

## Moduł – Ślad ekologiczny

„Pozostałości w środowisku – co przyczynia się do śladu ekologicznego płynnego detergentu?”

### Materiały dla nauczycieli

Materiały dydaktyczne powstałe na podstawie tygodniowego kursu badawczego, przeznaczonego dla uczniów szkół podstawowych. Kurs ten stanowi część inicjatywy edukacyjnej „Forscherwelt”, znanej w Polsce pod nazwą *Świat młodych badaczy*.

Koncepcja oraz scenariusze zajęć zostały opracowane pod kierunkiem prof. dr Katrin Sommer, kierownik Zakładu Dydaktyki Chemii na Uniwersytecie Ruhry w Bochum w Niemczech, przy wsparciu ekspertów firmy Henkel.

Eksperymenty są przeznaczone dla uczniów szkół podstawowych na poziomie klasy trzeciej i czwartej.

## Wprowadzenie

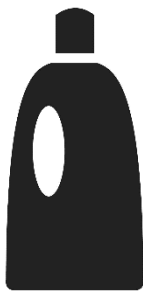
Ślad ekologiczny, ocena i analiza cyklu życia, ślad węglowy, to określenia techniczne opisujące wpływ produktu na środowisko. Analizując te pojęcia bardziej szczegółowo, z pewnością znaleźlibyśmy różnice między nimi oraz cechy charakterystyczne tych parametrów pod kątem ich wpływu na środowisko. Elementem wspólnym tych określeń jest jednak fakt, że wszystkie odnoszą się do całego cyklu życia produktu – od pozyskania surowca po utylizację.

Ponieważ dokładne definicje i naukowe metody kalkulacji są zbyt trudne do zrozumienia dla dzieci na poziomie szkoły podstawowej, nie będziemy zagłębiać się w szczegóły poszczególnych terminów technicznych. Zamiast tego chcemy przekazać podstawową zasadę, zgodnie z którą jedynie całościowy obraz całego cyklu życia produktu pozwala nam ocenić, czy dany produkt jest mniej czy bardziej przyjazny dla środowiska. Na przykład nie jest do końca prawdą, że samochód elektryczny jest przyjazny dla środowiska. Jeżeli jest ładowany energią elektryczną z nieefektywnej elektrowni opalanej węglem brunatnym, a jego akumulator został wyprodukowany z surowców pozyskanych z wykorzystaniem pracy dzieci, korzyści dla środowiska są co najmniej wątpliwe.

W tym module skupimy się na cyklu życia płynnego detergentu. Zaczniemy od jego kluczowych składników, zastanowimy się jak go stosować, aby minimalizować jego wpływ na środowisko, i zbadamy efekt cieplarniany. Sporo uwagi poświęcimy też opakowaniu produktu.

## Tematy w tym module

- 1 Co sprawia, że detergent usuwa zabrudzenia?
- 2 To wszystko kwestia dawkowania
- 3 Pranie w zbyt wysokiej temperaturze?
- 4 Efekt cieplarniany i CO<sub>2</sub>
- 5 Opakowanie – cel, materiał, sposób
- 6 Nie wszystkie tworzywa sztuczne są takie same
- 7 Folie rozpuszczalne w wodzie – alternatywa dla tworzyw sztucznych?
- 8 Badanie folii rozpuszczalnych w wodzie



## Co sprawia, że detergent usuwa zabrudzenia?

Krótkie wprowadzenie przedstawiono w tym [filmie](#) (w języku angielskim).

### Środki powierzchniowo czynne a napięcie powierzchniowe

Materiały dla całej grupy

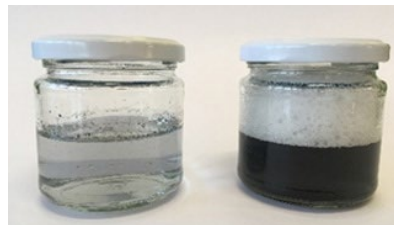
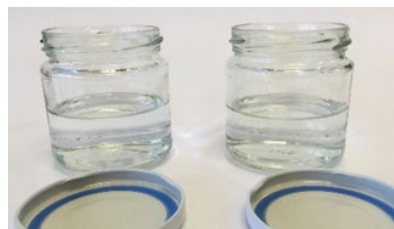
- Trzy pinezki
- Szklana miseczka lub zlewka
- Pipeta
- Płynny środek powierzchniowo czynny (np. SLES – sól sodowa kwasu lauryloetoksylowego; ewentualnie można zastosować detergent, np. płyn do mycia naczyń)



### Środki powierzchniowo czynne i zachowanie się zanieczyszczeń w wodzie

Materiały dla całej grupy

- Dwa szklane pojemniki z zakrętkami (np. małe słoiki)
- Pipeta
- Odrobina sadzy na szpatułce (np. pozyskana poprzez potarcie szpatułką kawałka węgla)
- Płynny środek powierzchniowo czynny (np. SLES – sól sodowa kwasu lauryloetoksylowego; ewentualnie można zastosować detergent, np. płyn do mycia naczyń)



### Usuwanie plam z oleju

Materiały dla całej grupy

- Dwa szklane pojemniki z zakrętkami
- Pipeta
- Butelka oliwy z oliwek z zakraplaczem
- Dwie bawełniane szmatki (ok. 5 x 5 cm)



## To wszystko kwestia dawkowania

W trosce o środowisko, należy stosować tylko taką ilość detergentów, jaka jest konieczna. Prawidłowe dozowanie detergentu jest uzależnione od twardości wody. Decydują o niej głównie jony wapnia i magnezu zawarte w wodzie. Minerale te zakłócają proces prania lub mycia, ponieważ mogą wiązać środki powierzchniowo czynne i mydła zawarte w detergencie. Dlatego po dodaniu płynnego detergentu, twarda woda staje się mętna i powstaje mniej piany niż w przypadku wody miękkiej.

### Różne rodzaje wody

Materiały dla całej grupy

- Dwie łyżki stołowe
- Śweczka typu tealight
- Zapałki
- Drewniana łapa
- Dwie próbki wody: A – woda destylowana i B – woda twarda

Uczniowie muszą najpierw zapoznać się z zasadami bezpieczeństwa oraz nie mogą pracować bez nadzoru.

### Co dzieje się z płynnym detergentem w miękkiej i twardej wodzie?

Materiały dla całej grupy

- Dwie zlewki o pojemności ok. 1000 cm<sup>3</sup>
- 500 ml wody destylowanej
- 500 ml wody twardej
- 20 ml płynnego detergentu
- Pipeta lub mały cylinder miarowy
- Bagietka (pręcik szklany)



### Piana

Materiały dla całej grupy

- Dwie jednolitrowe butelki PET z zakrętkami
- Lejek
- Wodoodporny flamaster
- Cylinder miarowy o pojemności 100 ml
- 1 litr wody twardej lub 1 litr wody destylowanej
- 5 ml płynnego detergentu



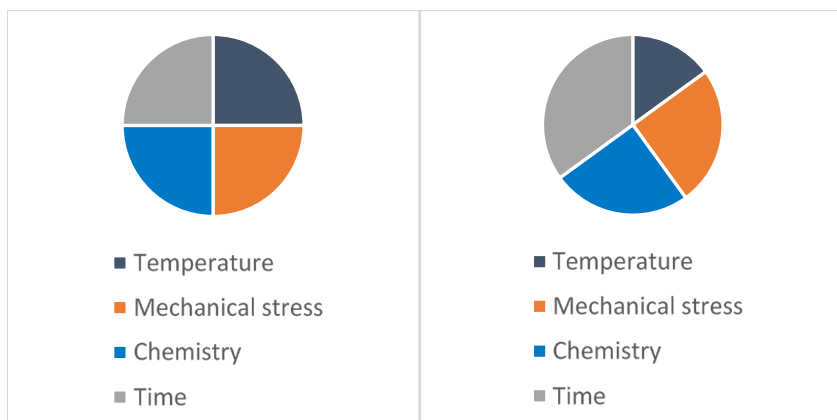
## Pranie w zbyt wysokiej temperaturze?

Szczegółowe informacje na temat kontekstu naukowego podano [tutaj](#) (w języku angielskim).

W skrócie:

Skuteczność prania zależy zasadniczo od czterech czynników: temperatury prania, działania sił mechanicznych na tkaninę, czynników chemicznych (ilości i jakości detergentu) oraz czasu. Zależność ta została nazwana „kołem Sinnera” od nazwiska dr. Sinnera, dawnego pracownika naukowego firmy Henkel, który opisał tę zależność po raz pierwszy.

Omawiana zależność jest przedstawiana w formie schematu kołowego – stąd „koło” Sinnera. Schemat ilustruje, w jaki sposób obniżenie jednego z parametrów można zrekompensować poprzez wzmocnienie innych parametrów. Na przykład: niższą temperaturę prania można zrekompensować poprzez wydłużenie czasu prania.



Koło Sinnera leży u podstaw eksperymentów dotyczących prania. Ponadto, można zbadać wpływ składu detergentów oraz wpływ stosowanej ilości wody.

## **Poplamione tkaniny**

Materiały dla całej grupy

- Kawałek białej tkaniny bawełnianej (ok. 30 cm x 30 cm)
- 5 ml soku z buraków
- 5 ml kakao
- 20 ml płynnego detergentu
- 1 łyżka stołowa ketchupu

## **Eksperymenty związane z praniem**

Materiały dla całej grupy

- 1 zlewka (o pojemności 1 litra)
- Mieszadło magnetyczne z grzaniem (jeżeli nie jest dostępne można mieszać ręcznie)
- Pipeta
- 5 ml płynnego detergentu
- Ciepła woda
- Termometr

Testy prania są prowadzone w kilku grupach. Jeżeli to możliwe, co najmniej dwie grupy powinny przeprowadzać testy prania w tych samych warunkach.

Należy wybrać trzy rodzaje zabrudzeń, należące do trzech różnych kategorii. Sok z buraków jest jednym z zabrudzeń „wybielalnych”, kakao zawiera białko i najlepiej usuwa się je za pomocą enzymów detergentowych, podobnie jak ketchup zawierający wiele węglowodanów.

Podczas analizy wyników eksperymentów można zauważyć, że szczególnie plamy z kakao są spierane w temperaturach poniżej 60°C. Wysokie temperatury mogą mieć negatywny wpływ zarówno na plamy zawierające białko, jak i enzymy znajdujące się w detergentach.

Wniosek: niska temperatura prania może przynieść dobry efekt oraz jednocześnie znaczną oszczędność energii.

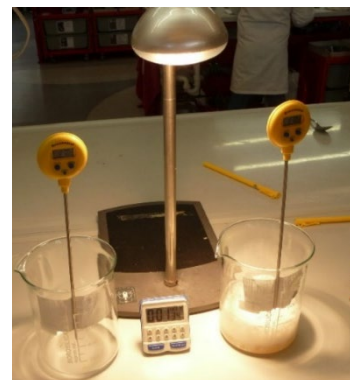
## Efekt cieplarniany i CO<sub>2</sub>

W uproszczeniu, efekt cieplarniany występuje wtedy, gdy tzw. gazy cieplarniane obecne w atmosferze Ziemi „przechwytyją” ciepło słońca. Najbardziej znanym gazem cieplarnianym jest dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>). Pochłania on światło słoneczne o długościach fal w zakresie promieniowania ciepłego (w podczerwieni). Atmosfera zawierająca znaczne ilości CO<sub>2</sub> pochłania zatem więcej promieniowania ciepłego i ogrzewa się szybciej, niż atmosfera zawierająca mniejsze ilości CO<sub>2</sub>.

Efekt ten można odtworzyć za pomocą prostego eksperymentu. Do tego celu potrzebne będą dwa pojemniki (zlewki), które będą reprezentować dwie atmosfery: jedną z niewielką ilością CO<sub>2</sub> i drugą z dużą ilością CO<sub>2</sub>. Dwutlenek węgla jest wytwarzany w jednej ze zlewek w reakcji octu z węglanem wapnia. Powstający gaz jest cięższy od powietrza i zbiera się na dnie zlewki.

### Materiały dla całej grupy

- 2 wysokie zlewki o pojemności 2 litrów
- 2 termometry cyfrowe (z dokładnością do 0,1°C)
- 1 lampa grzewcza o mocy 250 W
- 1 statyw z łapą do zamocowania lampy
- Taśma klejąca
- Czasomierz
- 10 g sproszkowanego węglanu wapnia
- 50 ml octu (o stężeniu 5–6%)



Aby móc jak najlepiej zmierzyć efekt, przy ustawianiu aparatury należy wziąć pod uwagę kilka kwestii:

1. Konstrukcja musi być symetryczna, tzn. zlewki i termometry muszą znajdować się w takiej samej odległości od lampy.
2. Temperatura początkowa w obu naczyniach powinna być maksymalnie zbliżona; można to osiągnąć na przykład poprzez przygotowanie aparatury dzień wcześniej, tak aby poszczególne jej elementy miały czas na dostosowanie się do temperatury pokojowej.
3. Aparaturę należy ustawić w miejscu bez przeciągów; przeciąg w pomieszczeniu, np. z klimatyzacji, zakłóci pomiar.

Obejrzyj film: [Wyjaśniamy efekt cieplarniany \(w butelce\)](#) (w języku angielskim).



## Opakowanie – cel, materiał, sposób

Plastik jest zły. Szkło jest dobre. Taki panuje powszechny pogląd. Plastik (tworzywo sztuczne) jako materiał opakowaniowy popadł w niełaskę. Jednak plastik cechuje się nie tylko złymi właściwościami.

Podczas tych zajęć porównamy pięć różnych materiałów opakowaniowych i ich właściwości. Właściwości te mają decydujące znaczenie dla obszarów zastosowania, a następnie recyklingu materiałów.

### **Forma**

Materiały dla całej grupy

- Pięć różnych opakowań wykonanych z drewna, szkła, tektury, tworzywa sztucznego i metalu.

### **Właściwości materiałów**

Materiały dla całej grupy

- 2–3 monety
- 2–3 niewielkie kawałki drewna; np. drewniane widelczyki do frytek
- 2–3 szklane kulki (np. koraliki)
- 2–3 kawałki cienkiego kartonu
- 2–3 małe kawałki wycięte z opakowań z tworzyw sztucznych (różne rodzaje)

## Nie wszystkie tworzywa sztuczne są takie same

W zależności od przeznaczenia, opakowania produkuje się z różnych tworzyw sztucznych. Tworzywa sztuczne różnią się pod względem właściwości. Aby można było je jak najlepiej ponownie wykorzystać, należy je oddzielić od siebie w procesie recyklingu. Wykorzystuje się przy tym różne gęstości materiałów.

Na tej lekcji dzieci poznają najpopularniejsze tworzywa sztuczne oraz ich oznaczenia (symbole). Nauczą się również, w jaki sposób wykorzystywać w procesie rozdzielania odpadów plastikowych, różne właściwości tworzyw, np. unoszenie się na wodzie/opadanie na dno.

### **Poznaj różne rodzaje tworzyw sztucznych**

Dobry przegląd symboli materiałów do recyklingu można znaleźć [tutaj](#).

Materiały dla całej grupy

- Ok. 5–6 pustych opakowań z tworzyw sztucznych różnego rodzaju

### **Właściwości tworzyw sztucznych – unoszenie się na wodzie / tonięcie**

Materiały dla całej grupy

- Zlewka o pojemności 250 ml lub duża szklanka
- Kawałki plastiku wielkości paznokcia, wykonane z różnych tworzyw sztucznych (PE, PS, PVC, PET)

### **Unoszenie się na wodzie / tonięcie plastiku jako technika oddzielania tworzyw sztucznych**

Materiały dla całej grupy

- Zlewka o pojemności 250 ml lub duża szklanka
- Kawałki plastiku wielkości paznokcia, wykonane z różnych tworzyw sztucznych (PE, PS, PVC, PET)
- Sól kuchenna
- Szpatułka-łyżeczka (lub łyżeczka)

## **Praktyczne wykorzystanie wiedzy na temat rozdzielania tworzyw sztucznych**

Materiały dla całej grupy

- Zlewka o pojemności 250 ml lub duża szklanka
- Kawałki plastiku wielkości paznokcia, wykonane z różnych tworzyw sztucznych (PE, PS, PVC, PET)
- Sól kuchenna
- Szpatułko-łyżeczka (lub łyżeczka)

## Folie rozpuszczalne w wodzie – alternatywa dla tworzyw sztucznych?

W pewnym stopniu, folie rozpuszczalne w wodzie mogą zastępować opakowania wykonane z tworzyw sztucznych. Na przykład tabletki do zmywarek lub kapsułki piorące pakuje się w folie wytworzone z alkoholu poliwinylowego. Rynek oferuje również materiały opakowaniowe na bazie skrobi, wykorzystywane na przykład jako materiał wypełniający, w celu zabezpieczenia delikatnych przedmiotów podczas transportu.

### Rozpuszczalna w wodzie folia na bazie skrobi

Materiały dla całej grupy

- Ok. 5 g skrobi kukurydzianej
- 4 ml gliceryny
- Zlewka o pojemności 250 ml
- Mieszadło magnetyczne z grzaniem lub płyta grzejna
- Bagietka (pręcik szklany)
- Waga
- Szpatułka
- Cylinder miarowy
- Pokrywka pojemnika do przechowywania z tworzywa sztucznego



### Rozpuszczalna w wodzie folia PVA

Materiały dla całej grupy

- 10 g alkoholu poliwinylowego (o masie cząsteczkowej ok. 70 000 u)
- 4 ml gliceryny
- Zlewka o pojemności 250 ml
- Mieszadło magnetyczne z grzaniem lub płyta grzejna
- Blender ręczny
- Waga
- Szpatułka
- Cylinder miarowy
- Pokrywka pojemnika do przechowywania z tworzywa sztucznego



Po nałożeniu przygotowanych mieszanin na plastikowe pokrywki, należy je pozostawić do wyschnięcia na około dobę.

## Badanie folii rozpuszczalnych w wodzie

Teraz folie rozpuszczalne w wodzie, wytworzone w trakcie ostatnich zajęć, mogą zostać zbadane przez uczniów. W tym celu należy je delikatnie zdjąć z plastikowych pokrywek.

### Porównanie folii na bazie skrobi i folii PVA

Materiały dla całej grupy

- Folie własnej produkcji
- Mała zlewka
- Bagietka (szklany pręcik)

### Porównanie PE i PVA

Materiały dla całej grupy

- Plastikowe woreczki wykonane z PE (polietylenu)
- Woreczki z PVA (przybory wędkarskie)
- Pęseta
- Pipeta
- Miska plastikowa
- Zlewka
- Stężony roztwór soli kuchennej
- Płynny detergent



## Linki

- <https://www.cleanright.eu/en/laundry-room.html>
- [https://www.youtube.com/watch?v=\\_6xINyWppB8](https://www.youtube.com/watch?v=_6xINyWppB8)
- <https://www.york.ac.uk/res/sots/activities/soapysci.htm>
- [https://www.youtube.com/watch?v=cYOC8\\_jJcII](https://www.youtube.com/watch?v=cYOC8_jJcII)