



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Honorata Życka**

**Ochrona litosfery 311[31].O2.04**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**  
**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy**  
**Radom 2006**

Recenzenci:

mgr Daniela Adamska  
mgr inż. Grażyna Gonera

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Małgorzata Urbanowicz

Konsultacja:

dr inż. Bożena Zając

Korekta:

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[31].O2.04 „Ochrona litosfery” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik technologii chemicznej.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006

---

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	5
<b>3. Cele kształcenia</b>	6
<b>4. Materiał nauczania</b>	7
<b>4.1. Litosfera: skład, struktura, znaczenie dla środowiska</b>	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	14
4.1.3. Ćwiczenia	14
4.1.4. Sprawdzian postępów	16
<b>4.2. Degradacja gleb, ich ochrona i rekultywacja</b>	17
4.2.1. Materiał nauczania	17
4.2.2. Pytania sprawdzające	29
4.2.3. Ćwiczenia	29
4.2.4. Sprawdzian postępów	32
<b>4.3. Ochrona środowiska przed odpadami</b>	33
4.3.1. Materiał nauczania	33
4.3.2. Pytania sprawdzające	43
4.3.3. Ćwiczenia	43
4.3.4. Sprawdzian postępów	45
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	46
<b>6. Literatura</b>	51

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o ochronie litosfery.

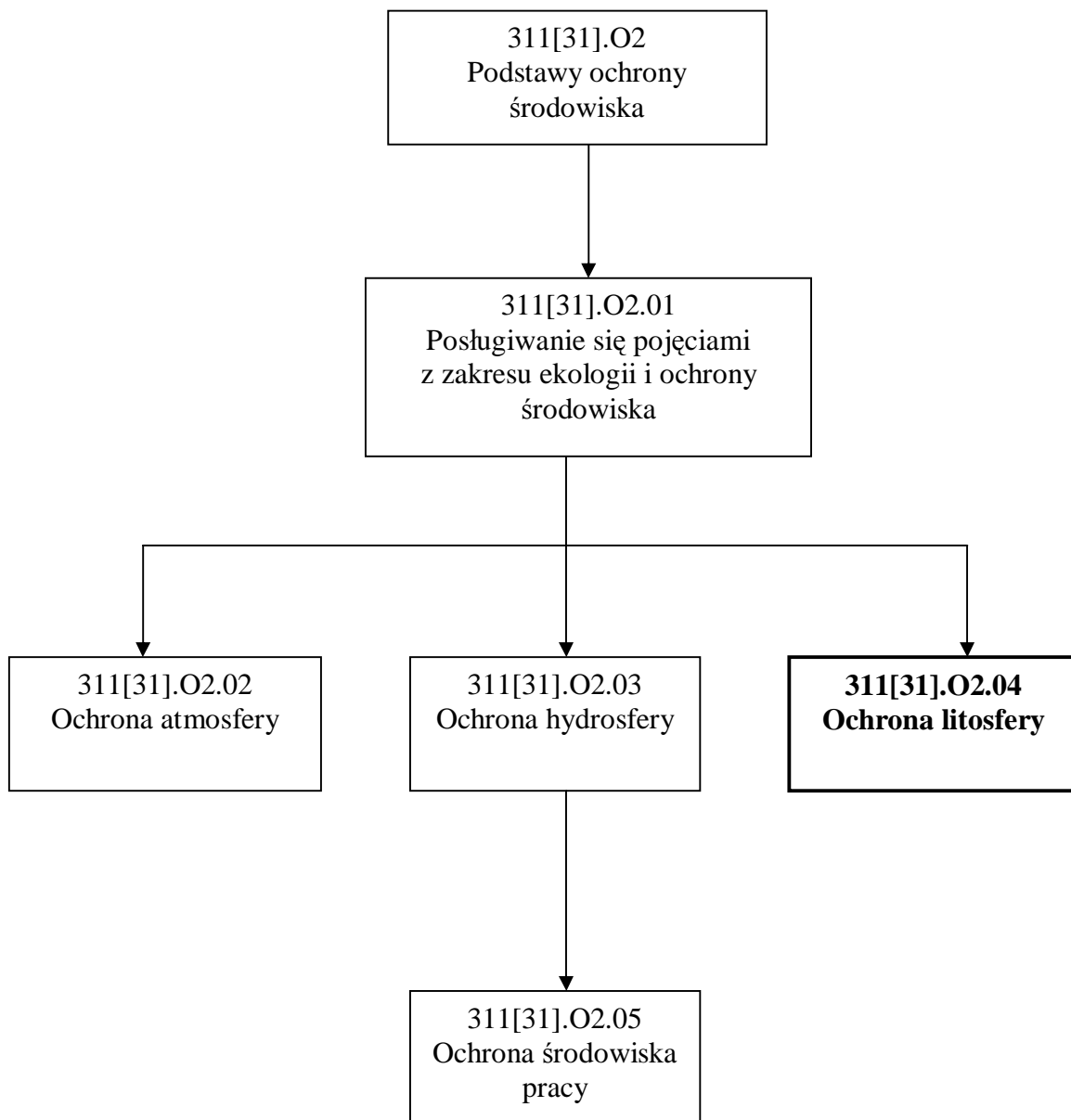
W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej,
- cele kształcenia tej jednostki modułowej, czyli wykaz umiejętności i wiedzy, które powinieneś opanować po zapoznaniu się z zamieszczonym w tym poradniku materiałem,
- materiał nauczania (rozdział 4), który umożliwi Ci samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. W rozdziale tym, oprócz materiału nauczania zamieszczono:
- pytania sprawdzające, które pomogą Ci ustalić, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń,
- opis ćwiczeń do wykonania wraz z wykazem odczynników i sprzętu potrzebnych do ich realizacji. Wykonanie zaproponowanych ćwiczeń pomoże Ci ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów, czyli zestaw pytań sprawdzających, który pomoże Ci ustalić, które z zamieszczonych w materiale nauczania treści musisz jeszcze raz powtórzyć,
- sprawdzian osiągnięć, który pomoże sprawdzić osiągnięcie przez Ciebie celów kształcenia,
- literaturę dzięki której możesz poszerzyć swoją wiedzę.

Jeżeli będziesz mieć trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność.

## Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bhp oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki. Szczególnie ważne jest dokładne zapoznanie się z przepisami bhp przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczeń z odczynnikami i aparaturą chemiczną.



Schemat układu jednostek modułowych

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej „Ochrona litosfery”, powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- stosować przepisy bhp obowiązujące w laboratorium chemicznym,
- zorganizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami ergonomii,
- nazywać związki chemiczne na podstawie ich wzoru sumarycznego,
- pisać równania reakcji chemicznych,
- posłużyć się terminologią z zakresu ochrony środowiska,
- posługiwać się podstawowym sprzętem laboratoryjnym,
- stosować typowe metody analityczne w procesach badawczych.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- określić główne składniki litosfery,
- scharakteryzować zanieczyszczenia chemiczne środowiska gruntowo-wodnego: przemysłowe, rolnicze i komunalne,
- określić przyczyny i skutki degradacji gleby,
- ocenić jakość gleby,
- scharakteryzować metody zapobiegania niszczeniu litosfery,
- uzasadnić konieczność racjonalnej gospodarki surowcami naturalnymi,
- wskazać główne źródła zanieczyszczenia i zakwaszenia gleby,
- scharakteryzować metody ochrony i rekultywacji gleby,
- określić możliwości zagospodarowania odpadów komunalnych i ich utylizacji,
- zastosować przepisy prawne z zakresu ochrony litosfery.

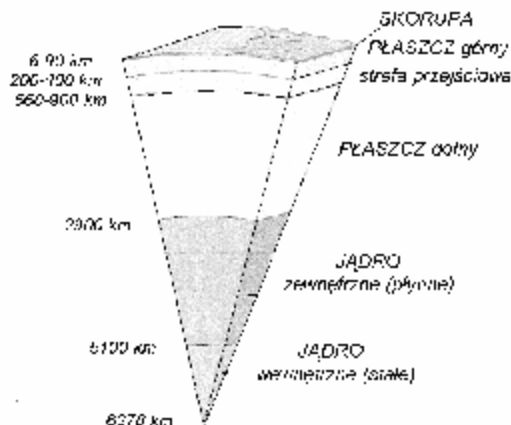
## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Litosfera: skład, struktura, znaczenie dla środowiska

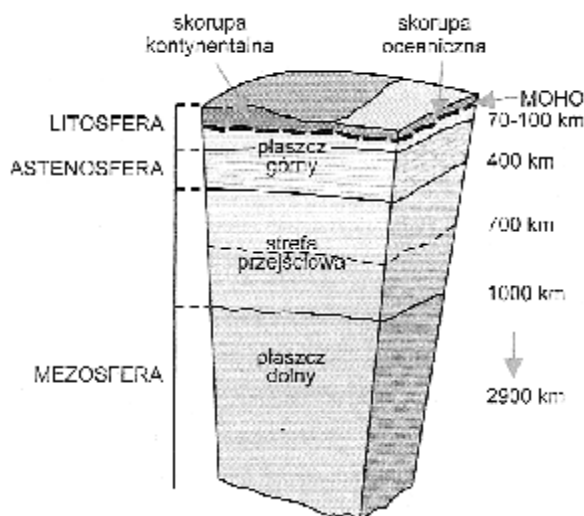
#### 4.1.1. Materiał nauczania

**Litosfera** jest to zewnętrzna, sztywna powłoka Ziemi obejmująca skorupę ziemską i górną część płaszcza ziemskiego. Skorupa ziemská jest najbardziej zróżnicowaną warstwą globu. Średnia gęstość skorupy oceanicznej-warstwy cieńszej wynosi  $3,0 \text{ g cm}^{-3}$ , a kontynentalnej-warstwy grubszej  $2,7\text{--}2,8 \text{ g cm}^{-3}$ . Temperatura w obrębie skorupy wzrasta wraz z głębokością. Średnio  $3^\circ\text{C}$  na  $100\text{m}$ . Płaszcz od skorupy ziemskiej oddziela bardzo wyraźna powierzchnia nieciągłości Moho. Nieciągłość ta znajduje się na różnych głębokościach, głębiej pod kontynentami, płycej pod oceanami.

Grubość litosfery waha się od  $60 \text{ km}$  na obszarach zajętych przez oceany (litosfera oceaniczna) do  $100\text{--}120 \text{ km}$  na obszarach zajętych przez bloki kontynentalne (litosfera kontynentalna).



Rys. 1. Budowa wnętrza Ziemi [11]



Rys. 2. Litosfera, a budowa wnętrza Ziemi [11]



Litosfera dzieli się na bloki (płyty litosfery), wykonujące ruchy poziome. Przemieszczają się względem siebie, pociągając za sobą kontynenty.

W skorupie ziemskiej występują wszystkie pierwiastki, ale w różnych ilościach. Prawie połowę składu litosfery stanowi tlen (47%), który wraz z krzemem (27%) stanowią trzy czwarte skorupy ziemskiej. Pozostałe główne pierwiastki to: glin, żelazo, magnez, wapń, potas i sód.

Wszystkie pierwiastki występujące w skorupie ziemskiej występują w postaci pierwiastków bądź tworzą związki chemiczne, które nazywamy minerałami. Ze składu chemicznego litosfery wynika, że najpospolitsze muszą być minerały powstałe z połączenia głównych pierwiastków, czyli tlenu i krzemu, a więc krzemianowe.

Minerały tworzą zasadnicze składniki skorupy ziemskiej – skały – powstające w wyniku procesów geologicznych. Litosfera zbudowana jest z różnorodnych skał występujących w stałym stanie skupienia, z wyjątkiem lokalnych ognisk magmowych i utworów wulkanicznych, co powoduje, że litosfera jest strukturą sztywną o dużej wytrzymałości, pękającą pod wpływem nacisku (nie ulega odkształceniom plastycznym).

Wyróżniamy trzy grupy skał:

- skały magmowe – powstają z zakrzepnięcia magmy w głębszych częściach skorupy ziemskiej,
- skały osadowe – związane z procesami niszczenia różnych skał na powierzchni Ziemi pod wpływem czynników atmosferycznych (np. skały krzemionkowe, okruchowe),
- skały metamorficzne – powstają z przeobrażenia innych skał (gnejsy, łupki krystaliczne).

Udział tych trzech grup skał w budowie skorupy ziemskiej jest różny. Na skały osadowe przypada nie więcej niż 5–7% składu litosfery, resztę tj. ponad 90% stanowią skały magmowe łącznie z metamorficznymi.

W litosferze występują naturalne nagromadzenia użytecznych minerałów w ilościach nadających się do eksploatacji, które nazywamy złożami mineralnymi. Do złóż mineralnych zalicza się:

- skały wykorzystywane jako: kamień budowlany (np. wapienie, granity), kruszywo skalne (budowa dróg – wapienie, dolomity, żwir, piasek), surowiec do wytwarzania niektórych produktów np. cementu, szkła itp.,
- złoża metali: rudy żelaza (piryt, limonit, syderyt, hematyt, magnetyt), rudy aluminium (boksyt), kruszce metali kolorowych, np.: miedzi (chalkopiryt), cyny (kasyteryt),
- złoża niemetalii: paliw kopalnych, surowców chemicznych.

### **Gleba, procesy glebotwórcze, struktura gleby**

Gleba jest to powierzchniowa część skorupy ziemskiej (litosfery), zdolna do zaspokajania potrzeb roślin (charakteryzująca się żyznością); wytworzona wskutek działania czynników glebotwórczych na określone skały macierzyste. Gleba w takim rozumieniu jest tworem naturalnym, złożonym, dynamicznym i ożywionym. Ograniczona jest od dołu mniej lub bardziej zwartą skałą, od góry pokrywą roślinną i atmosferą.

Za podstawowe czynniki glebotwórcze, działające w czasie, uważa się wpływy biosfery, hydrosfery, klimatu, rzeźby terenu oraz działalności człowieka na litosferę.

Gleba powstaje w procesie wietrzenia fizycznego, chemicznego i biologicznego skał. Proces powstawania gleb, czyli proces glebotwórczy, zaczyna się z chwilą wkroczenia organizmów głównie roślin na powierzchniową wietrzącą warstwę litosfery.

Obejmuje on procesy:

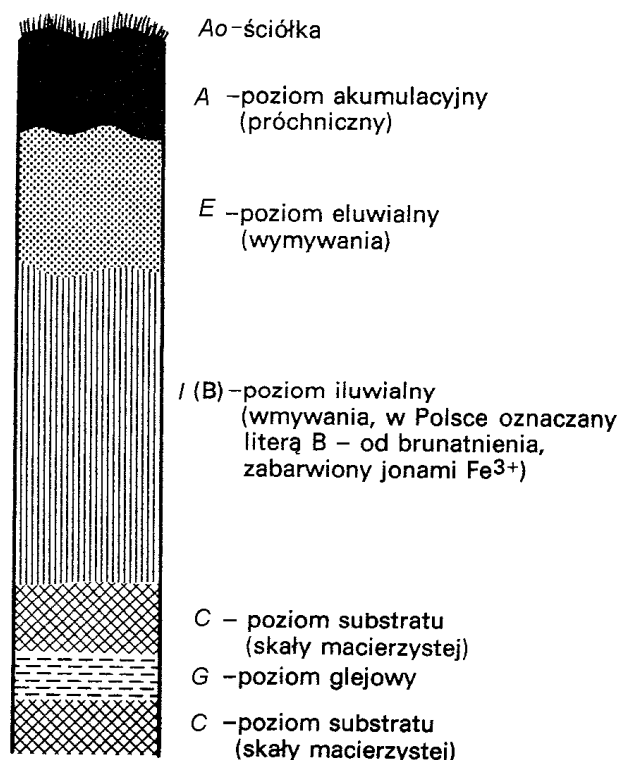
- mineralizacji,
- tworzenia się i akumulacji próchnicy (humifikacji),
- przemieszczania się składników organicznych i mineralnych wraz z wsiąkającymi i podsiąkającymi wodami, tj. bielcowania, brunatnienia, oglejenia, zasolenia.

Procesy wietrzeniowe przygotowują podłoże mineralne gleby, zapewniając mu odpowiednią porowatość, zdolność pochłaniania i zatrzymywania wody oraz powietrza niezbędnych dla życia roślin. Podłoże to wzbogacane jest przyswajalnymi dla roślin związkami mineralnymi i organicznymi (próchnicą). Związki te są produktami procesów mineralizacji i humifikacji, którym, przy współdziałaniu mikroorganizmów, ulegają obumarłe części roślin oraz szczątki zwierzęce.

W procesie glebotwórczym istotną rolę odgrywa woda. Wraz z wsiąkającymi wodami opadowymi następuje rozpuszczanie składników pokarmowych, wypłukanie ich i przenoszenie w głąb gleby, czyli proces wymywania (bielicowania). Najsilniej przebiega on przy dużych opadach, w środowisku kwaśnym, które sprzyja rozpuszczaniu związków mineralnych i organicznych co ułatwia ich wymywanie. Natomiast środowisko zasadowe chroni próchnicę przed silnym wymywaniem. W tym środowisku może zachodzić proces brunatnienia, który polega na pokrywaniu cząsteczek glebowych rdzawobrunatną otoczką powstałą z rozkładu między innymi glinokrzemianów. Z kolei proces wmywania polega na odkładaniu się związków przenoszonych przez wodę przesiąkającą. W klimacie suchym podsiąkanie prowadzi do zasolenia powierzchniowej warstwy gleby. W glebach zbyt silnie nawilgoconych przez płytko zalegające wody gruntowe zachodzi proces oglejenia. W warunkach redukcyjnych, przy braku dostatecznej ilości tlenu, powstają min. związki żelaza(II), które nadają części gleby zabarwienie zielonkawoniebieskie. Oglejenie powstaje również w glebach o słabym przewietrzaniu. Wszystkie te procesy decydują o żyzności gleby, czyli jej zdolności do przekazywania substancji pokarmowych roślinom.

Długotrwałe działanie określonego procesu glebotwórczego prowadzi do powstania w glebie warstw o charakterystycznym zabarwieniu.

Układ tych warstw tworzy **profil glebowy**.



Rys. 3. Schemat profilu glebowego [8]

Gleba, ogólnie rzecz biorąc, jest podobna do kolumny chromatograficznej (rys. 3). Każdy poziom profilu glebowego ma inne powinowactwo do sorbatu, czyli substancji pochłanianej w procesie sorpcji, która ciągle zachodzi na koloidzie glebowym.

Do pierwiastków zwanych glebotwórczymi zaliczamy: K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, C, Si, N, P, O, S, H, Cl. Można te pierwiastki spotkać we wszystkich typach gleb.

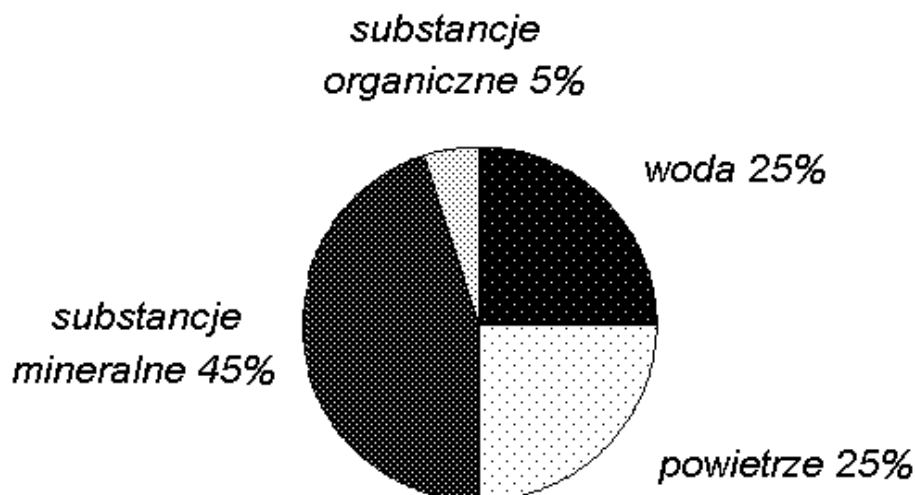
**Tabela 1.** Skład chemiczny wybranych rodzajów gleb (zawartość 8 pierwiastków) [8]

<b>GLEBY</b>	<b>Si</b>	<b>Al</b>	<b>Fe</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>N</b>	<b>P</b>
<b>Gliny</b>	35,0	8,4	b.d.	2,2	1,99	3,26	1,52	0,096
<b>Czarnoziemy</b>	26,1	7,8	3,6	1,5	0,90	1,97	0,43	0,08
<b>Buroziemy</b>	28,0	9,3	8,0	1,5	3,20,	b.d.	b.d.	b.d.
<b>Bielicowe</b>	39,8	7,4	1,3	0,3	0,11	0,10	0,05	0,017
<b>Laterytowe</b>	0,8	17,2	18,8	0,01	0,05	0,13	b.d.	ślady
<b>Średnio</b>	b.d.	7,13	3,8	1,3	0,6	1,3	0,6	0,05

b.d. – brak danych

Dobrze wykształcona gleba składają się z:

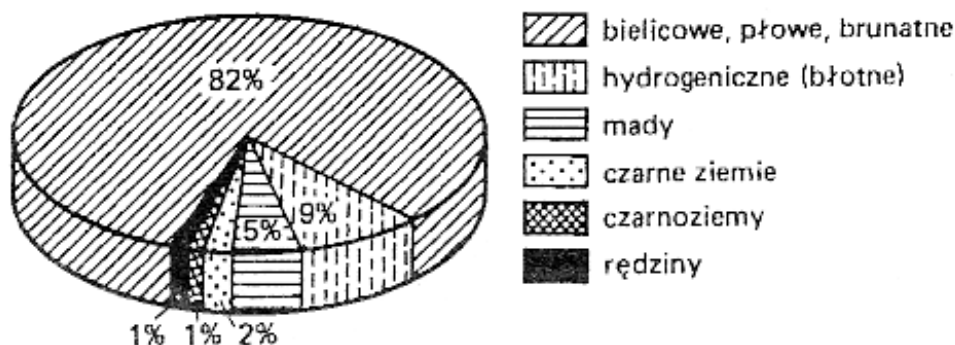
- substancji mineralnych (45%),
- wody (25%),
- powietrza (25%),
- substancji organicznych (5%), którą stanowi w głównej mierze próchnica glebowa (humus).



**Rys. 4.** Stosunki ilościowe (w % obj.) czterech podstawowych elementów gleby mineralnej [8]

Ponadto nieodzownym elementem gleby są niezliczone ilości organizmów roślinnych i zwierzęcych zwane edafonem. W skład edafonu wchodzi mikroorganizmy roślinne i zwierzęce (glony, porosty, grzyby, promieniowce, bakterie, nicienie i pierwotniaki). Masa edafonu stanowi około 2,5% zawartości próchnicy w glebie.

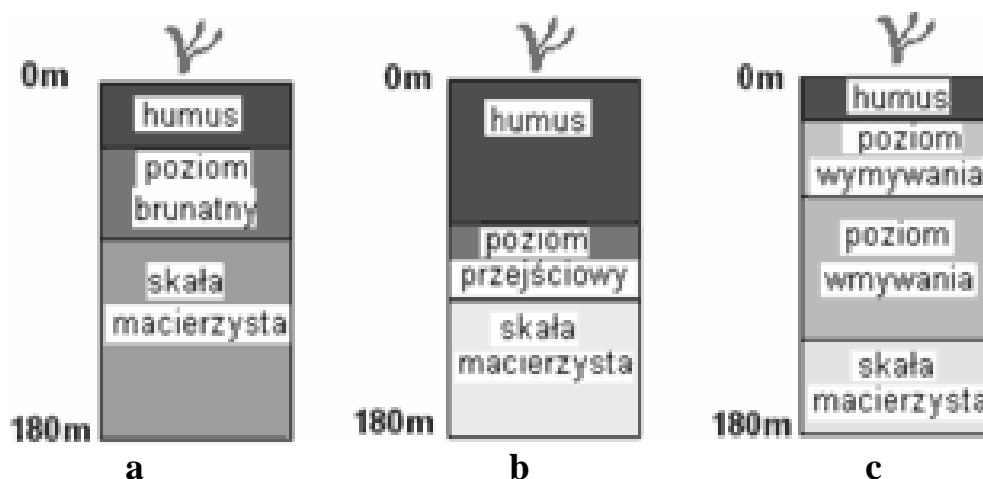
## Gleby w Polsce



Rys. 5. Typy gleb w Polsce [7]

Gleby w Polsce dzielimy na:

- 1) Gleby początkowego stadium rozwoju – nie mają wykształconego profilu glebowego. Występują głównie w górach i na terenach rekultywowanych, np.: na piaskach wydmywanych.
- 2) Gleby bielcowe – stanowią około 25% wszystkich ziem w Polsce. Podzielić można je na słabo, średnio i silnie zbielicowane. Gleba bielcowa ma kilkucentymetrową warstwę próchniczą, która przechodzi w poziom wymywania o zabarwieniu jasnoszarym. Zabarczenie to powstaje na skutek wymycia wodorotlenków żelaza, glinu, manganu i związków próchnicznych do niżej leżącej warstwy wymywania. Gleby bielcowe wymagają intensywnego nawożenia i starannej uprawy. Bielicowaniu gleb, oprócz klimatu umiarkowanego, sprzyja środowisko lasów iglastych oraz podłoże tworów polodowcowych (piasków, żwirów). Charakterystyczną cechą gleb bielicowych jest występowanie w ich profilu poziomu bielicowania, który powstał wskutek wymycia związków glinu, żelaza, manganu w kwaśnym środowisku, jakie wytwarza rozkładająca się ściółka lasów iglastych. Po ich wymyciu na miejscu pozostaje jedynie nierozpuszczalna warstwa krzemionki o białej barwie. Związki metali gromadzą się w głębiej położonym poziomie wymywania, który od rdzawej barwy nazywany jest rudawcem lub orsztynem.
- 3) Gleby brunatne – to gleby umiarkowane wilgotnych lasów iglastych i mieszanych. Stanowią ok. 52% ziemi w Polsce. Powstały w wyniku procesu brunatnienia. Proces ten polega na wietrzeniu minerałów glebowych, głównie glinokrzemianów, zawierających w swym składzie żelazo. Żelazo uwolnione w czasie wietrzenia osadza się na powierzchni cząstek glebowych, dając brunatne zabarwienie. Gleby brunatne są średnio urodzajne. Gleby płowe są odmianą gleb brunatnych, z silniej wymytmymi związkami ilastymi i żelazistymi. Proces brunatnienia odbywa się w klimacie umiarkowanym pod pokrywą lasów liściastych lub mieszanych na podłożu zawierającym węglan wapnia, a zatem żyzniejszym niż podłoże gleb bielicowych. Wyróżnia je charakterystyczny poziom brunatnienia, związany z dużą zawartością związków żelaza. Na gleby brunatne przypada około 20% powierzchni kraju. Rozwinęły się głównie na Pojezierzu Mazurskim, na Nizinie Wielkopolskiej, na Wyżynie Małopolskiej na północ od Krakowa. Pozostałe typy gleb to gleby pozastrefowe i astrefowe. Gleby pozastrefowe właściwe są obszarom położonym poza naszą strefą klimatyczną i roślinną. Należą do nich czarnoziemy, które rozwinęły się pierwotnie pod roślinnością stepową, na podłożu najczęściej lessowym. Zawierają dużo próchnicy – poziom próchniczny ma grubość nawet do 150 cm.
- 4) Czarnoziemy – (1%) Są to gleby o dużej warstwie próchnicznej, powstały na terenach łąkowo-stepowych. Skałą macierzystą dla nich są lessy. Czarnoziemy występują głównie na wyżynie w okolicach Sandomierza i Proszowic, są to najwyższej jakości gleby w Polsce.



Rys. 6. Przykładowe profile glebowe [opracowanie własne]  
a – gleby brunatne, b – czarnoziemny, c – gleby bielcowe

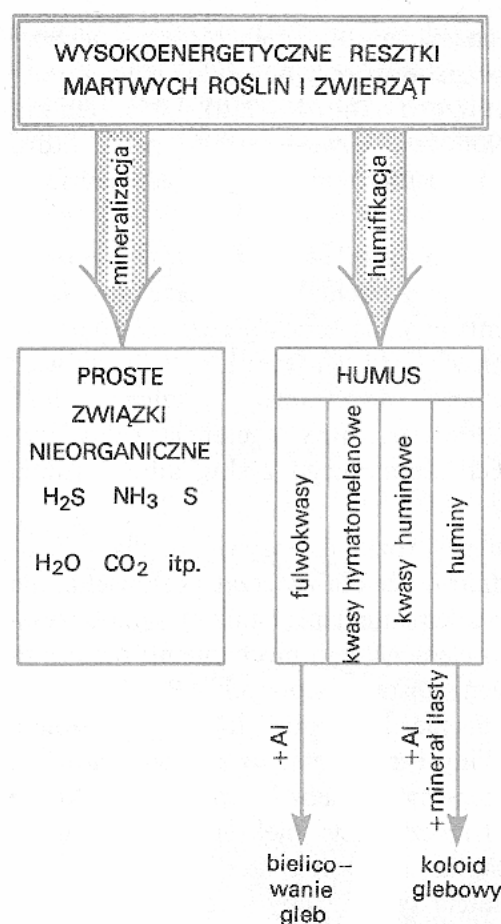
- 5) Czarne ziemie – (2%) Gleby zbliżone do czarnoziemiu, powstałe na terenach zabagnionych. Ich ciemne zabarwienie spowodowane jest dużą zawartością próchnicy. Największe obszary znajdują się na Kujawach, w Wielkopolsce, okolicach Wrocławia, Szamotuł i Grójca.
- 6) Gleby bagienne (hydrogeniczne) - (9%) Obejmują gleby torfowe i mułowo–torfowe. Powstają na terenach podmokłych. Odznaczają się nagromadzeniem substancji organicznych. Powstają w wyniku gromadzenia się szczątków roślinności bagicznej w warunkach beztlenowych, spowodowanych silnym nawilgoceniem gruntu. Warunkiem urodzajności tych gleb, zwłaszcza torfowych, jest właściwa melioracja i intensywne nawożenie.
- 7) Mady – (5%) występują na terenach dolin większych rzek (Wisły, Odry, Warty, Sanu). Powstają z osadów nanoszonych przez wylewające okresowo rzeki. Gleby te są tłuste i bardzo żyzne.
- 8) Rędziny – (1%) gleby powstałe ze zwiertzenia skał wapiennych i gipsowych. Mają dużą zawartość wapnia. Występują głównie na Wyżynach: Lubelskiej, Krakowsko-Częstochowskiej, Śląskiej.

Do najżyźniejszych typów gleb należą występujące na stosunkowo niewielkich obszarach czarnoziemny (m.in. Wyżyny: Sandomierska, Lubelska, Roztocze), czarne ziemie (Kujawy, Nizina Śląska), mady (Żuławy Wiślane), rędziny.

### Znaczenie gleby w przyrodzie i gospodarce człowieka

Gleba jest jednym z elementów środowiska przyrodniczego. Jest ośrodkiem życia lądowego, tworzy naturalne siedlisko roślin, zwierząt i człowieka. Spełnia wiele istotnych funkcji w ogólnym procesie życia na Ziemi, min. produkcyjną, retencyjną, sanitarną.

Poza funkcją produkcyjną gleba magazynuje wodę w gruncie, tworzy naturalny zbiornik retencyjny zasobów wodnych. Gromadzone zasoby wód opadowych są niezbędne dla życia roślin. Dzięki żyjącym w glebie drobnoustrojom gleba również pełni funkcję sanitarną na obiegu pierwiastków w przyrodzie.



Rys. 7. Fragment schematu metabolizmu substancji organicznych w glebie [8]

Gleba spełnia również funkcję naturalnego filtra dzięki właściwościom sorpcyjnym. Równocześnie zachodzą procesy wchłaniania powierzchniowego (adsorpcja) i objętościowego (absorpcja). Gleba oczyszcza środowisko tylko do pewnej granicy stężeń substancji „obcych”. Przekroczenie tej wartości granicznej powoduje zniszczenie gleby (degradację).

### Właściwości fizykochemiczne urodzajnej gleby

Właściwości dobrej gleby wynikają z jej budowy fizykochemicznej i biologicznej, czyli zależą również od mikroorganizmów zamieszkujących glebę.

Dobra gleba powinna: [7]

- 1) zawierać 20–50% części spławianych ( $\Phi \leq 0,02$  mm). Części spławiane wpływają dodatnio na ilość składników pokarmowych, sorpcję wymienną i kapilarność gleb. Przekroczenie granic optymalnych powoduje, że gleby stają się bardziej zwarte, mało przewiewne i trudne do uprawy;
- 2) wykazywać porowatość ogólną (objętość przestworów glebowych zajętych przez powietrze i wodę) wynoszącą od 30–60% całkowitej objętości gleby, przy czym stosunek porów kapilarnych do niekapilarnych powinien wynosić 1:1. Gleby o zbyt dużej ilości porów niekapilarnych są zbyt przepuszczalne i łatwo wysychają (gleby piaszczyste);
- 3) małą plastyczność. Gleby plastyczne (gliny) ulegają pęcznieniu i kurczeniu się, co jest szkodliwe dla systemu korzeniowego roślin;
- 4) dużą pojemność wodną, czyli maksymalną ilość wody, jaką może gleba zatrzymać wbrew sile ciężkości. Gleby takie gromadzą wodę w czasie opadów i nie tracą jej zbyt szybko w okresie suszy;

- 5) dobre stosunki powietrzne. Gleby o pojemności powietrznej mniejszej od 12% niewystarczająco zaopatrują organizmy roślinne w tlen. Powietrze glebowe zawiera bowiem więcej tlenu węgla(IV), metanu i siarkowodoru i całkowicie jest nasycone parą wodną;
- 6) dużą pojemność sorpcyjną. Gleba ma bardzo dobre właściwości adsorpcyjne, jest bowiem adsorbentem o dużej powierzchni;
- 7) odczyn obojętny (pH od 6,6 do 7,2) względnie lekko kwaśny (pH od 5,6 do 6,5). Wpływ pH na wzrost i rozwój roślin jest tym większy, im bardziej została zachwiana równowaga pierwiastków w glebie.

### Ochrona gleb w przepisach prawnych

- Ustawa z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska (DzU 1994 Nr 49, poz. 196) oraz Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o zmianie ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska (Dz. U. Nr 133, poz. 885),
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (DzU 2003 Nr 80, poz. 717 z późniejszymi zmianami),
- Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze (DzU 2005 Nr 228, poz. 1947),
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 o ochronie przyrody (DzU 2004 Nr 92, poz. 880 z późniejszymi zmianami),
- Ustawa z dnia 17 lipca 1997 r. o zmianie ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych (DzU 1997 Nr 80 poz. 505).

### 4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to jest litosfera?
2. Jak zbudowana jest litosfera pod względem geologicznym?
3. Jaką nazwę ma powierzchniowa warstwa litosfery?
4. Jakie procesy nazywamy procesami glebotwórczymi?
5. Jakimi cechami powinna się charakteryzować dobra gleba?
6. Jaki jest podstawowy skład dobrze wykształconej gleby?
7. Jakie są typy gleb w Polsce?
8. Jakie jest znaczenie gleby dla środowiska?

### 4.1.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Dokonaj analizy składników mineralnych gleby.

**Tabela 2.** Cechy charakterystyczne składników mineralnych gleby [6]

Składniki mineralne gleby	Cechy charakterystyczne
kwarc	jasnoszare, przezroczyste ziarenka
skaleń	białożółte lub czerwone, nieprzezroczyste ziarenka
mika	błyszczące małe blaszki
łupek	ciemnoniebieskie, czarne lub ciemnobrązowe nieregularne ziarna o ostrych krawędziach, rzadko okrągłe
rogowiec	czarne okrucy
składniki organiczne	włókienka

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania jednostki modułowej 331[31].O2.04,
- 2) pobrać próbkę gleby i wysuszyć ją na powietrzu,
- 3) przenieść łyżeczką próbkę wysuszonej gleby na białą kartę,
- 4) dokonać obserwacji składników gleby za pomocą lupy,
- 5) wypisać zidentyfikowane składniki gleby (zgodnie z dołączoną tabelą),
- 6) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].O2.04,
- zagłębnik do pobierania próbki gleby,
- lupa pow. 5x do 10x,
- biała kartka,
- łyżeczka.

### Ćwiczenie 2

Oznacz pojemność wodną gleby kompostowej i piaszczystej. [8]

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) pobrać próbki gleby piaszczystej i kompostowej,
- 2) wysuszyć próbki gleb na powietrzu,
- 3) odważyć na wadze technicznej po 100 g gleby kompostowej i piaszczystej,
- 4) wstawić do dwóch cylindrów lejki i umieścić w nich po kawałku waty,
- 5) wsypać do tak przygotowanych lejków odważone próbki wysuszonej gleby,
- 6) przesączyć przez glebę równe ilości wody, np. 300 cm<sup>3</sup>,
- 7) odczytać po godzinie ilość wody, która wypłynęła z badanej gleby do cylindra miarowego,
- 8) obliczyć pojemność wodną obu gleb, według wzoru:

$$pp = (V_1 - V_2)/m \cdot 100 \quad [8]$$

pp – procentowa pojemność wodna gleby [%],

V<sub>1</sub> – objętość wody jaką zalano glebę [cm<sup>3</sup>],

V<sub>2</sub> – objętość wody grawitacyjnej, która przeszła przez glebę [cm<sup>3</sup>],

m – masa suchej próbki [g],

- 9) sporządzić sprawozdanie,
- 10) zapisać wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].O2.04,
- przyrządy i sprzęt: zagłębnik do pobierania próbki gleby, łyżeczka, dwa cylindry miarowe, dwa lejki, waga techniczna, wata.



#### 4.1.2. Sprawdzian postępów

<b>Czy potrafisz:</b>	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) zdefiniować pojęcie litosfera?	..	..
2) określić główne składniki litosfery?	..	..
3) wymienić składniki gleby?	..	..
4) wymienić pierwiastki glebotwórcze?	..	..
5) ocenić jakość gleb na podstawie wyników badań laboratoryjnych?	..	..

## 4.2 Degradacja gleb, ich ochrona i rekultywacja

### 4.2.1. Materiał nauczania

Degradacja gleby to pomniejszenie lub zniszczenie ekologicznej i produkcyjnej wartości gleby. Techniczne zniszczenie gleby i szaty roślinnej stanowią najwyższą formę degradacji gleb, zwaną dewastacją.

Czynniki degradujące można podzielić na:

- naturalne – zachodzące bez czynnego udziału człowieka,
- antropogeniczne – powodowane przez człowieka.

#### **Procesy degradacji gleb:**

- zanieczyszczenia chemiczne gleb,
- zmiana stosunków wodnych,
- zakłócenie równowagi biochemicznej w glebie,
- denudacja.

Denudacja gleb jest to ogół procesów niszczących powierzchnię ziemi, powodujący jej wyrównywanie, obniżanie terenu i zniszczenie profilu glebowego. Obejmuje wietrzenie, erozję, powierzchniowe ruchy mas skalnych np. osuwiska, pełzanie, przekształcanie powierzchni gleb przez człowieka.

Polega na zniszczeniu profilu glebowego poprzez:

- erozję wodną,
- erozję wietrzną,
- zakwaszenie.

Zanieczyszczenia chemiczne gleb to:

- zanieczyszczenia przemysłowe, zanieczyszczenia rolnicze, zanieczyszczenia transportowe,
- zanieczyszczenia pochodzące z gospodarstw domowych.

Zmiana stosunków wodnych obejmuje: zawodnienie gleb, pustynnienie i stepowanie. Przesuszenie gleb powstaje wskutek nadmiernego poboru wód poziomych i dlatego obniża się poziom wód gruntowych. Zawadnianie gleb następuje w miarę osadzania terenu. Jest to zjawisko związane z działalnością górnictwem. Mogą tworzyć się zalewy.

Zakłócenie równowagi biochemicznej polega na:

- wyczerpaniu składników pokarmowych (troficznych). Jest to proces związany z nadmierną eksploatacją gleb. Intensywna uprawa, związana ze zwiększonym zapotrzebowaniem na żywność, prowadzi do całkowitego wyczerpania pierwiastków troficznych, a w konsekwencji do utraty żyzności gleby. Niedobór składników pokarmowych uzupełnia się poprzez nawożenie gleb,
- zmęczeniu gleb. Zmęczenie gleb wynika z zachwiania równowagi poprzez nieumiejętną gospodarkę rolną oraz zanieczyszczenia gleb. Szczególnie narażone są gleby na których prowadzi się uprawę tzw. monokultur, czyli roślin tego samego gatunku. Powodują one ubytek tylko określonej grupy składników pokarmowych oraz nagromadzenie się w glebie szkodliwych produktów przemiany materii. Efektem tego jest spadek żyzności, ługowaniu. Zmęczenie gleb polega na wymywaniu związków chemicznych z górnych warstw gleby.

**Tabela 3.** Formy i czynniki degradacji gleb [7]

<b>Formy degradacji gleb</b>	<b>Czynniki degradacji gleb</b>
<b>Zakwaszenie gleb i zniekształcenie ich właściwości chemicznych</b>	Zanieczyszczenia atmosferyczne powodujące przenikanie do gleb substancji kwaśnych → kwaśne opady atmosferyczne. Koncentracja nawożenia mineralnego i malejące nawożenie organiczne. Składowanie kwaśnych i kwasowo twórczych opadów. Niedostateczne wapnowanie gruntów. Wymywanie wapna z gleby.
<b>Mechaniczne zniekształcenie gruntów oraz niszczenie gleby i szaty roślinnej</b>	Techniczna zabudowa powierzchni. Składowanie odpadów. Górnictwo odkrywkowe, zapadliska, wypiętrzenia na terenach górniczych.
<b>Zniekształcenie rzeźby terenu i pokrywy glebowej</b>	Erozja wodna i wietrzna. Osuwiska. Eksploatacja kopalni (odkrywkowa, podziemna). Wyrobiska i zwałowiska pokopalniane. Budownictwo mieszkaniowe, przemysłowe, drogowe. Składowanie odpadów przemysłowych i komunalnych.
<b>Wylesienie i rolnicze użytkowanie suchych i jałowych gruntów</b>	Erozja wietrzna i wodna. Wymywanie składników pokarmowych (wyjaławianie). Rozkład próchnicy. Pustynnienie i stepowienie.
<b>Przesuszenie lub zawodnienie gruntów</b>	Melioracje odwadniające (np. torfowisk, bagien). Obniżenie poziomu wód gruntownych. Likwidowanie roślinności. Leje depresyjne ujęć wód podziemnych i górnictwa.
<b>Chemiczne zanieczyszczanie gleb</b>	Przemysł: metale ciężkie (głównie Pb, Cd), węglowodory, lokalnie F, Cl, Na, K. Rolnictwo: niewłaściwe stosowanie nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin. Składowiska odpadów chemicznych i górniczych. Przedawkowanie soli w celu likwidacji śliskości jezdni. Zanieczyszczenie atmosfery. Szlaki komunikacyjne zmotoryzowane.
<b>Biologiczne zanieczyszczanie gleb</b>	Przedawkowanie gnojownicy. Wprowadzenie do gleby obornika, fekalii, gnojownicy, osadów ściekowych z naruszeniem zasad agrotechniki. Składowanie odpadów, głównie komunalnych.

### **Erozja wodna**

Erozja jest to proces niszczenia powierzchni Ziemi przez różne czynniki zewnętrzne m.in. wodę połączone z usuwaniem produktów niszczenia. Na erozję wpływa wiele czynników. Najogólniej możemy je podzielić na naturalne i antropogeniczne.

Czynniki naturalne to:

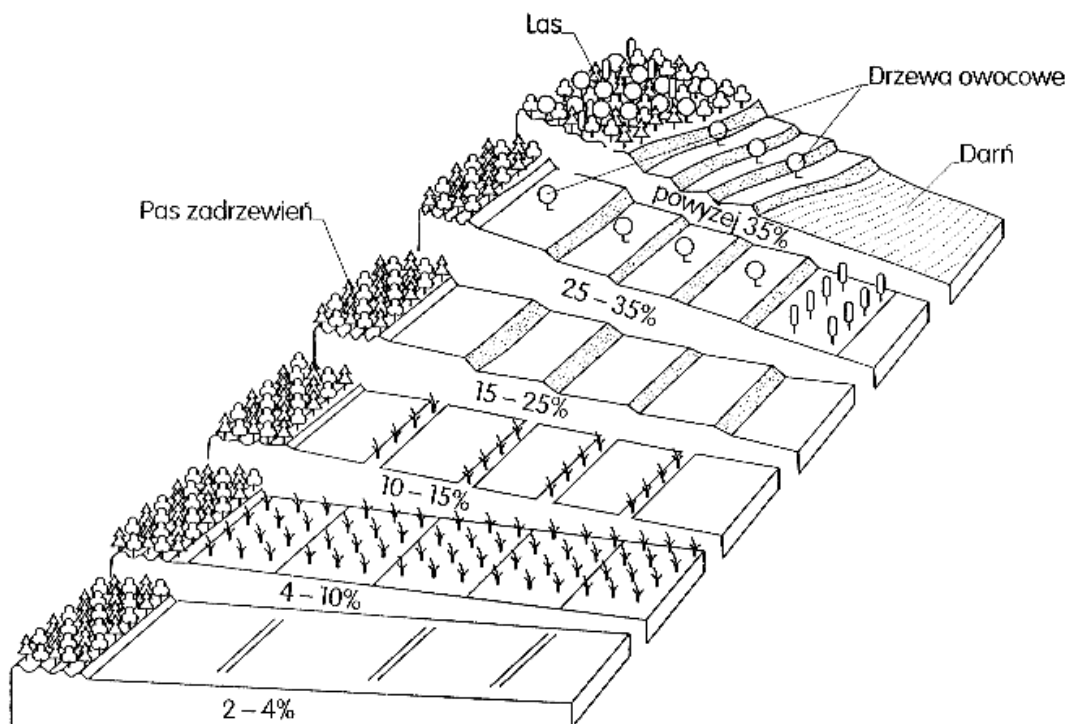
- klimat – przebieg i skutki erozji zależą od takich czynników klimatycznych, jak: rozkład, wielkość i rodzaj opadów oraz od temperatury. Im trudniejsze będą warunki wzrostu roślin (wyższe temperatury, niedostateczna ilość i niekorzystny rozkład opadów), tym wzrost będzie słabszy, a silniejsze zagrożenie. Istotny jest zatem wpływ samej pory roku na natężenie

procesów erozyjnych. Spływy letnie przypadające na okres pełnej wegetacji największe zniszczenia czynią tam, gdzie następuje koncentracja wody: na drogach gruntowych biegnących ze spadkiem i w wąwozach oraz w korytach potoków i rzek. Szkodliwość spływu podczas roztopów zależy od ilości wody w śniegu, uwilgotnienia gleby podczas zamarzania i głębokości zamarzania, rozkładu śniegu i od przebiegu tajania. Największe szkody czynią spływy roztopowe na uprawianych zboczach;

- rzeźba terenu – natężenie erozji jest zależne od spadku i długości zbocza. Im teren jest silniej sfalowany, poprzecinany dolinami, tym spływ wody jest szybszy. Natężenie erozji jest wprost proporcjonalne do spadku i długości zbocza, przy czym wpływ spadku jest większy od wpływu długości zbocza;
- budowa geologiczna i rodzaj gleby. Podatność gleb na erozję wodną zależy od: składu mechanicznego, przepuszczalności, pojemności wodnej, żyzności i struktury. Do gleb i skał najbardziej podatnych na erozję zalicza się less.

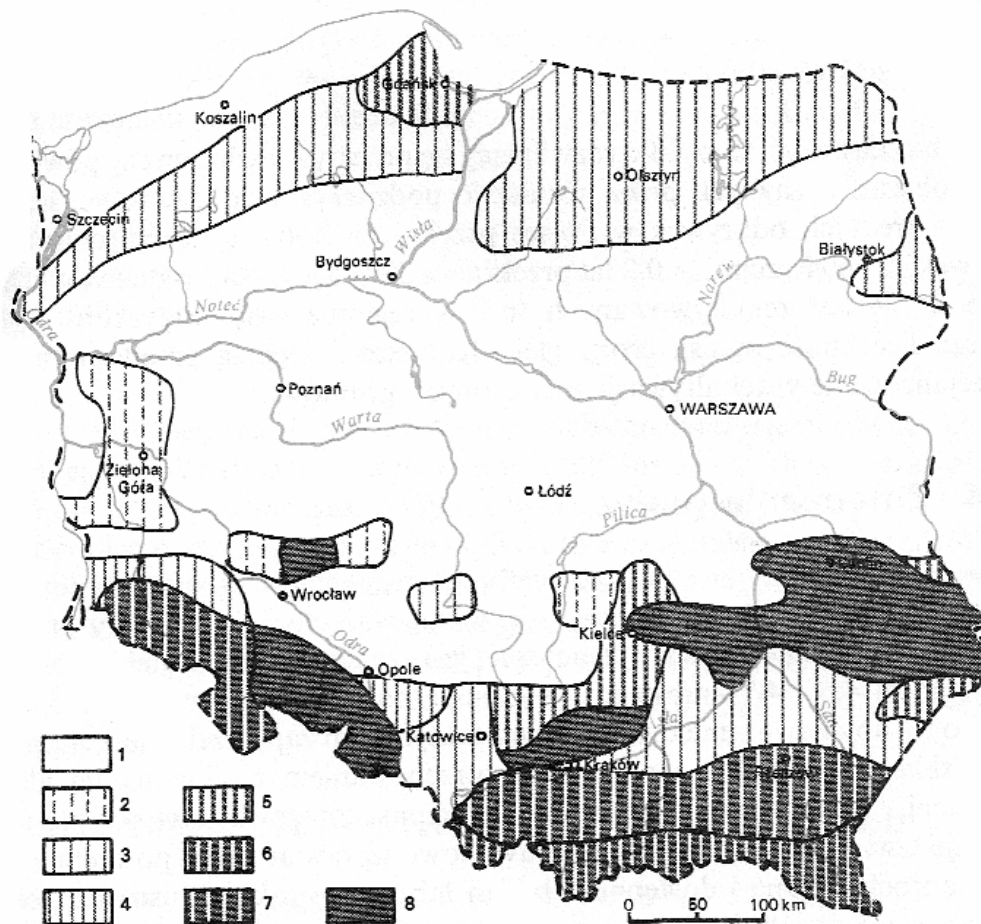
Czynniki antropogeniczne:

- układ przestrzenny użytków. Las i wieloletni użytek zielony najlepiej chronią glebę. Na pola orne należy przeznaczać zbocza o spadkach mniejszych niż 20% i dostatecznie dobrej glebie, czyli miejsca, gdzie nie zagraża zniszczenie gleby wskutek spływów;
- uprawa podłużna – na zboczach o spadkach większych od ok. 6% konieczny jest właściwy układ pól umożliwiający uprawę poziomą. Najbardziej niebezpieczna, z uwagi na ułatwianie spływu, jest orka z góry w dół zbocza. Z tego powodu nie zaleca się uprawy podłużnej na zboczach o spadku większym niż 20%. Istotne znaczenie ma również dobór roślin uprawnych, a także częstotliwość orki i innych zabiegów uprawnych. Wieloletnie rośliny doskonale zabezpieczają przed silnym nawet spływem;
- układ dróg i inne czynniki. Jeśli drogi kierują wodę na pole lub do wąwozu, to skoncentrowany spływ szybko dokona zniszczeń. Istnieje jeszcze szereg innych przyczyn występowania czy wzrostu natężenia erozji, chociażby niekontrolowana turystyka czy budowa drogi lub linii kolejowej w wykopie, który przecina zbocze.



Rys. 8. Przykład zagospodarowania terenów zagrożonych erozją wodną, w zależności od spadków [1]

Najprostszą formą erozji wodnej jest erozja deszczowa. Pierwszym i zasadniczym etapem powstania i rozwoju erozji wodnej jest zniszczenie naturalnej roślinności. Gleba zostaje odkryta i wystawiona na bezpośrednie działanie słońca, mroźnego, suchego wiatru lub deszczu. Silny deszcz niszczy naturalną strukturę gleby.



Rys. 9. Zasięg erozji gleb w Polsce [8]

- 1 – obszary bez erozji, 2 – erozja lokalna, 3 – intensywna erozja lokalna, 4 – erozja na większych obszarach,  
 5 – dość intensywna erozja powszechna, 6 – intensywna erozja po wylesieniu,  
 7 – intensywna erozja powszechna, 8 – bardzo intensywna erozja powszechna

### Erozja wietrzna

Erozja wietrzna (eoliczna) to niszczące działanie wiatru, polegające na wywiewaniu, unoszeniu i zasypywaniu gleby. Uderzający wiatr porывa z gleby cząstki mineralne i próchnicze. Wiatr naładowany cząstkami, uderzając w glebę żłobi ją i draży bądź zasypuje. Warunki nasilenia się erozji eolicznej powoduje bardzo często sam człowiek, pozbawiając duże obszary zwartej szaty roślinnej czy prowadząc niewłaściwe zabiegi agrotechniczne.

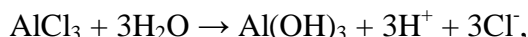
Procesom erozji podlegają przede wszystkim obszary leżące w pobliżu wielkich i średnich miast, w których okolicy prowadzona była najbardziej intensywna gospodarka rolna, a szczególnie tereny o intensywnej lub bardzo intensywnej uprawie pszenicy.

Skutki erozji wietrznej dla rolnictwa są najbardziej widoczne w odniesieniu do pokrywy glebowej, gdzie wskutek wywiewania cząstek mineralnych i organicznych następuje zubożenie poziomu próchniczego i spływanie profilu gleby, a w wyniku osadzania piasku nadbudowa profilu jałowym materiałem. Ponadto procesy eoliczne powodują szkody w uprawach – odsłanianie

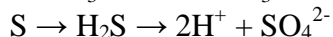
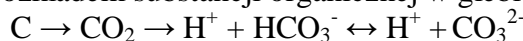
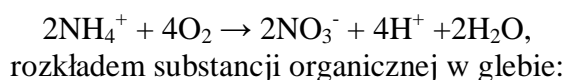
systemu korzeniowego, mechaniczne uszkodzenie, zdzieranie lub zasypywanie roślin. Wyróżnia się trzy główne okresy nasilonych procesów eolicznych – wiosna i jesień podczas prac polowych oraz zima, z niskimi temperaturami, silnymi wiatrami i cienką pokrywą śniegu. Pomimo że erozja wietrzna w Polsce jeszcze nie stanowi większego problemu gospodarczego, to w perspektywie należy liczyć się z jej nasileniem, zwłaszcza wskutek zmniejszenia się powierzchni zalesionych i stałego pogarszania się bilansu wodnego.

**Zakwaszenie gleb.** pH jest ważnym czynnikiem wpływającym na kierunek procesów glebowych. Najlepsze są gleby obojętne (pH od 6,6 do 7,2). Zakwaszenie gleb jest powodowane:

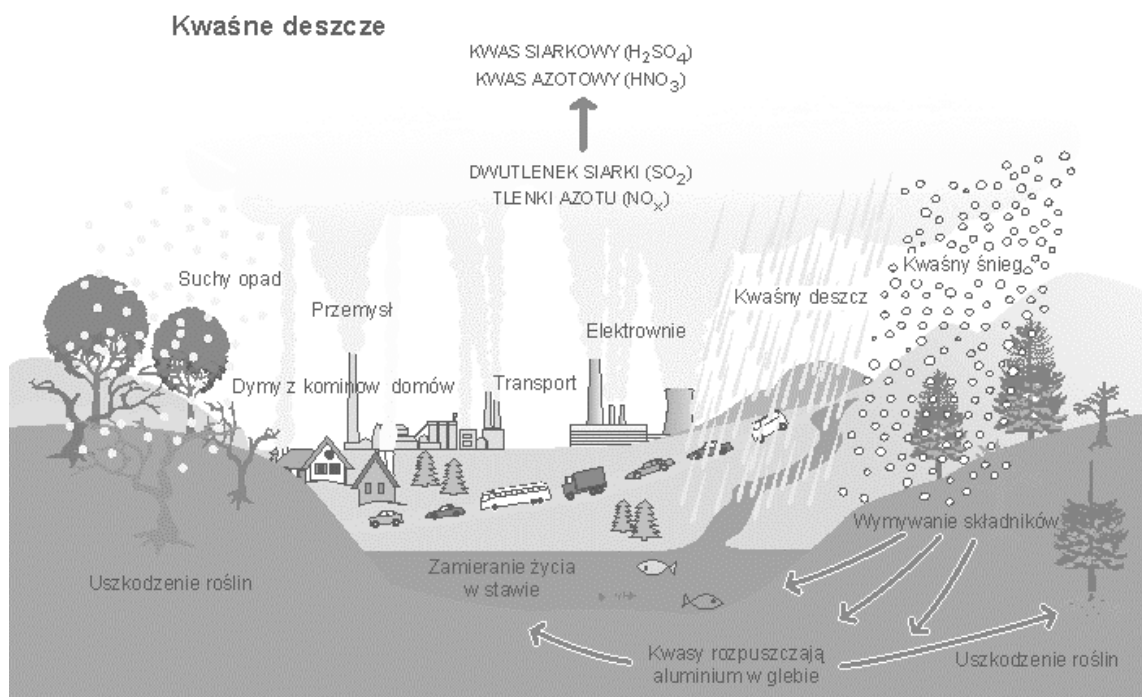
- kwaśnymi opadami,
- hydrolizą soli, np.



- kwasami organicznymi i nieorganicznymi będącymi produktami działalności życiowej roślin,
- nityfikacją:



Największy jednak wpływ na zakwaszenie gleb mają gazowe zanieczyszczenia powietrza tlenkiem siarki(IV) i tlenkami azotu, docierające do szaty roślinnej, gleb i wód w postaci kwaśnych deszczów i tzw. suchego opadu.



**Rys. 10.** Migracja zanieczyszczeń (tlenku siarki(IV) i tlenków azotu) z atmosfery do środowiska wodno-gruntowego i do wód powierzchniowych [11]

Średnio na hektar opada rocznie około 200 kg tlenku siarki(IV). Efektem tego jest postępujący z dużym nasileniem proces zakwaszania gleb. Ostatnie badania wykazują, że 60% użytków rolnych

(61% gruntów ornyczych i 52% użytków zielonych) ma odczyn kwaśny. Gleby o odczynie bardzo kwaśnym, uznać należy za chemicznie zdegradowane.

Zakwaszenie przyspiesza wiele procesów, których następstwem jest zubożenie gleb w jony zasadowe (wapń, magnez i potas) oraz uwolnienie składników szkodliwych dla roślin (glin, mangan), a także wzrost mobilności i dostępności dla roślin metali ciężkich.

Przeciwdziałanie zakwaszeniu gleb polega na ich systematycznym wapnowaniu (w praktyce co 4 lata). **Wapnowanie**, czyli nawożenie gleb zasadowymi związkami wapnia (np.  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ), zawartymi w różnych nawozach usuwa szkodliwe działanie na rośliny nadmiernego stężenia jonów wodoru, glinu i manganu oraz zwiększa przyswajalność fosforu, magnezu, potasu, azotu i molibdenu, a także wzmacnia rozwój pożytecznych mikroorganizmów oraz rozkład substancji organicznej. Wapnowanie działa także koagulująco i zwiększa gruzełkowatość gleby, poprawiając w ten sposób jej strukturę. Nawozy wapniowe ( $\text{CaCO}_3$ ) po wprowadzeniu do gleby przechodzą w wodorowęglan wapnia, który jest dobrze rozpuszczalny. Reagując z kompleksem sorpcyjnym gleby, zobojętnia ją.



W latach osiemdziesiątych dla celów wapnowania gleb używano rocznie 2,5–3 mln ton nawozów wapniowych (w przeliczeniu na  $\text{CaO}$ ). Prowadzone jednocześnie badania kwasowości gleb wykazały, że w tym samym czasie odczyn gleb nie uległ zmianie. Oznacza to, że taka ilość wapna wymywana jest każdego roku z gleb do wód gruntowych i powierzchniowych. A zatem, aby utrzymać na obecnym poziomie żyzność gleb uprawnych Polski, niezbędne jest systematyczne wapnowanie użytków rolnych odpowiednio wysokimi dawkami.

**Zasolenie gleb.** Zjawisko zasolenia gleb występuje min. na terenach:

- przemysłowych,
- pokopalnianych,
- nawadnianych ściekami,
- różnego rodzaju wysypisk.

Zasolenie gleb próchnicznych i torfów występuje najczęściej w przypadku użycia ich do nawożenia jako podłoży w szklarniach i inspektach lub nawożenia ich przez dłuższy czas dużymi dawkami nawozów. W glebach jonami zasadowymi są: wapniowy, magnezowy, potasowy, sodowy i amonowy. Dla większości roślin wrażliwych na zasolenie (zasolenie określa się na podstawie przewodnictwa elektrolitycznego przesącza) graniczne przewodnictwo elektrolityczne wynosi  $2 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

### Zanieczyszczenia chemiczne gleb

**Tabela 4.** Chemiczne skażenia gleb [8]

Źródło zanieczyszczenia	Rodzaje zanieczyszczeń
<b>przemysł</b>	substancje mineralne, węglowodory, ścieki, metale ciężkie, pyły, dymy, tlenki azotu
<b>kopalnie</b>	pył, metale ciężkie, ługi (wypłukiwane przez deszcz)
<b>rolnictwo</b>	pestycydy, ścieki, nawozy
<b>transport</b>	węglowodory, kauczuk, azbest, związki ołowiu, tlenki azotu, tlenki węgla
<b>gospodarstwo</b>	opakowania (szkło, tworzywa sztuczne, metale), ścieki, detergenty

## **Sposoby przeciwdziałania chemicznej degradacji gleb**

Do sposobów przeciwdziałania degradacji chemicznej gleb ze strony przemysłu należą:

- ograniczenie emisji pyłów i gazów zawierających zanieczyszczenia w szczególności tlenku siarki(IV), tlenków azotu oraz metali ciężkich,
- budowa osłon biologicznych w postaci pasów zieleni,
- właściwe składowanie odpadów przemysłowych,
- właściwie prowadzony proces rekultywacji terenów zdegradowanych przez przemysł.

Sposobami chroniącymi glebę przed zanieczyszczeniami ze strony rolnictwa są:

- wprowadzanie metod ekologicznej produkcji rolniczej,
- racjonalne stosowanie środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych,
- stosowanie nawozów naturalnych w nawożeniu gleby (kompost, obornik),
- stosowanie biologicznych i mechanicznych metod ochrony roślin.

## **Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w środowisku wodno-gruntowym zależy od:**

- przepuszczalności wodnej i powietrznej gleby,
- pojemności wodnej i powietrznej gleby.

Przepuszczalne są gleby gruboziarniste, piaszczyste, żwirowe, a słabo przepuszczalne są gleby wytworzone z ilu i glin ciężkich.

W gruncie nawodnionym zanieczyszczenia mogą występować jako:

- rozpuszczone w fazie ciekłej,
- w fazie gazowej,
- związane na powierzchni fazy stałej.

W zależności od budowy geologicznej podłoża gruntowego oraz intensywności ruchu wód gruntowych, zanieczyszczenia są:

- rozprowadzane,
- rozcieńczane,
- przekształcane w zachodzących procesach chemicznych i biologicznych.

W ujęciu fizykochemicznym podczas migracji zanieczyszczeń w środowisku gruntowo-wodnym zachodzą procesy:

- dyfuzji,
- dyspersji (hydrodynamiczna, mechaniczna) – pojawia się przy większych prędkościach filtracji,
- konwekcji (adwekcji) – proces przenoszenia substancji w strumieniu przepływającej wody wzdłuż linii prądu, skład przemieszczających się cząstek nie ulega zmianie jest to proces odwracalny
- sorpcji,
- degradacji.

W odróżnieniu od powietrza i wody, gdzie koncentracja zanieczyszczeń zmniejsza się wskutek rozcieńczenia czynnika szkodliwego, w glebie wiele zanieczyszczeń ulega akumulacji. Związane jest to ze zjawiskiem adsorpcji, które powoduje, że wymywanie zanieczyszczeń z gleby przez wody opadowe jest utrudnione.

Rozpuszczalne w wodzie zanieczyszczenia są transportowane przez warstwę gleby, a na powierzchni cząstek koloidalnych i wewnątrz kanalików następuje adsorpcja jonów. Nierozpuszczalne w wodzie składniki gromadzą się na powierzchni gleby i adsorbowane są z różną siłą na powierzchni koloidów w górnych warstwach gleby, skąd mogą być wymywane przez wody opadowe w głąb gleby. Hydrofobowe cząsteczki związków organicznych mają tendencję



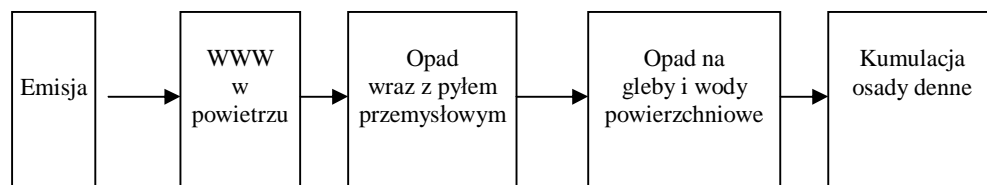
do wiązania się z miejscami, w których zawarta jest organiczna część składowa gleby. Część organicznych zanieczyszczeń zawartych w powierzchniowych warstwach gleby ulega fotolitycznemu rozkładowi pod wpływem promieniowania UV zawartego w świetle słonecznym. Niektóre organiczne substancje jak np. rozpuszczalniki są łatwiej wymywane. W wielu przypadkach adsorpcja jest koniecznym etapem wstępnym przemian cząsteczek organicznych przez zewnątrzkomórkowe enzymy bakterii. Małocząsteczkowe, rozpuszczalne związki organiczne mogą tworzyć stabilne kompleksy z metalami. Adsorpcja metali na powierzchni cząstek gleby zależy zarówno od budowy gleby, jak i rodzaju metalu.

Niejonowe i niepolarne związki organiczne adsorbują się na humusowej części gleby. Ponieważ część ta znajduje się w warstwach powierzchniowych gleby ilość zanieczyszczeń organicznych jest tam największa. Na ilość wymywanych związków organicznych wpływa obecność rozpuszczalników w glebie oraz środków powierzchniowo-czynnych (mogą być produkowane również przez bakterie).

Związki organiczne zaadsorbowane w glebie na cząstkach koloidalnych mogą być rozkładane na drodze:

- degradacji chemicznej, np. hydrolizy, procesów redoks,
- degradacji z udziałem mikroorganizmów.

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne to grupa ponad 100 związków organicznych, za reprezentanta której uważa się benzo(a)piren związek o najwyższej sile działania rakotwórczego. Występowanie WWA w środowisku człowieka jest powszechne, wynika to z faktu, że powstają one praktycznie przy każdym procesie spalania związków organicznych np. materiałów opałowych, paliw, mogą być więc emitowane przez przemysł, elektrownie, silniki samochodowe. WWA po wyemitowaniu migrują:

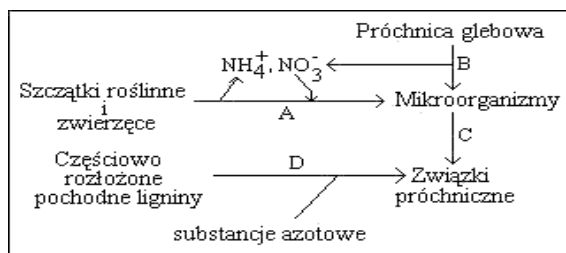


Rys. 11. Migracja WWA w środowisku człowieka [opracowanie własne]

W glebach występuje aż 90% całkowitej ilości WWA znajdujących się w środowisku. Analiza stosunków ilościowych poszczególnych WWA może dostarczyć więc informacji o źródle ich pochodzenia.

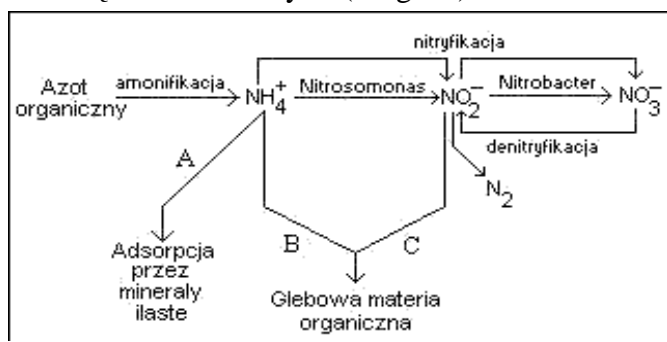
Czas degradacji w środowisku gleby WWA jest krótszy niż czas pozostawania w środowisku organicznych związków chloru (kilkanaście lat), ze względu na istnienie bakterii, które potrafią je rozkładać. Należy jednak zaznaczyć, że niektóre produkty przemian zanieczyszczeń mogą być bardziej toksyczne dla środowiska (mikroorganizmów, zwierząt, ludzi) niż substancje wyjściowe. Dotyczy to w szczególności benzeno(a)pirenu ponieważ jego produkty utlenienia są łatwiej rozpuszczalne w wodzie, co wpływa na reaktywność względem DNA.

**Biodegradacja** jest to biochemiczny rozkład związków organicznych przez organizmy żywe (pierwotniaki, bakterie, promieniowce, grzyby, glony, robaki) na prostsze składniki chemiczne, min. takim przemianom ulegają związki organiczne azotu w glebie. Organiczne związki azotu przechodzą w mineralne i odwrotnie.



Rys. 12. Włączenie organicznych form azotu w związki próchnicze [15]

W wyniku rozkładu resztek roślinnych i zwierzęcych przez mikroorganizmy uwalniane są formy mineralne azotu ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NO}_3^-$ ). Część z nich jest włączana w biomasę drobnoustrojów (droga A). Część próchnicy glebowej jest rozkładana i azot pochodzący z jej rozkładu również jest wbudowywany w białka mikroorganizmów (droga B). Dalsze przemiany zachodzące pod wpływem procesów mineralizacji i unieruchamiania prowadzą do włączania azotu w nowopowstałe związki próchnicze (droga C). Związki te mogą powstawać również w wyniku reakcji częściowo rozłożonych pochodnych ze związkami azotowymi (droga D).



Rys. 13. Transformacje azotu w glebie [15]

W skład przemian azotu wchodzi trzy zasadnicze procesy:

- amonifikacja,
- nitryfikacja,
- denitryfikacja.

Wymienione procesy zachodzą przy współdziałaniu wyspecjalizowanych grup mikroorganizmów glebowych.

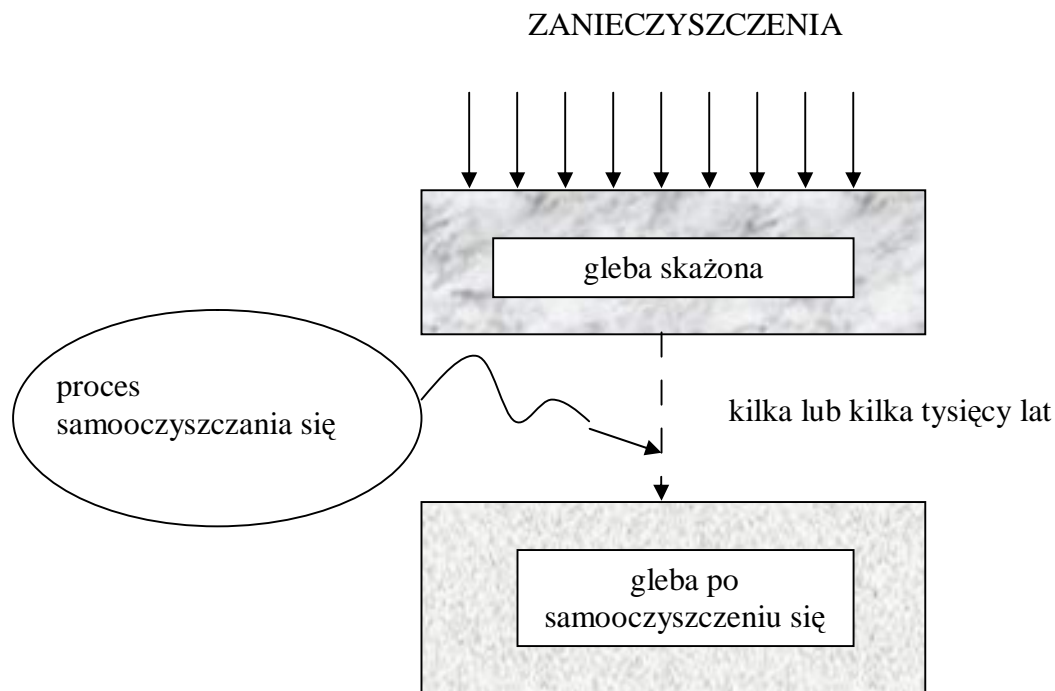
**Efektom ich działania jest:**

- 1) Przekształcenie związków organicznych azotu do amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) – proces amonifikacji, który może przebiegać zarówno w warunkach tlenowych jak też beztlenowych.
- 2) Utlenianie amoniaku do azotanów(III) przez bakterie z rodzaju *Nitrosomonas*, utlenienie  $\text{NO}_2^-$  do  $\text{NO}_3^-$  przez bakterie z rodzaju *Nitrobacter*. Jest to proces nitryfikacji. Do normalnego przebiegu procesu potrzebna jest dostateczna ilość w glebie P, Ca i innych makroskładników oraz odpowiedni stosunek Mn do Cu.
- 3) Redukcja azotanów(V) do azotanów(III) (**denitryfikacja** właściwa) i następnie wydzielenie wolnego azotu (denitryfikacja całkowita) występuje w głębszych warstwach gleby lub w wierzchnich, gdy odcięty jest dostęp tlenu. Optimum temperatury wynosi ok.  $25^\circ\text{C}$ , najodpowiedniejszy jest odczyn obojętny lub słabo zasadowy.

Jony  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_2^-$  mogą być włączone w glebową materię organiczną i tworzyć organiczne związki azotowe. Włączenie tych jonów zachodzi w szerokim zakresie pH. Przy  $\text{pH} > 7.0$  faworyzowane są jony  $\text{NH}_4^+$ , natomiast jony  $\text{NO}_2^-$  przy  $\text{pH} 5-5.5$ .

Proces denitryfikacji jest niepożądany, gdyż powoduje straty azotu wskutek ulatniania się.

Zanieczyszczenia nie tylko powodują skażenia gleby, ale akumulują się w niej na długie lata. Ekosystem gleby wróci do równowagi dopiero po setkach lat od ustania skażenia.



**Rys. 14.** Czas potrzebny na autoregenerację ekosystemu gleby po ustaniu źródła zanieczyszczeń [8]

Samooczyszczanie biologiczne środowiska rozwija się głównie w glebie i strefie aeracji, w mniejszym stopniu w strefie saturacji. Efektem procesów samooczyszczania jest ograniczenie przestrzenne zasięgu stref zanieczyszczenia wokół ogniska zanieczyszczeń i na drodze migracji substancji zanieczyszczających.

W porównaniu z samooczyszczaniem się gleb rekultywacja jest niezwykle trudna (brak wystarczającej wiedzy) i kosztowna.

**Rekultywacja** to szereg zabiegów, które mają przywrócić glebie zdegradowanej jej dawną wartość przyrodniczą. Podstawowe zabiegi rekultywacji to:

1) Zabiegi techniczne:

- kształtowanie terenu – zasypywanie wyrobisk, wyrównanie hałd, doprowadzenie do takiego, stanu, w którym ilość wody i powietrza w glebie wystarczy, aby mogły rosnąć na niej rośliny, czasem gleba jest tak zniszczona, że konieczne jest pokrycie jej warstwą gleby żyznej o takiej grubości, aby mogły rosnąć na niej jakiegokolwiek rośliny;
- neutralizacja szkodliwych środków – doprowadzenie do stanu, w którym bardzo szkodliwe substancje nie są już groźne dla życia roślin i organizmów glebowych;
- dekoncentracja (rozrzedzenie) – polega to na wymieszaniu gleby skażonej przez bardzo trujące substancje z glebą nieskażoną na dużej powierzchni.

2) Zabiegi biologiczne – polegają na uzupełnieniu zabiegów mechanicznych prostymi zabiegami rolniczymi, które przyspieszają wzbogacenie gleby w składniki pokarmowe niezbędne do życia roślinom. Zabiegi biologiczne to:

- nawożenie organiczne, mineralne, nawozy zielone,
- zabiegi agrotechniczne,
- wprowadzenie roślinności pionierskiej, czyli takiej która może rosnąć w bardzo złych warunkach i powoli przygotowywać odpowiednie warunki dla roślin bardziej wymagających.

Rekultywacji wymagają:

- składowiska odpadów górniczych, energetycznych, komunalnych,
- wyrobiska po odkrywkowej eksploatacji skał, gliny, piasku, żwiru, torfu, wapieni, węgla brunatnego,
- nieużyteczne drogi oraz powierzchnie zabudowane technicznie,
- gleby zniszczone przez erozję wodną,
- grunty zawodnione,
- gleby zdegradowane technicznie, będące nieużytkami rolnymi,
- gleby silnie zdegradowane przez przemysłowe zanieczyszczenia chemiczne wydzielane do atmosfery.

**Aby zabiegi rekultywacji odniosły pożądany skutek, należy pamiętać o kolejnych zadaniach:**

- zbadanie przyczyn i skutków degradacji,
- ustalenie jak teren ma być zagospodarowany,
- ukształtowanie terenu przez wypełnienie wyrobisk glebą w taki sposób, który byłby najkorzystniejszy dla jej przyszłego zagospodarowania,
- wyrównanie powierzchni zwałów oraz nadanie zboczom nachyleń zapewniających ich stałość,
- właściwe ukształtowanie stosunków wodnych,
- odtworzenie gleby przez wykorzystanie zwałowanych gruntów,
- neutralizacja gleb toksycznych i użyźnianie jałowych,
- zabezpieczenie zboczy obudową biologiczną,
- przeciwoerozyjna zabudowa roślinnością pionierską skarpy,
- regulacja stosunków wodnych.

Zagospodarowanie obejmuje zabiegi techniczne połączone z zagospodarowaniem biologicznym, które ma na celu przywrócenie gospodarczej użyteczności terenom zdegradowanym.

**Podstawowymi aktami prawnymi regulującymi proces rekultywacji są:**

- Ustawa o wprowadzeniu ustawy – Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz zmianie niektórych ustaw z dnia 27 lipca 2001 r. (DzU 2001 Nr 100, poz. 1085 z dnia 18 września 2001)
- Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU 2001 Nr 62, poz. 627),
- Ustawa o Odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU 2001 Nr 62, poz. 628),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi z dnia 9 września 2002 r (DzU 2002 Nr 165, poz.1359 z dnia 4 października 2002 r).

**Wpływ zanieczyszczeń na wody podziemne**

Zanieczyszczenia wód podziemnych są konsekwencją zdarzeń nie zamierzonych, takich jak np. nieszczelności i pęknięcia rurociągów i kanalizacji, awarie instalacji technologicznych, uszkodzenia zbiorników z substancjami niebezpiecznymi itp. Zasadnicze rodzaje zanieczyszczeń wód podziemnych to zanieczyszczenia pochodzące z przemysłu, rolnictwa, gospodarki komunalnej i transportu.

**Przemysł** jest głównym rodzajem działalności człowieka powodującym zanieczyszczenie wód podziemnych. Źródłami zanieczyszczeń w przemyśle mogą być:

- wysypiska i zwałowiska odpadów stałych,
- stawy ściekowe i osadowe,
- nieszczelności w urządzeniach kanalizacyjnych,
- tereny niewłaściwego magazynowania surowców, półproduktów i wyrobów gotowych,
- emisje pyłów i gazów,
- wody powierzchniowe będące odbiornikami dużej ilości ścieków i słonych wód kopalnianych.

Zagrożenie dla wód podziemnych stanowią również ścieki przemysłowe. Przede wszystkim te wprowadzane do gruntu lub wód podziemnych, oraz do małych cieków powierzchniowych i zbiorników w ilościach powodujących ich infiltrację do wód podziemnych. Zanieczyszczenia mogą wystąpić również w przypadku powodziowego wylania się na terenach dolin wód zanieczyszczonych ściekami. Niektóre rodzaje ścieków przemysłowych (głównie z przemysłu spożywczego) stosowane są w rolnictwie. Stanowią one mogą zagrożenie w przypadku nieodpowiedniego ich wylewania (zbyt duża dawka).

Do podstawowych ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych związanych z **gospodarką rolną i hodowlaną** zaliczyć można:

- obszary intensywnego stosowania nawozów i środków ochrony roślin,
- miejsca niewłaściwego magazynowania nawozów mineralnych,
- miejsca usuwania przeterminowanych pestycydów,
- miejsca wykonywania kiszzonek paszowych,
- tereny rolniczego wykorzystania gnojowicy,
- obejścia gospodarskie.

Do grupy zanieczyszczeń **pochodzenia komunalnego** zalicza się różnego rodzaju „dzikie” składowiska odpadów komunalnych, wylewisk ścieków, pól filtracyjnych, nieszczelnych przewodów kanalizacyjnych oraz obiektów oczyszczalni ścieków.

Najpoważniejsze zagrożenia wód podziemnych związane są z **transportem**, dystrybucją i magazynowaniem substancji ropopochodnych oraz innych substancji niebezpiecznych dla wód podziemnych. Wycieki tych substancji mogą powstawać w przypadku awarii rurociągów, zbiorników i cystern. W rejonie szlaków komunikacyjnych mogą przenikać do wód:

- związki nieorganiczne stosowane do zimowego utrzymania dróg, a więc sole rozmrzające a ponadto środki przeciwwkorozyjne, metale ciężkie,
- substancje organiczne, a więc różnego rodzaju pozostałości po spalaniu materiałów pędnych, oleje, smary, środki konserwujące, silikony, detergenty, smoły i wiele innych.

### **Ochrona wód podziemnych**

Ochrona zasobów wód podziemnych to działalność zmierzająca do zapewnienia zarówno dostatecznej ilości, jak i odpowiedniej jakości wód podziemnych. Ponieważ wody podziemne pochodzą z powierzchni terenu z infiltracji opadów atmosferycznych, ich jakość związana jest z charakterem zagospodarowania terenu. Poprzez kontakt z bryłami składowisk, terenami aglomeracji miejsko-przemysłowych, obszarami upraw rolniczych występujące tam zanieczyszczenia przenoszone są w głąb.

Migracja tych zanieczyszczeń stanowi podstawowe zagrożenie dla zasobów wód podziemnych, więc aby ją ograniczyć podejmowane są działania w celu ochrony tych zasobów i umożliwienia ich odnawiania. Czynna ochrona wód podziemnych wymaga środków technicznych. Polega ona w głównej mierze na:

- likwidacji ognisk zagrożenia, uzdatnianiu lub oczyszczaniu wody w gruncie oraz na różnorodnych zabezpieczeniach izolujących ogniska zanieczyszczeń, np. w postaci ekranów, często w połączeniu z drenażem,
- tworzeniu barier hydraulicznych, np. studni uniemożliwiających napływ wód zanieczyszczonych do ujęcia.

## 4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na jakie grupy można podzielić zanieczyszczenia litosfery?
2. Które z zanieczyszczeń chemicznych pochodzą z: przemysłu, rolnictwa, działalności bytowej człowieka?
3. W jaki sposób rozprzestrzeniają się zanieczyszczenia w środowisku?
4. Co rozumiesz przez degradację gleb?
5. Jakie są typy degradacji gleb?
6. Jakie są przyczyny degradacji gleb?
7. Jakie są skutki degradacji gleb?
8. Na czym polega proces biodegradacji?
9. Co powoduje zakwaszenie gleb?
10. Jak jakość gleb wpływa na produkcję rolną?
11. Jakie są metody zapobiegania niszczeniu gleb?
12. Jakie obszary powinny być rekultywowane?
13. Na czym polega sposób samooczyszczania się gleb?
14. Jak zanieczyszczenia wpływają na wody podziemne?
15. W jaki sposób chroni się wody powierzchniowe przed zanieczyszczeniami?

## 4.2.3. Ćwiczenia

### Ćwiczenie 1

Zbadaj odczyn (pH) gleby.

Załącznik [10]

### Arkusze danych roboczych pH gleby

Data zebrania prób..... Miejsce.....

Metoda badania pH (zaznacz jedną): .....papierkiem lakmusowym

.....pH-penem .....pH-metrem

---

Numer poziomu.....Głębokość poziomu: górna granica poziomu.....cm  
dolna granica poziomu.....cm

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania jednostki modułowej 331[31].O2.04,
- 2) ustalić, jakie zanieczyszczenia wpływają na odczyn gleby,
- 3) pobrać próbkę gleby i uzupełnić arkusz danych roboczych pH gleby,
- 4) wysuszyć próbkę na powietrzu,
- 5) odważyć 10 g wysuszonej gleby na wadze technicznej i przenieść do zlewki,
- 6) dodać około 30 cm<sup>3</sup> wody destylowanej w celu wytworzenia szlamu,
- 7) mieszać zawartość zlewki przy użyciu bagietki kilka minut,
- 8) przesączyć,
- 9) zbadać odczyn uzyskanego przesącza glebowego przy użyciu pH-metru (lub papierka lakmusowego),
- 10) sporządzić sprawozdanie,
- 11) zapisać wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].O2.04,
- przyrządy i sprzęt: zagłębnik do pobierania próbki gleby, pH-metr z instrukcją obsługi, zlewka, bagietka, łyżeczka, cylinder miarowy, waga techniczna, zestaw do sączenia,
- kartka A4,
- przybory do pisanania.

## Ćwiczenie 2

Narysuj schemat ideowy typowego procesu rekultywacji gleb na podstawie dołączonego opisu.

### Załącznik

Rekultywacja to szereg zabiegów, które mają przywrócić glebie zdegradowanej jej dawną wartość przyrodniczą. Podstawowe zabiegi rekultywacji to:

#### 1. Zabiegi techniczne:

- kształtowanie terenu – zasypywanie wyrobisk, wyrównanie hałd, doprowadzenie do takiego stanu, w którym ilość wody i powietrza w glebie wystarczy aby mogły rosnąć na niej rośliny, czasem gleba jest tak zniszczona, że konieczne jest pokrycie jej warstwą gleby żyznej o takiej grubości aby mogły rosnąć na niej jakiegokolwiek rośliny;
- neutralizacja szkodliwych środków – doprowadzenia do stanu, w którym bardzo szkodliwe substancje nie są już groźne dla życia roślin i organizmów glebowych;
- dekoncentracji (rozrzedzenia) – polega to na wymieszaniu gleby skażonej przez bardzo trujące substancje z glebą nieskażoną na dużej powierzchni.

#### 2. Zabiegi biologiczne – polegają na uzupełnieniu zabiegów mechanicznych prostymi zabiegami rolniczymi, które przyspieszają wzbogacenie gleby w składniki pokarmowe niezbędne do życia roślinom. Zabiegi biologiczne to:

- nawożenie organiczne, mineralne, nawozy zielone,
- zabiegi agrotechniczne,
- wprowadzenie roślinności pionierskiej, czyli takiej która może rosnąć w bardzo złych warunkach i powoli przygotowywać odpowiednie warunki dla roślin bardziej wymagających.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania jednostki modułowej 331[31].O2.04,
- 2) zapoznać się z dołączonym opisem,
- 3) narysować schemat ideowy procesów rekultywacji,
- 4) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiał nauczania jednostki modułowej 311[31].O2.04,
- załącznik.

## Ćwiczenie 3

Zapoznaj się z przebiegiem procesu rekultywacji zniszczonego terenu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odszukać w internecie opis przebiegu procesu rekultywacji zniszczonego terenu przez przemysł, np. wyrobiska pożwirowego, zniszczonego terenu górniczego,
- 2) ustalić, na kim spoczywa obowiązek rekultywacji tego terenu,
- 3) opisać kolejne etapy procesu rekultywacji,
- 4) wypisać wykonane zabiegi techniczne,
- 5) opisać sposób rekultywacji biologicznej,
- 6) znaleźć informacje na temat zagospodarowania terenu,
- 7) narysować uproszczony schemat przeprowadzonego procesu rekultywacji na podstawie zebranych informacji,
- 8) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do internetu,
- kartka A4,
- przybory do pisania.

#### Ćwiczenie 4

Ustal rodzaje i rozmiar zanieczyszczeń wytwarzanych przez wybrany typ zakładów należących do tzw. wielkiej chemii i określ, w jaki sposób wpływa on na degradację środowiska.

Wśród działów przemysłu chemicznego wyróżnia się tzw. wielką chemię wytwarzającą produkty tanie i masowo stosowane w wielkich ilościach. Zalicza się do niej:

- przemysł petrochemiczny – oparty na przetwórstwie ropy naftowej,
- przemysł sodowy – opiera się na soli kamiennej i wapieniach,
- przemysł kwasu siarkowego(VI) – wytwórnice kwasu siarkowego zwykle kooperują z zakładami przemysłu nawozów fosforowych, w których jest największe zużycie tego związku,
- przemysł nawozów sztucznych – zakłady nawozów fosforowych i nawozów azotowych,
- przemysł tworzyw sztucznych – skoncentrowany głównie wokół zakładów petrochemicznych,
- przemysł włókien sztucznych – włókna sztuczne–syntetyczne, jak elana, anilana, stilon.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wybrać sobie określony zakład należący do tzw. wielkiej chemii,
- 2) zapoznać się z rodzajami zanieczyszczeń emitowanych przez wybrany zakład,
- 3) odszukać w internecie stronę www wojewódzkiego inspektoratu ochrony środowiska,
- 4) odszukać na odnalezionej stronie www raport dotyczący stanu środowiska w regionie,
- 5) odszukać w raporcie informacji na temat zanieczyszczeń środowiska w regionie,
- 6) sprawdzić w raporcie, jak wpływa wybrany zakład na rozmiar zanieczyszczeń regionu,
- 7) ustalić, w jaki sposób zanieczyszczenia emitowane z rozpatrywanego zakładu wpływają na degradację środowiska,
- 8) ustalić sposoby zmniejszania degradacji środowiska stosowane przez wybrany zakład,
- 9) zaprezentować wyniki pracy na forum klasy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do internetu.



#### 4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) scharakteryzować zanieczyszczenia chemiczne środowiska gruntowo-wodnego z uwzględnieniem podziału na:	..	..
– przemysłowe,	..	..
– rolnicze,	..	..
– bytowe?	..	..
2) podać czynniki degradacji gleb?	..	..
3) podać typy degradacji gleb?	..	..
4) określić skutki degradacji gleb?	..	..
5) wskazywać główne źródła zanieczyszczenia gleb?	..	..
6) wskazywać główne źródła zakwaszenia gleb?	..	..
7) scharakteryzować metody ochrony gleb?	..	..
8) scharakteryzować proces rekultywacji?	..	..

## 4.3. Ochrona środowiska przed odpadami

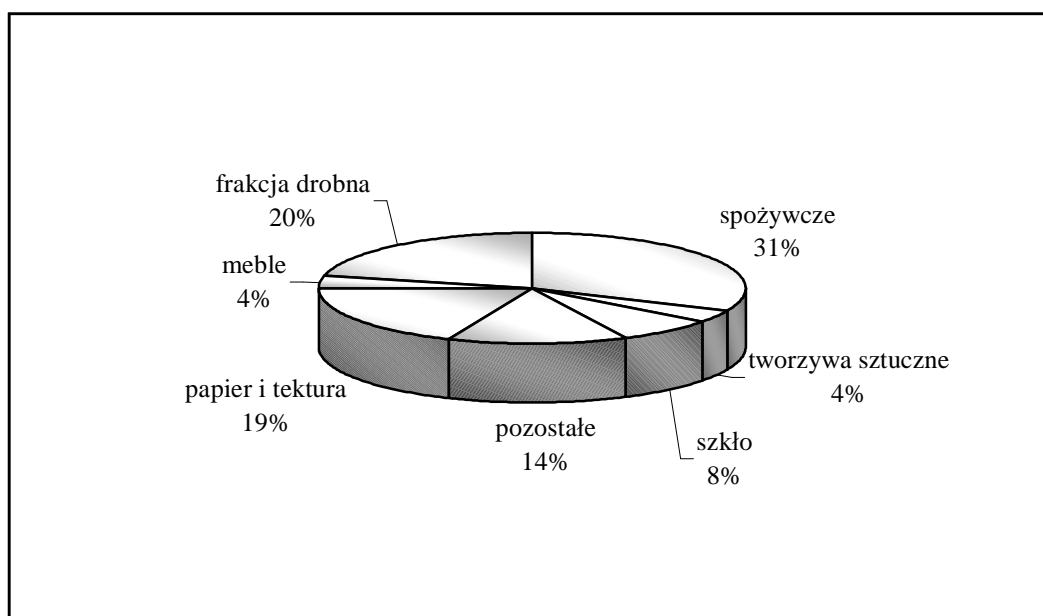
### 4.3.1. Materiał nauczania

**Odpadem** jest każda substancja stała lub przedmiot, a także substancja ciekła niebędąca ściekiem, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do pozbycia się jest zobowiązany. **Posiadaczem odpadów** jest zarówno wytwórca odpadów, którym może być osoba fizyczna, osoba prawna lub jednostka organizacyjna, jak i przedsiębiorcy zajmujący się zbieraniem, transportem, odzyskiem i unieszkodliwianiem odpadów.

Kryteria podziału odpadów mogą być różne, najczęściej stosuje się podział odpadów ze względu na pochodzenie. Odpady powstające w gospodarstwach domowych oraz odpady pochodzące z obiektów infrastruktury takich, jak: handel, usługi i rzemiosło, szkolnictwo, obiekty turystyczne, targowiska należą do **odpadów komunalnych** (bytowo-gospodarczych). Podczas wydobywania i przetwarzania różnych surowców powstają **odpady przemysłowe**.

#### Odpady komunalne

Skład, właściwości i ilość gromadzonych odpadów komunalnych różnią się istotnie, w zależności od szeregu czynników występujących w miejscu ich powstawania (wielkość miejscowości, typ zabudowy, stosowane systemy ogrzewania mieszkań itp.). Należy stwierdzić, że w porównaniu z odpadami komunalnymi powstającymi w wysoko rozwiniętych krajach Europy Zachodniej polskie odpady komunalne są niskokaloryczne (z małą ilością części palnych) i mocno zawilgocone. Główną ich masę (razem ok. 70%) stanowią odpady spożywcze, frakcja drobna 0–10 mm oraz papier i tektura. W dalszej kolejności zawierają one szkło, tworzywa sztuczne i metale.



Rys. 15. Struktura miejskich odpadów komunalnych [opracowanie własne na podstawie GUS 1996]

### **W składzie bardziej szczegółowym odpadów komunalnych można wyróżnić:**

1) Materię organiczną stanowiącą nawet do 60% odpadów komunalnych, średnio około 30%. Wartość 60% występuje w rejonach nowoczesnych osiedli miejskich. Skład odpadów organicznych przedstawia się następująco:

- pentozyny i pektyny – do 8%,
- celuloza i hemiceluloza – do 44%,
- lignina – do 13%,
- tłuszcze, żywice, woski – do 2%,
- białka – do 3%,
- popiół – do 15%,
- inne – do 15%.

Zawartość poszczególnych najważniejszych składników nawozowych w odpadach organicznych przedstawia się następująco: azot (N) 0,53–1,08%; fosfor ( $P_2O_5$ ) 0,29–1,15%; potas ( $K_2O$ ) 0,13–0,28%.

2) Materię mineralną, która stanowi 40–70% odpadów komunalnych. Duża zawartość części mineralnych wynika często z obecności w odpadach popiołu z palenisk domowych, który może stanowić nawet do 30% odpadów.

W ostatnich latach struktura odpadów komunalnych zmienia się jednak dość szybko. Notuje się zwłaszcza wzrost udziału tworzyw sztucznych, a w szczególności opakowań.

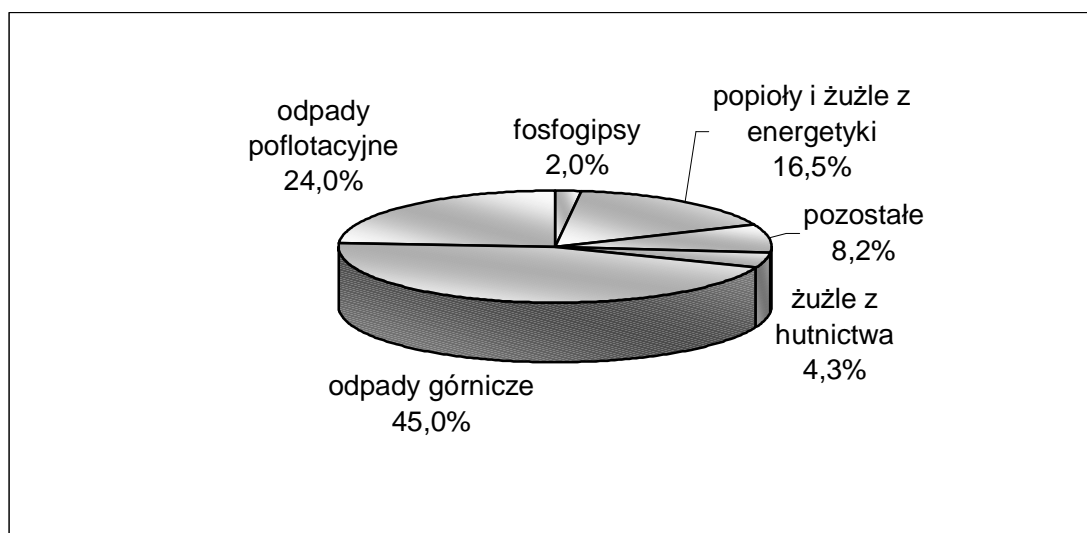
W 1996 r. w Polsce powstało ok. 44,7 mln  $m^3$  odpadów komunalnych stałych i ok. 15,2 mln  $m^3$  odpadów płynnych. Ich ilość, w wymiarze objętościowym, zwiększa się systematycznie od 1992 r. Szacowany tonaż powstających odpadów komunalnych wynosił w latach dziewięćdziesiątych ok. 11–12 mln ton rocznie. W porównaniu do roku 1975 (ok. 6,5 mln ton) ich masa wzrosła blisko dwukrotnie, natomiast w latach 1985–1996 wielkość ta zwiększyła się o ok. 8%. Według danych zgromadzonych w latach 1985–1996 dla Polski wynika, że ilość odpadów komunalnych od 1985 r. w przeliczeniu na jednego mieszkańca utrzymuje się na stałym poziomie i wynosi około 290 kg na osobę w ciągu roku.

### **Odpady przemysłowe**

Odpady przemysłowe stanowią ponad 90% całkowitej ilości odpadów powstających w Polsce. W 1996 roku zarejestrowano ich 124,5 mln ton. Głównymi źródłami odpadów przemysłowych są górnictwo węgla, wydobywanie surowców mineralnych oraz przemysł energetyczny i hutnictwo. Szczególnie dużą grupę odpadów stanowią skały płonne i odpady powęglowe z kopalń i zakładów przerobczych. Ponadto duże ilości odpadów powstają z procesów flotacyjnych z przemysłów metali nieżelaznych, osadów z mechanicznego oczyszczania wód kopalnianych oraz popiołów lotnych i żużli z elektrowni, elektrociepłowni i kotłowni. Odpady należące do wymienionych grup stanowią ponad 85% masy odpadów przemysłowych wytwarzanych w Polsce.

W przeliczeniu na 1 mieszkańca wytworzono w 1996 r. co najmniej 3223 kg odpadów przemysłowych na rok.

W latach 1985–1996 najbardziej, bo o ponad 30%, zmniejszyła się ilość odpadów górniczych, o blisko 26% – ilość popiołów lotnych i żużli z elektrowni, elektrociepłowni i kotłowni oraz o prawie 16% – ilość odpadów poflotacyjnych. Najszybszy spadek ilości wytwarzanych odpadów zaobserwowano w latach 1985–1991 (o ok. 25%). Od 1992 roku ilość powstających odpadów przemysłowych rejestrowana w systemie sprawozdawczości statystycznej utrzymuje się na względnie stałym poziomie i wynosi ok. 120–125 mln ton rocznie.



**Rys. 16.** Struktura odpadów przemysłowych [opracowanie własne na podstawie GUS 1996]

### Sposoby zagospodarowania odpadów

Odpady powinny być w pierwszej kolejności poddawane odzyskowi lub unieszkodliwianiu w miejscu ich powstawania. Natomiast odpady, które nie mogą być poddane odzyskowi lub unieszkodliwianiu w miejscu ich powstawania, powinny zostać przekazane do najbliższych położonych miejsc, w których można będzie poddać je odzyskowi lub unieszkodliwianiu.

**Tabela 5.** Wytwarzanie i zagospodarowanie odpadów w latach 1988–1997. [GUS 1990, GUS 1998]

	1988	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Odpady komunalne zgromadzone na składowiskach, [tys. m <sup>3</sup> ]	46478	42686	40915*	47000	40941*	42364*	42248	44697	46859
Odpady przemysłowe wyprodukowane w ciągu roku, [mln t]	185,9	143,9	128,3	121,9	120,5	121,5	122,7	124,5	124,5
Odpady przemysłowe wykorzystane w gospodarce, [mln t]	105,7	77,0	65,5	64,3	64,6	65,6	66,9	69,5	80,2
Odpady przemysłowe składowane na składowiskach, [mln t]	79,7	66,5	62,3	57,1	55,5	54,7	55,5	54,8	44

\* z wyłączeniem odpadów wywiezionych przez małe firmy prywatne.

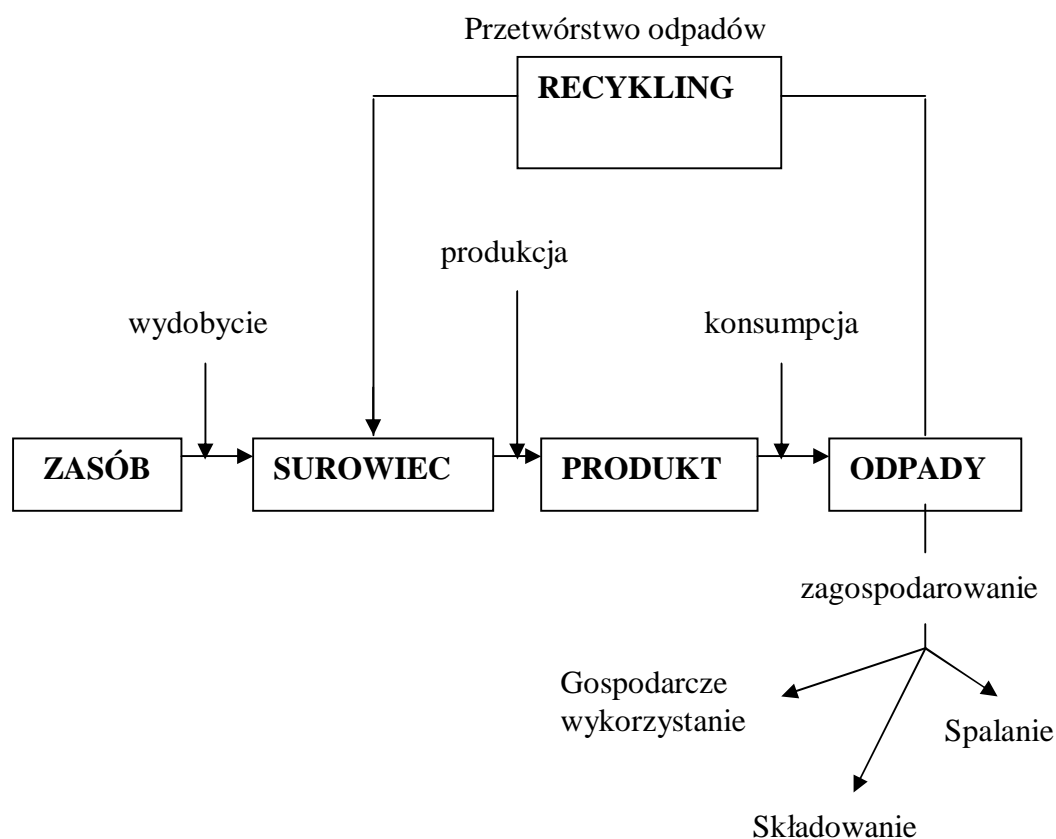
W tabeli nie są uwzględnione dane o odpadach unieszkodliwianych oraz gromadzonych przejściowo, przez co ilość odpadów zagospodarowanych jest mniejsza od ilości odpadów wytworzonych.

**Tabela 6.** Wytwarzanie i zagospodarowanie odpadów w latach 1998–1999.[GUS 1999, GUS 2000]

	1998	1999
Odpady (z wyłączeniem komunalnych) wyprodukowane w ciągu roku, [mln t]	133,1	126,3
Odpady (z wyłączeniem komunalnych) wykorzystane w gospodarce, [mln t]	91,7	92,0
Odpady (z wyłączeniem komunalnych) składowane na terenach własnych zakładów i terenach obcych, [mln t]	35,8	27,7

\* dane dotyczące lat po roku 1997 są nieporównywalne z latami poprzednimi na skutek zmiany klasyfikacji odpadów. W tabeli nie są uwzględnione dane o odpadach unieszkodliwianych oraz gromadzonych przejściowo, przez co ilość odpadów zagospodarowanych jest mniejsza od ilości odpadów wytworzonych.

**Celem unieszkodliwiania odpadów** jest doprowadzenie ich do takiego stanu, w którym nie będą stwarzały zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego lub dla środowiska.



**Rys. 17.** Sposoby zagospodarowania odpadów [7]

### **Gospodarę odpadami w regionie regulują następujące przepisy prawne:**

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, DzU 2001 Nr 62, poz. 628. z późniejszymi zmianami.
2. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, DzU 1996 Nr 132, poz. 622 z późniejszymi zmianami.
3. Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie terytorialnym, DzU 1990 Nr 16, poz. 95 z późniejszymi zmianami.
4. Ustawa z dnia 20 grudnia 1996 r. o gospodarce komunalnej, DzU 1997 Nr 9, poz. 43 z późniejszymi zmianami.
5. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, DzU 2001 Nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami.
6. Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o wprowadzeniu ustawy – Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych ustaw, DzU 2001 Nr 100, poz. 1085 z późniejszymi zmianami.
7. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym DzU 2003 Nr 80, poz. 717 z późniejszymi zmianami.
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 maja 2005 r. w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych, DzU 2005 Nr 103, poz. 872.
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 kwietnia 2003 r. w sprawie sporządzenia planów gospodarki odpadami, DzU 2003 Nr 66, poz. 620.
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów, DzU 2002 Nr 220, poz. 1858.
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów, DzU 2003 Nr 61, poz. 548/549.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych, DzU 2002 Nr 134, poz. 1140 z późniejszymi zmianami.

### **Gospodarka odpadami komunalnymi**

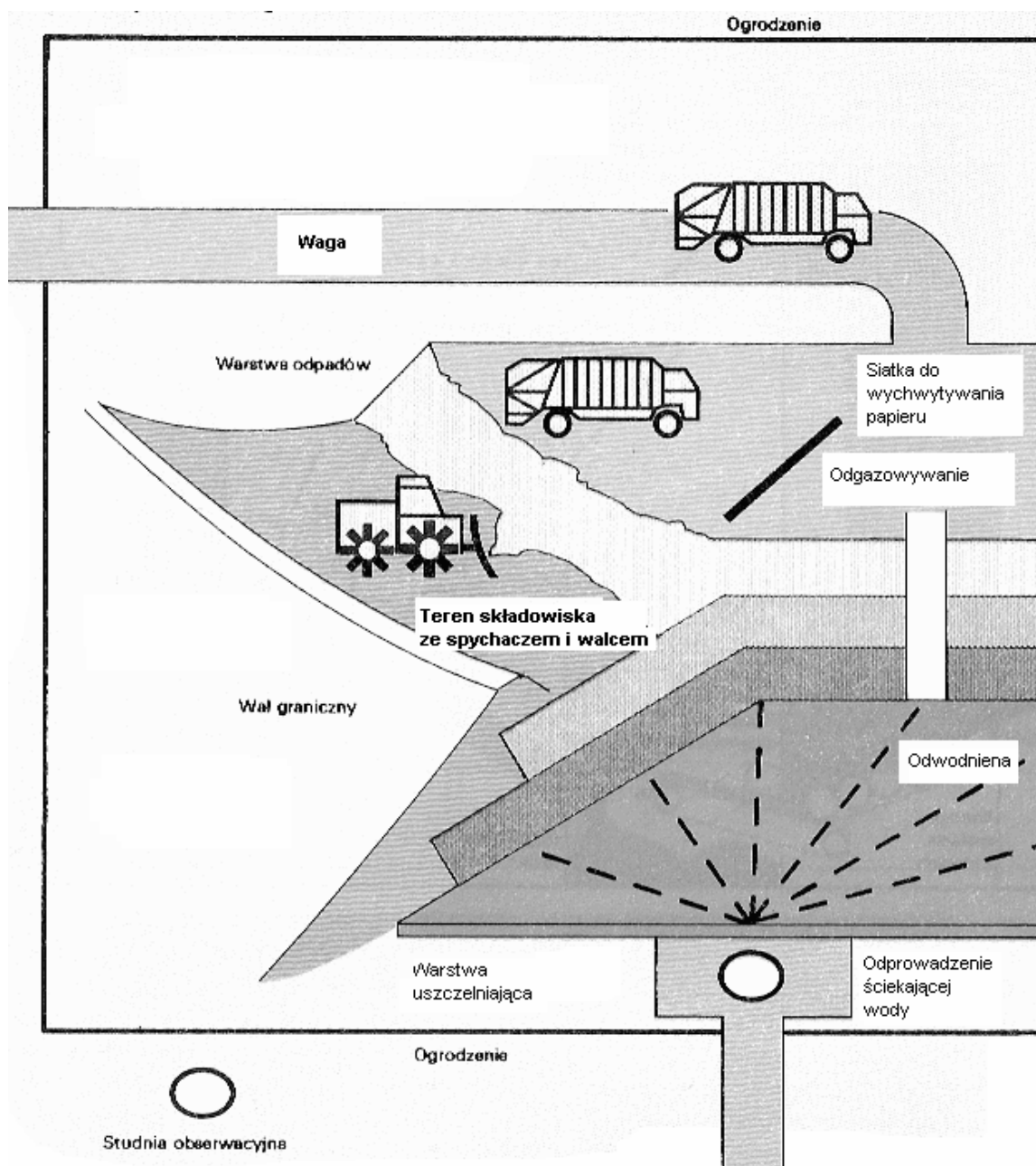
Podstawowym sposobem usuwania odpadów w Polsce jest ich składowanie. Słabo rozwinięte są systemy selektywnego zbierania odpadów, ich recyklingu i gospodarczego wykorzystania. Niewiele miast posiada urządzenia do kompostowania odpadów organicznych, w małym stopniu wykorzystywane są inne zaawansowane technicznie metody unieszkodliwiania odpadów. Ocenia się, że dla poprawy sytuacji w zakresie gospodarki odpadami należy wybudować znaczną ilość nowoczesnych instalacji do unieszkodliwiania odpadów (sortowni, kompostowni, spalarni) oraz uruchomić nowe składowiska. Zgodnie z Dyrektywą 99/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 roku o składowaniu odpadów zakłada się opracowanie planu modernizacji i wykorzystania istniejących składowisk, stopniowego zamykania niektórych z nich oraz budowy nowych, rozmieszczonych w sposób gwarantujący zmniejszenie ich liczby w skali kraju przy jednoczesnym zwiększeniu liczby obsługiwanych przez nich mieszkańców. Konieczne są także działania w zakresie poprawy stanu sanitarnego składowisk komunalnych. Stan wielu z nich, zarówno tych eksploatowanych, jak i zamkniętych, jest w wielu wypadkach zły i wymaga podjęcia działań chroniących środowisko przed ich negatywnym wpływem.

Największe problemy z rekultywacją istniejących składowisk, brakiem odpowiednich lokalizacji dla nowych składowisk oraz z brakiem urządzeń do unieszkodliwiania i recyklingu odpadów mają największe miasta. Dlatego istnieje konieczność zorganizowania systemów gospodarki odpadami w dużych aglomeracjach miejskich.

## Unieszkodliwianie odpadów komunalnych może odbywać się na kilkoma sposobami:

1. **Składowanie**, które stanowi tak naprawdę wielkie marnotrawstwo materiałów i surowców jest najszerzej stosowane. Składowanie odbywać powinno się na terenach odpowiednio przygotowanych, zarówno w systemy uszczelniające, drenujące, odgazowujące, jak i monitorujące obszar składowiska oraz przyległe tereny.

Bardzo istotnym elementem składowiska odpadów komunalnych jest strefa ochronna, której zadaniem jest zmniejszenie do maksymalnego minimum szkodliwego wpływu wysypiska (drobnoustroje, pasożyty, odory, zapylenie, zaśmiecenie itp.) na otoczenie. Wyznaczenie strefy ochronnej wiąże się z lokalizacją składowiska, z technologią składowania itd.



Rys. 18. Schemat uporządkowanego składowiska odpadów [2]

Zgodnie z przepisami strefa ta powinna składać się z czterech elementów:

- ogrodzenia terenu wysypiska,
- pasa niskiej zieleni,
- pasa wysokiej zieleni,
- pasa neutralizującego.

Szerokość strefy wynosi najczęściej 50 do 1000 metrów i zależy od rodzaju i źródła zanieczyszczeń, lokalizacji wysypiska, okresu działania wysypiska, jego powierzchni itd. Pasy zieleni otaczające składowiska powinny składać się z różnorodnej roślinności (liściastej, iglastej), aby stanowiły skuteczną ochronę przez cały rok kalendarzowy.

W czasie składowania odpadów pamiętać należy o uzyskaniu takiej ich spoistości, aby możliwe było poruszanie się sprzętu który, będzie dowoził odpady na wysypisko jak również je zagęszczał. Nie można dopuścić również do nadmiernego gromadzenia się gazów powstających w czasie procesu rozkładu gdyż może grozić to wybuchem.

Generalnie odpady powinny być rozprowadzane w warstwy, które następnie winny być zagęszczone i rozdzielone warstwą izolacyjną. Warstwy izolacyjne spełniają rolę ogranicznika przed wydzielaniem ze składowiska odorów, utrudniają żerowanie zwierzętom oraz uniemożliwiają pylenie składowisk i zaśmiecanie terenów otaczających. Składowisko, które zakończyło działalność przyjmowania odpadów, powinno zostać zrehabilitowane. Najczęściej rekultywacja polega na przykryciu odpadów ziemią minimum 30 cm. Na tak zagospodarowanym obszarze można prowadzić politykę rolną, leśną lub inną.

Problemem w czasie eksploatacji składowiska jak również po jego zamknięciu są powstające w procesach humifikacji i mineralizacji gazy. Głównym gazem, jaki tworzy się w sporych ilościach na wysypiskach, jest metan. Obecnie coraz częściej stosuje się drenowanie wysypisk w celu odzysku metanu, który następnie jest wykorzystywany do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej. Opłacalna staje się produkcja energii elektrycznej z gazu wysypiskowego przy objętości składowiska powyżej 200 000 m<sup>3</sup>.

**2. Recykling** w skład którego wchodzi **segregacja** czyli rozdzielenie poszczególnych odpadów już na etapie wstępnym u źródła jest najistotniejszym etapem zintegrowanej gospodarki odpadami, drugim etapem o tym samym znaczeniu jest **sortownie** gdzie dokonuje się końcowego rozdziału odpadów na poszczególne składniki. W Polsce **recykling** jest rozwinięty w niewielkim stopniu. W chwili obecnej w krajach UE poziom odzysku z odpadów komunalnych papieru kształtuje się na poziomie 50-80%, złomu żelaznego 80-90%, 60-80% szkła, 40-80% tworzyw sztucznych oraz 70% aluminium. Segregacja odpadów możliwa jest dzięki zbiórce w odpowiednich punktach poszczególnych odpadów, do czego wykorzystywane są pojemniki ustawiane w miejscach często uczęszczanych. Inną możliwością zwłaszcza na obszarach gdzie dominuje zabudowa jednorodzinna jest wykorzystywanie do segregacji opakowań, które to są periodycznie odbierane przez firmy zajmujące się recyklingiem. W Unii Europejskiej ujednociono już kolorystycznie poszczególne pojemniki na odpady.

**3. Kompostowanie**, które może być realizowane dzięki obecności materii organicznej w odpadach. Średnia wartość materii organicznej czyli około 30% a często wartość o wiele większa wskazuje, że jesteśmy w stanie uzyskać duże ilości materiału, który z powodzeniem może być wykorzystywany jako nawóz itp. System kompostowania jest możliwy dzięki segregacji odpadów i surowców wtórnych.

W Polsce kompostowanie w zakładach do tego przystosowanych sięga lat 60. ubiegłego wieku. Jednak nawet obecnie ilość materiału, który mógłby podlegać procesowi kompostowania, jest ciągle niewielka. Przykładowo w roku 1996 na ogólną ilość odpadów komunalnych 1162 mln ton tylko 219 tysięcy ton materiału zostało kompostowane, co stanowiło około 2% całej masy



odpadów. Ilość ta rośnie z roku na rok, ale jak na razie w tempie bardzo powolnym. Kompostowanie stanowi najlepszy sposób wykorzystania odpadów komunalnych, ponieważ brak jest w tym wypadku zanieczyszczania środowiska glebowego, wodnego i powietrznego jak również występuje tu odzysk materiałów użyźniających.

Kompostować można: materiał roślinny, zwierzęcy, czyli wyłoki owocowe, warzywne, trociny, korę drzewną, liście, skoszoną trawę, gałęzie, torf, osady ściekowe, słomę, resztki kuchenne, zmiotki uliczne, szlasy z rowów, węgiel brunatny, pomiot ptasi, fekalia, gnojowice, odpady bytowe i inne materiały organiczne.

Rozkład oraz humifikacja materii organicznej uzależniona jest od kilku czynników a mianowicie od:

- charakteru surowców które użyte zostały do kompostowania oraz od ich składu chemicznego, istotny jest tutaj stosunek węgla do azotu C:N który wynieść powinien około 15:1, często bywa że stosunek ten wynosi nawet 50:1, niezbędne wówczas staje się modyfikowanie zawartości kompostowanego materiału przez dodawanie do kompostów materiałów różnorodnego pochodzenia (dużo azotu zawierają odpady kuchenne, osady ściekowe itp.);
- wilgotności która powinna wahać się w granicach 40-60%;
- odczynu, najwłaściwszym odczynem dla rozkładu jest wartość  $\text{pH} = 7$ . Dodatkowo stosuje się również wapń ( $\text{CaCO}_3$ ) celem modyfikacji niewłaściwego odczynu;
- temperatury oraz zawartości na odpowiednim poziomie tlenu w przyzmy kompostowej.

#### **W czasie procesu kompostowania zachodzą trzy wyraźne fazy:**

- w fazie pierwszej wskutek rozwoju drobnoustrojów termofilnych następuje wzrost temperatury do 60–65°C a nawet do 75°C;
- w fazie drugiej temperatura zaczyna spadać i występuje odkażenie czyli likwidacja szkodliwych bakterii, faza ta zachodzi przy 45–55°C, ze względu na likwidację właśnie w tej fazie drobnoustrojów jest to najważniejsza faza kompostowania. Im dłużej faza ta trwa tym lepiej;  
bo kompost uzyskany charakteryzował się będzie lepszą sterylnością. Gwarancja sterylności osiągana jest w przypadku, gdy temperatura rzędu 50°C utrzymuje się przez 10 dni;
- w fazie trzeciej następuje ochładzanie, a wraz z nim wzrasta ilość drobnoustrojów (nieszkodliwych dla człowieka) w masie kompostowej.

Stosując różne substraty, możemy regulować tak istotne parametry kompostu, jakimi są ilości składników nawozowych. Przy niskiej zawartości składników nawozowych (N, P, K) dodaje się do masy kompostowej azot i fosfor w postaci mineralnej.

#### **Kompostować możemy dwoma sposobami:**

- **pryzmowy** (polowy) sposób, na otwartym powietrzu. Stosuje się tu kompostowanie z rozdrobnieniem lub też bez rozdrobnienia materiału. Metoda ta sprawdza się przede wszystkim na terenach wiejskich przy kompostowaniu nie paszowych i nie handlowych części roślin w gospodarstwach rolnych, ogrodniczych lub też w przypadku kompostowania odpadów pochodzących z ferm zwierzęcych i ptasich.

Pryzma kompostowa (stos kompostowy) zakładana jest w miejscach suchych, ocienionych. Szerokość przyzmy wynosi około 2 m, jej wysokość nie przekracza 2 m. Pryzma układana jest na ubitej ziemi czasami utwardzanej przy pomocy np. gliny. Spagową warstwę stanowi torf lub też stary kompost o miąższości 20 cm, celem tej warstwy jest zatrzymywanie składników odżywczych wypłukiwanych z przyzmy. Na tą warstwę układane są kolejne warstwy około 20 cm materiałów kompostowanych, które oddzielane są co jakiś czas warstwą ziemi (torfu itp.). W czasie budowy nie można zapominać o regulacji pH warstw kompostowanych, są więc przesypane  $\text{CaCO}_3$ ,





poza utylizacją odpadów uzyskujemy również możliwość wytwarzania energii elektrycznej lub cieplnej. Warto pamiętać że ze względu na koszt utylizacji metod pirolitycznych najczęściej jednak używa się przy usuwaniu odpadów niebezpiecznych, przemysłowych czy też odpadów szpitalnych. Metoda ta sprawdziła się do unieszkodliwiania tworzyw sztucznych, materiałów zanieczyszczonych olejami, w tym również materiałów półpłynnych oraz płynnych takich, jak: rozpuszczalniki, farby, nieutwardzone żywice, oleje i emulsje.

W wielu spalarniach, które utylizują odpady przemysłowe oraz niebezpieczne występują często wyższe temperatury nawet rzędu 2000°C.

Termiczne metody utylizacji powodują jednak silny wzrost emisji zanieczyszczeń, głównie do powietrza atmosferycznego, do środowiska wodnego i gruntowego. Właściwe oczyszczanie powstających spalin pozwala na usytuowanie spalarni na terenach zabudowanych.

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to są odpady?
2. Jakie odpady należą do odpadów przemysłowych?
3. Jaki jest skład odpadów przemysłowych?
4. Jakie odpady nazywamy komunalnymi?
5. Jaki jest skład odpadów komunalnych?
6. W jaki sposób można zagospodarować odpady komunalne?
7. W jaki sposób utylizuje się odpady komunalne?
8. Czemu służy recykling?
9. Podaj przykłady odpadów poddawanych recyklingowi?
10. Jak oznaczane są opakowania, które można poddać procesowi recyklingu?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Zaprojektuj sposoby ograniczania ilości odpadów stałych w najbliższym otoczeniu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wypisać na małych karteczkach znane źródła odpadów stałych w najbliższym otoczeniu,
- 2) ustalić, kto je wytwarza,
- 3) zaproponować ich sposób ograniczenia,
- 4) utworzyć plakat według wzoru,



- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

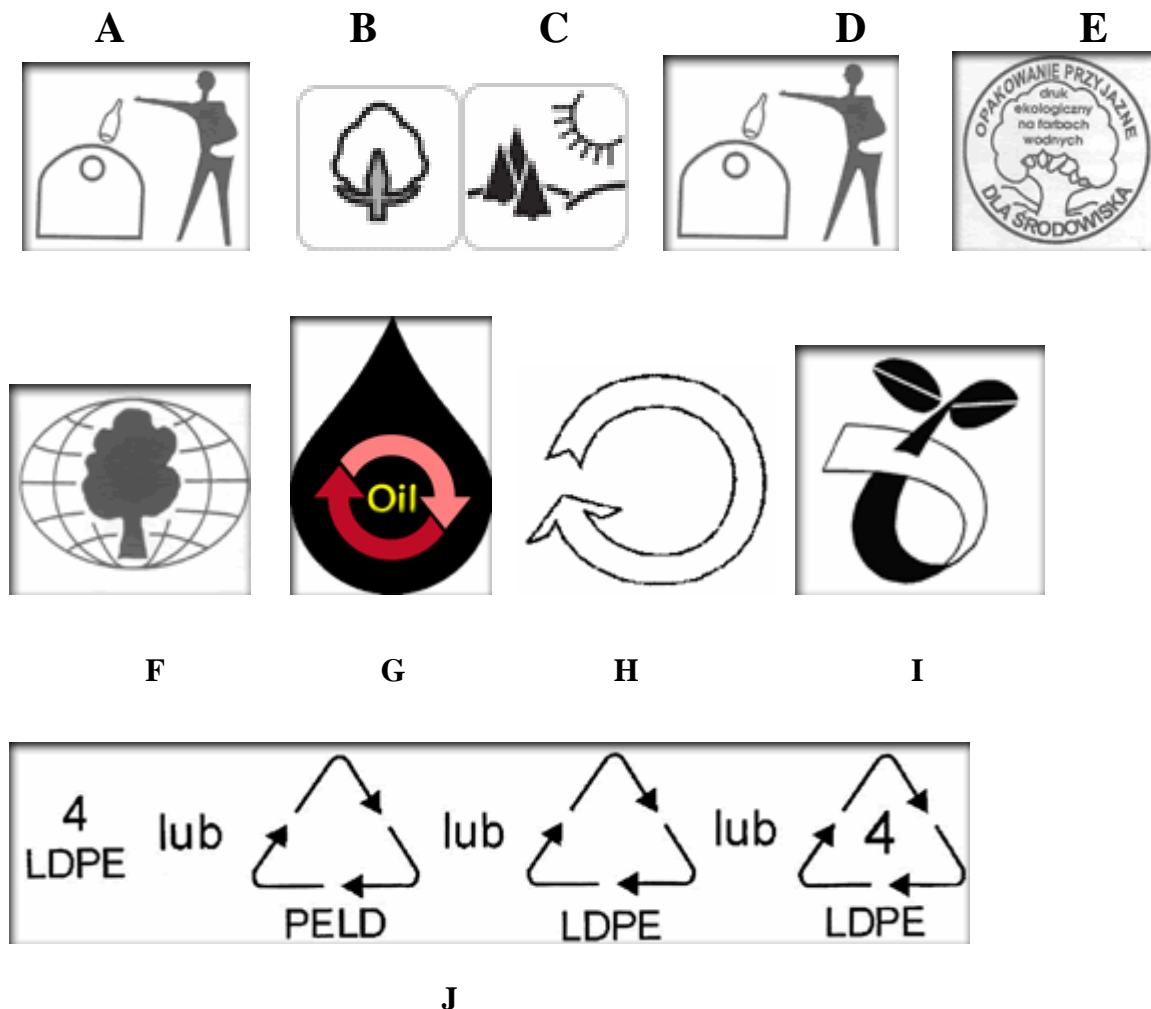
Wyposażenie stanowiska pracy:

- duży arkusz papieru,
- małe przyklepne karteczki,
- przybory do pisania.

## Ćwiczenie 2

Dokonaj analizy informacji zamieszczonych na etykietach.

### Załącznik



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z załącznikiem,
- 2) ustalić, które znaki oznaczają przydatność opakowania, produktu do recyklingu,
- 3) ustalić oznaczenie produktu, który jest w pełni biodegradowalny i podczas kompostowania nie uwalnia żadnych szkodliwych substancji. (tzn. może być kompostowany ze zwykłymi odpadkami organicznymi w miejskich kompostowniach),
- 4) ustalić oznakowanie, informujące, że surowiec jest przyjazny dla środowiska (jest to surowiec naturalny),

- 5) ustalić, który znak informuje nas, że druk na opakowaniu jest przyjazny dla środowiska (degradowalny), czy oznacza on, że całe opakowanie jest ekologiczne. Uzasadnij, podając przykład,
- 6) ustalić, który ze znaków nie jest eko-znakiem, a zamieszczany na towarach jedynie zachęcają konsumenta swą zieloną etykietą,
- 7) ustalić, który ze znaków nie jest znakiem ekologicznym (często mylony z recyklingiem). Taki znak informuje nas, jakiego tworzywa użyto do produkcji naszego opakowania,
- 8) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do internetu ([www.ziemia.org](http://www.ziemia.org)),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 czerwca 2003 r. w sprawie oznaczania opakowań (DzU 2003 Nr 105, poz.994 z dnia 17 czerwca 2003 r.).

#### 4.3.4. Sprawdzian postępów

<b>Czy potrafisz:</b>	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) zdefiniować pojęcie odpadu?	..	..
2) scharakteryzować odpady przemysłowe?	..	..
3) scharakteryzować odpady komunalne?	..	..
4) określić możliwości zagospodarowania odpadów komunalnych?	..	..
5) określić możliwości utylizacji odpadów?	..	..
6) odnaleźć aktualnie obowiązujące akty prawne z zakresu ochrony litosfery?	..	..
7) zastosować przepisy prawne z zakresu ochrony litosfery?	..	..

## **5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ**

### **INSTRUKCJA DLA UCZNI**

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań wielokrotnego wyboru o różnym stopniu trudności. W każdym pytaniu tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
8. W czasie pracy możesz korzystać z kalkulatora do wykonywania niezbędnych obliczeń.
9. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia

## ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Litosfera jest to zewnętrzna powłoka Ziemi obejmująca:
  - a) skorupę ziemską kontynentalną i oceaniczną,
  - b) dolną i górną część płaszcza ziemskiego,
  - c) skorupę ziemską i dolną część płaszcza ziemskiego,
  - d) skorupę ziemską i górną część płaszcza ziemskiego.
2. W budowie skorupy ziemskiej największy udział mają:
  - a) skały magmowe,
  - b) skały okruchowe,
  - c) łupki krystaliczne,
  - d) gnejsy.
3. Pierwszym etapem powstawania gleby w górnej warstwie litosfery jest proces:
  - a) bielicowania,
  - b) wietrzenia skał,
  - c) akumulacji próchnicy,
  - d) oglejenia.
4. Głównym pierwiastkiem chemicznym wchodzącym w skład gleby jest:
  - a) glin,
  - b) potas,
  - c) wapń,
  - d) krzem.
5. W Polsce zdecydowaną większość stanowią gleby:
  - a) brunatne,
  - b) bielicowe,
  - c) czarnoziemny,
  - d) mady.
6. Funkcja sanitarna gleb wpływa na:
  - a) gromadzenie zasobów wodnych w glebie,
  - b) obieg pierwiastków w przyrodzie,
  - c) pojemność wodną gleby,
  - d) obecność złóż minerałów.
7. Nadmierna eksploatacja rolna gleb prowadzi do:
  - a) wyczerpania składników troficznych,
  - b) erozji wodnej i wietrznej,
  - c) denudacji,
  - d) zakwaszenia.
8. Przemysł chemiczny ma bezpośredni wpływ na:
  - a) erozję wietrzną,
  - b) erozję wodną,
  - c) zmęczenie gleb,
  - d) chemiczne zanieczyszczenia gleb.



9. Na terenach przemysłowych i pokopalnianych często występuje zjawisko zasolenia gleb. Stopień zasolenia gleby określa się na podstawie pomiaru:
- a) zawartości wapna w glebie,
  - b) pH wyciągu glebowego,
  - c) przewodnictwa elektrycznego przesącza,
  - d) gęstości gleby.
10. Gleby kwaśne to gleby o pH:
- a) od 4,6 do 5,5,
  - b) od 5,6 do 6,5,
  - c) od 6,6 do 7,2,
  - d) powyżej 7,2.
11. Największy wpływ na zakwaszenie środowiska gruntowo-wodnego mają:
- a) hydroliza soli,
  - b) kwaśne opady,
  - c) rozkład substancji organicznych,
  - d) nityfikacja.
12. Największą degradację gleb powoduje:
- a) rolnictwo,
  - b) działalność bytowa człowieka,
  - c) działanie sił przyrody,
  - d) przemysł.
13. Do zabiegów biologicznych procesu rekultywacji zaliczamy:
- a) kształtowanie terenu,
  - b) neutralizację szkodliwych środków,
  - c) dekoncentrację,
  - d) wzbogacanie w składniki pokarmowe.
14. Odpadem nie są:
- a) substancje ciekłe z wyjątkiem ścieków,
  - b) ścieki,
  - c) substancje stałe,
  - d) przedmioty.
15. Największym producentem odpadów jest:
- a) hutnictwo,
  - b) energetyka,
  - c) przemysł górniczy,
  - d) przemysł nawozów sztucznych.
16. Recykling jest to:
- a) składowanie odpadów,
  - b) spalanie odpadów,
  - c) przetwórstwo odpadów,
  - d) mineralizacja odpadów.

17. Na podstawie dołączonego fragmentu Rozporządzenia Ministra Gospodarki ustal: odpady niebezpieczne o kodzie klasyfikacyjnym 18 01 03 mogą być gromadzone w:

**ROZPORZĄDZENIE  
MINISTRA GOSPODARKI**

z dnia 5 marca 2001 r.

**zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad usuwania, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych.**

(Dz. U. z dnia 24 marca 2001 r.)

**§ 6.**

1. Odpady niebezpieczne pochodzenia medycznego i weterynaryjnego o kodach klasyfikacyjnych 18 01 03 i 18 02 02 podlegają unieszkodliwianiu.
2. Do gromadzenia odpadów, o których mowa w ust. 1, należy stosować opakowania wykonane z materiału ulegającego rozkładowi termicznemu w procesie unieszkodliwiania.
4. Nie dopuszcza się do sortowania odpadów, o których mowa w ust. 1, oraz otwierania opakowań po napełnieniu. Opakowanie po napełnieniu powinno być zamknięte w sposób uniemożliwiający jego otwarcie. W przypadku uszkodzenia napełnionego opakowania należy je umieścić w całości w innym większym opakowaniu.

- a) pojemnikach jednorazowego użytku bez pokrywy,
- b) workach z tworzywa sztucznego jednowarstwowych,
- c) pojemnikach nie ulegających rozkładowi termicznemu,
- d) pojemnikach ulegających rozkładowi termicznemu.

18. Jednym ze sposobów unieszkodliwiania odpadów jest kompostowanie. Kompostować nie wolno:

- a) resztek kuchennych,
- b) słomy,
- c) opakowań z tworzyw sztucznych,
- d) węgla brunatnego.

19. W spalarniach można utylizować odpady przemysłowe o:

- a) zawartości substancji mineralnych powyżej 70%,
- b) wilgotności powyżej 50%,
- c) zawartości substancji mineralnych poniżej 20%,
- d) zawartości substancji palnych powyżej 25%.

20. Na wysypiskach uporządkowanych można składować:

- a) odpady o właściwościach utleniających,
- b) gruz budowlany,
- c) opony,
- d) odpady ropopochodne.

# KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

## Ochrona litosfery

Zakreśl poprawną odpowiedź, wpisz brakujące części zdania lub wykonaj rysunek.

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1.	a	b	c	d	
2.	a	b	c	d	
3.	a	b	c	d	
4.	a	b	c	d	
5.	a	b	c	d	
6.	a	b	c	d	
7.	a	b	c	d	
8.	a	b	c	d	
9.	a	b	c	d	
10.	a	b	c	d	
11.	a	b	c	d	
12.	a	b	c	d	
13.	a	b	c	d	
14.	a	b	c	d	
15.	a	b	c	d	
16.	a	b	c	d	
17.	a	b	c	d	
18.	a	b	c	d	
19.	a	b	c	d	
20.	a	b	c	d	
<b>Razem:</b>					

## 6. LITERATURA

1. Grochowicz E., Korytkowski J.: Ochrona gleb. WSiP, Warszawa 1997
2. Häfner M.: Ochrona środowiska. Księga eko-testów do pracy w szkole i w domu. Polski Klub Ekologiczny, Kraków 1993
3. Koszmider M., Kazanecka G.: Zielone zadania. Ochrona środowiska w zadaniach chemicznych. WSiP, Warszawa 2000
4. Łopatka K.: Rudnik E., Nowak E.: Tajemnice gleby. WSiP, Warszawa 1997
5. Łopata K.: Chemia a środowisko zbiór ciekawych doświadczeń. WSiP, Warszawa 1994
6. Myślińska E.: Laboratoryjne badania gruntów. PWN, Warszawa 1992
7. Pyłka-Gutowska E.: Ekologia z ochroną środowiska. Wydawnictwo Oświata, Warszawa 1996
8. Skinder N.: Chemia a ochrona środowiska. WSiP, Warszawa 1995
9. Trząski L.: Edukacja ekologiczna. Podręcznik do ścieżki edukacyjnej dla liceów ogólnokształcących, liceów profilowanych i techników. Videograf Edukacja, Katowice 2003
10. [www.gridw.pl](http://www.gridw.pl)
11. [www.interklasa.pl](http://www.interklasa.pl)
12. [www.mos.gov.pl](http://www.mos.gov.pl)
13. [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl) – Główny Urząd Statystyczny
14. [www.ziemia.org](http://www.ziemia.org)
15. [www.ar.wroc.pl](http://www.ar.wroc.pl)