



MATERIAŁY szkoleniowe projektu EH-REK dla uczniów szkół ponadpodstawowych



Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników
rekreacyjnych „Arturówek” (Łódź) jako modelowe
podejście do rekultywacji zbiorników miejskich (EH-REK)

LIFE08 ENV/PL/000517



2015



MATERIAŁY

szkoleniowe

projektu EH-REK

dla uczniów szkół
ponadpodstawowych



Autorzy:

Zbigniew Kaczkowski
Tomasz Jurczak
Iwona Wagner
Zuzanna Oleksińska
Małgorzata Łapińska
Agnieszka Bednarek



opracowane w ramach projektu

LIFE08 ENV/PL/000517

**EH-REK: Ekohydrologiczna rekultywacja
zbiorników rekreacyjnych „Arturówek” (Łódź)
jako modelowe podejście do rekultywacji
zbiorników miejskich**

Środowisko przyrodnicze jest niezbędne do życia i funkcjonowania wszystkich organizmów, w tym także człowieka. Problem ten stał się bardziej wyrazisty wraz z intensywnym rozwojem przemysłu w okresie tzw. rewolucji przemysłowej. Integralną częścią tego procesu była gwałtowna ekspansja przestrzenna obszarów zurbanizowanych połączona z procesem migracji ludności wiejskiej do miast. Bardzo szybko zaczęło to prowadzić do dewastacji środowiska przyrodniczego, a tym samym pogorszenia jakości życia i zdrowia mieszkańców tych aglomeracji. W konsekwencji miasta stały się mało przyjaznym środowiskiem życia, czego dowodem jest obserwowany do dziś proces wyprowadzania się zamożnej części społeczeństwa z centrum miast na ich obrzeża oraz zwiększona zachorowalność populacji miejskich na szereg schorzeń.



Czy wiesz, że mieszkańcy miast, np. Łodzi, znacznie częściej cierpią na schorzenia związane z układem oddechowym (np. astma), krążenia (np. nadciśnienie) oraz układem immunologicznym (np. alergie), i że wiąże się to z warunkami życia!?

Centrum Łodzi





Wzrost demograficzny i tzw. rozwój cywilizacyjny nie ogranicza się jednak tylko do obszarów zurbanizowanych!

Obszary wiejskie uległy znaczącemu przekształceniu w związku z przeznaczaniem coraz większych powierzchni pod wielkoobszarowe i monokulturowe uprawy rolne i wiążącą się z nimi chemizację rolnictwa. Jednym z najbardziej wrażliwych elementów środowiska przyrodniczego na tzw. antropopresję (*niekorzystne zmiany środowiska wywoływane działalnością człowieka*) są akweny wodne. Zwróć uwagę, że zawsze znajdują się one w najniższej położonych obszarach i dlatego też wcześniej lub później, tam właśnie kumuluje się większość zanieczyszczeń wytwarzanych przez człowieka. Problematyką tą zajmuje się dziedzina nauki nazywana **ochroną środowiska** (=sozologia), która często mylona jest z **ekologią**.

Zwróć uwagę:

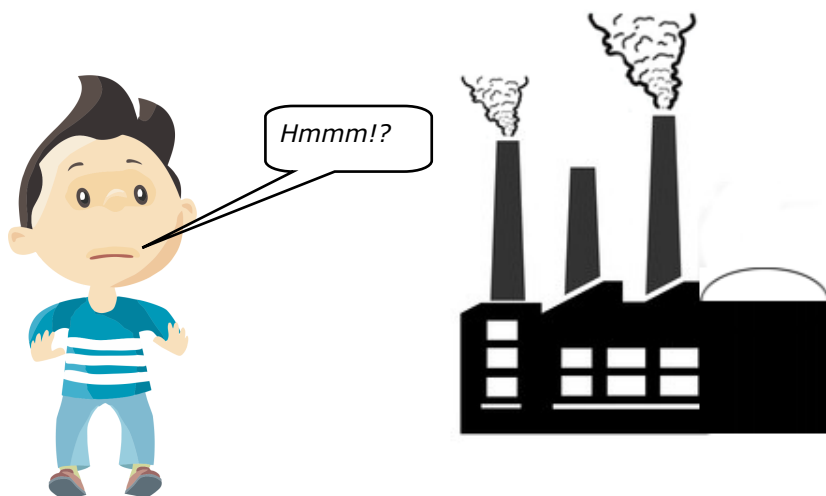
Ekologia – bada interakcje zachodzące między organizmami (np. kto kogo zjada i dlaczego?).

Ochrona środowiska (=sozologia) – zajmuje się wpływem działalności człowieka na środowisko naturalne i poszukuje sposobów przeciwdziałania negatywnym zmianom jakości środowiska przyrodniczego.

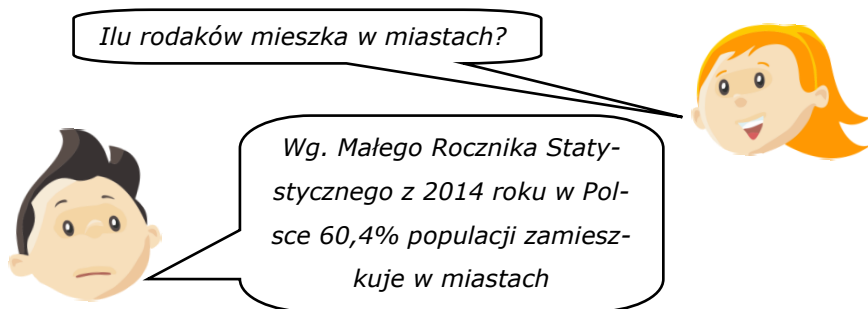
Ochrona przyrody – działania zmierzające do ochrony, zachowania i odnawialnego wykorzystania zasobów przyrody i jej składników.

Pogarszająca się jakość środowiska życia człowieka spowodowała wzrost zainteresowania działaniami mającymi na celu poprawę warunków życia człowieka, poprzez zapewnienie ogółowi społeczeństwa dostępu do czystego i atrakcyjnego środowiska przyrodniczego.

Fabryka Ekologiczna



Problem zdrowych warunków życia jest szczególnie istotny w aglomeracjach miejskich, gdzie z jednej strony mieszka przeważająca część populacji ludzkiej, a z drugiej strony środowisko życia człowieka zostało przekształcone w „betonowe dżungle”.



Przykładem pierwszych działań zmierzających do poprawy tego stanu było np. tworzenie parków miejskich. Szczególnie atrakcyjne dla ludności są obszary, które poza zielenią oferują możliwość rekreacji w sąsiedztwie zbiorników wodnych, poprawiających mikroklimat miast (zwiększenie wilgotności powietrza, łagodzenie amplitud temperatur, itp.).

Zadanie. 1.

Czy wiesz gdzie w Łodzi znajdują się obszary rekreacyjne z ogólnodostępnymi kąpieliskami zlokalizowanymi na naturalnych akwenach wodnych?



1.

2.

3.

*Jedno z miejskich
kąpielisk.*





Staw Środkowy w Arturówku oraz różne sposoby oznakowania elementów przyrodniczo-krajobrazowych.

Arturówek zlokalizowany jest na północnym skraju aglomeracji łódzkiej na południowym skraju malowniczej formacji krajobrazowej i geologicznej określanej jako Wzniesienia Łódzkie w obrębie kompleksu lasu łagiewnickiego (pow. 1200 ha). Tak duża powierzchnia leśna w obszarze miasta wyróżnia Łódź w skali całej Europy i dlatego też m.in. została objęta dodatkową ochroną w formie Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich. Obszar ten wyróżnia się dużym pofałdowaniem i znajdującymi się na nim licznymi źródłiskami, w tym źródłami rzeki Bzury, jednej z czterech największych rzek województwa. Dla człowieka jednym z ważniejszych elementów środowiskowych Arturówka są trzy zbiorniki wodne zlokalizowane na rzece Bzurze.

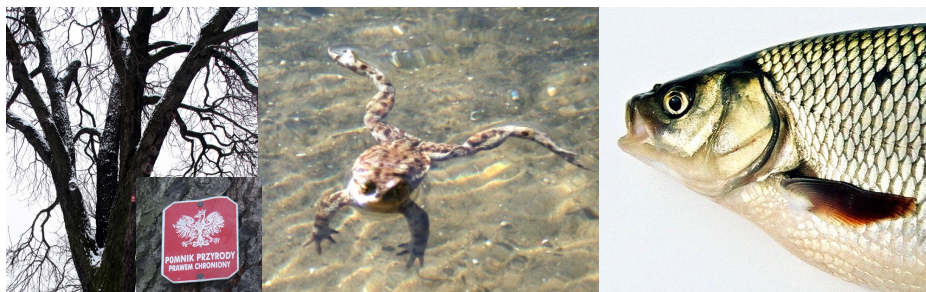


Środowisko naturalne trzeba chronić...

Ale w jaki sposób uzasadniamy potrzebę ochrony środowiska?

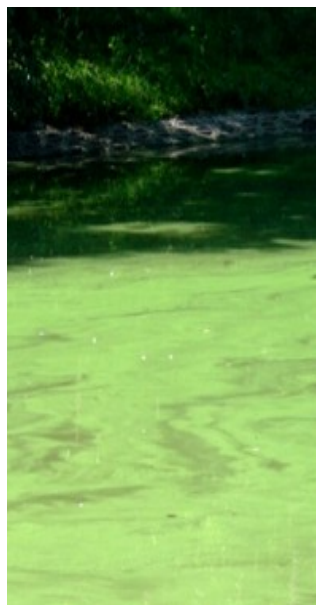
Zrozumienie potrzeby ochrony środowiska przyrodniczego jako niezbędnego warunku dobrej jakości życia człowieka jest argumentowane poprzez tzw. **motywy ochrony** przyrody i środowiska przyrodniczego. Wyróżnia się: **motywy egzystencjalne** (tu: *dostarczanie niezbędnych zasobów, np. pokarmu, surowców, ale także tworzenie tlenu, wody, zdolność samooczyszczania, oraz powody zdrowotne, np. tworzenie leków, same środowisko przyrodnicze też może mieć walory uzdrawiające, przykładem są tzw. uzdrowiska*), **motywy ekonomiczne** (źródło dochodów: *pośrednie, np. tereny rekreacyjne lub bezpośrednie, np. drewno, grzyby, ryby, itp*), **motywy etyczne i estetyczne** (wynikające z przekonań religijnych, nurtów filozoficznych oraz potrzeb estetycznych ludzi). Podejście do działań zmierzających do ochrony przyrody ewoluowało od skupienia się na ograniczaniu wpływu człowieka na elementy przyrody (wynikające z tzw. *hipotezy Gai*) do czynnego zaangażowania się w działania poprawiające jakość środowiska przyrodniczego, które mają na celu ograniczyć wpływy związane z eksploatacją zasobów przyrodniczych (postawa wynikająca z tzw. *hipotezy Medei*).

Współczesne podejście zazwyczaj łączy te obydwie postawy, stosując jednocześnie **konserwatorskie** (= **bierno**) **metody ochrony przyrody** (np. ochrona gatunkowa, okresy ochronne) oraz **obszarowe formy ochrony** (np. parki narodowe, rezerваты, parki krajobrazowe), w których coraz większe znaczenie zyskuje **ochrona czynna**.



Od lewej: Pomnikowe drzewo z Arturówka – przykład indywidualnej formy ochrony przyrody; Ropucha szara – przykład gatunku objętego gatunkową ochroną ścisłą; jaź – przykład gatunku objętego gatunkową ochroną częściową, poprzez wyznaczenie wymiaru i okresu ochronnego. **Poniżej:** zakwit sinic w Arturówku

Stawy w Arturówku są cennym miejscem rekreacji oraz ważnym miejscem rozrodu chronionych płazów (Amphibia). Niestety jakość ich wód nie była najlepsza, w szczególności ze względu na pojawiające się **zakwity sinicowe**. Dlatego też akweny te zostały objęte działaniami rekultywacyjnymi (zabiegi zmierzające do przywrócenia wartości użytkowych i przyrodniczych terenom zniszczonym przez działalność człowieka), które realizowane są od roku 2010 w ramach projektu EH-REK LIFE+.



Zadanie. 2.



W oparciu o przedstawione powyżej informacje uzupełnij tabelę dotyczącą przyczyn i form ochrony przyrody i środowiska obserwowanych w Arturówku.

Przyczyny i formy ochrony	Uzasadnienie/Przykład ochrony
	Retencja oraz oczyszczanie wód
Motywy ekonomiczne	
	Miejsce aktywnego wypoczynku i relaksu w otoczeniu natury
Ochrona obszarowa	
Ochrona indywidualna	
	Ropucha szara
	Szczupak
Ochrona czynna na terenach zdegradowanych przez człowieka	

Podjęcie skutecznych działań ochronnych wymaga dokładnego poznania **przyczyn pogorszenia stanu środowiska**, a w konsekwencji często także **wymierania** dziko występujących **gatunków**. Konieczne jest także zrozumienie **mechanizmów odpowiedzialnych za rozmieszczenie i rozwój populacji roślin i zwierząt**, których obecność jest pożądana lub negatywna z perspektywy uzyskania celów ochrony środowiska lub ochrony przyrody.

Obecnie, ze względu na rygorystyczne przepisy ochrony środowiska rzadko zdarzają się zanieczyszczenia toksyczne stanowiące bezpośrednie zagrożenie dla żywych organizmów, w tym człowieka. Dla poprawy stanu jakościowego wody istotne znaczenie mają inwestycje związane z rozbudową i budową nowych oczyszczalni ścieków oraz postępującą kanalizacją domostw i zakładów przemysłowych (tzw. *sanitacja*). Zapobieganie zagrożeniom **antropogenicznym**, takim jak zrzut ścieków przemysłowych, jest o tyle łatwiejsze, że zanieczyszczenia tego typu mają zazwyczaj tzw. punktowy charakter.



zanieczyszczenia punktowe – wprowadzane do środowiska w konkretnym miejscu, np. rura wprowadzająca ścieki, komin

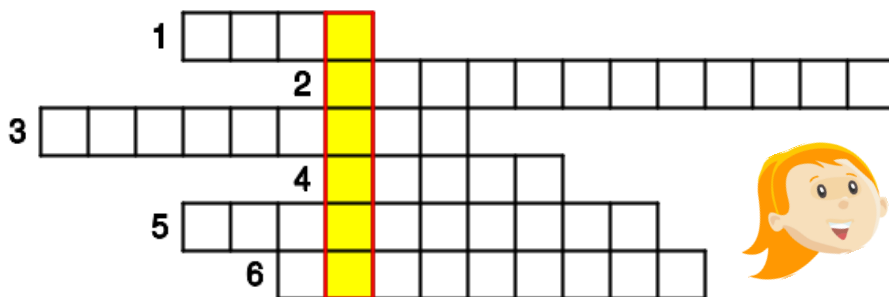
Najczęstszą współczesną przyczyną pogarszania się jakości wód jest znaczące przyśpieszenie naturalnego procesu zwiększania żyzności wody, tzw. **eutrofizacja**. Proces ten związany jest z dopływem tzw. **pierwiotków biogenicznych** i w warunkach niezaburzonych działalnością człowieka zachodzi bardzo wolno. Szczególnie niepożądany jest nadmiar związków azotu i fosforu.



pierwiotki biogeniczne - pierwiotki i ich związki, które są nietoksyczne, a wręcz niezbędne do budowania organizmów żywych, należą do nich węgiel, wodór, tlen, azot, fosfor i siarka

Zadanie. 3.

Rozwiąż krzyżówkę, aby poznać, który element jakościowy wód jest kluczowy dla ochrony wody w jeziorach i zbiornikach retencyjnych (np. stawach w Arturówku).



Pytania do krzyżówki:

1. Jeden z pierwiastków odpowiedzialny za przyspieszanie procesu eutrofizacji, istotny element budujący aminokwasy.
2. Nazwa zabiegów polegających na poprawie stanu zdegradowanego przez człowieka środowiska.
3. Działania polegające na tworzeniu np. rezerwatów to tzw. ochrona
4. Flora to rośliny, a zwierzęta to ...
5. Jak określamy proces zanikania gatunku?
6. Nazwa działań polegających na budowie i rozbudowie systemu kanalizacji odbierającej

Obecność związków biogenicznych w środowisku wiąże się głównie z niewłaściwym stosowaniem nawozów sztucznych (błędy w nawożeniu dotyczące ilości, sposobu i terminu stosowania nawozów), nieuszczelnnością systemów gromadzenia i przesyłu zanieczyszczeń bytowych (np. nieuszczelne szamba), złym postępowaniem z odpadami organicznymi (wyrzucanie odpadków na skarpy brzegowe, źle zabezpieczone składowiska obornika, itp.) oraz złymi nawykami (mycie samochodów na brzegach naturalnych akwenów wodnych, dokarmianie ptactwa, nadmierne nęcenie ryb, oddawanie moczu podczas kąpieli, itp.). Związki azotu i fosforu mogą przedostawać się do wód także jako tzw. **zanieczyszczenia obszarowe**. Zwalczanie oddziaływań obszarowych jest znacznie trudniejsze niż punktowych, ze względu na ich rozproszenie w czasie i przestrzeni (np. duża powierzchnia pól z których nawozy są splukiwane do wód w czasie deszczu).

Zadanie. 4.

Przyporządkuj wzorom nazwy następujących substancji:

azot całkowity	NH_4^+	wapń	NO_3^-
chlorki	K^+	azotany	TP
fosforany	SO_3^{2-}	sód	Mg^{2+}
amon	PO_4^{3-}	magnez	NO_2^-
potas	Cl^-	azotyny	Ca^{2+}
siarczany	TN	fosfor całkowity	Na^+

Odznacz kółkiem związki, które są odpowiedzialne za powstawanie zakwitów sinic.

Tabela poniżej przedstawia średnie stężenia wybranych parametrów chemicznych wody [mg dm^{-3}] w poszczególnych latach w zbiorniku kąpieliskowym w Arturówku.

Zwróć uwagę, że niektóre z wyszczególnionych w tabeli związków występują w znacznie mniejszym stężeniu od innych substancji, a mimo to mają decydujący wpływ na stan środowiska.



	TN	TP	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
2010	1,07	0,50	29,63	0,01	0,50	0,02	45,93	14,46	0,23	6,97	0,78	35,74
2011	1,50	0,09	30,51	0,02	0,89	0,10	50,20	16,41	0,05	12,82	1,26	50,39
2012	5,07	0,14	30,15	0,13	0,47	0,06	46,76	12,67	0,10	16,39	0,91	35,75
2013	0,50	0,05	32,00	0,01	1,14	0,11	59,95	18,26	0,02	13,01	1,01	39,77
2014	0,67	0,28	31,62	0,02	0,31	0,18	53,10	15,64	0,01	12,17	0,95	33,93

Zadanie. 5.

W oparciu o tabelę powyżej sformułuj wniosek jak między rokiem 2010 a 2014 zmieniało się stężenie związków zawierających pierwiastki biogeniczne mające największy wpływ na rozwój sinic.

.....

.....



Związki organiczne, takie jak fosfor i azot, gdy już raz się dostaną do zbiornika wodnego są trudne do usunięcia. Dzieje się tak, gdyż są one elementem tzw. materii. W przeciwieństwie do energii (np. dostarczanej do roślin przez promieniowanie słoneczne) **materia** nie przepływa, lecz **krąży w ekosystemach** i może być wielokrotnie wykorzystywana w ekosystemie.

Zachowanie się w środowisku najważniejszych substancji (*wody*) *lub pierwiastków (węgla, azotu, fosforu)* opisują tzw. cykle biogeochemiczne. Działalność człowieka modyfikuje ich przebieg poprzez zwiększenie dopływu lub zmianę tempa krążenia pierwiastków biogenicznych w środowisku naturalnym (np. sztuczne nawożenie, przyspieszenie wypłukiwania związków mineralnych z gruntu na skutek wylesienia, itp.). W przypadku Arturówka podstawowymi źródłami tych pierwiastków są kolektory wód burzowych odprowadzające wody opadowe, przesiąk wód gruntowych zanieczyszczonych ściekami bytowymi (*szczególnie bogatym źródłem fosforu są środki czystości*) lub wzbogaconych przez rozkładającą się materię organiczną wymywaną z powierzchni (*np. skutek dekompozycji ściółki leśnej— naturalne źródło azotu*), erozja gruntu powodowana spływem powierzchniowym w miejscach o znaczącym nachyleniu terenu (*głównym obszarowym źródłem azotu jest wypłukiwanie tego pierwiastka z niewłaściwie nawożonych pól i ogrodów*) oraz dokarmianie ptactwa i nęcenie ryb.



Zalana ulica Wycieczkowa po krótkotrwałym intensywnym opadzie deszczu.



Kratka burzowa odprowadzająca wodę bezpośrednio do koryta rzeki Bzury.



Czy domyślasz się co wpływa na pojawianie się sinic w wodzie?



Pewnie tak. To zanieczyszczenia, które człowiek wprowadza do środowiska, powodują nadmierny rozwój sinic.

Zadanie. 6.

Ustosunkuj się do podanych stwierdzeń poprzez ocenę ich prawdziwości. Wpisz literę P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe.



L.p.	Stwierdzenie	P/F
1.	Eutrofizacja to nienaturalny proces powodowany przez zanieczyszczenia wytwarzane przez człowieka	
2.	Fosfor krąży w środowisku, a jego nadmiar wywołuje niepożądane symptomy eutrofizacji w wodach	
3.	Azot nie jest pierwiastkiem biogenicznym, gdyż stanowi istotny składnik budujący tkanki żywych organizmów	
4.	Istotnym źródłem fosforu są środki czyszczące, np. płyny do mycia i proszki do prania	

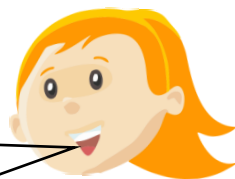


Poniższa tabela wskazuje zmiany stężenia związków azotu i fosforu wzdłuż biegu Bzury w Arturówku

Stężenie substancji [mg dm ⁻³]	Lokalizacja				
	BW	BpG	AG	AŚ	AD
TN	2,4	2,3	1,3	1,4	1,5
TP	0,13	0,12	0,14	0,11	0,09

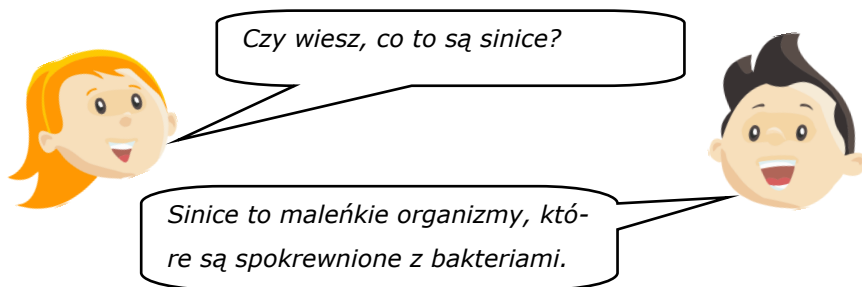
Zadanie. 6.

W oparciu o tabelę narysuj wykres punktowy obrazujący zmiany stężeń związków azotu i fosforu wzdłuż biegu Bzury



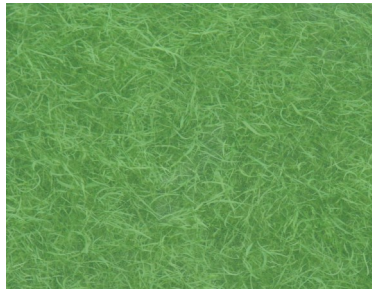
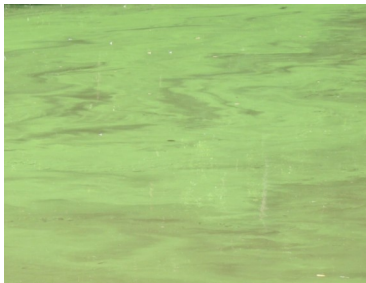
Nadmierna dostępność związków azotu, a w szczególności fosforu sprawia, że w ekosystemach wód stojących zaczynają intensywnie rozwijać się samożywne organizmy planktonowe, tzw. **fitoplankton**. Nadmierny rozwój tych drobnych **producentów**, sprawia, że **konsumenci** nie są w stanie kontrolować ich liczebności i cały system jest wytrącony ze stanu dynamicznej równowagi.

Konsekwencją rozwoju **zakwitu fitoplanktonu** jest pogorszenie się jakości wody (pochłanianie tlenu przez obumierającą biomasę glonów, wahania chemizmu wód na skutek intensywnego wytwarzania tlenu w procesie fotosyntezy w dzień i jego przyswajania w procesach oddychania komórkowego w nocy). Jeżeli zakwit jest zdominowany przez **sinice** to często w efekcie kąpieliska miejskie są zamykane i obowiązuje zakaz kąpieli.

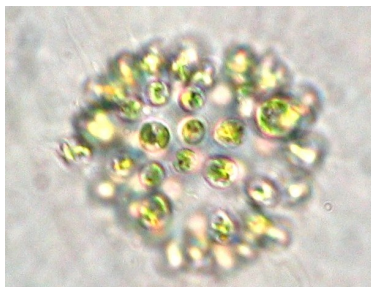


Sinice (= cyjanobakterie) to grupa fotoautotroficznych prokariotów, czyli organizmów pozyskujących energię w procesie fotosyntezy. Ze względu na wiele cech upodabniających je do bakterii nazywane są również cyjanobakteriami. Grupa tych organizmów wykazuje dużą tolerancję do wód zanieczyszczonych, preferując silnie nagrzewające się i przeżyźnione (zeutrofizowane) akweny, takie jak zbiorniki retencyjne.

Tak wygląda zakwit sinicowy w wodzie



Tak wyglądają sinice pod mikroskopem



Microcystis aeruginosa



Aphanizomenon flos-aquae



Specyficzną własnością sinic jest zdolność do produkcji **toksyn**.

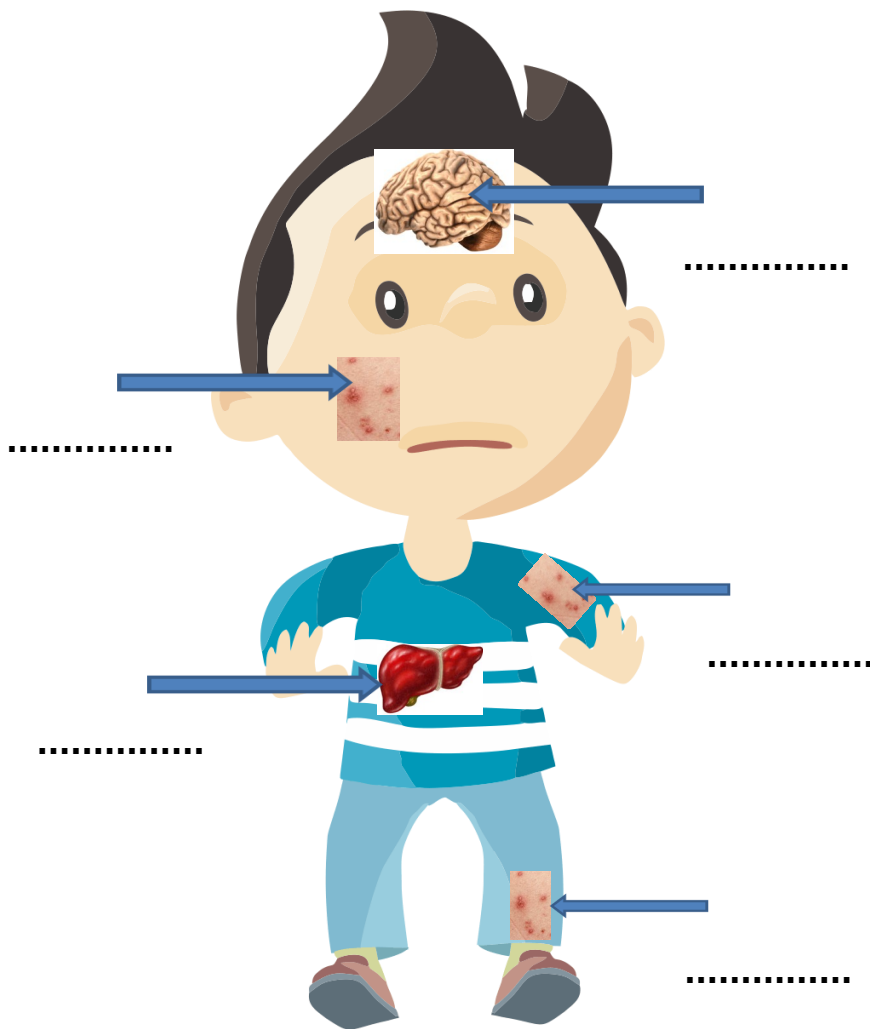
Cyjanobakterie produkują:

- **dermatotoksyny**—powodujące zmiany skórne, np. wysypkę, swędzenie
- **hepatotoksyny**—uszkodzające wątrobę
- **neurotoksyny**—upośledzające układ nerwowy, np. porażenie mięśni oddechowych



Zadanie. 7.

W odpowiednich miejscach rysunku wpisz nazwę grupy toksyn sinicowych, które oddziałują na nasz organizm.



Dzięki toksynom sinice uzyskują dodatkową przewagę nad innymi autotrofami, gdyż za sprawą toksyn ograniczają rozwój konkurentów do zasobów pokarmowych. Zjawisko wydzielania przez rośliny lub grzyby substancji toksycznych dla innych organizmów nazywa się **allelopatią**.



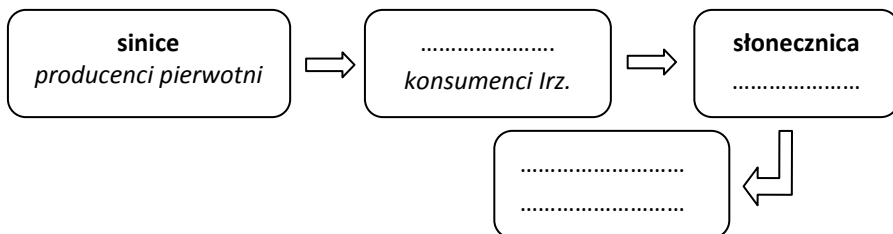
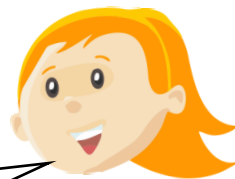
*Rozwój sinic jest tylko jednym z elementów tak zwanego **efektu kaskadowego**, czyli reakcji całego łańcucha lub sieci troficznej na zmiany stopnia dominacji poszczególnych ich ogniw.*

W zależności od pierwszego ogniwa łańcucha pokarmowego wyróżnia się **łańcuch spasan**a (u podstawy łańcucha znajdują się producenci) lub **łańcuch detrytusowy** (u podstawy łańcucha znajdują się konsumenci z grupy destruentów). W Arturówku możemy obserwować obydwa te typy zależności pokarmowych. Stopień rozbudowania oraz dynamika tych łańcuchów pokarmowych może istotnie wpływać na jakość wody.

W zbiornikach wód stojących producenci reprezentowani są przez roślinność wodną oraz zespoły glonów i sinic. Do konsumentów I rzędu zalicza się odżywiający się fitoplanktonem **zooplankton** (np. *rozwiłtki*) oraz odżywiające się zalegającą na dnie martwą materią organiczną lub roślinnością naczyniową larwy owadów (tzw. bentos, np. *larwy ochotek*). Do głównych konsumentów II rzędu należą ryby planktonożerne (*płoc, słonecznica*), wszystkożerne i bentosożerne (*lin, karaś pospolity*), a do konsumentów III rzędu ryby drapieżne (*szczupak, sandacz*) i ptaki rybożerne (*czapla, perkoz, kormoran*) oraz ludzie (np. *wędkarze*).

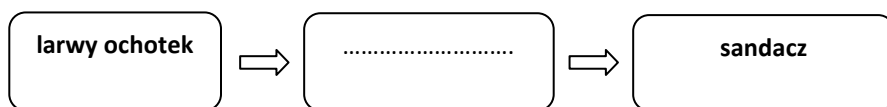
Zadanie. 8.

Uzupełnij brakujące pola w diagramie przedstawiającym różne typy łańcuchów pokarmowych występujących w zbiornikach w Arturówku:



przedstawiony powyżej łańcuch pokarmowy to łańcuch

.....



przedstawiony powyżej łańcuch pokarmowy to łańcuch

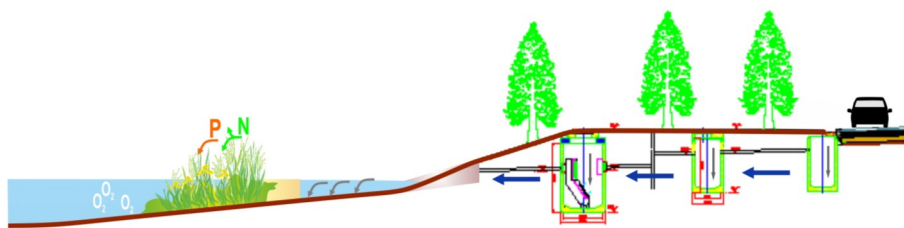
.....

W ramach rekultywacji zbiorników w Arturówku ograniczono dopływ związków biogenicznych do tych akwenów, zwiększono zdolność systemu do ich retencjonowania oraz przyspieszono tempo samooczyszczania. Najważniejszym elementem rekultywacji zbiorników w „Arturówku” jest zastosowanie **Sekwencyjnych Systemów Sedymentacyjno-Biofiltracyjnych (SSSB)**.



Najważniejszym elementem rekultywacji zbiorników w „Arturówku” jest zastosowanie Sekwencyjnych Systemów Sedymentacyjno-Biofiltracyjnych (SSSB).

Wiemy, brzmi skomplikowanie, ale zasady działania da się łatwo wytłumaczyć.



SSSB

Osadniki i separatory

Na schemacie powyżej przedstawiona jest zasada działania SSSB. Ta konstrukcja zlokalizowana jest w miejscu, w którym do zbiornika dopływa woda obciążona ładunkiem zanieczyszczeń, np. dopływających z ulic czy parkingów. Wewnątrz znajduje się strefa sedymentacji, czyli obszar w którym wszystkie drobinki zawieszone w wodzie, tzw. zawiesina, będą sedymentowały, czyli opadały na dno dzięki czemu nie zanieczyszczą naszych kąpielisk.

Zaraz za strefą sedymentacji znajduje się podwyższenie. Tworzy je gabion, czyli metalowe kosze wypełnione pokruszoną skałą osadową, dolomitem i wapniem, które na swojej powierzchni mogą wiązać **fosfor**.

Gabion przykryty jest matą kokosową, która także pomaga usuwać fosfor w wody.

Ostatnim elementem jest strefa biologiczna, porośnięta roślinami wynurzonymi. Irysy, strzałka wodna, pałka wodna, tatarak, to popularne rośliny spotykane nad brzegami jezior i rzek. Tu wykorzystujemy ich zdolności asymilacji, inaczej pobierania substancji odżywczych, a w szczególności **azotu**.



Sekwencyjnych Systemów Sedymencyjno-Biofiltracyjnych (SSSB)



Czy pamiętasz, że fosfor jest jednym z dwóch najważniejszych pierwiastków odżywczych? Jak nazywał się ten drugi?

Dodatkowo przed strefą, pod ziemią, może zostać zainstalowany separator. To urządzenie, które pomaga usuwać trudniejsze zanieczyszczenia, jak spływające z ulicy substancje ropopochodne.

Zadanie. 9.

Ułóż w kolejności elementy systemu oczyszczania wody. Z podanej na dole strony listy wybierz, co jest usuwane na kolejnych etapach.

Elementy:

Strefa sedymentacji

Strefa biofiltracji

Strefa gabionowa

Separator

Substancje ropopochodne	Fosfor	Zawiesina
Tlen	Azot	Rośliny



Źródło substancji ropopochodnych: woda opadowa odprowadzana z ulic.



*Rośliny nie muszą koniecznie rosnąć tylko przy brzegu, tj. w **litoralu**. Jest wiele gatunków, które pływają na powierzchni wody, np. grążel żółty i*

Rośliny lądowe i wynurzone można też zasadzić na pływającej wyspie. Taka wyspa nie tylko pięknie wygląda, ale też spełnia wiele innych



Czy wiesz, że:

- * Rośliny absorbują związki azotu i fosforu wprost z wody i akumulują je w korzeniach, łodygach i liściach
- * Korzenie roślin tworzą kryjówki dla wodnych bezkręgowców (np. larw owadów, zooplanktonu), które żywią się glonami, a czasem nawet sinicami, ograniczając ich rozwój. Są one też pokarmem dla mieszkających w zbiorniku ryb.

Strefy obsadzone roślinnością zwiększają zatem **bioróżnorodność** rekultywowanego sytemu.



Ważne jest także to, jak dużo związków azotu i fosforu rośliny mogą w sobie zakumulować.

W ramach realizowanego przez naukowców projektu EH-REK dowiedziono, iż każda z roślin wodnych akumuluje różne ilości pierwiastków biogenicznych. Spośród 6 wymienionych poniżej zwróć uwagę, które gatunki roślin akumulują ich najwięcej.

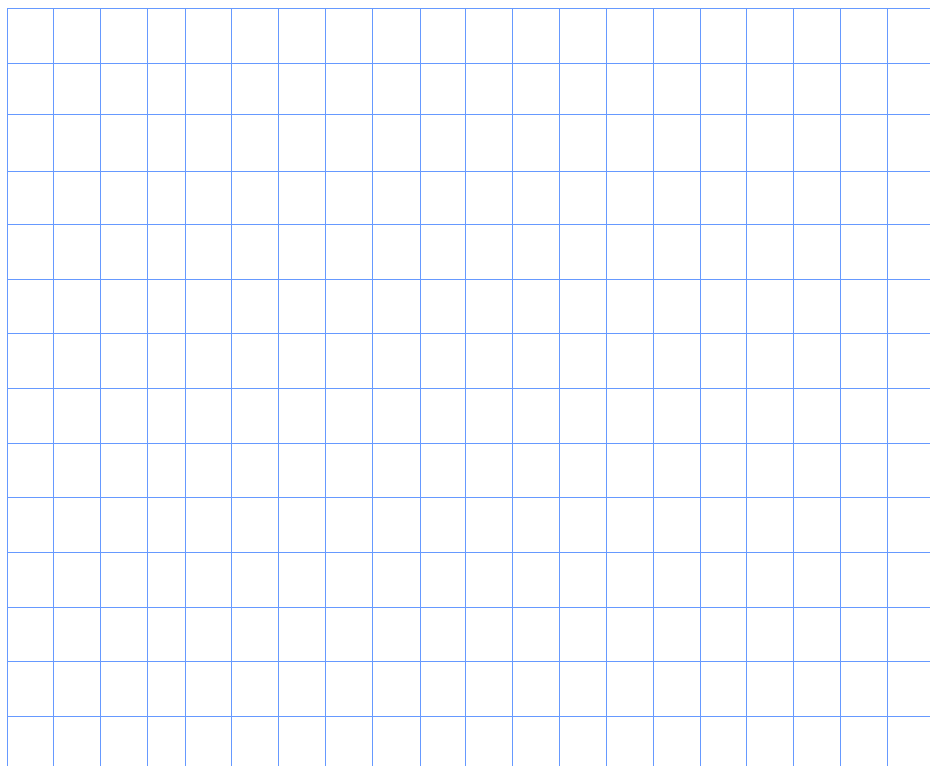
Gatunek	akumulacja substancji biogenicznych w 10 osobnikach roślin [gram]	
	azot	fosfor
Pałka wąskolistna	1,46	0,24
Manna mielec	0,83	0,12
Oczeret jeziorny	1,73	0,29
Sitowie leśne	0,48	0,11
Turzyca dzióbkowata	0,27	0,04
Kosaciec żółty	2,03	0,31



*Filtrowanie wody
burzowej przez
strefę roślinną*

Zadanie. 10.

W oparciu o informacje przedstawione w tabeli na poprzedniej stronie oblicz ile substancji biogenicznych zakumuluje w tkankach roślin strefa buforowa o powierzchni 150m^2 na której występują: pałka wąskolistna w ilości 100 osobników, oczeret jeziorny w ilości 50 osobników oraz turzyca dziubkowata w ilości 150 osobników. Obliczone wartości przedstaw w postaci wykresu słupkowego.



Poniżej znajdziesz zdjęcia roślin najczęściej wykorzystywanych przy tworzeniu tzw. stref buforowych i wysp pływających.



Pałka wąskolistna



Manna mielec



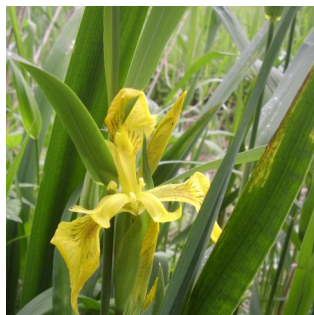
Oczyrąg jeziorny



Sitowie leśne



Turzyca dzióbkowata



Kosaciec żółty

Na pewno wiesz, że w wodzie oprócz roślin naczyniowych żyje też wiele innych grup organizmów. To przede wszystkim ryby, ale też inne, drobniejsze organizmy, takie jak bezkręgowce, zooplankton i fitoplankton. Wszystkie organizmy zamieszkujące jeziora i rzeki są bardzo ważne w kształtowaniu zdrowego ekosystemu.



Fitoplankton to samożywne mikroskopijne organizmy wodne, często określane jako „glony”. Fitoplankton stanowi pierwsze ogniwo łańcucha pokarmowego w toni wodnej, tj. tzw. **pelagialu**.

Zooplankton to cudzożywne mikroskopijne zwierzęta wodne, odżywiające się glonami, bakteriami i grzybami oczyszcza wodę z najmniejszych drobinek. Zooplankton stanowi drugie ogniwo łańcucha pokarmowego w obrębie pelagialu.

Bezkręgowce rozdrabniają i zjadają większe cząstki materii pochodzenia organicznego. Stanowią istotny składnik **bentosu**, czyli zespołu organizmów zasiedlających tzw. **profundal**, tj. osady na dnie zbiorników wodnych.

Rola **ryb** zależy od tego czym się żywią, a mogą one być:

- *Drapieżne*, żywią się innymi rybami
- *Bentosożerne*, zjadają to, co znajduje się w osadzie dennym
- *Planktonożerne*, zjadają zooplankton
- *Roślinożerne*, zjadają rośliny znajdujące się w wodzie
- *Wszystkożerne*, zjadają zarówno pokarm roślinny jak i zwierzęcy.



Czy wiesz, czym jest piramida troficzna?



Piramida troficzna to graficzna reprezentacja ilości organizmów na kolejnych poziomach troficznych.

Za podstawę piramidy przyjmuje się producentów, czyli organizmy, które są samożywne, jak na przykład rośliny, glony i sinice. Kolejny poziom stanowią organizmy zjadające producentów, np. zooplankton, a kolejny organizmy żywiące się organizmami drugiego poziomu, np. ryby.

Kształt piramidy troficznej można do pewnego stopnia regulować wykorzystując zależności związane z efektem kaskadowym. Polega to na wykorzystywaniu konsumentów wyższego rzędu do kontrolowania niższych poziomów piramidy troficznej. Metoda ta to tzw.

biomanipulacja.

Gatunki ryb charakterystyczne dla małych zbiorników retencyjnych (od góry): karaś pospolity, lin, płoć, szczupak, okoń

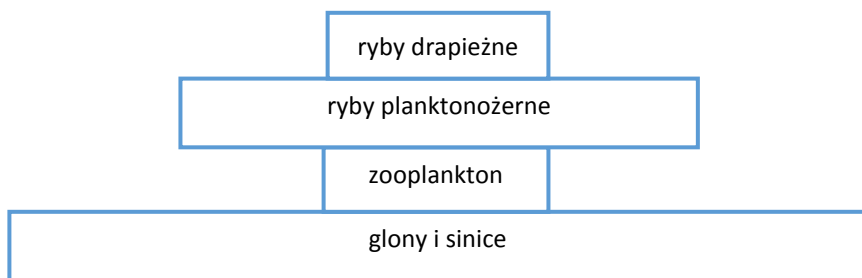




Piramida może wyglądać tak



Lub tak



Zadanie 11.

Jak myślisz, która z tych sytuacji jest korzystniejsza dla zdrowia ekosystemu wodnego? Uzasadnij odpowiedź.

.....

.....

.....

Zadanie 12.

Poniżej znajdziesz trzy grupy organizmów. W każdej grupie wskaż ten, który nie pasuje do reszty i określ jaką to grupa organizmów (np. ryby planktonożerne).

1—



Płoc

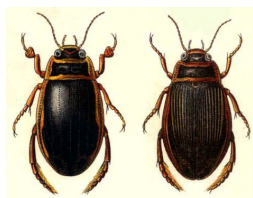


Szczupak



Sandacz

2—



Pływak żółto-brzeżek

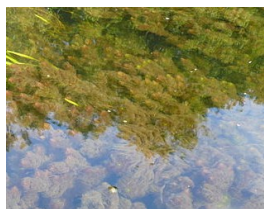


Rozwielitka



Oczlik

3—



Rogatek sztywny



Oczyret jeziorny



Microcystis aeruginosa



Jeśli mówimy już o zwierzętach, których życie związane jest z wodą, to nie możemy zapomnieć o ptakach wodnych.

Kaczki krzyżówki, łabędzie, łyski, czernice to najpopularniejsze z miejskich ptaków.



W Arturówku szczególnie dużo jest kaczek krzyżówek. Najwięcej tych ptaków można spotkać zimą, kiedy zbierają się w stada liczące ponad 200 osobników.

Zadanie 13.

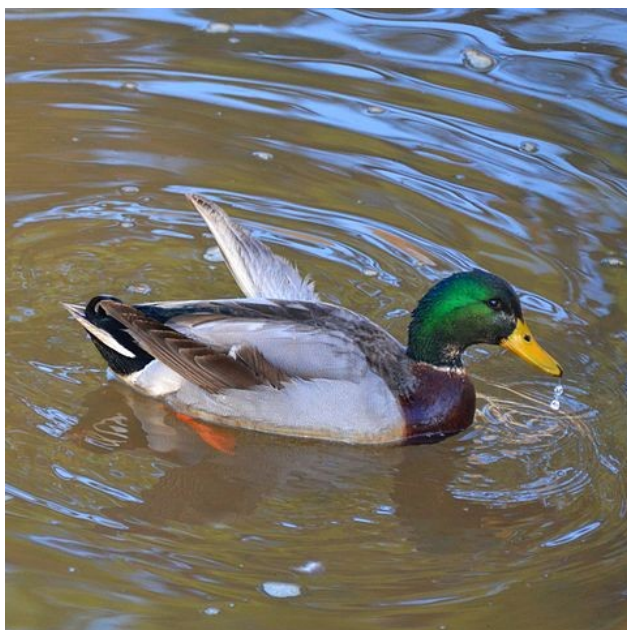
Czy wiesz czym żywią się kaczki? Poniżej zaznacz te rzeczy, które kaczki mogą jeść bez zagrożenia dla ich zdrowia.

- | | |
|---|--|
| ☐ nasiona roślin | ☐ glony |
| ☐ muchy | ☐ hamburgery |
| ☐ chleb | ☐ trawa |
| ☐ korzenie | ☐ rośliny zanurzone |
| ☐ chrząszcze | ☐ skorupiaki |



Karmiąc kaczki nieodpowiednim pokarmem przyczyniasz się do zwiększenia ilości substancji odżywczych w wodzie. Niezjedzony chleb rozkłada się w wodzie i uwalnia dodatkowe substancje odżywcze.

Niewłaściwa dieta może też spowodować chorobę zwaną „anielskim skrzydłem”, której skutkiem jest deformacja skrzydeł. Chora kaczka ma duże problemy z lataniem, a niektóre w ogóle nie mogą wzbić się w powietrze.





Teraz już wiecie dlaczego naprawiliśmy Arturówek – to wspaniałe miejsce wypoczynku dostępne dla wszystkich chętnych.

Wiecie jak tego dokonaliśmy? Zastosowaliśmy rozwiązania techniczne i biologiczne:

- *stworzyliśmy Sekwencyjne Systemy Sedymentacyjno-Biofiltracyjne,*
- *pływającą wyspę i strefy roślinności przybrzeżnej*
- *poprawiliśmy piramidę troficzną tworząc refugia dla zooplanktonu (miejsca w których znajdują schronienie) i zarybiając rybami drapieżnymi.*



A czy wiecie co Wy możecie zrobić dla naszych kąpielisk?

Wystarczy, że będziecie pozostawiali po sobie porządek, nie będziecie karmić kaczek, a swoje potrzeby będziecie załatwiać w toalecie, a nie sami-wiecie-gdzie.





Gratulacje!

*Wiecie już o wiele więcej o Arturówku,
jego problemach i potrzebach.*

Prawda że to piękne miejsce!!!

Notatki

Notatki

Notatki

Wykaz zdjęć:

- Str. 1.: „Centrum Łodzi” autorstwa Zbigniewa Kaczkowskiego
- Str. 4.: „Kąpielisko w Arturówku” autorstwa Tomasza Jurczaka
- Str. 5.: „Staw Śródkowy w Arturówku” + „oznakowanie elementów przyrodniczo-krajobrazowych” autorstwa Zbigniewa Kaczkowskiego
- Str. 7.: „Drzewo pomnikowe, ropucha szara, jaź” autorstwa Zbigniewa Kaczkowskiego, „zakwit sinicowy w Arturówku” autorstwa Tomasza Jurczaka
- Str. 13.: „Zalana ulica oraz infrastruktura odprowadzająca wodę po intensywnym opadzie deszczu” autorstwa Tomasza Jurczaka
- Str. 17.: „Zakwit *Microcystis aeruginosa*” i „zakwit *Aphanizomenon flos-aquae*” autorstwa Tomasza Jurczaka,
„*Microcystis aeruginosa*” autorstwa Kristian Peters <http://www.korseby.net/outer/flora/algae/index.html> - Own work. Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Microcystis_aeruginosa.jpeg#/media/File:Microcystis_aeruginosa.jpeg
„*Aphanizomenon flos-aquae*” autorstwa Kristian Peters <http://www.korseby.net/outer/flora/algae/index.html> - Eigenes Werk. Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aphanizomenon_flos-aquae.jpeg#/media/File:Aphanizomenon_flos-aquae.jpeg
- Str. 22.: „SSSB” autorstwa Tomasza Jurczaka
- Str. 23.: „Samochód przejeżdżający przez zalaną ulicę Wycieczkową” autorstwa Zbigniewa Kaczkowskiego
- Str. 25.: „Efekt filtracji wody burzowej w roślinnej strefie buforowej na Górnym Stawie w Arturówku” autorstwa Zbigniewa Kaczkowskiego
- Str. 27.: "*Carex rostrata*" autorstwa Kristian Peters -- Fabelfroh 16:01, 13 July 2006 (UTC) - photographed by myself. Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carex_rostrata.jpeg#/media/File:Carex_rostrata.jpeg
„Kosaciec żółty” autorstwa Zuzanny Oleksińskiej
„*Typha angustifolia*2” autorstwa I, Don Pedro28. Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typha_angustifolia2.JPG#/media/File:Typha_angustifolia2.JPG
„*Schoenoplectus lacustris* 260605” autorstwa Bernd Haynold - Praca własna. Licencja CC BY 2.5 na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schoenoplectus_lacustris_260605.jpg#/media/File:Schoenoplectus_lacustris_260605.jpg
„Liesgras planten *Glyceria maxima*” autorstwa Rasbak - Praca własna. Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Liesgras_planten_Glyceria_maxima.jpg#/media/File:Liesgras_planten_Glyceria_maxima.jpg
"*ScirpusSylvaticus*2" autorstwa Christian Fischer. Licensed Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ScirpusSylvaticus2.jpg#/media/File:ScirpusSylvaticus2.jpg>
- Str. 29.: „Gatunki ryb charakterystyczne dla małych zbiorników retencyjnych” autorstwa Zbigniewa Kaczkowskiego
- Str. 31.: „*Sander lucioperca* 1” autorstwa eLNuko - Praca własna (own photo). Licencja Domena publiczna na podstawie Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sander_lucioperca_1.jpg#/media/

File:Sander_lucioerca_1.jpg

„Esox hdm” autorstwa Georg Mittenecker - Privataufnahme Georg Mittenecker, Canon EOS 40D. Licencja CC BY-SA 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Esox_hdm.JPG#/media/File:Esox_hdm.JPG

„Rutilus rutilus5” autorstwa Krüger - Illustrations de Ichtyologie ou histoire naturelle générale et particulière des Poissons Bloch, Marcus Elieser, J. F. Hennig, Plumier, Krüger, Pater, Schmidt, Ludwig, Bodenehr, Moritz 1795-1797 (Bibliothèque nationale de France). Licencja Domena publiczna na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rutilus_rutilus5.jpg#/media/File:Rutilus_rutilus5.jpg

„Dytiscus marginalis male-female” autorstwa Reitter_Dytiscus_u.a..jpg: Reitter (1845-1920): "Fauna Germanica: Die Käfer des deutschen Reiches" 1909.derivative work: B kimmel (talk) - Reitter_Dytiscus_u.a..jpg. Licencja Domena publiczna na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dytiscus_marginalis_male-female.png#/media/File:Dytiscus_marginalis_male-female.png

„Daphnia magna-female adult” autorstwa Hajime Watanabe - PLoS Genetics, March 2011. Licencja CC BY 2.5 na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daphnia_magna-female_adult.jpg#/media/File:Daphnia_magna-female_adult.jpg

"Cyclops". Licencja: Domena publiczna na podstawie Wikimedia Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cyclops.jpg#/media/File:Cyclops.jpg>„

Ceratophyllum Drawa dopływ Noteci Złocieniec” autorstwa Traper Bemowski - Praca własna. Licencja CC BY 3.0 na podstawie Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceratophyllum_Drawa_dop%C5%82yw_Noteci_Z%C5%82ocieniec.jpg#/media/File:Ceratophyllum_Drawa_dop%C5%82yw_Noteci_Z%C5%82ocieniec.jpg

Str. 33.: „I Like This Duck (8422200902)” autorstwa Tony Alter from Newport News, USA - I Like This DuckUploaded by theveravee. Licencja CC BY 2.0 na podstawie Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:I_Like_This_Duck_\(8422200902\).jpg#/media/File:I_Like_This_Duck_\(8422200902\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:I_Like_This_Duck_(8422200902).jpg#/media/File:I_Like_This_Duck_(8422200902).jpg)



WFOŚiGW w Łodzi



Uniwersytet
ŁÓDZKI



WYDZIAŁ
BIOLOGII
I OCHRONY
ŚRODOWISKA



KATEDRA EKOLOGII STOSOWANEJ
UNIwersYTETU ŁÓDZKIEGO



ŁÓDZKA
SPÓŁKA
INFRASTRUKTURALNA

Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych „Arturówek” (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich (EH-REK)

Projekt UE, LIFE+ Polityka i Zarządzanie w zakresie środowiska
LIFE08 ENV/PL/000517

Termin realizacji projektu: **01/01/2010 - 31/12/2015**

FINANSOWANIE:

Komisja Europejska, Life +
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi

KOORDYNACJA:

Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,
Katedra Ekologii Stosowanej

BENEFICJENCI:

Miasto Łódź
Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Łodzi
Łódzka Spółka Infrastrukturalna

UNIwersYTET ŁÓDZKI
WYDZIAŁ BIOLOGII I OCHRONY
ŚRODOWISKA
Katedra Ekologii Stosowanej (KES)
ul. Banacha 12/16
90-237 Łódź
tel.: 42 635 44 38, 635 45 30
fax: 42 665 58 19
www.kes.uni.lodz.pl
email: arturowek@biol.uni.lodz.pl

www.arturowek.pl

Współpraca naukowa:

Europejskie Regionalne
Centrum Ekohydrologii
pod auspicjami UNESCO
(ERCE)
ul. Tylina 3, 90-364 Łódź,
www.erce.unesco.lodz.pl



Organizacja Narodów
Zjednoczonych do Spraw
Oświaty, Nauki i Kultury



Europejskie Regionalne
Centrum Ekohydrologii
pod auspicjami UNESCO

Projekt graficzny: M. Łapińska

Zdjęcia: T. Jurczak

www.arturowek.pl