

## 2. HYDROLOGIA

My nie tylko pijemy wodę, my „jesteśmy wodą”. Woda stanowi od 50 do 90% wagi wszystkich żywych organizmów. Jest to jedna z najbardziej powszechnie występujących i najważniejszych substancji na Ziemi. Woda podtrzymuje życie roślin i zwierząt oraz odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu pogody, modeluje powierzchnię globu w wyniku erozji i innych procesów. Woda pokrywa około 70% powierzchni naszej planety.

Woda jest niezbędna do życia. Ciało ludzkie potrzebuje codziennie około dwóch litrów cieczy, ale każdy człowiek zużywa jej znacznie więcej. Spłukanie ubikacji to zużycie 5–10 litrów wody, a do kąpieli potrzeba co najmniej 70 litrów. W przemyśle zużywane są miliony litrów wody do chłodzenia, mycia lub w jako rozpuszczalnik. Na przykład, do produkcji 1 litra lemoniady zużywa się 10 litrów wody, do produkcji samochodu – 50000 litrów, a do chłodzenia elektrowni – 5 milionów litrów dziennie.

Stały, powtarzający się obieg wody pomiędzy atmosferą, lądami i oceanami jest jednym z najważniejszych procesów w przyrodzie. Nosi on nazwę cyklu hydrologicznego. Można w nim wyróżnić wiele etapów magazynowania wody, oraz wiele procesów jej transportu.

Na skutek oddziaływania energii słonecznej i innych czynników, woda z oceanów, rzek, jezior, gleby oraz pokrywy roślinnej paruje i w atmosferze występuje pod postacią pary wodnej. Para wodna wraz z masami powietrza wędruje w górne partie atmosfery, schładza się i przyjmuje postać drobin wody lub kryształków lodu, tworząc chmury. Kiedy cząsteczki wody lub kryształki lodu osiągną określoną wielkość, spadają na powierzchnię ziemi w postaci deszczu lub śniegu. Po osiągnięciu powierzchni Ziemi, część wody opadowej paruje, część wsiąka w glebę, a część zużywana jest przez roślinność lub też zasila zbiorniki wód podziemnych. Reszta wody opadowej odpływa do mórz i oceanów.

Woda w jeziorze, leżący w górach śnieg, zawarta w powietrzu wilgoć oraz poranna rosa są elementami jednego systemu. Całkowita ilość wody w cyklu rocznym, parująca i odpływająca z powierzchni lądowych odpowiada ilości wody dostarczonej w czasie opadów. Jakakolwiek zmiana dokonana w jednej części systemu, taka jak na przykład zmiana użytkowania ziemi lub zmiana szaty roślinnej w regionie, wpływa na stosunki hydrologiczne w całym systemie.

Pomimo to, że woda jest dobrem występującym powszechnie, nie możemy użytkować wszystkich jej zasobów. Jeżeli przyjmujemy, że całkowite zasoby wodne Ziemi wynoszą 100 litrów, to aż 97 litrów przypada na słoną wodę morską. Większość z pozostałych trzech litrów to lód. Tylko około 3 ml ze wspomnianych 100 litrów stanowi woda słodka, którą możemy konsumować; pochodzi ona z podziemnych ujęć wód gruntowych lub ze zbiorników powierzchniowych – jezior i rzek.

Woda wchodzi w wiele bardzo ważnych reakcji chemicznych i jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem. Dzięki tym walorom znakomitego rozpuszczalnika prawdziwie czysta woda nie występuje w przyrodzie. Woda zawiera w sobie wiele naturalnych i wprowadzanych przez człowieka zanieczyszczeń, dostających się do niej w czasie jej wędrówki w cyklu hydrologicznym. Te zanieczyszczenia sprawiają, że każda woda charakteryzuje się pewnym specyficznym składem chemicznym, decydującym o jej jakości. Deszcz lub śnieg przechwytuje z atmosfery pewną ilość niewielkich cząsteczek aerozoli, światło słoneczne sprawia, że emitowane w czasie spalania benzyny lub innych paliw kopalnych cząsteczki wchodzi w reakcję z wodą i tworzą kwasy siarkowe i azotowe. Te zanieczyszczenia wracają na Ziemię pod postacią kwaśnych opadów – deszczu lub śniegu. Zawarte w wodzie kwasy powoli rozpuszczają skały, natomiast ich rozpuszczone części stałe osadzane są w wodzie. Małe, lecz widoczne fragmenty skał lub gleby również dostają się do wody, tworząc zawiesinę i wpływając na jej przezroczystość. W czasie wędrówek wód podziemnych, w bliskim kontakcie ze skałami, wiele budujących je minerałów ulega rozpuszczeniu. Te wszystkie zanieczyszczenia, w postaci roztworu lub zawiesiny, decydują o jakości wody.

Kluczowe parametry decydujące o jakości wody to: przezroczystość (mętność), temperatura, zasolenie, zasadowość, ilość rozpuszczonego tlenu, odczyn, przewodnictwo elektryczne, zawartość azotanów. Poniżej zostały krótko opisano te cechy fizykochemiczne, które występują w proponowanych scenariuszach.

### Przezroczystość

Światło, podstawowy czynnik wpływający na wzrost roślin zielonych, dociera głębiej w wodzie czystej, w porównaniu z wodą mętną, zawierającą zawiesiny, mikroorganizmy lub substancje zabarwiające wodę. Intuicyjnie zdajemy sobie sprawę z tego, że wody zawierają różnorodne składniki rozpuszczone i zawieszane. Strumienie górskie wydają się czyste, nizinne rzeki często są mętne od zawiesin.

Światło słoneczne dostarcza energii niezbędnej w fotosyntezie, czyli w procesie warunkującym wzrost roślin pobierających węgiel, azot, fosfor i inne składniki pokarmowe i oddających tlen. Wspomniana penetracja światła słonecznego w zbiornikach wodnych wyznacza głębokość, na której jeszcze algi i inne rośliny mogą wzrastać, a także determinuje względne tempo ich przyrostu. Przezroczystość zmniejsza się, jeżeli w wodzie wzrasta zawartość substancji zabarwiających, zawiesiny lub szczątków roślin. Kolor wody może się zmieniać ze względu na obecność w niej niektórych bakterii, fitoplanktonu i innych organizmów, a także substancji chemicznych wymywanych z gleby i rozkładającej się materii organicznej. Tak więc ilość składników dostających się do akwenów z takich źródeł jak oczyszczalnie ścieków, nawozy wymywane z gleby, martwa materia organiczna, wpływa na przezroczystość wody. Źródłem zawiesiny najczęściej bywa rolnictwo, budownictwo, spływ powierzchniowy wody i erozja osadzonego na dnie materiału.

### Temperatura wody

Temperatura wód powierzchniowych zazwyczaj zmienia się w ciągu roku i doby, a także w zależności od lokalnych warunków klimatycznych, wysokości danego obszaru nad poziomem morza, występowania roślinności na brzegach cieków i zasilania wodami podziemnymi.

Im większe jest promieniowanie ciepłe Słońca, tym temperatura wody jest wyższa. Podwyższoną temperaturę może mieć również woda wykorzystywana w procesach przemysłowych i zrzucana do zbiorników wodnych. Należy pamiętać, że ciepła woda może być zębna dla niektórych bardzo wrażliwych organizmów, takich jak np. łosoś lub pstrąg, wymagających wody zimnej i bogatej w tlen.

### **Rozpuszczony tlen**

Woda jest cząsteczką składającą się z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu, stąd jej wzorem chemicznym jest H<sub>2</sub>O. Poza tym jednak w każdym zbiorniku wodnym obok cząsteczek wody znajduje się zmieszany z nimi tlen gazowy (O<sub>2</sub>). Ten rozpuszczony tlen jest naturalnym składnikiem zbiorników wodnych. Organizmy żyjące w wodzie, takie jak ryby lub zooplankton, nie oddychają tlenem wchodzącym w skład molekuł wody, lecz właśnie tym tlenem rozpuszczonym w wodzie.

Intensywne mieszanie się wody, jakie ma miejsce na przykład w rwących strumieniach górskich, dzięki procesowi dyfuzji turbulentnej wzbogaca ją w rozpuszczony tlen. Tę samą funkcję pełni proces fotosyntezy organizmów wodnych. W dużych rzekach wymiana tlenu jest powolniejsza, ze względu na mniejszą powierzchnię wody w stosunku do jej objętości. W tych warunkach wysoka naturalna aktywność biologiczna może zmienić stężenia tlenu. Ponadto tlen jest zużywany przez ryby, zooplankton i bakterie rozkładające materiał organiczny. Poza tym, woda ciepła zawiera mniej tlenu aniżeli woda zimna, stąd też niebezpieczny dla życia ryb i zooplanktonu jest okres lata. Przykładowo, w wodzie o temperaturze 25°C rozpuszczalność tlenu wynosi 8,3 mg/l, natomiast w wodzie o temperaturze 4°C może się rozpuścić 13,1 mg/l.

### **Azotany**

Rośliny zarówno w wodach słodkich jak i zasolonych potrzebują trzech głównych składników niezbędnych dla ich wzrostu – węgla, azotu i fosforu. Większość roślin pobiera te trzy składniki pokarmowe w stałych proporcjach, ich wzrost jest zagrożony, gdy pojawi się niedostatek jednego z nich. Węgiel jest pierwiastkiem powszechnie dostępnym, gdyż występuje w atmosferze jako dwutlenek węgla, rozpuszczalny w wodzie. Tak więc jedynie dostępność dwóch pozostałych składników, azotu i fosforu, może ograniczać vegetację roślin wodnych. Azot w wodzie w postaci azotanów pochodzi z atmosfery, dostaje się tam z opadami deszczu, śniegu, mgły lub z depozycji stałej, a także z rozkładu obumierającej materii organicznej zawartej w glebach i sedymentach. Jego źródłem jest również proces wymywania i przenoszenia do zbiorników nawozów używanych w rolnictwie.

Jeżeli do jeziora lub rzeki dostają się wielkie ilości składników pokarmowych takich jak azot, ich wody zostają wzbogaczone, co prowadzi do wzmożonego wzrostu alg i innych roślin. Proces ten nosi nazwę eutrofizacji. Doprowadza on do zmian koloru i zapachu wody, co stwarza problemy z jej wykorzystaniem dla celów konsumpcyjnych i może odbić się na warunkach egzystencji ryb i innych organizmów wodnych.

## **SCENARIUSZ 2.1. Spacer nad wodę**

### **Poziom nauczania**

*Gimnazjum*

### **Przedmioty**

*Geografia, chemia, biologia, ekologiczna ścieżka edukacyjna*

### **Cele edukacyjne**

*Budzenie zainteresowań szeroko rozumianą przestrzenią geograficzną.*

*Zapoznanie się z obiektami hydrograficznymi w najbliższej okolicy (ciekami, zbiornikami, obszarami zabagnionymi, źródłami)*

### **Główne zagadnienia**

*Zależności cech wód od cech otaczającego je lądu*

*Charakterystyka wód powierzchniowych poprzez łatwe do zaobserwowania cechy: kolor, zapach, wielkość przepływu, kształt obiektu itp.*

*Zależność życia w wodzie od jej otoczenia*

### **Krótki opis**

*Uczniowie wraz z nauczycielem pójdą nad naturalny zbiornik wodny znajdujący się w najbliższej okolicy; tam przeprowadzą obserwację sposobu użytkowania ziemi w okolicy i ocenią 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, różnorodności otaczającego środowiska oraz zagadnień chemizmu wód.*

### **Czas trwania zadania**

*Czas dojścia na miejsce plus jedna jednostka lekcyjna*

### **Środki dydaktyczne**

*Materiały do sporządzania map i rysunków*

*Aparat fotograficzny*

*Kompas oraz przyrząd do mierzenia odległości*

*Przezroczyste kubki lub butelki do obserwacji zmętnienia i koloru wody*

### **Przygotowanie**

*Pozyskanie map topograficznych terenu, który uczniowie mają poznać*

### **Umiejętności**

*Obserwowanie i opisywanie wody oraz organizacja tych obserwacji*

*Formułowanie pytań bazujących na obserwacjach*

*Identyfikowanie współzależności między cechami wody, a cechami przyległego terenu*

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

*Rysowanie mapy zbadanego obszaru*

*Naniesienie na mapę przestrzennego zróżnicowania użytkowania ziemi*

## Literatura pomocnicza

- Allan J. D., *Ekologia wód płynących*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1998  
Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., *Hydrologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe, PWN, Warszawa, 1996  
Krzemiński W., *Twoja rzeka. Program Edukacji Ekologicznej „Woda w Twojej rzece”*, Polska Fundacja Ochrony Przyrody PRO NATURA w Krakowie, 1998  
Mastalerz P., *Ekologiczne kłamstwa ekowojowników: rzecz o szkodliwości kłamliwej propagandy ekologicznej*, Wydawnictwo Chemiczne, Wrocław, 2000

### 2.1.1. WPROWADZENIE

Obiekt wodny będący przedmiotem badań uczniów jest częścią jakiegoś dorzecza lub zlewni. Dorzecze jest wyznaczone przez powierzchniowy dział wodny, czyli linię na powierzchni terenu rozdzielającą kierunki odpływu wód do różnych systemów rzecznych. Kształt dorzecza uwarunkowany jest topografią terenu. Teren w obrębie dorzecza, a także sposób użytkowania ziemi – miasta, autostrady, hodowla zwierząt, pozyskiwanie drzewa w lasach, naturalna vegetacja i inne podobne czynniki mają wpływ na chemizm wody każdego obiektu wodnego w granicach dorzecza.

Na cechy wody w jeziorach, stawach czy systemach rzecznych może wpływać wiele czynników, powodując ich przestrzenną różnorodność. Jednym z nich są opady, źródło dostawy substancji chemicznych do rzek. Stąd skład chemiczny wody na obszarach pokrytych słabo rozpuszczalnymi skałami może być podobny do składu chemicznego wody deszczowej. Jednak wiele rzek i jezior zawiera dużo więcej zawieszin i substancji rozpuszczonych, niż znajduje się w wodzie deszczowej. Głównymi czynnikami determinującymi lokalny chemizm wód (rozpuszczony tlen, pH, zasadowość, zawartość azotanów) jest rozpuszczanie skał podłoża oraz substancje dopływające innymi drogami (w tym zanieczyszczenia). Substancje te ulegają koncentracji na skutek parowania i podlegają zmianom w wyniku interakcji chemicznych i biologicznych.

Dokonywane obserwacje w terenie pomogą uczniom formułować wnioski na temat związków cech wody z cechami otaczającego ją ładu (temperatury, koloru, kształtu zbiornika itp.).

### 2.1.2. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘCIA

1. Najpierw należy sprawdzić wiedzę uczniów na temat obiektów wodnych w najbliższej okolicy. Zaczynamy od takich pytań jak np.: Czy widziałeś jezioro, staw, rzekę lub strumyk? Czy ten obiekt wodny ma jakieś znaczenie dla ciebie? Dlaczego? W jaki sposób powstaje rzeka? Co tworzy dorzecze? Co wyznacza dział wodny?

2. Po tym krótkim wstępie można zabrać uczniów w miejsce, gdzie znajduje się zbiornik wodny.

3. W czasie spaceru po okolicy uczniowie będą mieli możliwość prowadzenia obserwacji i stawiania pytań na temat wód powierzchniowych najbliższej okolicy: płynących rzek i strumieni, obecności stawów i jezior, źródeł, wilgoci glebowej i miejsc napełnionych 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 wody jak temperatura, kolor, zapach, przezroczystość i mętność, na obiektach znajdujących się w niej, a ponadto na prędkości przepływu wody i charakterem ruchu wody (np. wiry).

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

#### Poszerzanie zakresu badań

Modyfikując doświadczenie:

5. Wyznaczamy zespoły uczniów do prowadzenia rozpoznania wyodrębnionych sektorów. W skład zespołu wejdą: 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.

6. 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, uczniowie wraz z nauczycielem szukają odpowiedzi na takie pytania jak: 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 zapisują na tablicy lub dużej kartce papieru zawieszanej na ścianie klasy.

#### Pytania do dyskusji:

Na zakończenie prosimy uczniów o przedyskutowanie następujących kwestii: Jaką działalność związaną z użytkowaniem ziemi zaobserwowali i odnotowali? W jaki sposób ta działalność może wpływać na cechy wody i życie biologiczne w zbiorniku wodnym i jego otoczeniu? W jaki sposób działalność człowieka wpływa na jakość wody? W jaki sposób ludzie korzystają z wody?

## Ocena pracy uczniów

Uczniowie przygotowują wystawę pokazującą to, co poznali badając obiekt wodny i jego najbliższe otoczenie oraz wpływ otaczającego terenu (pozytywny i negatywny) na jakość wody, a także zależności świata roślinnego, zwierzęcego i człowieka od jakości wody. Wystawa ta powinna być udostępniona wszystkim uczniom w szkole. Aktywność uczniów podczas organizacji wystawy może być podstawą do oceny poziomu osiągniętej przez nich wiedzy.

## SCENARIUSZ 2.2. Budujemy model naszego dorzecza

### Poziom nauczania

Gimnazjum

### Przedmioty

Geografia, plastyka, ekologiczna ścieżka edukacyjna

### Cele edukacyjne

Budzenie zainteresowania szeroko rozumianą przestrzenią geograficzną

Zapoznanie uczniów z dorzeczem i jego funkcjami

### Główna zagadnienia

Zlewnia

System rzeczny

Dział wodny

Zależność cech dorzecza od warunków fizyczno-geograficznych terenu

### Krótki opis

Na podstawie map topograficznych uczniowie zbudują trójwymiarowy model dorzecza, na którym przeprowadzą doświadczenia z przepływem wody, oraz sprawdzą hipotezy dotyczące przepływu wody.

### Czas trwania zadania

1 lub 2 jednostki lekcyjne

### Środki dydaktyczne

Płyta drewniana (sklejka) o wymiarach 1 x 1 m

Odlamki skał o różnych rozmiarach

Folia plastikowa

Rozpylacz

Mapa topograficzna obszaru przylegającego do miejsca badań hydrologicznych

Gips modelarski, glina lub inny podobny materiał

Materiał do izolacji wodoodpornej

### Przygotowanie

Gromadzenie materiałów

Zakup mapy topograficznej najbliższej okolicy

### Umiejętności

Modelowanie dorzecza

Przewidywanie spływu wody

Czytanie map i innych materiałów wizualnych w celu tworzenia modelu dorzecza

### Literatura pomocnicza

Mikulski Z., *Gospodarka wodna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1998, str. 202

*Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych*, Praca zbiorowa, red. M. Gutry-Korycka i H. Werner-Więckowska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996, wyd. II

### 2.2.1. WPROWADZENIE

Woda opadowa spływając po powierzchni z obszaru całej zlewni dostaje się do większego odbiornika, którym może być rzeka lub morze. Granice zlewni stanowi dział wodny, czyli linia rozdzielająca kierunki odpływu wód do dwóch różnych systemów rzecznych. Słyszeliście zapewne o kontynentalnym działle wodnym, oddzielającym np. rzeki w Ameryce Północnej płynące do Atlantyku i Pacyfiku. Podobnym kontynentalnym działem wodnym w Europie są Karpaty, oddzielające rzeki płynące do Morza Bałtyckiego od tych, które wpadają do Morza Czarnego. Dorzecza składają się ze zlewni cząstkowych. W czasie tych zajęć uczniowie zlokalizują ich własne dorzecze (zlewnię) oraz zbudują jego model, który pomoże im lepiej poznać system wodny obszaru, na którym mieszkają.

Budowanie zapór w celu gromadzenia wody, przrzucanie wody z jednej zlewni do drugiej, zmiana topografii terenu na skutek działalności człowieka (np. budowanie odwodnień, dróg, domów itp.), prowadzi do zmian w obrębie dorzecza. Uczenie się z wykorzystaniem modelu dorzecza pozwoli uczniom lepiej zrozumieć system wodny, dowiedzieć się skąd woda płynie i dokąd, a także będzie pomocne w odpowiedzi na pytanie, co ludzie mogą zrobić, aby właściwie korzystać z wody i chronić jej zasoby.

### 2.2.2. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘCIA

#### Wersja mniej skomplikowana:

1. Na drewnianej płycie układamy odlamki 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 się stanie, 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.

### **Wersja bardziej skomplikowana:**

1. Zadajemy uczniom pytania: Czym dorzecze różni się od zlewni? Jakie jest jego znaczenie?
2. Wręczamy uczniom mapy topograficzne okolicy. Pomagamy im zorientować się w tym, co jest zawarte na mapach. Celem działań uczniów powinno być odnalezienie dorzecza, w którym mieszkają, określenie nazw rzek oraz wyznaczenie działu wodnego. Temu celowi może służyć mapa poziomicowa z zaznaczonymi miejscami o różnej wysokości. Na początku 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 dane dorzecze od innych. W celu sprawdzenia poprawności wykonanych działań możemy postawić pytanie: jaką drogą popłynie woda z tego punktu? Uczniowie mogą na mapie rysować strzałki wskazujące główne kierunki spływu wód. Przedstawienie dorzecza będzie dla uczniów tym bardziej klarowne, im więcej punktów uda im się zidentyfikować i zlokalizować.
3. Uczniowie gromadzą materiał, z którego mogą wykonać model dorzecza – może to być gips modelarski, glina lub inny podobny materiał. Powinni oni 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. Rozpoczynamy dyskusję na temat zależności między przyrodniczymi i fizycznogeograficznymi cechami dorzecza, a lokalizacją różnych przejawów ludzkiej działalności.

### **Pytania do dyskusji**

Częścią jakiego większego dorzecza jest zlewnia rzeki, na terenie której mieszkacie? Która z tych zlewni jest największa? Jakie jest największe dorzecze?

### **Ocena osiągnięć uczniów**

Uczniowie piszą wypracowanie na temat roli i znaczenia dorzeczy. Lokalizują na mapach topograficznych szereg obiektów fizycznogeograficznych oraz stworzonych przez człowieka. W drugim etapie pracy zaznaczają te obiekty na modelu dorzecza.

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.

Uczniowie opisują zmiany w kształcie dorzecza wywołane działalnością człowieka oraz, co się z tym wiąże, drogi, którymi będzie płynąć woda.

## **SCENARIUSZ 2.3. Wodni detektywi**

### **Poziom nauczania**

*Gimnazjum*

### **Przedmioty**

*Chemia, biologia, fizyka, ekologiczna ścieżka edukacyjna*

### **Cele edukacyjne**

*Zajęcia mają pomóc uczniom zrozumieć, że w wodzie znajduje się wiele rozpuszczonych substancji, obecność których możemy odkryć posługując się zmysłami. Obecność innych możemy stwierdzić tylko wtedy, gdy posłużymy się odpowiednimi narzędziami.*

### **Główne zagadnienia**

*Badania właściwości wody przy użyciu zmysłów  
Wykorzystanie przyrządów do badania wody jako środka wzmocnienia naszych zmysłów*

### **Krótki opis**

*Uczniowie będą identyfikować znajdujące się w wodzie substancje posługując się pięcioma zmysłami, po czym mogą zrobić to samo korzystając z odpowiednich przyrządów.*

### **Czas trwania zadania**

*Jedna jednostka lekcyjna*

### **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,*

*Sluch – woda gazowana*

### **Przygotowanie**

*Próbki wody do eksperymentu oraz kopie Tabeli Wodnego Detektywa.*

### **Umiejętności**

*Szukanie odpowiedzi na pytania*

*Stawianie hipotez*

*Prowadzenie eksperymentu*

*Prowadzenie obserwacji*

*Zapisywanie danych*

*Liczenie (dodawanie)*

## Literatura pomocnicza

- Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., *Hydrologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1996
- Chełmicki W., *Degradacja i ochrona wód. Część pierwsza. Jakość*, Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 1997
- O'Neill P., *Chemia środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Wrocław, 1997
- Wąchalewski T., *Elementy chemii środowiska*, Wydawnictwa AGH, Kraków, 1994, wyd. II

### 2.3.1. WPROWADZENIE

W wyniku opadów atmosferycznych i intensywnego topnienia śniegu (wody roztopowe) występuje zjawisko spływu powierzchniowego. Spływająca po powierzchni gruntu woda wymywa i odrywa cząsteczki gruntu (gleby). Na skutek działania siły grawitacyjnej cząsteczki te są przenoszone w dół stoku i powodują erozję powierzchni ziemi. Produkty erozji trafiają do koryta rzeki. Materiał stały i rozpuszczony transportowany przez rzekę nazywa się rumowiskiem rzecznym. Ze względu na sposób transportu można w nim wyróżnić toczyny (przetaczane po dnie duże odłamki skał), wleczyny (żwiry i piaski nie tracące kontaktu z dnem), unosiny (unoszone najdrobniejsze cząstki mineralne i organiczne), zawiesiny (cząstki organiczne o ciężarze właściwym mniejszym od wody) oraz roztwory, czyli związki chemiczne wylugowane ze skał przez wodę. Ten materiał, który można potraktować jako naturalne zanieczyszczenie, jest różnego pochodzenia – mogą to być np. rozpuszczone skały wapienne (węglan wapnia) lub też inne 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 związanego z nią życia biologicznego.

Naukowcy dysponują różnymi możliwościami sprawdzenia obecności w wodzie różnych substancji – zarówno szkodliwych jak i pożytecznych, naturalnych i sztucznie do niej wprowadzonych. Nasze zadanie polegać będzie na poznaniu sposobów i narzędzi badania właściwości wody niedostępnych naszym zmysłom.

### 2.3.2. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘCIA

#### Przygotowanie

1. 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.). Powinien tam się znaleźć również pojemnik z wodą z kranu oraz łyżeczki do mieszania i pobierania próbek wody.
2. Pojemniki oznaczamy kolejnymi numerami przy pomocy flamastra.
3. Każdemu uczniowi wręczamy skopiowany egzemplarz *Tabeli Wodnego Detektywa*.

#### Wprowadzenie do doświadczenia

Rozpoczynamy zajęcia dyskusją uczniów na temat sposobów odkrywania różnych rzeczy w naszym otoczeniu przy użyciu zmysłów. Szczególną uwagę zwracamy na zalety i wady każdego zmysłu. Przykładowe 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? (Gdy coś może być zatrute lub brudne...).
6. Do ręki bierzemy kubek z wodą i 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 wykorzystanego 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 symbolem tego zmysłu w górnej części tabeli zamieszczonej w *Tabeli Wodnego Detektywa*.

#### Przebieg doświadczenia

1. Pokazujemy uczniom opakowania z „tajemniczymi” środkami spożywczymi, które 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 tabeli, 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 przez „ucho” (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 wąchają 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 wylewają 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 znaków X w każdej kolumnie, odpowiadającej każdemu 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? Zwracamy uwagę, że mogliśmy tak postępować dzisiaj, ale nie wolno podejmować próby 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. Zapoznujemy 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. Zapoznujemy uczniów z papierkiem lakmusowym (wskaźnikowym) jako narzędziem badania wody. Przy jego pomocy mierzą 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.

### Różne zakresy zajęć

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).

### Ocena osiągnięć uczniów

Prosimy uczniów o wykonanie czynności wymienionych poniżej:

1. Sporządzenie listy substancji znajdujących w wodzie;
  2. Wyjaśnienie konieczności używania przyrządów do wykrywania obecności niektórych substancji;
  3. Odgadywanie (stawianie hipotez) w jaki sposób różne substancje zawarte w wodzie mogą wpływać na istniejące w niej życie biologiczne;
  4. Wyjaśnienie roli każdego ze zmysłów w identyfikowaniu różnych substancji zawartych w wodzie;
  5. Posługiwanie się tabelą w celu odpowiedniego zapisania danych, w sposób umożliwiający ich interpretację.
- Sposób wykonania ćwiczenia będzie dla nauczyciela podstawą do oceny pracy ucznia.

### Poszerzanie zakresu zajęć

Uczniowie starają się ustalić (np. na lekcji biologii), jaki rodzaj środowiska wodnego lubią różne gatunki roślin i zwierząt.

## SCENARIUSZ 2.4. Gra w pH

### Poziom nauczania

Gimnazjum

### Przedmioty

Chemia, ekologiczna ścieżka edukacyjna

### Cele edukacyjne

Wyjaśnienie uczniom pojęcia kwasowości substancji występujących w otoczeniu szkoły oraz umożliwienie zrozumienia roli stopnia zakwaszenia jako wskaźnika jakości środowiska.

### Główne zagadnienia

pH, kwasowość, zasadowość, odczyn

### Krótki opis

Uczniowie będą szukać substancji o określonym pH występujących w ich otoczeniu i sprawdzać poprawność dokonanych wyborów.

### Czas trwania zadania

Jedna godzina lekcyjna na przygotowanie

Jedna godzina lekcyjna na przeprowadzenie gry

### Umiejętności

Dokonywanie pomiarów

Przeprowadzanie analiz

Interpretacja wyników

Rozumienie współzależności w przyrodzie

### Środki dydaktyczne

Dla każdego zespołu uczniowskiego (3–4 uczniów):

20 pasków papieru lakmusowego

3 do 5 małych kubeczków

Papier i ołówki

Naklejki, na których uczniowie zapisują wyniki i naklejąją na tabelę zbiorczą

Dla całej klasy:

Tabela zbiorcza HYD-1 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 i in. Można również przygotować mieszaninę 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.

### Literatura pomocnicza

Tilling S. Nisbet A. Chell K., *Kwaśne deszcze – zbadaj to sam*, WSiP, Warszawa, 1992

#### 2.4.1. WPROWADZENIE

Wskaźnik pH jest miarą stężenia jonów wodorowych w roztworze substancji. Odczyn wody wywiera wpływ na wiele zachodzących w niej procesów chemicznych. Wartości pH znajdują się na skali pomiędzy 0 a 14. Im niższa wartość pH, tym wyższe stężenie jonów wodorowych i tym bardziej kwasowa substancja; pH 7 oznacza roztwór obojętny. Substancja o pH wyższym od 7 jest zasadą. Na przykład sok cytrynowy ma pH 2,1 i jest kwaśny, a używana w domu zasadowa woda amoniakalna ma pH 11,9.

Skala pH jest zupełnie inną skalą, niepodobną do skal określających inne zanieczyszczenia. Jest to skala logarytmiczna, co oznacza, że zmiana pH o jedną jednostkę oznacza dziesięciokrotny przyrost (lub spadek) zawartości kwasu w wodzie. Woda mająca pH równe 3 zawiera dziesięciokrotnie więcej kwasu aniżeli woda z pH równym 4, która z kolei ma dziesięciokrotnie więcej kwasu aniżeli woda mająca pH wynoszące 5.

Naturalny, nie zanieczyszczony deszcz ma pH w przedziale między 5 a 6, gdyż woda deszczowa, nawet pochodząca z najmniej zanieczyszczonych miejsc na Ziemi, ma pewną naturalną kwasowość. Wiąże się ona z obecnością w atmosferze dwutlenku węgla, rozpuszczonego przez krople deszczu. Woda destylowana, znajdująca się w kontakcie z powietrzem, będzie miała taki sam odczyn. Większość kwaśnych deszczów ma odczyn około 4, chociaż stwierdzano już przypadki mgły w obszarach zurbanizowanych mającej pH równe 2. Większość wód powierzchniowych ma odczyn zawarty w przedziale między 6,5 a 8,5. Można znaleźć wody posiadające podwyższoną kwasowość uwarunkowaną naturalnie, co należy wiązać z określonymi rodzajami skał lub gleb (np. siarczany). Górnicze odpady zawierające substancje kwasotwórcze, zrzucone do cieków wodnych, mogą obniżyć wartość pH. Wody o pH zbliżonym do neutralnego spotkać można na obszarach występowania gleb wapiennych bogatych w takie minerały jak kalcyt. Na terenach, gdzie występuje duża ilość rozkładającego się materiału roślinnego, a szczególnie na torfowiskach i bagnach pH wynosi 4–5.

Stopień zakwaszenia w decydujący sposób wpływa na vegetację i inne formy życia biologicznego w środowisku. Salamandry, żaby i inne organizmy ziemnowodne są bardzo wrażliwe na niskie pH. Większości gatunków owadów, ryb i płazów nie znajdziemy w wodach o pH mniejszym niż 4. Na wartość pH wpływa wiele czynników. Należą do nich: oddziaływanie zasadowych substancji pochodzących z gleb i skał, ilość wody na danym terenie, a także skutki działalności człowieka (rolnictwo, zabudowa, obszary 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 (zapewniamy im dostęp do odpowiedniej literatury, zapraszamy do szkoły ekspertów z określonej dziedziny, wykorzystujemy wyniki wcześniejszych badań i in.).

#### 2.4.2. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘCIA

1. Dzielimy klasę na zespoły uczniów. 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, z oznaczeniem 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 substancje posiadające pH odpowiadające danej wartości na skali i wypełnia prostokąt.

2. Nauczyciel na tablicy szkolnej rysuje tabelę na wzór zamieszczonej poniżej (HYD-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, uzyskane z napisów na etykiecie 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-2.

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

Tabela HYD-1

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

Tabela HYD-2

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

### Modyfikacje gry

1. 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 mocno kwaśnego może być coca cola.

2. 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.

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

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

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

5. Jednym z badanych roztworów może być próbka wody z lokalnego dorzecza pobrana w czasie wycieczki lub woda pochodząca z opadów.

Takie i inne analizy możemy przeprowadzać badając próbki pochodzące z różnych warstw geologicznych i z różnych miejsc w okolicy.

### Poszerzanie zakresu zajęć

Badamy otoczenie wybranego zbiornika wodnego (gleby, skały, roślinność) oraz potencjalny wpływ tych składników na pH wody w zbiorniku.

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

### Ocena osiągnięć 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 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 substancje. Pytamy również o to, dlaczego łatwo było znaleźć próbki o danym odczynie, trudno zaś próbki o innych pH. Wypowiedzi uczniów będą dla nas podstawą do oceny poziomu ich wiadomości z zakresu przeprowadzonego ćwiczenia.

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

## SŁOWNICZEK TERMINÓW

**azotany** – sole kwasu azotowego rozpuszczalne w wodzie, mogą być zredukowane do azotynów lub amoniaku.

**azot azotanowy** – ogólna zawartość azotu wchodzącego w skład związków azotanowych obecnych w wodzie.

**azot azotynowy** – ogólna zawartość azotu wchodzącego w skład związków azotynowych obecnych w wodzie.

**dorzecze** – obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznoego.

**dział wodny** – linia rozdzielająca kierunki odpływu wód do dwóch różnych systemów rzecznych. Rozróżnia się dział wodny powierzchniowy i dział wodny podziemny.

**dyfuzja turbulentna** (burzliwa) – jeden z procesów warunkujących wymianę np. tlenu w rzekach, wynikający z istnienia w przepływie rzecznoym wirów i pulsacyjnych przemieszczeń elementów objętościowych wody.

**eutrofizacja** – gromadzenie się w środowisku wodnym substancji pokarmowych w ilościach przekraczających możliwości ich zużycia lub rozkładu przez organizmy.

**ewaporacja** – parowanie wody z gleby, parowanie terenowe.

**ewapotranspiracja** – proces, w wyniku którego para wodna jest odprowadzana do atmosfery; efekt transpiracji roślin i parowania terenowego, a także parowania wody zatrzymanej na roślinach w wyniku zatrzymywania wody opadowej przez szatę roślinną.

**fotosynteza** – proces biologiczny, w którym z energii świetlnej i prostych związków nieorganicznych ( $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ) są wytwarzane związki organiczne, głównie cukry oraz tlen jako produkt uboczny.

**hydrologia** – nauka zajmująca się badaniem i opisywaniem wód powierzchniowych, podziemnych i atmosferycznych; głównym przedmiotem jej badań jest krążenie wody w przyrodzie, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych.

**kwaśny deszcz** – opad charakteryzujący się odczynem niższym niż pH 6.

**miękka woda** – woda, która nie zawiera dużych ilości rozpuszczonych soli mineralnych, ale może zawierać duże ilości sodu.

**mineralizacja** – całkowita zawartość rozpuszczonych w wodzie substancji chemicznych.

**pH** – wykładnik stężenia jonów wodorowych, stanowiący ujemny dziesiąty logarytm liczby określającej stężenie tych jonów, czyli  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ .

**przewodnictwo elektryczne** – wielkość fizyczna charakteryzująca zdolność ciał do przewodzenia prądu elektrycznego. W przypadku wody zależy ono od koncentracji rozpuszczonych soli (jonów), rodzaju jonów oraz temperatury roztworu.

**rumowisko rzecznoe** – materiał stały i rozpuszczony transportowany przez rzekę.

**system rzecznoy** – rzeka główna wraz ze wszystkimi dopływami.

**tlen rozpuszczony** – tlen znajdujący się w wodzie naturalnej w postaci rozpuszczonych cząstek. Jego zawartość w wodzie zależy od wielu parametrów, głównie od temperatury. W wodzie zimnej rozpuszcza się więcej tlenu niż w wodzie ciepłej. Rozpuszczalność tlenu w wodzie zależy również od ciśnienia i zasolenia; zasolenie zmniejsza zdolność wody do rozpuszczania tlenu.

**transpiracja** – uchodzenie pary wodnej z roślin, głównie przez liście. Jest jedną ze składowych ewapotranspiracji.

**twarda woda** – woda o wysokiej zawartości rozpuszczonych związków mineralnych.

**woda powierzchniowa** – wody opadowe, które nie wsiąkają w głąb gruntu i nie wyparowują z powrotem do atmosfery. Są one zmagazynowane w strumieniach, jeziorach, mokradłach i zbiornikach.

**woda gruntowa** – woda, która wnika do gleby i wypełnia struktury skały poniżej powierzchni ziemi tworząc jednolite zwierciadło wody.

**zlewnia** – obszar, z którego wody spływają do jednego wspólnego odbiornika (rzeki, jeziora, bagna). Gdy zlewnia obejmuje cały system rzecznoy (czyli rzekę główną wraz z dopływami), pojęcie zlewni jest tożsame z pojęciem dorzecza.