

# Spacer nad wodą



## Zadanie

Zapoznanie się z hydrologią najbliższej okolicy

## Znaczenie

Uczniowie udadzą się na miejsce stałych badań hydrologicznych, przeprowadzą powierzchną obserwację sposobu użytkowania ziemi w okolicy i oceniają jakość wód. Na tej podstawie wykonają mapę oraz szkic terenu zawierające zebrane informacje. To wstępne badanie służyć będzie stawianiu pytań dotyczących sposobów użytkowania ziemi w okolicy oraz zagadnień chemizmu wód, których zbadanie będzie konieczne w przyszłości.

## Czas

Czas dojścia na miejsce plus jedna jednostka lekcyjna

## Poziom nauczania

Wszystkie

## Główne pojęcia

Wody powierzchniowe występują w postaci jezior, stawów, rzek i pokrywy śnieżnej.

Cechy wód zależą w dużym stopniu od cech otaczającego ich łądu.

Woda wędruje z jednego miejsca w inne.

Wody powierzchniowe charakteryzują się pewnymi łatwo obserwowalnymi cechami,

takimi jak kolor, zapach, przepływ, kształt.

## Umiejętności

*Obserwowanie* wody w miejscu stałych badań

*Opisywanie* wody w miejscu stałych badań

*Organizowanie* obserwacji

*Formułowanie* pytań bazujących na obserwacjach

*Identyfikowanie* współzależności między cechami wody a cechami przyległego terenu

*Komunikowanie* wyników wstępnych obserwacji w postaci werbalnej, pisemnej i graficznej

*Rysowanie* mapy obszaru miejsca stałych badań

## Środki dydaktyczne

Materiały piśmienne do sporządzania map i rysunków

Aparat fotograficzny lub kamera video

Kompas oraz przyrząd do mierzenia odległości

Przezroczyste kubki lub butelki do obserwacji zmętnienia i koloru wody

## Przygotowanie

Pozyskanie map topograficznych lub zdjęć lotniczych miejsca stałych badań

## Uwarunkowania

Nie ma

## Wprowadzenie

Obiekt wodny będący przedmiotem Waszych badań jest częścią jakiegoś dorzecza (zlewni). Wyznaczone jest ono przez dział wodny, czyli linię na powierzchni terenu rozgraniczającą sąsiednie dorzecze lub poszczególne zlewnie. Kształt dorzecza uwarunkowany jest topografią terenu. Teren w obrębie dorzecza, a także sposób użytkowania ziemi – miasta, autostrady, hodowla zwierząt, pozyskiwanie drzewa w lasach, naturalna roślinność i inne podobne czynniki mają wpływ na chemizm wody

każdego obiektu wodnego w granicach dorzecza.

Wiele czynników może wpływać na cechy wody w jeziorach, stawach czy systemach rzecznych. Do tych cech należą: temperatura, kolor, kształt zbiornika itp. W protokołach będziemy gromadzić dane odnoszące się do jakości wody, korzystając z pomiarów takich parametrów jak rozpuszczony tlen, pH, zasadowość i przewodnictwo elektryczne. Dokonywane obserwacje w terenie pomogą uczniom formułować wnioski na temat

zależności cech wody z cechami otaczającego ją ładu. Ta działalność jest wstępem do poznania miejsca stałych obserwacji hydrologicznych, planowanym tam działaniom poznawczym oraz przygotowaniem do wypełniania protokołów.

### **Co robić i jak to robić**

1. Sprawdź wiedzę swoich uczniów na temat obiektów wodnych w najbliższej okolicy. Zaczynaj od takich pytań jak np.:

Czy widziałeś jezioro, staw, rzekę lub strumyk?

Czy ten obiekt wodny ma jakieś znaczenie dla ciebie? Dlaczego?

2. Zabierz uczniów do miejsca stałych badań hydrologicznych. Pamiętaj o bezpieczeństwie.

*Na niższych etapach kształcenia:*

3. Celem jest zorganizowanie uczniom spaceru po okolicy miejsca badań, w trakcie którego będą mieli możliwość prowadzenia obserwacji i stawiania pytań na temat wód powierzchniowych najbliższej okolicy, takich jak płynących rzek i strumieni, obecności stawów i jezior, źródeł, wilgoci glebowej i miejsc napełnianych wodą po opadach deszczu. Zachęcamy uczniów do zwracania uwagi na wszystkie formy występowania wód powierzchniowych. Należy zabrać ze sobą pojemniki, w których uczniowie będą gromadzić próbki wody. Obserwacje powinny koncentrować się na takich cechach jak kolor wody, obiektach znajdujących się w niej, ruch wody i jego prędkość, czy słychać szum powoli płynącej wody, zapach, przezroczystość i mętność i in.

4. Uczniowie wykonują szkic miejsca oraz notatki opisujące wygląd miejsca stałych badań hydrologicznych, z uwzględnieniem takich cech jak występowanie drzew, pagórków itp. Pytamy również uczniów o to, skąd pochodzi woda w tym zbiorniku.

Na wyższych etapach kształcenia

3. Wyznaczone zespoły uczniów prowadzą rozpoznanie wyodrębnionych sektorów przylegających do miejsca stałych badań. W skład zespołu wchodzi dziennikarz, kartograf,



rysownik i fotograf. Celem ich działań jest sporządzenie dokumentacji przydzielonego im sektora, obejmującej wygląd, zapach i pochodzenie wody. Należy scharakteryzować przylegający teren – czy jest to zabudowa miejska lub przemysłowa, pola uprawne, osiedla, las lub mokradła itp. Uczniowie powinni sporządzić kartograficzny szkic terenu w swoim sektorze, z zaznaczeniem miejsc o roślinności naturalnej. Należy także opisać ukształtowanie powierzchni, z uwzględnieniem nachylenia zboczy przylegających do zbiornika wody.

4. Po powrocie do klasy, uczniowie powinni sporządzić ogólną mapę terenu, korzystając z wycinkowych map sektorowych. Starają się doszukać podobieństw i różnic oraz prawidłowości. Korzystając z wyników obserwacji, szukamy odpowiedzi na takie pytania jak np. w jaki sposób woda dostała się do tego miejsca, dokąd wypływa, w jaki sposób otaczający teren wpływa na jakość wody, szczególnie w czasie opadów deszczu, roztopów, powodzi itp. Wyniki zapisujemy na posterze zawieszonym na ścianie klasy.

5. Na zakończenie prosimy uczniów o przedyskutowanie następujących kwestii:

Jaką działalność związaną z użytkowaniem ziemi zaobserwowali i odnotowali? W jaki



sposób ta działalność może wpłynąć na cechy wody w zbiorniku?

Czy ta działalność ma wpływ na jakość wody?

Czy napotkano przypadki korzystania przez ludzi z wody?



### ***Dalsze badania***

1. W czasie odwiedzin miejsca stałych badań, raz w miesiącu uczniowie w swoim notatniku opisują dostrzeżone tam zmiany.

2. Jakość wody i jej ilość jest ważnym zagadnieniem o zasięgu globalnym. Należy sporządzić pisemną ogólną charakterystykę miejsca stałych badań, zawierającą m.in. wykresy ilustrujące wyniki badań. Nawiązujemy kontakt z inną szkołą przekazującą dane i prosimy o przekazywanie naszej szkole wykresów graficznych odnoszących się do cech wody w ich miejscu stałych badań. Porównujemy je z naszymi wynikami. Na następnym etapie, każda ze szkół przygotowuje pisemny raport o miejscu stałych badań szkoły partnerskiej, opierając się jedynie na otrzymanych wynikach badań. Te raporty są wymieniane między szkołami i stają się podstawą do dyskusji, mającej na celu ustalić, w jakim stopniu udało się odtworzyć charakterystykę miejsca stałych badań szkoły partnerskiej na podstawie wyników badań. Jakie cechy możemy, a jakich nie możemy opisać posługując się wyłącznie zbiorem danych.



### ***Ocena pracy uczniów***

Uczniowie przygotowują wystawę ukazującą to, co poznali badając obiekt wodny i jego najbliższe otoczenie, wraz z wpływem otaczającego terenu (pozytywnym i negatywnym) na jakość wody, a także z zależnościami świata roślinnego, zwierzęcego i człowieka od jakości wody. Wystawa ta powinna być udostępniona wszystkim uczniom w szkole, a także mieszkańcom społeczności lokalnej.



# Budujemy model naszego dorzecza



## **Zadanie**

Zapoznanie uczniów z dorzeczem i jego funkcjami

## **Znaczenie**

Młodszy uczniowie budują trójwymiarowy model dorzecza oraz prowadzą doświadczenia z przepływem wody. Uczniowie bardziej zaawansowani, na podstawie map topograficznych i zdjęć satelitarnych (Landsat) budują trójwymiarowy model dorzecza na którym sprawdzają hipotezy dotyczące przepływu wody

## **Czas**

W klasach młodszych: 1 godzina lekcyjna  
W klasach starszych: 2 do 3 godzin lekcyjnych

## **Poziom nauczania**

Wszystkie

## **Główne pojęcia**

Dorzecze jako obszar na którym wszystkie opady oraz spływ powierzchniowy kierowane są do systemu rzeczno- lub innego zbiornika wodnego.

Miejsce prowadzenia stałych badań hydrologicznych w programie GLOBE jest częścią dorzecza.

Cechy dorzecza zależą od warunków fizyczno-geograficznych terenu

## **Umiejętności**

Modelowanie dorzecza  
Przewidywanie spływu wody  
Interpretowanie map i innych materiałów wizualnych w celu tworzenia modelu dorzecza

## **Środki dydaktyczne**

### **Dla uczniów młodszych:**

Płyta drewniana o wymiarach 1 x 1 m.  
Odłamki skał o różnych rozmiarach  
Folia plastikowa  
Rozpylacz

### **Dla uczniów zaawansowanych**

Mapa topograficzna obszaru przylegającego do miejsca badań hydrologicznych  
Zdjęcia satelitarne Landsat tego obszaru (dostarczane przez GLOBE)  
Płyta drewniana o wymiarach 1 x 1 m  
Gips modelarski, glina lub inny podobny materiał  
Materiał do izolacji wodoodpornej

## **Przygotowanie**

Gromadzimy materiały  
Nabywamy mapy topograficzne lub zdjęcia satelitarne najbliższej okolicy

## **Uwarunkowania**

Dla uczniów średnio i wysoko zaawansowanych: umiejętność czytania mapy topograficznej oraz interpretacji zdjęć satelitarnych

## **Wprowadzenie**

Woda opadowa oraz wraz ze spływem powierzchniowym (woda, osady i rozpuszczony materiał) z obszaru całego dorzecza dostają się do innego większego odbiornika, którym może być rzeka lub morze. Dział wodny jest linią na powierzchni terenu rozgraniczającą sąsiednie dorzecze lub poszczególne zlewnie. Być może słyszeliście o kontynentalnym działem wodnym, oddzielającym np. rzeki w Ameryce Północnej płynące do Atlantyku i Pacyfiku. Podobnym kontynentalnym

działem wodnym w Europie są nasze Karpaty, oddzielające rzeki płynące do Morza Bałtyckiego od tych które wpadają do Morza Czarnego. Wielkie dorzecza składają się z małych zlewni. W czasie tych zajęć uczniowie zlokalizują ich własne dorzecze oraz zbudują jego model, który pomoże im lepiej poznać system wodny obszaru na którym mieszkają.

Działalność człowieka, taka jak np. budowanie zapór w celu gromadzenia wody, przerzucanie wody z jednej zlewni do drugiej, zmienianie topografii terenu przez budowanie



dróg i innych struktur powierzchniowych, prowadzi do zmian w obrębie dorzecza. Uczenie się z wykorzystaniem modelu dorzecza pozwoli uczniom lepiej zrozumieć system wodny od którego w dużym stopniu zależą i dowiedzieć się o tym skąd woda płynie i dokąd, a także o tym, co ludzie mogą zrobić aby właściwie korzystać z wody i chronić jej zasoby.

## **Co robić i jak to robić**

### *Na niższych etapach kształcenia:*

1. Na drewnianej płycie układamy odłamki skał o różnej wielkości i kształcie. Przykrywamy je plastikową folią i tak ją modelujemy, aby pojawiły się miejsca niższe i wyższe, wklęsłe i wypukłe.
2. Prosimy uczniów o wypowiedzi odnoszące się do zachowania wody wylanej w różnych miejscach na folii.
3. Uczniowie przy pomocy spryskiwacza polewają wodą folię. Obserwujemy jak woda spływa i gdzie się gromadzi.
4. Inicjujemy dyskusję z uczniami na temat przeprowadzonej obserwacji, zwracając szczególną uwagę na wpływ ukształtowania powierzchni na spływ wody.
5. Pytamy uczniów o to, co by się stało jeżeli przemieścimy kawałki skał w inne miejsca. Co należy zrobić, aby woda płynęła szybciej lub wolniej, lub też aby w niektórych miejscach zbierało się więcej wody, w innych zaś mniej.
6. Prosimy uczniów o to, aby układając odpowiednio kawałki skał sprawdzili swoje pomysły. Ćwiczenie to w różnych kombinacjach możemy powtarzać wiele razy.

### *Na wyższych etapach kształcenia:*

1. Zadajemy uczniom pytanie:  
Co to jest dorzecze (zlewnia)?  
Jakie jest jego znaczenie?
2. Uczniom wręczamy mapy topograficzne okolicy oraz zdjęcia lotnicze (satelitarne Landsat). Pomagamy im zorientować się w tym co jest zawarte na mapach i zdjęciach oraz jakie są relacje między tymi dwoma

źródłami informacji geograficznej. Celem działań uczniów powinno być odnalezienie dorzecza w którym mieszkają, nazwanie rzeki oraz wyznaczenie działu wodnego. Temu celowi może służyć mapa poziomicowa z zaznaczonymi miejscami o różnej wysokości.

Na początku swojej pracy uczniowie powinni zidentyfikować na mapie charakterystyczny i łatwy do odnalezienia punkt, na przykład ujście rzeki lub strumienia. Dalsze czynności to zidentyfikowanie wzniesień i pasm górskich oddzielających ich dorzecze od innych. W celu sprawdzenia poprawności wykonanych działań możemy postawić pytanie: Którą drogą popłynie woda z tego punktu? Uczniowie mogą na mapie rysować strzałki wskazujące główne kierunki spływu wód. Obraz dorzecza dla uczniów będzie tym bardziej klarowny, im więcej punktów uda im się zidentyfikować i zlokalizować.

3. Dostarczamy uczniom materiał z którego mogą wykonać model dorzecza – może to być gips modelarski, glina lub inny podobny materiał. Uczniowie powinni pracować w niewielkich grupach. Po zakończeniu pracy, model można pokryć np. lakierem wodoodpornym.

4. Po zakończeniu budowy modelu, uczniowie spryskują go wodą, jednocześnie śledząc ruch poszczególnych kropeł zmierzających do rzeki.

5. Inicjujemy dyskusję na temat zależności między przyrodniczymi, fizyczno-geograficznymi cechami dorzecza a lokalizacją różnych przejawów ludzkiej działalności.

## **Dalsze badania**

1. Częścią jakiego większego dorzecza jest zlewnia rzeki na terenie której mieszkacie? Która z tych zlewni jest największa? Jakie jest największe dorzecze?
2. Porównajcie zdjęcia satelitarne z ostatniego czasu ze zdjęciami wcześniejszymi. Czy w obrębie dorzecza zaszły jakieś zmiany?

## **Ocena pracy uczniów**

1. Uczniowie piszą wypracowanie na temat roli i znaczenia dorzeczy.
2. Zadaniem uczniów jest dokonanie oceny każdego z protokołów badawczych hydrologii z punktu widzenia możliwości zrozumienia dorzecza i jego znaczenia.
3. Na mapach topograficznych i zdjęciach satelitarnych uczniowie nanoszą wiele obiektów fizycznogeograficznych oraz stworzonych przez człowieka. W drugim etapie pracy te obiekty zaznaczają na modelu dorzecza.
4. Zadaniem uczniów jest próba udzielenia odpowiedzi na pytanie o wpływ elementów środowiska naturalnego dorzecza na charakter działalności człowieka w tym regionie. Mogą również prognozować zmiany w przyszłości.
5. Uczniowie opisują zmiany w kształcie dorzecza wywołane działalnością człowieka, oraz, co się z tym wiąże, drogi którymi woda będzie płynąć.



# Wodni detektywi



## Zadanie

Pomóc uczniom zrozumieć, że w wodzie znajduje się wiele rozpuszczonych substancji, obecność których możemy odkryć posługując się zmysłami, oraz to, że obecność innych możemy stwierdzić tylko wtedy, gdy posłużymy się odpowiednimi narzędziami

## Znaczenie

Uczniowie będą identyfikować rozpuszczone w wodzie substancje posługując się pięcioma zmysłami, po czym zrobią to samo korzystając z przyrządów używanych w Programie GLOBE

## Czas

Jedna lekcja

## Poziom nauczania

Uczniowie młodszych klas

## Główne pojęcia

Pięć twoich zmysłów pozwoli ci poznać świat

Twoje zmysły mogą odkrywać różne rzeczy

Przyrządy służą wzmocnieniu naszych zmysłów

## Umiejętności

Szukanie odpowiedzi na pytania

Przewidywanie odpowiedzi na pytania

(stawianie hipotez)

*Prowadzenie eksperymentu*

*Prowadzenie obserwacji*

*Zapisywanie danych*

*Liczenie (dodawanie)*

## Środki dydaktyczne

Zestaw dla zespołu 4–5 uczniów

5 przezroczystych plastikowych pojemników

5 plastikowych łyżeczek

Flamaster do znakowania pojemników

Substancje, które dodane do wody pozwolą wykorzystać w jej badaniu wszystkie pięć zmysłów, takie jak:

Wzrok – żółty barwnik spożywczy, sok z cytryny, woda gazowana

Dotyk – soda spożywcza

Zapach – sok z cytryny, ocet

Smak – sól, cukier, woda destylowana, woda z kranu

Słuch – woda gazowana

## Przygotowanie

Przygotowujemy próbki wody do eksperymentu oraz robimy kopie *Roboczego Arkusza Wodnego Detektywa*

## Uwarunkowania

Żadne



## Wprowadzenie

Jeżeli założymy, że średni odpływ roczny wynosi 30 cm, to musimy przyznać, że obieg wody w przyrodzie jest czynnikiem wywołującym erozję kontynentów. Powstały w wyniku erozji materiał ( pod postacią zawiesiny, czyli piasku, gliny lub iłu, lub też w postaci roztworu, np. soli) transportowany jest przez rzeki i przenoszony do mórz i oceanów. Ten materiał, który można potraktować jako naturalne zanieczyszczenie, jest różnego pochodzenia – może to być rozpuszczony wapień (węglan wapnia) lub też mogą to być roz-

puszczone minerały zawierające metale ciężkie, takie jak ołów, kadm lub cynk. Jeszcze inne substancje dostają się do wody w wyniku różnorodnej działalności człowieka – przykładem mogą być ścieki, oleje, nawozy sztuczne lub środki ochrony roślin. Staje się więc jasne, że jeżeli w wodzie znajdują się różne substancje, to z pewnością oddziałują one na wszystkie formy związane z nią życia biologicznego.

Uczni dysponują różnymi możliwościami sprawdzenia obecności w wodzie różnych substancji – zarówno szkodliwych jak i pożytecz-

nych, naturalnych i sztucznie do niej wprowadzonych. Nasze zadanie polegać będzie na poznaniu sposobów i narzędzi badania właściwości wody niedostępnych naszym zmysłom.

## Przygotowanie

- Należy przygotować dla każdej grupy miejsce do zajęć, w którym znajdują się pojemniki z wodą zawierającą różne „tajemnicze” domieszki (słona woda, gazowana woda mineralna itp.). Powinna tam się również znaleźć normalna woda z kranu.
- Do dyspozycji są łyżeczki do mieszania i próbowania smaku wody.
- Pojemniki oznaczamy kolejnymi numerami przy pomocy flamastra.
- Każdemu uczniowi wręczamy skopiowany egzemplarz *Roboczego Arkusza Wodnego Detektywa*.

## Co robić i jak to robić

Na początku zajęć inicjujemy dyskusję uczniów na temat sposobów odkrywania różnych rzeczy w naszym otoczeniu przy użyciu zmysłów. Szczególną uwagę zwracamy na zalety i wady każdego zmysłu. Uczniom można postawić następujące pytania:

1. W jaki sposób przy pomocy wzroku możemy odkryć niebezpieczeństwo? W jakich warunkach zmysł naszego wzroku nie może dobrze funkcjonować? (jeżeli coś jest poza zasięgiem wzroku, w ciemnościach, jeżeli coś jest niewidzialne...).
2. W jaki sposób przy pomocy słuchu możemy odkryć niebezpieczeństwo? W jakich warunkach zmysł naszego słuchu nie może dobrze funkcjonować? (coś co nie wytwarza żadnego dźwięku, jeżeli nie słuchamy lub nie zwracamy na coś uwagi).
3. W jaki sposób przy pomocy zapachu możemy odkryć niebezpieczeństwo? W jakich warunkach zmysł naszego powonienia nie może dobrze funkcjonować? (niektóre rzeczy są pobawione zapachu, jeżeli jesteśmy przeziębieni...).
4. W jaki sposób przy pomocy dotyku możemy odkryć niebezpieczeństwo? W jakich

warunkach zmysł naszego dotyku nie może dobrze funkcjonować? (jeżeli obiekt jest zbyt daleko, jeżeli dotykanie czegoś może być niebezpieczne...).

5. W jaki sposób przy pomocy smaku możemy odkryć niebezpieczeństwo? W jakich warunkach zmysł naszego smaku nie może dobrze funkcjonować? (jeżeli coś może być zatrute, jeżeli jest brudne...).
6. Do ręki bierzemy kubek z wodą. Pytamy uczniów o to, który z naszych zmysłów będzie najbardziej użyteczny przy próbie określenia przydatności tej wody do picia. Rozważamy zalety i wady każdego ze zmysłów w takiej próbie.
7. Czy myślicie, że przy próbie odnajdywania kubka z wodą do picia zawsze będziecie się posługiwać tylko jednym zmysłem? Spróbujcie przewidzieć i odgadnąć, który ze zmysłów będzie najczęściej używany w próbie określenia „tajemniczej” substancji znajdującej się w wodzie. Otaczamy kółkiem rysunek z ilustracją tego zmysłu w górnej części tabeli zamieszczonej w *Roboczym Arkuszu Wodnego Detektywa*.



## Przebieg doświadczenia

1. Uczniom pokazujemy opakowania z „tajemniczym” środkiem spożywczym który dodaliśmy do wody (sól, soda spożywcza i inne). Następnie mówimy uczniom: „To są środki spożywcze które wymieszam z wodą na waszych oczach. Naszym zadaniem będzie wykorzystanie zmysłów w celu określenia które z nich znajdują się w poszczególnych kubkach”.



2. Uczniowie przyglądają się poszczególnym kubkom z wodą zawierającą rozpuszczony środek spożywczy. W *Roboczym Arkuszu*, w kolumnie oznaczonej okiem (wzrok), stawiają literę **X** przy numerze tego kubka, który ich zdaniem nie zawiera wody z kranu. Literę **W** stawiają natomiast przy tych numerach, którymi, ich zdaniem, oznaczono wodę z kranu.

3. Uczniowie „słuchają” kubków z wodą (mogą nimi np. potrząsać). W kolumnie oznaczonej uchem (słuch), stawiają literę **X** przy numerze tego kubka, który ich zdaniem nie wydaje dźwięków charakterystycznych dla wody z kranu. Literę **W** stawiają natomiast przy tym numerze kubka, w którym woda wydaje dźwięki jak woda z kranu.

4. Uczniowie wachają wodę w poszczególnych kubkach. W odpowiedniej kolumnie wstawiają literę **X** przy numerze tego kubka, w którym woda nie ma zapachu charakterystycznego dla wody z kranu. Literę **W** stawiają natomiast przy numerze kubka z wodą o zapachu charakterystycznym dla wody z kranu.

5. Uczniowie, przy pomocy łyżeczki upuszczają kilka kropli z każdego kubka na dłoń. W odpowiedniej kolumnie stawiają literę **X** przy numerze tego kubka, z którego woda swoim „dotykem” nie przypomina wody z kranu. Literę **W** stawiają natomiast przy numerze kubka, w którym ich zdaniem znajduje się woda z kranu.

6. Uczniowie posługując się łyżeczką sprawdzają smak wody w poszczególnych kubkach. Za każdym razem należy używać czystej łyżeczki. W odpowiedniej kolumnie stawiają literę **X** przy numerze tego kubka, z którego woda swoim smakiem nie przypomina wody z kranu. Literę **W** stawiają natomiast przy numerze kubka, w którym woda swoim smakiem przypomina wodę z kranu.

7. Uczniowie sumują liczby X-sów w każdej kolumnie, odpowiadającej jednemu ze zmysłów. Który ze zmysłów ma najwięcej oznaczeń **X**? Właśnie ten zmysł okazał się najlepszy w próbach określenia substancji zawartej w wodzie.

8. Pytamy uczniów o ich wcześniejsze przewidywania, który ze zmysłów byłby najlepszy do

badania wody. Smak? Świetnie, mogliśmy tak postępować dzisiaj. „Ale czy zechcecie podjąć próbę określania smaku wody, nie wiedząc wcześniej co się w niej znajduje?”

9. Stawiamy uczniom pytanie, w jaki inny sposób mogą zbadać substancje rozpuszczone w wodzie. Zapoznajemy ich z różnymi przyrządami i prosimy o podanie przykładów różnych narzędzi wzmacniających nasze zmysły. Mogą to np. być wykrywacze dymu, mikroskop, aparaty słuchowe i in.

10. Zapoznajemy uczniów z papierem lakmusowym (wskaźnikowym) jako narzędziem badania wody. Przy jego pomocy mierzą oni odczyn (pH) wody w poszczególnych kubkach. Jaką cechę wody możemy zbadać posługując się tym narzędziem?

**Uwaga:** Kolejnym ćwiczeniem powinna być *Gra w pH*. Uczniowie będą mieć możliwość zbadania odczynów różnych substancji występujących w ich otoczeniu.

### ***Dostosowanie zajęć dla uczniów starszych:***

1. Uczniowie mogą posłużyć się innymi metodami w celu określenia takich właściwości wody jak zasadowość, przewodnictwo elektryczne, zasolenie lub gęstość.

2. Zachęcamy uczniów do wymyślania przez nich metod i sposobów określania różnic w próbkach wody (np. potrząsanie naczyniem, dodawanie innych chemikaliów w celu wywołania reakcji).

### ***Ocenianie uczniów***

Prosimy uczniów o:

- Sporządzenie listy substancji znajdujących w wodzie
- Wyjaśnienie konieczności używania przyrządów do wykrywania obecności niektórych substancji
- Odgadywanie (stawianie hipotez) w jaki sposób różne substancje zawarte w wodzie mogą wpływać na istniejące w niej życie biologiczne
- Wyjaśnienie roli każdego ze zmysłów

• Wyjaśnienie roli każdego ze zmysłów w identyfikowaniu różnych substancji zawartych w wodzie






• Posługiwanie się Arkuszem Danych Roboczych w celu odpowiedniego zapisania danych, w sposób umożliwiający ich interpretację.

### **Dalsze badania**

Uczniowie starają się ustalić, czy różne gatunki roślin i zwierząt lubią różne typy wody.

## Roboczy Arkusz Wodnego Detektywa

Name: \_\_\_\_\_

Kubek	Widzieć	Słyszeć	Wąchać	Czuć	Smakować	pH
						
1 pierwszy						
2 drugi						
3 trzeci						
4 czwarty						
5 piąty						
Razem						

### **Jak wypełniać tabelę**

Na skrzyżowaniu kolumny oznaczającej poszczególne zmysły oraz wiersza oznaczającego kolejny numerowany kubek, w odpowiedniej kratce wpisz literę X jeżeli uważasz, że płyn w kubku nie jest wodą z kranu. Literę W wpisz w odpowiednią kratkę, jeżeli twoim zdaniem płyn w kubku jest normalną wodą z kranu.

Upewnij się, czy zawsze określając wodę używałeś tylko tego zmysłu który oznaczony jest w odpowiedniej kolumnie. Jeżeli już za pomocą każdego ze zmysłów przebadałeś każdy kubek i wyniki odpowiednio zapisałeś, policz, w którym wierszu jest najwięcej oznaczeń W. Tam powinna znajdować się woda z kranu.



# Gra w pH



## **Zadanie**

Przybliżyć uczniom zagadnienie kwasowości cieczy oraz innych substancji występujących w otoczeniu szkoły oraz umożliwić im zrozumienie roli stopnia zakwaszenia jako wskaźnika jakości środowiska

## **Znaczenie**

Gra w pH powinna stanowić zachętę dla uczniów podejmujących pomiary odczynu wody, gleby i roślin oraz innych naturalnych materiałów z różnych miejsc. Uczniowie mogą mieszać różne substancje w celu uzyskania zróżnicowanych wyników wartości pH

## **Czas**

Jedna godzina lekcyjna na przygotowanie Jedna godzina lekcyjna na przeprowadzenie gry

## **Poziom nauczania**

Wszystkie

## **Główne pojęcia**

Pomiar pH

## **Umiejętności**

Dokonywanie pomiarów

Przeprowadzanie analiz

Interpretacja wyników

Rozumienie współzależności w przyrodzie

## **Środki dydaktyczne**

Dla każdego zespołu uczniowskiego (3–4 uczniów):

20 listków papieru lakmusowego

3 do 5 małych kubeczków

Papier i ołówek

Naklejki na których zapisujemy wyniki i naklejamy na tabelę zbiorczą

Dla całej klasy:

Tabela zbiorcza z rubryką dla każdego zespołu oraz z rubryką do zaznaczania wartości pH w granicach od 2 do 9

Arkusze papieru

Dodatkowe listki papieru lakmusowego

## **Przygotowanie**

Zadaniem nauczyciela jest przygotowanie mieszanin różnych substancji o zróżnicowanej kwasowości i zasadowości, zarówno naturalnych jak i sztucznych. Roztwory te powinny być opisane, z podaniem dodanych substancji, ale bez charakterystyki, czy jest to roztwór kwaśny, czy zasadowy. Przykłady roztworów kwaśnych to: sfermentowana trawa, stężony i rozcieńczony sok z cytryny, czarna kawa, ocet, sok pomarańczowy, coca cola oraz napoje owocowe. Przykłady roztworów zasadowych to: zasolona woda, szampon, soda spożywcza, bielinka, amoniak spożywczy i in. Można również przygotować mieszkankę miejscowej gleby z wodą, jak również zbadać wodę z lokalnych zbiorników. Nauczyciel może znaleźć własne przykłady z sąsiedztwa szkoły, jak np. wodę zanieczyszczoną olejem samochodowym, płyn zawarty w porzuconej butelce.

## **Uwarunkowania**

Żadne



## **Wprowadzenie**

Stopień zakwaszenia (pH) w decydujący sposób wpływa na wegetację i inne formy życia biologicznego w środowisku. Wpływ na wartość pH ma wiele czynników. Należy do nich oddziaływanie zasadowych substancji

pochodzących z gleb i skał, ilości wody na danym terenie, a tak że od działalności człowieka (ruch samochodów, zabudowa, miejsca pokryte asfaltem lub betonem). Na odczyn lokalnych wód mogą mieć również wpływ kwaśne opady. Zrozumienie tych wszystkich współzależności jest bardzo ważne.

Te proste zajęcia edukacyjne pozwolą uczniom zrozumieć złożony system wzajemnych relacji między przyrodą a działalnością człowieka.

**Uwaga:** Przypominamy uczniom różnicę między hipotezą a otrzymanymi wynikami badań. Zachęcamy ich do formułowania własnych hipotez i poszukiwania sposobów ich weryfikacji na podstawie wyników konkretnych badań (dostarczamy im odpowiedniej literatury, zapraszamy do szkoły ekspertów z określonej dziedziny, wykorzystujemy wyniki wcześniejszych badań i in.).

## Reguły gry

1. Wyjaśniamy uczniom cel prowadzonej gry, którym jest zbadanie przez każdy zespół roztworów, których wartość pH zawarta jest w przedziale od 2 do 9.

Uczniowie powinni narysować poziomą skalę pH, z liniami oznaczającymi wartości pH od 0 do 14, o oznaczeniu punktu pH równego 7, jako wartości neutralnej. Odległości pomiędzy poszczególnymi jednostkami powinny wynosić co najmniej 1 cm. Dla każdej wartości pH w przedziale od 2 do 9 na skali rysujemy pod nią prostokąty.

Każdy z zespołów wyszukuje substancji posiadających pH odpowiadające odczynowi odpowiedniego prostokąta na skali.

2. Nauczyciel na tablicy szkolnej rysuje tabelę na wzór zamieszczonej poniżej (HYD-L-1).

3. Zespół zdobywa jeden punkt za wypełnienie prostokąta, nawet wtedy gdy odnajdzie dwie substancje o tej samej wartości pH.

4. Uczniowie powinni notować wszelkie informacje o roztworze, uzyskanych z napisów na etykietce i na podstawie wyników pomiarów pH.

5. Jeżeli uczniowie są gotowi do przekazania próbki i odnotowania jej na tablicy wyników, pokazują nauczycielowi próbkę i notatki. Wspólnie dokonują pomiaru pH przy użyciu nowego paska papieru lakmusowego. Jeżeli wynik jest zgodny z wynikiem poprzedniego pomiaru, zespół zdobywa punkt. Przykład wypełnionej tabeli podany jest na rysunku HYD-L-2.

6. Za każdy wynik zapisany w tabeli zespół otrzymuje dodatkowy pasek papieru lakmusowego.

Tabela HYD-L-1

Zespoły	Wartość pH								Ogółem
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Zespół 1									
Zespół 2									
Zespół 3									

Tabela HYD-L-2

Zespoły	Wartość pH								Ogółem
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Zespół 1	1		1			1	1		4
Zespół 2		1		1				1	3
Zespół 3	1				1		1		3



## **Modyfikacje gry i dostosowanie jej do różnego wieku uczniów**

### *Poziom początkowy*

Na pierwszych etapach nauczania, dla lepszego zrozumienia problematyki, używamy cukru i soli. Pozwoli to uczniom wyjaśnić, że sól niekoniecznie oznacza odczyn kwaśny, a cukier odczyn zasadowy. Dobrym przykładem roztworu słodkiego i jednocześnie śnie mocno kwaśnego może być coca cola.

### *Poziom średniozaawansowany*

Grę można uczynić bardziej pasjonującą i pobudzającą do współzawodnictwa. Na przykład, zespół który pierwszy wykona lub odnajdzie próbkę roztworu o określonej wartości pH otrzymuje 5 punktów. Inni otrzymają za to zadanie po 1 punkcie.

W celu uczynienia gry bardziej skomplikowanej, możemy ograniczyć próbki płynów do takich które mają pochodzenie naturalne.

Ograniczamy liczbę pasków papieru lakmusowego przydzielanego każdemu zespołowi. Dodatkowe paski mogą otrzymać w zamian za uzyskane punkty.

### *Poziom zaawansowany*

Zadaniem uczniom jest ustalenie takich roztworów, które po wymieszaniu stworzą roztwór obojętny. Hipotezy mogą sprawdzać przez dodawanie roztworów o oznaczonym pH i dokonywanie pomiarów. Mogą oni również obliczać zdolność działania neutralizującego różnych roztworów i odnosić to do możliwości buforowych miejsca badań hydrologicznych.

Możemy uczniom dostarczyć roztworów pochodzących z różnych części kraju (lub świata) z prośbą o scharakteryzowanie ich.

Takie oraz inne analizy możemy prowadzić badając próbki pochodzące z różnych warstw geologicznych, z różnych miejsc w okolicy lub z otoczenia sąsiadującego z miejscem badań hydrologicznych.

**Uwaga:** Zaleca się zapraszanie ekspertów do uczniów starszych, w celu wyjaśnienia niektórych zagadnień.

## **Kontynuacja badań**

Badamy otoczenie (gleby, skały, roślinność) miejsca badań hydrologicznych oraz jego potencjalny wpływ na pH wody w zbiorniku.

Próbujemy określić oraz oszacować wpływ występujących sporadycznie czynników, takich jak opad deszczu lub inne wydarzenia w górnym biegu rzeki.

## **Ocenianie uczniów**

Po zakończeniu gry zasiadamy wspólnie z uczniami przed tablicą z wynikami, identyfikujemy próbki które zostały odnalezione oraz ich pH. Zachęcamy uczniów do podejmowania prób wyjaśnienia zróżnicowanego pH u różnych substancji. Szczególną uwagę zwracamy na zróżnicowanie próbek pochodzących z różnych środowisk, skał, gleb, powierzchni sztucznych, jezior i rzek. Wspominamy o możliwościach neutralizującego oddziaływania niektórych skał oraz o zakwaszeniu powodowanym przez różne materiały. Pytamy również o to, dlaczego łatwo było znaleźć próbki o danym odczynie, trudno zaś próbki o innych pH.

## **Podziękowania**

Gra w pH została wymyślona i wypróbowana przez liderów Stowarzyszenia Edukacji Ekologicznej TEREZA z Republiki Czeskiej.



# Wypełnianie protokołów



## **Zadanie**

Uczniowie powinni:

1. Opanować umiejętność poprawnego posługiwania się przyrządami
2. Uświadomić sobie zakres możliwości pomiaru przy wykorzystaniu danego instrumentu
3. Posługiwać się instrumentami zgodnie z instrukcją oraz wymaganiami opisanymi w protokole
4. Zrozumieć znaczenie kontrolowania jakości pomiarów

## **Znaczenie**

Grupy uczniów będą się przemieszczać pomiędzy stanowiskami przygotowanymi dla każdego z protokołów zaplanowanych do realizacji przez klasę. Uczniowie będą ćwiczyć posługiwanie się instrumentami oraz zestawami badawczymi zgodnie z wymaganiami protokołu, starając się jednocześnie odkryć przyczyny i źródła błędów pomiaru i jego niedokładności. W trakcie tych zajęć uczniowie powinni korzystać z różnorodnych próbek wody, przyniesionych przez nich z domu, podwórka lub płynącego w sąsiedztwie strumyka. Jeżeli dysponujemy wystarczającą liczbą instrumentów i zestawów badawczych, możemy skoncentrować się w danym momencie tylko nad niektórymi fazami pomiaru, w celu uniknięcia straty czasu na dyskusję.

## **Czas**

Trzy lub cztery jednostki lekcyjne

## **Poziom nauczania**

W zależności od wybranego protokołu

## **Główne pojęcia**

Zabezpieczenie jakości  
Kontrola jakości  
Rzetelność pomiaru  
Dokładność  
Protokół

Kalibrowanie

## **Umiejętności**

Posługiwanie się instrukcją  
Prowadzenie pomiarów

## **Środki dydaktyczne**

Wszystkie instrumenty i zestawy badawcze przewidziane dla danego protokołu

Kubel wody z kranu

Kopie Arkuszy Uczniowskich Badań Hydrologicznych

Poza tym, dla poszczególnych protokołów potrzebujemy następujących dodatkowych materiałów:

Przezroczystość: zielony barwnik spożywczy, łyżeczka gliny

pH: próbki wody z octem, woda destylowana, mleko, sok, woda sodowa itp.

Temperatura: lód

Przewodnictwo elektryczne: woda destylowana, sól

Zasolenie: woda destylowana, sól, lód

Azotany: sztuczny nawóz do trawników

## **Przygotowanie**

Prosimy uczniów o przyniesienie próbek wody z domu lub podwórka

Dla każdego protokołu organizujemy ćwiczeniową stację pomiarową. Każda z nich powinna być wyposażona w:

Instrumenty pomiarowe

Jedną kopię odpowiedniego protokołu zawieszoną na stanowisku

Kopie Arkuszy Uczniowskich Badań Hydrologicznych

Na początku dnia napełniamy kubel wodą z kranu i pozostawiamy go na widoku w klasie. Na przyklepionej do kubła karteczce notujemy czas napełnienia.

Butelkę przeznaczoną do badania rozpuszczonego tlenu napełniamy w tym samym czasie oraz zabezpieczamy próbkę zgodnie z instrukcją w protokole. Na naklejkę notujemy czas napełnienia.



## **Wprowadzenie**

Konieczne jest przygotowanie planu zapewniającego zabezpieczenie i kontrolę jakości w celu uzyskania jak najlepszych wyników. Dokładność, precyzja oraz rzetelność pomiarów zależą od:

- dokładnego skalibrowania instrumentów oraz posługiwania się odpowiednim materiałem testowym,
- postępowania zgodnie z zaleceniami opisanymi w protokołach,
- powtarzania pomiarów do momentu uzyskania wyników znajdujących się w określonym przedziale wartości
- stopnia zanieczyszczenia próbek, używanych chemikaliów oraz instrumentów.

Uwzględnianie powyższych zaleceń sprawi, że otrzymane wyniki będą wartościowe, rzetelne i znaczące.

## **Kalibrowanie**

Kalibrowanie jest procedurą zapewniającą sprawdzenie rzetelności instrumentów badawczych. W celu upewnienia się czy dany instrument funkcjonuje prawidłowo, posługujemy się roztworami kontrolnymi o znanych wartościach. Procedury kalibrowania są różne i opisane zostały w poszczególnych protokołach.

## **Bezpieczeństwo**

Należy bezwzględnie przestrzegać instrukcji postępowania z zestawami badawczymi oraz roztworami kontrolnymi.

## **Co robić i jak to robić**

1. Uczniów dzielimy na małe zespoły, najlepiej trzyosobowe. Sprawdzając się wzajemnie, uczniowie powinni kolejno zapoznać się z instrukcją, dokonać pomiaru i zapisać wyniki.
2. Uczniowie przechodzą do kolejnych stanowisk, zapoznając się z instrumentami i protokołami.
3. Likwidujemy grupy i przed frontem całej klasy, dla każdego pomiaru:

3.1. nanosimy wyniki w postaci punktów w celu uzmysłowienia uczniom pojęcia dokładności pomiaru. Jeżeli uzyskane wyniki były

bliskie rzeczywistości, punkty grupują się blisko siebie. Dyskutujemy rozrzut wyników.

3.2. inicjujemy burzę mózgow w celu ustalenia przyczyn zróżnicowania wyników. W tym czasie rozważamy znaczenie kalibrowania i jego związków z roztworami standardowymi, dokładnością odczytu i zgodnością z protokołem. Wyjaśniane zróżnicowanie wyników przyporządkujemy określonym przyczynom, zgodnie z poszczególnymi etapami protokołu. Ekspozujemy znaczenie precyzji pomiaru, gdyż to umożliwi nam porównywanie różnych próbek wody.

4. Porównujemy otrzymane wyniki badań różnych próbek wody. W celu lepszego zrozumienia problematyki, możemy te wyniki nanieść na mapę z zaznaczonymi miejscami pochodzenia badanej wody, z opisem, czy jest to woda ze studni, z basenu, ze stawu lub strumyka. Również tutaj ekspozujemy znaczenie precyzji pomiarów w celu dokonywania porównań. Czy różnica w wynikach jest odbiciem rzeczywistości, czy też po prostu wynika z błędu pomiarowego? Jest to również czas i miejsce do ukazania przyczyn zaniechania pomiarów temperatury i rozpuszczonego tlenu w tym momencie oraz wyjaśnienia okoliczności poprawnego przeprowadzenia tych pomiarów.

## **Dostosowania**

### *Uczniowie początkujący*

Postępując zgodnie z opisanymi wyżej zaleceniami, należy koncentrować się na wykonaniu jednego pomiaru w jednostce czasu.

### *Uczniowie zaawansowani*

Należy uczniom umożliwić wykonywanie ich własnych zestawów wyników interpretowanie ich.

## **Dalsze badania**

Możemy powtórzyć poszczególne ćwiczenia zmieniając jeden z parametrów, np. temperaturę próbki wody – jedną trzecią próbki możemy schłodzić, drugą jedną trzecią podgrzać, pozostałą badać w temperaturze pokojowej. W następnej kolejności porównujemy wpływ temperatury wody na uzyskane wyniki.

# Badania hydrologiczne

## Arkusz Ucznia

### Stanowisko Badania Przezroczystości

#### Wprowadzenie

Przezroczystość jest miarą zmętnienia wody. O przezroczystości wody w miejscu prowadzenia badań decyduje ilość zawieszonych w wodzie cząsteczek oraz obecności alg i innych form życia roślinnego. Przezroczystość może się zmieniać w poszczególnych porach roku, w zależności od intensywności życia biologicznego, ilości wody opadowej spływającej do zbiornika oraz innych czynników. Przezroczystość wody limituje zasięg promieniowania słonecznego w zbiorniku. Rozwój roślinności zależy od światła słonecznego, toteż przezroczystość jest czynnikiem wpływającym na życie roślin.

W terenie, na miejscu badań możemy posłużyć się dwiema metodami pomiaru przezroczystości: w przypadku wód głębokich i spokojnych korzystamy z krążka Secchiego, natomiast tam gdzie woda jest płytka i płynie szybko stosujemy tubę (cylinder) do badania zmętnienia. W praktyce laboratoryjnej, na szkolnym stanowisku badań pomiaru dokonujemy przy użyciu tuby.

#### Co robić i jak to robić

1. Każdy uczeń indywidualnie nalewa do

cylindra wodę z kranu aż do momentu zaniku wzoru na jego dnie, następnie zapisuje wynik w centymetrach.

2. Porównujemy wyniki uzyskane przez różnych uczniów. Prosimy ich również o sformułowanie hipotez wyjaśniających różnicowanie wyników.

3. Dokonujemy następnych pomiarów różniąc warunki ich prowadzenia, np. ilość światła w pomieszczeniu, pomiar w cieniu i w pełnym świetle, w okularach słonecznych i bez nich, w wodzie poruszającej się oraz po jej ustabilizowaniu się po ok. 15–20 sekundach.

4. Po przećwiczeniu dokonywania odczytu z użyciem wody z kranu, do kubła z wodą wsypujemy kilka gramów materiału gliniastego i mieszamy.

5. Uczniowie dokonują następnego pomiaru, wlewając do cylindra wodę zanieczyszczoną gliną, aż do momentu zaniku wzoru na dnie, następnie zapisują wynik w centymetrach. Porównujemy wyniki otrzymane przez kilku uczniów.

6. Do wody z kranu wlewamy kilka kropel zielonego barwnika spożywczego i powtarzamy procedurę.

Uczeń	Rodzaj próbki wody	w cm

# Badania hydrologiczne

## Arkusz Ucznia

### Stanowisko Badania

### Temperatury

#### Wprowadzenie

Temperatura wody to temperatura tej cieczy znajdującej się w określonym zbiorniku, np. w stawie, jeziorze, strumieniu lub studni, w warunkach naturalnych. Temperatura w różnych zbiornikach może się zmieniać w dużym zakresie w zależności od takich czynników jak szerokość geograficzna, wzniesienie nad poziom morza, pora dnia i roku lub głębokość. Temperatura wody odgrywa bardzo ważną rolę we wszystkich procesach chemicznych, fizycznych i biologicznych zachodzących w danym zbiorniku. Na przykład wysoka temperatura może świadczyć o intensywnej produkcji roślinnej. Temperatura determinuje również różnorodność biologiczną w zbiorniku, gdyż każdy gatunek ma określone wymagania i nie może żyć w temperaturze wyższej bądź niższej od optymalnej dla danego gatunku. Na podstawie temperatury możemy więc wnioskować o życiu biologicznym w zbiorniku, bez konieczności wykonywania wielu innych skomplikowanych pomiarów.

#### Co robić i jak to robić

1. Postępujemy zgodnie z procedurą opisaną w *Protokole Temperatury Wody*, umożliwiając każdemu uczniowi dokonanie pomiaru przy

użyciu tego samego termometru. Wcześniej upewniamy się, czy każdy z uczniów opanował umiejętność odczytywania termometru. Porównujemy wyniki odczytów. Czy wszystkie z nich nie różnią się o więcej niż o  $0,5^{\circ}\text{C}$ ? Dlaczego? Dlaczego nie? Jeżeli różnica jest większa, powtarzamy ćwiczenie z następną próbką wody aż do otrzymania wszystkich wyników pozostających w przedziale  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

2. Każdy z członków zespołu uczniowskiego dokonuje pomiaru temperatury próbki wody korzystając z innego termometru. Porównują uzyskane wyniki. Czy różnica między nimi przekracza  $0,5^{\circ}\text{C}$ ? Dlaczego? Dlaczego nie? Jeżeli różnica jest większa, termometry wymagają skalibrowania.

3. Postępując zgodnie z etapami pomiaru opisanymi w protokole, mierzymy temperaturę wody z zimnego i ciepłego kranu, wody zmieszanej z lodem oraz wody w stojącym jakiś czas kubku. Robimy wykaz tych różnorodnych pomiarów i wyniki zapisujemy.

4. Podejmujemy dyskusję o zakresie możliwości pomiarowych każdego z termometrów. Czy można przy ich użyciu zmierzyć temperaturę marznącej wody? Dlaczego? Dlaczego nie? Czy termometrem, który trzymasz w ręku możesz zmierzyć temperaturę wrzącej wody? Dlaczego? Dlaczego nie?

Uczeń	Rodzaj próbki wody	Temperatura

# Badania hydrologiczne

## Arkusz Ucznia

### Stanowisko Badania Rozpuszczonego Tlenu

#### Wprowadzenie

Wszystkie żyjące istoty potrzebują tlenu do przetrwania. W środowisku wodnym tlen występuje pod postacią rozpuszczonych w wodzie cząsteczek. W powietrzu, na każde jego 100 cząsteczek przypada 20 cząsteczek tlenu. W wodzie natomiast 1 do 5 cząsteczek tlenu przypada na każdy milion jej cząsteczek. Z tego między innymi względu stężenie rozpuszczonego w wodzie tlenu podajemy w ppm (części na milion). Zapotrzebowanie poszczególnych gatunków na tlen rozpuszczony w wodzie jest zróżnicowane, ale na ogół przyjmuje się, że woda umożliwiająca egzystencję musi zawierać co najmniej 6 ppm.

Ilość rozpuszczonego w wodzie tlenu (wartość „równowagi”) zależy od jej temperatury oraz położenia względem poziomu morza. Na ogół woda cieplejsza zawiera mniej tlenu w porównaniu z wodą chłodną. Podobnie, zbiorniki wodne leżące w wysokich górach zawierają znacznie mniej rozpuszczonego tlenu w porównaniu z wodą znajdującą się bliżej poziomu morza. Zależności te są zawarte w tabeli w protokole Rozpuszczonego Tlenu. To właśnie jest przyczyną, że w prot

okole używamy standardu wody destylowanej, korygowanego przez temperaturę i wysokość nad poziom morza. Rzeczywista ilość roz-

puszczonego w wodzie tlenu może być większa lub mniejsza od wartości „równowagi”. Bakterie żyjące w wodzie zużywają tlen w trakcie rozkładu materii organicznej, co prowadzi do obniżenia jego stężenia w zbiorniku. Natomiast żyjące w wodach algi wytwarzają tlen w procesie fotosyntezy, co z kolei prowadzi do większego jego stężenia w zbiorniku, szczególnie w lecie.

#### Co robić i jak to robić

1. Postępując zgodnie z opisem etapów zawartych w *Protokole Rozpuszczonego Tlenu*, każdy z członków zespołu wykonuje pomiar rozpuszczonego tlenu tej samej próbki wody. Uczniowie porównują uzyskane wyniki. Czy wszystkie nie różnią się o więcej niż o 0,2 mg/l? Dlaczego? Dlaczego nie? Jeżeli różnica jest większa, powtarzamy ćwiczenie z nową próbką wody tyle razy, aż otrzymane wyniki nie będą się różnić o więcej niż o 0,2 mg/l.

2. Jeżeli w kranie zamontowane jest urządzenie napowietrzające wodę, badanie wykonujemy po nalaniu wody z tego kranu. Jedną z próbek jest woda którą nalano rano i pozostawiona w kuble przez dłuższy czas, drugą zaś woda którą poddano zabiegowi utrwalenia próbki. Zapisujemy czas pomiaru wody z kubła. Ile czasu upłynęło od napełnienia kubła wodą? Porównujemy wyniki. Czy różnią się one między sobą? Dlaczego? Dlaczego nie? Co mogło być przyczyną powstania różnicy?

Uczeń	Rodzaj próbki wody	Czas	Rozpuszczony tlen

# Badania hydrologiczne

## Arkusz Ucznia

### Stanowisko Badania pH

#### Wprowadzenie

pH jest wskaźnikiem zawartości kwasów w wodzie. Skala pH obejmuje stopnie od 1 (kwas) do 14 (zasada), przy czym roztwór o pH 7 jest roztworem neutralnym. Ta skala jest skalą logarymiczną, stąd też zmiana o jedną jednostkę pH w rzeczywistości oznacza dziesięciokrotne zwiększenie lub zmniejszenie koncentracji kwasów w roztworze. Zmiana odczynu z pH 7 do pH 6 oznacza dziesięciokrotne zwiększenie zakwaszenia roztworu, zmiana z pH 7 do pH 5 oznacza z kolei aż stukrotne zwiększenie tegoż zakwaszenia. Im mniejsze pH, tym woda jest bardziej zakwaszona. Zakwaszenie zbiornika wodnego wywiera duży wpływ na żyjące w nim organizmy, przy czym bardzo wrażliwe na niskie pH są w szczególności osobniki niedojrzałe.

#### Co robić i jak to robić

1. Postępując zgodnie z opisem etapów w *Protokole pH*, każdy z uczniów przy pomocy papierka lakmusowego bada odczyn tej samej próbki wody. Uczniowie porównują uzyskane wyniki. Czy różnią się one między sobą o więcej niż o 1,0 pH? Dlaczego? Dlaczego nie? Jeżeli różnica jest większa, należy ćwiczenie powtarzać korzystając z innej próbki wody, a ż do uzyskania wyników nie różniących się o więcej niż o 1,0 pH.

2. Nie kalibrując uprzednio wskaźnika pH, lecz zgodnie z zaleceniami zamieszczonymi w Protokole, uczniowie mierzą odczyn różnych próbek wody, a następnie zapisują wyniki.

3. Po skalibrowaniu wskaźnika pH powtarzamy serię pomiarów, zgodnie z procedurą zawartą w protokole, starając się nie zanieczyścić próbki wody. Można również jednego pomiaru dokonać instrumentem skalibrowanym, drugiego zaś wskaźnikiem przed kalibracją. Zapisujemy wyniki.

4. Porównujemy wyniki uzyskane różnymi metodami oraz dyskutujemy przyczyny powstania różnic.

5. Dokonujemy pomiaru pH takich powszechnie spotykanych płynów jak destylowana woda, rozpuszczony w wodzie ocet, woda z kranu, mleko, sok owocowy, woda sodowa i in. Każdego z tych pomiarów dokonujemy przy użyciu trzech metod: papierka lakmusowego, wskaźnika pH skalibrowanego oraz wskaźnika pH bez kalibracji. Sporządzamy wykaz przebadanych próbek, zapisujemy uzyskane różnymi metodami wyniki. Która z metod daje najdokładniejsze wyniki? Która z nich jest najbardziej wiarygodna?

6. Na utworzonej przez nas skali pH nanosimy średnie wyniki każdej z próbek.

Badana próbka	Papierek lakmusowy	Wskaźnik pH niekalibrowany	Wskaźnik pH skalibrowany

# Badania hydrologiczne

## Arkusz Ucznia

### Stanowisko Badania

### Przewodnictwa Elektrycznego

#### Wprowadzenie

Przewodnictwo elektryczne jest miarą zdolności wody do przewodzenia prądu elektrycznego. Czysta woda jest słabym przewodnikiem elektryczności. Występujące w wodzie zanieczyszczenia, takie jak np. rozpuszczona sól, zwiększają jej możliwość przewodzenia prądu. Dzięki tym własnościom pomiary przewodnictwa elektrycznego są wykorzystywane w celu oszacowania ilości rozpuszczonych w wodzie substancji, gdyż ta metoda jest łatwiejsza w porównaniu z koniecznością odparowania całej wody i zważenia stałych pozostałości.

Jednostką pomiarową przewodnictwa elektrycznego jest mikroSiemens/cm. Niektóre wrażliwe rośliny ulegają uszkodzeniu jeżeli pobierają wodę charakteryzującą się przewodnictwem w granicach 2200 – 2600 mikroSiemensów/cm. W gospodarstwach domowych zaleca się korzystanie z wody o przewodnictwie mniejszym niż 1100 mikroSiemensów. W niektórych gałęziach przemysłu, np. w produkcji elektronicznej, wymagana jest bardzo czysta woda.

#### Co robić i jak to robić

1. Postępując zgodnie z opisem etapów w *Protokole Przewodnictwa Elektrycznego*, każdy członek zespołu kolejno dokonuje pomiaru tej samej próbki wody. Uczniowie porównują otrzymane wyniki. Czy różnica między nimi

jest większa niż 40 mikroSiemensów/cm? Dlaczego? Dlaczego nie? Jeżeli jest większa, powtarzamy ćwiczenie z inną próbką wody tak długo, aż otrzymamy wyniki nie różniące się od siebie o więcej niż o 40 mikroSiemensów.

2. Bez uprzedniego skalibrowania konduktometru, ale zgodnie z zaleceniami protokołu, wykonujemy serię pomiarów takich płynów jak woda destylowana, woda z kranu oraz woda destylowana z dodatkiem szczypty soli. Zapisujemy uzyskane wyniki.

3. Po przeprowadzeniu kalibracji konduktometru powtarzamy pomiary zgodnie z procedurą opisaną w protokole, starając się nie dopuścić do zanieczyszczenia próbki wody. Wyniki zapisujemy.

4. Porównujemy wyniki uzyskane przy użyciu wskaźnika przed kalibracją oraz po jego skalibrowaniu. Czy wystąpiły jakieś różnice? Dyskutujemy nad przyczynami różnicowania wyników. Czy któryś z konduktometrów zawsze pokazuje wynik wyższy od pozostałych? Czy wielkość różnicy jest stała?

5. Mierzmy przewodnictwo powszechnie spotykanych płynów, takich jak np. ocet, woda z kranu, woda stołowa, mleko, sok, woda sodowa. Sporządzamy wykaz tych płynów i zapisujemy odpowiadające im wyniki pomiarów.

6. Jaka jest skala różnicowania wyników? Na sporządzonym wykresie prezentujemy wyniki charakterystyczne dla każdej badanej cieczy.

Rodzaj próbki wody	Konduktometr przed kalibracją	Konduktometr po kalibracji
Woda destylowana		
Woda z kranu		
Woda z solą		

# Badania hydrologiczne

## Arkusz Ucznia

### Stanowisko Badania Azotanów

#### Wprowadzenie

Azot jest jednym z trzech głównych składników pokarmowych roślin. Większość z nich nie może korzystać z azotu w jego formie molekularnej ( $N_2$ ). W wodnych ekosystemach niebiesko-zielone algi przekształcają  $N_2$  w amoniak ( $NH_3$ ) lub azotany ( $NO_3$ ), czyli w formy przyswajalne dla roślin. Zwierzęta żywiące się roślinami otrzymują w ten sposób azot niezbędny do budowy białek. Po śmierci rośliny lub zwierzęcia, cząsteczki białka pod wpływem bakterii przekształcają się w amoniak. Inne bakterie przekształcają z kolei amoniak w azotany lub azotyny.

W normalnych warunkach na ogół poziom azotu w wodzie nie przekracza 1 ppm azotu azotanowego. Azot uwolniony z rozkładającej się materii organicznej jest natychmiast pobierany przez rośliny. W wodach zawierających dużo azotu może rozwijać się proces eutrofizacji. Poziom azotu może wzrastać na skutek przyczyn naturalnych jak i wywołanych działalnością człowieka.

- źródłem azotu może być hodowla kaczek lub gęsi w sąsiedztwie zbiornika, ścieki dostające się do rzek i jezior, nawozy sztuczne wymywane z pól oraz gnojowica wypływająca z

obór. Poziom azotu mierzymy w miligramach na litr azotu azotanowego.

#### Co robić i jak to robić

1. Postępując zgodnie z opisem etapów w Protokole Azotanów, mierzymy ilość azotanów w próbce wody. Porównujemy wyniki otrzymane przez kilku uczniów. Czy różnica między nimi przekracza 0,2 mg/l? Jeżeli tak, dyskutujemy nad przyczynami błędów. Czynności powtarzamy aż do uzyskania wyników nie różniących się o więcej niż o 0,2 mg/l.

2. Czynności pomiarowe powtarzamy, z tym że tą samą wodą potrząśamy przez okres połowy czasu przewidzianego w protokole.

3. Czynności pomiarowe powtarzamy raz jeszcze, z tym że wodę badamy po upływie pięciu minut ponad czas przewidziany protokołem.

4. Mierzmy ilość azotanów w różnych próbkach wody, np. pobranej na polu golfowym, w stawie, rzece, zbiorniku itp. Sporządzamy wykaz źródeł pochodzenia wody i zapisujemy każdy z wyników.

5. Do próbki wody dodajemy kilka ziarenek nawozu sztucznego. Powtarzamy pomiar. Czy pojawiła się różnica w wynikach?

6. Inicjujemy dyskusję nad możliwymi przyczynami obecności azotu w wodzie.

Pobrana próbka	Wynik	Uczeń

# Badania hydrologiczne

Arkusz Ucznia

## Stanowisko Badania

### Zasadowości

#### Wprowadzenie

Zasadowość jest miarą oporu wody przed skutkami wprowadzenia do niej substancji zawierających kwasy. Kwasy do wody dostają się wraz z opadami, lub też, na pewnych obszarach, ich źródłem może być gleba.

• źródłem zasadowości jest rozpuszczanie przez wodę skał zawierających kalcyt, np. wapieni. Zasadowość jest formą ochrony żywych organizmów wodnych przed nagłymi zmianami pH.

#### Co robić i jak to robić

1. Postępując zgodnie z etapami opisanymi w *Protokole Zasadowości*, każdy z członków gru-

py kolejno dokonuje pomiaru zasadowości próbki wody pobranej z kranu. Czy wyniki pomiaru różnią się o więcej niż o jedną kroplę lub jedną jednostkę przy miareczkowaniu? Dlaczego? Dlaczego nie? Jeżeli różnica jest większa, powtarzamy pomiary z wykorzystaniem następnej próbki wody z kranu.

2. Sprawdzamy zasadowość innych próbek wody przyniesionych do klasy. Sporządzamy wykaz próbek wody oraz otrzymanych wyników.

Porównujemy zasadowość różnych próbek wody. Czy wyniki są zróżnicowane? Co może być przyczyną tego zróżnicowania?

Uczeń	Próbka wody	Wynik