



### *Obserwowanie, opisywanie i identyfikowanie chmur*

Ucniowie zaczn¹ siê uczyæ rodzajów i nazw chmur

### *Ocena zachmurzenia: symulacja*

Ucniowie béd¹ æwiczyæ umiejêtnoœæ okreœlania stopnia zachmurzenia

### *Poznawanie klatki meteorologicznej*

Pracuj¹c w grupach, ucniowie béd¹ okreœlaæ, w jaki sposób lokalizacja klatki meteorologicznej mo¿e wp³ywaæ na dok³adnoœæ pomiarów

### *Budowa termometru*

Ucniowie béd¹ konstruowaæ prosty termometr w celu zrozumienia w jaki sposób i dlaczego w³asnie tak zachowuje siê p³yn w termometrze

### *Ziemia, woda, powietrze*

Dzia³ania te uzmys³owi¹ uczniom, w jaki sposób ró¿nice w nagrzewaniu siê ziemi i wody wp³ywaj¹ na pogodê

### *Obserwacja chmur*

Ucniowie dziêki obserwacji chmur i pogody zaczn¹ rozumieæ zwi¹zki miêdzy nimi



# Obserwowanie, opisywanie i identyfikowanie chmur



## Zadanie

Umożliwienie uczniom prowadzenia obserwacji chmur, opisywania ich prostym językiem oraz porównywania tych opisów z ich oficjalnymi nazwami

## Znaczenie

Uczniowie obserwuj<sup>1</sup> i szkicuj<sup>1</sup> chmury, określaj<sup>1</sup> ich kształty. W fazie początkowej ich opisy będą miały charakter bardziej osobisty, później zaczną używać języka bardziej naukowego. Będą starać się skorelować swoje opisy z oficjalną klasyfikacją 10 rodzajów chmur stosowaną w Programie GLOBE. Każdy uczeń utworzy swój własny poradnik do rozpoznawania chmur, którego będzie używał równoległe z Atlasem Chmur Programu GLOBE

## Czas

Dwie jednostki lekcyjne. Zajęcia można powtarzać w dniach, w których pojawią się inne rodzaje chmur

## Poziom nauczania

Wszystkie

## Główne pojęcia

Chmury rozpoznaje się na podstawie ich kształtu, wysokości oraz cech powstającego z nich opadu

## Umiejętności

Obserwowanie i opisywanie pojawiających się chmur

Identyfikowanie podstawowych 10 rodzajów chmur

Szacowanie wysokości chmur

Zapisywanie i porządkowanie danych odnoszących się do chmur w Naukowym Notatniku GLOBE

## Źródki dydaktyczne

Atlas chmur Programu GLOBE

Obserwacja Rodzajów Chmur – zdjęcia (w złączniku)

Naukowy Notatnik GLOBE

Literatura pomocnicza na temat chmur

Aparat fotograficzny lub kamera wideo (opcja)

## Przygotowanie

Atlas chmur

## Wprowadzenie

Warunkiem dobrego przewidywania pogody jest prowadzenie dokładnych i regularnych obserwacji. Ludzkie oko jest jednym z najlepszych (i najtańszych) przyrządów do obserwacji pogody. Wiele z tego co wiemy o pogodzie pochodzi z bezpośrednich obserwacji dokonywanych przez ludzi w ciągu tysięcy lat. Jakkolwiek umiejętność identyfikowania rodzajów chmur jest cenna sama w sobie, to jednak regularne obserwowanie chmur i zestawianie wyników obserwacji z typem pogody w danym momencie pozwoli uczniom wychwycić związki między zachmurzeniem a pogodą. Jeżeli rozpoznamy dany rodzaj zachmurzenia, możemy przewidzieć typ pogody

w najbliższej przyszłości. Tych wszystkich związków nie będziemy tu opisywać, gdyż istnieje wiele księzek, które mogą pomóc uczniom te zależności zrozumieć. Zapraszajcie meteorologa z najbliższej stacji do naszej szkoły i pozwalajcie mu na rozmowę z uczniami możemy być pewni, że zainteresują się oni związkami między rodzajem zachmurzenia a przebiegiem pogody.

W tym fragmencie procesu dydaktycznego proponujemy uczniom aby dokładnie przyrzekli się chmurom, naszkicowali je i opisali własnymi słowami, bez używania określeń fachowych. Te czynności można wielokrotnie powtarzać w te dni, kiedy jest inny rodzaj zachmurzenia. Można sobie pozwolić na działania

spontaniczne i wyprowadzają dzieci z klasy w każdej sytuacji, w której pojawi się nowy rodzaj chmury. Po pewnym czasie, dzięki takim działaniom, uczniowie poznają rodzaje chmur. Jeżeli jednak nie mamy możliwości częstego wychodzenia z klasy, takie obserwacje możemy prowadzić również przez okno.

## ***Rozpoznawanie i klasyfikacja chmur***

W protokołach Programu GLOBE musimy oznaczyć dziesięć najbardziej popularnych rodzajów chmur. Ich nazwy tworzone są w oparciu o trzy parametry: kształt, wysokość na której się pojawiają, oraz od faktu, czy powstaje z nich opad.

1. Wyróżniamy trzy podstawowe kształty chmur:

*cumulus* (kłębiaste)

*stratus* (warstwowe)

*cirrus* (pierzaste)

2. Chmury pojawiają się na różnych wysokościach – umownie wydzielono trzy piętra, biorąc pod uwagę wysokość podstawy chmur.

Chmury wysokie, występujące na wysokościach ponad 6000 m, określane jako „cirrus” lub „cirro”

*cirrus*

*cirrocumulus*

*cirrostratus*

Chmury średnich wysokości (2000 – 6000 m) oznaczono przedrostkiem „alto”

*altocumulus*

*altostratus*

Natomiast do chmur niskich (poniżej 2000 m) zaliczamy:

*stratus*

*nimbostratus*

*cumulus*

*stratocumulus*

*cumulonimbus*

**Uwaga:** Chmury cumulus i cumulonimbus mogą mieć podstawę na wysokości mniejszej niż 2000 m, jednak ze względu na dużą rozciągłość pionową mogą sięgać do piętra średniego, a nawet wysokiego. Określane są one

mianem „chmur rozwoju pionowego”.

Chmury, w nazwie których znajduje się przedrostek „nimbus-” lub „nimbo-” są chmurami przynoszącymi opad.

## ***Identyfikacja chmur***

Oto kilka wskazówek, które będą pomocne w identyfikowaniu i nazywaniu chmur zgodnie z oficjalną klasyfikacją.

Chmury w postaci delikatnych wódek, pasm lub śawic, wysoko na niebie, są chmurami typu cirrus. Jeżeli taki cirrus składa się z kłębów, ziaren i zmarszczek, nazywamy go cirrocumulusem. Jeżeli natomiast jest to cienka biała zasłona o gładkim lub wódknistym wyglądzie, mówimy o cirrostratusie.

Chmury piętra średniego mają nazwy z przedrostkiem „alto-”. Jeżeli są warstwowe, nazywamy je altostratusem. Jeżeli natomiast są kłębiaste, nazywamy je altocumulusem.

Chmury, które powstają na niskich wysokościach (poniżej 2000 m), należą do rodzaju cumulus albo rodzaju stratus. Cumulusy są chmurami kłębiastymi. Stratusy natomiast występują pod postacią mglistej, szarej i prawie jednostajnej warstwy, pokrywającej znaczne połacie nieba.

Chmury niskie, ciemne, z których w danej chwili pada deszcz, oznaczają się słowem „nimbus”. Nimbostratusy zakrywają całe niebo, są tak grube, że przesłaniają słońce, dają z reguły ciągły opad. Są one bardziej rozległe w wymiarze poziomym niż w pionowym. Opad związany z nimbostratusem na ogół jest mały lub średnio intensywny, występuje na dużym obszarze i jest długotrwały. Cumulonimbus ma ciemną podstawę, rozległy kłębiasty pióropusz, często w kształcie kowadła. Daje on intensywny opad, któremu towarzyszą pioruny i błyskawice.

## ***Korzystanie z fotografii***

Nie trudno będzie znaleźć fotografie chmur w księgach, pismach i na planszach. Na pewno jednak dużym radość sprawi uczniom wykonywanie własnych zdjęć. Teraz będziemy na



wprowadziæ po realizacji etapów wcześniejszych, tj. szkicowania i opisywania w³asnymi s³owami obserwowanych chmur. Stosowanie zdjêæ video ukazuj¹cych chmury w ruchu stworzy uczniom now¹ perspektywê poznawania procesu formowania siê chmur.

## Czêœæ 1: Opisywanie chmur w³asnymi s³owami

### *Co robiæ i jak to robiæ*

1. Ê¹czymy uczniów w pary i wysy³amy ich na zewn¹trz w celu obserwowania chmur. Ka¿dy z uczniów powinien narysowaæ doœæ dok³adny szkic chmury. Je¿eli na niebie jest kilka rodzajów chmur, nale¿y naszkicowaæ ka¿dy z nich na odrêbnej stronie w notatniku.

2. Uczniowie powinni odnotowaæ dok³adny czas i datê obserwacji, a obok rysunku umieœciæ opis chmury. Mog¹ u¿ywaæ tylu s³ów, ile jest konieczne do opisania wygl¹du chmur. Nale¿y podkreœliæ, ¿e w trakcie opisywania nie ma okreœleñ dobrych i z³ych – mog¹ u¿ywaæ dowolnych s³ów, je¿eli tylko uznaj¹, ¿e s¹ one odpowiednie do opisu.

Niektóre mo¿liwe okreœlenia uczniów:

*Wielkoœæ:* ma³a, du¿a, ciê¿ka, lekka, gêsta, gruba

*Kszta³t:* puszysta, kosmata, w³óknista, poszarpana, g³adka, wystrzêpiona, pstra, wygl¹daj¹ca jak...

*Kolor:* szara, czarna, bia³a, srebrzysta, mleczna

*Okreœlenia:* burzowa, gro¿na, piêkna, rozrastaj¹ca siê, mglista, porozrywana, poruszaj¹ca siê, ponura, mroczna, k³êbi¹ca siê, wiruj¹ca, pr¹¿kowana i in.

3. Po powrocie do klasy pary powinny siê z powrotem po³¹czyæ w celu porównania swoich opisów. Nastêpnie nale¿y poprosiæ ka¿d¹ czteroosobow¹ grupê, aby sporz¹dzi³a zbiorcz¹ „grupow¹ listê” wszystkich s³ów u¿ytych do opisu ka¿dego rodzaju chmury. Nastêpnie powinni oni dokonaæ selekcji s³ów i wybraæ te, które ich zdaniem najlepiej nadaj¹ siê do opisu danego rodzaju chmury.

4. Korzystaj¹c z Atlasu Chmur, powinni porównaæ swoje szkice z zawartymi tam fotografiami i przyporz¹dkowaæ „swoj¹” chmurê do okreœlonego rodzaju. Na marginesie swojego rysunku zapisuj¹ naukow¹ nazwê danej chmury.

## Czêœæ 2: Porównywanie w³asnych opisów z opisami oficjalnymi

### *Co robiæ i jak to robiæ*

1. Kiedy uczniowie bêd¹ mieli wiele opisów chmur, przeprowadzamy w klasie dyskusjê. Czteroosobowy zesp³ uczniów na tablicy rysuje chmurê i zapisuje s³owa u¿ywane do jej opisu. Je¿eli przedmiotem obserwacji by³y ró¿ne rodzaje chmur, ka¿da grupa zajmuje siê jednym wybranym rodzajem. Mo¿na poprosiæ uczniów z innych grup, aby dodawali swoje s³owa u¿ywane do opisu tego rodzaju chmury.

Nastêpnie uczniowie grupuj¹ s³owa w zbioru o podobnym znaczeniu i nazywaj¹ specyficzne cechy chmur (takie jak rozmiar, kszta³t, kolor, wysokoœæ i inne), które odnosz¹ siê do danego zbioru.

2. Prosimy uczniów o zapisanie „oficjalnej” nazwy chmury naszkicowanej przez nich na tablicy. Przy okazji jeszcze wyjaœniamy, ¿e oficjalny system klasyfikacji chmur opiera siê na trzech podstawowych cechach, tj. ich kszta³cie, wysokoœci i opadzie który nios¹. Porównujemy ten oficjalny system klasyfikacji z systemem utworzonym przez uczniów. Które cechy chmur wyst¹pi³y (lub nie wyst¹pi³y) w ka¿dym z tych systemów? Zadaniem uczniów jest opisanie w³asnymi s³owami czterech podstawowych rodzin chmur:

*stratus* (warstwowe)

*cumulus* (k³êbiaste)

*cirrus* (pierzaste)

*nimbus* (deszczowe)

3. Czynnoœci obserwacji, szkicowania i opisywania ró¿nych rodzajów chmur nale¿y powtarzaæ w kolejnych dniach, w miarê pojawiania siê nowych chmur. Uczniowie swoim



notatniku powinni naszkicować, na oddzielnych stronach, każdy rodzaj obserwowanych chmur. Nazywaj je, mogą tam ułożyć równolegle zarówno terminów oficjalnych, jak i swoich własnych.

### ***Różnicowanie zajęć w zależności od wieku uczniów***

Uczniowie młodszy mogą opisywać cechy podstawowych rodzajów chmur – cirrus, cumulus i stratus. Mogą również określać ich wysokość w kategoriach – niskie, średnie, wysokie; a także kształt – małe, wielkie oraz kolor – białe, szare lub czarne.

Uczniowie starsi mogą formułować zależności między występowaniem określonego rodzaju chmur a przebiegiem pogody w danej chwili. Mogą oni również próbować określić prawidłowości w pojawianiu się rodzajów chmur w ciągu kilku dni i wyjaśnić czynniki wpływające na ich formowanie się.

Zajęcia tego typu stwarzają możliwość współpracy nauczycieli różnych przedmiotów, np. zajęć plastycznych i literatury. Pozwoli to opisywać chmury z zupełnie innej perspektywy, niekoniecznie ściśle naukowej.

### ***Poszerzanie zakresu badań***

Badanie korelacji między wiatrami a chmurami. Sporządzenie wykresów z kierunkami wiatrów i ich prędkości, w powiązaniu z obserwowanymi rodzajami chmur.

Wyjaśnianie związków między cyklem hydrologicznym a warunkami atmosferycznymi.

Zdjęcia satelitarne pozwalają prowadzić obserwacje dynamiki naszej atmosfery i badać zjawiska o dużym zasięgu, co nie jest możliwe z pozycji obserwatora znajdującego się na powierzchni Ziemi. Można wykorzystywać wizualizację otrzymaną z kosmosu w celu przewidywania pogody lub szlaków wędrowek huraganów. Można również dokonywać analiz i wartościować dane uzyskane z pomiarów bezpośrednich na powierzchni Ziemi z danymi otrzymanymi z satelitów (zalety i wady każdej z metod).

Wykorzystywanie zdjęć satelitarnych zawie-

rajnych informacji o zachmurzeniu i szlakach wędrowek huraganów w celu zrozumienia lokalnych warunków pogodowych. Posługiwanie się lornetką w celu obserwowania chmur i procesu ich formowania się. Korzystanie z map topograficznych zawierających charakterystyczne elementy krajobrazu w celu pomiaru prędkości przemieszczania się chmur.

**Gra w chmury #1.** Uczniowie tworzą pierwszy zestaw 10 kart, o wymiarach około 5x10 cm, zawierających nazwy 10 rodzajów chmur. Na drugim takim samym zestawie znajdują się ilustracje tych podstawowych rodzajów. Zabawa polega na przyporządkowywaniu kart z nazwami do kart z ilustracjami.

**Gra w chmury #2.** Zespoły uczniowskie wymyślają pytania dotyczące cech poszczególnych rodzajów chmur – ich wyglądu, kształtu, wysokości lub stopnia zachmurzenia nieba. Na podobnych kartach zamieszczają sformułowania będące odpowiedziami, np. „zachmurzenie rozproszone”, co stanowi odpowiedź na pytanie „Jak nazywamy stopień zachmurzenia, kiedy niebo jest pokryte chmurami od jednej dziesiątej do połowy”?



# Szacowanie stopnia zachmurzenia: symulacja



## *Zadanie*

Stworzenie uczniom warunków do zrozumienia trudności związanych z wizualnym szacowaniem wielkości zachmurzenia określonego procentowo; ćwiczenie umiejętności szacowania stopnia zachmurzenia z użyciem odpowiednich arkuszy papieru; ocenianie dokładności oszacowań

## *Znaczenie*

Uczniowie, pracując parami, posługując się odpowiednimi arkuszami papieru, będą szacować stopień zachmurzenia. Będą oni oceniać stopień zachmurzenia w procentach i odpowiednio przyporządkowywać go do jednej z wcześniej wyróżnionych klas

## *Czas*

Jedna godzina lekcyjna

## *Poziom nauczania*

Średni i zaawansowany

## *Główne pojęcia*

Zastosowanie symulacji do wyjaśniania dokładności obserwacji

## *Umiejętności*

*Szacowanie* symulacyjnej pokrywy chmur

*Komunikowanie się* wykorzystaniem języka matematyki

*Porządkowanie* danych w tabelach

## *Źródki dydaktyczne*

Naukowy notatnik GLOBE

Arkusze kolorowego papieru, po jednym białym i niebieskim dla każdego ucznia

Klej lub taśma samoprzylepna

## *Uwarunkowania*

Znajomość systemu klasyfikacji stopnia zachmurzenia

Znajomość ułamków i procentów

## *Wprowadzenie*

Nawet doświadczeni obserwatorzy miewają kłopoty z procentowym określeniem stopnia zachmurzenia. Najczęściej wynika to z faktu, że jako ludzie mamy tendencje do niedoszacowania wielkości powierzchni znajdującej się między obiektami, czyli, w naszym przypadku, między chmurami. Uczniowie będą mieli możliwość samodzielnie doświadczyć tego błędu w postrzeganiu rzeczywistości, określić jego znaczenie w pracy naukowej, a także wypracować odpowiednie strategie służące doskonaleniu dokładności obserwacji.

## *Co robić i jak to robić*

Wspólnie z uczniami przejdziemy protokół obserwacji stopnia zachmurzenia. Następnie wyjaśnimy im cel naszych ćwiczeń, którym jest symulowanie pokrywy chmur i szacowanie stopnia pokrycia nieba przez chmury, występujące w postaci białych skrawków

papieru na niebieskim tle. Objawiamy uczniom czynności, krok po kroku, tak jak to jest zapisane w punktach 3 – 6.

1. Każdy uczeń otrzymuje:

arkusz jasnoniebieskiego papieru;  
arkusz białego papieru, podzielonego na 10 równopowierzchniowych kawałków;  
Naukowy notatnik GLOBE;  
klej lub taśmę samoprzylepną.

2. Uczniowie pracują parami

3. Każda para uczniów określa procent powierzchni, którą chcą pokryć chmurami, przy czym ów procent należy podawać w zaokrągleniu do pełnych dziesiątek (np. 10%, 20%, 30%,...90%). Uczniowie zachowują w tajemnicy przed innymi wybraną wielkość.

4. Każda para pracuje oddzielnie. Z arkusza białego papieru wycina fragment odpowiadający wybranej powierzchni. Jeżeli np. dana para uczniów wybrała 30% pokrycia nieba,

odcinaj<sup>1</sup> trzy równopowierzchniowe odcinki z arkusza papieru bia³ego.

5. Nastêpnie uczniowie dr<sup>1</sup> te wybrane wycinki na ma³e nieregularne kawa³ki, które maj<sup>1</sup> imitowaæ chmury.

6. Te bia³e nieregularne kawa³ki przyklejaj<sup>1</sup> w ró¿nych miejscach na arkuszu papieru niebieskiego.

7. Uczniowskie pary odwiedzaj<sup>1</sup> swoich kolegów i próbuj<sup>1</sup> okreœliæ w procentach stopieñ pokrycia nieba przez chmury na ich arkuszach papieru. Próbuj<sup>1</sup> równie¿ dokonaæ klasyfikacji pokrycia nieba przez chmury zgodnie z przyjêtym podzia³em: „bezchmurne”, „rozproszone”, „du¿e zachmurzenie”, „pe³ne”. Uzyskane wyniki zapisuj<sup>1</sup> w swoich notatnikach, w tabelkach podobnych do zamieszczonych poni¿ej (ATM-L-1).

8. Kiedy uczniowie skoñcz<sup>1</sup> szacowanie stopnia zachmurzenia, na tablicy rysujemy tabelê (ATM-L-2), do której wpisujemy wartoœci rzeczywiste i pochodz<sup>1</sup>ce z oszacowañ uczniów.

9. Na tablicy szkolnej rysujemy nastêpnie tabelê (ATM-L-3), w rubrykach której zapisujemy liczbê przypadków poprawnych i niepoprawnych klasyfikacji.

#### ATM-L-1

Imiona	% oszacowania	Klasyfikacja*
Janek i Alicja	40%	rozproszone
Krzy¿e i Ewa	70%	du¿e zachmurzenie

\*klasyfikacja wielkoœci zachmurzenia

#### ATM-L-2

Imiona	% rzeczywisty	Niedoszacowanie (liczba wskazañ)	Oszac. poprawne (liczba wskazañ)	Nadmierne oszacowanie (liczba wskazañ)
Janek i Alicja	50%	4	5	12

#### ATM-L-3

Imiona	Prawdziwy stopieñ zachmurzenia	Klasyfikacja zbyt niska	Klasyfikacja poprawna	Klasyfikacja zbyt wysoka
Janek i Alicja	rozproszone	4	9	8

10. W klasie przeprowadzamy dyskusjê na temat dok³adnoœci naszych obserwacji.

Które obserwacje by³y dok³adniejsze – czy te, które odnosi³y siê do procentowego okreœlenia stopnia zachmurzenia, czy te¿ odnosz<sup>1</sup>ce siê do klasyfikowania do jednego z czterech stopni zachmurzenia?

Gdzie pojawia³y siê najwiêksze b³êdy? Czy w klasie pojawi³a siê tendencja do niedoszacowania lub przeszacowania pokrywy chmur?

Które czynniki wp³ywaj<sup>1</sup> na dok³adnoœæ oszacowañ (np. kszta³t chmur, ich zgrupowanie w jednym miejscu na niebie, procent pokrycia nieba przez chmury)?

Czy uczniowie mieli odczucie, ¿e szacowanie zachmurzenia wymaga pewnego talentu, czy te¿ mo¿na siê tego wyuczyæ?

W jakich innych sytuacjach umiejêtnoœæ takiej przestrzennej symulacji mog³aby byæ u¿yteczna?

Który przedzia³ klasyfikacyjny by³ dla uczniów najtrudniejszy (naj³atwiejszy) do zidentyfikowania?

Jakie przyjête przez uczniów strategie dzia³añ pomog³y im odnieœæ sukces?



## *Różnicowanie zajęć w zależności od wieku uczniów*

Uczniom klas młodszych należy przybliżyć problematykę ułamków i procentów, wraz z zamianą jednych na drugie.

Uczniowie starsi mogą nagrać na video dobową prognozę pogody wraz z symulacją zachmurzenia na następny dzień, z zaznaczeniem dominujących rodzajów chmur, stopnia zachmurzenia i widoczności.



# Poznanwanie klatki meteorologicznej



## Zadanie

Dlaczego klatka meteorologiczna jest zbudowana w ten sposób

## Znaczenie

Uczniowie bd¹ bada niektóre cechy klatki meteorologicznej i jej lokalizacj. Gwnym celem dzia³ania jest zbudowanie klatki o zmieniaj¹cych się w³aciwociach oraz zbadanie, jak te w³aciwoci wp³ywaj¹ na pomiar temperatury. Zadaniem uczniów będzie przewidywanie skutków zwi¹zanych z różnymi wariantami klatki.

## Czas

Jedna godzina lekcyjna na dyskusj i planowanie dzia³añ. Dwie lub trzy lekcje na realizacj eksperymentu modelowania klatki.

## Poziom nauczania

Wszystkie

## Gwne pojęcia

Przemieszczanie się ciep³a przez promieniowanie, przewodzenie i konwekcj

## Umiejętności

*Formu³owanie hipotezy przewidywanie*

*Planowanie eksperymentów*

*Gromadzenie danych*

*Porz¹dkowanie i analiza danych*

*Komunikowanie ustne i pisemne o wynikach eksperymentu*

## rodku dydaktyczne

Co najmniej dwie kartonowe klatki (pud³a) – w zale¿ności od liczby w³aciwoci, które chcemy przebadac i dostępności materia³u konstrukcyjnego. Najlepiej jest u¿yc gotowych pude³ po obuwiu lub p³atkach śniadaniowych. Powinny one mieć taki sam kształt i wielkość, gdy¿ te cechy nie bd¹ stanowiæ czynnika wp³ywaj¹cego na pomiar.

Dla przebadania ka¿dej w³asnoci nale¿y u¿yc co najmniej dwóch kartonowych pude³ (klatek)

W zale¿ności od liczby badanych w³asnoci, bd¹ potrzebne dodatkowe materia³y:

farby – bia³a i czarna, w celu zbadania wp³ywu koloru

dwa pdzelce

du¿e no¿yce (je¿eli sami będziemy budowac klatk z kartonu) jak równie¿ w celu zbadania wp³ywu szczelin w pudle na temperatur

papier (w celu porównania oddzia³ywania różnych materia³w z których klatka mo¿e by zbudowana)

dwa lub więcej termometrów na ka¿d¹ grup uczniwsk¹ (w zale¿ności od liczby w³asnoci badanych w tym samym czasie)

sznurek

jeden lub więcej drewnianych s³upw, wystarczaj¹co mocnych do powieszenia i przybicia gwoździami klatki

gwoździe

młotek

miarka metrowa

Wskazane jest równie¿ posiadanie standardowej, profesjonalnej klatki meteorologicznej. Je¿eli nie jest ona dostępna, uczniwie powinni zapoznac się z jej rysunkiem i budow¹ na podstawie materia³w zamieszczonych w rozdziale *Instrumentarium*.

## Przygotowanie

Zebra potrzebne do budowy klatki materia³y (uczniwie mog¹ przynieś z domu pude³ka po obuwiu lub po p³atkach śniadaniowych)



## Wprowadzenie

Mogłoby się wydawać, że mierzenie temperatury jest zadaniem bardzo łatwym. Jednakże nie jest to czynność tak prosta jeżeli chcemy, aby ludzie z różnych zakątków naszej planety robili to w taki sam sposób i żeby wyniki były porównywalne. W celu zrozumienia na czym polega pomiar temperatury, należy najpierw zrozumieć, że musimy mierzyć tę samą rzecz. Takie czynniki jak wiatr, bezpośrednie promieniowanie słoneczne lub wilgotność mogą oddziaływać na termometr, stąd też musimy te instrumenty odpowiednio zabezpieczyć. Najlepiej jest to zrobić i umieszczać je w klatce meteorologicznej, zbudowanej według ściśle określonych standardów. Podstawowe znaczenie ma również umiejscowienie klatki w terenie oraz właściwe umocowanie termometrów w jej wnętrzu.

Musimy mieć całkowitą pewność, że nabywamy informacje o różnych temperaturach w różnych częściach świata są prawdziwe, tzn. że wskazują rzeczywistą temperaturę powietrza. Nie może być tak, że jedna informacja opiera się na pomiarze wykonanym w klatce meteorologicznej umieszczonej w środku terenu pokrytego trawą, druga natomiast pochodzi od osoby która umieściła termometr na oknie i wystawiła go na bezpośrednie promieniowanie słoneczne.

## Co robić i jak to robić

### Dzień pierwszy

1. Rozpoczynamy z uczniami dyskusję mającą na celu zidentyfikowanie głównych cech standardowej klatki meteorologicznej GLOBE mogących mieć wpływ na temperaturę w jej wnętrzu. Mogłoby to być:

- kolor klatki,
- szczeliny w jej ściankach,
- materia, z której jest zrobiona.

Dyskusja powinna zmierzać do tego, aby uczniowie wskazali, dlaczego te cechy są istotne.

1. Drugi etap dyskusji poświęcony jest problematyce zlokalizowania klatki w terenie i zamocowania termometrów w jej wnętrzu.

Oto pytania:

- Dlaczego klatkę ustawiamy daleko od budynków i drzew?
- Dlaczego ustawiona powinna być na naturalnym podłożu, np. na trawie?
- Dlaczego musi być zawieszona na wysokości 1,5 m nad gruntem?
- Dlaczego drzwi do klatki na półkuli północnej powinny znajdować się po stronie północnej?
- Dlaczego termometr nie powinien dotykać klatki?

Uczniowie powinni przewidzieć oddziaływanie każdej z wymienionych powyżej cech na dokładność pomiaru temperatury. Nadejdzie czas, kiedy będą mogli sprawdzić swoje przewidywania.

### *Dzień pierwszy/ drugi (w zależności od czasu trwania dyskusji)*

1. Dzielimy uczniów na zespoły. Liczba zespołów zależy będzie od liczby właściwych poddanych badaniom, dostępnoci materiałów i liczby uczniów. Zespołów nie powinno być więcej niż osiem (tyle ile właściwych opisanych powyżej).

2. Każdy zespół powinien skonstruować dwie klatki. Jest to zadanie bardzo proste pod warunkiem, że uczniowie wykorzystają pudełko po obuwie lub p³atkach. Ważne jest, aby obydwa pojemniki miały tę samą wielkość i kształt.

3. Każdy z zespołów wyznacza sobie właściwości (cechy) klatki do przebadania. Możliwe są następujące warianty:

- Pomalować pojemniki na kolor czarny i biały;
- W jednym powycinać szczeliny, drugi ma być szczelnie zamknięty (przy czym oba pomalowane na biało);
- Jeżeli używamy gotowych pudeł z kartonu, dla porównania budujemy podobny pod względem wielkości i kształtu pojemnik z białego papieru (kartonowe pudełko malujemy również na biało).



4. Wszystkie klatki (pojemniki) powinny zostać umocowane na palach (z wyjątkiem tych używanych przez zespół badający wysokośći ponad poziom gruntu na temperaturę), o wysokości ok. 1 metra. Zespół badający wysokośći umieszcza jeden pojemnik na wysokości 1,5 m, drugi na powierzchni gruntu.

5. Każdy zespół powinien dysponować dwoma termometrami. Przed ich umieszczeniem w klatce należy się upewnić, czy w zamkniętym pomieszczeniu wskazują tak samo temperaturę. Jeżeli nie, należy je odpowiednio skalibrować, zgodnie z procedurą opisaną w tym przewodniku. Jeżeli w lodowej kąpieli odczyt wykracza poza wartość  $0^{\circ}\text{C} - 0,5^{\circ}\text{C}$ , wymieniamy termometr na inny.

### *Dzień trzeci / czwarty*

1. Najlepiej jest wybrać do badań dzień słoneczny, z lekkim wiatrem. Nie należy tego robić w dni deszczowe, o pesnym zachmurzeniu lub z opadami śniegu.

2. Na początku pracy każdy zespół powinien zapisać temperaturę odczytaną na obydwu termometrach (powinno oczywiście być taka sama)

3. Termometry w klatce należy umocować w ten sposób, aby nie dotykały kartonowych ścian lub podłogi (oczywiście z wyjątkiem zespołu, który bada oddziaływanie dotyknięcia ścian termometru na wielkość odczytu). Najlepszym rozwiązaniem jest zawieszenie termometru na sznurku przywiązany do sufitu pojemnika.

4. Każdy zespół wnosi na zewnątrz dwa pojemniki z umocowanymi termometrami. Zespoły badające fizyczne własności pojemnika (kolor, istnienie szczeliny lub ich brak, rodzaj materiału) powinny znaleźć teren otwarty, z dala od budynków. Zespoły badające lokalizacji powinny się rozdzielić na dwie podgrupy. Jedna z nich usadowi klatkę w miejscu idealnym (teren porośnięty trawą, z dala od budynków) druga – w miejscu nie odpowiadającym warunkom, w celu zbadania oddziaływania różnych czynników.

Warianty:

– Jeden pojemnik w miejscu idealnym, drugi przy nasłonecznieniu ścianie budynku;

– Jeden pojemnik w miejscu idealnym, drugi w środku parkingu lub na wyasfaltowanym podwórku;

– Jeden pojemnik na wysokości 1.5 m nad poziomem gruntu, drugi bezpośrednio pod nim, u nasady śłupa;

– Jeden pojemnik zwrócony drzwiami na północ, drugi na południe.

5. Po umocowaniu pojemników uczniowie po upływie 5 minut dokonują odczytów termometrów. Następnego odczytu dokonują po upływie kolejnych 5 minut.

6. Po ustabilizowaniu się temperatury w obydwu pojemnikach, uczniowie zapisują wyniki odczytów w swoich notatnikach i przynoszą pojemniki do klasy.

7. Każdy zespół relacjonuje całej klasie wyniki swoich badań, po czym następuje dyskusja mająca wyjaśnić przyczyny różnic.

8. Każdy zespół sporządza krótki raport pisemny ukazujący odnotowane temperatury powietrza. Uczniowie powinni przedyskutować swoje odkrycia z uwzględnieniem roli różnych czynników wpływających na wielkość odczytów.



## *Różnicowanie zajęć w zależności od wieku uczniów*

*Dla uczniów młodszych.* Liczba zmiennych powinna być ograniczona do koloru, szczelin w pojemniku, lokalizacji blisko i z dala od budynków, a także na gruncie naturalnym i sztucznym (asfalt, beton). Pojemniki umieszczamy na gruncie, a nie na stołach (jeżeli wszystkie umieścimy na gruncie, ten czynnik będzie wspólny dla wszystkich odczytów).

*Dla uczniów starszych:* Starsi uczniowie mogą podjąć badania dotyczące wyodrębnienia czynnika najistotniejszego. W tym celu, w każdej kategorii mogą użyć więcej niż dwóch pojemników. Na przykład, w celu stwierdzenia, czy bardziej istotny jest kolor, czy też szczeliny w pojemniku, tworzą oni dwa zestawy – jeden pojemnik biały i jeden czarny ze szczelinami oraz jeden pojemnik biały i jeden pojemnik czarny bez szczelin. Wystąpi tu wiele kombinacji; należy odnaleźć taką, która wywiera największy wpływ na temperaturę w klatce. Uczniowie mogą również badać, które właściwości pojemnika i w jaki sposób wpływają na temperaturę w dni słoneczne i pochmurne, wietrzne i bezwietrzne.

## *Ocena osiągnięć uczniów*

Poziom zrozumienia przez uczniów roli i wpływu właściwości klatki oraz jej umiejscowienia na wyniki pomiarów może być sprawdzony poprzez:

- Wnioski jakie formułują w czasie ustnego i pisemnego raportowania wyników,
- Rozumienie spraw pojawiających się w czasie dyskusji w klasie,
- Zdolności radzenia sobie z takimi dodatkowymi problemami jak: Co się stanie, kiedy biała klatka zostanie pokryta grubą warstwą kurzu?
- Znaczenie, jakie przywiązuje do wykonywanych przez siebie pomiarów.



# Budowanie termometru



Powitanie

Wprowadzenie

Protokoły

Działania poznawcze

Załączniki

Budowanie termometru

## *Zadanie*

Pomóc uczniom w zrozumieniu zasady działania typowego termometru

## *Znaczenie*

Uczniowie skonstruuj<sup>1</sup> termometr podobny do tych używanych w Programie GLOBE, wykorzystuj<sup>1</sup>c w tym celu butelki po napojach. Zastosowane tu zostanie prawo fizyki g<sup>3</sup>osz<sup>1</sup>ce, że większ<sup>o</sup> substancji rozszerza się lub kurczy na skutek zmian temperatury. Ten eksperyment wyjaśni również zasadę przewodzenia ciep<sup>3</sup>a.

## *Czas*

Dwie godziny lekcyjne

1. Przeprowadzenie eksperymentu – jedna godzina lekcyjna
2. Omawianie zasad rozszerzalności i kurczenia się materia<sup>3</sup>ów, a także konwekcji i przewodzenia ciep<sup>3</sup>a – 15 do 30 min.
3. Zapisanie zebranych przez klasę wyników obserwacji a tablicy lub folii, zrobienie wykresów – 30 min.
4. Prezentacja przed ca<sup>3</sup>1 klas<sup>1</sup> wyników grupowych, pomys<sup>3</sup>ów sprawdzenia innych zmiennych, problemów, z którymi się zetknęli – 30 min.

## *Poziom nauczania*

Łredni

## *G<sup>3</sup>ówne pojęcia*

Substancje kurcz<sup>1</sup> się lub rozszerzaj<sup>1</sup> pod wp<sup>3</sup>ywem zmian temperatury

P<sup>3</sup>yn w rurce termometru zachowuje się zgodnie z zasad<sup>1</sup> rozszerzalności cieplnej

Przewodzenie i konwekcja jako dwie formy

przemieszczania się ciep<sup>3</sup>a

## *Umiejętności*

*Konstruowanie* aparatury do eksperymentów

*Prowadzenie* eksperymentu

*Obserwowanie* i *mierzenie*

*Zbieranie, porz<sup>1</sup>dkowanie i zapisywanie* danych

*Efektywna współpraca* w grupach

## *Œrodki dydaktyczne*

Lód

Woda

Plastikowa litrowa butelka po napojach

Przezroczysta, plastikowa s<sup>3</sup>omka do picia

Plastelina. Pó<sup>3</sup>kilogramowy blok plasteliny powinien wystarczyć do konstrukcji 25-30 termometrów

Dwie dwulitrowe plastikowe butelki po napojach, z obcięt<sup>1</sup> szyjk<sup>1</sup>

No<sup>3</sup>yce lub nóż do obcinania butelek

Barwnik spożywczy – najlepiej w kolorze czerwonym, niebieskim lub zielonym

Zegar z sekundnikiem

Linijka

Flamaster do zaznaczania na s<sup>3</sup>omce

Arkusze z instrukcj<sup>1</sup> budowy termometru

## *Przygotowanie*

Zebranie materia<sup>3</sup>ów

Przypomnienie zasad przep<sup>3</sup>ywu ciep<sup>3</sup>a

## *Uwarunkowania*

- adne

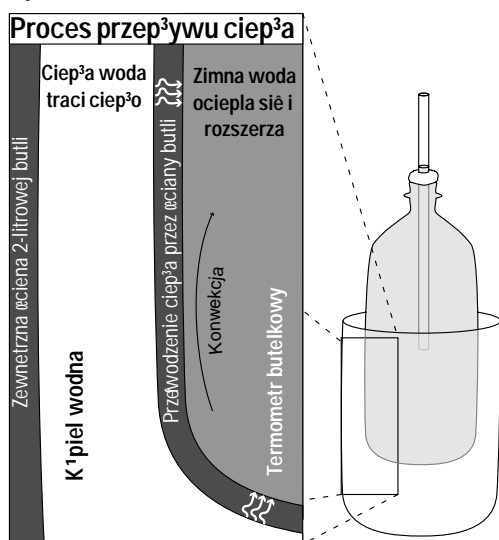
## Wprowadzenie

W celu uzyskania dodatkowych informacji o działaniu termometru, należy zapoznać się z rozdziałem *Terenowe badania atmosfery*, we wstępie do przewodnika.

Różnice pomiędzy termometrem zrobionym z butelki a termometrami używanymi w Programie GLOBE są następujące: stosowana jest inna ciecz, termometr butelkowy nie jest systemem zamkniętym i nie ma na nim skali.

W trakcie prac nad termometrem wykorzystywać będziemy wiele praw nauki. Jednym z nich jest prawo rozszerzania i kurczenia się. Większość materiałów rozszerza się po podgrzaniu i kurczy po schłodzeniu. Tak samo zachowuje się woda, która z kolei po osiągnięciu temperatury zamarzania zwiększa swój objętość.

Rysunek ATM-L-4



Substancje zwiększają swój objętość po podgrzaniu gdyż wzrasta ich energia kinetyczna. Człeczki poruszają się szybciej i wzrastają odległości między nimi, co sprawia, że objętość materiału wzrasta. Jeżeli temperatura substancji spada, powolniej ruch człeczki i objętość się zmniejsza.

Woda ma wyjątkowo niski współczynnik rozszerzalności cieplnej, stąd też jej objętość zmienia się w niewielkim stopniu. Jeżeli jednak ten niewielki przyrost objętości będziemy obserwować w sposób dokładny, zjawisko rozszerzania się cieczy będzie można

zaobserwować. Ten eksperyment stanowi również ilustrację zjawiska przewodzenia ciepła. Przewodnictwo ciepła pojawia się wtedy, gdy energia z jednej do drugiej człeczki przepływa w sposób bezpośredni, tak jak to ma miejsce w przypadku nagrzewania się metalowego uchwytu patelni. Metale są dobrymi przewodnikami ciepła, drewno natomiast jest przewodnikiem słabym. W naszym doświadczeniu ciepła woda w większym pojemniku przewodził będzie ciepło przez cienką ściankę plastikowej butelki wewnętrznej i ogrzewa znajdującą się w niej zimną wodę.

Zjawisko przepływu ciepła przez przewodzenie zachodzi w ciałach stałych, płynnych i gazowych, lecz najwykasz efektywności cechują się ciała stałe i ciecze. Człeczki powietrza atmosferycznego ogrzewają się przez przewodzenie w kontakcie z gruntem. Otrzymuj w ten sposób więcej energii, staj się rzadsze i unoszą się do góry.

Konwekcja jest wielkoskalowym ruchem substancji ciekłych lub gazowych, ukierunkowanym na rozproszanie ciepła w całej objętości materii. Klasycznym przykładem konwekcji jest wrząca woda w garnku. W tym przypadku woda znajdująca się w kontakcie z dnem naczynia (gdzie jest źródło ciepła) zostaje ogrzana, staje się rzadsza od wody na górze. Ta ciepła woda zaczyna się podnosić, a woda zimna opada i wchodzi w kontakt z dnem naczynia.

## Przygotowanie

Doświadczenie to najlepiej przeprowadzić w zespołach składających się z dwóch – trzech uczniów. Oto niektóre przydziały i opisy:

*Uczeń 1* – Zbieracz – gromadzi materiały do konstrukcji termometru;

*Uczeń 2* – Mierniczy czasu /sprawozdawca – pilnuje czasu – dwuminutowe przedziałów od momentu rozpoczęcia doświadczenia, zaznacza na stopniach stany wody, po zakończeniu doświadczenia ogłasza wyniki przed całą klasą;

*Uczeń 3* – Pisarz – zapisuje wyniki pomiarów z poszczególnych odcinków czasu i umieszcza je w tabeli.

Każdej grupie uczniów przekazujemy kopię następnego rozdziału „*Budowanie termometru. Arkusz instrukcji*”

Przed rozpoczęciem doświadczenia nauczyciel gromadzi niezbędne materiały. Jeżeli planuje pracę w grupach, powinien je wcześniej wyznaczyć. Uczniowie przynoszą z domu plastikowe butelki jedno- i dwulitrowe (np. po wodzie mineralnej lub Coca-Coli). Etap przygotowań może trwać około tygodnia.

Należy się upewnić, czy uczniowie rozumieją zasady przepływu ciepła oraz rozszerzalności i kurczenia się substancji. Należy przygotować i zademonstrować odpowiednie przykłady ilustrujące tę problematykę. Należy się upewnić, czy uczniowie radzą sobie z odczytywaniem skali milimetrowej.

### Zespołowy arkusz pomiarów

– pomiary w milimetrach

2 minuty	
4 minuty	
6 minut	
8 minut	
10 minut	

### Klasowy arkusz zbiorczy pomiarów

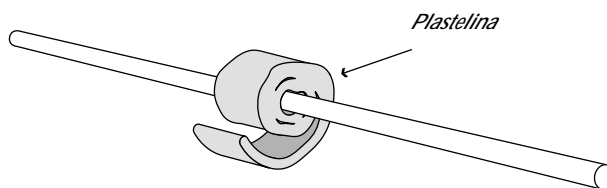
	Grupa A	B	C	D	Średnia
2 minuty					
4 minuty					
6 minut					
8 minut					
10 minut					

## Co robisz i jak to robisz

Doświadczenie to można wykonać przed całą klasą, jednak efektywność będzie większa, jeżeli uczniowie wykonają je sami pracując w zespołach. Dodatkowa instrukcja jest zamieszczona w następnym rozdziale.

### Budujemy termometr

- Napełniamy zimną wodą z kranu jednolitrową plastikową butelkę (do pełna).
- Nalewamy do niej 4 krople barwnika spożywczego. Woda będzie lepiej widoczna. Najlepiej jest użyć kolorów niebieskiego, zielonego lub czerwonego.
- Z plasteliny robimy kuleczkę o średnicy około 25 mm. Z tej kulki robimy cylinder o długości i średnicy zbliżonych do sówki. Spłaszczamy go, otrzymujemy pasek, którego nawijamy w środku sówki w sposób opisany na rysunku ATM-L-5.
- Sómkę wkładamy do butelki i szczelniej



Rysunek ATM-L-5

zaklejamy plasteliną. Należy to zrobić dokładnie, tak aby w plastelinie nie było żadnych pęknięć ani szczelin, przez które mogłaby się wydostawać woda. Położona sówka powinna być zanurzona w butelce. Plastelinową uszczelkę wciskamy do szyjki butelki do momentu kiedy w sówce pojawi się woda (tak jak na rysunku ATM-L-6).

### Eksperyment

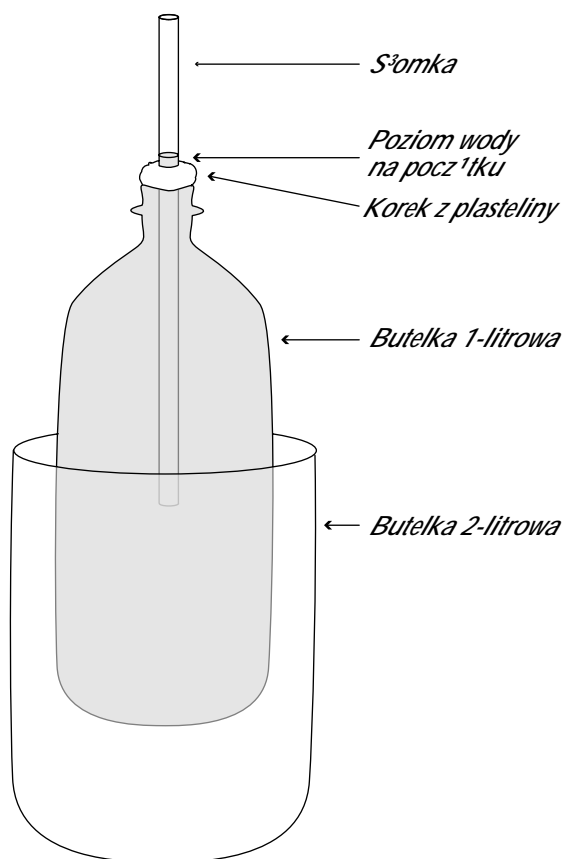
- Tak przygotowaną butelkę jednolitrową (czyli termometr butelkowy) wkładamy do pojemnika zrobionego z butelki dwulitrowej. Zaznaczamy poziom wody na sówce.
- Napełniamy 2-litrowy pojemnik gorącą wodą z kranu. Odczekujemy dwie minuty. Zaznaczamy poziom wody na sówce. Następnie zaznaczamy poziom wody po upływie kolejnych 2 minut, a także do 10 minut eksperymentu. Przy

pomocy linijki mierzymy odleg<sup>3</sup>oœci miêdzy poszczególnymi oznaczeniami, poczynaj<sup>1</sup>c od oznaczenia na samym dole s<sup>3</sup>omki. Wyniki zapisujemy w tabeli *Zespo<sup>3</sup>owego arkusza pomiarów*. Bardzo uważnie obserwujemy wszelkie zmiany. Czy dostrzegamy jakie<sup>œ</sup>? Opisujemy nasze spostrzeżenia.

3. Do drugiego pojemnika dwulitrowego nalewamy zimnej wody i wkładamy lód.

4. Butelkowy termometr wkładamy do lodowatej wody. Zapisujemy wyniki obserwacji.

5. Co dzieje się z poziomem wody w s<sup>3</sup>omce jeżeli termometr umieścimy w gor<sup>1</sup>cej wo-



dzie? (Odpowiedź: woda podniesie się o ok. 4 cm przy różnicy temperatur 25<sup>0</sup>C) Dlaczego? Co dzieje się z poziomem wody jeżeli termometr umieścimy w lodowatej wodzie? (Odpowiedź: opada). Dlaczego?

6. Wyjaśniamy przyczyny tych zjawisk.

7. Korzystaj<sup>1</sup>c z odpowiedzi w punkcie 6 wyjaśniamy zasady działania termometru maksymalno-minimalnego używanego w Programie GLOBE.

8. Jakie mog<sup>1</sup> być co najmniej dwie inne

zmienne, które by sprawiły, że eksperyment przebiegałby inaczej? (Oto możliwe odpowiedzi: Ilość wody w pojemniku otaczającym termometr-butelkę, temperatura wody, wielkość pojemnika, średnica s<sup>3</sup>omki).

9. Konstruujemy wykres ilustrujący wyniki doświadczenia, zapisane w tabeli. Na osi poziomej zaznaczamy czas (w minutach), na osi pionowej wyniki pomiarów (w milimetrach), zaczynaj<sup>1</sup>c od pomiaru pierwszego, przed waniem wody do pojemnika. Wykres ten należy zatytułować oraz opisać obie osie, tak aby każdy mógł zrozumieć co on przedstawia.

10. Na tablicy lub na arkuszu papieru robimy zbiorcze zestawienie wyników całej klasy, zgodnie z tabelą *Klasowy arkusz zbiorczy*. Na podstawie danych obliczamy wartość średnią ruchu wody dla 2-minutowych przedziałów czasu.

11. Wyjaśnij wykres. O czym on nam mówi? Czy można wyciągnąć jakieś wnioski?

### *Możliwe komplikacje z przebiegiem doświadczenia*

– Zabezpieczaj<sup>1</sup>cy otwór butelki korek z plasteliny może pęknąć, w wyniku czego woda się będzie wylewać.

– Jeżeli 1-litrowa butelka nie jest wypełniona po brzegi, więcej czasu upłynie zanim woda pojawi się w s<sup>3</sup>omce.

– Różnica temperatur wody w butelkach jedno- i dwulitrowej jest niewystarczająca. Najlepiej jest, gdy wynosi ona co najmniej 25<sup>0</sup>C. Jeżeli ta różnica jest mniejsza, ruch wody ku górze będzie nieznaczny. Zastosowanie gor<sup>1</sup>cej i zimnej wody z kranu powinno dać pożądaną efekt.

– Uczniowie zapominają oznaczyć stan początkowy na s<sup>3</sup>omce. Należy się upewnić, czy zaznaczają ten stan początkowy bezpośrednio przed nalaniem gor<sup>1</sup>cej wody do pojemnika – dwulitrowej butelki.

– Jeżeli są kłopoty z pozyskaniem i utrzymaniem w klasie większej ilości lodu, te części doświadczenia możemy pominąć lub zdemontować je całej klasie.

## ***Różnicowanie zajęć w zależności od wieku uczniów***

*Dla uczniów młodszych:* mogą oni zbudować termometr z butelki i obserwować ruch wody, niekoniecznie jednak muszą zaznaczać zmiany jej położenie co 2 minuty. Nauczyciel powinien przygotować (obciążyć) dwulitrowy pojemnik przed zajęciami.

*Dla uczniów starszych:* mogą na przebadanie oddziaływanie innych, dodatkowych zmiennych, jak np. różne średnice szumki, większe i mniejsze pojemniki z ciepłą wodą, różne kształty pojemników termometrów. Uczniowie sami powinni zaplanować doświadczenie, przeprowadzić je i zaprezentować wyniki całej klasie. Mogą również wykalibrować ten termometr korzystając z normalnego termometru.

## ***Dalsze badania***

1. Korzystając z normalnego termometru mierzymy temperaturę w obydwu butelkach – wewnętrznej i zewnętrznej i porównujemy je. Czy wysokość słupka wody w szumce zmienia się jeżeli temperatury się zmieniają? Przygotowujemy odpowiednie doświadczenie, zapisujemy wyniki i prezentujemy je całej klasie.
2. Czy rozmiary używanych pojemników wpływają na reakcję termometru-butelki? Planujemy i przeprowadzamy stosowne doświadczenie sprawdzając sposób reagowania, wyniki przedstawiamy w postaci tabeli.
3. W bibliotece wyszukujemy informacje na temat różnych cieczy stosowanych w różnych termometrach. Całej klasie prezentujemy efekty naszych poszukiwań i objaśniamy zasady reagowania każdej używanej cieczy.
4. Telefonujemy do lokalnej stacji meteorologicznej w celu uzyskania informacji o rodzajach termometrów tam stosowanych. Organizujemy wycieczkę do takiej stacji. Po jej zakończeniu wykonujemy poster na podstawie informacji tam uzyskanych
5. Konstruujemy inne termometry-butelki, ze zróżnicowanymi średnicami szumek i opisujemy różnice działania. Jakiego są ich przyczyny?

6. Poszukujemy informacji o metodach badań temperatury wody w oceanach na dużych głębokościach. Na mapie oceanów pokazujemy średnie temperatury wody w różnych akwenach.

## ***Ocena osiągnięć uczniów***

Uczniowie powinni odpowiedzieć na pytania dotyczące eksperymentu, zawarte w następnym rozdziale. Powinni również umieć wyjaśniać zasady działania eksperymentu.

# Budowanie termometru

## Arkusze instrukcji

Powielisz i rozdajesz uczniom

### *Zadanie*

Pomoc w zrozumieniu zasady działania termometru.

### *Przebieg działania*

Termometr z butelki po napojach chłodzących, który wykonacie na tych zajęciach, pod względem zasady działania jest bardzo podobny do termometrów, które spotkacie w klatce meteorologicznej. Są jednak pewne różnice. W jednych i drugich zastosowano ciecze, ale są to różne ciecze. Czy wiecie, jak się ciecz zachowuje w normalnych termometrach używanych w Programie GLOBE? Termometr, który wykonacie nie będzie miał skali stopni. Jednak zasady ich działania pozostają identyczne.

Zarówno termometry używane do pomiarów temperatury, jak i ten który wybudujecie, działają na tej samej zasadzie – wykorzystuje się w nich zjawisko rozszerzania i kurczenia się materiałów przy zmianach temperatury.

Doświadczenie to ukaże również zjawisko przepływu ciepła. Jeżeli ciepły obiekt bezpośrednio dotyka zimnego obiektu, ten ostatni się ogrzewa przez przewodzenie. Jeżeli na przykład w zimie dotkniemy gołębny zderzaka samochodu, metal ogrzeje się dzięki zjawisku przewodzenia ciepła.

Wykonujcie doświadczenie każdy z was stanie się częścią zespołu. Oto opis pracy każdego z was:

Uczeń 1 – Zbieracz – kolekcjonuje materiały niezbędne do skonstruowania termometru;

Uczeń 2 – Mierniczy czasu – sprawozdawca – przy pomocy zegarka kontroluje czas pomiarów w przedziałach 2-minutowych, od momentu rozpoczęcia doświadczenia. Zaznacza na szumce poziomy wody, odczytuje wyniki, przekazuje je „Pisarzowi”; po zakończeniu eksperymentu prezentuje klasie wyniki.

Uczeń 3 – Pisarz – zapisuje wyniki, umieszcza je w tabeli.

### *Materiały i narzędzia (dla jednej grupy uczniów)*

Lód

Woda

Plastikowa 1-litrowa butelka

Przezroczysta szumka do picia

Plastelina (kulka o średnicy 25mm)

Nożyk lub nożyczki do obcinania szyjki butelki

Plastikowa 2-litrowa butelka – jej górną część należy tak obciąć, aby zmieściła się w niej butelka 1-litrowa

Barwnik spożywczy – najlepiej w kolorze czerwonym, zielonym lub niebieskim

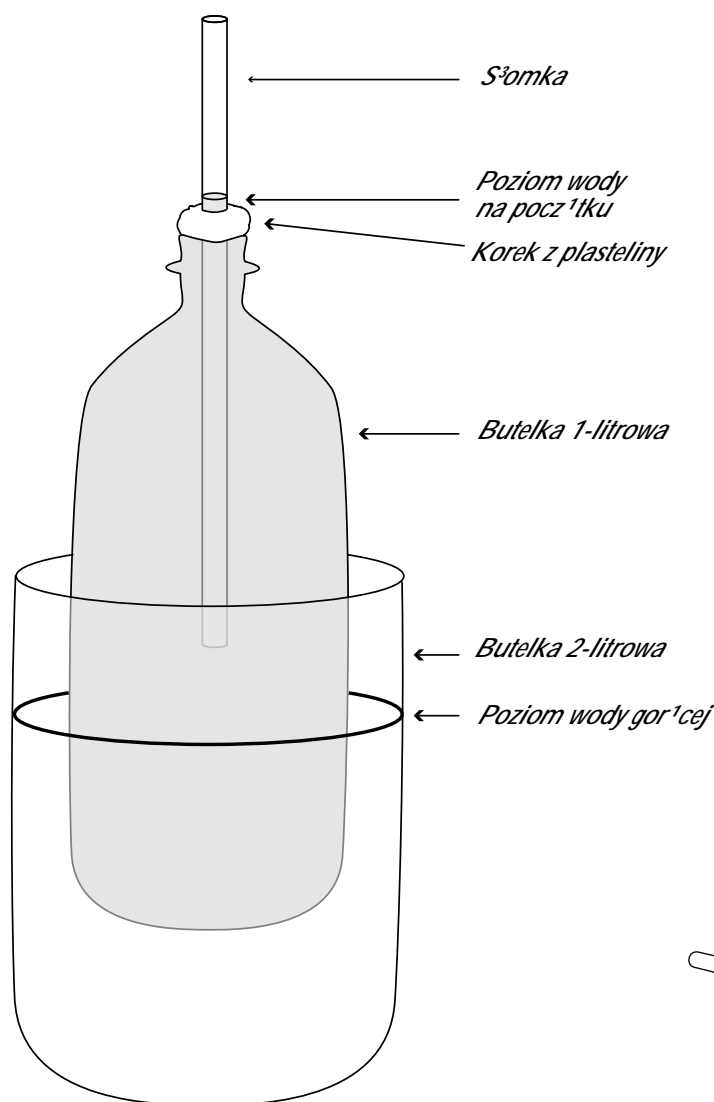
Zegarek z sekundnikiem

Linijka

Flamastry

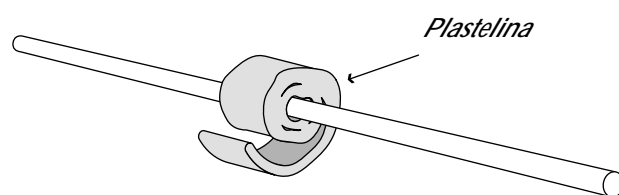
## Budujemy termometr

1. Butelkę 1-litrową napełniamy pod sam korek zimną wodą z kranu
2. Dolewamy 4 krople barwnika spożywczego – dzięki temu woda będzie lepiej widoczna
3. Lepimy z plasteliny kulkę o średnicy około 25 mm. Robimy z niej wałek o grubości i długości



zbliżonych do ołówka, następnie go spłaszczamy i nawijamy na słomkę, w jej części środkowej.

4. Słomkę umieszczamy w butelce 1-litrowej i dokładnie zaklejamy plasteliną wlot do butelki. W plastelinie nie powinno być pęknięć lub szczelin, przez które woda mogłaby wydostać się na zewnątrz. Jedną końcówką słomki powinna być zanurzona w wodzie, druga powinna wystawać na zewnątrz. Plastelinę tak wciskamy w szyjkę butelki, aby woda się podniosła i była widoczna w słomce.



## Doświadczenie

1. Napełnioną zimną wodą butelkę 1-litrową (butelkę-termometr) wkładamy do pustego pojemnika 2-litrowego. Na słomce flamastrem zaznaczamy poziom wody na początku doświadczenia.
2. Do pojemnika 2-litrowego nalewamy gorącej wody z kranu. Czekamy 2 minuty. Zaznaczamy poziom wody w słomce. Czynność tę wykonujemy co dwie minuty, przez dziesięć kolejnych minut. Po upływie tego czasu przy pomocy linijki mierzymy odstęp między zaznaczonymi poziomami wody, od dołu do góry. Wyniki zapisujemy w tabeli (takiej jak na rysunku).

*Wyniki pomiarów*

Czas	Wartość pomiarów (w milimetrach)
2 minuty	
4 minuty	
6 minuty	
8 minuty	
10 minuty	

Przyglądaj się uważnie zmianom. Czy dostrzegasz jakieś? Opisz, co zaobserwowałeś.

---



---

3. Do drugiego pojemnika 2-litrowego nalej zimnej wody i wóź lód.

4. Termometr - butelkę wóź do lodowej k¹pieli. Zapisz co widzisz.

---



---



---



---

5. Jak zachowuje się poziom wody w s³omce po wózeniu termometru do gor¹cej wody?

---



---



---

Jak zachowuje się poziom wody w s³omce po wózeniu termometru do zimnej wody?

---



---



---

6. Jak s¹dzisz, co jest przyczyn¹ tych zmian?

---



---



---

7. Korzystając ze swojej odpowiedzi na pytanie 6, wyjaśnij działanie termometru maksymalno-minimalnego stosowanego do pomiarów w Programie GLOBE.

---

---

---

8. Jakie dwie inne wprowadzone zmienne mogą sprawić, że wyniki doświadczenia będą inne?

---

---

---

9. Zrób wykres ilustrujący otrzymane wyniki, zapisane w tabeli w punkcie 2. Na osi poziomej zaznacz czas (w minutach), na osi pionowej wyniki pomiarów (w milimetrach), zaczynając od zapisu przed dolaniem gorącej wody. Aby ten wykres uczynić czytelnym i dla wszystkich zrozumiałym, nadaj mu tytuł i opisz obie osie.

10. Zgodnie z poleceniem nauczyciela, zapisz swoje wyniki pomiarów na szkolnej tablicy. Biorąc pod uwagę wyniki innych grup, postaraj się obliczyć wartość średnią – o ile podnosi się poziom wody w szumce w ciągu 2 minut.

11. Do swojego wykresu dodaj średnie wyniki uzyskane przez klasę. Jakie są różnice między tymi danymi?

---

---

---

---

12. Wyjaśnij, co twój wykres przedstawia. Czy na jego podstawie można sformułować jakiegokolwiek wnioski?

---

---

---

---

# Ziemia, woda, powietrze



## Zadanie

Pomóc uczniom zrozumieć, że ziemia, woda i powietrze nagrzewają się i schładzają w różnym stopniu oraz że własności gleby i wody wpływają na nagrzewanie się powietrza nad nimi

## Znaczenie

Uczniowie mierzą zmiany temperatury gleby, wody i powietrza, wystawionych na promieniowanie słoneczne

## Czas

3 do 4 godzin, przy czym na same pomiary wystarczy 1 do 2 godzin

## Poziom nauczania

Średni i zaawansowany

## Główne pojęcia

Różnorodne substancje, takie jak gleba, woda czy powietrze, przewodzą ciepło i energię w różnym stopniu

## Umiejętności

Planowanie i prowadzenie eksperymentu

Pomiar i zapisywanie danych

Porządkowanie danych w tabelach

Graficzne prezentowanie wyników

Efektywna współpraca w grupach

## Źródki dydaktyczne

(dla grupy uczniów)

Dwa kubki plastikowe, wysokości co najmniej 30 cm

Miarka metrowa

Sześć termometrów

## Przygotowanie

Eksperyment najlepiej jest przeprowadzić w ciepły, słoneczny dzień. Uczniów dzielimy na niewielkie zespoły robocze. W celu lepszego zrozumienia przebiegu eksperymentu, dobrze jest zademonstrować uczniom wcześniej jego poszczególne etapy

## Wprowadzenie

Jedną z głównych przyczyn różnicowania przebiegu pogody w różnych częściach świata jest fakt, że ląd i woda nagrzewają się i ochładzają w różnym stopniu.

Jako przykład można wymienić popołudniowe burze na Florydzie, spowodowane tym, że w ciągu dnia ląd ogrzewa się znacznie szybciej od wody (aby to lepiej zrozumieć, uczniowie powinni poznać mechanizm powstawania bryzy morskiej). W tych regionach świata gdzie występują monsuny (wiatry zmieniają się sezonowo, więcej zimno od strony lądu a latem od morza), mamy suchą i mokrą

porę roku.

Uczniowie mają możliwość zaobserwować różnice w stopniu nagrzewania się lądu i morza spacerując boso przez plażę w kierunku wody w czasie słonecznego, wczesnego popołudnia. Na pewno pamiętaj, jak gorący jest piasek i jaka zimna jest woda morska. Jeżeli jednak powtórz ten spacer po zachodzie słońca to ich odczucia będą zupełnie inne – piasek na plaży będzie zimny, natomiast woda morska będzie sprawiać wrażenie bardzo ciepłej.

## Co robisz i jak to robisz

Jeden z plastikowych kubków napełniamy glebą do wysokości ok. 15 cm. Do drugiego kubka wlewamy zimną wodę, również do wysokości ok. 15 cm. Oba kubki wystawiamy na zewnątrz, w miejscu intensywnego promieniowania słonecznego. W każdym z nich instalujemy termometry: na wysokości 1 cm ponad powierzchnią, 1 cm poniżej powierzchni oraz 8 cm poniżej powierzchni gleby i wody. Termometry należy tak ustawić, aby bezpośrednio promieniowanie słoneczne nie padało na szklaną rurkę termometru lub na pojemnik z rtęcią. Czekamy na ustabilizowanie się temperatury na termometrze i tę wartość zapisujemy.

Kolejnych odczytów temperatury na termometrach dokonujemy co 2 minuty w ciągu 20 minut. Następne odczyty po 1, 2 i 3 godzinach.

## Pytania do dyskusji

Czy temperatura gleby na głębokości 1 cm jest wyższa w porównaniu z jej temperaturą 3 godziny wcześniej, na początku eksperymentu? Czy powierzchniowa temperatura wody jest wyższa niż przed 3 godzinami? Dlaczego?

W którym kubku, z wodą czy z glebą, jest wyższa temperatura na głębokości 8 cm? Jakie wnioski mogą uczniowie wyciągnąć z tego eksperymentu?

Uczniowie ustalili, że na głębokości 1 cm w glebie panowała znacznie wyższa temperatura w porównaniu z wodą. Jednakże, po 3 godzinach, na głębokości 8 cm wyższa temperatura była w wodzie. Natomiast temperatura na wysokości 1 cm powinna być wyższa nad glebą.

Płynne cząsteczki wody poruszają się bardziej swobodnie w porównaniu z cząsteczkami budującymi glebę. Stąd też w wodzie, w porównaniu z glebą, mogą się przemieszczać większe ilości ciepła. Jest to wyjaśnienie faktu, że po trzech godzinach na głębokości 8 cm woda była cieplejsza od gleby. Po zachodzie słońca, zawarte w glebie ciepło ucieka do atmosfery i ziemia szybko się ochładza. Woda ogrzewa się znacznie wolniej niż ląd, jednak znacznie dłużej zatrzymuje ciepło i ochładza się powoli. Gdyby uczniowie mieli możliwość dokonywania pomiarów przez wiele godzin po zachodzie słońca, odkryliby, że na głębokości 1 cm woda pozostaje cieplejsza od gleby.

# Obserwacja chmur



## Zadanie

Prowadzenie obserwacji chmur i pogody oraz wyszukiwanie współzależności między nimi

## Znaczenie

Uczniowie prowadzą obserwację chmur przez 5 dni i porównują wyniki obserwacji z przebiegiem pogody

## Czas

Dziesięć minut każdego dnia w pięciodniowym cyklu oraz pół godziny na dyskusję

## Poziom nauczania

Wszystkie

## Główne pojęcia

Współzależności między chmurami, zmianami zachmurzenia a pogodą

## Umiejętności

Systematyczne prowadzenie obserwacji w określonym czasie

Wyszukiwanie związków między różnymi zjawiskami

## Źródki dydaktyczne

Naukowy Notatnik GLOBE, atlas chmur

## Przygotowanie

Uczniów dzielimy na niewielkie zespoły robocze.

Inicjujemy dyskusję na temat form zapisu obserwacji w Naukowym Notatniku GLOBE

## Co robić i jak to robić

W ciągu 5 dni uczniowie powinni prowadzić uważne obserwacje chmur i zapisywać ich wyniki. Jeżeli wcześniej nie poznali oficjalnych nazw chmur, mogą ich wyglądem opisywać własnymi słowami. Optymalnym rozwiązaniem jest prowadzenie obserwacji trzy razy dziennie: rano (w czasie drogi do szkoły), w południe (w czasie obiadu) oraz po południu lub wieczorem. Dokładny czas obserwacji nie odgrywa tu większej roli, jednakowoż byłoby lepiej, gdyby prowadzono je w tych samych godzinach (lepiej prowadziwać codziennie ok. godziny 8.00 rano, niż jednego dnia o 7.00, drugiego o 10.00). Ta sama uwaga odnosi się do obserwacji po południowych i wieczornych.

Pod koniec każdego dnia uczniowie opisują przebieg pogody. Czy poranek był deszczowy, a wieczór bezchmurny? Czy w nocy padał śnieg? Czy było bezwietrznie i parno? Uczniowie nie muszą dokumentować swoich

obserwacji danymi liczbowymi (np. nie muszą pisać, że spadło 21 mm opadu, lub że wilgotność względna wynosiła 79%), powinni jednak opisywać pogodę w sposób jasny i wyczerpujący.

Kiedy już uczniowie zgromadzą odpowiedni zestaw danych o chmurach i pogodzie, powinni przystąpić do formułowania prawidłowości, takich np. jak: czy pojawienie się rankiem chmur *cirrus* zazwyczaj zwiastuje popołudniową burzę? Czy obecność niewielkich chmur kłębiastych (*cumulus*) wiąże się z opadami deszczu?

Po tygodniu takich ćwiczeń z obserwacji chmur i pogody prosimy uczniów o sporządzenie prognozy pogody na dzień następny i wyjaśnienie, na jakich przesłankach ją oparli. Takie działania uświadomiamy uczniom trudności związane ze sporządzeniem prognoz pogody.