



Ekosystem jest jednym z podstawowych pojęć w ekologii. To wieloznaczny termin, gdyż stosować go można w odniesieniu do dowolnego układu, który składa się z elementów żywych lub żywych i nieożywionych, pozostających ze sobą w różnych relacjach. Tak szerokie ujęcie pozwala nazwać ekosystemem dowolny układ ekologiczny z organizmami żywymi, w którym zachodzi przepływ energii i obieg materii, poczynając od kolonii bakterii na poziomie, na całej biosferze kończąc.¹

Ekosystem jest, zatem dynamicznym układem ekologicznym, którego składowe stanowią: zespół organizmów (biocenoza) oraz zajmowane przez nie środowisko (biotop). Te dwie składowe ekosystemu łączy sieć troficzna (sieć pokarmowa) opierająca się na zależnościach pokarmowych zachodzących pomiędzy organizmami różnych gatunków, mających podobne zwyczaje pokarmowe. Ekosystem ma zwykle strukturę pokarmową składającą się z czterech poziomów:

ŚRODOWISKA ABIOTYCZNEGO – czyli ogółu materii nieożywionej,
PRODUCENTÓW – czyli organizmów samożywnych syntetyzujących materię organiczną,

EKOSYSTEM

EKOSYSTEMY

Opracowała: mgr Beata Rusin

KONSUMENTÓW – organizmów cudzożywnych – żywiących się innymi organizmami lub martwą materią organiczną (przede wszystkim zwierzęta),

REDUCENTÓW – (grzyby i bakterie) rozkładających martwą materię organiczną, z której uwalniają się nieorganiczne składniki pokarmowe dla producentów.

Rozróżnić można następujące ekosystemy:

EKOSYSTEM WODNY (jezioro, morze)

AGROEKOSYSTEM (łąka, pole)

EKOSYSTEM LEŚNY (las)

EKOSYSTEM HETEROTROFICZNY (jaskinia, torfowisko, wyspa)

EKOSYSTEM AUTOTROFICZNY (komin hydrotermalny)

Podstawą wyodrębnienia konkretnego ekosystemu są silniejsze powiązania w jego

obrębie aniżeli pomiędzy jego elementami składowymi a otoczeniem. I tak kilka czynników decyduje o tym, czy dany układ można nazwać ekosystemem:

- skład ekosystemu: fauna w ekosystemach zawiera charakterystyczne gatunki - jest specyficzna,

- każdy układ musi składać się z trzech elementów: autotrofów, konsumentów i destruentów,

- czas trwania układów: muszą być one trwałe i ustabilizowane,

- określona przestrzeń fizyczna – w danym obszarze musi zachodzić przepływ energii i pełna realizacja obiegów materii, zatem wielkość zajmowanego obszaru (jego granice) uwarunkowana jest zdolnością rozkładu.



Fot.1. Beata Rusin, Jezioro Ślesińskie, powiat Koniński



Fot.2. Beata Rusin, łąka

¹ Otałęga Z.: „Encyklopedia biologiczna”, Agencja Publicystyczno-Wydawnicza Opres, Kraków, 1998.



Ekosystem wodny na przykładzie jeziora

Woda pokrywa 2/3 powierzchni Ziemi, co powoduje, że ekosystemy wodne przeważają na naszej planecie.

Ekosystemy wodne podzielić można na:

MORSKIE;

SŁODKOWODNE:

- ekosystemy wód stojących (jeziora, stawy)
- ekosystemy wód płynących (rzeki, potoki)

Zbiorniki wodne charakteryzuje strefowe rozmieszczenie organizmów żywych: roślin i zwierząt. Wyróżnić można strefowość pionową oraz poziomą.

Jezioro jest naturalnym zbiornikiem, występującym w zagłębieniu, w którym mogą gromadzić się wody powierzch-

niowe. W obrębie jeziora wyróżnić można następujące strefy mieszkalne:

STREFĘ BRZEGOWĄ:

- wybrzeże – pas łądu przyległy do zbiornika,
- pobrzeże – strefa przejściowa,
- litoral (część strefy brzegowej stale zanurzona);

STREFĘ GŁĘBINOWĄ (profunda);

STREFĘ TONI WODNEJ (pelagial).

Pobrzeże reprezentuje najbardziej zróżnicowane środowisko, występuje tutaj bardzo duża koncentracja substancji organicznych i mineralnych, a także największe amplitudy temperatur. Spotkać tu można organizmy wodne i lądowe: kolonie sinic i zielenic; dżdżownice, skoczogonki, przedstawiciele muchówek (nie występują w innych strefach jeziora), oraz chrząszcze, ślimaki zatoczki, pierwotniaki i wrotki. Liczeb-

ność bakterii jest zdecydowanie wyższa aniżeli w pozostałych częściach jeziora.

Litoral, obejmujący płytkie, przybrzeżne wody - sięga do głębokości przenikania światła - około 6-8m. Cechą charakterystyczną dla litoralu jest duże zróżnicowanie pod względem warunków świetlnych. Drzewa, krzewy, roślinność wynurzona pogarsza warunki świetlne roślinom rosnącym w strefie litoralu. Zaobserwować można także wahania temperatury oraz zawartości tlenu. Wahania temperatury dobowe, których nie rozpiętość nie jest aż tak znaczna i sezonowe - bywa, że latem temperatura przekracza 30°C, podczas, gdy zimą zamraża. Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie ulega zmianom - w ciągu dnia dostarczany jest także przez rośliny zielone. O środowisku przybrzeżnym można powiedzieć, że jest to przede wszystkim świat roślin. Strefy jeziora można pod tym względem podzielić na cztery strefy:

STREFA ROŚLINNOŚCI BAGIENNEJ - tzw. rośliny błotne (ziemnowodne):

skrzypy, mchy, rośliny nasienne: np.: babka wodna.

STREFA ROŚLINNOŚCI WYNURZONEJ - tzw. roślinność twarda (pas oczeretów) - rośliny wyrastające nad wodę, czerpiące dwutlenek węgla z powietrza natomiast pozostałe substancje z wody i dna. Łodygi tych roślin są puste w środku, co czyni je



Fot.3. Beata Rusin, Rzeka Warta w miejscowości Biechowy

wytrzymałymi na działanie wiatru i fal. Charakterystyczne dla tej strefy są:

trzcina pospolita (patrz Fot.4.)
tatarak, jeżogłówka, oczeret jeziorny
pałka szerokolistna, pałka wąskolistna (patrz Fot.5.)

STREFA ROŚLINNOŚCI O LIŚCIACH PŁYWAJĄCYCH NA POWIERZCHNI WODY – łodygi i liście tych roślin są wiotkie i miękkie natomiast korzenie tkwią w dnie zbiornika. Rzadko tworzą zwarty pas – występują raczej w małych grupach. Najczęściej spotykane to: grzebień biały, strzałka wodna, grązel żółty (patrz Fot.6.).

STREFA ROŚLINNOŚCI ZANURZONEJ – łodygi są wiotkie, liście drobne, postrzępione; nieliczne mają kwiaty nad wodą. Niektóre z nich nie mają korzeni, dzięki temu nie stawiają oporu wodzie. Można tu spotkać: moczarkę kanadyjską, wywłóczniki, rdestnice. Mchy wodne i ramienice zamieszkują najgłębszą część, tworząc rozległe zgrupowania zwane łakami podwodnymi.

Zwierzęta wodne można podzielić na takie, które całe życie spędzają w wodzie oraz takie, które część życia spędzają w wodzie, a część na lądzie:

ZWIERZĘTA WODNE:

plankton – zespół organizmów unoszących się na wodzie, stanowiących pożywienie dla wielu zwierząt wodnych. Fitoplankton tworzą: glony, grzyby i bakterie (sinice, okrzemki, wiciowce, zielenice). Zooplankton to:



Fot.4. Beata Rusin, Trzcina jeziorna

pierwotniaki, drobne **skorupiaki**.

nekton – czyli organizmy pływające, poruszające się wbrew prądom wodnym, np.: ryby (sielawa, ukleja), traszki, ssaki wodne;

bentos – zespół organizmów

zwierzęcych związanych z dnem środowisk słodkowodnych, np.: skorupiaki, pijawki, rureczniki, larwy owadów żywiące się szczątkami roślin i zwierząt, oraz bakterie i grzyby, które stanowią pokaźną grupę detergentów.



Fot.5. Beata Rusin, Pałka wodna



ZWIERZĘTA WODNO - LĄDOWE:

posiadają błony pławne, co umożliwia lepsze poruszanie się w wodzie i na lądzie: kaczki, żaby, wydry. W strefie roślinności bagiennej można spotkać także ptaki brodzące, wyróżniające się długimi dziobami i nogami, które stanowią przystosowanie do pobierania pokarmu z wody: **bociany, czaple**.

Każdy organizm, żyjący w strefie jeziora jest ogniwem jakiegoś łańcucha zależności pokarmowej. Z reguły sam zjada niższe i słabsze od siebie ogniwo, sam tymczasem może być zjedzony przez drapieżnika silniejszego od niego.

Konsumenci pierwszego rzędu w przypadku jezior to przede wszystkim plankton zwierzęcy. Na dnie jeziora znajduje się dużo szczątków roślin i zwierząt, które stanowią po-

żywkę dla larw owadów, ślimaków. Jeziornymi drapieżcami można nazwać wiele owadów: nartniki, larwy ważek czy pływaka żółtobrzeżka. Wśród ryb planktonożerców wyróżnić można: sielawę, ukleję czy sieję (występującą w zimnej i czystej wodzie). Drapieżnikami wśród ryb jest przede wszystkim szczupak, w mniejszym stopniu sandacz i okoń. Ryby takie jak: leszcz, lin, czy karp pobierają pokarm roślinny oraz z rozłożonych bezkręgowców. Ptactwo wodne, które ma dogodnie warunki do zakładania gniazd w strefie przybrzeżnej zdobywa pożywienie w głębszych partiach jeziora - mewy i rybitwy polują na drobne ryby, np. ukleję.

Wśród mieszkańców jeziora występują także inne zależności. Bywa, że rośliny stają się

kryjówką przed drapieżcami, szczupak w trakcie polowania kryje się między trzcinami, żaba czyha na owady wygrzewając się na liściach grzybienia białego. Na tle roślin wodnych jest trudna do zauważenia ze względu na maskujące ubarwienie.

Wpływ człowieka na ekosystemy

Człowiek i jego nieustający rozwój powoduje coraz większe zagospodarowywanie terenów na naszej planecie. Wywiera to olbrzymi wpływ na to, że słabsze gatunki roślin i zwierząt wymierają. Postęp cywilizacyjny powoduje, że permanentnie niszczone jest środowisko naturalne.

Negatywny wpływ na środowisko ma przede wszystkim:

- budowa kopalń odkrywkowych;
- chemizacja rolnictwa;
- rozwój przemysłu;
- budowa dróg i autostrad;
- niekontrolowane łowiectwo i zbieractwo,
- zastępowanie ekosystemów naturalnych sztucznymi.

Wpływ człowieka na ekosystem rozpatrywać można w trzech wymiarach:

- zanieczyszczenia i ochrony wód,
- zanieczyszczenia i ochrony gleby,



Fot.6. Beata Rusin, Grązel żółty

- zanieczyszczania i ochrony powietrza.

Zanieczyszczanie i ochrona wód

Zanieczyszczenie wody zdefiniować można jako ograniczenie, bądź całkowite uniemożliwienie wykorzystania wody do picia i celów gospodarczych, na skutek obecnych w niej substancji chemicznych, bakterii i innych, szkodliwych mikroorganizmów. Jest to zmiana chemicznych, fizycznych, czy bakteriologicznych właściwości wody przez wprowadzenie w nadmiarze stałych, płynnych lub gazowych substancji nieorganicznych, organicznych, radioaktywnych oraz ciepła. Substancje organiczne i nieorganiczne występują w wodzie w postaci roztworów, zawiesin i koloidów.

Czynniki kształtujące skład chemiczny zanieczyszczeń wód podzielić można na dwie grupy: naturalne i sztuczne (antropogeniczne).

Czynniki naturalne powstają na skutek rozkładu substancji z gleb i skał oraz rozwojem i obumieraniem organizmów wodnych. Czynniki antropogeniczne to świadoma i nieświadoma działalność człowieka mająca negatywny wpływ na środowisko wodne, zaliczyć do nich możemy czynniki biologiczne (obecność drobnoustro-

jów patogennych, np.: bakterii, wirusów, grzybów, glonów, pierwotniaków i ich toksyn) i chemiczne (zmieniają skład chemiczny i odczyn wody: pestycydy, nawozy, substancje powierzchniowoczynne, węglowodory ropopochodne, fenole, metale ciężkie takie jak ołów, miedź, chrom, kadm, rtęć, cynk). Innymi antropogenicznymi źródłami zanieczyszczeń są transport wodny i lądowy oraz zanieczyszczenia termiczne, spowodowane wodami podgrzanyymi.

Wśród licznych sztucznych zanieczyszczeń wód najgroźniejszymi są: fenole, pestycydy, fosforany i azotany (znajdujące się w nawozach), detergenty, metale ciężkie i substancje radioaktywne. Detergenty to syntetyczne substancje czyszczące, czyli środki powierzchniowoczynne, zawierają składnik organiczny, który obniża napięcie powierzchniowe wody, co powoduje osłabienie sił wiążących cząstki brudów z podłożem. Detergenty zawarte są w środkach piorących, myjących, zwilżających, powszechnie stosowanych w wielu gałęziach przemysłu oraz gospodarstwach domowych. Dodatkowo są bardzo trwałe i nie ulegają biodegradacji. Ich ilość ciągle wzrasta i wpływa hamująco na procesy samooczyszczania się wody oraz działa toksycznie na organizmy żywe.

Fenole to związki aromatyczne, jedne z najbardziej uciążliwych składników ścieków. Dostają się do wody wraz ze ściekami komunalnymi oraz przemysłowymi (zakłady syntezy organicznej, przeróbki paliw, produkcji tworzyw sztucznych). Naturalne źródło fenoli to biologiczny rozkład obumarłych organizmów. Woda zanieczyszczona fenolami ma odrażający smak, a ryby posiadają zapach tych zanieczyszczeń i nie nadają się do spożycia. Fenole ulegają biodegradacji. Metale ciężkie mają właściwości powodujące zachwiania równowagi biologicznej, dodatkowo są niezwykle toksyczne dla organizmów wodnych oraz dla ludzi, którzy spożywają zanieczyszczoną nimi wodę, mogą powodować trwałe i nieodwracalne uszkodzenia narządów wewnętrznych. Ścieki radioaktywne powstają podczas przygotowania paliw na skutek chemicznej przeróbki naświetlonego paliwa.

Większość wyżej wymienionych zanieczyszczeń sztucznych trafia do wód razem ze ściekami bytowo-gospodarczymi, przemysłowymi (technologicznymi), opadowymi, komunalnymi i infiltracyjnymi. Ścieki to mieszanina zużytej wody oraz różnego rodzaju substancji płynnych, stałych, gazowych, radioaktywnych oraz ciepła. Ścieki bytowo-gospodarcze pochodzą z bezpośredniego otoczenia człowieka, a więc z domów mieszkalnych, budyn-



ków gospodarczych, miejsc użyteczności publicznej, zakładów pracy. Powstają na skutek zaspokajania potrzeb gospodarczych oraz higieniczno-sanitarnych. Ścieki te zawierają dużą ilość zawieszin oraz związków organicznych i nieorganicznych, dodatkowo mogą się w nich znajdować wirusy i bakterie chorobotwórcze oraz jaja robaków pasożytniczych. Skazanie wód ściekami bytowymi stanowi poważne zagrożenie higieniczne oraz epidemiologiczne. Ścieki przemysłowe powstają w zakładach produkcyjnych i usługowych podczas różnych procesów technologicznych. Ścieki opadowe powstają w wyniku spływów deszczowych- kwaśne deszcze, topnienia śniegu. Kwaśne deszcze tworzą się na skutek emitowania nadmiernych ilości tlenu siarki i azotu, pochodzących głównie ze spalania paliw w elektrowni, elektrociepłowni, silnikach samochodowych i przemyśle. Tlenki siarki i azotu po zetknięciu się z wodą tworzą kwasy, które przyczyniają się do zakwaszeń i zakwitów glonów na obszarze wód powierzchniowych.

Ocenę stanu, jakości śródlądowych wód powierzchniowych wyraża się zakwalifikowaniem badanych odcinków do poszczególnych klas czystości. Zaliczenie wody do odpowiedniej klasy następuje na podstawie analizy cech fizykochemicznych i biologicznych. W Polsce

wyróżnia się trzy klasy czystości wód śródlądowych powierzchniowych: klasa I to wody czyste, nadające się do picia, do korzystania przez przemysł farmaceutyczny i spożywczy oraz do hodowli ryb, klasa II wody nadające się do hodowli zwierząt gospodarczych oraz do potrzeb rekreacyjnych (kąpieliska), klasa III to wody nadające się do zapotrzebowania zakładów przemysłowych i nawadniania terenów rolniczych i ogrodniczych. Wody nadmiernie zanieczyszczone, nieodpowiadające normom to wody pozaklasowe.

Wszystkie ścieki doprowadzane do wód wpływają na ich, jakość, przez zmianę składu chemicznego i fizycznego oraz wpływają na faunę i florę. Odbija się to negatywnie na organizmach wodnych i lądowych, spożywających zanieczyszczoną wodę. Ścieki przemysłowe i gospodarczo-bytowe przyczyniają się do szybkiej eutrofizacji i postępującej śmierci zbiorników wodnych. Eutrofizacja jest procesem prowadzącym do gwałtownego przyspieszenia wzrostu żyzności wód, spowodowany rozkładem w wodzie ścieków i nawozów, które są źródłem związków azotu i fosforu. Ich nadmiar powoduje gwałtowny rozwój fitoplanktonu (glonów i sinic), co prowadzi do zmniejszenia przezroczystości wody, aż do barwy zielonej, czy niebieskozielonej (dochodzi do tzw. zakwitu).

Nieuniknione obumieranie ogromnej masy fitoplanktonu i martwych szczątków powoduje spadek ilości tlenu w wodzie, co powoduje śmiertelność wielu gatunków ryb i bezkręgowców.

Ochrona zasobów wodnych polega przede wszystkim na rozwiązaniach technicznych, takich jak stosowanie bezściekowych technologii w produkcji przemysłowej, napowietrzanie wód stojących, zamykanie obiegów wodnych w cyklach produkcyjnych, odzyskiwanie wody ze ścieków, oczyszczanie ścieków, utylizacja wód kopalnianych i powtórne wtłaczanie tych wód do górotworu. Metody oczyszczania ścieków dzielimy na:

MECHANICZNE (usuwanie zawieszin i substancji tłuszczowych),
CHEMICZNE (pozbywanie się substancji rozpuszczalnych),
BIOLOGICZNE (mineralizowanie zanieczyszczeń przez działanie mikroorganizmów).

W praktyce bez względu na przyjętą metodę nie oczyszcza się wody tak, aby można było zakwalifikować ją do I klasy czystości.

Zanieczyszczanie i ochrona gleby

Gleba jest niezwykle ważnym elementem środowiska - razem z klimatem, tworzy naturalne środowisko życia roślin



i zwierząt. W glebie znajduje się wiele związków chemicznych i pierwiastków, które dostają się do niej z atmosfery i przenikają do wody. Człowiek zniszczył przez nieprawidłową gospodarkę mniej więcej taką samą powierzchnię gleby, jaką obecnie uprawia.

Główne przyczyny niszczenia gleby to:

- nadmierna jej chemizacja, np. środkami ochrony roślin,
- niewłaściwa gospodarka rolna i leśna, polegająca na przenawożeniu gleby,
- erozja gleby, czyli wymywanie lub wywiewanie warstwy urodzajnej gleby,
- zmniejszanie obszaru pól uprawnych z powodu inwestycji.

Glebę bardzo łatwo zanieczyścić, ale doprowadzenie jej do stanu ponownej użyteczności wymaga często wielu stuleci.

Zachowanie i zwiększenie żyzności gleby można poprawić poprzez:

- optymalne nawożenie,
- prawidłową meliorację,
- ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery,
- właściwe składowanie odpadów przemysłowych.

Zanieczyszczenie i ochrona powietrza

Atmosfera swoją naturalną równowagę utrzymuje od setek

tysięcy lat, ale współcześnie ta tarcza życia jest zagrożona wskutek działalności człowieka.

Zanieczyszczenia powietrza można podzielić na:

- naturalne – pochodzące z rozkładu materii organicznej, (wybuchu wulkanów, pożarów),
 - sztuczne – powstałe na skutek działalności człowieka (pyły, dymy, gazy, pyły radioaktywne)
- Podstawowymi źródłami zanieczyszczenia powietrza są:
- hutnictwo,
 - elektrownie i elektrociepłownie,
 - przemysł chemiczny,
 - rozwój motoryzacji.

Szczególnie niekorzystnie na rośliny wpływają zanieczyszczenia pyłowe i gazowe, ponieważ zatykają aparaty szparkowe, wnikają do wewnątrz liści niszczą chlorofil, pokrywają nieprzenikliwą warstwą pyłu liście i igły.

Do zagrożeń atmosfery należą w szczególności:

EFEKT CIEPLARNIANY - duża zawartość dwutlenku węgla w powietrzu prowadzi do ocieplenia klimatu, a to z kolei do topnienia lodowców i podnoszenia się poziomu wody, co może spowodować zalanie części lądów, **ZANIKANIE WARSTWY OZONOWEJ**, która chroni człowieka pochłaniając nadfioletowe promieniowanie Słońca. Na skutek powszechnego stosowania chlorofluorowęglowodorów - (w pojemnikach aerozolowych, środkach czyszczących, lodówkach) do atmosfery trafia więcej

tych gazów, niż jest ona w stanie wchłonać - na skutek ich rozkładu powstaje chlor, który atakuje i niszczy ozon. Nadmiar promieniowania jest szkodliwy dla człowieka i innych organizmów żywych, wywołuje m.in. raka skóry, choroby oczu.

KWAŚNE DESZCZE – tworzą się gdy dwutlenek siarki i tlenek azotu przemysłowe gazy odpadowe - reagują z parą wodną w atmosferze. Opad kwaśnego deszczu jest zabójczy zarówno dla roślin jak i zwierząt, powoduje zagładę ryb, niszczenie lasów iglastych oraz zakwaszenie gleby.

Na organizm człowieka szczególnie zły wpływ mają związki arsenu, ołowiu, miedzi, cynku, które powodują rozedmę płuc, pylicę, raka płuc, nieżyty oskrzeli.

W celu ograniczenia zanieczyszczenia powietrza należy:

- sadzić pasy zieleni w celach ochronnych,
- wprowadzać urządzenia odpylające, np. filtry, odpylacze na kominy w zakładach przemysłowych,
- wstrzymać lub ograniczyć produkcję substancji szkodliwych, np. freonów
- używać bezołowiowych i beziarkowych paliw,
- stosować w przemyśle nowoczesne technologie, które ograniczają emisje pyłowe.



Zakończenie

Człowiek stanowi ostatnie – najwyższe ogniwo wszystkich łańcuchów zależności. Potrafi uprawiać glebę, hodować rośliny, korzysta z roślin dziko rosnących, poluje na zwierzęta większe i silniejsze od siebie a część z nich udomowił i hoduje. Ponadto potrafi wykorzy-

stywać surowce mineralne i energetyczne. Jedynym zagrożeniem dla człowieka są drobnoustroje chorobotwórcze, jednakże z nimi także potrafi walczyć. Organizm znajdujący się najwyżej w łańcuchu pokarmowym nie może żyć bez innych ogniw znajdujących się niżej. Nasze życie jest, zatem całkowicie zależne od wszystkich żywych i martwych zasobów przyrody.

Ludzie powinni zacząć myśleć o przyszłości swojej oraz

przyszłych pokoleń. Woda, gleba, powietrze, fauna i flora stanowią wspólną własność ludzi żyjących, ale także przyszłych pokoleń. Obecnie ponosimy konsekwencje zachowań naszych przodków, nasze działania natomiast będą mogły ocenić kolejne pokolenia. Wszelkie przemiany, jakie zachodzą w przyrodzie, mogą przynieść nieobliczalne szkody i nieodwracalne straty musimy mieć tego świadomość.



BIBLIOGRAFIA:

1. Chełmicki W.: „Woda. Zasoby, degradacja, ochrona”, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2001
2. Duer I.: „Ochrona gleb i wód”, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2009
3. Falińska K.: „Ekologia roślin”, PWN, Warszawa 2004.
4. Krebs Ch. J.: „Ekologia”, PWN, 2011
5. Niczyporuk A.: „Ekosystemy trawiaste w kształtowaniu i ochronie środowiska”, Politechnika Białostocka, 2000
6. Otałęga Z.: „Encyklopedia biologiczna”, Agencja Publicystyczno - Wydawnicza Opres, Kraków, 1998.
7. Pyłka – Gutowska E.: „Ekologia z ochroną środowiska”, Wydawnictwo Oświata Warszawa, 2000
8. Tuszyńska L.: „Edukacja ekologiczna dla nauczycieli i studentów”, Wyższa Szkoła Pedagogiczna TWP w Warszawie, Warszawa 2006.

OPRACOWANIE ELEKTRONICZNO-GRAFICZNE: inż. Jolanta Szczepaniak