

2



# TECHNIK BEZPIECZYSTWA I HIGIENY PRACY

Przestrzeganie wymagań  
ochrony środowiska



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Magdalena Maj**

## **Przestrzeganie wymagań ochrony środowiska 315[01].O1.02**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**  
**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy**  
**Radom 2007**

Recenzenci:  
dr inż. Paweł Religa  
dr inż. Rafał Bator

Opracowanie redakcyjne:  
mgr inż. Magda Maj

Konsultacja:  
mgr inż. Wanda Bukała

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 315[01].O1.02 „Przestrzeganie wymagań ochrony środowiska”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik bezpieczeństwa i higieny pracy.

Wydawca  
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

# SPIS TREŚCI

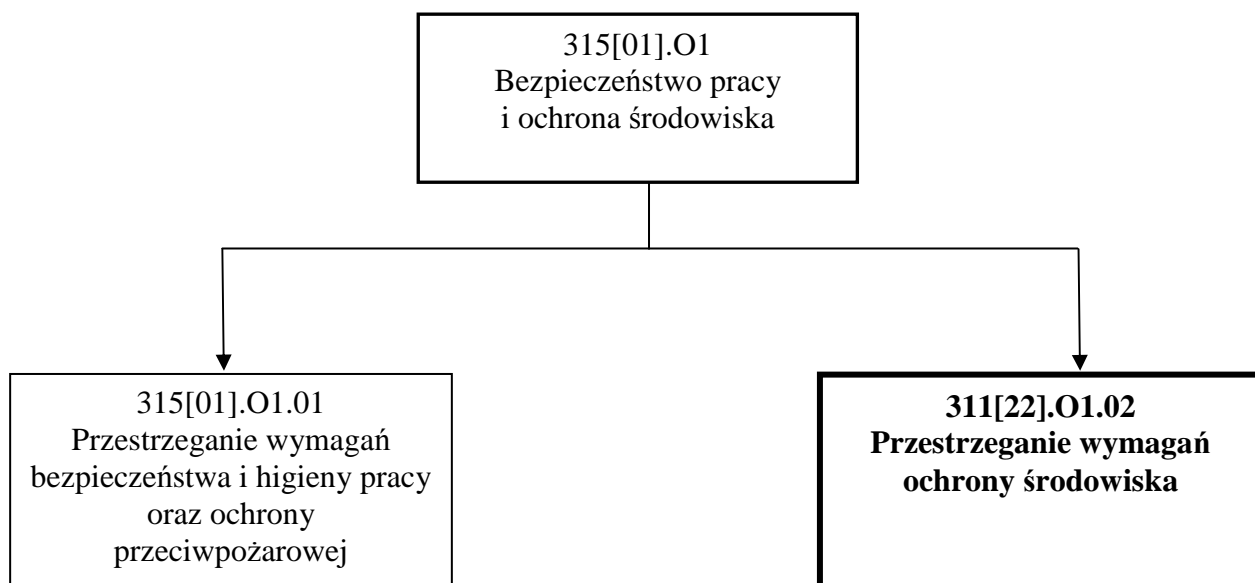
<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	4
<b>3. Cele kształcenia</b>	5
<b>4. Materiał nauczania</b>	6
<b>4.1. Zanieczyszczenia środowiska</b>	6
4.1.1. Materiał nauczania	6
4.1.2. Pytania sprawdzające	14
4.1.3. Ćwiczenia	15
4.1.4. Sprawdzian postępów	17
<b>4.2. Ochrona środowiska przed zanieczyszczeniem</b>	18
4.2.1. Materiał nauczania	18
4.2.2. Pytania sprawdzające	25
4.2.3. Ćwiczenia	26
4.2.4. Sprawdzian postępów	27
<b>4.3. Gospodarka odpadami</b>	28
4.3.1. Materiał nauczania	28
4.3.2. Pytania sprawdzające	38
4.3.3. Ćwiczenia	39
4.3.4. Sprawdzian postępów	40
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	41
<b>6. Literatura</b>	46

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy na temat przestrzegania wymagań ochrony środowiska.

W poradniku znajdziesz:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – wiadomości teoretyczne niezbędne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań, abyś mógł sprawdzić, czy już opanowałeś określone treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań. Zaliczenie testu potwierdzi opanowanie materiału całej jednostki modułowej,
- literaturę.



Schemat układu jednostek modułowych

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu nauczania jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zapisywać proste reakcje chemiczne,
- wykonywać podstawowe obliczenia i działania na jednostkach,
- posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu chemii,
- stosować zasady bhp przy wykonywaniu doświadczeń chemicznych,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- obsługiwać komputer,
- współpracować w grupie.

### **3. CELE KSZTAŁCENIA**

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- określić wymagania dotyczące ochrony środowiska w przedsiębiorstwie produkcyjnym, usługowym lub handlowym,
- opisać sposób prowadzenia gospodarki odpadami i opakowaniami w przedsiębiorstwie,
- określić sposoby prowadzenia gospodarki wodno-ściekowej w przedsiębiorstwie,
- zaplanować sposób prowadzenia gospodarki w zakresie ochrony powietrza w przedsiębiorstwie,
- opracować sprawozdanie dotyczące odprowadzania zanieczyszczeń do środowiska.

## **4. MATERIAŁ NAUCZANIA**

### **4.1. Zanieczyszczenia środowiska**

#### **4.1.1. Materiał nauczania**

Pod pojęciem środowiska rozumiemy ogół elementów przyrodniczych, w szczególności: powierzchnię ziemi łącznie z glebą, kopaliny, wody, powietrze atmosferyczne, świat roślinny i zwierzęcy, a także krajobraz, znajdujących się zarówno w stanie naturalnym, jak też przekształconych w wyniku działalności człowieka.

Zanieczyszczenie środowiska to stan wynikający z wprowadzania do powietrza, wody lub gruntu substancji stałych, ciekłych lub gazowych, a także energii w takich ilościach i takim składzie, że może to ujemnie wpływać na zdrowie człowieka, przyrodężywioną, klimat, glebę, wodę lub powodować inne niekorzystne zmiany np. korozję metali.

#### **Zanieczyszczenia powietrza**

Zanieczyszczenia powietrza pochodzą ze źródeł naturalnych lub sztucznych. Źródłami naturalnymi zanieczyszczeń powietrza są pożary lasów i stepów, wybuchy wulkanów, silne wiatry porywające i unoszące cząsteczki piasku i gleby oraz procesy rozkładu substancji organicznych. Za naturalne zanieczyszczenia można też uznać unoszące się w powietrzu pyłki kwiatowe i zarodniki roślin, drobnoustroje, pyły kosmiczne z meteorytów oraz ozon powstały podczas wyładowań atmosferycznych. Naturalne zanieczyszczenia mają na ogół charakter lokalny i nie stanowią na ogół większego zagrożenia.

Sztucznymi źródłami zanieczyszczeń powietrza są przede wszystkim: przemysł, komunikacja i rolnictwo. Ze względu na zakres działania, ilość i rodzaj wytwarzanych zanieczyszczeń najbardziej groźny jest przemysł, szczególnie energetyczny, hutniczy, górniczy, chemiczny, a także spożywczy. Zanieczyszczenia spowodowane komunikacją ograniczają się do dużych miast, lotnisk i tras komunikacyjnych. Zanieczyszczenia związane z rolnictwem obejmują gałęzie przemysłu produkującego środki i maszyny dla rolnictwa oraz wszelkie zanieczyszczenia spowodowane stosowaniem tych środków. Pewne zanieczyszczenia atmosfery powstają też przy dużych ośrodkach hodowli zwierząt.

Ze względu na stan skupienia zanieczyszczenia powietrza można podzielić na: stałe, ciekłe i gazowe. Przykładem stałych są popioły, sadze, pyły mineralne, metaliczne i organiczne, chemiczne środki ochrony roślin, nawozy sztuczne, rdza i inne tlenki metali oraz pyły radioaktywne. Przykładem substancji ciekłych zanieczyszczających powietrze atmosferyczne są płynne środki ochrony roślin. Najczęściej jednak ciekłym zanieczyszczeniem są drobne cząsteczki wody unoszące się w postaci mgły z rozpuszczonymi w nich gazami i substancjami stałymi. Przykładem zanieczyszczeń gazowych są liczne substancje lotne powstające najczęściej podczas spalania.

Wspomniane wyżej substancje tworzą często w powietrzu mieszaniny o różnych kombinacjach. Powstają w ten sposób układy zwane aerozolami lub gazozolami, w których powietrze jest ośrodkiem rozpraszającym, a ciała stałe lub ciecze – substancjami rozpraszanymi. Szczególnie niebezpiecznym zjawiskiem spowodowanym zanieczyszczeniem powietrza jest tzw. smog, będący połączeniem mgły lub pary wodnej z dymem.

#### **Zanieczyszczenia pyłowe**

Zanieczyszczenie pyłowe stanowi obecnie jeden z najważniejszych problemów, zwłaszcza w krajach dobrze rozwiniętych, jest ono przede wszystkim efektem działalności człowieka w sferze przemysłowej. Każdemu procesowi przemysłowemu towarzyszą



zanieczyszczenia pyłowe, powstające między innymi podczas operacji obróbczych, wydobywczych, przeładunkowych czy przetwórczych. A efekty zdrowotne działania pyłów manifestują się zwykle po wielu latach w postaci różnego rodzaju chorób dróg oddechowych, patologicznego rozrostu tkanki łącznej (działanie pylicotwórcze), a także, niestety w postaci nowotworów.

Ze względu na oddziaływanie na organizm człowieka pyły możemy podzielić na:

- pyły o działaniu zwłókniającym (pylicotwórczym) – należą do nich pyły zawierające krystaliczne formy dwutlenku krzemu (np. kwarc, krystobalit) oraz niektóre krzemiany (np. kaolin, azbest),
- pyły o działaniu drażniącym (pył węgla, karborundu czyli węglika krzemu, szkła, żelaza, nierozpuszczalne związki baru),
- pyły alergizujące – są to głównie pyły pochodzenia organicznego (pył bawełny, wełny, konopi, pyłki roślinne),
- pyły o działaniu toksycznym (trującym); większość z nich to pyły związków chemicznych rozpuszczalnych w płynach ustrojowych.

Ze względu na stopień rozdrobnienia pyły dzielimy na:

- grube – o średnicy ponad 50  $\mu\text{m}$  – jako ciężkie osiadają szybko, najmniej groźne dla człowieka, gdyż przy prawidłowym oddychaniu przez nos osiadają na lepkiej błonie śluzowej jamy nosa i nie przenikają do oskrzeli i pęcherzyków płucnych,
- średnie – o średnicy 5÷50  $\mu\text{m}$  – osiadają w oskrzelach dużych i średnich,
- drobne – o średnicy 0,02÷5  $\mu\text{m}$  – mogą utrzymywać się w powietrzu bardzo długo, łatwo przenikają do dróg oddechowych. Najbardziej groźne dla człowieka są pyły o średnicy do 1,5  $\mu\text{m}$ , gdyż dostają się do oskrzelików i pęcherzyków płucnych.

Wiele pyłów neutralnych, wskutek przemian fizykochemicznych zanieczyszczeń, jakie zachodzą w atmosferze, jest także nośnikami zaadsorbowanych na ich powierzchni metali i zmieniają wtedy swoje właściwości na toksyczne. Oddziaływanie takich mieszanek pyłowych jest takie same jak metali właściwych. Za szczególnie groźne dla zdrowia i życia człowieka uważa się przede wszystkim metale ciężkie takie jak: ołów, kadm, chrom, miedź, cynk. Mają one, bowiem właściwości gromadzenia się w organizmach żywych.

Głównym źródłem emisji ołowiu są przede wszystkim środki transportu i komunikacji oraz hutnictwo metali kolorowych. Działanie ołowiu jest bardzo szkodliwe. Wywołuje on przede wszystkim anemię, a tym samym niedobór tlenu w organizmie, i obniża aktywność wielu enzymów, uczestniczących w niezbędnych do życia procesach fizjologicznych. Ponadto, gromadząc się w mózgu, wywołuje choroby psychiczne.

Równie groźne są pozostałe metale ciężkie. Dawka 30 mg kadmu działa śmiertelnie, poza tym metal ten, podobnie jak miedź wywołuje choroby serca. Kadm wywołuje także niezbyt dróg oddechowych, niedokrwistość i nadciśnienie oraz uszkadza nerki. Źródłem jego emisji są huty cynku i ołowiu, a także metal ten wchłaniamy paląc papierosy.

Metale ciężkie uważa się również za kancerogenne, tzn. przyspieszające zachorowalność na raka, zwłaszcza płuc.

### **Tlenek węgla – CO**

Jest gazem bezbarwnym i bezwonnym, zwany popularnie czadem. Powstaje w dużych ilościach przy niepełnym spalaniu węgla i innych paliw w silnikach spalinowych i w piecach oraz w czasie wytopu surówki. Z tych względów najwięcej gromadzi się go w dużych miastach o nasilonym ruchu samochodowym, w okręgach przemysłowych, zwłaszcza hutniczych.

Tlenek węgla w niewielkim stopniu działa na układy ekologiczne, jest natomiast szczególnie trujący dla człowieka i niektórych zwierząt. Toksyczne działanie CO wynika z jego większego od tlenu (250–300 razy) powinowactwa do hemoglobiny, zawartej

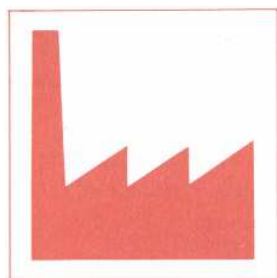
w erytrocytach krwi. Tworzy on połączenie zwane karboksyhemoglobina, które jest trwalsze niż służąca do transportu tlenu z płuc do tkanek oksyhemoglobina (połączenie tlenu z hemoglobina). Dochodzi, więc do niedotlenienia tkanek, co w wielu przypadkach prowadzi do śmierci. Już wdychanie powietrza ze stężeniem 0,16 % objętościowego CO powoduje po dwóch godzinach zgon. Przy większych stężeniach (pow. 0,32%) pierwszymi objawami zatrucia jest silny ból głowy i wymioty, to mniejsze stężenia powodują przy względnie krótkim wdychaniu jedynie słaby ból głowy i zapadanie w śpiączkę, a po dłuższym kontakcie zgon.



Rys. 1. Znak ostrzegawczy informujący o zagrożeniu tlenkiem węgla [8, s. 76]

### Dwutlenek węgla – CO<sub>2</sub>

Jest bezbarwnym i bezwonnym składnikiem powietrza. Powstaje w wyniku zupełnego spalania węgla oraz podczas oddychania organizmów. Rośliny asymilują go i wykorzystują w procesie fotosyntezy do produkcji związków organicznych. Dla ludzi staje się szkodliwy dopiero przy większym stężeniu. Działa natomiast na materiały budowlane zawierające węglany i przyczynia się do mniejszej ich trwałości. Ponadto, dwutlenek węgla jest przyczyną ocieplania się klimatu. Gaz ten, gromadząc się w atmosferze, przepuszcza ciepłe promieniowanie słoneczne do Ziemi, ale zatrzymuje, mające dłuższą falę, promieniowanie podczerwone Ziemi. Oznacza to, że atmosfera zawierająca większe ilości dwutlenku węgla stanowi zasłonę zabezpieczającą Ziemię przed utratą ciepła. Zjawisko to nosi nazwę „efektu cieplarnianego”. Podobne właściwości do dwutlenku węgla mają: metan oraz freony.



Rys. 2. Znak ostrzegawczy informujący o zagrożeniu CO<sub>2</sub> [8, s. 76]

### Dwutlenek siarki – SO<sub>2</sub>

Jest gazem bezbarwnym o ostrym zapachu. Powstaje przede wszystkim w zakładach energetycznych, podczas spalania zasiarczonego węgla i paliw pędnych oraz przy produkcji kwasu siarkowego i przetwarzaniu rud metali zawierających siarkę. Dwutlenek siarki jest gazem charakterystycznym dla miast i okręgów przemysłowych. Odznacza się bardzo wysokim stopniem szkodliwości. W atmosferze przechodzi po pewnym czasie w trójtlenek siarki i łączy się z wodą, dając zawiesinę drobnych kropelek kwasu siarkowego. W tej postaci zatruwa wszystkie organizmy żywe, powoduje silną korozję żelaza, stali, miedzi i niklu oraz niszczy materiały budowlane, w tym także naturalne skały zawierające węglany. Już przy niewielkich stężeniach powoduje uszkodzenia roślin. Szczególnie wrażliwe na

zanieczyszczenia siarkowe są drzewa iglaste, a zwłaszcza sosna zwyczajna, jodła i świerk. U drzew tych następuje zahamowanie przyrostu, zmiany w pokroju korony, częściowe, a nawet całkowite obumieranie. Zniszczenia zabytkowych budowli Krakowa są spowodowane głównie związkami siarki.

U ludzi dwutlenek siarki oraz kwas siarkowy unoszące się w powietrzu powodują wiele poważnych chorób dróg oddechowych, układu krążenia, oczu, a nawet nowotwory. Związki siarki są głównym składnikiem tzw. smogu londyńskiego, występującego w zadymionych miastach w czasie zalegającej mgły.



Rys. 3. Znak ostrzegawczy informujący o zagrożeniu  $SO_2$  [8, s. 77]

### Tlenki azotu - $NO_x$

Tworzą się przy spalaniu paliw w wysokich temperaturach, a więc głównie w elektrowniach, dużych ciepłowniach, w silnikach samochodowych i samolotowych. Zwiększenie ilości tlenków azotu w atmosferze powodują też fabryki nawozów azotowych oraz samo stosowanie tych nawozów w rolnictwie. Gazy te u roślin niszczą ciała zieleni, powodują opadanie liści, a przy większych stężeniach śmierć rośliny. U człowieka tlenki azotu powodują uszkodzenie płuc, zmniejszają zdolność krwi do przenoszenia tlenu i mogą być przyczyną powstawania nowotworów. Dwutlenek azotu ( $NO_2$ ) pochłania światło słoneczne i wraz z innymi zanieczyszczeniami powietrza wchodzi w złożone reakcje fotochemiczne, których efektem jest tzw. smog fotochemiczny. Występuje on przy dużym natężeniu ruchu samochodowego w miastach strefy gorącej i cieplej w czasie słonecznych i upalnych dni.



Rys. 4. Znak ostrzegawczy informujący o zagrożeniu tlenkami azotu [8, s. 78]

### Freony

Są to chloro-fluoro-pochodne węglowodorów często określane skrótem CFC. Wytworzone po raz pierwszy w 1928 roku, zostały uznane za ideał substancji do powszechnego użycia. Są nieczyste chemiczne, a więc niepalne i nieszkodliwe dla istot żywych. Znalazły zastosowanie w opakowaniach aerozolowych, plastikowych piankach, lodówkach i systemach klimatyzacyjnych. Przez długi czas sądzono, że rozpraszają się w powietrzu bez śladu. Okazało się to jednak błędnym przekonaniem. Pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku wykryto ich obecność w powietrzu nad oceanami, otaczającymi Antarktydę, a więc bardzo daleko od miejsc, gdzie mogły być uwolnione. Był to sygnał, że trwają w atmosferze i rozprzestrzeniają się wszędzie. Gdy wyrzucamy produkty, w których

znajduje się freon, gaz powoli uwalnia się do atmosfery. Podczas antarktycznej zimy związki freonu przechodzą złożone reakcje chemiczne, niszcząc ozon, tworzący warstwę chroniącą naszą planetę przed szkodliwym promieniowaniem ultrafioletowym.

Dziurę ozonową odkryto po raz pierwszy nad Antarktydą. Od tego czasu podobną dziurę znaleziono również nad Arktyką. Zagroziła ona gęsto zaludnionym terenom południowej Rosji, Skandynawii i Szkocji. Niszczenie ozonowej tarczy powoduje, że do powierzchni Ziemi dociera więcej promieniowania ultrafioletowego, którego nadmiar może wywołać choroby oczu i raka skóry. Może także uszkadzać białka i DNA w komórkach ludzkich, roślinnych i zwierzęcych. Rządy zaczęły się niepokoić o zdrowie ludzi i środowisko. Postanowiono radykalnie zmniejszyć zużycie freonów. Niestety są to gazy bardzo trwałe i nawet jeśli przestaniemy ich używać, będą pozostawać w atmosferze jeszcze przez wiele lat, powiększając dziurę ozonową.

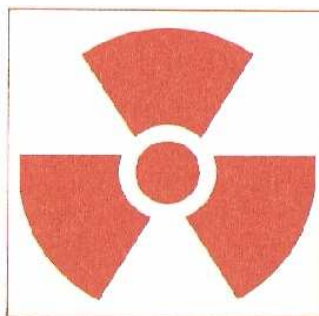
### **Fluor**

Jest zielonym gazem o przenikliwej woni i olbrzymiej aktywności chemicznej. Związki fluoru są emitowane do atmosfery przez huty aluminium, fabryki nawozów fosforowych i zakłady ceramiczne. Związki te odkładają się w roślinach i powodują zanik chlorofilu, zmianę koloru liści na pomarańczową i inne zaburzenia. Skażone rośliny stają się szkodliwe dla ludzi i zwierząt, powodując choroby zwane fluorozami. Przejawiają się one biegunkami, pojawianiem się plam na zębach i zanikiem szkliwa zębów, a następnie gąbczeniem kości. Oprócz tego typu objawów u bydła stwierdza się spadek mleczności.

### **Substancje i pyły radioaktywne**

Nowszym rodzajem zanieczyszczeń powietrza, wyjątkowo groźnym dla organizmów żywych, są substancje i pyły radioaktywne. Ich źródłem są zakłady przeróbki rud uranowych, działalność reaktorów atomowych, zużyte paliwo z elektrowni jądrowych i wybuchy jądrowe. Promieniowanie jest niewyczuwalne przez ludzkie zmysły i bardzo trudno je usunąć.

W przyrodzie występuje także promieniowanie naturalne, lecz przeciętny jego poziom jest tak mały, że człowiek w ciągu pierwszych 30 lat życia akumuluje w swoim organizmie dawkę ok. 5 R (rentgenów), stanowiącą równowartość rocznej dawki dopuszczalnej dla człowieka. Dawka 600 R zabija napromieniowane osoby w ciągu miesiąca, a dawka 300 R jest śmiertelna dla 25% osób napromieniowanych, przy czym niemal wszystkie pozostałe osoby odczuwają poważne zaburzenia. Są to zmiany we krwi (np. białaczka) lub w działaniu przewodu pokarmowego. Nawet przy dawce odpowiadającej prześwietleniu zęba (1R) jedna na ok. 8000 osób wykazuje objawy zaburzeń genetycznych, mogących przenosić się na potomstwo. W zasadzie nie istnieje żaden próg bezpiecznego napromieniowania, poniżej którego niemożliwe jest wystąpienie chorób nowotworów, zagrożenie życia lub powstanie zmian genetycznych.



**Rys. 5.** Znak ostrzegawczy informujący o zagrożeniu promieniowaniem radioaktywnym [8, s. 85]

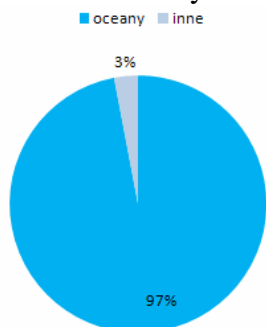
## Zanieczyszczenie wód

Woda jest najbardziej rozpowszechnionym w przyrodzie związkim chemicznym i substancją niezbędną do życia. Wykorzystuje się ją na dwa sposoby. Pierwszy to ten, kiedy wodę czerpie się ze zbiorników naturalnych. Do drugiego ze sposobów należą: transport wodny, rekreacja i elektrownie wodne. Woda używana jest do spożycia, do celów higienicznych, w procesach przemysłowych i do przenoszenia ciepła – zarówno w chłodnictwie, jak i w ogrzewnictwie. Dzięki wodzie zamienia się energię cieplną, poprzez parę wodną, w energię mechaniczną. W krajach wysokorozwiniętych przemysł i energetyka zużywają ogromne ilości wody. Na przykład przy produkcji jednego samochodu w USA zużywa się 38 tysięcy litrów, a w Kanadzie proces produkcji tony papieru gazetowego wymaga zużycia 180 tys. litrów. W Wielkiej Brytanii przemysł pochłania 76% całej zużywanej wody. Najbardziej „wodochłonnymi” zakładami są elektrownie produkujące prąd w oparciu o spalanie paliw. Ich dzienne zapotrzebowanie na wodę waha się w granicach 13 milionów litrów dziennie.

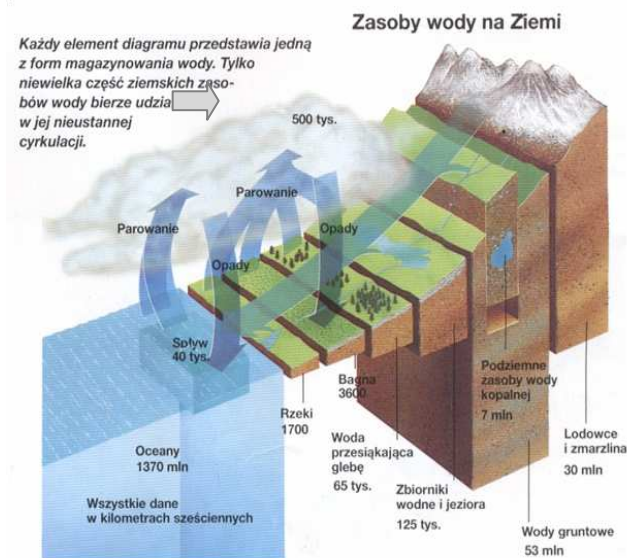
W wielu krajach zachodzi konieczność sztucznego nawadniania pól. Na przykład w Kalifornii 85% wody wykorzystuje się w rolnictwie, a w Egipcie nawadniane są wszystkie pola uprawne. W większości krajów transport towarów żeglugą śródlądową przegrał w konkurencji z gęstą siecią kolejową i drogową. Jednak są takie regiony, jak np. okolice Wielkich Jezior w USA, gdzie wielkie centra przemysłowe poprzez sieć połączeń śródlądowych mają łatwy dostęp do morza.

Wodę wykorzystuje się też jako naturalny nośnik odpadów przemysłowych i komunalnych. W wyniku takich działań naturalne ciekł wodne zamieniono w cuchnące ścieki.

Zasoby wodne na Ziemi przedstawia rysunek 6, natomiast udział procentowy poszczególnych rodzajów wód w tych zasobach – rysunek 7.



Rys. 6. Zasoby wodne na Ziemi [18, s. 183]



Rys. 7. Udział wód w zasobach na Ziemi [opracowanie własne]

Zasoby wodne danego obszaru, kraju lub kontynentu ocenia się na podstawie bilansu wodnego, czyli zestawienia ilościowego przychodu i rozchodu wody w ciągu roku.

Dla bilansu wodnego kraju przychodem są wody z opadów atmosferycznych i z rzek płynących z zagranicy, rozchodem – odpływy (powierzchniowe, podziemne, biologiczno-sanitarne) oraz powrót wody do atmosfery poprzez parowanie powierzchni ziemi i transpirację roślin. Utrzymanie dodatniego bilansu wodnego, w którym przychód jest większy od rozchodu jest bardzo ważne ze względu na rolę, jaką odgrywa woda w środowisku przyrodniczym. Coraz częściej zdarza się jednak, że mimo pozornie dodatniego bilansu, woda nie może być użytkowana z powodu zanieczyszczeń.

Zanieczyszczenie wód odpływowych nie tylko pozbawia człowieka zasobów dyspozycyjnych, ale przede wszystkim wpływa niekorzystnie na równowagę środowiska przyrodniczego. Niemal wszystkie zanieczyszczenia atmosfery i gleb poprzez spływ powierzchniowy trafiają w końcu do jezior i rzek, powodując w nich różnorodne, niekorzystne zmiany. Zanieczyszczenia wód ze względu na pochodzenie dzielimy na: komunalne, przemysłowe i rolne.

### **Komunalne zanieczyszczenia wód**

Do zanieczyszczeń komunalnych zaliczamy przede wszystkim ścieki miejskie, powstające na skutek działalności człowieka i będące mieszaniną odpadów z gospodarstwa domowego, wydaliny fizjologicznych człowieka i zwierząt domowych, odpadów ze szpitali, łaźni, pralni i tych zakładów przemysłowych, które nie wymagają specjalnego oczyszczenia lub osobnego odprowadzenia. Ścieki komunalne mogą zawierać bardzo różne substancje, gdyż nie ma możliwości kontrolowania, co na przykład jest wylewane do zlewu. Ścieki w ogólnej swej masie zawierają przede wszystkim wodę, której ilość może dochodzić nawet do 99,9%. Same zanieczyszczenia stanowią więc w istocie niewielki ułamek procenta ścieków. Znaczna jednak część tych zanieczyszczeń to związki organiczne, głównie tłuszcze, białka i cukrowce, które podlegają rozkładowi bakteryjnemu, co, zwłaszcza w odniesieniu do procesów gnilnych białek, powoduje nieprzyjemną woń ścieków. Przy większych stężeniach procesy te powodują spadek zawartości tlenu w rzekach, do których wpływają ścieki, a to z kolei prowadzi do zaniku organizmów żywych. Część ścieków stanowią ciała stałe, występujące zwykle jako zawiesiny.

W związku z opracowaniem wielu nowych środków myjących i piorących w ściekach miejskich zwiększyła się ilość detergentów. Są to środki powierzchniowo czynne, powodujące całkowite zmywanie z organizmów wodnych powłok ochronnych (np. śluzu) z powierzchni ciał, z jelit itd. W rezultacie są one zabójcze dla świata żywego.

Sz szczególnie niebezpiecznym składnikiem ścieków komunalnych są wirusy i bakterie chorobotwórcze. Stałym elementem ścieków jest bakteria pałeczka okrężnicy, która sama nie stanowi większego zagrożenia dla człowieka, ale liczebność jej występowania w ściekach jest wskaźnikiem obecności czynników wywołujących tyfus i dyzenterie.

### **Przemysłowe zanieczyszczenia wód**

Zanieczyszczenia te mogą dostawać się do wód bezpośrednio, w postaci ścieków przemysłowych, lub z atmosfery, jako zanieczyszczenia powietrza. Są to różnego rodzaju pyły oraz związki chemiczne nieorganiczne i organiczne. W pobliżu kopalni węgla kamiennego w rzekach gromadzą się pyły węglowe, które powodują spływanie rzek i zmieniają charakter dna. Podobne zmiany powodują inne nieorganiczne i nierozpuszczalne zawiesiny mineralne. Do nieorganicznych zanieczyszczeń rozpuszczalnych należą sole mineralne wpływające na właściwości chemiczne wody. Jednym z poważniejszych źródeł zasolenia wód są emisje dwutlenku siarki do atmosfery. Po przejściu w kwas siarkowy związki te dostają się na powierzchnię ziemi i do wód w postaci kwaśnych opadów. W ten

sposób zakwaszają glebę lub wodę i mogą dalej przechodzić w siarczany. Inne sole pochodzą z przemysłu chemicznego i górnictwa. Szczególnie toksyczne są sole metali ciężkich (ołowiu, miedzi, rtęci), które działają zabójczo na organizmy żywe.

Ścieki przemysłowe to wszelkie ścieki zrzucane z terenów, na których prowadzi się działalność przemysłową, niebędące ściekami komunalnymi. Ilość ścieków i ich skład są specyficzne dla stosowanych technologii produkcji, aparatury i instalacji produkcyjnych.

Skład zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych jest bardzo zróżnicowany – stąd nawet dla podobnych technologii wytwarzania ustala się go na podstawie przeprowadzonych badań. W ściekach tych występują zarówno zanieczyszczenia organiczne, jak i nieorganiczne, w różnych ilościach. W wielu przypadkach można jednak określić główny rodzaj zanieczyszczenia w ściekach, jaki pochodzi z określanego:

- zanieczyszczenia organiczne powstają w trakcie produkcji mas plastycznych, w przemyśle gumowym, a przede wszystkim przy rafinacji ropy naftowej. Są to głównie węglowodory,
- gazownie, destylarnie smoły, przemysł naftowy, wytwórnie barwników i tworzyw sztucznych są źródłem fenoli. Są to substancje silnie toksyczne i wywołujące oparzenia skóry,
- do zanieczyszczeń organicznych należy zaliczyć odpady z garbarni, gorzelni, browarów, cukrowni, celulozowni, a nawet z przemysłu mięsnego,
- zakłady galwanotechniczne produkują ścieki zanieczyszczone metalami ciężkimi,
- stacje benzynowe, warsztaty samochodowe, zakłady transportowo-komunikacyjne są źródłem produktów ropopochodnych (zużyte oleje).

### **Termiczne zanieczyszczenia wód**

Są specyficznym rodzajem zanieczyszczeń przemysłowych, związanych ze spuszczeniem do zbiorników wodnych wód ciepłych lub gorących. Są to wody teoretycznie czyste, które zostały wykorzystane do chłodzenia w różnych procesach przemysłowych. Ich specyficznym zanieczyszczeniem jest wysoka temperatura. Wody te powodują podniesienie temperatury naturalnych jezior lub sztucznych zbiorników wodnych i prowadzą do poważnych zmian we florze i faunie danego zbiornika. Najczęściej większość rodzimych gatunków roślin i zwierząt ulega zniszczeniu, a na ich miejsce pojawiają się gatunki inne, często z cieplejszych rejonów Ziemi.

Zmieniają się też okresy pojawiania się, rozwoju i zaników roślin. Bardzo często dochodzi do nadmiernego rozwoju jednego gatunku.

### **Rolne zanieczyszczenia wód**

Zanieczyszczenia te są spowodowane z jednej strony przez nawozy mineralne i środki ochrony roślin, które przez wody opadowe są splukiwane do zbiorników wodnych, z drugiej strony – ścieków z intensywnych hodowli zwierząt. Bezściółkowa hodowla zwierząt i trzody chlewnej w bardzo dużych fermach hodowlanych daje duże ilości gnojowicy i innych zanieczyszczeń biologicznych.

Zanieczyszczenia powodowane przez nawozy mineralne i środki ochrony roślin są związane z chemizacją rolnictwa. Chodzi tu głównie o nawozy azotowe, fosforowe i potasowe oraz o całą grupę środków zaliczanych do pestycydów. Nawozy mineralne po dostaniu się do wód działają na niektóre rośliny wodne podobnie jak na rośliny lądowe, przyspieszając ich wzrost i rozwój. W rezultacie dochodzi do nadmiernej produkcji roślin i znacznie przyspieszonego zarastania jezior i innych zbiorników wodnych. Zjawisko to nosi nazwę eutrofizacji jezior. W widoczny sposób przejawia się to w postaci zakwitów jezior. Działanie środków ochrony roślin jest z reguły silnie toksyczne.

## **Skutki zanieczyszczenia wód**

Wprowadzenie ścieków do odbiornika może wywoływać wiele ujemnych skutków. Główne z nich to:

- odtlenianie wody, co wpływa ujemnie na życie ryb i innych organizmów wodnych,
- fizyczne zanieczyszczenie odbiornika, polegające na niekorzystnych zmianach cech fizycznych wody, takich jak: barwa, temperatura, zawartość ciał stałych i przezroczystość,
- nieprzyjemny smak i zapach wody,
- toksyczne oddziaływanie ścieków,
- oddziaływanie pobudzające rozwój organizmów wodnych, które występuje wówczas, gdy ścieki zawierają nadmierne ilości składników nawozowych takich jak: azot fosfor i potas. W sprzyjających warunkach pojawiają się masowe zakwity glonów, co utrudnia wykorzystanie wody do celów wodociągowych.

## **Zanieczyszczenia gleb**

Skażenia przemysłowe i komunikacyjne, chemizacja rolnictwa, chemiczne metody walki ze szkodnikami pól i lasów to główne źródła zanieczyszczeń gleb. Zanieczyszczenia te dostają się do gleb bezpośrednio przez powietrze lub za pośrednictwem wody, względnie przy udziale obu tych czynników łącznie. Związki siarki wnikające do gleby wraz z kwaśnym opadem prowadzą do zmiany kwasowości gleby i spadku jej żyzności.

Liczne substancje zanieczyszczające glebę są włączone w łańcuchy pokarmowe wskutek pobierania ich przez korzenie roślin. Podczas wędrówki tych substancji od roślin zielonych do organizmów roślinożernych i drapieżców następuje wzrost ich koncentracji. W rezultacie ostateczny konsument, jakim często jest człowiek, otrzymuje dużą dawkę substancji szkodliwych, toksycznych i rakotwórczych.

Pewnym paradoksem jest to, że olbrzymi udział w degradacji gleb ma samo rolnictwo. Stosowanie dużych maszyn rolniczych wymaga wolnych przestrzeni pól, pozbawionych zadrzewień i zakrzewień śródpolnych. Likwidacja śródpolnych zadrzewień i zakrzewień pozbawia kryjówek wiele zwierząt owadożernych, będących naturalnymi sprzymierzeńcami człowieka w walce ze szkodnikami. Rozwojowi szkodników sprzyjają jednogatunkowe uprawy (monokultury). Monokultury zmuszają do stosowania chemicznych środków ochrony roślin, a ponadto powodują jednostronne wyjaławianie gleby. To z kolei pociąga za sobą konieczność szybkiego uzupełniania w glebie najważniejszych składników za pomocą nawozów mineralnych. Produkcja tych nawozów przyczynia się nie tylko do wzbogacenia gleb, ale także do ich skażenia. Poza tym zarówno mechanizacja rolnictwa, jak i przemysł wspomagający rolnictwo, należą do dziedzin bardzo energochłonnych i stwarzają potrzebę rozwoju przemysłu energetycznego, a co za tym idzie przyczyniają się do wprowadzania do środowiska wielu zanieczyszczeń.

### **4.1.2. Pytania sprawdzające**

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

1. Jakie znasz gazowe zanieczyszczenia powietrza?
2. Jaki wpływ mają pyły na organizm człowieka?
3. Jakie są główne źródła emisji ołowiu?
4. Jaki wpływ na środowisko ma dwutlenek siarki?
5. W jakich procesach przemysłowych powstają tlenki azotu?
6. Co jest przyczyną powstawania dziury ozonowej?
7. Jakie ścieki zaliczamy do komunalnych?
8. Z jakich zakładów pochodzą zanieczyszczenia organiczne w ściekach przemysłowych?
9. Jakie zanieczyszczenia wód nazywamy termicznymi? Jakie są ich źródła?



### 4.1.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Określ główne zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, źródła ich emisji i ich wpływ na środowisko.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) wyszukać informacje na temat zanieczyszczeń w literaturze lub w Internecie,
- 2) wypełnić poniższą tabelę:

Tabela do ćwiczenia 1

Rodzaj zanieczyszczenia	Źródła zanieczyszczenia	Wpływ na środowisko (w tym na człowieka)

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tabela do wypełnienia,
- komputer z dostępem do Internetu.

#### Ćwiczenie 2

Zbadaj odczyn pyłu i obecność ołowiu w pyłe.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zebrać za pomocą pędzelka pył z różnych miejsc,
- 2) wsypać zebrany pył do dwóch probówek A i B zawierających po 5 cm<sup>3</sup> wody destylowanej,
- 3) wstrząsnąć probówką A i za pomocą papierka wskaźnikowego lub za pomocą pH-metru zbadać odczyn,
- 4) dodać do probówki B 10 kropli kwasu octowego CH<sub>3</sub>COOH o stężeniu 10%,
- 5) przesączyć potrząsnąć probówką B, a następnie przez lejek wyłożony bibułą roztwór do czystej probówki,
- 6) dodać do roztworu 10% roztwór siarczku sodu Na<sub>2</sub>S i obserwować zmiany,
- 7) zamieścić wyniki pomiarów i obserwacji w tabeli,
- 8) zapisać wnioski. Określić źródła obecności ołowiu w pyłe oraz źródła emisji pyłów o charakterze kwaśnym i o charakterze zasadowym.

Uwagi do doświadczenia:

- kwas octowy stosuje się w celu przeprowadzenia trudno rozpuszczalnych związków ołowiu w rozpuszczalne,
- obecność ołowiu w pyłe wykrywa się siarczkiem sodu. Jony siarczkowe S<sup>2-</sup> reagują z jonami ołowiu Pb<sup>2+</sup>, dając brunatno-czarny siarczek ołowiu:

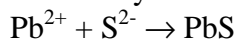


Tabela do ćwiczenia 2

Próbka pyłu pobrana z:	pH	Odczyn	Szacunkowa ocena zmian w roztworze po dodaniu Na <sub>2</sub> S
chodnika			
liści drzew			
terenu zakładu przemysłowego			
parkingu			

Wyposażenie stanowiska pracy:

- probówki, bibuła, lejek, pędzelek, kawałek kartonu,
- papierki wskaźnikowe o zawężonym zakresie pH i czułości co 0,5 lub pH-metr,
- siarczek sodu Na<sub>2</sub>S – roztwór 10%,
- kwas octowy CH<sub>3</sub>COOH o stężeniu 10%,
- woda destylowana,
- tabelka do wypełnienia.

### Ćwiczenie 3

Zbadaj wpływ dwutlenku siarki na rośliny.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przygotować dwie kolby: A i B,
- 2) umieścić w kolbie A suche, a w kolbie B mokre płatki kwiatów i liście,
- 3) umieścić na łyżce do spalania sproszkowaną siarkę,
- 4) za pomocą palnika gazowego zapalić siarkę,
- 5) przenieść ją do kolby z suchymi płatkami i liśćmi,
- 6) zamknąć kolbę korkiem i obserwować zmiany,
- 7) powtórzyć doświadczenie z drugą kolbą,
- 8) zapisać wyniki obserwacji w tabeli,
- 9) sformułować wnioski.

**UWAGA: Spalanie siarki powinienes przeprowadzić pod wyciągiem w sposób uniemożliwiający wdychanie szkodliwego dla zdrowia dwutlenku siarki!**

Tabela do ćwiczenia 3

	KOLBA „A”		KOLBA „B”	
	liść	kwiat	liść	kwiat
Opis zmiany barwy				

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dwie kolby z dopasowanymi korkami,
- łyżka do spalania,
- palnik,
- sproszkowana siarka,
- płatki kwiatów i liście,
- tabela do wypełnienia.

#### Ćwiczenie 4

Oznacz wartość pH wody pobranej z różnych źródeł oraz zawartość substancji stałych w wodzie.

##### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) pobrać próbki wody z różnych źródeł do czystych naczyń,
- 2) przelać wodę do probówek, zbadać odczyn pH za pomocą papierków wskaźnikowych lub pH-metru i zapisać wyniki w tabeli,
- 3) zważyć zlewkę, po czym wlać do niej odmierzoną za pomocą menzurki porcję 100 cm<sup>3</sup> pierwszej próbki wody,
- 4) ogrzewać zlewkę z wodą do całkowitego odparowania,
- 5) po ochłodzeniu zważyć zlewkę z osadem,
- 6) obliczyć masę osadu,
- 7) obliczyć zawartość substancji stałych w wodzie [w mg/dm<sup>3</sup>],
- 8) powtórzyć czynności dla pozostałych próbek,
- 9) zapisać wyniki pomiarów w tabeli.

Tabela do ćwiczenia 4

numer próbki	odczyn pH	masa [g]			zawartość substancji stałych [mg/dm <sup>3</sup> ]
		czystej zlewki	zlewki z osadem	osadu	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- probówki, stojak na probówki,
- papierki wskaźnikowe o zawężonym zakresie pH i czułości co 0,5 lub pH-metr,
- zlewki i stojak na zlewkę,
- menzurka,
- waga laboratoryjna,
- palnik,
- tabela do wypełnienia, kalkulator.

#### 4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

TAK NIE

- 1) wymienić gazowe zanieczyszczenia powietrza?
- 2) określić źródła emisji gazów zanieczyszczających powietrze?
- 3) wyjaśnić wpływ gazowych zanieczyszczeń powietrza na środowisko?
- 4) określić wpływ pyłowych zanieczyszczeń powietrza na środowisko?
- 5) wymienić źródła emisji pyłów do atmosfery?
- 6) wyznaczyć zawartość substancji stałych w wodzie?
- 7) zbadać obecność ołowiu w pyłe?
- 8) wymienić rodzaje zanieczyszczeń w ściekach komunalnych?
- 9) wymienić rodzaje zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych?
- 10) określić skutki zanieczyszczenia wód?
- 11) wymienić źródła zanieczyszczenia gleb?

## 4.2. Ochrona środowiska przed zanieczyszczeniem

### 4.2.1. Materiał nauczania

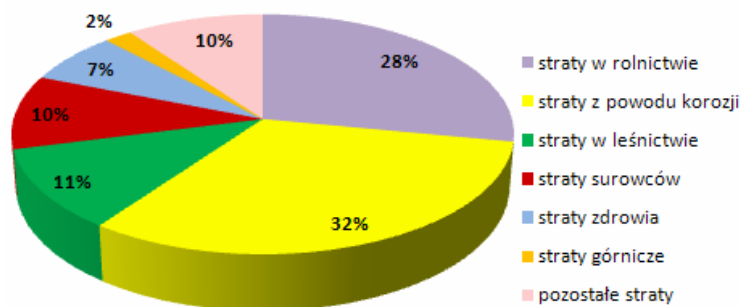
Szkody spowodowane zanieczyszczeniem środowiska naturalnego powodują określone straty. Straty te można najogólniej podzielić na dwie grupy:

- ekonomiczne – wyrażone w pieniądzu, powstające w wyniku działalności gospodarczej,
- społeczne – trudno wymierne lub niewymierne szkody w dziedzinie jakości życia ludności.

Straty o charakterze ekonomicznym, powstałe w wyniku działalności gospodarczej można podzielić na:

- straty biologiczne powstające w środowisku przyrodniczym (np. obniżenie wielkości plonów, straty w leśnictwie),
- straty wynikające z ubytków wsadu materiałowego na skutek emisji do otoczenia (np. skażenie zasobów naturalnych wykorzystywanych do produkcji),
- straty w majątku trwałym na skutek oddziaływania zanieczyszczeń (np. przyspieszona korozja maszyn, budynków, sieci energetycznej),
- straty wynikające z pogorszenia zdrowia ludności (np. wzrost absencji w pracy, wzrost kosztów leczenia).

Strukturę strat materialnych spowodowanych zanieczyszczeniem środowiska na przełomie lat 80 – tych i 90 – tych ubiegłego stulecia przedstawia diagram na rys. 8



Rys. 8. Struktura strat materialnych spowodowanych zanieczyszczeniem środowiska [opracowanie własne]

### Ochrona powietrza atmosferycznego przed zanieczyszczeniem

Lista substancji powodujących zanieczyszczenie atmosfery jest bardzo długa. Każda z tych substancji po osiągnięciu pewnego stężenia w powietrzu staje się szkodliwa lub nawet niebezpieczna dla człowieka i innych organizmów oraz dla całego środowiska. Ochrona powietrza polega obecnie na ograniczeniu emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Można to osiągnąć różnymi metodami, opisanymi poniżej.

### Ograniczenie zapylenia powietrza

Każde stanowisko pracy, na którym występuje pylenie, powinno być wyposażone w sprawnie działającą mechaniczną wentylację miejscową, której podstawowym zadaniem jest wychwytywanie cząstek pyłu jak najbliżej miejsca ich powstawania i niedopuszczenie do rozprzestrzeniania się. Stosowane są też różne formy techniczno-organizacyjne walki z pyłami jak np.: pneumatyczny przeładunek produktów pyłących przewożonych luzem, zamiast „suchych” – stosowanie „mokrych” metod (np. szlifowania), zamiast oczyszczania odlewów żeliwnych metodą „piaskowania” – stosowanie śrutowania lub hydrooczyszczania.

Bardzo duże ilości pyłów powstają w czasie spalania paliw w elektrowniach i ciepłowniach (szczególnie pyłu i miazgu węglowego). Sposobem pozwalającym na rozproszenie zanieczyszczeń w miejscu ich emitowania jest budowa wysokich kominów. Dzięki temu zwiększa się zasięg wędrowki zanieczyszczeń, maleje ich stężenie w pobliżu miejsca powstawania, ale nie zmniejsza się ich ogólna ilość w atmosferze. Dlatego stosuje się odpylanie spalin za pomocą specjalnych urządzeń. Należą do nich między innymi: odpylacze cyklonowe, tkaninowe, odpylacze mokre i elektrostatyczne.

Standardy emisyjne z instalacji w zakresie wprowadzania pyłów do powietrza, zróżnicowane w zależności od rodzaju działalności, procesu technologicznego lub operacji technicznej oraz terminu oddania instalacji do eksploatacji, terminu zakończenia jej eksploatacji lub dalszego łącznego czasu jej eksploatacji określa ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji. Np. standardy emisyjne pyłu ze spalania węgla kamiennego w źródłach istniejących zawarte są w tabeli 1.

**Tabela 1.** Standardy emisyjne pyłu ze spalania węgla kamiennego w źródłach istniejących [17]

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Standardy emisyjne pyłu w $\text{mg}/\text{m}^3$ przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych					
	Źródła istniejące oddane do użytkowania przed dniem 29 marca 1990 r.				Źródła istniejące oddane do użytkowania po dniu 28 marca 1990 r.	
	do 31.12.2006 r.	od 01.01.2007 r. do 31.12.2015 r.	od 01.01.2016 r.	źródła wymienione w pkt IV.3. i 4. niniejszego załącznika w okresie od 01.01.2008 r. do terminów tam określonych	do 31.12.2015 r.	od 01.01.2016 r.
1	2	3	4	5	6	7
< 5	1900	700	200	700	630	200
$\geq 5$ i < 50	1000	400 <sup>1)</sup>	100	400	400	100 <sup>2)</sup>
$\geq 50$ i < 500	350 <sup>3)</sup>	100 <sup>4)</sup>	100	350	100	100
$\geq 500$	350 <sup>3)</sup>	50 <sup>4), 5)</sup>	50 <sup>5)</sup>	350	50 <sup>5)</sup>	50 <sup>5)</sup>

**Objaśnienia:**

- 1) standard emisyjny pyłu ze źródeł, które oddano do użytkowania przed dniem 29 marca 1990 r., dla których prowadzący takie źródła, zobowiązał się w pisemnej deklaracji, złożonej właściwemu organowi ochrony środowiska nie później niż do dnia 30 czerwca 2004 r., że źródło będzie użytkowane nie dłużej niż do dnia 31 grudnia 2015 r., a czas jego użytkowania w okresie od dnia 1 stycznia 2008 r. do dnia 31 grudnia 2015 r. nie przekroczy 20 000 godzin, wynosi w okresie od 01.01.2007 r. do 31.12.2015 r. 700  $\text{mg}/\text{m}^3$  przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych
- 2) standard emisyjny pyłu ze źródeł wymienionych w pkt IV.3. załącznika wynosi - do czasu określonego w tym punkcie - 400  $\text{mg}/\text{m}^3$  przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych.
- 3) wartości obowiązują do dnia 31 grudnia 2007 r.;
- 4) wartości obowiązują od dnia 1 stycznia 2008 r.;
- 5) dla źródeł, w których spalane jest paliwo stałe posiadające w stanie roboczym: wartość opalową mniejszą niż 5 800 kJ/kg, zawartość wilgoci większą niż 45% wagowych, łączną zawartość wilgoci i popiołu większą niż 60% wagowych i zawartość tlenku wapnia większą niż 10%, standard emisyjny wynosi 100  $\text{mg}/\text{m}^3$  przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych.

Rozporządzenie to określa również między innymi:

- standardy emisyjne z instalacji w zakresie wprowadzania gazów do powietrza,
- sytuacje uzasadniające przejściowe odstępstwa od standardów oraz granice odstępstw,
- warunki uznawania standardów za dotrzymane,
- wymagania w zakresie stosowania określonych rozwiązań technicznych zapewniających ograniczenie emisji.

## Ochrona powietrza przed związkami siarki

Ilość dwutlenku siarki zależy przede wszystkim od rodzaju paliwa stosowanego w ciepłowniach, elektrociepłowniach i elektrowniach ciepłych. Dużą zawartością siarki odznaczają się gorsze gatunki węgla kamiennego, a przede wszystkim węgiel brunatny. Jednym ze sposobów zmniejszenia emisji związków siarki do atmosfery jest, więc wzbogacanie węgla kamiennego przed spalaniem, polegające na usuwaniu z niego kamieni pirytowych zawierających siarkę i zwiększających ilość popiołu.

Drugą metodą jest zastosowanie nowych typów palenisk do kotłów pyłowych. Są to tzw. paleniska fluidalne. Pozwalają one na ograniczenie emisji nie tylko dwutlenku siarki, ale również tlenków azotu czy tlenku węgla.

Trzecią metodą jest odsiarczanie paliw za pomocą specjalnych urządzeń.

Standardy emisyjne dwutlenku siarki ze spalania węgla kamiennego w źródłach istniejących zawarte są w tabeli 2.

**Tabela 2.** Standardy emisyjne dwutlenku siarki ze spalania węgla kamiennego w źródłach istniejących [17]

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Standardy emisyjne dwutlenku siarki w $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{u}}$ , przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych		
	Źródła oddane do użytkowania przed dniem 29.03.1990 r.		Źródła oddane do użytkowania po dniu 28.03.1990 r.
	do 31.12. 2007 r.	od 01.01.2008 r.	
1	2	3	4
< 5	2000	1500	1500
$\geq 5$ i < 50	2000	1300	1300
$\geq 50$ i < 100	2000	850	850
$\geq 100$ i < 500	Liniowy spadek od 2000 do 400 <sup>1)</sup>	Liniowy spadek od 850 do 400 <sup>1)</sup>	Liniowy spadek od 850 do 400 <sup>1)</sup>
$\geq 500$	400 <sup>1)</sup>	400 <sup>1)</sup>	400 <sup>1)</sup>

**Objaśnienie:**

<sup>1)</sup> standard emisyjny dwutlenku siarki ze źródeł o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 400 MW wynosi  $800 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{u}}$ , przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych, jeżeli źródła pracują przez okres nie dłuższy niż:

- 2000 godzin w roku kalendarzowym (średnia krocząca z pięciu lat) do dnia 31 grudnia 2015 r.,
- 1500 godzin w roku kalendarzowym (średnia krocząca z pięciu lat) od dnia 1 stycznia 2016 r.

Do czasu pracy tych źródeł nie wlicza się okresów ich rozruchu i zatrzymywania.

## Ograniczanie emisji tlenków azotu

Tlenki azotu wydzielają się w czasie spalania wszystkich rodzajów paliw energetycznych. Powstają głównie w rezultacie utleniania azotu zawartego w powietrzu doprowadzonym do spalania oraz azotu zawartego w paliwie. Koncentracja tlenków azotu zwiększa się w miarę podwyższania temperatury spalin w jądrze płomienia, zwiększenia koncentracji tlenu oraz wydłużenia czasu przebywania cząstek paliwa w strefie wysokich temperatur. Główne przedsięwzięcia mające na celu ograniczenie powstawania tlenków azotu skupiają się, więc na obniżeniu temperatury spalania i koncentracji tlenu. Polega to między innymi na wprowadzeniu dwustopniowego spalania (najpierw spalanie bogatej mieszanki przy doprowadzeniu małej ilości powietrza, a potem dopalanie paliwa przez doprowadzenie powietrza wtórnego) czy recyrkulacji spalin. Także zastosowanie palenisk fluidalnych pozwala, podobnie jak w przypadku tlenków siarki, ograniczyć emisję. Wymienione metody pozwalają zmniejszyć emisję tlenków azotu.

Istnieją również metody pozwalające na usuwanie wytworzonych w procesie spalania tlenków azotu. W zakładach energetycznych, które są głównym źródłem emisji  $\text{NO}_x$ , stosuje się instalacje odazotowania spalin.

Standardy emisyjne tlenków azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu ze spalania węgla kamiennego w źródłach istniejących zawarte są w tabeli 3.

**Tabela 3.** Standardy emisyjne tlenków azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu ze spalania węgla kamiennego w źródłach istniejących [17]

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Standardy emisyjne tlenków azotu w mg/m <sup>3</sup> , przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych					
	Źródła istniejące oddane do użytkowania przed dniem 29 marca 1990 r.				Źródła istniejące oddane do użytkowania po dniu 28 marca 1990 r.	
	do 31.12.2007r.	od 01.01.2008 r. do 31.12.2015 r.	od 01.01.2016 r.	Źródła wymienione w pkt IV.2. niniejszego załącznika od 01.01.2016 r. do terminów tam określonych	do 31.12.2015 r.	od 01.01.2016 r.
1	2	3	4	5	6	7
<50	400	400	400	400	400	400
≥ 50 i ≤ 500	600	600	600	600	500	500
> 500	540 <sup>1)</sup>	500 <sup>1)</sup>	200 <sup>2)</sup>	500	500 <sup>1)</sup>	200 <sup>2)3)</sup>

**Objaśnienia:**

- 1) standard emisyjny tlenków azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu ze źródeł, które będą użytkowane nie dłużej niż 2000 godzin rocznie (średnia krocząca z pięciu lat), wynosi 600 mg/m<sup>3</sup>, przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych. Do czasu pracy tych źródeł nie wlicza się okresów ich rozruchu i zatrzymywania.
- 2) standard emisyjny tlenków azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu ze źródeł, które będą użytkowane nie dłużej niż 1500 godzin (średnia krocząca z pięciu lat), wynosi 450 mg/m<sup>3</sup>, przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych. Do czasu pracy tych źródeł nie wlicza się okresów ich rozruchu i zatrzymywania.
- 3) standard emisyjny tlenków azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu ze źródeł wymienionych w pkt IV.2. załącznika wynosi - do czasu określonego w tym punkcie - 500 mg/m<sup>3</sup>, przy zawartości 6 % tlenu w gazach odlotowych.

### Ograniczanie emisji tlenku węgla

Tlenek węgla jest rezultatem niepełnego spalania paliw zarówno w paleniskach, jak i w silnikach spalinowych. Dlatego też podstawowym sposobem zmniejszania jego emisji do powietrza jest doprowadzanie do pełnego spalania surowców energetycznych. Osiąga się to przez stosowanie odpowiednich palenisk (np. fluidalnych) i lepszą kontrolę spalania. Duże możliwości pod tym względem tkwią w przeprowadzeniu na dużą skalę regulacji zapłonu i gaźników w silnikach, które są w niewyposażone. Ponadto, wycofanie z eksploatacji pojazdów w złym stanie technicznym pozwoliłoby na zmniejszenie o ok. 50% emisji tlenku węgla, a także tlenków azotu i węglowodorów.

W pojazdach samochodowych nowej generacji stosuje się dopalacze katalityczne (katalizatory spalin) współpracujące z sondą lambda oraz bezwzględnie tylko benzyną bezołowiową. Procesowi spalania towarzyszy powstawanie związków toksycznych w postaci tlenku węgla (CO), niespalonych węglowodorów (HC), tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) i cząstek stałych. Aby te związki toksyczne stały się nieszkodliwe dla otoczenia, muszą przejść określone przemiany. Przeprowadzenie spalin przez dopalacz katalityczny powoduje redukcję NO<sub>x</sub> do wolnego azotu i tlenu oraz utlenienie (dopalenie) CO i HC na dwutlenek węgla i wodę. Współczesne katalizatory spełniają te trzy ważne funkcje i dlatego są zwane tryfunkcyjnymi. Sprawność tych procesów nazwana jest konwersją i może osiągnąć wartości bliskie 90%.

### Dodatkowe przedsięwzięcia mające na celu ograniczenie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego

Do działań tych należą:

- zwiększenie powierzchni terenów zielonych – rośliny przeprowadzają proces fotosyntezy, w czasie którego pobierają z powietrza dwutlenek węgla i produkują tlen,
- wyłączanie silnika w czasie oczekiwania na wolny przejazd – ograniczamy w ten sposób ilość spalin emitowanych do atmosfery,
- korzystanie ze środków komunikacji miejskiej zamiast własnego samochodu lub pokonywanie krótkich dystansów piechotą czy na rowerze,
- stosowanie w zakładach przemysłowych specjalnych filtrów zatrzymujących zanieczyszczenia np. pyłów cementowych. Dzięki temu można uzyskać dodatkowe korzyści, wykorzystując te substancje jako surowce wtórne.

## Ochrona wód

Woda należy do zasobów niewyczerpywalnych. Można wprawdzie spowodować, że określone zasoby wodne staną się w wyniku zanieczyszczenia nieprzydatne dla człowieka lub nawet szkodliwe, ale zarówno w procesach naturalnych, jak i sztucznych możliwe jest oczyszczanie tej wody i powtórne jej użycie. Etapy procesu samooczyszczania wód przedstawia rysunek 9. Im dalej od źródła zanieczyszczenia, tym woda jest bardziej czysta.



Rys. 9. Schemat samooczyszczania wód [opracowanie własne]

Zanieczyszczone wody rzek ograniczają rozwój wielu organizmów. W krańcowych wypadkach, przy bardzo dużej ilości ścieków lub przy ich dużej toksyczności, dochodzi do całkowitego zaniku życia w rzece. Tracą one zdolności samooczyszczania i nie nadają się do wykorzystania na żadne cele. Nagromadzone w nich zanieczyszczenia docierają do mórz i oceanów. Powodują tam skażenia różnych organizmów, w tym ryb morskich, będących ważnym źródłem wyżywienia ludzi. Prawidłowa gospodarka wodno-ściekowa sprowadza się do działania w trzech kierunkach:

- eliminowania nieprawidłowości w gospodarowaniu zasobami wodnymi,
- ochrony wód przed zanieczyszczeniem,
- poprawienia bilansu wodnego w celu zwiększenia ilości wód dyspozycyjnych.

Do groźnych nieprawidłowości w gospodarowaniu zasobami wodnymi należy niewłaściwa struktura zużycia wody z ujęć komunalnych, z których przemysł pobiera znaczną część. W wielu wypadkach przemysł mógłby korzystać z mniej czystych wód. Poza tym wiele zakładów przemysłowych mających własne ujęcia wody korzysta z podziemnych wód pitnych, które powinny być przeznaczone na potrzeby ludności. Ciągłe też jest zbyt mało zakładów przemysłowych, które wielokrotnie używałyby tej samej wody (np. przy chłodzeniu) w tzw. systemach zamkniętego obiegu wody.

Znaczne straty czystej, pitnej wody powstają w wyniku złego stanu sieci wodociągowej i nieoszczędnego używania wody. Szacuje się, że straty te wynoszą ok. 10% ogólnego zużycia wody z ujęć komunalnych. Niemalą rolę odgrywają w tym nieszczelne lub niestarannie dokręcone krany.

Ochronę wód przed zanieczyszczeniem realizuje się różnymi sposobami. Jeden, to oszczędne gospodarowanie wodą i zwiększenie jej zasobów dyspozycyjnych przez oczyszczanie ścieków i innych wód zanieczyszczonych. W tym względzie konieczna jest budowa oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych oraz wiejskich.

Rozróżnia się następujące procesy oczyszczania ścieków:

- mechaniczne – oparte na wykorzystaniu operacji technologicznych rozdrabniania, cedzenia, filtrowania, sedymentacji (osadzania), flotacji (wznoszenia), koalescencji, wypieniania i odwirowania,
- fizyczno-chemiczne – związane ze zjawiskami odparowania, odgazowania, wymrażania, koagulacji, sorpcji, wymiany jonowej i ekstrakcji,
- chemiczne – oparte na procesach utleniania, redukcji, wytrącania i zobojętniania,



- biologiczne (biochemiczne) – wykorzystujące odpowiednie metaboliczne przemiany bakterii, które, zależnie od stosunku ogólnego ładunku zanieczyszczeń do ilości tlenu, mogą przebiegać w kierunku utleniania lub redukcji.

W zależności od warunków tlenowych, w których prowadzi się oczyszczalnie ścieków, procesy biologiczne dzieli się na: tlenowe (aerobowe), pośrednie (fakultatywne) i beztlenowe (anaerobowe).

Oczyszczalnie ścieków to całe zespoły obiektów budowlanych, składające się z obiektów technologicznych, które służą bezpośrednio do oczyszczania ścieków i przeróbki osadu oraz z obiektów pomocniczych niezbędnych do dostawy energii, stworzenia odpowiednich warunków pracy obsługi i kierowania przebiegiem kontroli procesów technologicznych.

Ze względu na rodzaj oczyszczalni ścieków wyróżnia się:

- oczyszczalnie ścieków bytowo-gospodarczych,
- oczyszczalnie przemysłowe,
- oczyszczalnie ścieków deszczowych.

Ze względu na różne wymagania w stosunku do stopnia oczyszczania ścieków w poszczególnych oczyszczalniach można wykorzystywać metody oczyszczania w bardzo różnym zakresie. W związku z tym działanie oczyszczalni może polegać na:

- wstępnym mechanicznym oczyszczaniu ścieków,
- pełnym mechanicznym oczyszczaniu ścieków i biologicznym unieszkodliwianiu osadów ściekowych,
- pełnym mechanicznym oczyszczaniu ścieków, dalszym biologicznym oczyszczaniu oraz biologicznym unieszkodliwianiu osadów ściekowych,
- pełnym mechanicznym i biologicznym oczyszczaniu ścieków, biologicznym unieszkodliwianiu osadów ściekowych oraz dalszym usunięciu z oczyszczonych ścieków substancji pożywkowych.

Aby zapobiec przenikaniu produktów ropopochodnych do gleby oraz wód należy stosować separatory oleju. Separatory zatrzymują oleje i zanieczyszczenia znajdujące się w ściekach odprowadzanych ze stacji benzynowych, myjni, zakładów transportowo-komunikacyjnych i warsztatów samochodowych, oraz wszelkiego rodzaju parkingów.

Kolejny sposób ochrony wód przed zanieczyszczeniami polega na zmniejszeniu strat w gospodarce spowodowanych wodami zanieczyszczonymi. Wody takie w bardzo szybkim tempie niszczą betonowe i stalowe urządzenia oraz budowle, powodują zamulanie rzek i starzenie się jezior, stwarzają konieczność likwidacji kąpielisk i innych form rekreacji związanych z wodą oraz zagrażają rozprzestrzenianiem się chorób.

Zwiększenie ilości wód dyspozycyjnych i poprawienie tym samym bilansu wodnego mieści się już w dużym stopniu w podanych wyżej działaniach na rzecz ochrony czystości wód. Aby jednak zwiększyć zasoby wodne kraju, trzeba w bardziej racjonalny sposób zatrzymywać wody zbyt szybko spływające do morza. Można to osiągnąć przez naturalną i sztuczną retencję.

Bardzo ważną sprawą jest ocena stanu czystości wód. W tym celu, zgodnie z upoważnieniem, jakie ustala Prawo Wodne dała Ministrowi Środowiska, wprowadzono klasyfikację czystości wód. Jej podstawą jest wykorzystanie wód. Do roku 2004 obowiązywała trójstopniowa klasyfikacja wód, wg której:

- Klasa I – to wody, które mogą być wykorzystywane jako źródło zaopatrzenia ludności w wodę pitną, jako źródło zaopatrzenia przemysłu spożywczego i innych gałęzi przemysłu wymagających tej klasy czystości wody oraz hodowli ryb łososiowatych,
- Klasa II – to wody, które mogą być wykorzystywane jako źródło zaopatrzenia w wodę hodowli zwierząt, do celów rekreacji, sportów wodnych i kąpielisk oraz do hodowli ryb z wyjątkiem łososiowatych,

- Klasa III – to wody, które mogą być wykorzystywane jako źródło zaopatrzenia w wodę zakładów przemysłowych z wyjątkiem tych, dla których wymagana jest klasa I i II oraz do celów nawodnienia terenów rolnych i ogrodniczych,
- pozostałe wody to wody poza klasyfikacją, nie nadające się do żadnych celów.

Następnie wprowadzono klasyfikację pięciostopniową obowiązującą do 2005 roku. Można ją znaleźć w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska z dnia 11.02.2004 r. Obecnie przystosowuje się polskie prawo do przepisów unijnych.

Stan wód oceniany jest na podstawie badań. Przeprowadza się następujące rodzaje badań:

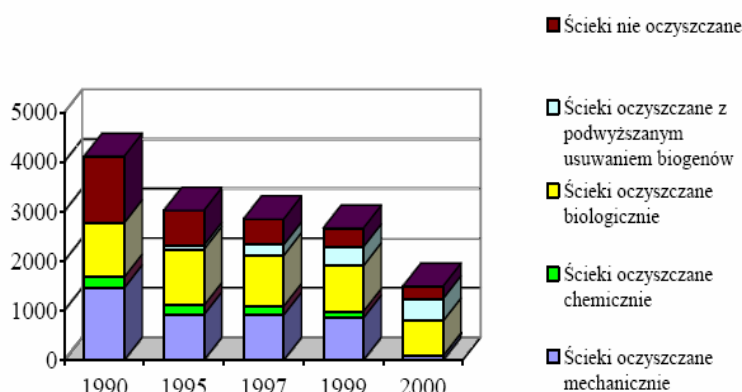
- organoleptyczne – ocena własności fizycznych i chemicznych, np. barwy, mętności, ilości substancji rozpuszczonych, odczynu pH, zapachu, stwierdzenie obecności organizmów, plam oleju itp.
- fizyko-chemiczne – oznaczenie parametrów, z których najważniejsze są oznaczenia: chlorków, siarczanów, azotanów, fosforanów, chloru, detergentów, fenoli, DDT (azotoksu), metali ciężkich oraz BZT5 (jest to biochemiczne pięciodobowe zapotrzebowanie tlenu. Wartość tę uzyskuje się w wyniku pomiaru zużycia tlenu przez badaną próbkę wody lub ścieków w ciągu 5 dni. Pośrednio określa się w ten sposób stężenie substancji organicznej podatnej na biodegradację. Im wyższa jest wartość BZT5 tym większe zanieczyszczenie),
- bakteriologiczne – oznaczenie liczby bakterii (grupy coli i gronkowców).

Polska zaliczana jest do krajów o ubogich zasobach wodnych. Dlatego ważne jest, że od początku lat dziewięćdziesiątych obserwuje się spadek zużycia wody spowodowany początkowo recesją gospodarki, przekształcając się następnie w stały spadek (w przemyśle o 10,2%, w gospodarce komunalnej o 21%) spowodowany racjonalizacją gospodarowania wodą przez konsumentów i dostawców wody. Ilustruje to tabela 4.

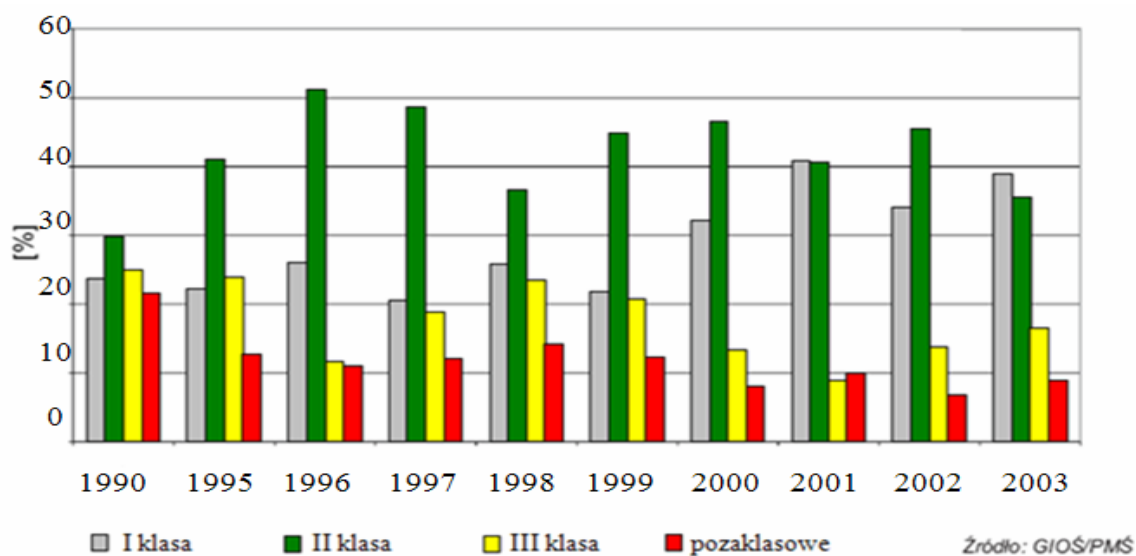
**Tabela 4.** Zużycie wody w Polsce [w hm<sup>3</sup>/rok] w latach 1990–2000 [opracowanie własne wg 19]

Rok	1990	1995	1996	1997	1998	2000
Zużycie wody[hm <sup>3</sup> ]	14247	12065	12008	11799	11274	10409

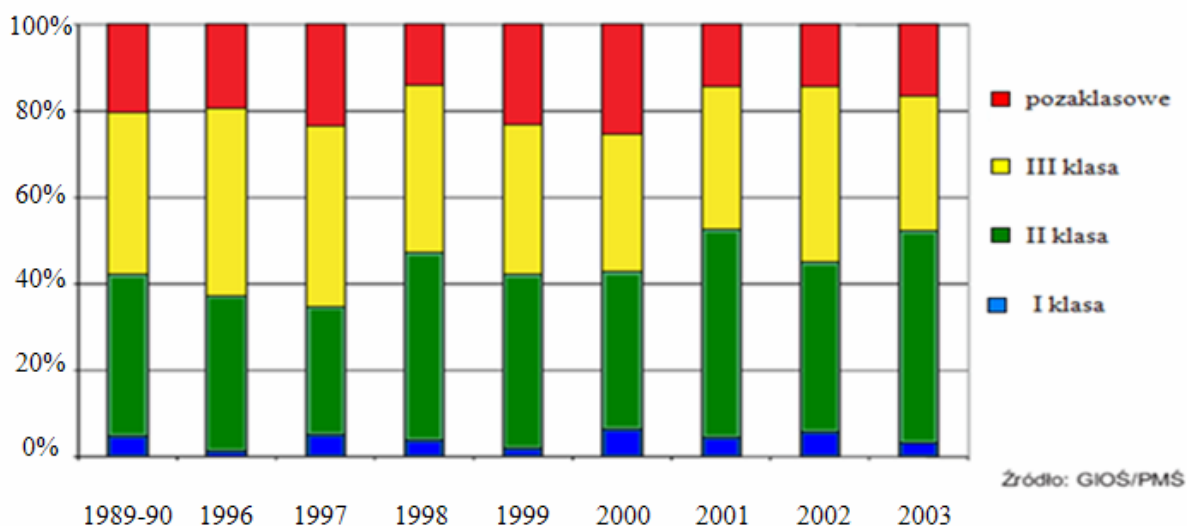
W latach 90-tych ubiegłego stulecia nastąpił też zasadniczy spadek ilości ścieków odprowadzanych bez oczyszczania oraz wzrost ilości ścieków oczyszczanych biologicznie i z podwyższonym usuwaniem biogenów (rys. 10). Spowodowane to jest zwiększaniem rygorów środowiskowych i procentuje to od połowy lat dziewięćdziesiątych systematyczną poprawą jakości wód rzecznych i poprawą jakości wód jezior (rys. 11 i 12).



**Rys. 10.** Ścieki odprowadzane w Polsce [w hm<sup>3</sup>/rok] w latach 1990-2000 [19]



Rys. 11. Jakość wód w rzekach Polski w latach 1990-2003 [19]



Rys. 12. Jakość wód polskich jezior w latach 1990-2003 [19]

#### 4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie znasz metody ograniczania zapylenia środowiska?
2. W jaki sposób można zmniejszać emisję związków siarki do atmosfery?
3. Jakie są metody ograniczania emisji tlenków azotu do atmosfery?
4. W jaki sposób można ograniczyć emisję tlenku węgla do atmosfery?
5. Na czym polega prawidłowa gospodarka wodno-ściekowa?
6. Na czym polegają mechaniczne procesy oczyszczania ścieków?
7. Na czym polegają fizyczno-chemiczne procesy oczyszczania ścieków?
8. Na czym polegają chemiczne procesy oczyszczania ścieków?
9. Na czym polegają biochemiczne procesy oczyszczania ścieków?

### 4.2.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Określ główne zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i metody ograniczania ich emisji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odszukać informacje w poradniku dla ucznia lub w Internecie,
- 2) wypełnić poniższą tabelkę:

Tabela do ćwiczenia 1

Rodzaj zanieczyszczenia	Sposoby ograniczania emisji

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tabela do wypełnienia,
- komputer z dostępem do Internetu.

#### Ćwiczenie 2

Opracuj instrukcję ochrony powietrza dla elektrowni ciepłej opalanej węglem brunatnym o mocy 400 MW.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować, jakie zanieczyszczenia emituje do atmosfery elektrownia,
- 2) określić dopuszczalną zawartość tych zanieczyszczeń w gazach odlotowych,
- 3) zaproponować sposoby ograniczania emisji tych zanieczyszczeń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do Internetu,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji.

#### Ćwiczenie 3

Opracuj:

- a) instrukcję prowadzenia gospodarki wodno-ściekowej,
- b) sprawozdanie dotyczące odprowadzania zanieczyszczeń do środowiska przez mleczarnię przetwarzającą 370 ton mleka na dobę. Na terenie zakładu znajduje się opalana węglem kotłownia z mokrym odprowadzeniem odpadów paleniskowych, produkująca parę na potrzeby technologiczne i grzewcze oraz oczyszczalnia ścieków. Zakład posiada własny transport samochodowy i wózki spalinowe.

## Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z opublikowanym w kwietniu 2005 przez Ministerstwo Środowiska opracowaniem „Najlepsze dostępne techniki (BAT) wytyczne dla branży mleczarskiej”,
- 2) przeanalizować, jakie rodzaje zanieczyszczeń emitowane są do środowiska,
- 3) zaproponować sposoby ograniczania emisji tych zanieczyszczeń,
- 4) przeanalizować zapotrzebowanie na wodę do produkcji i procesów pomocniczych,
- 5) zaproponować sposoby ograniczania zużycia wody,
- 6) zaproponować działania przyczyniające się do ograniczania ilości i ładunku ścieków oraz ich szkodliwego działania na środowisko,
- 7) opisać sposoby postępowania ze ściekami.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do Internetu.

### 4.2.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

**TAK NIE**

- 1) określić sposoby ograniczania emisji gazów do atmosfery?
- 2) określić sposoby ograniczania emisji pyłów do atmosfery?
- 3) określić sposoby ograniczania zużycia wody w przedsiębiorstwie?
- 4) określić sposoby oczyszczania ścieków?
- 5) wymienić procesy oczyszczania ścieków?
- 6) opracować sprawozdanie dotyczące odprowadzenia zanieczyszczeń do środowiska?
- 7) opracować instrukcję prowadzenia gospodarki wodno-ściekowej dla wybranego przedsiębiorstwa produkcyjnego?
- 8) opracować instrukcję ochrony powietrza dla wybranego przedsiębiorstwa?

## 4.3. Gospodarka odpadami

### 4.3.1. Materiał nauczania

Odpady to pozostałości po różnych formach działalności ludzkiej: zużyte przedmioty oraz substancje stałe, a także nie będące ściekami substancje ciekłe, powstające w związku z bytowaniem człowieka lub działalnością gospodarczą.

Zagadnienia związane z gospodarką odpadami są uregulowane prawnie ustawami:

- Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r.
- Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r.
- Ustawa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych z dnia 11 maja 2001 r.
- Ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej z dnia 11 maja 2001 r. z późniejszymi zmianami.

#### Odpady komunalne

Odpady komunalne produkowane są w wyniku działalności bytowo-gospodarczej człowieka w środowisku miejskim i osiedlowym (w tym działalność handlowa, oświatowa, kulturalna itd.). Skład, właściwości i ilość odpadów komunalnych zależne są od typu zabudowy i systemu grzewczego mieszkań. Odpady komunalne można podzielić na kilka grup:

- odpady domowe (bytowe) – związane z przebywaniem ludzi w miejscu zamieszkania; są to odpady gromadzone w mieszkaniach w koszach na śmieci: resztki żywności, opakowania, zużyte przedmioty domowe,
- odpady wielkorozmiarowe (wielkogabarytowe) – są to między innymi: wraki samochodowe, meble, telewizory, pralki, lodówki,
- odpady z obiektów użyteczności publicznej: placówek oświatowych, kulturalnych, sportowych, administracyjnych i biurowych,
- odpady zielone – odpady z pielęgnacji terenów zieleni miejskiej i ogródków przydomowych,
- odpady uliczne – odpady komunalne zbierane w koszach ulicznych oraz zmiotki z ulic i placów miejskich,
- gruz i ziemia z prac budowlanych i remontowych,
- śnieg i lód – usuwany z ulic i placów w okresie zimowym.

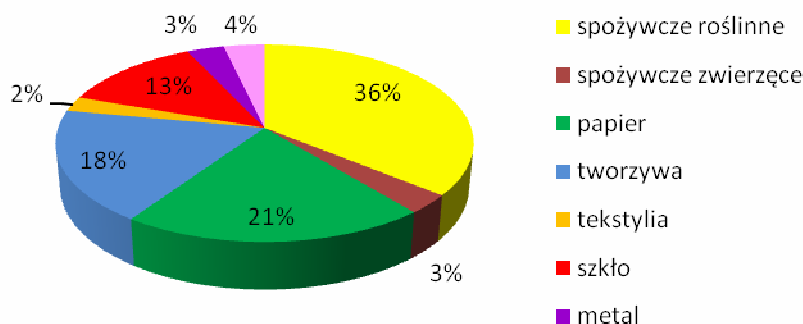
Odpady komunalne mają specyficzny charakter zmieniający się w zależności od wielu czynników takich jak:

- rodzaj zabudowy (miejska, wiejska, niska, wysoka),
- nasycenie terenu obiektami usługowymi oraz innymi obiektami niemieszkalnymi (szkoły, biura, parki),
- wyposażenie techniczne i sanitarne budynków (szczególnie sposób ogrzewania).

Istotny wpływ na skład odpadów komunalnych mają też:

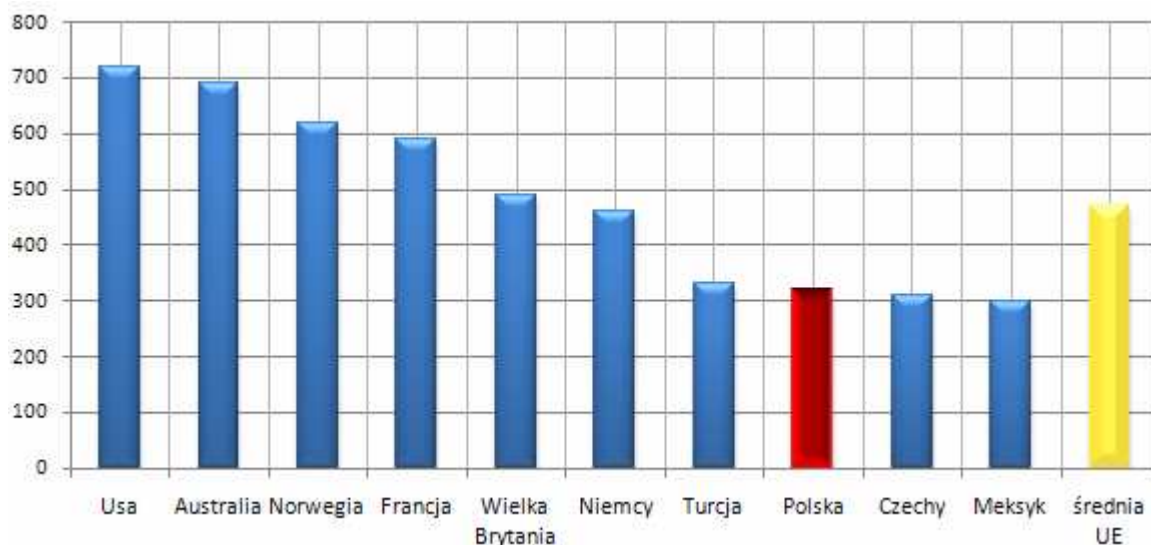
- stan zamożności mieszkańców,
- odzysk surowców wtórnych,
- pora roku,
- posiadanie ogródka przydomowego.

Skład morfologiczny odpadów komunalnych w latach 2003–2004 dla Warszawy przedstawia rysunek 13.



Rys. 13. Skład odpadów komunalnych z Warszawy w latach 2003-2004 [opracowanie własne]

Wielkość produkcji odpadów komunalnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca w różnych krajach pokazuje rys. 14.



Rys. 14. Wielkość rocznej produkcji odpadów komunalnych w kg na jednego mieszkańca w różnych krajach [opracowanie własne]

Z wykresu wynika, że w najbogatszych krajach świata każdy mieszkaniec wytwarza ponad dwa razy więcej odpadów komunalnych niż w Polsce, zbliżoną ilość natomiast w krajach o podobnej zamożności społeczeństwa. Analiza powyższych danych wskazuje, że przed Polską stoi trudne zadanie zagospodarowania rosnącej ilości odpadów komunalnych w miarę rozwoju gospodarczego kraju. Tym trudniejsze jest to zadanie, że w szybkim tempie rośnie udział pewnych grup odpadów, w związku ze wzrostem zamożności oraz zmianą nawyków konsumpcyjnych społeczeństwa (w latach 1988–1998 nastąpił ponad 3,5-krotny wzrost udziału tworzyw sztucznych w odpadach komunalnych z Warszawy).

Wśród odpadów komunalnych znajdują się także odpady niebezpieczne. Należą do nich odpady zawierające w swoim składzie substancje toksyczne, palne, wybuchowe, biologicznie czynne, skażone mikroorganizmami chorobotwórczymi:

- zużyte baterie, akumulatory,
- lampy rtęciowe, świetlówki, termometry,
- puszki po farbach i lakierach, rozpuszczalniki,
- środki czyszczące i opakowania po nich,
- środki ochrony roślin i opakowania po nich,
- środki do konserwacji drewna,

- zbiorniki po aerozolah,
- filtry oleju, smary,
- przeterminowane leki, zużyte opatrunki, strzykawki, pampersy.

Udział odpadów niebezpiecznych wśród odpadów z gospodarstw domowych szybko rośnie, ponieważ przy pracach domowych używa się coraz więcej różnych środków chemicznych.

### Prognozowanie masy odpadów komunalnych

Na podstawie metodycznych badań odpadów komunalnych ustala się wskaźniki nagromadzenia odpadów. W tabelach 5–6 zamieszczono wartości wskaźników (w kg odpadów przypadających na 1 mieszkańca w ciągu roku) potrzebne do obliczania ilości odpadów.

**Tabela 5.** Wskaźniki charakterystyki ilościowej odpadów komunalnych, przyjęte jako średnie w Polsce [6, s. 105]

Źródła powstawania odpadów	Wagowy wskaźnik nagromadzenia [kg/(M · rok)]	
	miasto	wieś
Odpady z gospodarstw domowych	224	116
Odpady z obiektów infrastrukturalnych	110	45
Odpady wielkogabarytowe	30	15
Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych	40	40
Odpady z ogrodów i parków	12	5
Odpady z czyszczenia ulic i placów	15	–
Odpady niebezpieczne wytwarzane w grupie odpadów komunalnych	3	2
Razem	424	223

**Tabela 6.** Skład morfologiczny odpadów komunalnych – wartości średnie w Polsce [6, s. 107]

Składnik	Udział [% wagowe]	
	miasto	wieś
<b>Odpady organiczne pochodzenia roślinnego</b>	<b>32</b>	<b>13</b>
Odpady organiczne pochodzenia zwierzęcego	2	1
Inne odpady organiczne	2	2
Makulatura (papier i tektura)	19	13
Tworzywa sztuczne	14	13
Materiały tekstylne	4	3
Szkło	8	8
Metale	4	4
Odpady nieorganiczne	5	10
Drobna frakcja 1 ÷ 10 mm	10	33

### Postępowanie z odpadami komunalnymi

Zasady postępowania z odpadami reguluje Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. wraz z późniejszymi zmianami. Ustawa ta określa zasady postępowania z odpadami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności zasady zapobiegania powstawaniu odpadów lub ograniczania ilości odpadów i ich negatywnego oddziaływania na środowisko, a także odzysku lub unieszkodliwiania odpadów.

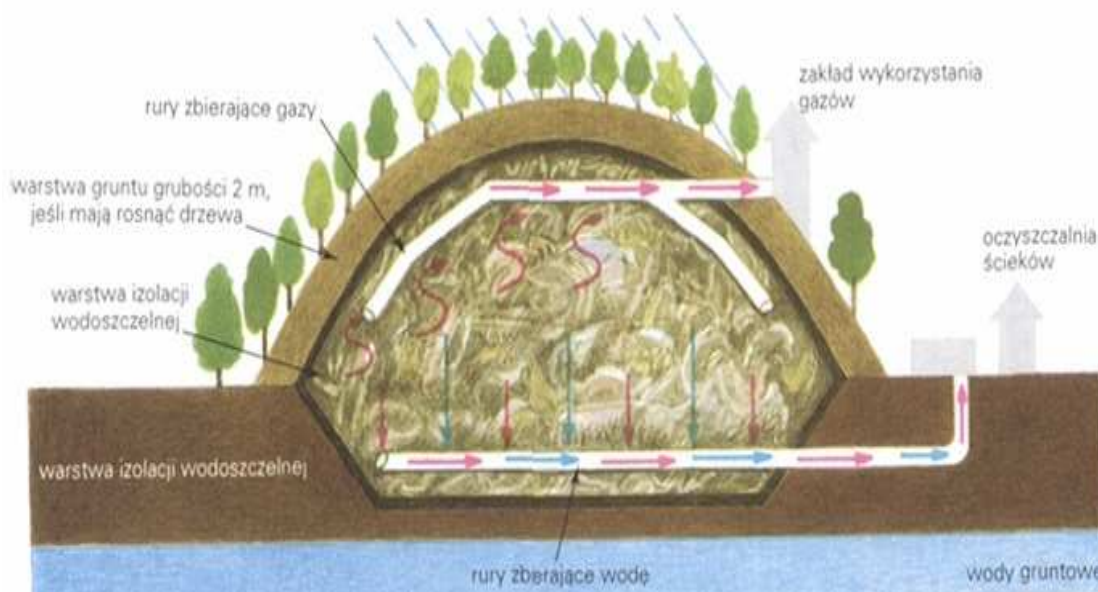
Ponieważ odpady stały się problemem międzynarodowym, wymagają, dlatego międzynarodowych regulacji. Unia Europejska, jako grupa państw posiadająca wspólne cele, posiada również wspólne prawo na wielu płaszczyznach. Jedną z tych płaszczyzn jest właśnie problematyka odpadów, która jest regulowana w pewnym stopniu na terenie całej Unii.



Do wiążących uchwał podejmowanych przez organy Unii Europejskiej należą Rozporządzenia i decyzje. Obowiązują one automatycznie na terytorium państw członkowskich UE, czyli nie wymagają ich dostosowywania do systemów prawnych państw członkowskich. W przypadku dyrektyw dostosowanie to jest niezbędne.

Postępowanie z odpadami komunalnymi może być realizowane w różny sposób. Najbardziej rozpowszechniony sposób usuwania śmieci to wywożenie ich na wysypisko. Taki gigantyczny śmietnik nie tylko zajmuje miejsce w krajobrazie, ale rodzi też pewne problemy techniczne. Na wysypisko nie powinny trafiać substancje toksyczne, promieniotwórcze stwarzające zagrożenie dla człowieka i przyrody. Powinny one zostać unieszkodliwione w sposób właściwy dla każdej z nich. Jednak mogą tam trafić i dlatego każde wysypisko śmieci powinno być odpowiednio zabezpieczone. Zagrożenia, które stwarza wysypisko, są rozliczne. Najpoważniejszą groźbą jest zatrucie wód gruntowych. Ponadto, gnijące wewnątrz wysypiska szczątki organiczne mogą być źródłem siarkowodoru oraz metanu, który ma zdolność do samozapłonu i może spowodować zapalenie się całego wysypiska.

Według zasad obowiązujących w krajach wysoko uprzemysłowionych misa wysypiska musi mieć boki i dno wyłożone materiałem wodoszczelnym. Na dnie trzeba ułożyć system rur-drenów, które będą odprowadzać wodę do oczyszczalni ścieków. W trakcie użytkowania objętość śmieci na wysypisku powinna być zmniejszana przez ugniatanie spychaczem (kompaktorem), a po zakończeniu użytkowania wysypiska trzeba na wierzchu ułożyć system rur-drenów, które będą zbierać wytwarzające się gazy i odprowadzać je do wykorzystania (np. metan jako paliwo do małej elektrowni). Nad rurami musi być położona warstwa materiałów nieprzepuszczających wody i gazów, na nią warstwa gruntu obsadzona roślinami. Konstrukcję bezpiecznego wysypiska śmieci po użytkowaniu przedstawia rysunek 15.



**Rys. 15.** Konstrukcja bezpiecznego wysypiska śmieci po napełnieniu go i zamknięciu [9, s. 283]

Drugą metodą postępowania z odpadkami komunalnymi jest ich kompostowanie. Nowoczesne kompostownie wyposażone są w olbrzymie obracające się cylindryczne zbiorniki mieszające zawartość. W temperaturze ponad 30°C rozkład szczątków organicznych następuje szybko i po 2–3 dniach śmieci stają się kompostem. Odpowiednie maszyny usuwają z niego metale, plastik i szkło. Maszyny nie potrafią jednak usunąć drobno potłuczonego szkła, domieszek metali ciężkich, jeżeli te są rozpuszczone lub bardzo rozdrobnione. Z tego względu kompostów ze śmieci raczej nie używa się do uprawy roślin na pokarm, a tylko do nawożenia zieleni miejskich itp.

Innym sposobem postępowania z odpadami komunalnymi jest ich spalanie. Celem spalania śmieci jest zmniejszanie ich objętości (80÷90%). Spalarnie śmieci mogą być wykorzystywane jako elektrociepłownie (dawać jednocześnie ciepło i prąd).

W konwencjonalnej spalarni śmieci spala się przede wszystkim śmieci domowe, ponadwymiarowe i podobne do śmieci domowych odpady przemysłowe. Spalanie odpadów w spalarniach jest często nazywane recyklingiem, ze względu na energetyczne wykorzystanie odpadów jako paliwa. Spalenie ma zalety, ale również wiele wad. W czasie spalania powstają szkodliwe gazy takie jak: tlenki azotu, dwutlenek siarki, chloro- i fluorowodory, węglowodory oraz dioksyny. Dodatkowo powstają także stałe produkty spalania: żużel, popiół, pyły z filtrów elektrostatycznych. Przy zastosowaniu spalarni śmieci w coraz większym stopniu obserwuje się przeniesienie punktu ciężkości zanieczyszczeń z powietrza na ziemię i wodę. Szczególnym problemem stało się składowanie pyłów z filtrów oraz pozostałości z czyszczenia gazów.

Najkorzystniejszą metodą postępowania z odpadami jest ich recykling. Recykling to inaczej wtórne przetwarzanie, które polega na wykorzystaniu odpadów, zużytych elementów (np. części maszyn) do wytwarzania nowych produktów np. makulatury do produkcji papieru, zużytych opon samochodowych jako paliwa w cementowniach. Recykling ma duże znaczenie dla ochrony środowiska i jest coraz szerzej stosowany np. niektóre firmy samochodowe dążą do tego, aby możliwe było powtórne wykorzystanie ponad 90% stali i metali kolorowych użytych do produkcji ich samochodów oraz stosują tworzywa sztuczne nadające się do recyklingu.

Duże ilości odpadów papierowych, metalowych, plastikowych i szklanych są wykorzystywane powtórnie w procesie recyklingu (utylicacji). Większość tych materiałów jest w krajach zachodnich zbierana do specjalnych pojemników jeszcze w domach lub fabrykach.

### **Odpady przemysłowe**

Odpady przemysłowe to uboczne produkty działalności człowieka, powstające na terenie zakładu przemysłowego i niepożądane w miejscu ich powstawania. Są szkodliwe lub uciążliwe dla środowiska. Zalicza się do nich oleje, opakowania, żużel i popiół, odpady mineralne, odpady metaliczne. Mają bardziej jednorodny skład niż odpady komunalne. Najwięcej odpadów wytwarzają: energetyka, górnictwo i przemysł metalurgiczny. Są to przede wszystkim:

- odpady górnicze, głównie skalne, z kopalń podziemnych i odkrywkowych,
  - szlamy poflotacyjne i odpady popłuczkowe przetwórstwa węglowego, siarkowego, miedziowego i cynkowo-ołowiowego,
  - popioły lotne i żużle z elektrowni i elektrociepłowni.
- Ze względu na dominujący składnik odpady przemysłowe można podzielić na:
- metaliczne, zagospodarowane prawie w 100%,
  - mineralne, wykorzystywane jako rezerwa dla przemysłu budowlanego i rolnictwa,
  - niemetaliczne, należą tu odpady przemysłu spożywczego (kości, tłuszcze),
  - produkcji rolno-hodowlanej (słoma zbożowa, słoma roślin oleistych, włosie, pierze),
  - przemysłu chemicznego (tworzywa sztuczne, guma, odpady petrochemiczne),
  - przemysłu materiałów budowlanych (stłuczka szklana),
  - przemysłu lekkiego (włókno, skóra, tekstylia),
  - przemysłu drzewnego i papierowego.

## **Stan gospodarki odpadami przemysłowymi**

O ilości i składzie odpadów przemysłowych można wnioskować już na podstawie profilu danej gałęzi przemysłu lub rodzaju i wielkości produkcji, postępu technicznego, stopnia rozwoju gospodarki odpadami. Niewykorzystane gospodarczo odpady przemysłowe są kierowane na składowiska zakładowe, międzyzakładowe i komunalne. W ponad 99% składowane są fosfogipsy (materiały odpadowe procesu produkcji kwasu fosforowego w przemyśle nawozów sztucznych), a w prawie 50% mieszanki popiołowo-żużłowe z mokrego odprowadzenia odpadów paleniskowych. Programy restrukturyzacji poszczególnych gałęzi przemysłu uwzględniają bardziej nowoczesne, produkujące mniej odpadów technologie, a także większe wykorzystywanie odpadów jako surowców wtórnych.

## **Postępowanie z olejami odpadowymi**

Rozwój maszyn i urządzeń technicznych, a także motoryzacji, spowodował nasilenie szeregu negatywnych zjawisk. Jednym z nich jest zwiększenie ilości olejów smarowych (silnikowych i przekładniowych) wycofanych z użycia na skutek utraty zdolności eksploatacyjnych. Oleje te noszą nazwę olejów przepracowanych lub odpadowych. Oleje odpadowe pochodzące z rynku motoryzacyjnego, to przede wszystkim zużyte oleje silnikowe i oleje przekładniowe, a oleje odpadowe pochodzące z przemysłu to zanieczyszczone oleje hydrauliczne, przekładniowe, maszynowe, turbinowe, sprężarkowe, transformatorowe oraz grzewcze. Pozbywanie się olejów przepracowanych, poprzez wylewanie ich wprost do otoczenia, stanowi wielkie zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi i zwierząt. Względy ekologiczne nakazują, więc zbieranie olejów przepracowanych oraz ich kontrolowaną utylizację w sposób jak najmniej szkodliwy dla środowiska naturalnego. Najbardziej racjonalną formą unieszkodliwiania olejów przepracowanych jest ich przemysłowe zagospodarowanie. W praktyce rozróżnia się następujące sposoby wykorzystania olejów przepracowanych - odpadowych:

Dla właściwego postępowania z olejami odpadowymi wprowadzono w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. szczegółowe zasady gospodarowania tymi odpadami. Są one następujące:

- oleje odpadowe powinny być w pierwszej kolejności poddawane odzyskowi poprzez regenerację, rozumianą jako każdy proces, w którym oleje bazowe mogą być produkowane przez rafinowanie olejów odpadowych, a w szczególności przez usunięcie zanieczyszczeń, produktów utleniania i dodatków zawartych w tych olejach,
- jeżeli regeneracja olejów odpadowych jest niemożliwa ze względu na stopień ich zanieczyszczenia, określony w odrębnych przepisach, oleje te powinny być poddane innym procesom odzysku,
- jeżeli regeneracja olejów odpadowych lub innych procesów odzysku są niemożliwe, dopuszcza się ich unieszkodliwianie,
- posiadacz odpadów w postaci olejów odpadowych, powstałych w wyniku prowadzonej przez niego działalności gospodarczej, powinien przekazać te odpady podmiotowi gwarantującemu zgodne z prawem ich zagospodarowanie,
- zakazuje się mieszania olejów odpadowych z innymi odpadami niebezpiecznymi, w tym zawierającymi PCB, w czasie ich zbierania lub magazynowania,
- zakazuje się zrzutu olejów odpadowych do wód, do gleby lub do ziemi.

Oleje odpadowe powinny być przechowywane w zbiornikach podziemnych lub naziemnych lub w szczelnych opakowaniach nieprzekraczających pojemności 1 m<sup>3</sup> pod zadaszeniem i na utwardzonej powierzchni. Transport olejów odpadowych z miejsc ich powstawania do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania odpadów odbywa się z zachowaniem przepisów obowiązujących przy transporcie materiałów niebezpiecznych.

Przede wszystkim należy oleje wymieniać tylko w miejscach do tego przeznaczonych, np. w Autoryzowanych Stacjach Obsługi lub innych warsztatach samochodowych. Posiadane oleje przepracowane należy oddać w tych właśnie miejscach, aby następnie zostały zagospodarowane zgodnie z określonymi prawem zasadami.

### **Odpady opakowaniowe**

Zgodnie z Ustawą o opakowaniach i odpadach opakowaniowych z dnia 11 maja 2001 r. opakowaniami są wprowadzone do obrotu wyroby wykonane z jakichkolwiek materiałów, przeznaczone do przechowywania, ochrony, przewozu, dostarczania lub prezentacji wszelkich produktów, od surowców do towarów przetworzonych.

Opakowania pełnią, więc następujące funkcje:

- logistyczną (umożliwiają transport, magazynowanie i dystrybucję),
- marketingową (estetyka powoduje zwiększenie popytu),
- informacyjną (nośnik informacji),
- ekologiczną (np. opakowania wyrobów niebezpiecznych).

Jednak często zadania, jakie opakowanie winno spełniać, znajdują się w konflikcie z wymaganiami ochrony środowiska i z zasadami racjonalnej gospodarki odpadami opakowaniowymi. Powinniśmy zdać sobie sprawę z faktu coraz większego zużycia opakowań, a co za tym idzie coraz większej ilości powstających odpadów opakowaniowych.

W roku 2004 wytworzono w Polsce 3,4 mln ton odpadów opakowaniowych, przy czym poziom odzysku wyniósł 42%, a recyklingu – 22%. Według prognoz w roku 2010 masa ta wzrośnie do ponad 5 mln ton. Problem odpadów opakowaniowych jest ważną kwestią, która powinna być regulowana przez sprawne systemy organizacyjno-prawne.

Z uwagi na miejsca powstawania i pochodzenie, możemy wyodrębnić następujące grupy odpadów opakowaniowych :

1. Odpady przemysłowe powstające u producentów materiałów opakowaniowych, producentów i użytkowników opakowań. Gdy są jednorodnie materiałowo (makulatura, tworzywa sztuczne, stłuczka) przeprowadza się ich segregację na miejscu, są potencjalnymi surowcami wtórnymi. Gdy odpady technologiczne nie są jednorodne (laminaty z udziałem papieru, tworzyw sztucznych i aluminium) i brak jest możliwości przetwórczych na miejscu, wytwórca ponosi koszty utylizacji.
2. Opakowania użytkowe po materiałach, surowcach i innych wyrobach powstające na terenie zakładów produkcyjnych, jednostek handlowych oraz innych podmiotów. Odpady te powinny być segregowane w miejscu powstawania na odpady jednorodnie materiałowo. Podmiot gospodarczy, w którym powstają jest odpowiedzialny za ich utylizację. Niektóre można wykorzystać jako surowce wtórne pod warunkiem ich odpowiedniego przygotowania (szkło z podziałem na kolory, tworzywa sztuczne z podziałem na poszczególne polimery).
3. Opakowania użytkowe powstające w gospodarstwach domowych. Jest je znacznie trudniej wykorzystać ze względu na rozproszenie oraz znaczne koszty zbiórki.

### **Zmniejszanie ilości powstających odpadów opakowaniowych**

1. Zapobieganie powstawaniu odpadów. Może być realizowane przez:
  - a) zmniejszenie ilości i masy opakowań,
  - b) stosowanie następujących wytycznych przy projektowaniu:
    - analiza możliwości zastosowania opakowania wielokrotnego użytku
    - eliminacja nadmiaru opakowań i unikanie pakowania wielostopniowego
    - dobór opakowań dostosowanych do technologii odzysku i systemów selektywnej zbiórki

- dobór materiałów i konstrukcji ułatwiających wtórne przetwórstwo (jeśli jest to możliwe, stosowanie jednorodnych materiałów przydatnych do recyklingu),
  - dobór elementów dodatkowych usuwalnych, nieograniczających ponownego przetwórstwa,
  - przewidywanie łatwości oddzielenia materiałów (przypadek opakowań wielomateriałowych),
  - nanoszenie symbolu materiału i/lub innych znaków stosowanych w ramach systemu gospodarki odpadami, ułatwiających ich dalsze wykorzystanie,
- c) stosowanie opakowań wielokrotnego użytku.
2. Możliwości odzysku – o tym decydują przede wszystkim cechy opakowania takie jak: jego konstrukcja, zastosowane materiały i elementy dodatkowe (np. etykiety czy zamknięcia). Istnieją trzy główne metody odzysku opakowań użytkowych:
- a) spalanie z odzyskiem energii: opakowania użytkowe, dla których recykling jest nieuzasadniony technologicznie i ekonomicznie, a które charakteryzują się dużą wartością opałową, powinny być przekształcane termicznie przez spalanie. W Europie pracuje ponad 500 spalarni. W Polsce jest to jeszcze kwestia przyszłości ze względu na duże koszty inwestycyjne. Pracująca w Warszawie spalarnia została uruchomiona w 2000 r. Technologie spalania nowej generacji spełniają wymagania w zakresie dopuszczalnych poziomów emisji szkodliwych substancji,
  - b) kompostowanie – jest to proces przetwarzania materiałów na nawóz zwany kompostem, zachodzący pod wpływem działania bakterii oraz grzybów. Większość tradycyjnych materiałów opakowaniowych (tworzywa sztuczne, szkło, metale) jest odporna na działanie enzymów bakteryjnych. Jednakże w wyniku intensywnych badań uzyskano biodegradowalne polimerowe materiały opakowaniowe,



**Rys. 16.** Znak opakowania biodegradowalnego [19]

- c) wtórne przetwarzanie (recykling) – jest to odzysk polegający na powtórnym przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu.



**Rys. 17.** Znak przydatności opakowania do recyklingu [19]

### **Recykling tworzyw sztucznych**

Zużyte opakowania z tworzyw sztucznych w postaci butelek, pojemników, skrzynek oraz folii mogą być przedmiotem wtórnego przetwórstwa. Przykłady wykorzystania wtórnych tworzyw sztucznych przedstawia tabela 7.

**Tabela 7.** Przykładowe zastosowania wtórnych tworzyw sztucznych [opracowanie własne]

Rodzaj wtórnego tworzywa sztucznego	Przykłady zastosowania
Mieszanki tworzyw sztucznych	- wyroby wykorzystywane w budownictwie, przemyśle samochodowym, ogrodnictwie - do produkcji opakowań transportowych., wkładek amortyzacyjnych, elementów mebli, izolacji - słupki drogowe, ławki, meble ogrodowe, ściany osłonowe przy autostradach
Polietylen PE i polipropylen PP (butelki, pojemniki, folia, skrzynki)	- produkcja kanistrów, folii, wiader, skrzynek balkonowych, doniczek, rur osłonowych do kabli, rur kanalizacyjnych
Poliester PET (butelki po napojach, folie)	- przezroczyste folie - włókna poliestrowe do produkcji dywanów, ubrań, tkanin obiciowych, specjalnej włókniny - włókna cięte o właściwościach izolacyjnych - spienione płyty izolacyjne (o lepszych właściwościach niż te z polistyrenu – mniej trujące podczas spalania)

### Recykling pudełek z laminatów po płynnych produktach spożywczych

Do pakowania produktów takich jak soki, nektary, mleko oraz jego przetwory bardzo powszechnie stosowane są pudełka z laminatów, w których 80% masy stanowią włókna celulozowe o bardzo wysokiej jakości. Wyróżniamy 2 rodzaje laminatów: tektura/polietylen/aluminium (opakowania aseptyczne dla produktów do długiego okresu przechowywania – UHT) oraz tektura/polietylen (dla wyrobów poddanych pasteryzacji, wymagających przechowywania w warunkach chłodniczych). W Europie pudełka z laminatów pochodzące z selektywnej zbiórki stosuje się w następujących technologiach recyklingu:

- w Niemczech przetwarza się je na płyty podobne do płyt wiórowych. W ten sposób powstaje materiał tecan, który świetnie nadaje się na boazerie, a także meble i artykuły biurowe,
- Nowej Zelandii przetwarza się kartonowe opakowania mieszając je z butelkami plastikowymi i używa jako brykiety opałowe.

### Recykling opakowań metalowych

Do produkcji opakowań stosuje się blachę stalową, aluminium, a także cynę jako pokrycie blachy stalowej. Opakowania metalowe ciężkie (transportowe) wielokrotnego użytku, po wyeksploatowaniu sprzedawane są do hut jako złom w celu ponownego przetopienia. Natomiast spośród różnych opakowań lekkich do recyklingu najbardziej przydatne są puszki po napojach (są z jednego rodzaju blachy, najmniej zanieczyszczone produktem). Puszki stalowe poddawane są recyklingowi dwiema metodami:

- spalania – metal odzyskiwany jest w sposób magnetyczny z popiołów i kierowany do ponownego przetopienia w hutach,
- magnetycznej segregacji odpadów, następnie odcynowania – uzyskana stal i cyna są pełnowartościowymi surowcami do wykorzystania przemysłowego.

Puszki aluminiowe pozyskane od mieszkańców wymagają wstępnego zmniejszenia objętości i wyeliminowania zanieczyszczeń. Następnie oddziela się puszki aluminiowe od stalowych metodą elektromagnetyczną, rozdrabnia się je na kawałki o wielkości ok. 2,5 cm i kieruje do ponownego przetopienia.

Przetwórstwo opakowań metalowych pozwala na zaoszczędzenie surowców i energii, zmniejsza emisję gazów, redukuje zużycie wody i ogranicza ilość ścieków

### **Recykling papieru i tektury**

Makulaturę wykorzystuje się w papierniach do produkcji papieru i tektury, stosowanych do wytwarzania nowych opakowań (niestykających się bezpośrednio z artykułami spożywczymi), ręczników, papierów toaletowych, kopert itd.

### **Recykling szkła**

Szklaną stłuczkę opakowaniową (butelki i słoiki ze szkła bezbarwnego lub barwionego) można wykorzystać w hutach szkła do produkcji różnych wyrobów.

### **Przepisy Unii Europejskiej regulujące zasady postępowania z odpadami w krajach członkowskich**

W Dyrektywie 94/62/EEC dotyczącej opakowań sprecyzowano 10 podstawowych tez, które sformułowano następująco:

1. Opakowania są dobrami o podstawowym znaczeniu społecznym i gospodarczym.
2. Ograniczanie ilości odpadów jest nieodzownym warunkiem trwałego rozwoju gospodarczego.
3. Najlepszym sposobem unikania odpadów opakowaniowych jest ograniczanie ilości opakowań.
4. Dalsze podstawowe założenia, to ponowne wykorzystywanie opakowań, ich recykling materiałowy i inne formy wykorzystania odpadów opakowaniowych, prowadzące do ograniczenia ilości ostatecznych odpadów.
5. Uwzględniając politykę w zakresie ochrony środowiska naturalnego recykling materiałowy należy uważać za szczególnie istotny rodzaj wtórnego wykorzystania materiału, gdyż ogranicza zużywanie surowców pierwotnych i energii.
6. Unikanie i przetwarzanie opakowań i odpadów opakowaniowych wymaga stworzenia systemów zwrotnego odbioru, zbiórki i przetwórstwa w krajach członkowskich. Systemy te muszą być takie, by produkty importowane nie były tu pokrzywdzone i nie stwarzały przeszkód w handlu, nie wypaczały konkurencji oraz był zapewniony odbiór zwrotny możliwie największej ilości opakowań i odpadów opakowaniowych.
7. Rozsortowywanie odpadów u źródła ich powstawania ma znaczenie rozstrzygające dla osiągnięcia wysokiego poziomu recyklingu materiałowego oraz dla zapewniania bezpieczeństwa osób, które te odpady zbierają i przygotowują do dalszego z nimi postępowania.
8. Zastosowanie recyklatów w opakowalnictwie nie może być sprzeczne z odnośnymi przepisami dotyczącymi higieny, zdrowia i ochrony konsumenta.
9. Jest bardzo ważne, by wszyscy uczestniczący w wytwarzaniu, stosowaniu, imporcie i dystrybucji opakowań i opakowanych wyrobów mieli pełną świadomość, w jakim stopniu opakowania będą stanowiły odpady i że one, zgodnie z obowiązującą zasadą sprawstwa, przejmują odpowiedzialność za te odpady.
10. Rola konsumentów w unikaniu i przetwarzaniu opakowań i odpadów opakowaniowych jest istotna i dlatego muszą oni być w stosowny sposób informowani, aby mogli odpowiednio dostosowywać swoje postępowanie.

## Obowiązki producentów, importerów i sprzedawców produktów w opakowaniach

Zgodnie z zasadą współodpowiedzialności za wytworzone odpady opakowaniowe różnym ogniwom „łańcucha opakowaniowego” przypisuje się określone obowiązki. Obowiązki producentów i importerów opakowań:

- produkcja opakowań zgodnych z wymaganiami,
- znakowanie opakowań,
- składanie właściwemu marszałkowi województwa rocznego sprawozdania o masie wytworzonych i przywiezionych z zagranicy opakowań, według rodzaju materiałów, z jakich zostały wykonane, z wyszczególnieniem opakowań wielokrotnego użytku.

Obowiązki producentów i importerów produktów w opakowaniach:

- obowiązek odzysku i recyklingu odpadów zgodnie z poziomem ujętym w Rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych z dnia 30 czerwca 2001 (tabela 8),

**Tabela 8.** Poziomy recyklingu wyznaczony na 2007 r. dla poszczególnych rodzajów opakowań [16]

Rodzaj opakowania	Wyznaczony na 2007 r. poziom odzysku [%]
papier i tektura	48
aluminium	40
szkło	40
tworzywa sztuczne	25
wielomateriałowe	25
blacha stalowa	20
drewno i materiały naturalne	15

- stosowanie opakowań zgodnych z wymaganiami,
- znakowanie opakowań,
- sprawozdawczość.

Obowiązki sprzedawców produktów w opakowaniach:

- przekazywanie użytkownikom informacji (o dostępnych systemach zwrotu, zbiórki i odzysku, a także o właściwym postępowaniu z odpadami oraz o znaczeniu znaków na opakowaniach),
- przy powierzchni handlowej powyżej 25 m<sup>2</sup> – oferta napojów w opakowaniach wielokrotnego użytku,
- przyjmowanie opakowań wielokrotnego użytku po produktach będących w ofercie handlowej,
- przy powierzchni handlowej powyżej 2000 m<sup>2</sup> – prowadzenie na własny koszt selektywnej zbiórki opakowań po produktach będących w ofercie handlowej.

Obowiązki sprzedawców środków niebezpiecznych:

- pobranie kaucji za opakowanie substancji chemicznej,
- przyjęcie opakowania po środku i zwrot kaucji,
- posiadanie zezwolenia dotyczącego zbierania, transportu, odzysku lub unieszkodliwiania.

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie odpady wchodzi w skład odpadów komunalnych?
2. Jakie odpady niebezpieczne mogą znajdować się wśród odpadów komunalnych?
3. Jakie akty prawne regulują zasady postępowania z odpadami?
4. Jakie znasz metody postępowania z odpadami komunalnymi?



5. Jaka powinna być konstrukcja bezpiecznego wysypiska śmieci?
6. Jakie gałęzie przemysłu wytwarzają najwięcej odpadów?
7. Jakie są zasady właściwej gospodarki olejami odpadowymi?
8. Jaką rolę pełnią opakowania produktów?
9. W jaki sposób można zapobiegać powstawaniu odpadów opakowaniowych?
10. Jakie znasz metody postępowania z odpadami opakowaniowymi?
11. Jakie są obowiązki sprzedawców produktów w opakowaniach w zakresie zmniejszania ilości odpadów opakowaniowych?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Opracuj instrukcję gospodarki odpadami i opakowaniami dla mleczarni wyposażonej w kotłownię z mokrym odprowadzeniem odpadów paleniskowych opalaną węglem oraz oczyszczalnię ścieków. Zakład posiada własny transport samochodowy i wózki spalinowe.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować opublikowany w kwietniu 2005 przez Ministerstwo Środowiska opracowaniem „Najlepsze dostępne techniki (BAT) wytyczne dla branży mleczarskiej”,
- 2) przeanalizować, jakie rodzaje powstają w zakładzie mleczarskim (uwzględnij odpady z kotłowni, odpady z produkcji, odpady opakowaniowe, oleje odpadowe, odpady w postaci wymienianych części maszyn),
- 3) zaproponować sposoby postępowania z tymi odpadami.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do Internetu.

#### Ćwiczenie 2

Opracuj instrukcję gospodarki odpadami i opakowaniami dla hipermarketu o powierzchni 2 500 m<sup>2</sup>.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować:
  - Ustawę o opakowaniach i odpadach opakowaniowych z dnia 11 maja 2001 roku z późniejszymi zmianami,
  - Ustawę o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej z dnia 11 maja 2001 roku z późniejszymi zmianami,
  - Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. (Dz. U. Nr 109, poz. 752) w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych,
- 2) Przeanalizować, jakiego rodzaju odpady opakowaniowe pochodzą z towarów zawartych w ofercie handlowej hipermarketu,
- 3) zaproponować działania przedsiębiorstwa handlowego przyczyniające się do racjonalnej gospodarki odpadami i opakowaniami.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- komputer z dostępem do Internetu,
  - właściwe ustawy i rozporządzenia.

### Ćwiczenie 3

Oblicz szacunkową masę odpadów komunalnych powstających w ciągu roku w Twoim mieście. Jaka jest wśród tych odpadów masa:

- a) makulatury,
- b) szkła,
- c) tworzyw sztucznych,
- d) metali.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) odszukać w poradniku dla ucznia wskaźniki do wyznaczenia ilości odpadów,
- 2) dowiedzieć się, ilu mieszkańców liczy Twoje miasto,
- 3) dokonać potrzebnych obliczeń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do Internetu,
- kalkulator.

#### 4.3.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

**TAK      NIE**

- 1) wymienić odpady wchodzące w skład odpadów komunalnych?
- 2) określić metody postępowania z odpadami komunalnymi?
- 3) wymienić gałęzie gospodarki wytwarzające najwięcej odpadów?
- 4) określić rodzaje odpadów wytwarzanych przez różne przedsiębiorstwa?
- 5) wymienić obowiązki producentów i importerów opakowań w zakresie racjonalnej gospodarki odpadami?
- 6) określić obowiązki sprzedawców produktów w opakowaniach w zakresie racjonalnej gospodarki odpadami?
- 7) opracować instrukcję gospodarki odpadami i opakowaniami dla przedsiębiorstwa?
- 8) wyjaśnić zasady postępowania z olejami odpadowymi?

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ


### Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 24 zadania. Do każdego zadania dołączone są 4 możliwości odpowiedzi. Tylko jedna jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi 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. Jeśli udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Na rozwiązanie testu masz 30 minut.

Powodzenia!

### ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Sztuczne źródła zanieczyszczeń powietrza to
  - a) przemysł, drobnoustroje, komunikacja.
  - b) przemysł, pyły kosmiczne, rolnictwo.
  - c) przemysł, komunikacja, rolnictwo.
  - d) przemysł, komunikacja, pyły kosmiczne.
2. Pyły o działaniu pylicotwórczym to między innymi
  - a) kwarc i azbest.
  - b) pył węgla i pył konopi.
  - c) pył żelaza i azbest.
  - d) pył węgla i pył żelaza.
3. Źródłami emisji ołowiu jest
  - a) energetyka, chłodnictwo.
  - b) komunikacja, hutnictwo metali kolorowych.
  - c) hutnictwo metali kolorowych, ciepłownie.
  - d) komunikacja, chłodnictwo.
4. Głównym składnikiem „smogu londyńskiego” jest
  - a) tlenek węgla.
  - b) dwutlenek siarki.
  - c) trójtlenek azotu.
  - d) freon.

5. Warstwa ozonowa chroniąca naszą planetę przed szkodliwym wpływem promieni UV niszczone jest przez
- dwutlenek węgla.
  - fluor.
  - dwutlenek siarki.
  - freony.
6. Przedstawiony obok znak informuje o zagrożeniu
- tlenkami azotu.
  - dwutlenkiem siarki.
  - dwutlenkiem węgla.
  - tlenkiem węgla.
- 
7. Maksymalna zawartość wody w ściekach może
- osiągać 50%.
  - osiągać 70%.
  - osiągać 90%.
  - przekraczać 99%.
8. Źródłem fenoli w ściekach przemysłowych mogą być
- garbarnie, cukrownie, browary.
  - stacje benzynowe, warsztaty samochodowe, zakłady galwanotechniczne.
  - gazownie, destylarnie smoły, wytwórnie tworzyw sztucznych.
  - przemysł gumowy, zakłady transportowe, celulozownie.
9. Spalanie węgla wysokogatunkowego przyczynia się do obniżenia emisji
- dwutlenku siarki.
  - dwutlenku węgla.
  - tlenku węgla.
  - tlenków azotu.
10. Zupełne spalanie surowców energetycznych przyczynia się do obniżenia emisji
- dwutlenku siarki.
  - dwutlenku węgla.
  - tlenku węgla.
  - pyłów.
11. Oczyszczanie ścieków oparte na procesach utleniania, redukcji, wytrącania i zobojętniania to oczyszczanie
- mechaniczne.
  - fizyczno-chemiczne.
  - chemiczne.
  - biochemiczne.
12. Do odpadów niebezpiecznych zawartych w odpadach komunalnych należą między innymi
- szkło, termometry, zużyte baterie.
  - żarówki wolframowe, puszki po farbach, leki.
  - pampersy, zbiorniki po aerozolach, lampy rtęciowe.
  - szkło, leki, termometry.

13. Najkorzystniejszą metodą postępowania z odpadami komunalnymi jest
- recykling.
  - spalanie.
  - składowanie.
  - kompostowanie.
14. Najwięcej odpadów wytwarzają
- energetyka, transport, przemysł spożywczy.
  - górnictwo, rolnictwo, przemysł chemiczny.
  - górnictwo, energetyka, przemysł metalurgiczny.
  - przemysł metalurgiczny, transport, rolnictwo.
15. Zmierzony odczyn pH wody deszczowej wyniósł 4,9. Może to świadczyć o zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego
- tlenkiem wapnia.
  - dwutlenkiem siarki.
  - tlenkiem magnezu.
  - trójtlenkiem żelaza.
16. Przedstawiony obok znak informuje, że opakowanie
- jest biodegradowalne.
  - nadaje się do recyklingu.
  - spełnia normy UE.
  - zostało wyprodukowane metodami ekologicznymi.



17. Znakowanie opakowań jest obowiązkiem
- producentów i importerów.
  - producentów i sprzedawców.
  - tylko sprzedawców.
  - tylko producentów.
18. Sprzedawcy produktów w opakowaniach mają obowiązek mieć w ofercie napoje w opakowaniach wielokrotnego użytku, jeśli powierzchnia handlowa przekracza
- 2000 m<sup>2</sup>.
  - 1000 m<sup>2</sup>.
  - 100 m<sup>2</sup>.
  - 25 m<sup>2</sup>.
19. Obowiązek pobrania kaucji za opakowanie mają sprzedawcy
- napojów alkoholowych.
  - napojów w butelkach z tworzyw sztucznych.
  - produktów pakowanych w pudełka metalowe.
  - środków chemicznych.
20. Do zlewki o masie 100 g wiano 100 cm<sup>3</sup> wody pobranej z rzeki. W wyniku ogrzewania całkowicie odparowano wodę i zważono zlewkę. Jej masa wyniosła teraz 110 g. Zawartość substancji stałych w wodzie pobranej z rzeki wynosiła
- 10 mg/dm<sup>3</sup>.
  - 0,1 mg/dm<sup>3</sup>.
  - 10<sup>5</sup> mg/dm<sup>3</sup>.
  - 10<sup>2</sup> mg/dm<sup>3</sup>.

21. Wysypisko śmieci może być źródłem emisji
- dwutlenku siarki i metanu.
  - dwutlenku węgla i dwutlenku siarki.
  - siarkowodoru i metanu.
  - siarkowodoru i dwutlenku węgla.
22. Największy udział wagowy w miejskich odpadach komunalnych
- mają odpady organiczne pochodzenia roślinnego.
  - mają odpady organiczne pochodzenia zwierzęcego.
  - ma makulatura.
  - ma szkło.
23. Zwiększanie powierzchni terenów zielonych przyczynia się do obniżenia zawartości w powietrzu
- tlenku węgla.
  - dwutlenku węgla.
  - dwutlenku siarki.
  - tlenków azotu.
24. Dwutlenek węgla jest gazem
- bezwonnym i bezbarwnym.
  - bezbarwnym o ostrym zapachu.
  - bezwonnym o brunatnym zabarwieniu.
  - bezwonnym o szarym zabarwieniu.

# KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

## Przestrzeganie wymagań ochrony środowiska

Zakreśl poprawną odpowiedź.

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	
21	a	b	c	d	
22	a	b	c	d	
23	a	b	c	d	
24	a	b	c	d	
<b>Razem:</b>					

## 6. LITERATURA

1. Bernaciak A.: Przedsiębiorstwo wobec wymagań ochrony środowiska. PTOP „Salamandra”, Poznań 2000
2. Grochowicz E., Korytkowski J.: Ochrona powietrza. WSiP, Warszawa 1996
3. Grochowicz E., Korytkowski J.: Ochrona przyrody i wód. WSiP, Warszawa 1996
4. Jagusiewicz J.: Powietrze – człowiek – środowisko. LSW, Warszawa 1981
5. Łopata K.: Chemia a środowisko. WSiP, Warszawa 1994
6. Popek M., Wapińska B.: Planowanie elementów środowiska. Cz.2. WSiP, Warszawa 2004
7. Stankiewicz M., Wawrzyniak-Kulczyk M.: Poznaj, zbadaj. Chroń środowisko, w którym żyjesz. WSiP, Warszawa 1999
8. Stępczak K.: Ochrona i kształtowanie środowiska. WSiP, Warszawa 1999
9. Umiński T.: Ekologia, środowisko, przyroda. WSiP, Warszawa 1996
10. Żakowska H.: Odpady opakowaniowe. Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Opakowań, Warszawa 2003
11. Żakowska H.: Opakowania a odpady opakowaniowe. Poradnik. Obowiązki wynikające z nowych regulacji prawnych. ODDK sp. z o.o., Gdańsk 2002

### Akty prawne:

12. Ustawa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych z dnia 11 maja 2001 roku z późniejszymi zmianami
13. Ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej z dnia 11 maja 2001 roku
14. Ustawa Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 roku
15. Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku z późniejszymi zmianami
16. Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych z dnia 14 czerwca 2007 roku
17. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji

### Czasopisma:

18. Świat wiedzy – Planeta Ziemia
19. Internet