

## SCENARIUSZ 3.1. Zależność rozpuszczonego tlenu w wodzie od jej temperatury – instrukcja dla uczniów

Celem ćwiczenia jest skonstruowanie wykresów na podstawie danych temperatury wody i tlenu rozpuszczonego w wodzie oraz wskazanie zależności zachodzących między tymi dwoma parametrami.

### Środki dydaktyczne (dla każdej pary uczniów)

Dwa arkusze papieru milimetrowego i jeden arkusz kalki technicznej lub 2 arkusze kalki milimetrowej

Linijka

Długopisy (dwa kolory)

Kopia tabeli danych

Zaawansowane: komputer z łączem internetowym i programem MSExcel

### Przegląd działań

1. Na papierze milimetrowym narysuj linię rzędnych – Y i odciętych – X. Zaznacz na osi X daty pomiarów, a na osi Y – wartości tlenu rozpuszczonego w wodzie (należy rozplanować podziałkę na osi odciętych i rzędnych). Następnie, w postaci punktów, nanieś wartości pomiaru tlenu rozpuszczonego w wodzie w kolejnych dniach. Naniesione punkty połącz linią. Otrzymałeś wykres zmian rozpuszczonego w wodzie tlenu w poszczególnych dniach.

2. Na drugim arkuszu na osi X zaznacz daty pomiarów, a na osi Y – temperaturę wody. Następnie, w postaci punktów, nanieś wartości pomiaru temperatury wody w kolejnych dniach. Naniesione punkty połącz linią. Otrzymałeś wykres zmian temperatury wody w poszczególnych dniach.

3. Przerysuj jeden z wykresów na kalkę techniczną (najlepiej innym kolorem).

4. Nałóż kalkę z przekalkowanymi wykresami (np. temperatury wody) na drugi wykres (np. tlenu rozpuszczonego w wodzie) tak, aby osie rzędnych i odciętych dwóch wykresów pokrywały się.

5. Przeanalizuj wykresy, dopatrując się różnic w ilościach rozpuszczonego tlenu w wodzie w zależności od temperatury wody.

6. Weź udział w dyskusji na temat zaobserwowanych zależności.

Dla zaawansowanych: instrukcja pozyskiwania danych z Internetu

a) wpisz w przeglądarce adres strony Programu GLOBE, <http://www.globe.gov>;

b) wybierz funkcję *Enter the GLOBE Site*, a na następnie, z paska po lewej stronie ekranu, funkcję *Data Access* – na ekranie pojawi się lista badań;

c) znajdź *Surface Water* oraz zaznacz kwadraty *Temperature* i *Dissolved Oxygen*;

d) poniżej listy, w polach *Start date* i *End date*, wpisz podany przez nauczyciela przedział czasowy;

e) kliknij na baton *More Options* i zaznacz kwadrat *Display only rows that contain ALL of the requested information*;

f) kliknij na baton *Get the data now* na dole strony – pojawi się tabela z kolumnami danych;

g) z listy szkół znajdujących się pod tabelą danych wybierz i zaznacz w kwadracie obok nazwy podaną przez nauczyciela szkołę;

h) w zielonej tabeli zaznacz podane przez nauczyciela kategorie charakteryzujące miejsce, z którego pochodzą dane pomiarowe, oraz dane pomiarowe dotyczące temperatury (*Temperature*) i rozpuszczonego w wodzie tlenu (*Dissolved oxygen*);

i) z okna *Output format* wybierz format danych podany przez nauczyciela;

j) kliknij na baton *Get the data now*;

k) na ekranie pojawi się tabela z wybranymi danymi pomiarowymi. W kolumnach tabeli *WTEMP* i *WOXYG* znajdują się wyniki badań temperatury wody i rozpuszczonego w wodzie tlenu, dla wybranej szkoły, w wybranym przedziale czasu;

l) jeżeli dane pomiarowe zapisałeś na dysku, otwórz w programie MSExcel zapisany na dysku zbiór z danymi;

m) uporządkuj dane, utwórz wykres i wydrukuj na kalce;

n) dalej postępuj zgodnie z punktami 4–6.

### Pytania do dyskusji

Jakie wartości temperatury osiągnęła woda w okresie letnim, a jakie w zimowym?

Od czego zależy temperatura wody?

Jakie ilości tlenu rozpuszczonego w wodzie występują latem, a jakie zimą?

Przy jakiej temperaturze wody zawartość tlenu jest najwyższa, a przy jakiej najniższa?

Od czego zależy ilość rozpuszczonego tlenu w wodzie?

Jakie znaczenie mają zaobserwowane przez Was prawidłowości dla organizmów zamieszkujących te wody?

## SCENARIUSZ 3.1. cd.

Przykładowe dane pomiarowe ze szkół działających w Programie GLOBE do wykorzystania podczas konstrukcji wykresów

Tabela 1. Częstochowa – Polska

Data	Temperatura wody °C	Tlen rozp. w wodzie mg/l
1998 03 23	5,00	10,00
1998 03 30	7,00	10,00
1998 04 20	9,00	9,20
1998 04 27	14,00	8,00
1998 05 07	17,00	8,20
1998 05 11	18,00	8,20
1998 05 18	16,00	7,40
1998 05 25	16,50	9,10
1998 06 08	22,00	6,00
1998 06 15	16,00	5,90
1998 09 24	14,00	8,00
1998 10 08	14,00	6,00
1998 10 12	11,00	9,50
1998 10 19	9,00	10,00
1998 10 26	6,50	10,00
1998 11 02	6,50	10,00
1998 11 16	4,00	11,00
1998 11 23	0,50	13,00
1998 11 30	1,50	12,20
1998 12 07	0,50	12,20
1998 12 14	3,00	12,10
1998 12 21	2,00	12,20
1998 12 28	4,00	12,40
1999 01 01	0,00	14,00
1999 01 04	3,50	14,00
1999 01 11	0,00	13,60
1999 01 18	3,00	13,80
1999 01 26	4,50	12,80
1999 02 08	1,00	13,00
1999 02 15	0,50	13,00
1999 02 15	2,50	12,80
1999 03 01	2,00	13,10
1999 03 08	3,50	12,60
1999 03 15	10,00	10,00
1999 04 08	11,00	12,80
1999 04 12	9,50	10,80
1999 04 19	7,00	11,80
1999 04 26	11,00	11,50
1999 05 04	11,00	11,80
1999 05 10	13,00	9,70
1999 05 17	11,00	10,00
1999 05 24	13,00	10,00
1999 05 31	18,00	9,20
1999 06 09	18,00	8,90
1999 06 24	12,00	7,60
1999 06 28	18,00	8,20
1999 07 05	20,50	7,40
1999 07 09	18,00	7,60
1999 07 12	20,50	7,20
1999 07 19	19,50	7,00
1999 07 26	20,00	7,40
1999 08 02	18,00	8,20
1999 08 16	17,50	7,90
1999 08 23	15,50	8,60
1999 08 30	16,00	8,50
1999 09 04	17,00	8,50
1999 09 11	18,00	8,40
1999 09 18	15,00	8,80
1999 09 30	16,00	8,50
1999 10 06	16,00	6,80
1999 10 13	10,00	7,90
1999 10 20	6,00	9,40
1999 10 27	11,00	6,80

1999 11 23	9,00	8,20
1999 11 10	7,00	9,00
1999 11 17	6,00	9,50
1999 11 24	5,00	9,80
1999 12 07	3,00	11,40
1999 12 14	1,00	11,40
1999 12 22	1,00	11,30
2000 01 05	3,00	9,50

Tabela 2. Niemcy

Data	Temperatura wody °C	Tlen rozp. w wodzie mg/l
2000 11 28	5	4,7
2000 12 17	6	8,7
2000 12 19	3	10
2001 02 13	1	11,9
2001 02 21	1	11,3
2001 03 14	6	10,9
2001 03 28	2	10,2
2001 04 04	8	10,1
2001 05 02	9	10,3
2001 05 09	10	10,2
2001 05 16	10	9,8
2001 05 23	11	9,4
2001 05 30	11	9,7
2001 06 20	12	8,3

Tabela 3. Oristano – Włochy

Data	Temperatura wody °C	Tlen rozp. w wodzie mg/l
1999 04 07	16,2	10
1999 04 26	18	10
1999 05 10	21,2	13
1999 05 24	21	8
1999 06 02	24	9
1999 06 28	25,3	7
1999 07 07	23	9
1999 07 26	26,7	7
1999 08 24	26	8
1999 08 30	27,8	7
1999 09 07	24,8	8
1999 10 07	22,9	9
1999 10 11	17,6	9
1999 11 11	16	10
1999 12 04	13,7	8
1999 12 27	8,7	8
2000 01 04	9,7	10
2000 02 05	11,6	11
2000 02 28	13,2	10
2000 03 06	12,7	9
2000 04 05	16	10
2000 04 29	19,3	10
2000 05 08	19,9	8
2000 05 31	26,4	10
2000 06 10	22,7	10
2000 07 05	25	7
2000 07 31	25,8	6
2000 08 02	27	7
2000 08 31	24,7	9
2000 09 06	23	8
2000 09 27	24,3	8
2000 10 11	21,6	9
2000 11 06	17	10
2000 11 29	14,9	8
2000 12 07	15,4	7
2000 12 12	11,1	7,9

## SCENARIUSZ 3.2. Czy można dwa razy wejść do tej samej rzeki? – instrukcja dla uczniów

### Grupa 1 – Informacja do zadań I, II, III

*Parametry charakteryzujące jakość wód powierzchniowych: temperatura wody i ilość rozpuszczonego w niej tlenu.*

**Rozpuszczony tlen** jest naturalnym składnikiem wód powierzchniowych, jest niezbędny dla utrzymania dobrej kondycji jezior i rzek. Pamiętajmy, że rozpuszczalność tlenu w wodzie (również innych gazów) jest lepsza w niższych temperaturach, dlatego w zimnej wodzie może go być więcej. Na rozpuszczalność gazów wpływa też ciśnienie atmosferyczne. Im wyższe jest ciśnienie, tym lepsza rozpuszczalność. Proces rozpuszczania tlenu atmosferycznego może być wzmocniony przez intensywne mieszanie, na przykład w rwących, górskich potokach, dzięki procesowi dyfuzji turbulentnej, woda jest wzbogacana w tlen. Wnikanie tlenu atmosferycznego ułatwiają też opady deszczu i śniegu. Wody stojące wzbogacane są w tlen przez zakorzenione rośliny wodne. Dzięki fotosyntezie ilość rozpuszczonego w wodzie tlenu rośnie od godzin rannych do popołudniowych i jest najwyższa późnym popołudniem, natomiast po zachodzie słońca – maleje. Minimalne stężenie tlenu, niezbędne do życia rybam słodkowodnym, takim jak pstrąg, okoń czy szczupak, to 4 mg/l.

Przyczyny zmian stężenia rozpuszczonego w wodzie tlenu to m.in. gromadzenie się w wodach odpadów organicznych, resztek obumarłych roślin i zwierząt, zwierzęcych odchodów. Źródłem zanieczyszczeń organicznych są ścieki, spływy wód deszczowych (i topnienia śniegu) z obszarów zurbanizowanych i terenów wiejskich oraz ścieki przemysłu spożywczego. Tlen zużywany jest przy rozkładzie obumarłych roślin przez bakterie tlenowe.

#### Zmiany w biocenozach

Zanik rozpuszczonego tlenu może spowodować istotne zmiany w biocenoze wodnej. Ginią wówczas organizmy wodne wrażliwe na niskie stężenie rozpuszczonego tlenu, takie jak larwy jętek, widelnic, chruścików i chrząszczy. W ich miejsce pojawia się niewiele grup, takich jak: skąposzczety, larwy muchówek. W wodzie o niskiej zawartości tlenu rozwijają się organizmy beztlenowe (np. bakterie, grzyby).

**Temperatura wód powierzchniowych** odgrywa bardzo ważną rolę. Ma bezpośredni wpływ na wiele właściwości fizycznych, biologicznych i chemicznych zbiornika. Od temperatury zależy ilość rozpuszczonego tlenu, szybkość fotosyntezy glonów i różnych roślin wodnych, szybkość metabolizmu różnych organizmów wodnych, wrażliwość na zanieczyszczenia toksyczne, pasożyty i choroby. Temperatura wód powierzchniowych zmienia się w ciągu roku i doby. Zależy od lokalnych warunków klimatycznych, występowania roślinności na brzegach cieków i zasilania wodami podziemnymi.

#### Przyczyny zmian temperatury

Im większe jest promieniowanie ciepłe Słońca, tym wyższa jest temperatura wody. Podwyższoną temperaturę mogą mieć ścieki przemysłowe. Takie ścieki powodują duże lokalne szkody w zbiornikach wodnych poprzez obniżanie poziomu rozpuszczonego w nich tlenu.

#### Zmiany w biocenozach

Wraz ze wzrostem temperatury rośnie szybkość fotosyntezy i rozwój roślin ulega przyspieszeniu, przyspiesza się również cykl życia owadów. Może to mieć negatywny wpływ na żyjące się nimi zwierzęta. Organizmy wodne mają swoje wymagania dotyczące wartości temperatury. Bardzo wysokie lub bardzo niskie temperatury wody mogą spowodować przekroczenie granic tolerancji niektórych organizmów. Na przykład w wodzie o temperaturze niższej od 13°C dobrze czują się pstrągi,

larwy chruścików, widelnic i jętek. Między 13 a 20°C – larwy jętek i chruścików, chrząszcze wodne, niektóre rośliny. Temperatura wody ma wpływ na rozwój pasożytów i chorób. Podwyższona temperatura wpływa na rozwój niektórych chorób u ryb (łosoś, pstrąg). Powyżej 20°C następuje szybki wzrost roślinności i pojawiają się częściej choroby ryb ciepłowodnych (okoń, karp).

### Przegląd działań

#### Zadanie I

1. Odczytaj z wykresów 1 i 2:

- najwyższą temperaturę wody zmierzoną w roku szkolnym 1998/99 (z dokładnością do 1°C),
- najwyższe stężenie rozpuszczonego w wodzie tlenu w tym samym okresie (z dokładnością do 0,5 mg/l).

2. Porównaj zmiany stężenia tlenu w zależności od zmian temperatury wody na podstawie wykonanych przez uczniów obserwacji. (Jak zmienia się ilość rozpuszczonego tlenu w zależności od temperatury?)

#### Zadanie II

1. Podczas jednego z pomiarów stężenia rozpuszczonego tlenu w Odrze uzyskano wynik 11,00 mg/l. (*Uwaga: 11 = 1 dm<sup>3</sup>*).

- jaka objętość tlenu (przeliczona na warunki normalne) znajduje się w 1 m<sup>3</sup> tej wody? Wybierz prawidłową odpowiedź: A. 3,85 dm<sup>3</sup>, B. 77 dm<sup>3</sup>, C. 7,7 dm<sup>3</sup>, D. 385 dm<sup>3</sup>.

2. Oblicz stężenie molowe roztworu tlenu w wodzie dla tej wartości.

#### Zadanie III

Zapisz trzy pytania dotyczące wątpliwości, jakie miałeś podczas rozwiązywania zadania I i II. Czy chciałbyś się dowiedzieć czegoś więcej?

Instrukcja pozyskiwania z Internetu danych dotyczących opisanych w scenariuszu parametrów wody:

- w przeglądarce internetowej otwórz stronę Programu GLOBE, <http://www.globe.gov>;
- wybierz funkcję *Enter the GLOBE Site*, a następnie, z paska po lewej stronie ekranu, funkcję *Maps and Graphs*;
- na ekranie pojawi się lista z wyborem prezentacji graficznych, wybierz na niej *GLOBE Graphs*;
- z tabeli, w części zatytułowanej *SITE LOCATION*, wybierz z listy kraj;
- w części *NUMBER OF DATA REPORTS*, w polu *data reports*, wpisz minimalną liczbę pomiarów oraz wybierz *Water temperature* i *Water Dissolved O2*;
- w polach *Start date* i *End data* wybierz podany przez nauczyciela przedział czasowy;
- na dole tabeli, w części zatytułowanej *SITE SEARCH*, kliknij na baton *Start Search*;
- na ekranie pojawi się zielona tabelka oraz lista szkół, które spełniają wybrane kryteria;
- zaznaczając kwadracik obok nazwy z listy, wybierz podaną przez nauczyciela szkołę;
- z zielonej tabelki wybierz *Make a Graph* i wciśnij baton *Go*;
- na ekranie pojawi się wykres wybranego parametru, dla wybranej szkoły, w wybranym okresie czasu;
- postępując zgodnie z zaleceniami nauczyciela w tabelce pod wykresem określ dodatkowe kryteria wyboru, aby otrzymać inne wykresy, i zapisz wykres na dysku lub wydrukuj.

**SCENARIUSZ 3.2. Czy można dwa razy wejść do tej samej rzeki? – instrukcja dla uczniów***Grupa 2 – Informacja do zadań: I, II, III*

*Parametry charakteryzujące jakość wód powierzchniowych: pH wody i jej zasadowość.*

**pH** jest miarą stężenia jonów wodorowych w roztworze. Definiowane jest jako ujemny logarytm ze stężenia (dokładniej z aktywności) jonów wodorowych. Iloczyn jonów wodorowych  $H^+$  i wodorotlenkowych  $OH^-$  w temperaturze  $25^\circ C$  wynosi  $10^{14}$ , dlatego pH może przyjmować wartości od 0 do 14. Gdy stężenie jonów wodorowych jest równe stężeniu jonów wodorotlenkowych, pH jest równe 7. Odczyn takiego roztworu jest obojętny. Gdy jonów  $H^+$  jest więcej niż  $OH^-$ , odczyn jest kwaśny, a  $pH < 7$ . Przeciwnie, gdy jonów  $OH^-$  jest więcej, odczyn jest zasadowy, a  $pH > 7$ . Na przykład sok z cytryny ma pH 2,1 i odczyn kwaśny, a woda amoniakalna, której pH wynosi 11,9, ma odczyn zasadowy. Skala pH jest skalą logarymiczną, co oznacza, że zmiana pH o jedną jednostkę powoduje dziesięciokrotną zmianę (wzrost lub spadek) stężenia jonów.

Naturalny, nie zanieczyszczony deszcz ma pH 5,65. Kwaśne deszcze mają pH poniżej 4,0. Większość wód powierzchniowych ma pH w przedziale 6,5–8,5. Wody z torfowisk są kwaśne (pH 4–5), a woda morska zasadowa (pH 8–9).

Przyczyny zmian pH wód powierzchniowych

Powodów zmian może być bardzo dużo. Zanieczyszczenia powietrza tlenkami siarki i azotu powodują kwaśne opady, które mogą obniżać pH wód powierzchniowych. Jeśli na terenie zlewni rzeki czy jeziora występują wapienie lub inne skały i minerały o charakterze zasadowym, wówczas skutki kwaśnych opadów mogą być neutralizowane. Do wód powierzchniowych mogą wpływać ścieki zarówno o charakterze kwasowym, jak i zasadowym. Ich źródłem może być przemysł, budownictwo, rolnictwo (hydroliza soli używanych jako nawozy sztuczne).

Zmiany w biocenozie

Większość organizmów roślinnych i zwierzęcych ma określoną odczynolubność. Każdemu organizmowi można wyznaczyć zakres optymalnego pH dla jego prawidłowego wzrostu i rozwoju, poniżej i powyżej którego może on zginąć. Większość wodnych organizmów ginie poniżej pH 4,5 oraz przy pH wyższym niż 9,6. Bakterie spotyka się w szerokim zakresie pH: 2,0–13,5. Karpie, pijawki i niektóre owady żyją przy pH: 6,0–9,5. Pstrągi, larwy jętek, widelnicy i chrzączki preferują pH: 7,0–8,5. Salamandry, żaby i inne zimnowodne organizmy są bardzo wrażliwe na niskie pH.

**Zasadowość wody** określa jej zdolność do przyjmowania protonów, tj. zdolność do zobojętniania silnych kwasów mineralnych (o określonym pH) wobec umownych wskaźników. Właściwość tę nadają wodzie obecne w niej węglany i wodorowęglany, wodorotlenki oraz krzemiany, borany, fosforany, amoniak, zasadowe związki organiczne i sole hydrolizujące z odczynem zasadowym, np. wodorowęglany i węglany sodu i potasu.

Przyczyny zmian zasadowości w wodach powierzchniowych

Kwasy przedostają się do wody wraz z opadami. Ich źródłem może być też gleba. Natomiast źródłem zasadowości wody jest rozpuszczanie przez nią skał zawierających kalcyt, np. wapieni.

Zmiany w biocenozach

Zasadowość jest formą ochrony żywych organizmów wodnych przed nagłymi zmianami pH, którego znaczenie dla życia biologicznego jest bardzo duże.

**Przegląd działań**Zadanie I

1. Odczytaj z wykresów 3 i 4:

- najwyższą wartość pH w roku kalendarzowym 2000 (z dokładnością do 0,1 jednostki pH),
- najwyższą wartość zasadowości w tym samym okresie (z dokładnością do 10 mg  $CaCO_3/l$ ).

Zadanie II

1. Podczas jednego z pomiarów pH wody w Odrze uzyskano wynik  $pH = 8$ :

- podaj, jakie jest stężenie jonów wodorowych w tym roztworze wodnym?
  - $8 \text{ mol/dm}^3$
  - $10^8 \text{ mol/cm}^3$
  - $10^{-8} \text{ mol/cm}^3$
  - $10^{-8} \text{ mol/dm}^3$
- jaki jest odczyn tej wody: A. lekko kwaśny, B. mocno zasadowy, C. lekko zasadowy, D. obojętny, E. kwaśny;
- ile  $\text{cm}^3$  0,2 M roztworu HCl należy zużyć do całkowitego zobojętnienia 1  $\text{m}^3$  takiej wody? .....

Zadanie III

Zapisz trzy pytania dotyczące wątpliwości, jakie miałeś podczas rozwiązywania zadania I i II. Czy chciałbyś się dowiedzieć czegoś więcej?

Instrukcja pozyskiwania z Internetu danych dotyczących opisanych w scenariuszu parametrów wody:

- w przeglądarce internetowej otwórz stronę Programu GLOBE, <http://www.globe.gov>;
- wyberz funkcję *Enter the GLOBE Site*, a następnie, z paska po lewej stronie ekranu, funkcję *Maps and Graphs*;
- na ekranie pojawi się lista z wyborem prezentacji graficznych, wybierz na niej *GLOBE Graphs*;
- z tabeli, w części zatytułowanej *SITE LOCATION*, wybierz z listy kraj;
- w części *NUMBER OF DATA REPORTS*, w polu *data reports*, wpisz minimalną liczbę pomiarów oraz wybierz *pH* i *Alkalinity*;
- w polach *Start date* i *End date* wybierz podany przez nauczyciela przedział czasowy;
- na dole tabeli, w części zatytułowanej *SITE SEARCH*, kliknij na baton *Start Search*;
- na ekranie pojawi się zielona tabelka oraz lista szkół, które spełniają wybrane kryteria;
- zaznaczając kwadracik obok nazwy z listy, wybierz podaną przez nauczyciela szkołę;
- z zielonej tabelki wybierz *Make a Graph* i wciśnij baton *Go*;
- na ekranie pojawi się wykres wybranego parametru, dla wybranej szkoły, w wybranym okresie czasu;
- postępując zgodnie z zaleceniami nauczyciela, w tabelce pod wykresem określ dodatkowe kryteria wyboru, aby otrzymać inne wykresy i zapisz wykres na dysku lub wydrukuj.

## SCENARIUSZ 3.2. Czy można dwa razy wejść do tej samej rzeki? – instrukcja dla uczniów

### Grupa 3 – Informacja do zadań I, II, III

*Parametry charakteryzujące jakość wód powierzchniowych: przewodnictwo elektrolityczne i zasolenie.*

**Przewodnictwo elektrolityczne** jest miarą zdolności wody do przewodzenia prądu elektrycznego. Istnieje ścisła zależność między przewodnictwem elektrolitycznym a zawartością jonów w wodzie. „Czysta” woda jest słabym przewodnikiem elektryczności. Występujące w wodzie zanieczyszczenia, ulegające dysocjacji elektrolitycznej, są przyczyną lepszego przewodzenia prądu. Jednostką pomiarową przewodnictwa elektrolitycznego (konduktywności) jest mikroSiemens/cm. Wartość przewodnictwa wody ma znaczenie w niektórych gałęziach przemysłu i gospodarki, gdzie wymagana jest bardzo czysta woda. Przewodnictwo możemy badać przy pomocy konduktometru lub przez odparowywanie wody i ważenie suchej pozostałości. W gospodarstwach domowych zaleca się korzystanie z wody o przewodnictwie mniejszym niż 1100 mikroSiemensów/cm.

#### Przyczyny zmian przewodnictwa elektrolitycznego w wodach powierzchniowych

W wodach naturalnych jony pochodzą przede wszystkim z obecnych w nich związków nieorganicznych. Na zmianę przewodnictwa wpływa także ilość pochłanianych z powietrza gazów, takich jak: tlenek węgla (IV), tlenek siarki (IV) czy amoniak. Antropogeniczne przyczyny to zrzuty miejskie, zawierające np. sól z ulicy, lub spływ wody z terenów uprawnych, zawierającej nawozy, głównie fosforowe i azotowe.

#### Zmiany w biocenozach

Duża ilość rozpuszczonych w wodzie substancji obniża jej jakość i jest niekorzystna dla niektórych organizmów, ponieważ zakłóca naturalną równowagę. Wrażliwe rośliny ulegają uszkodzeniu, jeżeli pobierana przez nie woda charakteryzuje się przewodnictwem w granicach 2200–26000 mikroSiemensów/cm. Z kolei zbyt niskie stężenie rozpuszczonych substancji może hamować rozwój życia wodnego lub uniemożliwić przetrwanie niektórym organizmom.

**Zasolenie wód** jest bardzo uciążliwym zanieczyszczeniem, spowodowanym nadmiernym stężeniem łatwo rozpuszczalnych soli. Zasolenie wód dyskwalifikuje wodę zarówno do spożycia i zastosowania w rolnictwie (zasolenie gleb), jak i do wykorzystania w przemyśle (korozja), niszczy urządzenia pływające, wodociągowe, kanalizacyjne. Wody mało i miernie zasolone nie stanowią zbyt poważnego zagrożenia. Zasolenie wyrażamy w mg/l lub w jednostkach ppt (części na tysiąc). Ze względu na zawartość soli, wody dzielimy na:

mało zasolone  $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$  do 400 mg/l (do 0,4 ppt),

miernie zasolone  $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$  do 400–3000 mg/l (0,4–3,0 ppt),

silnie zasolone  $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$  ponad 3000 mg/l (3,0 ppt).

Przeciętne zasolenie oceanu światowego wynosi np. 35 ppt, a typowe zasolenie wód słodkich – 0,5 ppt.

#### Przyczyny zmian zasolenia wód powierzchniowych

Wody stają się zasolone, gdyż zbierają produkty wietrzenia i rozpuszczania skał na kontynentach. Woda paruje, a sól pozostaje. Zasolenie oceanów zmienia się bardzo powoli, w ciągu tysięcy lat, natomiast zasolenie wód wewnętrznych zmienia się znacznie szybciej, w zależności od składu chemicznego opadów deszczu lub śniegu. Przyczyną zasolenia wód powierzchniowych może być odprowadzanie do nich wód kopalnianych. Dominujący wpływ na zasolenie wód powierzchniowych mają chlorki, w mniejszym stopniu – siarczany. Na przykład chlorki sodu i wapnia dostają się do wód w wyniku posypywania solą ulic w czasie zimy.

#### Zmiany w biocenozach

Zawartość soli w wodzie jest podstawowym czynnikiem determinującym rozmieszczenie gatunków roślin i zwierząt. Wody słodkie, w przeciwieństwie do wód słonych, są siedliskiem życia zupełnie innych gatunków. Rośliny i zwierzęta żyją lub korzystają z zasobów wody słodkiej (poniżej 1 ppt). Nadmierne stężenie soli niszczy faunę i florę rzek.

### Przegląd działań

#### Zadanie I

1. Odczytaj z wykresów 5 i 6:

a) najwyższą wartość przewodnictwa elektrolitycznego wody, jaką zarejestrowano w roku 1999 (z dokładnością do 100 mikroSiemensów/cm),

b) najwyższą i najniższą wartość zasolenia wody w tym samym okresie (z dokładnością do 1 ppt).

2. Porównaj zmiany przewodnictwa elektrolitycznego wody w Odrze w zależności od jej zasolenia. Jakie dostrzegasz zależności między tymi parametrami?

#### Zadanie II

1. Jednym z uzyskanych wyników pomiarów zasolenia jest 10,1 ppt w temperaturze wody równej 20°C. Oblicz:

a) stężenie procentowe tego roztworu, zakładając, że powodem zasolenia jest tylko NaCl,

b) stężenie molowe tego roztworu, wiedząc, że jego gęstość wynosi 1,0070 g/cm<sup>3</sup>.

#### Zadanie III

Zapisz trzy pytania dotyczące wątpliwości, jakie miałeś podczas rozwiązywania zadania I i II. Czy chciałbyś się dowiedzieć czegoś więcej?

Instrukcja pozyskiwania z Internetu danych dotyczących opisanych w scenariuszu parametrów wody:

a) w przeglądarce internetowej otwórz stronę Programu GLOBE, <http://www.globe.gov>;

b) wybierz funkcję *Enter the GLOBE Site*, a następnie, z paska po lewej stronie ekranu, funkcję *Maps and Graphs*;

c) na ekranie pojawi się lista z wyborem prezentacji graficznych, wybierz na niej *GLOBE Graphs*;

d) z tabeli, w części zatytułowanej *SITE LOCATION*, wybierz z listy kraj;

e) w części *NUMBER OF DATA REPORTS*, w polu *data reports*, wpisz minimalną liczbę pomiarów oraz wybierz *Conductivity i Salinity*;

f) w polach *Start date* i *End date* wybierz podany przez nauczyciela przedział czasowy;

g) na dole tabeli, w części zatytułowanej *SITE SEARCH*, kliknij na baton *Start Search*;

h) na ekranie pojawi się zielona tabelka oraz lista szkół, które spełniają wybrane kryteria;

i) zaznaczając kwadracik obok nazwy z listy, wybierz podaną przez nauczyciela szkołę;

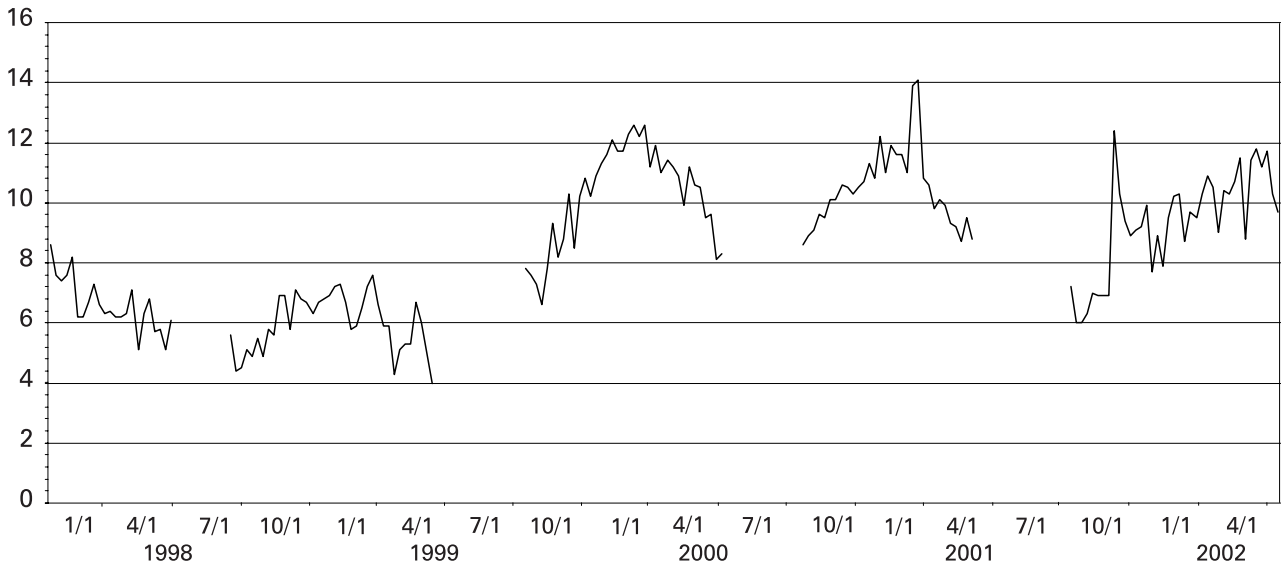
j) z zielonej tabelki wybierz *Make a Graph* i wciśnij baton *Go*;

k) na ekranie pojawi się wykres wybranego parametru, dla wybranej szkoły, w wybranym okresie czasu;

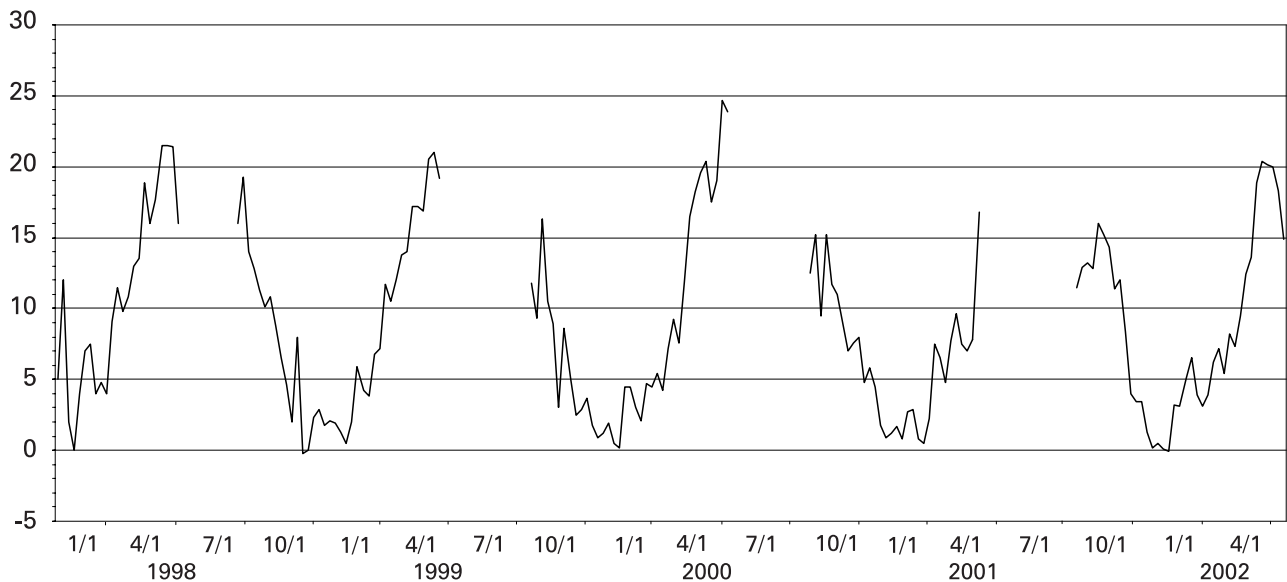
l) postępując zgodnie z zaleceniami nauczyciela w tabelce pod wykresem określ dodatkowe kryteria wyboru, aby otrzymać inne wykresy i zapisz wykres na dysku lub wydrukuj.

**SCENARIUSZ 3.2. Czy można dwa razy wejść do tej samej rzeki? – instrukcja dla uczniów cd.**

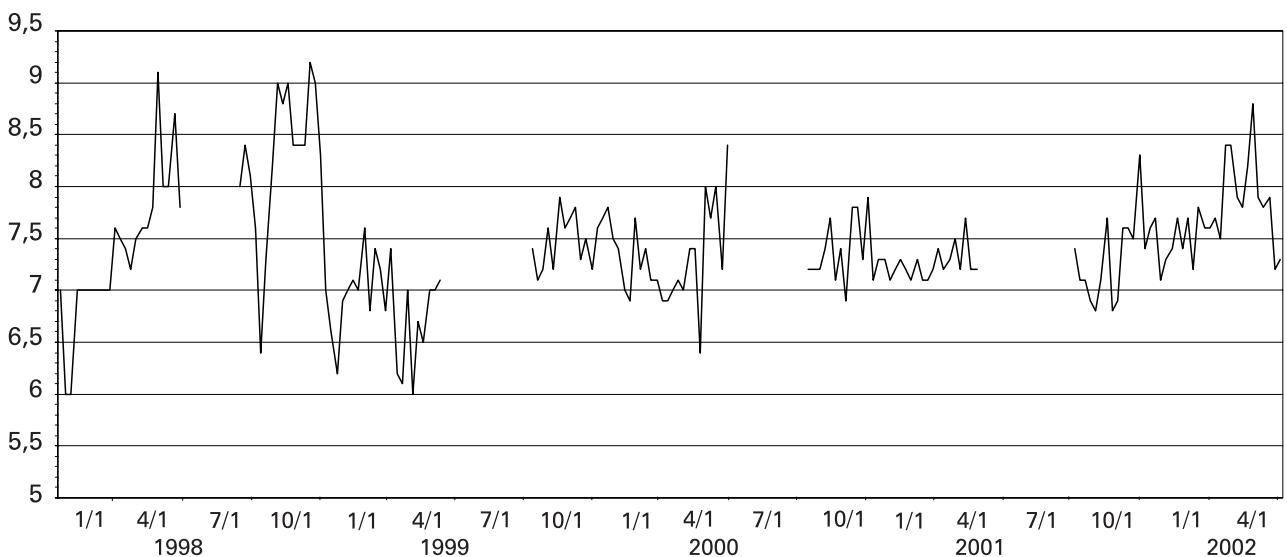
Wykres 1. Wyniki pomiarów rozpuszczonego tlenu w wodzie w [mg/l], (styczeń '98 – czerwiec '02), na rzece Odrze, w przekroju Jaz Opatowicki.

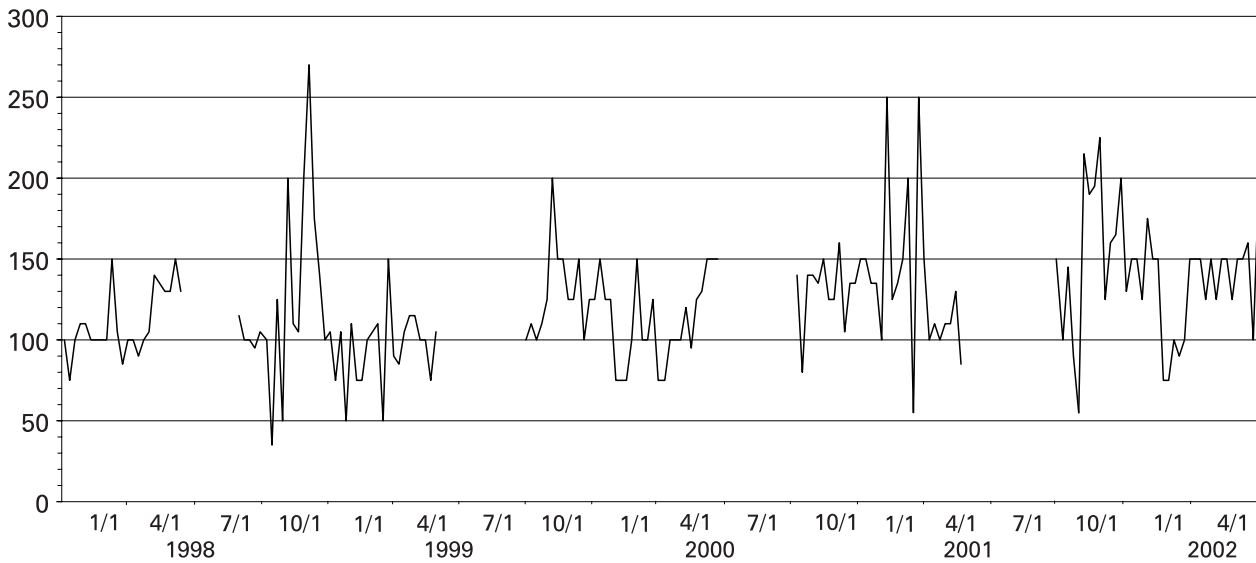


Wykres 2. Wyniki pomiarów temperatury wody w [°C], (styczeń '98 – czerwiec '02), na rzece Odrze, w przekroju Jaz Opatowicki.

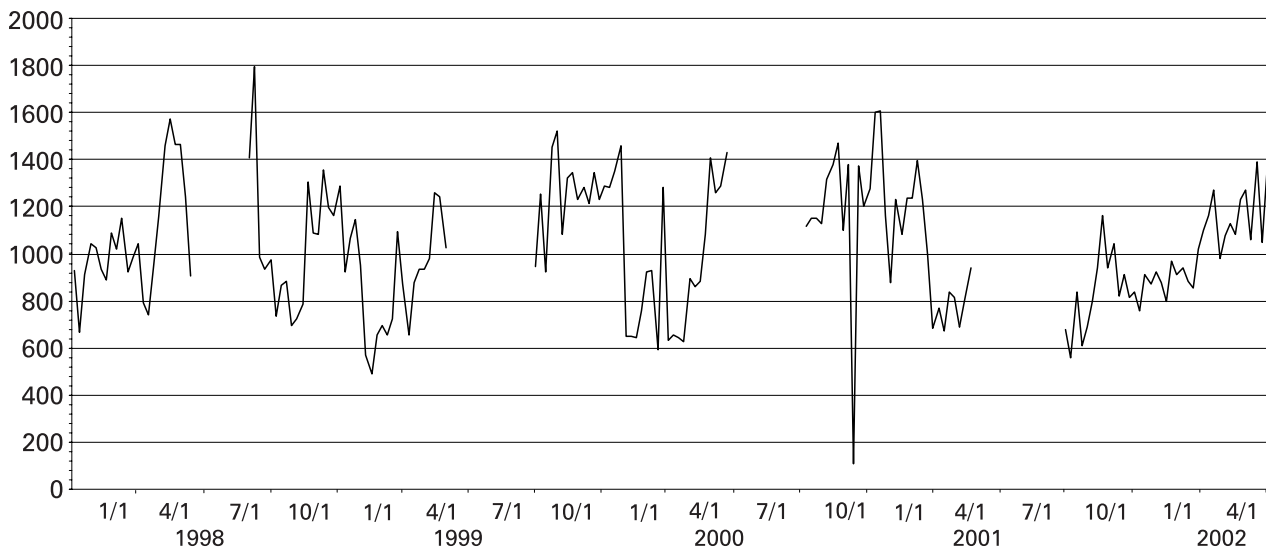


Wykres 3. Wyniki pomiarów pH wody w [pH], (styczeń '98 – czerwiec '02), na rzece Odrze, w przekroju Jaz Opatowicki.



**SCENARIUSZ 3.2. Czy można dwa razy wejść do tej samej rzeki? – instrukcja dla uczniów cd.**Wykres 4. Wyniki pomiarów zasadowości wody w [mg CaCO<sub>3</sub>/l], (styczeń '98 – czerwiec '02), na rzece Odrze, w przekroju Jaz Opatowicki

Wykres 5. Wyniki pomiarów przewodnictwa elektrolitycznego wody w [mSiemens/cm], (styczeń 98 – czerwiec 02), na rzece Odrze, w przekroju Jaz Opatowicki. Uwaga: 1 Siemens = 1/Ohm, bo opór jest odwrotnością przewodnictwa,



Wykres 6. Wyniki pomiarów zasolenia wody [ppt] (styczeń 98 – czerwiec 02), na rzece Odrze, w przekroju Jaz Opatowicki. Uwaga: ppt – części na tysiąc.

