowanie w odnawialne źródła energii zostało uzasadnione na podstawie różnych kryteriów, z których najważniejszym były względy środowiskowe. Powody środowiskowe są wyraźnie związane ze zmianami klimatycznymi: wraz z energią jądrową, odnawialne źródła energii są jedynymi technologiami wytwarzania energii elektrycznej, które nie emitują gazów cieplarnianych do atmosfery. Biorąc pod uwagę długoterminowe ryzyko związane z energią jądrową, w tym skomplikowane i niepewne zarządzanie odpadami jądrowymi, odnawialne źródła energii odgrywają kluczową rolę w osiąganiu celów redukcji emisji. Jeśli sektor energii elektrycznej jest efektywnie zasilany przez odnawialne źródła energii, staje się on głównym wektorem dekarbonizacji gospodarki, ponieważ jest to sektor, który może najskuteczniej zintegrować odnawialne źródła energii z procesami produkcyjnymi.

Dzięki badaniom nad odnawialnymi źródłami energii, w których Europa jest liderem wielu inicjatyw, produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych doświadczyła gwałtownego obniżenia kosztów. Przed 2005 rokiem produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych była ponad siedmiokrotnie wyższa niż z elektrowni ciepłych. Jednak wraz z rozwojem transformacji energetycznej, koszty energii wiatrowej są już rzędu 50%, a koszty fotowoltaiki słonecznej są jeszcze bardziej istotne, osiągając redukcję o około 80% na 100. Inne technologie, które są w trakcie dojrzewania w najbardziej podstawowych badaniach, takie jak morska energia wiatrowa, biomasa lub energia słoneczna, również osiągnęły już znaczne obniżki kosztów. Redukcja kosztów jest tak ważna i generuje tak wiele oczekiwań na przyszłość, że prowadzi Europę do zamykania bardzo ważnych elektrowni ciepłych. W Hiszpanii najważniejsza z nich, elektrownia ciepła As Pontes de García Rodríguez, ma zostać zamknięta.



**Rysunek 89:** Ilustracja udziału różnych źródeł energii w dostawach energii w sektorze elektroenergetycznym.

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Kiedy Unia Europejska zaproponowała transformację energetyczną i jakie są jej główne motywacje?
2. Jakie czynniki skłaniają kraje UE do zamykania elektrowni ciepłych, takich jak As Pontes de García Rodríguez w Hiszpanii?
3. W jaki sposób transformacja energetyczna wpływa na program Erasmus+ i jakie jest jej znaczenie społeczne, gospodarcze i polityczne?

## 4.2. PRODUKCJA ENERGII WODNEJ I JEJ NIEPEWNA PRZYSZŁOŚĆ W EUROPEJSKIEJ TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Energia hydrauliczna jest ważna od czasów prehistorycznych, kiedy to transformacja odnawialnej energii hydraulicznej w energię kinetyczną była wykorzystywana do generowania kolistych ruchów kamieni, które umożliwiały mielenie ziarna na mąkę.



*Zdjęcie 90: Tradycyjny młyn hydrauliczny w Galicji.*

Energia wodna była pierwszym źródłem energii wykorzystywanym do produkcji energii elektrycznej, a pierwsza eksperymentalna instalacja została zbudowana w celu poruszenia turbiny, która produkowała energię elektryczną dzięki wynalazieniu dynamo hydraulicznego w Wielkiej Brytanii w 1880 roku. Jednak pierwsza konstrukcja o znaczeniu przemysłowym została zbudowana w Appleton (Wisconsin, USA) dwa lata później.

W Hiszpanii pierwsze elektrownie powstały na początku XX wieku, a już w pierwszej dekadzie zbudowano duże elektrownie wodne, w tym elektrownię Molinar na rzece Júcar, która dostarczała energię elektryczną do Madrytu linią wysokiego napięcia o napięciu 60 000 V o długości około 250 km, która w tamtym czasie, gdy elektrownie wodne znajdowały się blisko centrów konsumpcji, była jedną z najdłuższych w Europie ze względu na odległość Madrytu od dużych rzek. W okresie powojennym Hiszpania podjęła zdecydowane zobowiązanie do maksymalnego wykorzystania potencjału hydraulicznego swoich rzek, tak że kiedy nastąpiła demokracja, Hiszpania miała już coś, co można uznać za ekstensywną eksploatację swoich rzek.



dużych zbiorników wodnych o mocy produkcyjnej ponad 14 000 MW. Energia wodna stanowiła 50% całkowitej mocy zainstalowanej w Hiszpanii pod koniec lat 70-tych, pomimo wzrostu liczby dużych elektrowni ciepłych i instalacji elektrowni jądrowych począwszy od lat 50-tych, kiedy potencjał dużych zbiorników był już dobrze wykorzystany.



*Zdjęcie 91: Stara turbina i dynamo hydrauliczne elektrowni Tambre I.*



*Zdjęcie 92: Zdjęcie zbiornika wodnego.*

Począwszy od lat 80-tych, w celu zwiększenia mocy energii wodnej, terytorium półwyspu zostało wypełnione mini-elektrowniami na małych rzekach. Jednak osiągnięty wzrost nie osiągnął 5000 MW i obecnie stanowi mniej niż 20% zainstalowanej mocy.



W Galicji, wysoce eksploatowanym regionie o bardzo wysokich opadach deszczu, moc energii wiatrowej już teraz wyraźnie przewyższa moc energii wodnej.



*Rysunek 93: Zdjęcie mini elektrowni wodnej.*

W obecnym kontekście zmian klimatycznych zbiorniki są zwykle niedostatecznie zasilane przez wiele miesięcy, a kiedy pada deszcz, ulewne deszcze powodują konieczność ułatwienia usuwania wody, której nie można wykorzystać do turbiny. Co więcej, zbiorniki mają tendencję do zamulania się. W rezultacie oczekiwania co do przyszłości energii wodnej coraz bardziej maleją wraz z postępem zmian klimatycznych, pozostawiając niepewną przyszłość tego odnawialnego źródła energii.

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Jaką rolę w powstaniu elektryczności odegrało odkrycie dynamy hydraulicznego?
2. Dlaczego pierwsze elektrownie wodne musiały znajdować się blisko obszarów konsumpcji? Jak można było przejść do oddalania się?
3. Dlaczego Hiszpania nie budowała dużych elektrowni wodnych począwszy od lat 80-tych, a zamiast tego promowała plany budowy mini-elektrowni wodnych?
4. Dlaczego energia wodna nie jest uważana za energię przyszłości w erze zmian klimatycznych?

### 4.3. ENERGIA WIATROWA W EUROPEJSKIEJ TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Wiatr to kolejne klasyczne źródło energii w historii ludzkości. Wiadomo, że był wykorzystywany przez Egipcjan jako siła napędowa żaglowców już 5000 lat temu. Jego wykorzystanie do mielenia ziarna w wiatrakach również sięga czasów starożytnych.



*Zdjęcie 94: Zdjęcie starego wiatraka w galicyjskim mieście Catoira.*

Obecnie nowoczesna technologia energetyki wiatrowej jest w stanie dostosować to tradycyjne know-how do produkcji energii elektrycznej na dużą skalę. Galicja wyróżnia się jako wspólnota autonomiczna produkująca energię wiatrową w Hiszpanii, a ze względu na niski poziom wykorzystania energii słonecznej, pod względem odnawialnych źródeł energii ustępuje jedynie Kastylii i León. Tendencją jest jednak stopniowe zwiększanie jej wdrażania w różnych wspólnotach autonomicznych, w tym na Wyspach Kanaryjskich, które są zaangażowane w badania nad morską energią wiatrową.

Instalacja farmy wiatrowej jest przeprowadzana w kilku etapach, w tym badania meteorologiczne reżimu wiatrowego i ocena wpływu na środowisko, jaki może mieć jej instalacja na obszarach o dużej wrażliwości ekologicznej i krajobrazowej. Istnieje ryzyko, które może wzrosnąć wraz z technologiami *morskimi* (morskie farmy wiatrowe), jeśli nie zostanie ustanowione odpowiednie planowanie i kontrola. Ewolucja tego zasobu jest związana ze wzrostem mocy urządzeń, a prototypy o mocy ponad 1000 kW są już budowane.



**Zdjęcie 95:** Zdjęcie farmy wiatrowej w galicyjskim mieście Cabo Ortegal (autor Makinin na pixabay).

Energia wiatrowa w Unii Europejskiej była promowana po COP 21 w Paryżu wraz z *Europejską Mapą Drogową 2050* dotyczącą europejskich polityk niezbędnych do osiągnięcia celu dekarbonizacji na poziomie 80% w porównaniu z wartościami emisji z 1990 r., zgodnie z bezpieczeństwem energetycznym, odpowiedzialnością środowiskową i gospodarczą oraz celami UE na lata 2015-2050, które mają na celu, aby niektóre odnawialne źródła energii, w tym energia wiatrowa, stały się bardziej wydajne niż źródła energii oparte na paliwach kopalnych. Interesujące jest również wdrożenie *lądowej* i *morskiej* energii wiatrowej do magazynowania ciepła i energii, a także do wykorzystania w systemach wychwytywania i pochłaniania CO<sub>2</sub> oraz uzyskanie ważnej przestrzeni dla tego rodzaju energii odnawialnej w europejskich sieciach, które obejmują energię wiatrową z różnych krajów, takich jak Dania, Irlandia i północna Hiszpania, gdzie Galicja odgrywa bardzo ważną rolę.

Wdrożenie tych europejskich sieci, w których energia wiatrowa nabiera coraz większego znaczenia, stawia energię wiatrową w centrum uwagi.

UE ma do odegrania decydującą rolę w zastąpieniu produkcji energii elektrycznej ze źródeł opartych na paliwach kopalnych produkcją energii elektrycznej o praktycznie zerowej emisji dwutlenku węgla.

#### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Jak można wytłumaczyć fakt, że na Wyspach Kanaryjskich, gdzie wiatry wieją z kierunku NE w stronę równika, rozwój energetyki wiatrowej jest mniejszy niż w Galicji, gdzie wiatry są bardziej przerywane?
2. W jaki sposób można rozwiązać potrzebę wyłączenia turbiny wiatrowej, gdy w okresach silnego wiatru sieć nie może dłużej obsługiwać obciążenia?
3. Jakie są zalety podłączenia farm wiatrowych do sieci w różnych krajach UE?
4. Jaki jest potencjał morskiej energetyki wiatrowej i dlaczego istnieje tak duża niechęć do jej wdrożenia w Galicji, skoro udało jej się być pionierską społecznością w tym rodzaju energii?



#### 4.4. ENERGIA SŁONECZNA W EUROPEJSKIEJ TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Energia słoneczna jest wielką szansą dla efektywności energetycznej. Otrzymujemy ponad 60 milionów miliardów toe dziennie energii promieniowania słonecznego, co jest bardzo obiecujące dla transformacji energetycznej w Europie, ponieważ spalanie jednej tony ropy naftowej wytwarza jeden toe energii. Energia ta, jeśli zostanie prawidłowo wykorzystana, może wygenerować około 20 razy więcej energii niż wszystkie rezerwy paliw kopalnych. Obecna technologia daje nam możliwości w zakresie dwóch rodzajów pozyskiwania energii słonecznej: fotowoltaicznej i słonecznej termicznej.

##### Czym jest fotowoltaika?



*Zdjęcie 96: Zdjęcie ogrodu słonecznego.*

Fotowoltaiczna energia słoneczna polega na bezpośredniej konwersji energii słonecznej na energię elektryczną. Jest ona w fazie znacznego rozwoju w niektórych krajach UE, w szczególności w Niemczech, które są jednym ze światowych liderów, z największą na świecie elektrownią słoneczną, Bavaria Solar Park, której powierzchnia paneli wynosi około 250 000 m<sup>2</sup>. Jednym z głównych problemów stojących przed tymi systemami słonecznymi jest potrzeba dużych powierzchni, ponieważ energia jest rozproszona. Powierzchnia Ziemi otrzymuje maksymalną moc 1000 W/m<sup>2</sup>. Kolejnym ograniczeniem tej energii jest nieciągłość obowiązkowych dostaw. Powoduje to konieczność posiadania skutecznych systemów magazynowania lub podłączania do ogólnej sieci elektrycznej ilości, których właściciele paneli fotowoltaicznych nie są w stanie zużyć, jak wyjaśnia polski student w scenie farm wiatrowych na Wyspach Kanaryjskich w filmie "Cinema Climantopia".



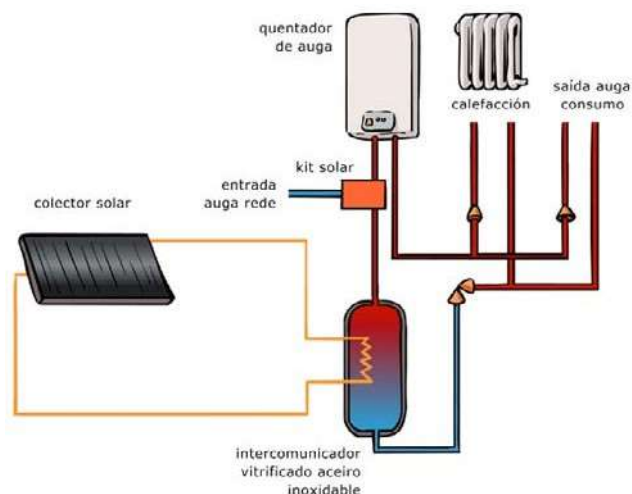
*Rysunek 97: Krzemowe panele fotowoltaiczne.*

W latach 50. ubiegłego wieku udoskonalono ogniwa fotowoltaiczne wykonane z krzemu. Gdy światło słoneczne pada na te krzemowe ogniwa, generowana jest różnica potencjałów wynikająca z efektu fotoelektrycznego, co generuje prąd, który może być bardzo użyteczny. Ogólnie rzecz biorąc, ogniwa fotowoltaiczne składają się z elementów półprzewodnikowych, takich jak krzem. Aby uzyskać pole elektryczne, gdy słońce świeci na te płytki krzemowe, należy użyć siatki z jedną stroną ujemną i jedną dodatnią.

### **Czym jest energia słoneczna?**

Słoneczna energia cieplna opiera się na wykorzystaniu kolektora, który wystawiony na działanie promieniowania słonecznego pochłania jego ciepło i przekazuje je do płynu w celu jego bezpośredniego wykorzystania lub przekształcenia w energię elektryczną. Płyn ten jest zwykle oleisty, dzięki czemu osiąga wysokie temperatury i ogrzewa obieg wody, który biegnie równoległe do rur z płynem ogrzewanym przez słońce.

Jednym z najczęstszych zastosowań tych systemów jest wytwarzanie ciepłej wody w domach jednorodzinnych, a także podgrzewanie wody w basenach, co z kolei zapobiega przegrzaniu wody w basenie. w bardzo słoneczne dni. Przy powierzchni kolektora wynoszącej około 4 m<sup>2</sup>, osiąga się produkcję 200 litrów ciepłej wody dziennie przez cały rok. rocznie. Ilość ta jest zazwyczaj wystarczająca do użytkowania mieszkań. W Europie jego stosowanie było zalecane we wszystkich nowo budowanych domach, a zatem w Hiszpanii kodeks techniczny budynku ustanowił jego obowiązkowe stosowanie. Pomaga to uniknąć znacznej ilości emisji poprzez ogrzewanie wody w nowych domach za pomocą tego systemu.



Rysunek 98: Infografika dotycząca działania kolektora słonecznego.



Zdjęcie 99: Zdjęcie paneli słonecznych zainstalowanych na dachu domu zgodnie z technicznymi przepisami budowlanymi.

### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Dlaczego użytkownicy paneli fotowoltaicznych oddają nadprodukcję energii do sieci, a nie ją magazynują?
2. Jaki jest problem z gwarancją ciągłości energii elektrycznej uzyskiwanej z paneli fotowoltaicznych i czy jest on taki sam na Wyspach Kanaryjskich jak w Polsce? Odpowiedź uzasadnij.
3. Dlaczego przepisy techniczno-budowlane wymagają instalacji paneli słonecznych?
4. Jaka jest dodatkowa korzyść z posiadania basenu podłączonego do paneli słonecznych, oprócz posiadania ciepłej wody do kąpiele?

## 4.5. TERAŹNIEJSZOŚĆ I PRZYSZŁOŚĆ ENERGII MORSKIEJ, GEOTERMALNEJ I BIOPALIW

### Jaki jest potencjał energii morskiej?

Energia morska była wykorzystywana w historii ludzkości w młynach pływowych. Gdy przyptyw wznosił się przez sześć godzin i opadał przez kolejne sześć godzin, te ruchy prądów wodnych były wykorzystywane do mielenia dużych ilości ziarna.

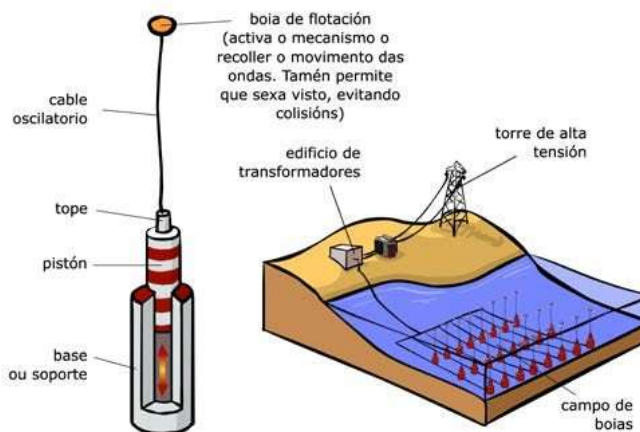


*Zdjęcie 100: Fotografia młyna pływowego w Muros (A Coruña, Galicja).*

Obecnie prowadzone są badania nad wykorzystaniem energii fal i prądów morskich, w tym prądów pływowych. Potencjał energetyczny jest bardzo duży w krajach o długiej linii brzegowej, tak jak w przypadku Hiszpanii. Jeśli badania będą postępować w sposób zadowalający, do 2050 r. maksymalna moc zainstalowana w Hiszpanii może wynieść 84,4 GW. Jeśli badania zakończą się sukcesem, 100% obecnego zapotrzebowania na energię elektryczną może zostać przekroczone.

Aby wykorzystać energię fal, wiele oczekiwań pokłada się w polach boi. Boje są umieszczane na wybrzeżu na głębokości, na której można je zakotwiczyć do dna morskiego. Energia kinetyczna fal porusza boje, które napędzają wał napędzający pompę płynu. Płyn dociera do turbiny i rozszerzając się, powoduje jej obrót, a następnie wytwarza energię elektryczną w podłączonym do niej generatorze. Na polu o wymiarach 220 m na 50 m, z 6 do 12 bojami podłączonymi do odpowiednich systemów pozyskiwania energii, może generować energię elektryczną odpowiadającą zużyciu ponad tysiąca rodzin. Mogłyby być również wykorzystywane w systemach odsalania i produkcji wodoru.

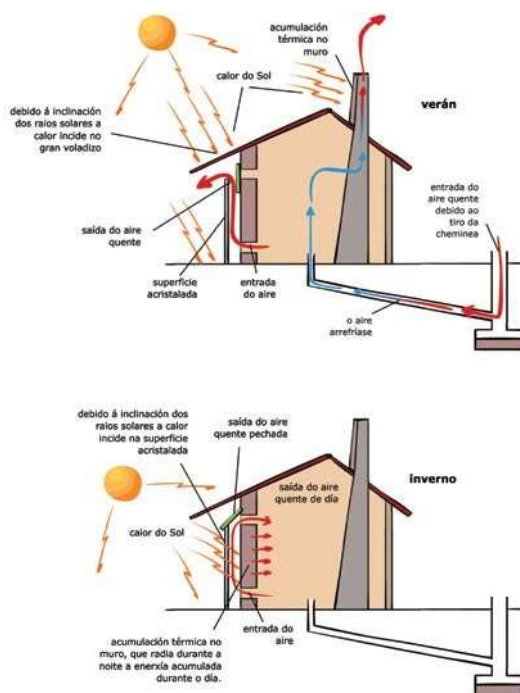




Rysunek 101: Infografika pola boi do pozyskiwania energii fal.

### Jaki jest potencjał energii geotermalnej?

Jest to energia odnawialna pochodząca z wewnętrznego ciepła Ziemi, które towarzyszy jej od samego początku i często objawia się gwałtownie w postaci wulkanów i trzęsień ziemi lub mniej intensywnie w postaci gejzerów lub gorących źródeł. Potencjał geotermalny zgromadzony w górnych dziesięciu kilometrach skorupy ziemskiej znacznie przekracza światowe rezerwy paliw kopalnych. Jednak tylko niewielka jego część może zostać wykorzystana przez ludzi przy użyciu obecnie dostępnych technik.



Rysunek 102: Wykorzystanie energii geotermalnej w biobudownictwie do ogrzewania zimą i wentylacji latem.

Jest szczególnie przydatny do ogrzewania domów, gospodarstw i zim. W złożach wysokotemperaturowych, takich jak te na Islandii, może być wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej. W Hiszpanii bardzo ważne zasoby tego typu znajdują się na Wyspach Kanaryjskich Lanzarote i La Palma. W ostatnich latach jego wykorzystanie znacznie wzrosło na El Hierro.



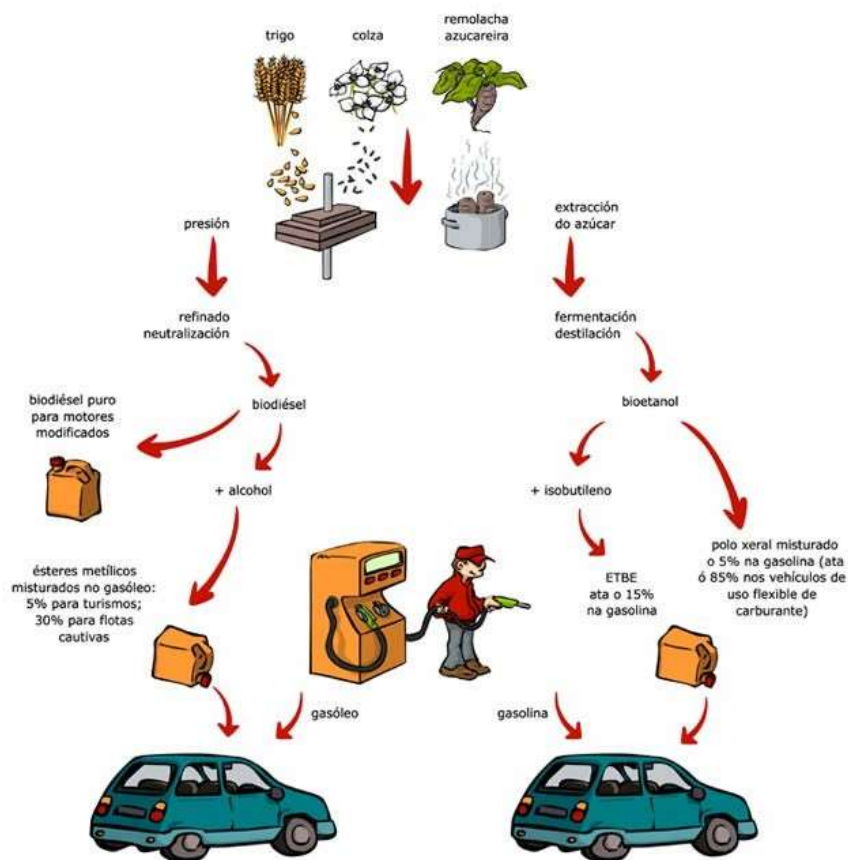
*Rysunek 103: Elektrownia geotermalna w Islandii.*

### **Jaki jest potencjał biopaliw i jakie są obawy związane z ich stosowaniem?**

Wykorzystanie pierwotnej lub roślinnej biomasy jest obecnie bardzo promowane w celu produkcji tak zwanych biopaliw: płynnych lub gazowych paliw otrzymywanych z tak zwanych roślin energetycznych w procesach fermentacji. Światowa produkcja biopaliw dla transportu jest prowadzona przez Brazylię i USA (bioetanol). Europa jest największym na świecie producentem biodiesla.

Aby je uzyskać, potrzebne są duże obszary upraw pszenicy, soi, rzepaku lub buraków cukrowych do produkcji biodiesla (stosowanego do wzbogacania oleju napędowego) i bioetanolu (stosowanego do wzbogacania benzyny). Ich potencjał do mieszania z paliwami uzyskiwanymi z rafinacji ropy naftowej, przy malejących rezerwach ropy naftowej, sprawi, że paliwa te będą coraz bardziej konkurencyjne, ale rozwój tych nowych technologii jest obarczony niepewnością i nierozwiązanymi kwestiami.

Transformacja energetyczna zachodząca w Unii Europejskiej wynika z faktu, że paliwa kopalne stają się coraz droższe i coraz radsze. Zastąpienie ich źródłami odnawialnymi nie jest pozbawione trudności i konfliktów, a biopaliwa są jednymi z najważniejszych, zwłaszcza ze względu na ryzyko zajmowania pól uprawnych pod produkcję biopaliw, zwiększając ryzyko głodu dla rosnącej populacji.



Zdjęcie 104: Infografika przedstawiająca proces przekształcania warzyw w biodiesel wzbogacający olej napędowy lub bioetanol wzbogacający benzynę.



*Zdjęcie 105: Zdjęcie fabryki biodiesla.*

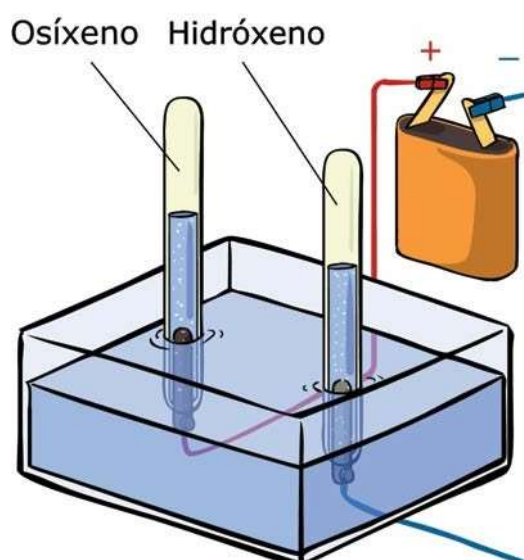
**Odpowiedz na to, co wiesz teraz:**

1. Dlaczego energia morska ma większy potencjał w Vigo niż w Alicante?
2. Dlaczego energia geotermalna ma większy potencjał na Islandii lub Wyspach Kanaryjskich niż w Galicji?
3. Dlaczego niepokoi nas fakt, że kraje takie jak Brazylia stawiają na produkcję biopaliw?



#### 4.6. POTENCJAŁ WODORU JAKO NOWEGO WEKTORA TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Energia społeczeństwa przyszłości nie może pochodzić z paliw kopalnych, ponieważ istnieje pilna potrzeba przeciwdziałania zmianom klimatycznym, a ponadto gaz ziemny i ropa naftowa, przy obecnym tempie zużycia, wyczerpią się w ciągu stulecia. Ale ludzkość aspiruje do posiadania wektorów, które pozwolą na moc, transport, mobilność i globalność, jaką daje nam ropa naftowa, a obecnie wodór zapowiada się jako wektor zdolny do zajęcia miejsca zajmowanego obecnie przez pochodne ropy naftowej.



*Rysunek 106: Ilustracja otrzymywania wodoru poprzez elektrolizę wody.*

Wodór jest najpowszechniejszym pierwiastkiem we wszechświecie, występującym w stężeniu 75%. Na Ziemi, choć nie występuje w stanie wolnym i odizolowanym, dobór naturalny doprowadził do tego, że stanowi 70% organizmów. Został odkryty w 1776 roku przez Henry'ego Cavendisha, który przedstawił eksperyment polegający na produkcji wody z tlenu i wodoru za pomocą energii elektrycznej, reakcji, co do której mamy teraz duże oczekiwania, że będzie wektorem, który zastąpi te uzyskane z rafinacji ropy naftowej. Jednak dopiero w 1920 roku pojawiła się pierwsza firma zajmująca się dysocjacją wody na tlen i wodór do celów komercyjnych za pomocą elektrolizy, która jest reakcją, z którą wiążemy duże nadzieje na możliwość jej wykorzystania jako wektora. Proces ten polega na wprowadzeniu dwóch różnie naładowanych elektrod (dodatniej i ujemnej) do zbiornika czystej wody, w której rozpuszczony jest elektrolit, i przyłożeniu do elektrolitu stałego prądu elektrycznego. W rezultacie wodór przemieszcza się w kierunku katody (elektrody o innym ładunku).

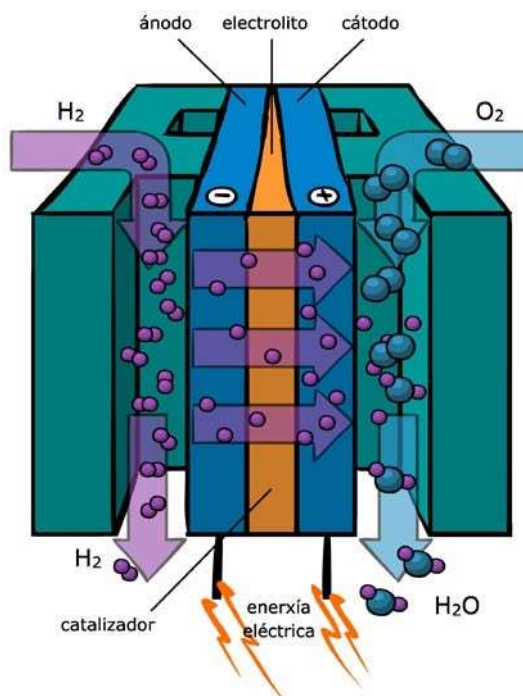
(naładowany ujemnie) i tlen do anody (naładowany dodatnio). Elektroliza nie jest powszechnie stosowana, ponieważ metoda ta jest droższa (może być od trzech do czterech razy droższa) niż wykorzystanie gazu ziemnego jako źródła wodoru.

Już w latach 30. wodór był wykorzystywany jako paliwo wtórne w lotnictwie cywilnym jako alternatywa dla mieszanki benzyny i benzenu. Później, Brytyjczycy i Niemcy mieli używać go w ten sam sposób w okrętach podwodnych i torpedach na zasadzie eksperymentu.

Propozycje wykorzystania wodoru jako paliwa, które pojawiły się w latach 20-tych XX wieku, nie zostały ponownie podjęte aż do 1973 roku, kiedy to nastąpił kryzys naftowy. W tym samym roku powstały grupy i stowarzyszenia mające na celu obronę wodoru i skłonienie rządów do inwestowania w tę dziedzinę badań. Po zakończeniu kryzysu naftowego, możliwość nowego źródła energii była ponownie rozważana aż do lat 90-tych, kiedy to pojawiło się wiele raportów naukowych ostrzegających przed szybkim wzrostem stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze w wyniku spalania paliw kopalnych.

W lutym 1999 r. Islandia wystąpiła z propozycją przestawienia swojej gospodarki na wodór, a tym samym wyeliminowania zależności od paliw kopalnych. Zaczęłoby się od wykorzystania wodoru w transporcie, a następnie generowania energii elektrycznej do zasilania krajowych fabryk i domów. Podobny plan pojawił się na Hawajach w 2001 roku, proponując wykorzystanie energii geotermalnej i słonecznej w celu przekształcenia jej w paliwo wodorowe. Dlatego też odnawialne źródła energii, takie jak energia fotowoltaiczna, wiatrowa, wodna, a nawet geotermalna, mają ogromny potencjał do generowania energii elektrycznej potrzebnej do produkcji wodoru w procesie elektrolizy wody. Wodór, w tym połączeniu z odnawialnymi źródłami energii, działałby jako magazyn energii (po pokonaniu głównych problemów związanych z kosztami niezbędnej infrastruktury), który byłby dostępny do dostarczenia w razie potrzeby.

Podstawowa różnica między ogniwami paliwowymi a konwencjonalnymi bateriami, których używamy na przykład w naszych odtwarzaczach muzyki, polega na tym, że te ostatnie magazynują energię chemiczną, którą przekształcają w energię elektryczną, a po wyczerpaniu baterii stają się bezużyteczne lub można je naładować, jeśli to konieczne, podłączając ładowarkę do sieci. Ogniwa paliwowe nie przechowują energii chemicznej, ale wytwarzają energię elektryczną z energii chemicznej paliwa dostarczanego z zewnętrznego źródła. Dlatego będą one generować energię elektryczną tak długo, jak długo będą zasilane paliwem i utleniaczem.



*Rysunek 107: Ilustracja magazynowania energii przy użyciu wodorowego ogniwa paliwowego.*

Stosowane odczynniki to z jednej strony wodór (na anodzie), a jako utleniacz, po stronie katody, tlen. Pomiędzy nimi znajduje się elektrolit lub półprzepuszczalna membrana, która pozwala atomom wodoru przechodzić z anody do katody. Elektrony uwolnione w reakcji chemicznej, która rozbija atom wodoru na protony i elektrony, przepływają przez zewnętrzny obwód jako prąd elektryczny. Elektrony powracają do katody, gdzie reagują z tlenem i jonami wodoru, generując wodę jako produkt odpadowy.

W perspektywie krótkoterminowej zużywanie mniejszej ilości paliwa jest najlepszym sposobem na ograniczenie wzrostu zużycia ropy naftowej, a tym samym emisji gazów cieplarnianych z silników spalinowych, zwłaszcza że do 2050 r. flota pojazdów ma przekroczyć 2 miliardy. Biorąc pod uwagę te prognozy, wysokowydajne, bezemisyjne pojazdy powinny pojawić się w XXI wieku w perspektywie długoterminowej. W związku z tym pojazdy przyszłości muszą być zasilane przez systemy takie jak te zależne od połączeń sieciowych i paliwa wodorowego.

W pojazdach napędzanych ogniwami paliwowymi wodór (paliwo) będzie łączony z tlenem z powietrza w celu wytworzenia energii zasilającej silnik elektryczny. Ponadto pojazdy napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi są kilkakrotnie bardziej wydajne niż dzisiejsze samochody benzynowe i emitują jedynie parę wodną z rury wydechowej, co oznacza, że działają bez emisji spalin.



*Rysunek 108: Infografika przedstawiająca futurystyczną stację zasilania samochodów wodorem.*

W jaki sposób można uzyskać wodór z wody? Jaki produkt powstanie w wyniku spalania wodoru? Dlaczego mówi się, że samochód napędzany wodorem nie emituje spalin? Energię do rozkładu wody na tlen i wodór za pomocą energii elektrycznej można uzyskać z ogniw słonecznych, turbin wiatrowych, paneli fotowoltaicznych, elektrowni geotermalnych i innych źródeł odnawialnych. Ta nowa gospodarka wodorowa wymaga badań, rozwoju i innowacji w celu opracowania atrakcyjnych pojazdów, rozwoju produkcji wodoru w dużych ilościach z odnawialnych źródeł energii, które pozwolą na wyposażenie pustyni w panele fotowoltaiczne w celu pozyskiwania i przechowywania wodoru w zbiornikach. Oznacza to również rozwój infrastruktury dystrybucyjnej w celu przejęcia obecnych systemów rafinacji i dystrybucji benzyny i oleju napędowego. Produkcja energii na potrzeby elektrolizy mogłaby w całości pochodzić ze źródeł odnawialnych.

#### Odpowiedz na to, co wiesz teraz:

1. Dlaczego oczekuje się, że wodór może zastąpić nośniki pochodzące z rafinacji ropy naftowej?
2. Dlaczego energia cieplna uwalniana w reakcji tlenu z wodorem w celu uzyskania wody nie dotyczy nas w związku ze zmianami klimatu?
3. W jaki sposób można połączyć wodór z panelami fotowoltaicznymi lub farmami wiatrowymi w celu zwiększenia wydajności energetycznej?
4. Dlaczego wybrzeże Sahary miałyby być interesujące dla dostarczania wodoru do Europy za pomocą istniejących



## 5.1. URBANISTYKA JAKO DYSCYPLINA NAUKOWO-TECHNICZNA

### Przeszukaj scenę radnego i odpowiedz

1. Zastanów się, gdzie mieszkasz (miasto, dzielnica, wieś...) i zastanów się nad miejscami, w których bywasz, jak się tam dostajesz, jakie są przestrzenie, jak z nich korzystasz i jakie przeszkody napotykas. Sporządź listę.
2. Podziel się tą listą z kolegami w małych grupach i porównaj ją z ich listą, aby stworzyć wspólną listę przestrzeni miejskich, z których korzystasz.
3. Biorąc pod uwagę pomysły grupy, zastanówcie się wspólnie, jak moglibyście poprawić swoje codzienne życie w miejscu zamieszkania. Co byłoby potrzebne, aby to osiągnąć?
4. Na koniec podziel się swoimi uwagami z pozostałymi grupami w klasie.

### Co planowanie urbanistyczne ma wspólnego z działaniami na rzecz klimatu?

W filmie "*Cinema Climantopia*" radna Lizbony chwali się swoim miastem jako zrównoważonym miastem stworzonym przez ludzi i dla ludzi, podczas gdy uczniowie zastanawiają się nad złożonym wyzwaniem, jakim jest uczynienie takiej stolicy miastem ujemnym pod względem emisji dwutlenku węgla. Radna wyjaśnia uczniom podjęte kroki, w tym ograniczenie niektórych obszarów do ruchu samochodów elektrycznych i hybrydowych, poprawę transportu publicznego i plan przeniesienia lotniska z dala od miasta, aby hałas lotniczy nie przeszkadzał mieszkańcom Lizbony. Czy działania te są spójne ze zrównoważoną polityką miejską, czy są wystarczające, a jeśli tak, to w jakim stopniu?

Aby odpowiedzieć na te pytania, warto przyrzeć się sytuacji zrównoważonego rozwoju miast w Europie. W 2021 r. 74,<sup>8%</sup><sup>1</sup> ludności Europy mieszkało w dużych miastach, ich obszarach peryferyjnych i mniejszych miastach, co odpowiada ponad 332 milionom ludzi. Sytuacja ta zmusza obywateli Europy do stawienia czoła i przezwyciężenia szeregu wyzwań środowiskowych, które mają swoje źródło w naszym codziennym życiu i wpływają na jakość życia całej populacji: zanieczyszczenie powietrza i wody, wysoki poziom hałasu, utrudniony dostęp do mieszkań, utrata różnorodności biologicznej i wiele innych. Ponadto miejscowości te otrzymują dziesiątki

<sup>1</sup>[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural\\_Europe\\_-\\_introduction](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural_Europe_-_introduction)

milionów turystów przez cały rok, zwiększając zużycie zasobów miejskich, takich jak woda, mieszkania i energia elektryczna, a także wykorzystanie przestrzeni publicznych, takich jak ulice, parki i plaże.

Wszystko to sprawia, że miasta stają się decydującym elementem łagodzenia zmian klimatu i adaptacji do nich, zarówno w skali globalnej, jak i lokalnej. Konieczne jest zatem zastanowienie się nad sposobem, w jaki planowany jest rozwój obszarów miejskich w naszych miastach, aby móc zaproponować partycypacyjne, zrównoważone i sprawiedliwe rozwiązania.



*Zdjęcie 109: Radny Lizbony.*



*Zdjęcie 110: Lizbona (Portugalia).*

### Ale czym jest planowanie urbanistyczne?

Urbaniści są odpowiedzialni za planowanie i projektowanie miast w celu poprawy jakości życia ludzi, którzy w nich mieszkają. Planowanie urbanistyczne jest złożoną i wielowymiarową dyscypliną, która musi uwzględniać wiele aspektów współistnienia dużych grup ludzkich, a także ich działalności społecznej, kulturalnej i gospodarczej. Planowanie urbanistyczne odnosi się do różnych aspektów życia społeczności **l u d z k i c h**, takich jak:

"Planowanie urbanistyczne, które dotyczy sposobu wykorzystania gruntów miejskich poprzez ustanowienie przepisów opartych na:

**Klasyfikacja gruntów** poprzez planowanie wykorzystania przestrzeni miejskiej, która jest ogólnie podzielona na 3 rodzaje: grunty miejskie, tj. zabudowane budynkami; grunty niezabudowane, które określają grunty, na których nie można budować ze względu na ich wartość krajobrazową, historyczną, środowiskową, kulturową itp. oraz grunty przeznaczone pod zabudowę, które nie należą do gruntów miejskich ani niezabudowanych i mogą podlegać przekształceniom i zabudowie.

- **Klasyfikacja gruntów**, która dzieli się na dwie kategorie: ogólne przeznaczenie gruntów i szczególne przeznaczenie gruntów. Użytkowanie konkretnych gruntów jest ograniczone w zależności od celu, dla którego są przeznaczone: mieszkalne, przemysłowe, tereny zielone itp.
- **Typologie budynków**, które określają konkretne przeznaczenie budynków: mieszkalne, handlowe, biurowe, publiczne, sanitarne, przemysłowe itp.

"Tworzenie i utrzymanie **infrastruktury i usług publicznych**. Infrastruktura to zestaw obiektów, usług i środków technicznych, które wspierają funkcjonowanie miast i umożliwiają mieszkańcom wykonywanie określonych czynności. **Obiekty** są łatwe do rozpoznania, ponieważ składają się z dróg, budynków, mostów, rurociągów, ścieżek rowerowych, parkingów i długiej listy innych. **Usługi** obejmują między innymi edukację, opiekę zdrowotną, transport, gospodarkę odpadami, zaopatrzenie w wodę i opiekę nad słabszymi grupami społecznymi. Z drugiej strony, niektóre **środki techniczne** są mniej rozpoznawalne, ale są niezbędne do funkcjonowania infrastruktury.

Obejmują one pojazdy i urządzenia technologiczne, a także cały personel, który wnosi do infrastruktury wartość dodaną w postaci wiedzy i doświadczenia.

"Ochrona **dziedzictwa kulturowego i naturalnego**. Aspekt ten obejmuje ochronę i zarządzanie dziedzictwem kulturowym, takim jak zabytki, historyczne budynki, stare miasto, dzieła sztuki, stanowiska archeologiczne itp. oraz dziedzictwem naturalnym, w tym parkami, emblematycznymi gatunkami flory i fauny, krajobrazami lub ekosystemami miasta, zapewniając ich ochronę, utrzymanie i odpowiednie wykorzystanie tego dziedzictwa publicznego.

"**Udział obywateli**. Ten element infrastruktury miejskiej jest szczególnie interesujący, ponieważ nie jest tak widoczny jak inne. Jak widzieliśmy, wszystkie elementy, które umożliwiają nam prowadzenie codziennego życia w miejscu, w którym mieszkamy, zależą od planowania i zarządzania miastem. Dlatego udział obywateli jest niezbędny w tej pracy, aby interesy i potrzeby ludności mogły zostać uwzględnione i zagwarantowane.

Krótko mówiąc, zrównoważona urbanistyka jest multidyscyplinarną dyscypliną opartą na wiedzy i zrozumieniu potrzeb obywateli oraz dostępnych zasobów w celu stworzenia bardziej przyjaznych do życia i zrównoważonych miast. Musimy zatem rozważyć organizację naszych miast i miasteczek jako element determinujący działania na rzecz klimatu. Większość naszego śladu węglowego jest generowana w miejscu, w którym mieszkamy i w miejscach, które odwiedzamy, dlatego tak ważne jest zwrócenie szczególnej uwagi na wykorzystanie i zarządzanie naszym środowiskiem miejskim w celu budowania miast i miasteczek w oparciu o współodpowiedzialność i udział wszystkich obywateli w reagowaniu na zagrożenia klimatyczne.



Obraz 111: Infrastruktura.





*Zdjęcie 112: Brøndby Haveby (Dania).*



*Zdjęcie 113: Barcelona (Hiszpania).*



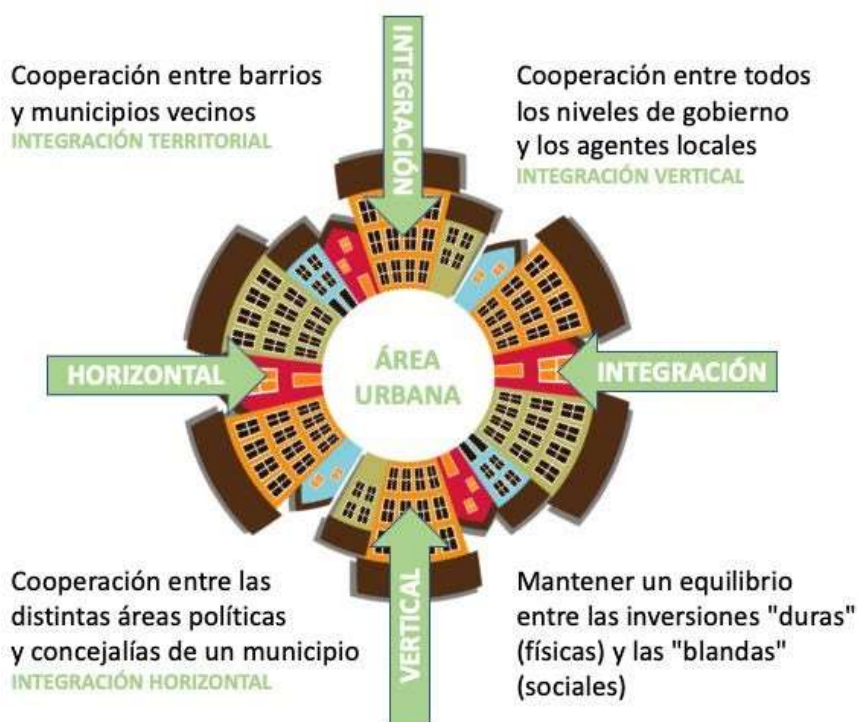
*Zdjęcie 114: Mediolan (Włochy).*

### Na podstawie tego, co widzieliśmy do tej pory...

1. Sprawdź łacińskie pochodzenie słowa infrastruktura (*poniżej*). + *structus*) i spróbujcie w grupie wyjaśnić jego znaczenie.
2. Biorąc pod uwagę listę miejsc, z których korzystasz w życiu codziennym i które wskazałeś już w poprzednich ćwiczeniach, zidentyfikuj, jako grupa, obiekty, usługi itp. z których korzystasz w życiu codziennym.  
oraz środki techniczne niezbędne do korzystania z tej przestrzeni w sposób zrównoważony.
3. Czy znalazłeś jakieś braki lub możliwe ulepszenia w zakresie użytkowania i korzystania z tego miejsca? Jakie rozwiązania zaproponowałbyś w celu ulepszenia tych miejsc? W jaki sposób przedstawiłbyś swoje propozycje urbanistom swojego miasta?
4. Trzy miasta na zdjęciach przedstawiają trzy różne typy planowania urbanistycznego, wyszukaj w Internecie informacje na ich temat i wskaż, jakie problemy zidentyfikowały i jakie rozwiązania zaproponowały dla swojego rozwoju urbanistycznego.

## 5.2. KARTA LIPSKA NA RZECZ ZRÓWNOWAŻONYCH MIAST EUROPEJSKICH

Od 2000 roku współpraca pomiędzy europejskimi rządami koncentruje się na zrównoważonym rozwoju miast. Od tego czasu odbyło się kilka spotkań w Lille we Francji (2000), Rotterdamie w Holandii (2004), Bristolu (2005) lub Lipsku w Niemczech (2007). W tym ostatnim mieście przyjęto Kartę Lipską na rzecz Zrównoważonych Miast Europejskich, która zawiera zalecenia dla planistów miejskich w miastach europejskich, które uwzględniają jednocześnie i z równą wagą wszystkie wymiary zrównoważonego rozwoju: dobrobyt gospodarczy, równowagę społeczną i zdrowe środowisko, przy jednoczesnym zwróceniu uwagi na aspekty kulturowe i sprawiedliwości społecznej.



*Rysunek 115: Zintegrowane podejście do rozwoju obszarów miejskich.*

Zalecenia te opierają się na dwóch głównych zasadach lub osiach:

1. Pierwszy z nich mówi o potrzebie **zintegrowanego podejścia do rozwoju miast**. Oznacza to, że zintegrowane podejście zakłada uwzględnienie wszystkich podmiotów, które mają wpływ na to, jak miasto jest planowane, rozwijane i zamieszkiwane. W związku z tym państwo, regiony, miasta, obywatele i podmioty gospodarcze muszą być zaangażowane i brane pod uwagę przy podejmowaniu decyzji dotyczących rozwoju obszarów miejskich. Podejście to ma na celu promowanie



spójności społecznej i jakości życia w naszym bezpośrednim otoczeniu poprzez: tworzenie i konsolidację wysokiej jakości przestrzeni publicznych; modernizację infrastruktury i poprawę efektywności energetycznej; oraz proaktywną politykę w zakresie innowacji i edukacji.

Zintegrowane podejście nie może być realizowane poprzez traktowanie miast jako odizolowanych jąder, dlatego konieczne jest osiągnięcie partnerstwa w zakresie równości między miastami, ich dzielnicami i obszarami wiejskimi, a także między małymi, średnimi i dużymi populacjami.

2. Druga oś wyraża potrzebę **zwrócenia szczególnej uwagi na mniej uprzywilejowane dzielnice i obszary** w globalnym kontekście miasta. Miasta są miejscami, w których istnieją różne realia społeczno-ekonomiczne, którym dodatkowo towarzyszą aspekty warunkujące dobre samopoczucie i zdrowie w zależności od jakości środowiska dzielnicy lub obszaru, w którym się mieszka (wyspy ciepła, zanieczyszczenie atmosfery, wentylacja, tereny zielone, schronienia klimatyczne, transport publiczny itp.) Nierówności społeczne i ekonomiczne są najważniejszą siłą napędową de-sprzestrzeniania się miasta, dlatego polityka integracji społecznej mająca na celu zmniejszenie nierówności i zapobieganie wykluczeniu społecznemu jest najlepszą gwarancją bezpieczeństwa naszych miast. W tym sensie Karta Lipska zaleca: poszukiwanie strategii poprawy środowiska fizycznego obszarów najbardziej narażonych; promowanie polityki zatrudnienia, która pozwoli tym obszarom w niekorzystnej sytuacji ustabilizować się gospodarczo; tworzenie polityki szkoleniowej dla dzieci i młodzieży; oraz promowanie wydajnego i przystępnego cenowo transportu miejskiego.

W związku z tym konieczne i pilne jest, aby wszystkie osoby i instytucje, na poziomie lokalnym (miasta), krajowym (kraj) i europejskim, koordynowały swoje działania, tak aby procesy rozwoju miast mogły być rozwijane w oparciu o obywatelską i polityczną odpowiedzialność zgodnie z zasadami Karty Lipskiej. W tym celu niezbędny jest dialog między różnymi zaangażowanymi podmiotami, a także odpowiednie szkolenia, aby zdobyć podstawową wiedzę i kompetencje umożliwiające ten dialog, wraz z umiejętnościami budowania zrównoważonych miast.



1. Jak odniósłbyś te obrazy do tego, co widziałeś do tej pory?  
 Przedyskutujcie to w małych grupach, a następnie podzielcie się wnioskami z resztą klasy.



Obraz 116

### Przykłady zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich: Zielone Miasta<sup>2</sup>

Po obejrzeniu filmu "*Cinema Climantopia*" lizboński radny ds. planowania urbanistycznego z dumą podkreśla, że Lizbona jest Zieloną Stolicą Europy. Ale,

Co to oznacza? W Unii Europejskiej możemy znaleźć wiele przykładów zrównoważonego rozwoju miast. W rzeczywistości, w 2008 roku Komisja Europejska stworzyła nagrody European Green Capital i European Green Leaf, aby nagradzać i wizualizować te europejskie miasta, które zdecydowanie podeszły do swojego rozwoju miejskiego z perspektywy zrównoważonego rozwoju w trzech liniach działania: społecznej, środowiskowej i ekonomicznej.



Zdjęcie 117: Logo Europejskiej Zielonej Stolicy i Europejskiej Nagrody Zielonego Liścia.

<sup>2</sup> [https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment_en)

### Zielona Stolica Europy

Nagroda Zielonej Stolicy Europy skierowana jest do wszystkich miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 000. Kluczowym celem jest przesłanie, że obywatele mają prawo do życia w zdrowych obszarach miejskich, a zatem rozwój miast powinien dążyć do poprawy jakości życia ludzi w nich mieszkających, przy jednoczesnym zmniejszeniu ich wpływu na środowisko globalne, tj. zarówno z perspektywy lokalnej, jak i globalnej.

Na potrzeby oceny miast kandydujących Komisja Europejska określa 7 wskaźników<sup>3</sup> 3 bezpośrednio związanych z rozwojem obszarów miejskich (*rysunek 115*). Pierwszym miastem, które otrzymało tytuł Zielonej Stolicy Europy był **Sztokholm (2010)**. Od tego czasu różne działania sprawiły, że stał się on globalnym punktem odniesienia dla zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich. Pomimo tego, że jest to jedno z najszybciej rozwijających się miast europejskich, jego celem jest osiągnięcie ujemnego śladu węglowego do 2040 roku. Zostało również wybrane jako "Najmądrzejsze miasto na świecie" ze względu na jego zdolność do łączenia innowacji środowiskowych mających na celu poprawę i utrzymanie dobrobytu mieszkańców. Wśród innowacji, w jednej z dzielnic, system rur ciśnieniowych transportuje odpady do centrum przetwarzania bez konieczności korzystania z ciężarówek, które emitują gazy cieplarniane (GHG). Zbierają dane z czujników, aby zrozumieć nawyki mieszkańców w zakresie podróży i transportu oraz wykorzystują te informacje do bardziej efektywnego planowania transportu. Ponadto miasto posiada sieć ciepłowniczą, która, oprócz innych źródeł energii, jest zasilana ciepłem wytwarzanym w centrach przetwarzania danych lub supermarketach, wykorzystując energię ciepłą, która w przeciwnym razie zostałaby utracona u źródła. Aby dać ci wyobrażenie, w 2019 roku 30 000 mieszkań w Sztokholmie było ogrzewanych ciepłem wytwarzanym w jednym centrum danych.

Integracja i współistnienie miasta i przyrody jest jednym z głównych kierunków działań, którymi zajęły się nagrodzone miasta. W **Vitorii (2012)** od dziesięcioleci pracuje się nad odzyskiwaniem i rozwojem naturalnych przestrzeni, co zaowocowało powstaniem zielonego pierścienia składającego się z 33 km parków z kilkoma lagunami. Jest to duża przestrzeń, która służy jako nisza ekologiczna dla bioróżnorodności, goszcząca setki gatunków. Obywatele mogą również korzystać z tych terenów zielonych w celach rekreacyjnych i spędzania wolnego czasu. W **Nantes (2013)**, mieście z

<sup>3</sup> [https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/european-green-capital-award\\_es](https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/european-green-capital-award_es)

W **Walencji (2024)**, która wygrała ostatnią edycję nagrody, znajduje się ponad 100 000 drzew, a każdy mieszkaniec ma do dyspozycji teren zielony w promieniu 300 metrów.

INDICADORES DE EVALUACIÓN CAPITAL VERDE EUROPEA	
	<b>1. Calidad del aire</b>
	<b>2. Calidad del agua y eficiencia</b>
	<b>3. Biodiversidad, áreas verdes y uso sostenible del suelo</b>
	<b>4. Residuos y economía circular</b>
	<b>5. Ruido</b>
	<b>6. Cambio climático: mitigación y rendimiento energético</b>
	<b>7. Cambio climático: adaptación</b>

Rysunek 118: Kryteria oceny w ramach konkursu o Nagrodę Zielonej Stolicy Europy.





Zdjęcie 119: Sztokholm (Szwecja).

Zarządzanie ruchem w mieście jest kolejną osią do osiągnięcia kilku ocenianych wskaźników. W tym przypadku **Kopenhaga (2014)** od dawna angażuje się w adaptację przestrzeni publicznych i racjonalizację mobilności bezemisyjnej. W ten sposób transport publiczny dotarł do 74% jej powierzchni, z przystankami oddalonymi o mniej niż 1 km na całym obszarze miejskim. Ta dostępność i wydajność transportu publicznego, wraz ze zniechęcającymi podatkami od pojazdów spalinowych, pozwala na zatłoczenie tylko 4% dróg w godzinach szczytu. Z kolei **Lublana (2016)** zmodyfikowała przepływ ruchu w mieście, aby ograniczyć ruch zmotoryzowany i dać pierwszeństwo pieszym, rowerzystom i transportowi publicznemu.





*Zdjęcie 120: Nantes (Francja).*



*Zdjęcie 121: Walencja (Hiszpania).*



Zdjęcie 122: Kopenhaga (Dania).



Zdjęcie 123: Lublana (Słowenia).

Łagodzenie zmian klimatu i adaptacja do nich to kolejna kluczowa strategia w ramach zielonych miast. Inne przykłady obejmują przypadek **Essen (2017)**, które było pierwszym miastem górniczym nagrodzonym za udane przejście z wysoce zanieczyszczającego i zanieczyszczonego ośrodka miejskiego do czystej i zielonej gospodarki. Przykład, w którym połączenie środków na szczeblu krajowym, stanowym i lokalnym pozwoliło osiągnąć wysoką redukcję emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń poprzez ograniczenie wykorzystania paliw kopalnych. W tym celu jedną z głównych strategii było połączenie systemów centralnego ogrzewania i odnawialnych źródeł energii. Na uwagę zasługuje również kultura współpracy, w ramach której utworzono agencję miejską doradzącą, jak przekierować rozwój miast w stronę bardziej ekologicznych praktyk. Inne miasta, takie jak **Tallinn (2023)** czy **Grenoble (2022)**, zdecydowały się na transformację gospodarczą opartą na nowych technologiach, stając się siedzibą firm zajmujących się badaniami i rozwojem oraz technologiami informacyjnymi.





*Zdjęcie 124: Essen (Niemcy) jako miasto górnictwa.*



*Zdjęcie 125: Essen (Niemcy) dzisiaj.*

### **Europejski Zielony Arkusz**

Uznanie to jest zgodne z linią Europejskiej Nagrody Zielonej Stolicy, ale w tym przypadku chodzi o ośrodki miejskie o liczbie mieszkańców od 20 000 do 100 000 mieszkańców może ubiegać się o Europejską Nagrodę Zielonego Liścia. Jej celem jest wyróżnienie miast, które przeprowadziły działania w zakresie zarządzania środowiskiem w ramach swojego rozwoju miejskiego oraz pomoc w poprawie ich wysiłków i wyników. Nagroda została przyznana w 2015 r. i ma trzy główne cele:

1. Uznanie i docenienie miast, które wykazują się dobrymi wynikami w zakresie ochrony środowiska i zaangażowaniem w generowanie zielonego wzrostu.
2. Zachęcanie miast do aktywnego rozwijania świadomości ekologicznej i zaangażowania obywateli.
3. Identyfikacja miast, które mogą pełnić rolę "zielonych ambasadorów" i zachęcać inne miasta do osiągnięcia lepszych wyników w zakresie zrównoważonego rozwoju.



Zdjęcie 126: Tallinn (Estonia).



Zdjęcie 127: Grenoble (Francja).



Z drugiej strony, nagroda ta umożliwiła utworzenie Europejskiej Sieci Zielonego Liścia, składającej się z ponad 20 zwycięskich i finalistycznych miast. Sieć oferuje swoim członkom możliwości współpracy w celu wymiany pomysłów i doświadczeń z innymi administracjami miejskimi, wzmacniając zbiorową wiedzę, innowacje i uczestnictwo jako siłę napędową zrównoważonych miast. W ramach swoich działań sieć organizuje spotkania tematyczne poświęcone siedmiu obszarom roboczym związanym ze wskaźnikami oceny Zielonej Stolicy Europy (rys. 128).



**Zdjęcie 128:** Europejskie miasta wyróżnione nagrodą Europejskiego Zielonego Liścia.



**Zdjęcie 129:** Torres Vedras (Portugalia).

Wraz z utworzeniem tych nagród, jednym z celów Komisji Europejskiej było zaoferowanie rekomendacji, wsparcia finansowego i międzynarodowej widoczności tym europejskim miastom, które są zaangażowane w zrównoważony rozwój obszarów miejskich, a tym samym, dzięki ich uznaniu, promowanie transformacji miejskiej, która służy jako model dla pozostałych miast. W tym sensie wiele realizowanych i proponowanych strategii i działań jest podobnych, co z kolei uzasadnia sukces tego zaproszenia do składania wniosków. Bez

Należy jednak zwrócić uwagę na kontekst każdego miasta, szczególne potrzeby każdej populacji lub niezbędne finansowanie, między innymi. Ponadto nie możemy zapominać o procesach edukacyjnych i uświadamiających, aby obywatele uznali i docenili znaczenie niezbędnych środków w celu przekierowania naszego rozwoju miejskiego na zrównoważone pozycje.

### Zrównoważone miasta...

1. W oparciu o listę 7 wskaźników, według których oceniane są miasta kandydujące do Zielonej Stolicy Europy, znajdź w tekście przykłady działań i polityk wdrożonych przez nagrodzone miasta i odnieś je do wskaźników. Należy pamiętać, że niektóre działania spełniają więcej niż jeden wskaźnik.
2. Nie wszystkie miasta uznane za Zielone Stolice Europy zostały wymienione w tekście. Jako grupa, znajdź listę wszystkich miast, które zostały nagrodzone od 2010 roku. Podaj przykład działań urbanistycznych przeprowadzonych w niektórych z tych miast, które spełniają każdy z siedmiu wskaźników. Ustnie podziel się wynikami z klasą.
3. Czy uważasz, że możliwe byłoby przeprowadzenie którejkolwiek z tych inicjatyw miejskich w Twoim mieście / dzielnicy / mieście? Jak myślisz, jakie trudności i przeszkody napotkałbyś podczas realizacji tego działania?
4. Na tej stronie można znaleźć różne dane i wskaźniki związane z zarządzaniem ruchem miejskim <https://urbanmobilityindex.here.com/>. Zapoznaj się ze stroną i uzupełnij poniższą tabelę.

Ciudad	Częstotliwość korzystania z transportu publicznego	Zasięg transportu publicznego	Wskaźnik natężenia ruchu	Odsetek terenów zielonych	Liczba rowerów publicznych
Wiedeń	251 przejazdów na przystanek/dzień	71% obszaru miejskiego	5,2 na 10	27%	0,8 dla każdego 1000 mieszkańców

5. Czy uważasz te informacje za cenne dla lepszego zrozumienia złożoności rozwoju miast? Odpowiedz i uzasadnij swoją

### 5.3. TURYSTYKA KLIMATYCZNA

#### Przed kontynuowaniem...

1. Czy uważasz, że planowanie urbanistyczne ma jakikolwiek związek z turystyką? Zastanów się nad uzasadnieniem swojej odpowiedzi, biorąc pod uwagę jeden z siedmiu wskaźników oceny Green City Awards.
2. Przedyskutuj w klasie relacje między miastem a turystyką, o których mowa w poprzednim pytaniu, i wspólnie opracujcie listę siedmiu wskaźników. Dla każdego z nich wskaż możliwy wpływ turystyki, pozytywny lub negatywny, na pomyślne osiągnięcie tych wskaźników.
3. Co według Ciebie oznaczają "działania na rzecz klimatu"? Przedyskutuj to ze swoimi kolegami.

#### Planowanie urbanistyczne i turystyka

Jak widać, zrównoważony rozwój miast jest bardzo złożoną dziedziną, w której należy wziąć pod uwagę wiele zmiennych: środowiskowych, społecznych, kulturowych, politycznych i gospodarczych, aby poznać i zrozumieć potrzeby obywateli oraz zasoby dostępne do przebudowy obecnych miast w bardziej przyjazne do życia i zrównoważone miasta. Dlatego też posiadanie przykładów i zaleceń, takich jak te, które widzieliśmy, w odpowiedzi na wyzwania związane ze zrównoważonym rozwojem, jest użyteczną wiedzą, która kieruje i towarzyszy naszym wysiłkom, planom i strategiom w zakresie rozwoju miast.



Zdjęcie 130: Aveiro (Portugalia).

Planowanie urbanistyczne jest ściśle związane z turystyką, t y m bardziej w miastach, które zależą prawie wyłącznie od sektora turystycznego jako głównej działalności gospodarczej. Przywołując niektóre z aspektów, którymi zajmuje się planowanie urbanistyczne, urbanistyka ponosi wielką odpowiedzialność za tworzenie atrakcyjnego środowiska dla turystyki. Dobry projekt urbanistyczny może sprawić, że miasto będzie bardziej atrakcyjne i łatwiejsze w nawigacji, z dostępnymi, bezpiecznymi, przyjemnymi i estetycznymi obszarami turystycznymi. Z drugiej strony potrzebna jest infrastruktura turystyczna, która odpowiednio reaguje na okresy wysokiego obłożenia obiektami (hotele, restauracje, parki, centra informacyjne itp.), usługami (gospodarka odpadami, zaopatrzenie w wodę, zdrowie, transport, rekreacja itp.) oraz środkami technicznymi (zasoby ludzkie i inne środki, takie jak karetki pogotowia, samochody policyjne, nowe technologie itp.), które zapewniają zaspokojenie potrzeb odwiedzających, nie zapominając oczywiście o samych mieszkańcach.

### Turystyka i zmiany klimatu

Sektor turystyczny jest bardzo podatny na skutki zmian klimatu, a jednocześnie przyczynia się do emisji dużych ilości gazów cieplarnianych, które przyczyniają się do utrzymania i pogłębiania kryzysu klimatycznego. Biorąc pod uwagę tę sytuację, konieczne i pilne wydaje się **przyspieszenie działań na rzecz klimatu** w sektorze turystycznym w celu zapewnienia zrównoważonej przyszłości dla samego sektora turystycznego i dla wszystkich obywateli. Działania na rzecz klimatu lub działania klimatyczne są rozumiane jako wysiłki mające na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych (łagodzenie) przy jednoczesnym wzmocnieniu zdolności adaptacyjnych do skutków zmian klimatu. Biorąc pod uwagę, że przyczyną zmian klimatycznych jest działalność człowieka, osiągnięcie tych celów zależy od działań i zachowań każdego z nas. Wszyscy przyjmujemy turystów w naszych miastach i miasteczkach, a większość z nas jest turystami w pewnych okresach naszego życia.

Idea turystyki klimatycznej została oficjalnie sformalizowana w listopadzie 2020 r., podczas konferencji ONZ COP26, wraz z podpisaniem Deklaracji z Glasgow, która wyznaczyła horyzont czasowy do 2050 r. na osiągnięcie zerowej emisji netto z sektora turystycznego. Deklaracja proponuje pięć ścieżek do osiągnięcia tego celu.

1. **Pomiar** emisji związanych z podróżami i turystyką oraz dostępne i przejrzyste rozpowszechnianie zarejestrowanych danych.
2. **Dekarbonizacja**, która obejmuje plany redukcji emisji gazów



cieplarnianych w infrastrukturze turystycznej: między innymi w transporcie, zakwaterowaniu, zajęciach rekreacyjnych, żywności czy gospodarce odpadami.

- 3. Regeneracja**, czyli przywracanie i ochrona ekosystemów. Ekosystemy mogą być rozumiane jako naturalna infrastruktura, która zapewnia różne usługi ekosystemowe, takie jak ochrona przed katastrofami, zaopatrzenie w wodę i żywność lub schronienie, i które odgrywają ważną rolę jako pochłaniacze dwutlenku węgla w atmosferze.
- 4. Współpraca** wszystkich zaangażowanych agentów.
- 5. Finansowanie**, które gwarantuje niezbędne zasoby do osiągnięcia celów, w tym szkolenia, badania i wdrażanie skutecznych narzędzi i polityk fiskalnych.

### Dla turystyki klimatycznej

- Biorąc pod uwagę to, co widzieliśmy do tej pory, zastanów się nad swoimi wakacjami, swoim zachowaniem jako turysty: jak podróżujesz, z jakich zasobów korzystasz w miejscach turystycznych, gdzie się zatrzymujesz, co jesz, jak korzystasz z infrastruktury odwiedzanego miasta itp. Podziel się w małych grupach swoimi przemyśleniami i sporządź listę zmian, które musisz wprowadzić, aby stać się zrównoważonym turystą.
- Teraz wyobraź sobie, że jesteś częścią władz miasta. Jakie propozycje byś przedstawił i jakie zmiany w infrastrukturze byłyby konieczne, aby móc zaoferować turystykę klimatyczną w tym mieście? Jak myślisz, jakie przeszkody byś napotkał?

## ODNIESIENIA

- ☞ Bañón, R., Almón, B., Trigo, J., Dieste, J., & Junoy, J. (2019). Morskie gatunki obce i napływowe na wybrzeżach Galicji. *Especies Exóticas Invasoras: Cátedra Parques Nacionales*; Junoy, J., Ed, 81-94.
- ☞ Barange, M., Merino, G., Blanchard, J. L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E. H., ... & Jennings, S. (2014). Wpływ zmian klimatu na produkcję ekosystemów morskich w społeczeństwach zależnych od rybołówstwa. *Nature Climate Change*, 4 (3), 211-216.
- ☞ Bundesministerium des Innern und für Heimat (2020). *Nowa karta Leipzig. Transformacyjna siła miast dla wspólnego dobra*. BMI.
- ☞ Doney, S. C. (2006). Plankton w cieplejszym świecie. *Nature*, 444 (7120), 695-696.
- ☞ Europejska Agencja Środowiska (2017). *Zmiany klimatu, skutki i podatność na zagrożenia w Europie 2016*. Kopenhaga: Urząd Publikacji Unii Europejskiej.
- ☞ Eurostat (2022). Europa miejsko-wiejska. Eurostat [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural\\_Europe\\_-\\_introduction](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural_Europe_-_introduction).
- ☞ Fernández, I. (1997). *Wpływ pożarów lasów na materię organiczną gleby*. CSIC-Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG).
- ☞ Ferreira, Ó., Dias, J. A., & Taborda, R. (2008). Implikacje wzrostu poziomu morza dla kontynentalnej Portugalii. *Journal of Coastal Research*, 24 (2), 317-324.
- ☞ Fioretti, C., Pertoldi, M., Busti, M. i Van Heerden, S. (2020). *Podręcznik strategii zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich*. Urząd Publikacji Unii Europejskiej. ISBN 978-92-76-24537-7, <https://doi.org/10.2760/580641>.
- ☞ Grant, G. R., Naish, T. R., Dunbar, G. B., Stocchi, P., Kominz, M. A., Kamp, P. J., ... & Patterson, M. O. (2019). Amplituda i pochodzenie zmienności poziomu morza w epoce pliocenu. *Nature*, 574 (7777), 237-241.
- ☞ IPCC (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. IPCC, Genewa, Szwajcaria.

- ☞ Jeffries, E., & Campogianni, S. (2021). Efekt zmiany klimatu w basenie Morza Śródziemnego. *Sześć historii z przegrzewającego się morza*. Retrieved from WWF website:  
<https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Meere/WWF-Report-The-Climate-Change-Effect-in-the-Mediterranean-2021.pdf>.
- ☞ Levitus, S., Antonov, J., Boyer, T., Baranova, O., Garcia, H., Locarnini, R., Mishonov, A., Reagan, J., Seidov, D., Yarosh, E. i Zweng, M. (2012). Zawartość ciepła w oceanie światowym i termostatyczne zmiany poziomu morza (0-2000 m), 1955-2010. *Geophysical Research Letters*, 39, L10603.
- ☞ Mataix-Solera, J., & Guerrero, C. (2007). Wpływ pożarów lasów na właściwości edaficzne. *Pożary lasów, gleby i erozja wodna*, 5-40.
- ☞ McNeill, J. R. (2003). *Algo nuevo bajo el sol: historia medioambiental del mundo en el siglo XX* (Vol. 217). Alianza editorial.
- ☞ Montero-Serra, I., Edwards, M., & Genner, M. J. (2015). Ocieplające się morza szelfowe napędzają subtropikalizację europejskich zbiorowisk ryb pelagicznych. *Global Change Biology*, 21 (1), 144-153.
- ☞ Mumford, L. (1971). *Técnica y civilización* Madrid Alianza editorial.
- ☞ Światowa Organizacja Turystyki (2019). *Turystyka międzynarodowa w skrócie*. Wydanie 2019. UNWTO
- ☞ Paprotny, D., & Terefenko, P. (2017). Nowe szacunki potencjalnych skutków wzrostu poziomu morza i powodzi przybrzeżnych w Polsce. *Natural Hazards*, 85, 1249-1277.
- ☞ Portela, N. F. (2018). Unia Energetyczna: instrument transformacji energetycznej w Europie. *ICE, Journal of Economics*, (902).
- ☞ Pruszek, Z., & Zawadzka, E. (2008). Potencjalne implikacje wzrostu poziomu morza dla Polski. *Journal of Coastal Research*, 24 (2), 410-422.
- ☞ Rifkin, J. (2007). *Gospodarka wodorowa*. Barcelona. Paidós.
- ☞ Unia Europejska (2007). *Karta Lipska na rzecz zrównoważonego rozwoju miast europejskich*. UE.
- ☞ Unia Europejska (2022). Europejski Portal Młodzieżowy. European Green Capital and European Green Leaf Award.  
[https://youth.europa.eu/get-involved/sustainable-development/european-green-capital-and-european-green-leaf-award\\_en](https://youth.europa.eu/get-involved/sustainable-development/european-green-capital-and-european-green-leaf-award_en).



- ☞ Vergés, A., Tomas, F., Cebrian, E., Ballesteros, E., Kizilkaya, Z., Dendrinou, P., ... & Sala, E. (2014). Tropikalne króliki i wylesianie ocieplającego się morza strefy umiarkowanej. *Journal of Ecology*, 102 (6), 1518-1527.
- ☞ Weatherdon, L., Magnan, A., Rogers, A., Sumaila, U., and Cheung, W. (2016). Obserwowany i przewidywany wpływ zmian klimatu na rybołówstwo morskie, akwakulturę, turystykę przybrzeżną i zdrowie ludzi: aktualizacja. *Frontiers in Marine Science*, 3 (48).

