



# SZKOLNA NAUKA OBYWATELSKA W KLIMATOPH

PROJEKTOWANIE PRAKTYK LABORATORYJNYCH DOTYCZĄCYCH  
ZMIAN KLIMATU W CELU ICH ROZPOWSZECHNIANIA ZA  
POŚREDNICTWEM STOISK SZKOLNYCH W MIEJSCACH



# SZKOLNA NAUKA OBYWATELSKA W KLIMATOPII

---

PROJEKTOWANIE PRAKTYK LABORATORYJNYCH  
DOTYCZĄCYCH ZMIAN KLIMATU W CELU ICH  
ROZPOWSZECHNIANIA ZA POŚREDNICTWEM STOISK  
SZKOLNYCH W MIEJSCACH TURYSTYCZNYCH

## AUTORZY

- ę Francisco Sónora Luna (koordynator)  
Uniwersytet w Santiago de Compostela
- ę Aitor Alonso Méndez  
Uniwersytet w Santiago de Compostela
- ę Marina Elisa Arévalo González  
IE Giner de los Ríos w Lizbonie

## DESIGN

- ę Teresa Neves  
Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro  
Uniwersytet w Aveiro

## TŁUMACZENIE

- ę Carmen Marques  
Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro  
Uniwersytet w Aveiro

Zdjęcia: Pedro G. Losada

Ilustracje graficzne: Jorge Villanueva

EduCinema Clima Tour Action:

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

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

Wprowadzenie.....	4
<b>1. Ćwiczenia laboratoryjne .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Dlaczego temperatura rośnie? .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Czy albedo jest ważne? .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3. Czy ocean się ociepla? .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4. Dlaczego huragany tworzą się w regionach oceanicznych w pobliżu równika i zazwyczaj w cieplej porze roku?.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5. Dlaczego poziom morza się podnosi?.....</b>	<b>26</b>
<b>1.6. Dlaczego tak bardzo martwimy się globalnym ociepleniem? .....</b>	<b>30</b>
<b>1.7. Dlaczego ocean się zakwasza? .....</b>	<b>37</b>
<b>1.8. Zmiana klimatu i erozja gleby .....</b>	<b>44</b>
<b>1.9. Czym jest kwaśny deszcz?.....</b>	<b>47</b>
<b>2. W jaki sposób można zastosować te praktyki w kontekście turystyki? akcja obywatelska? .....</b>	<b>50</b>
<b>2.1. Strategiczny plan rozwoju tych praktyk laboratorium w turystycznych kontekstach działań obywatelskich.....</b>	<b>50</b>
<b>2.2. Drukowanie ilustracji ogólnych i tworzenie inne pomieszczenia do wykorzystania na stoiskach.....</b>	<b>53</b>
<b>2.3. Organizacja materiałów mikroskopowych, optyka, symulacja i prezentacja próbek na stoiskach .....</b>	<b>55</b>
<b>2.4. Strategie uczestnictwa różnych pokoleń.....</b>	<b>57</b>
<b>2.5. Tworzenie projektów zestawów do ćwiczeń na stoisku.....</b>	<b>59</b>
<b>3. Dobre praktyki obywatelskich projektów naukowych i łączenie zasobów .....</b>	<b>60</b>
<b>3.1. Przykłady obywatelskich projektów naukowych.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2. Meteoschools .....</b>	<b>63</b>
<b>3.3. Oceántica .....</b>	<b>65</b>
<b>3.4. EduCO<sub>2</sub> cean.....</b>	<b>67</b>
<b>3.5. Zosteco .....</b>	<b>71</b>
<b>3.6. e-InnoEduCO<sub>2</sub> .....</b>	<b>73</b>
<b>3.7. Cztery klimaty .....</b>	<b>76</b>
Odniesienia .....	81

## WPROWADZENIE

**Nauka obywatelska** lub **nauka demonstracyjna**, definiowana przez niektórych autorów jako rodzaj demokracji naukowej, ma na celu przeniesienie wiedzy naukowej poza granice laboratorium. Obywatele stają się w ten sposób podstawowym czynnikiem rozwoju nauki, przyjmując wiedzę i przyczyniając się do jej postępu, jednocześnie podnosząc świadomość na temat kwestii środowiskowych, tworząc w ten sposób bardziej świadomych i odpowiedzialnych obywateli.



*Obraz 1: Przykład obywatelskiego działania naukowego przeprowadzonego w Ciencia Viva.*

Niniejszy praktyczny podręcznik ma na celu przeniesienie tego scenariusza sieciowej i transdyscyplinarnej współpracy do sfery edukacyjnej, przekształcając naukę obywatelską w formę praktyk service-learningowych. Opiera się on na problemach i sytuacjach, które zachęcają nauczycieli i uczniów do zbadania w celu udzielenia odpowiedzi na istotne społecznie pytanie lub zaspokojenia wykrytej potrzeby: skąd biorą się zmiany klimatu, w jaki sposób ocieplenie oceanów wpływa na bezpieczeństwo żywnościowe, co z powstawaniem huraganów, dlaczego ocean zakwasza się i dlaczego ocean staje się bardziej kwaśny? Jak zmiany klimatu wpływają na erozję gleby?

Jednocześnie zaproponowano innowacyjne metody i strategie rozpowszechniania, aby poszerzyć wpływ tych praktyk środowiskowych poprzez rozpowszechnianie ich w sektorze turystycznym. Głównym celem rozpowszechniania tych praktyk w sektorze turystycznym jest podnoszenie świadomości na temat zmian klimatu i ich skutków, a także promowanie działań na rzecz klimatu poprzez zrównoważoną turystykę. Promując te praktyki wśród turystów i interesariuszy z branży, ma na celu

stworzenie efektu mnożnikowego, zachęcając do odpowiedzialnego zachowania i środków ochrony środowiska.

Ostatecznym celem jest promowanie świadomej i szanującej środowisko turystyki, która przyczynia się do ochrony zasobów naturalnych, łagodzenia zmian klimatycznych i zrównoważonego rozwoju ośrodków turystycznych. Celem jest wzmocnienie wpływu tych praktyk, rozpowszechnianie i integracja ich w sektorze turystycznym, w celu promowania przejścia w kierunku bardziej zrównoważonej i odpowiedzialnej turystyki, która przynosi korzyści lokalnym społecznościom i środowisku.

## 1.1. DLACZEGO TEMPERATURA ROŚNIE?



Obraz 2: Zdjęcie atmosfery.

### Wprowadzenie

Od czasu rewolucji przemysłowej, według IPCC, globalna temperatura planety wzrosła o  $1^{\circ}\text{C}$ . Przyczyny tego wzrostu są jasne i jednoznaczne: gwałtowna antropogeniczna emisja gazów cieplarnianych, która miała miejsce w ostatnich latach. Przyczyny tego wzrostu są jasne i jednoznaczne: gwałtowna antropogeniczna emisja gazów cieplarnianych, która miała miejsce w ostatnich latach.

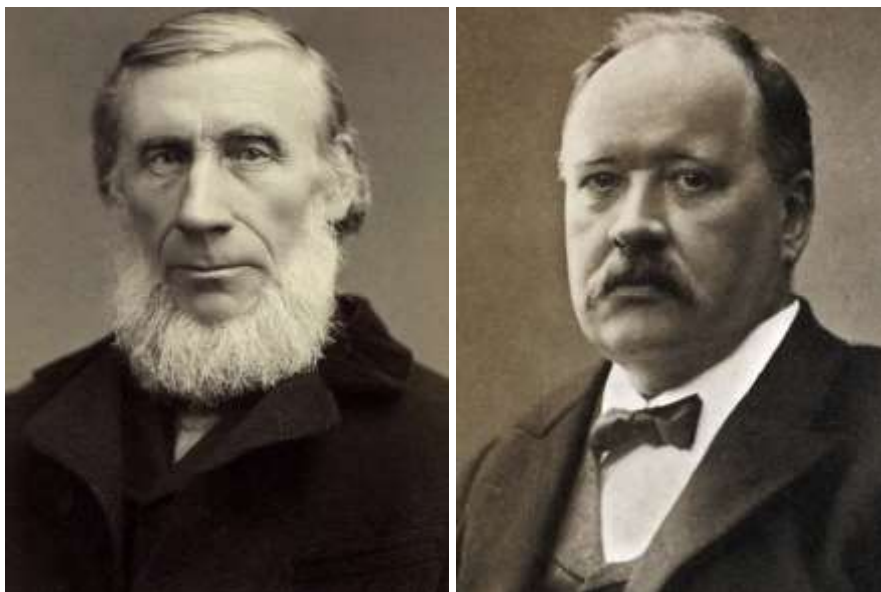
**Eunice Foote** była XIX-wieczną amerykańską naukowczynią, która wniosła istotny wkład w dziedzinę nauk o atmosferze. W **1856 roku** przeprowadziła serię pionierskich eksperymentów mających na celu zbadanie wpływu gazów na ocieplenie atmosfery. W szczególności Foote przeprowadził eksperymenty z przezroczystymi szklanymi pojemnikami wypełnionymi różnymi gazami. Wystawił te pojemniki na działanie światła słonecznego i zmierzył temperaturę wewnątrz, aby określić, w jaki sposób różne gazy wpływają na absorpcję ciepła.





*Zdjęcie 3: Eunice Foote.*

Jej eksperymenty wykazały, że dwutlenek węgla miał znaczący wpływ na wzrost temperatury w porównaniu ze zwykłym powietrzem. Eunice Foote doszła do wniosku, że obecność **d w u t l e n k u w ę g l a** w atmosferze może przyczyniać się do globalnego ocieplenia. Chociaż jej odkrycie było rewolucyjne, Eunice Foote nie została wówczas doceniona. Jednak jej praca stanowi podstawę do zrozumienia efektu cieplarnianego i roli gazów cieplarnianych w zmianach klimatu. W uznaniu jej wkładu, Eunice Foote jest obecnie uważana za pionierkę w naukowym badaniu zmian klimatu. Niewidoczność roli kobiet w nauce w tamtym czasie oznaczała, że historycznie wyjaśnienie roli dwutlenku węgla w globalnym ociepleniu przypisywano głównie Johnowi Tyndallowi za jego wkład w odkrycie, w jaki sposób cząsteczki takie jak dwutlenek węgla lub metan blokują promieniowanie podczerwone (1859) oraz Svante Augustowi Arrheniusowi za jego obliczenia, w jaki sposób podwojenie CO<sub>2</sub> w atmosferze podniosłoby temperaturę o 5-6°C (1896).



*Obrazy 4 i 5: John Tyndall i Svante Arrhenius.*

Obecnie społeczność naukowa nie ma wątpliwości co do antropogenicznego pochodzenia obecnych zmian klimatu, a także ich przyczyn i konsekwencji. W tym ćwiczeniu praktycznym przyjmiemy podejście do ich eksperymentów, aby zademonstrować rolę dwutlenku węgla w antropogenicznych zmianach klimatu.

### Zawartość

---

- ę Gazy cieplarniane
- ę Efekt cieplarniany
- ę Antropogeniczna zmiana klimatu

### Cele

---

1. Podkreślenie roli dwutlenku węgla jako gazu cieplarnianego.
2. Aby dowiedzieć się więcej o eksperymentach Eunice Foote.
3. Zrozumienie antropogenicznego pochodzenia obecnych zmian klimatycznych.
4. Docenianie efektu cieplarnianego jako podstawowego warunku życia na Ziemi.

### Potrzebne materiały

---

- ę Dwie kolby
- ę Dwa termometry
- ę Wodorowęglan
- ę Ocet
- ę Folia aluminiowa

### Protokół

---

1. Oznacz kolby: jedna będzie działać jako kontrola, a druga jako studium przypadku.
2. Przykryj kolbę kontrolną folią aluminiową.
3. Dodaj sodę oczyszczoną i ocet do kolby, która będzie pełnić funkcję studium przypadku. Natychmiast przykryj kolbę folią aluminiową, aby umożliwić gromadzenie się dwutlenku węgla wewnątrz kolby. Będzie to działać jako studium przypadku wzbogacone w dwutlenek węgla w odniesieniu do przypadku kontrolnego.
4. Wystaw obie kolby na działanie słońca lub intensywnego źródła światła.
5. Ostrożnie włóż termometr przez folię aluminiową, upewniając się, że ulatnia się jak najmniej gazu.
6. Porównać temperaturę obu kolb po określonym czasie ekspozycji na światło.

### Problemy

1. Jakie wnioski można wyciągnąć na temat roli dwutlenku węgla?
2. Jak powstaje efekt cieplarniany i czy jest on pozytywny czy negatywny dla życia na naszej planecie?

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczycieli)

1. Jakie wnioski można wyciągnąć na temat roli dwutlenku węgla?

Po wystawieniu obu kolb na działanie światła słonecznego zaobserwowaliśmy, że kolba wzbogacona w dwutlenek węgla ma wyższą temperaturę, co jest dowodem na rolę tego gazu jako gazu cieplarnianego.

2. Jak powstaje efekt cieplarniany i czy jest on pozytywny czy negatywny dla życia na naszej planecie?

Promieniowanie słoneczne dociera do Ziemi w postaci światła widzialnego i ultrafioletowego i jest pochłaniane przez powierzchnię Ziemi, która w rezultacie nagrzewa się. Powoduje to emisję na Ziemi światła podczerwonego, charakteryzującego się większą długością fali. Gazy cieplarniane, takie jak para wodna, dwutlenek węgla lub metan, działają jak pułapki dla tego promieniowania podczerwonego, które jest pochłaniane i ponownie wypromieniowywane we wszystkich kierunkach, dzięki czemu jego część powraca na powierzchnię Ziemi.

Efekt cieplarniany ma zasadnicze znaczenie dla życia na naszej planecie, umożliwiając utrzymanie średniej globalnej temperatury na poziomie 14,5°C. Problem polega jednak na rosnącym stężeniu tych gazów w wyniku spalania paliw kopalnych od czasu rewolucji przemysłowej, co spowodowało globalny wzrost o 1°C. W 2022 roku, według pomiarów z obserwatorium Mauna Loa na Hawajach, stężenie dwutlenku węgla przekroczyło rekordowe 418,81 ppm.

## 1.2. CZY ALBEDO JEST WAŻNE?



**Obraz 6:** Lód, dzięki swojej zdolności do odbijania światła, jest ważnym czynnikiem w regulacji klimatu ze względu na efekt albedo.

### Wprowadzenie

**Albedo definiuje się** jako procent promieniowania, które jest odbijane przez daną powierzchnię w odniesieniu do całkowitego promieniowania padającego. W tym ćwiczeniu praktycznym porównamy albedo dwóch różnych przypadków i ich wpływ na wzrost temperatury: ciemnego i białego szkła. Pierwsza z nich może reprezentować ocean, a druga lód Arktyki i Antarktydy.

### Zawartość

---

- ę Albedo
- ę Pętle dodatniego sprzężenia zwrotnego
- ę Adaptacja do zmian klimatu

### Cele

---

1. Zrozumienie wpływu albedo.
2. Porównaj albedo różnych powierzchni i ekstrapoluj je na rzeczywistość.
3. Zaproponowanie środków adaptacji do zmian klimatu z uwzględnieniem efektu albedo.

### Potrzebne materiały

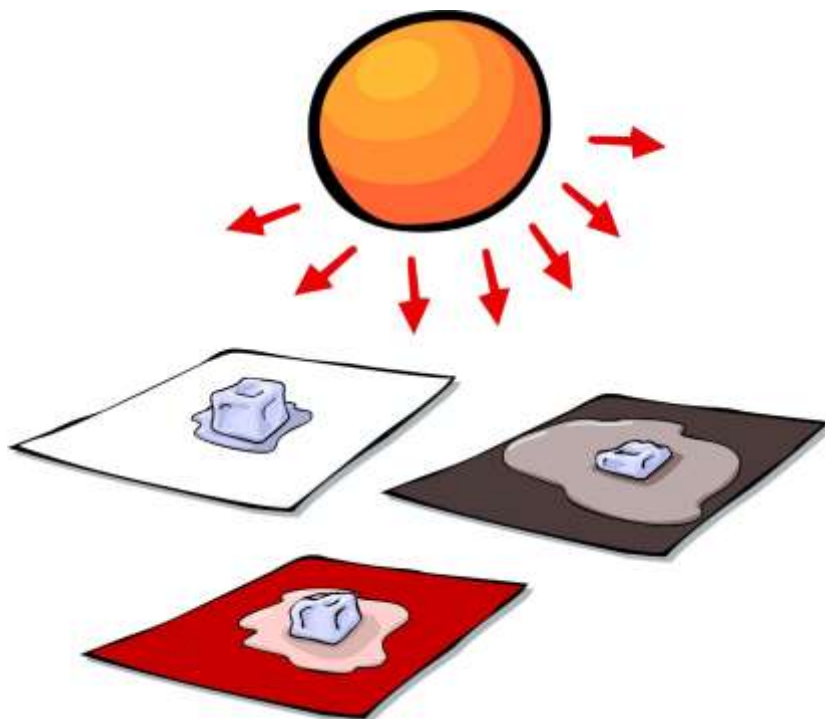
- ę Ciemna taśma (niebieska lub czarna)
- ę Biała wstążka
- ę Dwie szklanki
- ę Woda
- ę Dwa termometry



Rysunek 7: Efekt cieplarniany.

### Protokół

1. Otocz jedną ze szklanek białą taśmą na zewnątrz, a drugą ciemną taśmą.
2. Napełnij szklanki wodą i umieść termometr w każdej z nich.
3. Pozostaw okulary na słońcu i porównaj temperaturę każdego z nich po takim samym czasie ekspozycji na światło słoneczne.
4. Umieść 3 kostki lodu na 3 kawałkach kartonu o równej powierzchni, jednym białym, jednym czerwonym i jednym czarnym, i zobacz, co się stanie po 10 minutach.



**Obraz 8:** Lód na białym, czarnym i czerwonym kartonie.

### Problemy

1. Jak wyniki odnoszą się do efektu albedo?
2. Czy zaobserwowana zmiana lodu na kartonie jest związana z doświadczeniem okularów otoczonych taśmą?
3. W jaki sposób praktyka ta jest ekstrapolowana na rzeczywistość i jakie są implikacje zmian klimatycznych w tym zakresie?
4. Czy można przewidzieć jakieś sprzężenia zwrotne wynikające ze zmniejszenia efektu albedo?
5. Teraz, gdy wiesz już o efekcie albedo, jak myślisz, jaki wpływ powinien on mieć na projektowanie naszych budynków?

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczycieli)

1. Jak wyniki odnoszą się do efektu albedo?

Po pewnym czasie woda w ciemnym szkłe ma wyższą temperaturę niż woda w białym szkłe. Dzieje się tak, ponieważ biała wstążka ma wyższe albedo, więc większość promieniowania jest odbijana, a nie zatrzymywana, w przeciwieństwie do tego, co dzieje się w ciemnym szkłe.

w ciemnym paśmie, gdzie promieniowanie jest zatrzymywane, a temperatura naczynia, a tym samym zawartej w nim wody, wzrasta.

2. Czy zaobserwowana zmiana lodu na tulinach jest związana z doświadczeniem okularów otoczonych taśmą?

Tak, ponieważ biały karton odbija całe promieniowanie, podczas gdy czarny karton pochłania je całe, przekształcając je w ciepło, co uzasadnia fakt, że lód na białym kartonie jest najmniej stopiony, a lód na czarnym kartonie jest najbardziej stopiony.

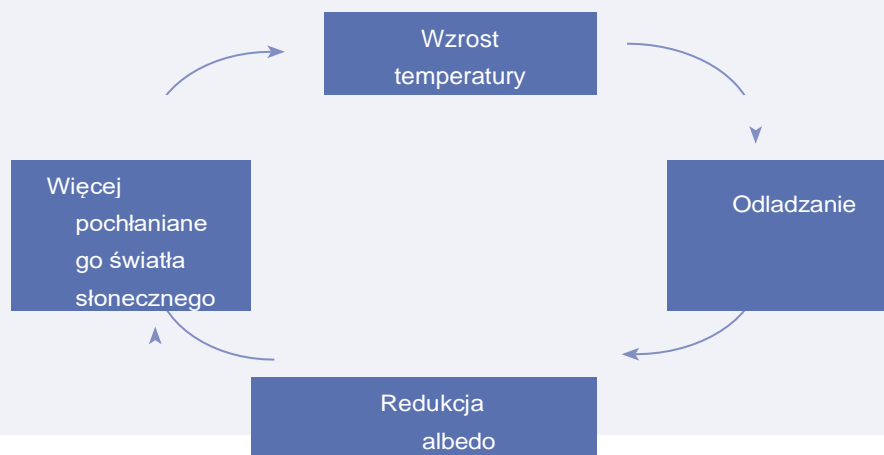
3. Jak ta praktyka przekłada się na rzeczywistość i jakie są konsekwencje zmian klimatycznych?

W rzeczywistości praktyka ta podkreśla znaczenie powierzchni lodowych na naszej planecie, które odbijają od 60 do 70% padającego promieniowania, zapobiegając wzrostowi globalnej temperatury planety, która uczyniłaby ją niekompatybilną z życiem, jakie znamy dzisiaj. Właśnie dlatego ogromne połacie lodu arktycznego i antarktycznego mają fundamentalne znaczenie dla regulacji klimatu Ziemi.

Zmiany klimatu mają na to silny wpływ, ponieważ topnienie lodu spowodowane wzrostem globalnej temperatury prowadzi do silnego zmniejszenia albedo, przez co więcej promieniowania jest pochłaniane, przyczyniając się do wzrostu globalnej temperatury.

4. Czy można przewidzieć jakieś sprzężenia zwrotne wynikające ze zmniejszenia efektu albedo?

Z tego procesu można wyprowadzić różne pętle sprzężenia zwrotnego, o różnym stopniu złożoności. Najprostsza pętla, jaką można sobie wyobrazić, byłaby następująca:





5. Teraz, gdy wiesz już o efekcie albedo, jak myślisz, jaki wpływ powinien on mieć na projektowanie naszych budynków?

Jedną z implikacji może być kolor elewacji naszych budynków, tak więc w obszarach o wysokim natężeniu promieniowania słonecznego zaleca się, aby były one białe, aby odbijały więcej światła słonecznego i były bardziej wydajne w miesiącach letnich.

### 1.3. CZY OCEAN OCIEPLA SIĘ?



*Zdjęcie 9: Bielenie koralowców spowodowane wzrostem temperatury oceanów.*

#### Wprowadzenie

Ocean zajmuje ponad 70% powierzchni naszej planety. Jest on w kontakcie z atmosferą i od czasu rewolucji przemysłowej, zgodnie z najnowszym raportem IPCC na temat oceanów i kriosfery, szacuje się, że zmagazynował on ponad 93% ciepła pochodzącego z antropogenicznych zmian klimatu. Zapewniło to cenny bufor termiczny dla życia na lądzie, ale mimo to ma istotne konsekwencje dla życia w morzu, jak zobaczymy poniżej, z których wiele zostało omówionych bardziej szczegółowo w "Climantopia: podręcznik szkolny" oraz w filmie "Climantopia Ci- nema".

#### Zawartość

---

- ę Ciepło właściwe
- ę Amortyzacja termiczna
- ę Ocieplenie oceanów

#### Cele

---

1. Podkreślenie roli oceanu jako globalnego bufora termicznego.
2. Aby zademonstrować wysokie ciepło właściwe wody.
3. Zrozumienie niektórych skutków wzrostu temperatury oceanów.

### Wymagany materiał

- ☞ Różne balony
- ☞ Woda
- ☞ Zapalniczka

### Protokół

1. Nadmuchaj jeden z balonów, a drugi napełnij wodą.
2. Ostrożnie zbliż płomień zapalniczki najpierw do balonu z powietrzem, a następnie do balonu z wodą.
3. Porównaj odpowiedź każdego z nich.

### Problemy

1. Co stanie się z każdym z balonów?
2. *Ciepło właściwe definiuje się* jako ciepło, które musi być dostarczone do jednostki masy danej substancji, aby zwiększyć jej temperaturę o jedną jednostkę. Biorąc pod uwagę tę definicję i wyniki eksperymentu z balonem wypełnionym powietrzem i wodą, który z dwóch płynów ma wyższe ciepło właściwe?
3. Woda ma szczególnie wysoką pojemność cieplną ( $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ), a otaczający ją grunt ma zwykle znacznie niższą pojemność cieplną, która zwykle jest niższa ( $1 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ). Biorąc pod uwagę te dane, co jest łatwiejsze do ogrzania - grunt czy woda morska? Która woda szybciej się ochładza?
4. Ponieważ cieplejsze powietrze unosi się, ponieważ jego gęstość maleje, pozwalając chłodniejszemu, gęstszemu powietrzu przemieszczać się na dno, jak to się dzieje, że w gorący letni dzień możemy poczuć chłodne powietrze oceanu na naszych ciałach, a nocą na plaży czujemy zimny wiatr znad kontynentu?
5. Huragany powstają w oceanie, gdy ciepłe, wilgotne powietrze unosi się, powodując gwałtowny spadek temperatury. Dlaczego zjawiska te powodują znaczne szkody na obszarach przybrzeżnych w pobliżu równika? W jakim stopniu zmiany klimatu mogą wpływać na tego typu ekstremalne zjawiska pogodowe?

6. Biorąc pod uwagę, że ocean zaabsorbował ponad 93% ciepła związanego ze zmianami klimatu, jakie są konsekwencje dla ciepła właściwego wody? Co tak naprawdę powoduje wzrost temperatury oceanu?
7. Badania nad ekologicznym wpływem rosnących temperatur oceanów.

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczyciela)

1. Co stanie się z każdym z balonów?

Balon wypełniony powietrzem eksploduje, podczas gdy balon wypełniony wodą jest odporny na wzrost temperatury.

2. Ciepło właściwe definiuje się jako ciepło, które należy dodać do masy jednostkowej danej substancji, aby zwiększyć jej temperaturę o jedną jednostkę. Biorąc pod uwagę tę definicję i wyniki eksperymentu z balonem wypełnionym powietrzem i wodą, który z dwóch płynów ma wyższe ciepło właściwe?

Logicznie rzecz biorąc, woda ma znacznie wyższe ciepło właściwe: obserwujemy, że jej temperatura wzrasta znacznie wolniej, a w konsekwencji balon nie wybucha. Z drugiej strony, balon wypełniony powietrzem doświadcza gwałtownego wzrostu temperatury, który powoduje jego pęknięcie. Woda ma ciepło właściwe równe  $1 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$ , podczas gdy powietrze ma ciepło właściwe równe  $0,24 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$ .

3. Woda ma szczególnie wysoką pojemność cieplną ( $4,18 \text{ J/g/}^\circ\text{C}$ ), a otaczający ją ląd ma zwykle znacznie niższą pojemność cieplną, która zwykle wynosi mniej niż  $1 \text{ J/g/}^\circ\text{C}$ . Biorąc pod uwagę te dane, co jest łatwiejsze do ogrzania - ziemia czy woda morska? Która woda ochładza się szybciej?

Większa pojemność utrudnia nagrzewanie, które zachodzi wolniej w morzu niż na kontynencie, ale także utrudnia chłodzenie, zatrzymując więcej i lepiej ciepła. Przybrzeżny ląd kontynentalny jest zatem łatwiejszy do ogrzania i chłodzi się szybciej niż woda morska.

4. Biorąc pod uwagę, że cieplejsze powietrze unosi się, ponieważ jego gęstość maleje, ułatwiając chłodniejszemu, gęstszemu powietrzu przemieszczanie się na dno, jak to się dzieje, że w gorący letni dzień czujemy na ciele chłodne oceaniczne powietrze, a nocą na plaży czujemy zimny wiatr znad kontynentu?

Ponieważ powietrze kontynentalne ogrzewa się szybciej niż powietrze nad oceanem, w ciepłych godzinach dnia w regionie przybrzeżnym cieplejsze powietrze z kontynentu przybrzeżnego unosi się, a powietrze nad wodami oceanu, które ogrzewa się wolniej i dlatego jest chłodniejsze, przemieszcza się nad powierzchnią, z oceanu na kontynent, powodując chłodny prąd wiatru znany jako *bryza dzienna*. W nocy powietrze oceaniczne ochładza się wolniej, ponieważ ocean zatrzymuje więcej ciepła niż kontynent, a zatem zimny prąd powietrza powierzchniowego przemieszcza się z kontynentu do oceanu, dając początek *nocnej bryzie*.

5. Huragany powstają w oceanie w wyniku wznoszenia się ciepłego, wilgotnego powietrza, które powoduje gwałtowny spadek ciśnienia.

Dlaczego zjawiska te powodują znaczne szkody na obszarach przybrzeżnych w pobliżu równika latem i w jakim stopniu zmiany klimatu mogą wpływać na takie ekstremalne zjawiska pogodowe?

Na obszarach w pobliżu równika ludzie są przygotowani na huragany latem, ponieważ silne ocieplenie oceanu na tych szerokościach geograficznych w sezonie letnim znacznie zwiększa ryzyko ich wystąpienia. Oczekuje się, że wraz ze wzrostem globalnej temperatury i wynikającym z tego ociepleniem oceanu, te ekstremalne zjawiska będą się nasilać. Dlatego ważne jest, aby obiekty turystyczne i sami turyści byli przygotowani na takie ekstremalne zdarzenia. Niezbędne jest również wygenerowanie polis ubezpieczeniowych od administracji i zaangażowanych agentów, aby poradzić sobie z możliwym ryzykiem nasilenia się tych ekstremalnych zjawisk.

6. Biorąc pod uwagę, że ocean zaabsorbował ponad 93% ciepła związanego ze zmianami klimatu, jakie są konsekwencje dla ciepła właściwego wody? Co tak naprawdę powoduje wzrost temperatury oceanu?

Wysokie ciepło właściwe wody, wraz z dużą objętością wody oceanicznej, oznacza, że chociaż ilość ciepła pochłanianego przez ocean w wyniku antropogenicznych zmian klimatu jest bardzo wysoka, wzrost temperatury jest znacznie mniejszy. W związku z tym od 1971 r. ocean ocieplił się o  $0,015^{\circ}\text{C}$  na dekadę na 700 m słupa wody powierzchniowej. Ten wzrost temperatury wynika z faktu, że ponieważ ocean jest w kontakcie z atmosferą, pochłania większość ciepła nagromadzonego w atmosferze w wyniku emisji gazów cieplarnianych, jak pokazaliśmy w pierwszej lekcji praktycznej tego podręcznika.

### 7. Zbadanie wpływu rosnących temperatur oceanów.

Skutki wzrostu temperatury oceanów są liczne i zróżnicowane. Niektóre z najbardziej istotnych to rozwarstwienie oceanów, bielenie koralowców, pojawienie się gatunków inwazyjnych z cieplejszych obszarów lub w r o s t poziomu morza spowodowany rozszerzalnością cieplną, a wraz z nim wzrost erozji wybrzeży.

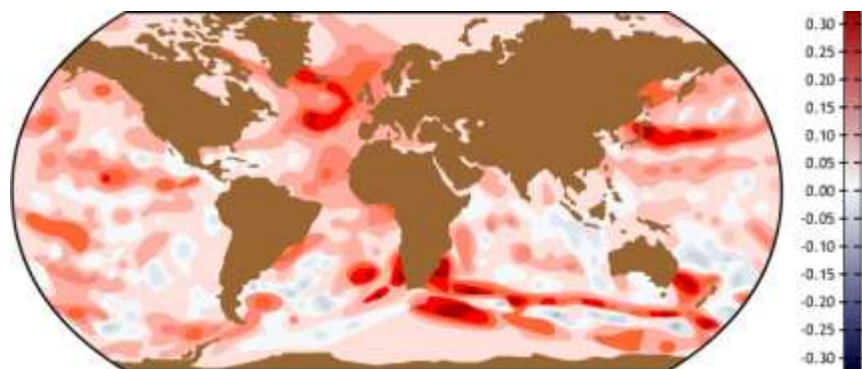
#### 1.4. DLACZEGO HURAGANY TWORZĄ SIĘ W REGIONACH OCEANICZNYCH W POBLIŻU RÓWNIKA I ZWYKLE W CIEPŁEJ PORZE ROKU?



Obraz 10: Huragan.

##### Wprowadzenie

W XXI wieku wciąż rosną obawy, że ocieplenie oceanów może wpływać na częstotliwość i intensywność huraganów. Dzieje się tak, ponieważ generalnie huragany powstają, gdy woda morska jest wystarczająco ciepła, aby wygenerować spadek ciśnienia i zapewnić energię niezbędną do powstania i utrzymania ekstremalnego zdarzenia cyklonicznego.



Rysunek 11: Mapa świata z ociepleniem oceanów.

W miarę ocieplania się oceanu, temperatura powierzchni wody wzrasta, dostarczając więcej energii do napędzania powstawania burz tropikalnych, które mogą osiągać rozmiary huraganów. Ponadto ocieplenie oceanu może zwiększyć ilość

pary wodnej w powietrzu, co może zapewnić więcej wilgoci do tworzenia się burz. Oba czynniki mogą zwiększyć częstotliwość występowania huraganów i ich intensywność.

Ponadto ocieplenie oceanów może zwiększyć głębokość warstwy ciepłej wody, co może pozwolić huraganom pozostać silniejszymi i trwać dłużej przed osłabieniem. Może to zwiększyć intensywność huraganów, zwiększając prawdopodobieństwo spowodowania przez nie znacznych szkód na obszarach przybrzeżnych.

Huragan powstaje w wyniku grupowania się blisko siebie burz tropikalnych o średnicy do 500 km, które w wyniku nagłego spadku ciśnienia generują gwałtowne wiry gorącego i wilgotnego wiatru. Centralna część, o szerokości około 40 km, pozostaje spokojna.

Temperatura wody morskiej w obszarze, w którym powstaje huragan, wynosi zwykle co najmniej 27°C, osiągnięta przez silne nasłonecznienie na szerokościach geograficznych w pobliżu równika, co generuje intensywne parowanie zdolne do wytworzenia silnej konwekcji, która generuje zawirowania w górę, podążając za przyspieszeniem Coriolisa i tworząc duże chmury burzowe o ogromnym rozwoju pionowym. W miarę oddalania się od równika, przyspieszenie Coriolisa wzrasta, co powoduje wzrost przyspieszenia kątownego w przeciwnym do ruchu wskazówek zegara obrocie spiralnym na półkuli północnej. Kiedy huragany docierają na ląd, tracą zapas wilgoci i stają się burzami tropikalnymi.

Ocieplenie oceanów może mieć znaczący wpływ na częstotliwość i intensywność huraganów i jest ważnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę przy rozważaniu przyszłej ewolucji zmian klimatu i ich wpływu na wrażliwe społeczności przybrzeżne.





*Obraz 12: Huragan na Florydzie.*

### Zawartość

---

- ę Ocieplenie powierzchni oceanu i parowanie
- ę Spadek ciśnienia spowodowany ociepleniem i wilgotnością oraz tworzeniem się chmur konwekcyjnych
- ę Rosnąca girlanda w miarę oddalania się od równika
- ę Transformacja huraganów w burze tropikalne po wyjściu na ląd
- ę Różne nazwy dla tej samej rzeczywistości: tajfuny, huragany i cyklony

### Cele

---

1. Zrozumienie powstawania huraganów i ich związku z ociepleniem oceanów.
2. Zinterpretuj energię generowaną podczas powstawania i rozwoju huraganów.
3. Refleksja nad potencjalnym ryzykiem zwiększonej intensywności i częstotliwości huraganów wraz z postępującymi zmianami klimatu.

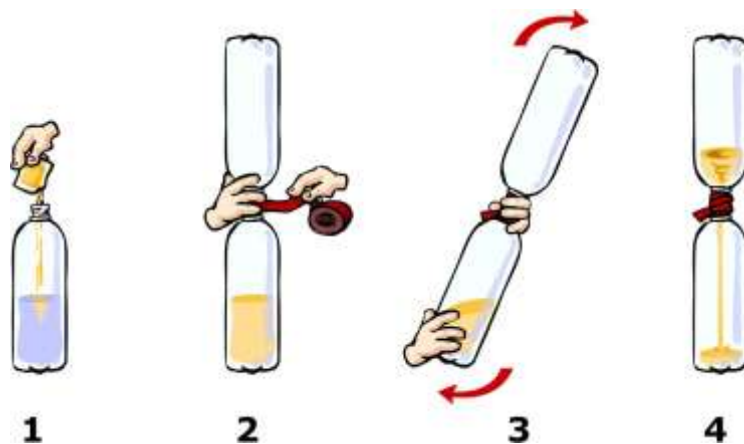
### Potrzebne materiały

---

- ę Dwie identyczne przezroczyste butelki
- ę Zabarwiona woda
- ę Wytrzymała wodoodporna taśma samoprzylepna
- ę Małe fragmenty korka



Rysunek 13: Symulacja huraganu.



Rysunek 14: Symulacja huraganu.

### Protokół

1. Jedna z równych butelek jest napełniana do połowy, a następnie dodawany jest barwnik i fragmenty korka.
2. Obie butelki są sklejone taśmą tak, aby były połączone.
3. Obie butelki są szybko obracane razem, a płyn pozostaje w dolnej butelce.
4. Jest on odwrócony do góry nogami, dzięki czemu ciecz pozostaje na górze i obserwuje się wirowanie opadającej wody.

### Problemy

1. W którą stronę obraca się woda?
2. Skąd pochodzi energia, która sprawia, że się obraca?
3. W jaki sposób ten wir jest podobny i różni się od wiru, który podąża za silnym wiatrem huraganu?
4. Czy kierunek obrotu byłby taki sam, gdybyśmy znajdowali się na drugiej półkuli?
5. Czy huragan może dotknąć Galicję? Jeśli tak, to skąd może nadejść?
6. W jakim stopniu zmiany klimatyczne mogą sprzyjać wzrostowi powstawania huraganów w ogóle, a w szczególności ich nadejściu?

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczyciela)

1. W którą stronę obraca się woda?

Jeśli znajdujemy się na półkuli północnej, spirala obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, podobnie jak w przypadku huraganów.

2. Skąd pochodzi energia, która sprawia, że się obraca?

Pochodzi ono z przyspieszenia kątownego generowanego podczas obrotu oraz z energii grawitacyjnej, która napędza opadanie kolorowej wody podczas obracania butelek. Przyspieszenie Coriolisa jest związane z orientacją obrotu, ponieważ znajduje się na pośredniej szerokości geograficznej między równikiem a biegunem północnym.

3. W jaki sposób ten wir jest podobny i różni się od wiru, który podąża za silnym wiatrem huraganu?

Jest on podobny pod względem rotacji cieczy, a różni się tym, że porusza wodę i robi to z powodu przyspieszenia grawitacyjnego w kierunku w dół, a nie w kierunku w górę, który unosi powietrze huraganu z powodu gradientu ciśnienia.

4. Czy kierunek obrotu byłby taki sam, gdybyśmy znajdowali się na drugiej półkuli?

Na drugiej półkuli kierunek obrotu byłby odwrotny, ponieważ ten obrót jest spowodowany przyspieszeniem Coriolisa.

5. Czy huragan może dotknąć Galicję? Jeśli tak, to skąd może nadejść?

Szacuje się, że zmiany klimatyczne mogą zwiększyć prawdopodobieństwo

dotarcia huraganów do Galicji, ponieważ oczekuje się, że coraz więcej huraganów uderzy w ten region w najbliższej przyszłości.

Powierzchnia oceanu jest cieplejsza i gromadzi się tam więcej energii. Jeśli huragan dotrze do Galicji, najprawdopodobniej powstanie w strefie międzyzwrotnikowej, a wzrost przyspieszenia Coriolisa wraz ze wzrostem szerokości geograficznej ułatwi jego przemieszczanie się w kierunku galicyjskiego wybrzeża.

6) W jakim stopniu zmiany klimatu mogą sprzyjać wzrostowi liczby huraganów w ogóle, a w szczególności ich pojawianiu się?

Jak stwierdzono w poprzedniej odpowiedzi, zmiany klimatu prowadzą do ciągłego wzrostu zawartości ciepła w wodach powierzchniowych, co prowadzi do stratyfikacji, zwłaszcza w strefie równikowej, regionie o najwyższym ryzyku wystąpienia huraganów.

W tym sensie ocieplenie powierzchni oceanu jest niepokojące pod względem powstawania huraganów, a czynnikiem obciążającym jest fakt, że dotknięte obszary międzyzwrotnikowe są zwykle bardzo narażone na turystykę, oprócz faktu, że ich działalność często odbywa się w obiektach, które są podatne na te ekstremalne zdarzenia, a populacja turystyczna zwykle nie jest przygotowana do zrealizowania odpowiednich reakcji.

## 1.5. DLACZEGO POZIOM MORZA PODNOSI SIĘ ?



Rysunek 15: Wpływ wzrostu poziomu morza na linię brzegową.

### Wprowadzenie

Podnoszenie się poziomu mórz jest jednym z najbardziej oczywistych skutków zmian klimatu, ponieważ ocean działa jak wielki termometr naszej planety. Skala problemu jest tak duża, że wzrost poziomu mórz będzie postępował przez wieki, nawet gdybyśmy dziś nagle zaprzestali emisji gazów cieplarnianych. Szacuje się, że od 1850 r. poziom mórz podniósł się o 20-24 cm w skali globalnej i nadal rośnie w coraz szybszym tempie, choć wzrost ten nie występuje równomiernie w strefach przybrzeżnych na całym świecie.

Podczas tego warsztatu pokażemy, które z nich są odpowiedzialne za wzrost poziomu morza, a które, mimo że są głęboko zakorzenione w zbiorowej wyobraźni, nie są.

### Zawartość

---

- ę Wzrost poziomu morza
- ę Rozszerzalność cieplna ę Lód kontynentalny ę Lód pływający

### Potrzebne materiały

- ☞ Lód
- ☞ Dwa pojemniki
- ☞ Woda
- ☞ Skąły
- ☞ Suszarka (opcjonalnie)
- ☞ Zlewka
- ☞ Źródło ciepła



*Rysunek 16: Model Arktyki i Antarktyki.*

### Protokół

#### Pierwsza część treningu:

1. Zaprojektuj z jednym pojemnikiem model Arktyki (gdzie znajdujemy pływający lód), a z drugim model Antarktydy (gdzie znajdujemy lód na kontynencie).
  - a. W modelu Arctic umieścimy 3 kostki lodu i dodamy wodę bez całkowitego napełniania pojemnika.
  - b. W przypadku modelu Antarktydy umieścimy kamienie w jednej połowie pojemnika (który będzie symulował kontynent) i dodamy wodę, aby wyrównać poziom pojemnika modelu Arktyki. Na koniec umieścimy 3 kostki lodu na szczycie kontynentu.
2. Wystaw oba modele na słońce, aby umożliwić ich stopienie, proces można przyspieszyć za pomocą suszarki do włosów.
3. Porównaj poziom wody po stopieniu lodu w obu modelach.

### Druga część części praktycznej:

1. Objętość wody jest mierzona w cylindrze miarowym, a następnie umieszczana w podgrzewaczu wody, nie pozwalając na jej zagotowanie, aby nie doszło do znacznej utraty materii w wyniku parowania.
2. Po podgrzaniu jest on umieszczany z powrotem w cylindrze pomiarowym i mierzony jest nowy poziom, odnotowując nowy pomiar.
3. Porównaj dwa pomiary objętości i zanotuj ewentualne zmiany.

### Problemy

1. Co dzieje się w każdym z modeli wraz ze wzrostem poziomu mórz? Jeśli występują różnice, z czego one wynikają?
2. Jeśli którykolwiek z modeli nie wpływa na wzrost poziomu morza, to czy ich topnienie ma jakikolwiek globalny wpływ?
3. Co zaobserwowałeś w drugiej części ćwiczenia i jak to się ma do poprzedniego ćwiczenia?
4. Biorąc pod uwagę obie strony tej praktyki, jakie są czynniki odpowiedzialne za wzrost poziomu morza?
5. Badania nad możliwym wpływem globalnego wzrostu poziomu morza.

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczycieli)

1. Co dzieje się w każdym z modeli wraz ze wzrostem poziomu mórz? Jeśli występują różnice, z czego one wynikają?

W modelu arktycznym, ponieważ jest to pływający lód, który już zajmuje pewną objętość w wodzie, nie ma wzrostu poziomu morza. Z kolei w modelu antarktycznym (analogicznym do modelu grenlandzkiego) wzrost poziomu morza występuje. Dzieje się tak, ponieważ jest to lód kontynentalny, który topiąc się, zajmuje dodatkową objętość w obrębie poziomu morza, który wcześniej znajdował się na szczycie kontynentu.

2. Jeśli którykolwiek z modeli nie wpływa na wzrost poziomu morza, to czy ich topnienie ma jakikolwiek globalny wpływ?

Topnienie pływającego lodu (model arktyczny) nie przyczynia się bezpośrednio do wzrostu poziomu morza, ale pośrednio, np. poprzez zmniejszenie efektu albedo, przyczyniając się do wzrostu globalnej temperatury, a tym samym również do rozszerzalności cieplnej wody.



### 3. Co zaobserwowałeś w drugiej części ćwiczenia i jak to się ma do poprzedniego ćwiczenia?

W drugiej części warsztatów zwrócono uwagę na drugi czynnik odpowiedzialny za wzrost poziomu morza: rozszerzalność cieplną, o której często zapomina się zarówno w zbiorowej wyobraźni, jak i w wielu podręcznikach.

Wraz ze wzrostem zawartości ciepła, woda zwiększa swoją objętość, przyczyniając się do wzrostu poziomu morza. Jest to związane z wcześniejszą praktyką, w której wykazano, że ocean gromadzi ponad 93% ciepła pochodzącego z antropogenicznych zmian klimatu.

W rzeczywistości najnowszy raport IPCC szacuje wkład ekspansji termicznej we wzrost poziomu morza na 1,15 mm/rok, w porównaniu z wkładem Antarktydy, który szacuje się na 0,19 mm/rok. Aspekty te zostały omówione bardziej szczegółowo w rozdziale 2 "Climantopia: The School Textbook".

### 4. Biorąc pod uwagę obie strony praktyki, jakie są czynniki odpowiedzialne za wzrost poziomu morza?

Możemy podsumować, że istnieją dwa czynniki wpływające na wzrost poziomu morza: topnienie lodu kontynentalnego i rozszerzalność cieplna wody.

### 5. Badania nad możliwym wpływem globalnego wzrostu poziomu morza.

Skutki podnoszenia się poziomu mórz są wielorakie. Obejmują one zwiększoną erozję wybrzeży, utratę gruntów przybrzeżnych, wzmożoną migrację uchodźców klimatycznych, zwiększone powodzie rzeczne i wtargnięcie słonej wody do przybrzeżnych słodkowodnych warstw wodonośnych.

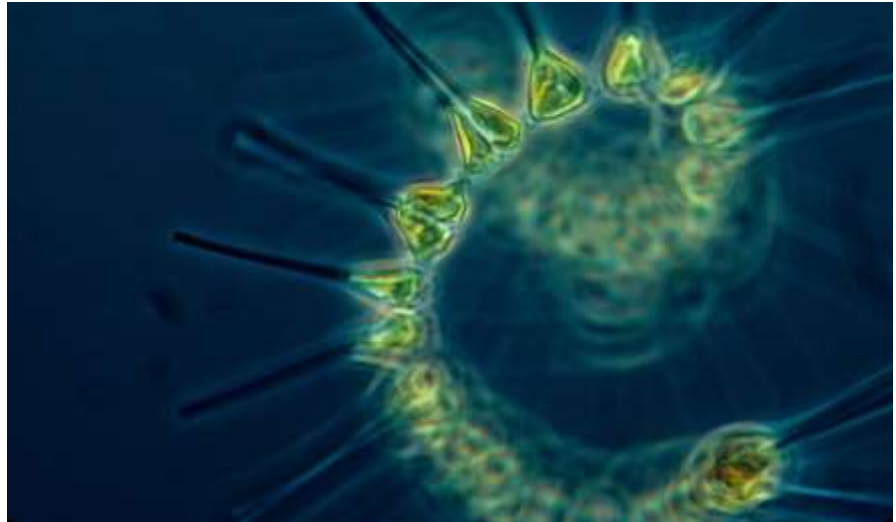
#### Typowe trudności w uczeniu się

Jedną z głównych alternatywnych koncepcji dotyczących wzrostu poziomu morza jest zrównanie topnienia modelu arktycznego z topnieniem modelu antarktycznego. Ponadto, gdy uczniowie są już świadomi różnicy między tymi dwoma zjawiskami, należy podkreślić, że topnienie pływającego lodu ma również poważne konsekwencje dla planety, związane z utratą różnorodności biologicznej i zmniejszeniem efektu albedo.

Inną powszechną trudnością w nauce jest zdefiniowanie rozszerzalności cieplnej jako kolejnego czynnika napędzającego wzrost poziomu morza, często określanego jako "ukryty czynnik"

wzrostu poziomu morza. W tym celu symulacja rozszerzalności cieplnej w zlewce jest interesującym źródłem, na którym można zacząć utrwalać tę ideę w modelach mentalnych uczniów dotyczących wzrostu poziomu morza.

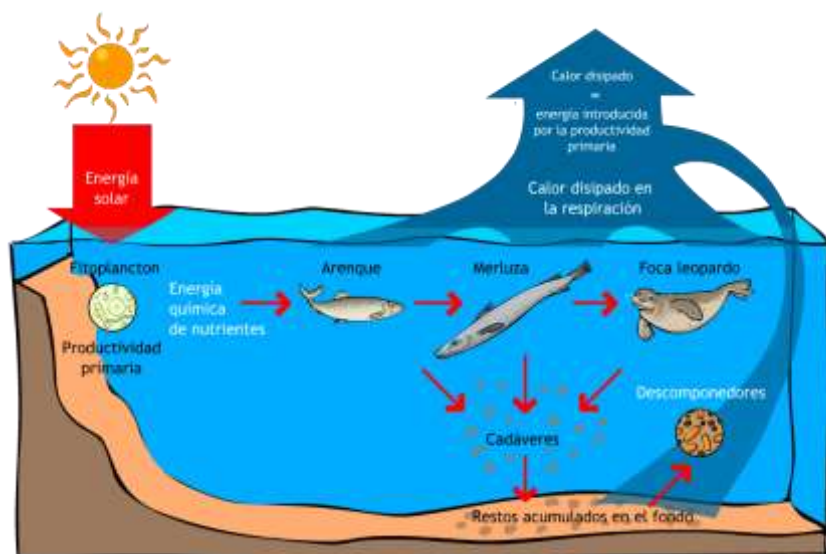
## 1.6. DLACZEGO TAK BARDZO MARTWIMY SIĘ OCIEPLENIEM OCEANU?



Obraz 17: Plankton.

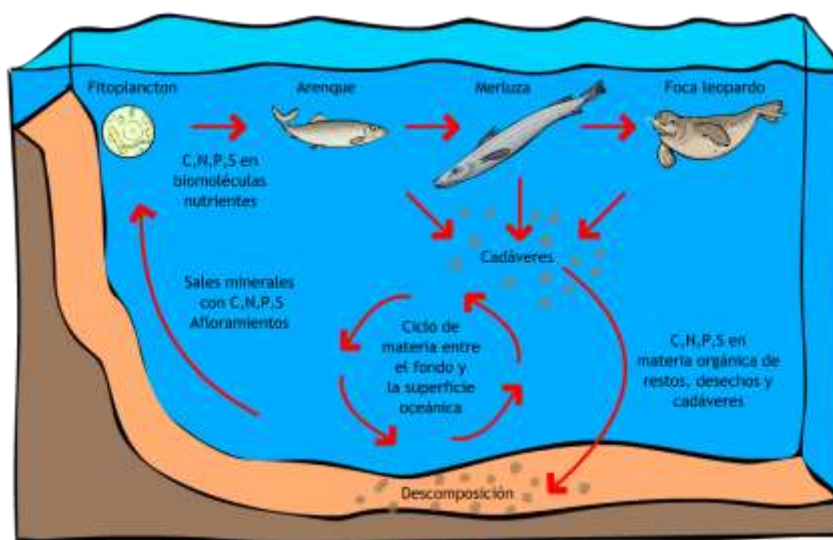
### Wprowadzenie

Oceaniczna produkcja pierwotna opiera się głównie na fitoplanktonie: fotosyntetyzujących glonach występujących w powierzchniowej części słupa wody, gdzie mają dostęp do światła słonecznego potrzebnego do przeprowadzenia fotosyntezy. Jest to podstawowy składnik morskiej sieci pokarmowej, więc niewielki wpływ na nią ma duże wzmocnienie w całej sieci pokarmowej.



Rysunek 18: Przepływ energii w ekosystemie morskim.

W niniejszym artykule zbadamy wpływ opisanego w ostatnich latach zjawiska znanego jako stratyfikacja **oceaniczna**, które bezpośrednio wpływa na fitoplankton, a zatem ma globalne konsekwencje. Stratyfikacja ta utrudnia wypływanie soli mineralnych z dna oceanu, co jest głównym sposobem nawożenia fitoplanktonu.

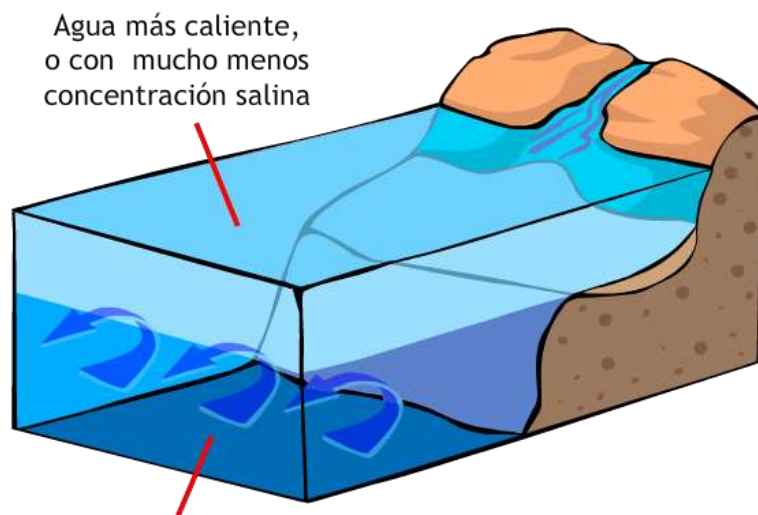


Rysunek 19: Cykl materii w ekosystemie morskim.

Stratyfikacja oceanów wynika głównie z dwóch głównych czynników. Po pierwsze, **ocieplenie oceanów**, które od czasu rewolucji przemysłowej zmagazynowały ponad 93% ciepła wynikającego ze zmian klimatu. Po drugie, topnienie **biegunów w wyniku** globalnego wzrostu temperatury. W obu przypadkach powstaje warstwa wody powierzchniowej, która ma mniejszą gęstość niż woda głębinowa. W pierwszym przypadku ta warstwa powierzchniowa jest spowodowana ociepleniem wód powierzchniowych, co zmniejsza ich gęstość. W drugim przypadku wynika to z faktu, że słodka woda z topniejącego lodu ma mniejszą gęstość niż słona woda morska. Ta warstwa powierzchniowa o niższej gęstości utrudnia mieszanie się z głębszą wodą.



**Obraz 20:** Rozmrażanie.



Agua profunda de una densidad mayor que le impide mezclarse con la superficial menos densa

**Obraz 21:** Laminowanie oceanu.

Ta niezdolność stanowi barierę dla soli mineralnych z dna oceanu, aby dotrzeć do planktonu powierzchniowego, ponieważ są one "ablowane" przez rozkład ciał i zmiany skał dna morskiego. Ta laminacja powierzchniowych wód oceanicznych wyjaśnia spadek produktywności oceanów na średnich szerokościach geograficznych, ponieważ cały ekosystem zależy od produkcji fitoplanktonu, która zmniejsza się z powodu ograniczenia składników odżywczych. Inny proces zachodzi na szerokościach polarnych, gdzie spodziewany jest niewielki wzrost produktywności ze względu na stratyfikację oceaniczną, ponieważ czynnikiem ograniczającym jest tam dostęp do światła, ponieważ fitoplankton jest poddawany prądom turbulentnym, które transportują go na

głębokość.

### Zawartość

---

- ę Oceaniczna produkcja pierwotna i fitoplankton
- ę Powierzchniowe ocieplenie i rozmrożenie
- ę Stratyfikacja oceanów i jej wpływ na fitoplankton
- ę Gęstość wody
- ę Bezpieczeństwo żywności

### Cele

---

1. Symulacja wypływania nieorganicznych składników odżywczych z dna oceanu do warstw powierzchniowych, gdzie znajduje się fitoplankton.
2. Przeprowadź symulację wpływu zmiany gęstości w warstwie powierzchniowej na to wznoszenie.
3. Zrozumienie ekologicznych i społecznych konsekwencji stratyfikacji oceanów.
4. Zdobycie wiedzy, umiejętności i metodologii niezbędnych do rozpowszechniania tego wpływu wśród społeczeństwa.

### Potrzebne materiały

---

- ę 2 zlewki
- ę małe kartonowe wycinanki (1-2 cm)
- ę Woda
- ę Olej
- ę Płyta grzewcza
- ę Niebieska i żółta farba akrylowa
- ę Prostokątny pojemnik ze strukturą dzielącą

### Protokół

---

#### Pierwsza część treningu:

1. Napelnij jedną zlewkę zimną wodą, a drugą gorącą.
2. Rozpuść niebieską farbę w zlewce z zimną wodą, a żółtą farbę w zlewce z gorącą wodą.
3. Dodaj gorącą wodę do jednej komory zbiornika, a zimną wodę do drugiej.
4. Sprawdź, co się stanie, gdy ścianka działowa zostanie usunięta.

### Druga część części praktycznej:

1. W zlewce dodaj kartonowe wycinki do wody. Będą one symulować nieorganiczne składniki odżywcze na dnie oceanu (azot, fosfor itp.).
2. Popchnij je, aż znajdą się na dnie.
3. Umieść zlewkę na gorącej płycie i obserwuj, co dzieje się z naszymi nieorganicznymi składnikami odżywczymi.
4. Dodaj warstwę oleju i zobacz, co stanie się z naszymi nieorganicznymi składnikami odżywczymi.

### Problemy

#### 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.



### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczycieli) Pierwsza

#### część ćwiczenia:

1. Co można zaobserwować po wyjęciu zbiornika rozdzielacza i dlaczego tak się dzieje?

Po usunięciu zbiornika rozdzielającego, gorąca woda (o mniejszej gęstości i żółtym kolorze) i niebieska woda (o większej gęstości i niebieskim kolorze) stykają się ze sobą, dzięki czemu gorąca woda znajduje się na górze słupa wody, a zimna woda na dole. Wynika to z różnicy gęstości generowanej przez różnicę temperatur, generując stratyfikację.

2. Jak myślisz, jak to zjawisko może odnosić się do zmian klimatu w rzeczywistości?

Zjawisko stratyfikacji występuje w rzeczywistości z dwóch głównych powodów. Na średnich szerokościach geograficznych wody powierzchniowe mają kontakt z atmosferą, więc pochłaniają do 93% ciepła pochodzącego ze zmian klimatu, działając jako ważny bufor termiczny. Jednak ciepło to nie jest rozprawdane równomiernie w całym słupie wody; to raczej górne 700 m jest ogrzewane najbardziej intensywnie. Powoduje to, że warstwy powierzchniowe oceanu stają się mniej gęste, co utrudnia mieszanie z chłodniejszymi i gęstszymi warstwami dolnymi. Następuje stratyfikacja termiczna.

W polarnych szerokościach geograficznych, z powodu topnienia czap lodowych, słodka woda dostaje się do oceanu. Ta słodka woda jest mniej gęsta, co powoduje stratyfikację soli.

#### Druga część części praktycznej:

1. Jak ta druga część praktyki odnosi się do poprzedniej i do rzeczywistości?

W rzeczywistości olej reprezentowałby górną (mniej gęstą) warstwę wody, a woda dolną (gęstszą) warstwę. Na średnich szerokościach geograficznych olej reprezentowałby zatem warstwy wody o wyższej zawartości ciepła. Na szerokościach polarnych olej reprezentowałby górne warstwy słodkiej wody z topniejącego lodu.

2. Co w rzeczywistości reprezentuje ruch kart?

Reprezentują one upwelling nieorganicznych składników odżywczych z dna oceanu do powierzchniowych warstw wody, gdzie znajduje się fitoplankton, który potrzebuje dostępu do światła w celu przeprowadzenia fotosyntezy i tych nieorganicznych składników odżywczych.

3. Co się stanie, gdy dodana zostanie warstwa oleju i jak wpłynie to na pierwotną produkcję oceaniczną?

Dodając warstwę oleju, generujemy bardzo intensywną stratyfikację, która zapobiega przedostawaniu się składników odżywczych na powierzchnię. Jest to bezpośrednio związane z tym, co dzieje się na średnich i tropikalnych szerokościach geograficznych. Wytworzone rozwarstwienie termiczne zmniejsza wypływanie nieorganicznych składników odżywczych do warstw powierzchniowych, w których znajduje się fitoplankton, zmniejszając w ten sposób pierwotną produktywność oceanów.

W ten sposób spadek sieci pokarmowej jest przenoszony i wzmacniany wzdłuż sieci pokarmowej. Zjawisko to jest obserwowane już dziś i oczekuje się, że nasili się w nadchodzących dziesięcioleciach.

4. Na szerokościach polarnych fitoplankton jest narażony na duże prądy oceaniczne, które przenoszą go do bardziej profesjonalnych obszarów. Jak myślisz, jak stratyfikacja oceanów wpłynie na obszary polarne?

W polarnych szerokościach geograficznych spodziewany jest odwrotny wpływ. Ponieważ fitoplankton jest poddawany dużym prądom turbulentnym, które transportują go do głębokich obszarów, oczekuje się, że ze względu na generowaną stratyfikację soli pozostaną one dłużej na powierzchni, a tym samym nieznacznie zwiększą pierwotną produktywność w tym obszarze.

5. Jak stratyfikacja oceanu może wpływać na stężenie tlenu w oceanie?

Stratyfikacja jest powiązana z odtlenieniem oceanów: zmniejszone mieszanie się powierzchni i głębokich warstw zmniejsza zdolność tego gazu do dostępu do głębokich stref, prowadząc do warunków niedotlenienia i anoksji.

6. Czy zmiany w produktywności oceanów wpłyną w równym stopniu na wszystkie kraje na świecie? Zbadaj wpływ na bezpieczeństwo żywnościowe w Internecie.

Nie. Badanie przeprowadzone przez Barange et al. (2014) wykazało, że obszary o większej zależności od rybołówstwa w diecie powinny odnotować spadek potencjalnych połowów ryb. I odwrotnie, inne obszary o znacznie mniejszej zależności od rybołówstwa w swojej diecie odnotują nieznaczny wzrost połowów. Oczekuje się zatem, że bezpieczeństwo żywnościowe wielu krajów będzie zagrożone, co przyczyni się do większej nierówności na świecie.

## 1.7. DLACZEGO OCEAN ZAKWASZA SIĘ?

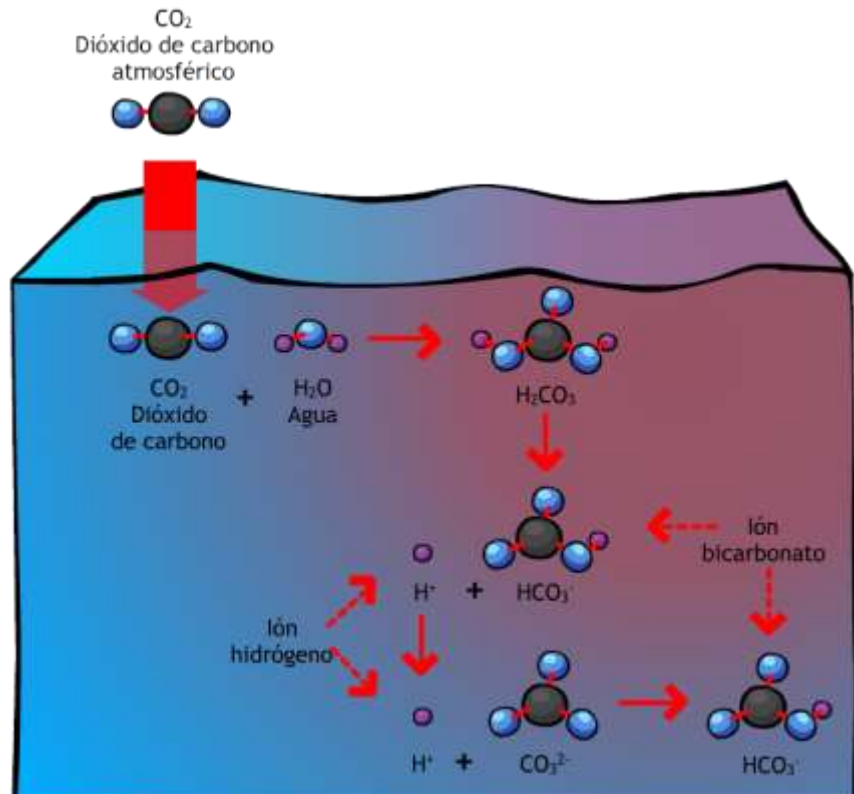


Obraz 22: Organizmy wapienne.

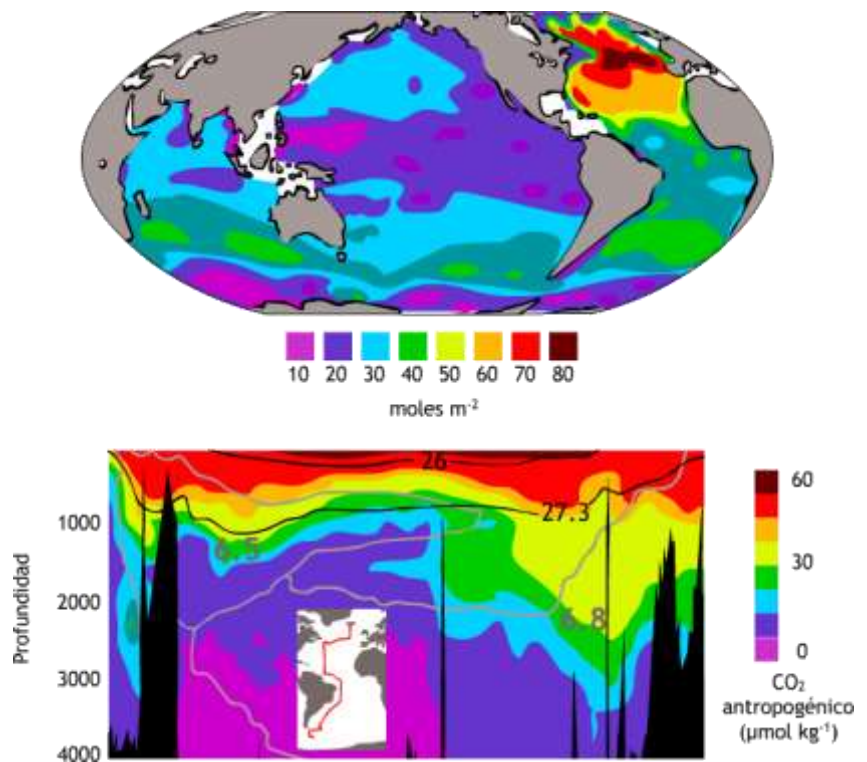
### Wprowadzenie

Pochłanianie CO<sub>2</sub> przez ocean stanowi ważny sposób na zmniejszenie jego stężenia w atmosferze, ale ta akumulacja CO<sub>2</sub> ma ważną konsekwencję: zakwaszenie oceanów. Według danych opublikowanych w raporcie IPCC na temat oceanów i kriosfery od 1980 roku szacuje się, że 20-30% globalnej emisji CO<sub>2</sub> zostało pochłonięte przez ocean.

Akumulacja i reorganizacja tego CO<sub>2</sub> w wodzie morskiej powoduje spadek pH i poziomu nasycenia węglanem wapnia. Szacuje się, że od 1980 roku ocean tracił od 0,017 do 0,027 jednostek pH na dekadę. Średnie pH oceanu wynosi 8,1. Dlatego termin zakwaszenie nie oznacza, że ocean staje się kwaśny, ale raczej, że staje się mniej zasadowy. Jak zobaczymy na tych warsztatach, ma to istotne konsekwencje, zwłaszcza dla organizmów wapiennych.



Rysunek 23: Reakcje zakwaszenia w oceanie.



Rysunek 24: Stężenie CO<sub>2</sub> w oceanie.

### Zawartość

---

- ę pH
- ę Zakwaszenie oceanów
- ę Zwapnienie
- ę Równowaga kwasowo-zasadowa

### Cele

---

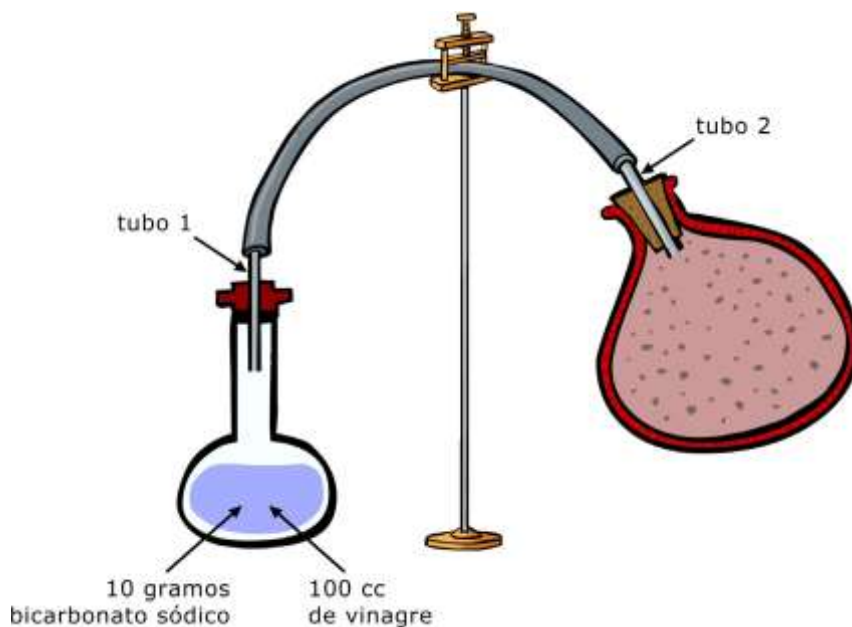
1. Symulacja i zrozumienie procesu zakwaszania oceanów.
2. Powiązanie procesu zakwaszania oceanów z antropogenicznymi emisjami dwutlenku węgla.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób ocieplenie oceanów wpływa na szybkość reakcji rozpuszczania dwutlenku węgla w wodzie morskiej.
4. Zrozumienie ekologicznego wpływu zakwaszenia oceanów.

### Wymagany materiał

---

- ę Ocet
- ę Wodorowęglan sodu
- ę Plastikowa butelka
- ę Lejek
- ę Balon
- ę Zlewka
- ę Ciecz do pomiaru pH
- ę Woda
- ę Plastikowa rurka lub, w przypadku jej braku, słomka
- ę Zlewka
- ę Kwas solny (lub inny kwas), fartuch, rękawice i okulary ochronne
- ę Źródło ciepła
- ę Powłoki

### Protokół



**Obraz 25:** Infografika przedstawiająca reakcję octu i wodorowęglanu.

#### Pierwsza część praktyki - uzyskanie CO<sub>2</sub> :

1. Umieść otwór balonu w lejku.
2. Dodaj sodę oczyszczoną.
3. Dodaj pół szklanki octu do butelki.
4. Umieść otwór balonu w otworze butelki, nie pozwalając, aby wodorowęglan jeszcze do niego wpadł.
5. Przytrzymując balon mocno do butelki, pozwól biowęglanowi spaść na ocet, aby zaszła następująca reakcja chemiczna i dwutlenek węgla został zmagazynowany w balonie:



#### Druga część praktyki - rozpuszczanie CO<sub>2</sub> :

1. Do zlewki z wodą dodaj płyn do pomiaru pH.
2. Za pomocą plastikowej rurki wstrzyknij CO<sub>2</sub> uzyskany wcześniej do wody, obserwując, co dzieje się z zabarwieniem zapewnianym przez płyn do pomiaru pH.
3. Zinterpretuj wynik.

### Część 3 części praktycznej - wpływ wzrostu temperatury:

1. Rozpuścimy skorupę organizmu wapiennego w kwasie solnym, aby w ekstremalnej sytuacji zaobserwować wpływ kwaśnego środowiska na te organizmy.
2. Następnie, po zmieleniu kolejnej skorupy, rozpuścimy ją ponownie, ale tym razem stopniowo zwiększając temperaturę, obserwując, jak zwiększa się bulgotanie i próbując wyciągnąć wnioski na temat wpływu wzrostu temperatury oceanu na badany przez nas proces.

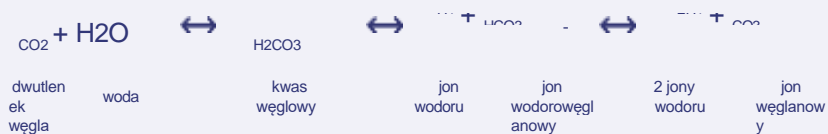
### Problemy

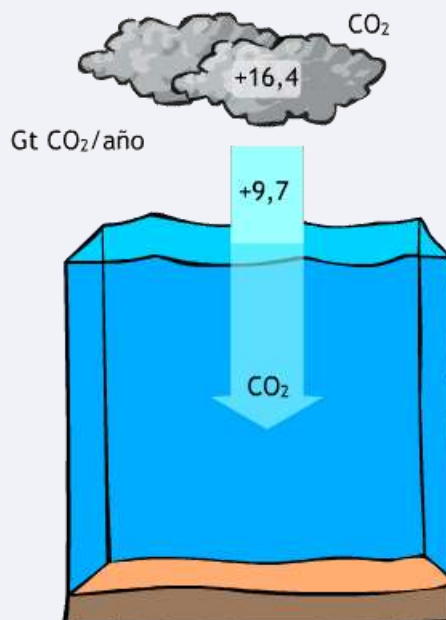
1. Jaka reakcja chemiczna zachodzi w drugiej części ćwiczenia?
2. Co dzieje się z pH wody i jaki ma to związek z emisją gazów cieplarnianych?
3. Jak ocieplenie oceanów wpływa na tę reakcję?
4. Jakich są konsekwencje dla organizmów morskich?

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczycieli)

1. Jaka reakcja chemiczna zachodzi w drugiej części ćwiczenia?

W drugiej części zachodzi następująca reakcja, w której, jak widać, następuje wzrost stężenia  $[H^+]$ , a wraz z nim spadek pH:





**Rysunek 26:** Zakwaszenie atmosfery i oceanów.

2. Co dzieje się z pH wody i jaki ma to związek z emisją gazów cieplarnianych?

Jak pokazuje zmiana koloru miernika pH, następuje spadek pH wody. Reprezentuje to zjawisko występujące w rzeczywistości zakwaszenia oceanów, gdzie rozpuszczanie antropogenicznego CO<sub>2</sub> doprowadziło do spadku od 1980 r. z 0,017 do 0,027 jednostek pH na dekadę. Aby ocenić skalę tej zmiany, należy pamiętać, że są to jednostki zdefiniowane w skali logarytmicznej.

3. Jak ocieplenie oceanów wpływa na tę reakcję?

Jak widać w trzeciej części ćwiczenia, zwiększenie temperatury wody zwiększa szybkość reakcji.

4. Jakie są konsekwencje dla organizmów morskich?

Konsekwencje spadku pH dla organizmów morskich są liczne i zróżnicowane. Choć istnieją organizmy, które mogą odnieść korzyści z tego procesu, takie jak niektóre glony, większość konsekwencji będzie katastrofalna dla wielu organizmów:

- ☞ Wpływ na organizmy morskie: zakwaszenie oceanów może mieć negatywny wpływ zwłaszcza na organizmy, które tworzą struktury wapienne, takie jak koralowce, mięczaki (takie jak małże, omułki i ślimaki morskie) oraz organizmy planktoniczne ze skorupkami, takie jak pteropody i



- foraminifera. Zakwaszenie oceanów utrudnia tworzenie i utrzymanie ich wapiennych struktur, zagrażając ich przetrwaniu i czyniąc je bardziej podatnymi na potencjalne drapieżniki.
- ę Wpływ na rafy koralowe: Rafy koralowe są ekosystemami bardzo wrażliwymi na zakwaszenie oceanów. Spadek pH wody może utrudniać tworzenie się szkieletów koralowców, co wpływa na ich wzrost i odporność, ale może również nasilać procesy bielenia.
  - ę Utrata bioróżnorodności: Zakwaszenie oceanów przyczyni się do utraty morskiej bioróżnorodności. Organizmy morskie, które są bardziej wrażliwe na kwasowość wody, mogą doświadczyć spadku populacji lub nawet lokalnego wyginięcia, zwłaszcza gatunki stenotyczne.

## 1.8. ZMIANA KLIMATU I EROZJA GLEBY



Rysunek 27: Gola ziemia.

### Wprowadzenie

"IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems" wskazuje, że zmiany klimatu są głównym czynnikiem powodującym erozję gleby, co prowadzi do znacznej utraty produktywności gleby.

Praktyka ta ma na celu wykazanie roli roślinności w zapobieganiu erozji gleby, a tym samym znaczenia odpowiedzialnych praktyk zapobiegania erozji gleby.

### Zawartość

---

- ę Erozja gleby
- ę Spływ

### Cele

---

1. Zrozumienie procesu erozji gleby.
2. Docenienie roli roślinności w zapobieganiu erozji gleby.

### Potrzebne materiały

- ę 4 plastikowe butelki
- ę Ziemia
- ę Ściółka
- ę Woda
- ę Przecinak
- ę drut

### Protokół

1. Umieść dwie butelki o pojemności 1,5 l na końcu stołu i wytnij na nich prostokąt.
2. Napełnij obie butelki ziemią.
3. Przetnij dwie butelki na pół. Za pomocą drutu zawieś dolną połowę butelki w otworze butelki wyciętej w kroku 1 (która powinna znajdować się na końcu stołu) jako kociołek.
4. Dodaj dużo ściółki z liści do gleby w jednej z butelek.
5. Podlej obie butelki wodą symulującą deszczówkę. Poczekać, aż woda przeniknie do gleby i zbierz odciek do małych butelek, aby porównać wyniki.

### Problemy

1. Jakie wnioski można wyciągnąć z praktyki dotyczącej erozji i obecności lub braku roślinności?
2. Jak zmiany klimatu mogą wpływać na erozję gleby?
3. Jakie inne środki można zaproponować w celu ograniczenia erozji gleby?

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczyciela)

1. Jakie wnioski można wyciągnąć z praktyki dotyczącej erozji i obecności lub braku roślinności?

Uzyskane wyniki pokazują, jak obecność roślinności działa jako czynnik ochronny przed erozją wodną.

## 2. Jak zmiany klimatu mogą wpływać na erozję gleby?

Zmiany klimatu i erozja gleby są ze sobą ściśle powiązane pod kilkoma względami:

- ę Wzrost liczby ekstremalnych zjawisk pogodowych: Zmiana klimatu wiąże się ze wzrostem częstotliwości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak ulewne deszcze, niosące osady i powodujące erozję wodną.
- ę Zmiany w strukturze opadów: Długotrwałe susze mogą zwiększać podatność gleby na erozję wietrzną.
- ę Degradacja roślinności i utrata pokrywy roślinnej: Wzrost temperatury w połączeniu z brakiem opadów może przyczynić się do utraty pokrywy roślinnej, a tym samym do nasilenia erozji.

## 3. Jakie inne środki można zaproponować w celu ograniczenia erozji gleby?

Inne środki mogą obejmować zachowanie naturalnych obszarów roślinnych, stosowanie tarasów schodkowych na obszarach uprawnych o stromych zboczach lub budowę kanałów odwadniających i grobli w celu przekierowania i kontrolowania przepływu wody, zapobiegając spływom i nadmiernemu spływowi.

## 1.9. CZYM JEST KWAŚNY DESZCZ ?



Rysunek 28: Elektrownia.

### Wprowadzenie

Kwaśne deszcze są ważnym problemem środowiskowym o zasięgu lokalnym, ale także globalnym. Powstaje w wyniku emisji tlenków siarki i azotu podczas spalania paliw kopalnych, choć niektóre z nich mogą mieć naturalne pochodzenie, takie jak te z erupcji wulkanicznych. W atmosferze, gdy reagują z wodą, powodują powstawanie związków kwasowych, jak zobaczymy w tej praktyce, które mają ważne lokalne konsekwencje ekologiczne dla ekosystemu, a także dla dziedzictwa.

### Zawartość

---

- ę Kwaśne deszcze
- ę Tlenki siarki i azotu
- ę Reakcje chemiczne

### Cele

---

1. Zrozumienie zjawiska kwaśnych deszczy.
2. Wyjaśnij ich wpływ na ekosystem.
3. Ustalenie podobieństw między pochodzeniem zmian klimatycznych i kwaśnych deszczy.
4. Zrozumienie kwaśnych deszczy jako zjawiska lokalnego o globalnym zasięgu.

### Potrzebne materiały

- ę Kwas azotowy
- ę Woda
- ę 2 próbki z kiełkującą soczewicą

### Protokół

1. Rozcieńczyć kwas azotowy wodą (jedna część kwasu na trzy części wody).
2. Oznaczyć dwie próbki kiełkującej soczewicy jako grupę kontrolną i przypadek 1.
3. Irygować grupę kontrolną wodą, a przypadek 1 przygotowanym roztworem kwasu azotowego.
4. Porównaj wyniki.

### Problemy

1. Zgodnie z uzyskanymi wynikami, jaki wpływ mają kwaśne deszcze na roślinność? Czy ma to jakikolwiek związek z praktyką erozji?
2. Jakie reakcje chemiczne zachodzą podczas tworzenia się kwaśnych deszczy?
3. Czy kwaśne deszcze są związane ze zmianami klimatu?

### Wskazówki i odpowiedzi (przewodnik dla nauczycieli)

1. Zgodnie z uzyskanymi wynikami, jaki wpływ mają kwaśne deszcze na roślinność? Czy ma to jakikolwiek związek z praktyką erozji?

Kwaśne deszcze powodują silny wpływ na roślinność, w tym bezpośrednie uszkodzenia liści i innych tkanek roślinnych, a także intensywne wymywanie ważnych składników odżywczych obecnych w glebie (wapń, magnez, sód, potas), co utrudnia rozwój roślinności.

Ponadto, gdy pH gleby spada, glin (dotychczas nierozpuszczalny i przechowywany w skałach, osadach i kompleksie wymiany kationów w glebie) staje się rozpuszczalny i toksyczny dla zwierząt i roślin.



**Rysunek 29:** Rośliny i kwaśne deszcze.

Wraz ze spadkiem pokrywy roślinnej wzrasta procent gołej gleby, co ułatwia i intensyfikuje procesy erozji obserwowane w poprzedniej praktyce.

2. Jakie reakcje chemiczne zachodzą podczas tworzenia się kwaśnych deszczy?



3. Czy kwaśne deszcze są związane ze zmianami klimatu?

Związek między zmianami klimatu a kwaśnymi deszczami jest złożony i wieloaspektowy. Chociaż zmiany klimatu nie są bezpośrednią przyczyną kwaśnych deszczy, istnieje wspólny punkt wyjścia: zarówno emisja gazów cieplarnianych, jak i emisja tlenków azotu i siarki, które powodują kwaśne deszcze, pochodzą ze spalania paliw kopalnych, takich jak węgiel lub pochodne ropy naftowej. Ważne jest, aby odrzucić alternatywny pomysł, który łączy kwaśne deszcze ze zmianami klimatu, ale interesujące jest zwrócenie uwagi na punkt zbieżności tych dwóch procesów pod względem ich pochodzenia.

## 2.1. STRATEGICZNY PLAN ROZWOJU TYCH PRAKTYK LABORATORYJNYCH W KONTEKŚCIE TURYSTYKI OBYWATELSKIEJ



*Zdjęcie 30: Staż w Lizbonie.*

Ten rodzaj praktyki można łatwo przenieść do kontekstów działań obywatelskich w kontekstach turystycznych, wykorzystując dni szkolne, kiedy turyści gromadzą się w obszarach w pobliżu miast szkolnych, które stosują metodologie tego projektu. Zwykle ma to miejsce w okolicach Wielkanocy i/lub popularnych festiwali turystycznych.

Interesujące jest to, że szkolne społeczności edukacyjne są skoordynowane z organizatorami wydarzeń o znaczeniu turystycznym, takich jak uroczystości gastronomiczne lub popularne festiwale, dzięki czemu działania te mogą być włączone do programów festiwali i mogą otrzymać wsparcie finansowe od organizacji na ich realizację. Uczniowie powinni zostać wcześniej przeszkoleni zgodnie ze wskazówkami metodologicznymi zawartymi w niniejszym przewodniku i pogłębić swój rozwój programowy poprzez szkolny podręcznik elektroniczny "Climantopía: el libro de texto escolar" (Climantopía: podręcznik szkolny).

Wsparcie wymagane od organizatorów będzie obejmować infografiki i podstawowe wsparcie logistyczne, takie jak woda, lód lub stoły do zaprojektowania stoisk. Wsparcie będzie poszukiwane od jednostek naukowo-badawczych w celu opracowania zestawów, których rozwój został zilustrowany w niniejszym przewodniku zgodnie z modelami opracowanymi przez partnera Fábrica, Centro Ciência Viva Uniwersytetu w Aveiro.

W tym celu stojaki można dostosować do lokalnego kontekstu, próbując, poprzez treści omówione w niniejszym przewodniku, udzielić odpowiedzi na pytania takie jak:



- ę Jakie rozwiązania dotyczące zmian klimatu można znaleźć w kontekście edukacyjnym?
- ę Jak możemy promować zrównoważoną turystykę na naszych terytoriach?
- ę Jaka jest najbardziej niezwykła bioróżnorodność na naszych terytoriach?  
Czy jest zagrożony?
- ę Dlaczego poziom morza podnosi się tutaj, podczas gdy lód topnieje gdzie indziej?
- ę Dlaczego nasz ocean się zakwasza i jak wpływa to na nasze skorupiaki?
- ę Dlaczego mamy coraz więcej fal upałów?
- ę Czy może tu powstać huragan?
- ę Co dzieje się z naszymi przybrzeżnymi roślinami, jak to na nas wpływa i co może zrobić turystyka, aby nam pomóc?

Można na przykład zaproponować kampanie zachęcające turystów do obliczania utraty plaż w oparciu o spodziewany roczny wzrost poziomu morza w odwiedzanych przez nich regionach turystycznych. Jednocześnie będą oni zachęceni do projektowania środków mających na celu poprawę linii brzegowej, takich jak kampanie podnoszące świadomość i sprzątanie wybrzeży.

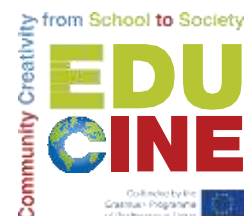
Po zdefiniowaniu treści, nad którymi należy pracować w środowisku turystycznym, należy wybrać **rynek miejski**, który jest **punktem odniesienia** dla turystów. Biorąc pod uwagę jego charakterystykę, architekci miejscy zostaną poproszeni o pomysły na ustawienie stoisk z dostępnymi zasobami i zostanie wybrany najbardziej odpowiedni rodzaj namiotów. Poszukiwani będą również sponsorzy w celu stworzenia systemu banerów, które sprawią, że logo projektu będzie widoczne, zgodnie z doświadczeniem projektu Oceántica Campus do Mar.

## ROZDZIAŁ 2: JAK WPROWADZIĆ TE PRAKTYKI DO TURYSTYCZNYCH KONTEKSTÓW DZIAŁAŃ OBYWATELSKICH?



*Zdjęcie 31: Campus do mar - drugi dzień.*

## ROZDZIAŁ 2: JAK WPROWADZIĆ TE PRAKTYKI DO TURYSTYCZNYCH KONTEKSTÓW DZIAŁAŃ OBYWATELSKICH?



Montaż zostanie opracowany w taki sposób, aby stanowił uzupełnienie projekcji filmu EDUCINEMA Clima Tour Action. Celem będzie zaangażowanie szkół w rozwój forów filmowych na temat filmu "Climantopia Climantopia" z wykorzystaniem materiałów szkolnych. Jednocześnie z przygotowaniem do forum filmowego uczniowie zostaną przeszkoleni w zakresie przeprowadzania praktyk laboratoryjnych i symulacji zawartych w tym materiale. Gminy będą również mogły szukać wsparcia swoich szkół muzycznych i teatralnych, aby wzmocnić szkoły średnie w wyzwaniu, jakim jest wystawienie wersji teatru muzycznego, z której wywodzi się film.

## 2.2. DRUKOWANIE OGÓLNYCH ILUSTRACJI I TWORZENIE INNYCH LOKALNYCH ILUSTRACJI DO WYKORZYSTANIA NA STOISKACH

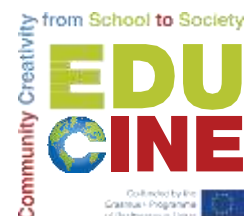
Ilustracje przypominające mapy, ewentualnie z towarzyszącymi im maszynami, procesów symulowanych w praktyce powinny być dostępne dla studentów, którzy będą działać jako rozpowszechniający. W ten sposób mogą oni wyjaśnić uzasadnienie praktyki, wskazując na przykład, gdzie odbywa się proces, który wyjaśniają podczas demonstracji, bez konieczności przenoszenia uwagi słuchacza. Aby użyć tego typu ilustracji na targach nauki, można wykonać następujące kroki:

1. Umieść ściereczkę lub obrus na stole, aby zabezpieczyć go przed uszkodzeniem.
2. Rozmieść ilustracje na stole w taki sposób, aby były łatwo widoczne dla odwiedzających podczas oglądania demonstracji lub ćwiczeń laboratoryjnych, tak aby znajdowały się w tym samym polu widzenia.
3. Ilustracje należy drukować na plastyfikowanej tekturze, aby można je było podnosić i przenosić bez ryzyka uszkodzenia.
4. Dodaj etykiety lub opisy, aby pomóc odwiedzającym lepiej zrozumieć ilustracje.
5. Miej system post-it do zapisywania zaskakujących i wartościowych pomysłów od odwiedzających.



**Obraz 32:** Campus do mar - stojak z mapą świata.

## ROZDZIAŁ 2: JAK WPROWADZIĆ TE PRAKTYKI DO TURYSTYCZNYCH KONTEKSTÓW DZIAŁAŃ OBYWATELSKICH?



Aby stworzyć roll-upy na stoiska targowe, można wykonać następujące kroki:

1. Stwórz projekt roll-upu z ilustracjami i informacjami do pokazania, biorąc za punkt odniesienia infografiki w tym materiale oraz w szkolnym podręczniku Climántopía.
2. Prześlij projekt opracowany przez techników miejskich, wydziały artystyczne szkół średnich i/lub firmy projektowe do firmy specjalizującej się w druku roll-upów w celu wydrukowania.
3. Wybierz solidne wsporniki do roll-upów, które będą mogły wykorzystać ten zasób na plażach, placach i innych atrakcjach turystycznych w gminie.
4. Umieść roll-up w widocznym i strategicznym miejscu na stoisku, aby odwiedzający mogli go łatwo zobaczyć i opracować informacje w bardzo intuicyjny sposób, tak aby komunikator studencki nie musiał odwracać się plecami do publiczności, której wyjaśnia.

### 2.3. ORGANIZACJA MIKROSKOPII, OPTYKI, SYMULACJI I MATERIAŁÓW DO PREZENTACJI PRÓBEK NA STOISKACH



*Zdjęcie 33: Campus do mar - stanowisko mikroskopowe.*

Należy zapewnić spójny i logiczny układ, aby odwiedzający mogli wyraźnie zrozumieć prezentowane informacje. Ważne jest również, aby personel stoiska był dostępny, aby odpowiedzieć na wszelkie pytania, które mogą mieć odwiedzający, a także zarządzać tymi zasobami, pozostawiając je z powrotem w logicznej i spójnej organizacji, zapewniając odwiedzającym pewność i motywację do interakcji z materiałem.

Organizacja mikroskopii, optyki, symulacji i materiałów do prezentacji próbek na stoiskach nauki obywatelskiej jest kluczem do przyciągnięcia uwagi odwiedzających i skutecznego przekazywania informacji, angażując ich w procesy, które pozwalają im rozmawiać o nauce podczas uprawiania nauki, przy użyciu instrumentów specyficznych dla dyscypliny, z którą mają do czynienia. Aby jak najlepiej wykorzystać tego typu instrumenty i zasoby na stoiskach atrakcji turystycznych, należy wziąć pod uwagę te kryteria podczas organizowania materiałów na stoisku:

1. Mikroskopy i obiektywy lornetkowe: Mikroskopy i obiektywy lornetkowe powinny być ustawione w taki sposób, aby okulary znajdowały się na wysokości oczu zwiedzających. W czasie odwiedzin należy zapewnić odpowiednie oświetlenie, aby umożliwić

być w stanie prawidłowo oglądać próbki. Mikroskop powinien mieć jasne instrukcje użytkowania. W tym celu jedną z opcji jest umieszczenie komputera z krótkim filmem demonstracyjnym z kluczami do jego użycia. Na koniec student demonstrujący pokaże najistotniejsze aspekty, które zostały zwizualizowane, dając możliwość ponownego obejrzenia, jeśli coś zostało pominięte.

2. Symulacja: tam, gdzie jest to możliwe, podczas opracowywania procesów symulacji lub korzystania z modeli na stoisku, należy użyć dużego ekranu lub projektora, aby pokazać symulacje w akcji. Ten ekran, po zakończeniu symulacji, dostarczy informacji o tym, jak symulacje zostały stworzone i jak odnoszą się do badań naukowych, działając jako pomost do modeli naukowych.
3. Prezentacja próbek: Jeśli próbki są wyświetlane na stoisku, można je umieścić z laminowanymi kartami i etykietami, które zawierają informacje o próbkach i ich związku z badaniami naukowymi. Próbki powinny być stabilnie umieszczone i dobrze chronione przed światłem i wilgocią.

## 2.4. STRATEGIE UCZESTNICTWA RÓŻNYCH POKOLEŃ



Rysunek 34: Zróżnicowany dostęp.

Aby przybliżyć obywatelskie stanowiska naukowe różnym pokoleniom, konieczne jest stosowanie różnych strategii w zależności od grupy docelowej, w tym dostępu dla dzieci i osób o ograniczonej sprawności ruchowej. Niektóre ogólne strategie, które można zastosować, są następujące:

1. **Używaj jasnego i prostego języka:** ważne jest, aby informacje prezentowane na stoiskach były zrozumiałe dla wszystkich grup wiekowych. Należy unikać stosowania żargonu naukowego lub zbyt technicznych terminów.
2. **Wykorzystanie działań interaktywnych:** działania interaktywne ułatwiają zaangażowanie ludzi z różnych pokoleń w obywatelskie działania naukowe. Z tego powodu działania na stoiskach to interaktywne symulacje, eksperymenty i inne praktyczne działania, dzięki którym odwiedzający mogą uczyć się w zabawny sposób i mogą uczestniczyć w opracowywaniu działań, zarówno na poziomie manipulacyjnym, jak i pod względem refleksji i argumentacji.
3. **Dostosuj treści, działania i zasoby do różnych grup wiekowych:** młodsze dzieci mogą być bardziej zainteresowane zabawą, podczas gdy dorośli mogą preferować działania bardziej skoncentrowane na edukacji i zdobywaniu kultury naukowej.



4. **Dostarczanie istotnych informacji:** Ważne jest, aby informacje prezentowane na stoiskach były istotne i miały wpływ na codzienne życie ludzi. Może to być szczególnie ważne dla osób starszych, które mogą być bardziej zainteresowane kwestiami zdrowia lub dobrego samopoczucia.

5. **Wyzwania muszą być zaplanowane i przewidziane, aby ułatwić interakcję z odwiedzającymi i aby turyści mogli wyrazić znaczenie tych treści w ich życiu, środowisku zawodowym i codziennym:** w interesie personelu stoiska jest interakcja z odwiedzającymi i odpowiadanie na ich pytania, ale także odwaga, aby odpowiedzieć na pytania, gdy odpowiadają na te, które zadają, szukając w tym powrocie, że turysta przynosi na stoisko nowe doświadczenie.

Pytania są szczególnie ważne dla dzieci, ponieważ są one bardzo ciekawskie, spontaniczne, aktywne i potrzebują skutecznych wskazówek, aby zrozumieć koncepcje naukowe. Pytania są szczególnie ważne dla dzieci, ponieważ są one bardzo ciekawe, spontaniczne, aktywne i potrzebują skutecznych wskazówek, aby zrozumieć koncepcje naukowe.

## 2.5. TWORZENIE PROJEKTÓW ZESTAWÓW DO ĆWICZEŃ NA STOISKU

Tworzenie projektów zestawów do ćwiczeń na stoisko naukowe może być kreatywnym i wymagającym procesem. Poniżej znajduje się kilka ogólnych kroków, które można wykonać, aby stworzyć zestaw do ćwiczeń na targi naukowe:

1. Po zidentyfikowaniu tematów, opracowaniu celów nauczania i wybraniu działań praktycznych, materiały powinny zostać zilustrowane.
2. W niezbędnych przypadkach, tak jak w przypadku stratyfikacji oceanicznej, należy opracować projekt zestawu, który można zabrać do szklarza w celu opracowania materiału do przeprowadzenia tej symulacji. W tym konkretnym przypadku należy wykonać projekt fotograficzny zbiornika potrzebnego do stratyfikacji, z niezbędnymi materiałami wyrażonymi w tym przykładowym zbiorniku. Może to obejmować materiały konstrukcyjne, narzędzia, sprzęt, instrukcje i wszelkie inne elementy niezbędne do przeprowadzenia praktyki.



*Zdjęcie 35: Campus do mar - Stratyfikacja oceanu.*

### 3.1. PRZYKŁADY OBYWATELSKICH PROJEKTÓW NAUKOWYCH

Podane w tym e-booku przykłady projektów dobrych praktyk, które angażują studentów w szkolenie innych studentów, zostały potraktowane jako inspiracja dla tego zadania. Są to następujące projekty:

- ☞ Meteoschools
- ☞ Oceántica
- ☞ EduCO<sub>2</sub> Cean
- ☞ Projekt Zosteco
- ☞ InnoEduCO<sub>2</sub>
- ☞ Cztery klimaty

Meteoescolas powstało w 2007 r. w wyniku współpracy galicyjskich służb meteorologicznych MeteoGalicia z projektem Climántica, który stanowił filar edukacyjny Galicyjskiego Planu Działania przeciwko Zmianom Klimatu w celu wprowadzenia zmian klimatycznych do interdyscyplinarnych projektów programu nauczania obowiązującego wówczas w Hiszpanii prawa organicznego: LOE.

# meteogalicia



*Obrazy 36 i 37: Logos Meteogalicia i Climántica Project.*

Oceántica to projekt finansowany przez Hiszpańską Fundację Nauki i Technologii (FECYT) w roku akademickim 2013-2014, którego szkolna nauka była zlokalizowana w ujściach rzek Galicji i którego wymiar nauki obywatelskiej był inspirowany przez *Meteoescolas*. Jego rozwój koncentrował się na ujściach rzek i zainspirował jego transfer do Europy poprzez *EduCO<sub>2</sub>cean*, projekt Erasmus Plus, który koncentrował się na uczestnictwie uczniów w nauce szkolnej w oparciu o wnioski uzyskane z badań ekosystemów obsługiwanych przez małże.



**Obrazy 38 i 39:** Logos *Oceántica* i *EduCO<sub>2</sub>cean*.

Znaczenie łąk trawy morskiej w tego typu usługach ekosystemów międzyżyłowych w ujściach rzek dało początek projektowi *Zosteco* finansowanemu przez Fundację Bioróżnorodności. Podejście uczniów do nauki obywatelskiej ukierunkowanej na ochronę tych łąk w kontekście COVID-19 zainspirowało projekt *e-InnoEduCO<sub>2</sub>*, finansowany w ramach nadzwyczajnej innowacyjnej metody edukacyjnej KA226 programu Erasmus + w celu opracowania technologii edukacyjnych do uczenia się przez doświadczenie na temat tych łąk i ich związku ze zdrowiem.

Porównanie porównawczego zastosowania tego projektu do preri Rías Baixas, bagien kantabryjskich w Kantabrii, Doñana w Andaluzji i śródziemnomorskich łąk na wyspie Tabarca zaowocowało projektem Cuatro Climas, finansowanym jako klaster przez Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa.



*Ilustracja 40: logo Four Climates.*

### 3.2. METEOSCHOOLS



*Zdjęcie 41: Pontevedra.*

Był to program, który powstał w 2007 r., finansowany przez Galicyjski Plan Działań przeciwko Zmianom Klimatu i opracowany we współpracy między zespołami Climántica i MeteoGalicia. Program ten działa do dziś w ramach MeteoGalicia, galicyjskiego centrum prognoz meteorologicznych, choć bez wymiaru działań demonstracyjnych na stoiskach w szkołach, po tym, jak interdyscyplinarny projekt przestał być rozwijany wraz ze zmianą prawa organicznego i Galicyjskiego Planu Działania na rzecz Zmian Klimatu. Każda szkoła w sieci Meteoescolas otrzymuje stację pogodową MeteoGalicia z termometrami maksymalnymi i minimalnymi oraz deszczomierzem. Codzienne dane są przesyłane do aplikacji opracowanej przez MeteoGalicia, która ma filtr do zintegrowania z zestawem danych meteorologicznych, jeśli są one zgodne z danymi. Przesyłane są również jakościowe dane obserwacyjne.

Zespół Climántica opracował materiały dydaktyczne, które zostały wykorzystane przez uczniów szkół realizujących Interdyscyplinarny Projekt LOE. Szkoły zostały przeszkolone przez nauczycieli, aby umożliwić uczniom pracę ze stacjami meteorologicznymi. Otrzymały również szkolenie od zespołu Climántica, aby przeszkolić uczniów w zakresie wyjaśnień, które przedstawiają w przestrzeniach otwartych dla publiczności na temat funkcjonowania systemu klimatycznego, charakterystyki mikroklimatycznej potwierdzonej danymi ze stacji meteorologicznych oraz możliwego wpływu zmian klimatu na system klimatyczny na poziomie ogólnym i na poziomie szczegółowym.



Obraz 42: Noia.

### 3.3. OCEAN OCEAN

Oceántica to projekt edukacyjny poświęcony nauce, technologii i społeczeństwu, podzielony na pięć przekrojowych etapów, które obejmują główne wyzwania związane z wiedzą o środowisku morskim i jego zrównoważonym rozwoju, w kontekście ujść rzek Galicji. Projekt został opracowany w latach 2013-2014 i był finansowany przez Hiszpańską Fundację Nauki i Technologii (FECYT). Był promowany przez hiszpańsko-portugalski Campus do Mar, międzynarodowy kampus doskonałości prowadzony przez Uniwersytet w Vigo.



**Obraz 43:** Cíes.

Oceántica utworzyła zespoły badawcze złożone z młodych naukowców uniwersyteckich i uczniów szkół średnich. Uczniowie byli odpowiedzialni za przekazywanie wyników za pośrednictwem stoisk, na których prezentowali swoje odkrycia. Prezentacje te odbywały się w różnych miejscach publicznych, w tym na plaży Samil (Vigo). Zainteresowanie, jakie wzbudziła w turystach możliwość poznania zrównoważonego rozwoju środowiska przybrzeżnego, z którego korzystali dzięki nauce uczniów, którzy wcześniej badali ochronę środowiska na plażach, zostało zwizualizowane.

W tym celu zbadali różnice w interwencji antropicznej na plaży Cíes, która podlega ochronie jako park narodowy, oraz na plaży Samil, na którą wpływają roboty publiczne, zwłaszcza promenada. Aby osiągnąć tę wizualizację, sprawdzili różnice w profilu plaży. Następnie sprawdzili liczebność i rozmieszczenie pcheł morskich na obu plażach, jako bio-wskaźnik spadku interwencji antropicznej na plaży.





*Rysunek 44: Pomiary profilu w Cíes.*

Zmierzyli również obfitość i rozmieszczenie inwazyjnych glonów na obu plażach. Ponadto badali możliwy wpływ zmian klimatycznych na te inwazje. Wyniki zostały zebrane w dokumentach, które zostaną przekazane do treści stanowisk.



*Zdjęcie 45: Wodorosty w Cíes.*

### 3.4. EDUCO2CEAN

Projekt ten przeniósł do Europy wnioski wyciągnięte z zaangażowania szkół w naukę obywatelską opracowaną w Oceanii. Projekt EDUCO2CEAN był finansowany przez program Erasmus+ w ramach innowacji edukacyjnych KA201 na lata 2016-2018. Jego celem jest stworzenie modelu pedagogicznego Nauka-Technologia-Społeczeństwo (STS) z potencjałem do zastosowania w całej Unii Europejskiej oraz przekazanie społeczeństwu znaczenia badań nad skutkami i łagodzeniem zmian klimatu w morzu, ze szczególnym uwzględnieniem Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego.



**Zdjęcie 46:** Stoisko w Noia.

Projekt proponuje rozwój kluczowych kompetencji niezbędnych do promowania kreatywności w komunikacji potrzebnej do podnoszenia świadomości w społeczeństwie na temat znaczenia badań w obliczu zmian klimatycznych i na rzecz zrównoważonego rozwoju oceanów; oraz do promowania przedsiębiorczego ducha naukowego niezbędnego do przekazania społeczeństwu znaczenia tej wiedzy.

Aby to osiągnąć, koncentruje się na angażowaniu studentów w inicjatywy mające na celu tworzenie pomysłów, komunikację ukierunkowaną na świadomość ekologiczną. Zakłada, że te wyzwania dla młodzieży akademickiej wygenerują podstawowe obawy i wiedzę, które zwiększą przyszłe możliwości zatrudnienia uczestników w poszukiwaniu rozwiązań dla globalnych zmian w oceanach.

Powiązanie i analiza porównawcza wyzwań związanych ze zmianami klimatu i zrównoważonym rozwojem na Bałtyku i Atlantyku stworzy również możliwości rozwoju nowej, bardziej zrównoważonej i zrównoważonej przyszłości dla Bałtyku i Atlantyku.

Europejski wymiar edukacji będzie dalej rozwijany. W związku z tym atlantyckie i bałtyckie społeczności edukacyjne i naukowe będą współpracować przy tworzeniu modelu edukacyjnego STS, który pozwoli na analizę porównawczą wpływu obu oceanów na środowisko, spowodowanego przelaniem, zanieczyszczeniem, wzrostem temperatury morza, obecnością materiałów niebezpiecznych i innymi zagrożeniami dla środowiska.

W tym sensie projekt jest powiązany z celami programu Horyzont 2020, ponieważ pracuje nad wyzwaniami społecznymi stojącymi przed UE, promuje wiodącą pozycję przemysłu w Europie związaną z Oceanami Bałtyckim i Atlantyckim oraz reaguje na zmiany klimatu i zanieczyszczenie obu oceanów. Ze względu na znaczenie tych odpowiedzi dla Europy, strategiczne jest, aby z tych obszarów STS można było zapewnić podstawowe szkolenie dla młodych ludzi, które doprowadzi do dalszego szkolenia, aby w przyszłości stać się lepszymi europejskimi specjalistami w obszarach związanych z tymi wyzwaniami. Wzmacnia to również doskonałość ich bazy naukowej, ponieważ dzięki temu projektowi wielu studentów będzie współpracować z profesjonalnymi zespołami i badawczymi i działać jako osoby przekazujące i uwrażliwiające na znaczenie tego wyzwania, wprowadzając w ten sposób w życie zasady, że niczego nie można nauczyć się lepiej niż badań i że ten, kto uczy, uczy się dwa razy.

Krótko mówiąc, zaangażowanie EduCO<sub>2</sub> ocean w przywództwo, pracę naukową w profesjonalnych zespołach, umiejętności komunikacyjne i rygorystyczne szkolenia naukowe pozwolą im uczyć się więcej, lepiej i bardziej profesjonalnie, osiągając rok 2020 w lepszych warunkach i z lepszymi możliwościami pracy w społeczeństwie wiedzy, które będzie stymulować bardziej konkurencyjną i przyjazną dla środowiska gospodarkę europejską.

Projekt ten został oceniony jako przykład dobrej praktyki. Następnie został wybrany jako studium przypadku nr 15 jako model nauki, technologii i społeczeństwa (STS) dla rozwoju projektów zrównoważonego rozwoju w sześcioletnim okresie 2021-2027.

Nauka obywatelska polegała na przekazywaniu na stoiskach ustawionych w Noia, Lizbonie i Madrycie doświadczeń opracowanych przez społeczność badawczą złożoną z naukowców z Campus do Mar i studentów z IES Virxe do Mar, którzy wspólnie przeprowadzili badanie empiryczne obejmujące kluczowe techniki badawcze w celu zbadania możliwego globalnego wpływu na rekrutację małży (*Cerastoderma edule*) w głównym banku tego mięczaka o wysokiej wartości handlowej w Galicji - Hiszpania. W tym celu

## ROZDZIAŁ 3: NAJLEPSZE PRAKTYKI OBYWATELSKICH PROJEKTÓW NAUKOWYCH I ŁĄCZENIE ZASOBÓW



zbadano rozmieszczenie i liczebność tego małża.



*Zdjęcie 47: Stoisko w Lizbonie.*

Badania koncentrowały się na zainicjowaniu szeregu czasowego danych, które pozwalają poznać możliwy wpływ globalnych zmian na małże o znaczeniu komercyjnym *Cerastoderma edule* w złożu mięczaków Testal w Noia (Galicja-Hiszpania). Jest to główny zasób ekonomiczny Noia, a to złożo mięczaków jest jednym z najważniejszych na świecie dla tego zasobu morskiego.

Badania zostały zaproponowane jako początek serii, którą zamierzają powtórzyć w ciągu najbliższych kilku lat, o tej samej porze roku, przed rozpoczęciem sezonu zamkniętego, w ostatnim tygodniu mięczaków, tuż przed rekrutacją lub przejściem od pływających larw do rekrutów małży znalezionych w osadach.



*Obrazy 48 i 49: Testal, Noia.*

### 3.5. ZOSTECO

ZOSTECO - Conservation of *Zostera noltii* grasslands in the NW Iberian Peninsula: a research based on participatory mapping of uses and ecosystem services, został sfinansowany przez program Pleamar Fundacji Bioróżnorodności, który ma zostać wdrożony w 2020 roku.

Projekt ma na celu wygenerowanie wiedzy i użytecznych instrumentów dotyczących działalności połowowej i rekreacyjnej oraz ich związku z przestrzennym rozmieszczeniem siedlisk RN2000 z udziałem różnych odpowiednich interesariuszy (administracja-zarządzanie, sektor rybołówstwa i rekreacji, grupy środowiskowe, naukowcy) obszarów chronionych, w których działają.

W tym celu przeanalizowano i zaktualizowano istniejące informacje, przeprowadzono badanie dotyczące postrzegania usług świadczonych przez te siedliska oraz przeprowadzono warsztaty szkoleniowe w celu sporządzenia mapy usług i konfliktów. W oparciu o te wyniki zorganizowano forum partycypacyjne i grupy robocze z zaangażowanymi podmiotami, aby wspólnie opracować raport diagnostyczny i partycypacyjny dotyczący zarządzania w celu złagodzenia skutków i konfliktów.



Zdjęcie 50: Badania w Testal, Noia.

Przeprowadzono również innowacyjny program edukacyjny dotyczący interakcji i zidentyfikowanych konfliktów. W programie tym uczestniczyli studenci z IES Virxe do Mar, którzy badali rozmieszczenie *Zostera* w ekosystemie plaży Testal, kontynuując pracę w laboratorium, aby zaprezentować wyniki w kontekście nauki obywatelskiej w ramach projektu.



*Rysunek 51: Prace laboratoryjne w IES Virxe do Mar (Noia).*



### 3.6. E- INNOEDUCO2

Jest to projekt finansowany w ramach programu Erasmus+ na lata 2021-2023 w ramach nadzwyczajnego trybu KA226 w celu przezwyciężenia barier pedagogicznych wynikających z pandemii COVID-19.



*Rysunek 52: Studenci przeprowadzający ćwiczenia terenowe podczas powrotu do zajęć stacjonarnych po pandemii.*

Pandemia pokazała, że większość systemów edukacji nie była przygotowana na świat cyfrowych możliwości uczenia się, a także, że istnieje pilna potrzeba wspierania kultury innowacji w całym społeczeństwie i na wszystkich poziomach, począwszy od wieku szkolnego. Edukacja STE(A)M (nauka, technologia, inżynieria, sztuka i matematyka) umożliwi uczniom rozwijanie umiejętności i kompetencji związanych z innowacjami. Pozwoliło nam to dostrzec, że dystans społeczny wymagany do zapobiegania zarażeniu wymaga formuł wizualizacji szczegółów eksperymentalnych, które można dostrzec tylko za pomocą bezpośredniej wizualizacji. Doprowadziło to do opracowania audiowizualnych systemów wizualizacji, które umożliwiły projekcję nauki szkolnej w kierunku nauki obywatelskiej.

Pandemia była również wezwaniem do ponownego zaangażowania się w realizację celów zrównoważonego rozwoju: zapewnienia wszystkim młodym ludziom możliwości odniesienia sukcesu w szkole oraz rozwijania wiedzy, umiejętności, działań i wartości, które umożliwią im wniesienie wkładu w społeczeństwo w zakresie odbudowy ekologicznej, zwłaszcza w odniesieniu do pilnej potrzeby łagodzenia zmian klimatu i dostosowywania się do nich. ONZ wyznaczyła lata 2021-2030 jako Dekadę Nauki o Oceanie na rzecz Zrównoważonego Rozwoju. Zaangażowanie w to uczniów w sposób empiryczny może zainicjować ich do działania jako agencji transformacji ekologicznej, oznaczając ekologię i ICT jako tematy

## ROZDZIAŁ 3: NAJLEPSZE PRAKTYKI OBYWATELSKICH PROJEKTÓW NAUKOWYCH I ŁĄCZENIE ZASOBÓW



przekrojowe dla kreatywnych działań naukowych.

Projekt ten został zainspirowany dobrymi praktykami nauki obywatelskiej opracowanymi przez uczniów w ramach szkolnych projektów naukowych Oceántica, EduCO<sub>2</sub> cean i Zosteco. Uczniowie zostali przeszkoleni, aby zrozumieć związek między murawami *Zostera* i świadczoneymi przez nie usługami ekosystemowymi w odniesieniu do łagodzenia zmian klimatu i wpływu na zdrowie ludzi, zwłaszcza tych związanych z konsumpcją mięczaków i ryb, których cykl biologiczny jest związany z tymi murawami. Omówiono również gwarancje tego typu użytków zielonych w zakresie zapobiegania chorobom odzwierzęcym ze względu na ich rolę w filtracji wody. W tym kontekście studenci zostali przeszkoleni w zakresie informowania o znaczeniu ochrony tego typu ekosystemów poprzez produkcję krótkich filmów.

Na Atlantyku prace prowadzono w międzypluwowych skupiskach trawy morskiej małży Testal. Tam, korzystając z aplikacji opracowanej w ramach projektu przez CESGA, przesłano dane dotyczące gęstości i zasięgu tej rośliny morskiej.



**Obraz 53:** Testal, Noia.

Następnie w laboratorium dokonano pomiarów suchej biomasy, materii organicznej i bioróżnorodności próbek pobranych z różnych użytków zielonych: jednego z minimalną fragmentacją, jednego ze średnią fragmentacją i jednego z izolowanymi roślinami.

Po zakończeniu prac terenowych i laboratoryjnych omówiono wpływ fragmentacji trawy morskiej na usuwanie materii organicznej z wody i bioróżnorodność oraz wyciągnięto wnioski na temat znaczenia trawy morskiej dla łagodzenia zmian klimatu jako odpowiednich pochłaniaczy dwutlenku węgla.



*Rysunek 54: Praca w laboratorium.*

Doświadczenie zostało powtórzone w przybrzeżnej lagunie Aveiro w celu porównania dwóch różnych ekosystemów łąk międzyzływowych Atlantyku.



*Zdjęcie 55: Aveiro.*

Na Morzu Czarnym pracowali nad studium przypadku dotyczącym wpływu robót publicznych na łąki trawy morskiej. Studium przypadku koncentruje się na różnicach między łąką trawy morskiej dotkniętą robotami publicznymi a łąką trawy morskiej, na którą roboty publiczne nie mają wpływu.

Morze Bałtyckie obejmowało analizę związku między łąkami trawy morskiej a eutrofizacją, problemem, który według najnowszego raportu IPCC na temat oceanów i kriosfery dotyka już ponad 900 obszarów przybrzeżnych i półzamkniętych mórz na całym świecie.

W ten sposób studenci udostępniają te badania ekologiczne publiczności poprzez krótkie filmy, w których prezentują swoje wyniki, analizy, uzasadnienia poparte nauką i wnioski.

### 3.7. CZTERY KLIMATY



*Zdjęcie 56: Nawigacja w Ría de Noia.*

W celu dostosowania metodologii i podejścia e-InnoEduCO<sub>2</sub> do różnych wspólnot autonomicznych, wyartykułowano kandydaturę Agrupación escolar Cuatro Climas, która została sfinansowana w ramach dotacji na promocję klastrów szkolnych z Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa Ministerstwa Edukacji.

W celu jego rozwoju zaplanowano 4 mobilności, po jednej w każdej ze wspólnot autonomicznych, które są członkami konsorcjum, w celu porównawczego zbadania międzyżyłowych łąk trawy morskiej w Rías Baixas, bagien Santoña w Kantabrii, tych z Doñana w Andaluzji i tych z wyspy Tabarca we Wspólnocie Walenckiej. Podczas wydarzenia zostaną zaprezentowane krótkie filmy producentów szkolnych, występy naukowo-artystyczne w ramach projektu SostenArte oraz fotorelacje z różnych działań.

Pierwszy pobyt grupy odbył się w ostatnim tygodniu marca 2023 r. w Galicji, koordynowany przez IES Virxe do Mar de Noia pod hasłem "*Las Rías Baixas vistas desde Cuatro Climas*" (*Rías Baixas widziane z czterech klimatów*). Wzięły w nim udział centra Kantabrii i Andaluzji, a centrum Wspólnoty Walenckiej zostało połączone telematycznie.

Podczas tego pobytu omówiono związki łąk trawy morskiej z oczyszczaniem wody, wiązaniem osadów i poprawą reprodukcji gatunków, a także krótkie filmy nakręcone przez produkty szkolne. Ponadto przedstawiono wymiar klimatyczny północno-zachodniego Atlantyku.

z opieki nad obszarem chronionym Parku Naturalnego Dunes de Corrubedo. Odbyło się również spotkanie z naukowcami, którzy prowadzą uczniów w badaniach nad ekologią i ochroną genetycznej różnorodności biologicznej w celu zorganizowania działań badawczych w obszarze międzypluwym Testal, ze zbieraczami skorupiaków i naukowcami. Ekosystemy Rías Baixas zostały zinterpretowane w Akwariuz Finisterrae w A Coruña i Muzeum Bioróżnorodności Uniwersytetu w Santiago de Compostela, gdzie zilustrowano gatunki w celu konceptualizacji relacji ekologicznych w tych społecznościach i przekazania wiedzy społeczeństwu poprzez krótkie filmy wyprodukowane przez studentów i występy muzyczne.



*Zdjęcie 57: Muzeum Bioróżnorodności.*



*Zdjęcie 58: Tambre I.*

W celu zlokalizowania mulistej sedymentologii, w której rozwijają się międzyplywowe łąki skorupiaków Testal, oraz charakteru ujść rzek, zwizualizowano przybycie górskiej rzeki Tambre do obszaru wpływu pływów. Zwizualizowaliśmy również klasyczną turbinę zapory, która biegnie wzdłuż zbocza góry elektrowni wodnej Tambre I, z nowoczesną turbiną Tambre II, która jest zasilana wodą z dna zbiornika Barrié de la Maza, z wodą kierowaną przez tunel i z dużą zawartością mulistego osadu, którego część filtruje Zostera.

Drugi pobyt w ramach projektu był koordynowany przez IES Bernardino de Escalante de Laredo w ramach tematu STEAM projektu "SostenArte", który doprowadził do muzycznego występu wideo, którego celem jest zintegrowanie sztuki w celu przekazania opinii publicznej pilnej potrzeby dbania o trawy morskie. Wydarzenie miało miejsce w pierwszym tygodniu kwietnia 2023 roku.

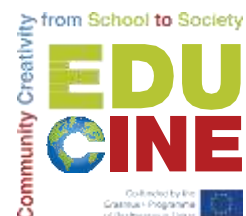


**Zdjęcie 59:** Źródło rzeki Ebro.

Tam przeanalizowano źródła rzek w górach wapiennych, wizualizując kolor spowodowany rozpuszczaniem wapienia z Ebro, w celu zidentyfikowania wapiennego charakteru mulistej sedymentologii bagien Santoña, u ujścia rzeki Ansón, gdzie rozwijają się łąki morskie.

Ekosystem Zostera w Parku Naturalnym Bagien Santoña został przeanalizowany w celu zbadania łąk trawy morskiej *Zostera noltii* podczas odpływu. Aby to wyrazić, opracowano spektakl muzyczny *SostenArte* poprzez warsztaty mające na celu przygotowanie akcji artystycznej, w której ekosystemy, zrównoważony rozwój i sztuka połączą się w utworze "SostenArte", który został zwizualizowany ostatniego dnia w Casa de Cultura w Laredo. W tej mobilności ośrodki w Galicji i Walencji będą uczestniczyć

## ROZDZIAŁ 3: NAJLEPSZE PRAKTYKI OBYWATELSKICH PROJEKTÓW NAUKOWYCH I ŁĄCZENIE ZASOBÓW



osobiście, a ośrodek w Andaluzji będzie połączony telematycznie.





*Zdjęcie 60: Santoña i Laredo.*



*Rysunek 61: Sostenarte w warsztacie.*

Planowany jest na rok akademicki 2023-2024, pobyt koordynowany przez IES Sixto Marco z Elx pod hasłem "*Morfologia wybrzeża i Posidonia oceanica. Linia brzegowa Santa Pola i wyspa Nueva Tabarca. Łąki Posidonia oceanica*". Wezmą w nim udział ośrodki Kantabrii i Andaluzji, a ośrodek Galicji zostanie połączony telematycznie. Odbędzie się wizyta w celu poznania środowiska rezerwatu morskiego wyspy New Tabarca i morfologii wybrzeża Santa Pola, a także zostanie przeanalizowany przybrzeżny teren podmokły na południu prowincji Alicante: Santa Pola Salt Flats. Działania nurkowe zostaną przeprowadzone w celu zarejestrowania kluczowych obrazów dla filmu dokumentalnego na łąkach Tabarca.

Mobilność w Andaluzji odbędzie się również w roku akademickim 2023-2024, koordynowanym przez IES Averroes w Kordobie. Wezmą w niej udział ośrodki z Galicji i Wspólnoty Walenckiej, a ośrodek kantabryjski dołączy do nich tematycznie. Dokument młodzieżowy zakończy się badaniem pomnika przyrody Sotos de la Albolafia, na miejskim odcinku rzeki Gwadalkiwir, aby zastanowić się nad znaczeniem ochrony środowiska rzeczno-terenowego dla dobrego stanu łąk, kończąc tę analizę wizytą w Parku Narodowym Doñana z badaniem obszaru przybrzeżnego, bagien El Rocío i Arroyo de La Rocina w północnej części parku; w tym wizyta w Parku Przyrody Hornachuelos, który stanowi część Rezerwatu Biosfery Dehesas de Sierra Morena.

## ODNIESIENIA

- ę 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 zasobów rybnych. *Nature climate change*, 4 (3), 211-216.
- ę Doney, S. C. (2006). Plankton w cieplejszym świecie. *Nature*, 444 (7120), 695-696.
- ę IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK i New York, NY, USA, 755 s. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- ę Sónora-Luna, F., & Alonso-Méndez, A. (2018). Ocean pod wpływem globalnych zmian: od nauki do szkoły. *International Journal of Environmental and Science Education*, 13 (2), 97-112.
- ę Sónora-Luna, F., Rodríguez-Ruibal, M. M., & Troitiño, R. (2009). Aktywny model edukacji ekologicznej: praktyki związane ze zmianami klimatu. *Earth Science Education*, 17 (2), 196-206.
- ę Sónora-Luna, F., Suárez, E. F., Carrión, C. B., & Méndez, A. A. (2019). Investigación de Ecoloxía Escolar nunha pradaria de Zos-tera nolteii. *Innovación educativa*, (29), 27-43.

## STRONY INTERNETOWE

- ę [www.climantica.org](http://www.climantica.org)
- ę [www.educo2cean.org](http://www.educo2cean.org)
- ę [www.innoeduco2.org](http://www.innoeduco2.org)
- ę [www.4climas.org](http://www.4climas.org)

## Zwolnienie z odpowiedzialności

---

Projekt został zrealizowany przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej. Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko jej autora i Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w niej zawartość merytoryczną.

