

WYKŁAD nr 9

Postępowanie z odpadami



Zakres merytoryczny:

- ❑ klasyfikacja odpadów (odpady inne niż niebezpieczne, odpady niebezpieczne, zagrożenia dla człowieka),
- ❑ Ustawa o odpadach (pozwolenia na obrót, składowanie i przetwarzanie odpadów, dokumentacja przekazania odpadów),
- ❑ postępowanie z odpadami niebezpiecznymi (zabezpieczenie odpadów, tymczasowe magazynowanie, sposoby utylizacji, środki ochrony osobistej),
- ❑ mogilniki i inne składowiska

Podstawowe definicje

Odpad – każda substancja lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do których pozbycia się jest obowiązany*

* USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach

Dz. U. 2013 poz. 21

Odpady dzieli się na:

- **Odpady niebezpieczne** – odpady, wykazujące co najmniej jedną spośród właściwości niebezpiecznych. Właściwości powodujące, że odpady są odpadami niebezpiecznymi, oraz warunki uznania odpadów za niebezpieczne, z wyjątkiem warunków uznania odpadów za posiadające właściwości zakaźne, określają przepisy rozporządzenia Komisji (UE) nr 1357/2014 z dnia 18 grudnia 2014 r.
- **Odpady inne niż niebezpieczne**



Ustawa o odpadach

USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach

Dz. U. 2013 poz. 21



Ustawa określa środki służące **ochronie środowiska, życia i zdrowia ludzi** poprzez:

- zapobieganie powstawaniu odpadów
- zmniejszenie ilości odpadów oraz negatywnego wpływu wytwarzania ich i gospodarowania nimi
- zmniejszenie całkowitego wpływu użytkowania zasobów oraz poprawę efektywności takiego użytkowania, w celu przejścia na gospodarkę o obiegu zamkniętym (GOZ)

Klasyfikacja odpadów niebezpiecznych – zagrożenia dla człowieka

wg USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach – Dz. U. 2013 poz. 21

HP 1 Wybuchowe:

odpady, które w wyniku reakcji chemicznej, mogą wydzielać gaz o takiej temperaturze i ciśnieniu i z taką szybkością, że mogą powodować zniszczenia w otoczeniu, tj. odpady pirotechniczne, odpady wybuchowego nadtlenu organicznego i wybuchowe samoreaktywne odpady

HP 2 Utleniające:

odpady, które mogą, zazwyczaj poprzez utlenianie, spowodować zapalenie się innych materiałów lub przyczynić się do ich spalania

HP 3 Łatwopalne:

- **łatwopalne odpady ciekłe:** odpady ciekłe o temperaturze zapłonu $<60^{\circ}\text{C}$ lub odpadowy olej gazowy, olej napędowy i lekkie oleje opałowe o temperaturze zapłonu $>55^{\circ}\text{C}$ oraz $\leq 75^{\circ}\text{C}$
- **łatwopalne odpady piroforyczne ciekłe i stałe:** stałe lub ciekłe odpady, które nawet w małych ilościach mogą ulec zapaleniu w ciągu 5 minut po wejściu w kontakt z powietrzem
- **łatwopalne odpady stałe:** odpady stałe, które łatwo ulegają zapaleniu lub w wyniku tarcia mogą powodować zapalenie lub przyczyniać się do spalania
- **łatwopalne odpady gazowe:** odpady gazowe, które łatwo ulegają zapaleniu w powietrzu w temperaturze 20°C i przy ciśnieniu normalnym 101,3 kPa
- **odpady reagujące z wodą:** odpady, które w kontakcie z wodą wydzielają gazy palne w niebezpiecznych ilościach
- **inne łatwopalne odpady:** wyroby aerozolowe łatwopalne, łatwopalne odpady samonagrzewające się, łatwopalne nadtlutki organiczne i łatwopalne odpady samoreaktywne

Klasyfikacja odpadów niebezpiecznych – zagrożenia dla człowieka

wg USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach – Dz. U. 2013 poz. 21

HP 4 Drażniące - działanie drażniące na skórę i powodujące uszkodzenie oczu:

odpady, które w wyniku naniesienia mogą powodować podrażnienie skóry lub uszkodzenie oka

HP 5 Działanie toksyczne na narządy docelowe (STOT) lub zagrożenie spowodowane aspiracją:

odpady, które mogą działać toksycznie na narządy docelowe, na skutek jednokrotnego lub powtarzanego narażenia, lub które powodują ostre skutki toksyczne na skutek aspiracji

HP 6 Ostra toksyczność:

odpady, które mogą spowodować ostrą toksyczność po podaniu drogą pokarmową lub po naniesieniu na skórę lub po narażeniu inhalacyjnym

HP 7 Rakotwórcze:

odpady, które wywołują raka lub zwiększają zachorowalność na niego

HP 8 Żrące:

odpady, które w wyniku naniesienia działają żrąco na skórę

HP 9 Zakaźne:

odpady zawierające żywe drobnoustroje lub ich toksyny, o których wiadomo lub co do których istnieją wiarygodne podstawy do przyjęcia, że wywołują choroby u ludzi lub innych żywych organizmów



Klasyfikacja odpadów niebezpiecznych – zagrożenia dla człowieka

wg USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach – Dz. U. 2013 poz. 21

HP 10 Działające szkodliwie na rozrodczość:

odpady działające szkodliwie na funkcje rozrodcze i płodność u dorosłych osobników płci męskiej i żeńskiej oraz powodujące toksyczność rozwojową u potomstwa

HP 11 Mutagenne:

odpady, które mogą spowodować mutację, tj. trwałą zmianę w ilości lub strukturze materiału genetycznego w komórce

HP 12 Uwolnienie gazów o ostrej toksyczności:

odpady, które uwalniają gazy o ostrej toksyczności (*Acute Tox.* 1, 2 lub 3) w zetknięciu z wodą lub kwasem

HP 13 Uczulające:

odpady zawierające jedną lub więcej substancji, o których wiadomo, że działają uczulająco na skórę lub na układ oddechowy

HP 14 Ekotoksyczne:

odpady, które stanowią lub mogą stanowić bezpośrednie lub opóźnione zagrożenie dla co najmniej jednego elementu środowiska

HP 15 Odpady mogące wykazywać niebezpieczne właściwości wymienione powyżej, które nie były bezpośrednio widoczne w odpadach pierwotnych

Grupy odpadów

- 01 – Odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin
- 02 – Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności
- 03 – Odpady z przetwórstwa drewna oraz z produkcji płyt i mebli, masy celulozowej, papieru i tektury
- 04 – Odpady z przemysłu skórzanego, futrzarskiego i tekstylnego
- 05 – Odpady z przeróbki ropy naftowej, oczyszczania gazu ziemnego oraz pirolitycznej przeróbki węgla
- 06 – Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii nieorganicznej
- 07 – Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii organicznej
- 08 – Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych (farb, lakierów, emalii ceramicznych), kitu, klejów, szczeliw i farb drukarskich
- 09 – Odpady z przemysłu fotograficznego i usług fotograficznych
- 10 – Odpady z procesów termicznych
- 11 – Odpady z chemicznej obróbki i powlekania powierzchni metali oraz innych materiałów i z procesów hydrometalurgii metali nieżelaznych
- 12 – Odpady z kształtowania oraz fizycznej i mechanicznej obróbki powierzchni metali i tworzyw sztucznych
- 13 – oleje odpadowe i Odpady ciekłych paliw (z wyłączeniem olejów jadalnych oraz grup 05, 12 i 19)
- 14 – Odpady z rozpuszczalników organicznych, chłodziw i propelentów (z wyłączeniem grup 07 i 08)
- 15 – Odpady opakowaniowe; sorbenty, tkaniny do wycierania, materiały filtracyjne i ubrania ochronne nieujęte w innych grupach
- 16 – Odpady nieujęte w innych grupach
- 17 – Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych)
- 18 – Odpady medyczne i weterynaryjne
- 19 – Odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych
- 20 – Odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie

Grupy, podgrupy i rodzaje odpadów niebezpiecznych

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KLIMATU z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów

Przykłady:

07.01.03* – Rozpuszczalniki chlorowcoorganiczne, roztwory z przemysłu i ciecze macierzyste

07.04.80* – Przeterminowane środki ochrony roślin

08.01.11* – Odpady farb i lakierów zawierających rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne

10.11.81* – Odpady zawierające azbest

11.01.05* – Kwasy trawiące

12.01.18* – Szlamy z obróbki metali zawierające oleje (np. szlamy ze szlifowania, gładzenia i pokrywania)

13.01.01* – Oleje hydrauliczne zawierające PCB

13.02.08* – Inne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe

13.03.01* – Oleje i ciecze stosowane jako elektroizolatory i nośniki ciepła zawierające PCB

13.07.01* – Olej opałowy i olej napędowy

13.07.02* – Benzyna

14.06.01* – Freony, HCFC, HFC

Pozwolenia na obrót odpadami

Posiadacz odpadów obowiązany do uzyskania **zezwolenia na zbieranie odpadów** lub **zezwolenia na przetwarzanie odpadów**, pozwolenia na wytwarzanie odpadów uwzględniającego zbieranie lub przetwarzanie odpadów lub pozwolenia zintegrowanego uwzględniającego zbieranie lub przetwarzanie odpadów, prowadzący magazynowanie odpadów, z wyjątkiem wstępnego magazynowania odpadów przez ich wytwórcę, lub zarządzający składowiskiem odpadów jest **obowiązany do prowadzenia wizyjnego systemu kontroli miejsca magazynowania lub składowania odpadów.**



Pozwolenia na obrót odpadami

W przypadku magazynowania lub składowania następujących **odpadów palnych**:

- paliwo alternatywne oraz odpady przeznaczone bezpośrednio do produkcji takiego paliwa,
- papier oraz tektura,
- tekstylia,
- odpady wielkogabarytowe, z wyłączeniem odpadów metali,
- tworzywa sztuczne, w tym folia, oraz opony i inne odpady z gumy,
- drewno i odpady drewnopochodne,
- odpady pochodzące z przetwarzania odpadów komunalnych, z wyłączeniem odpadów pochodzących z termicznego przetwarzania odpadów,
- odpady wielomateriałowe



posiadacz odpadów obowiązany do uzyskania zezwolenia na zbieranie odpadów lub zezwolenia na przetwarzanie odpadów, pozwolenia na wytworzenie odpadów uwzględniającego zbieranie lub przetwarzanie odpadów lub pozwolenia zintegrowanego uwzględniającego zbieranie lub przetwarzanie odpadów, **prowadzący magazynowanie odpadów lub zarządzający składowiskiem odpadów** zapewnia wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska właściwemu ze względu na lokalizację miejsca

magazynowania lub składowania odpadów dostępność obrazu z wizyjnego systemu kontroli tego miejsca w czasie rzeczywistym przez system teleinformatyczny.

Dokumentacja przekazania odpadów

Ewidencję odpadów prowadzi się z zastosowaniem następujących dokumentów:

- **w przypadku posiadaczy odpadów:**
 - karty przekazania odpadów
 - karty ewidencji odpadów
 - karty ewidencji komunalnych osadów ściekowych
 - karty ewidencji zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego
 - karty ewidencji pojazdów wycofanych z eksploatacji
- **w przypadku sprzedawcy odpadów i pośrednika w obrocie odpadami**, niebędących posiadaczami odpadów:
 - karty ewidencji odpadów niebezpiecznych
- w przypadku: **podmiotu odbierającego odpady komunalne** od właścicieli nieruchomości, **posiadacza odpadów** prowadzącego zbieranie lub przetwarzanie odpadów komunalnych, **transportującego odpady komunalne:**
 - karty przekazania odpadów komunalnych



W przypadku posiadacza odpadów przekazującego odpady do składowania oraz zarządzającego składowiskiem odpadów ewidencja odpadów obejmuje dodatkowo:
podstawową charakterystykę odpadów i wyniki testów zgodności

Postępowanie z odpadami niebezpiecznymi

Postępowanie z odpadami niebezpiecznymi:

- **zakazuje się mieszania odpadów niebezpiecznych** różnych rodzajów, mieszania odpadów niebezpiecznych z odpadami innymi niż niebezpieczne, a także mieszania odpadów niebezpiecznych z substancjami, materiałami lub przedmiotami, w tym rozcieńczania substancji niebezpiecznych
- **dopuszcza się mieszanie odpadów niebezpiecznych** różnych rodzajów, mieszanie odpadów niebezpiecznych z odpadami innymi niż niebezpieczne, a także mieszanie odpadów niebezpiecznych z substancjami, materiałami lub przedmiotami, **jeżeli ich zmieszanie służy poprawie bezpieczeństwa procesów przetwarzania odpadów** powstałych po zmieszaniu i jeżeli w wyniku prowadzenia tych procesów nie nastąpi wzrost zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub środowiska

Postępowanie z odpadami niebezpiecznymi

- w przypadku gdy **odpady niebezpieczne uległy zmieszaniu niezgodnie z przepisami** z innymi odpadami, substancjami, materiałami lub przedmiotami, **rozdziela się je**, jeżeli zostaną spełnione łącznie następujące warunki:
 - w procesie przetwarzania odpadów powstałych po rozdzieleniu nastąpi ograniczenie zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub środowiska
 - jest to technicznie możliwe i ekonomicznie uzasadnione
- w przypadku gdy **proces rozdzielenia odpadów niebezpiecznych zmieszanych z innymi odpadami**, substancjami, materiałami lub przedmiotami nie spełnia w/w warunków, przetworzenie zmieszanych odpadów następuje w instalacjach lub urządzeniach określonych w **zezwoleniu na przetwarzanie odpadów**

Magazynowanie odpadów

Magazynowanie odpadów – czasowe przechowywanie odpadów obejmujące:

- wstępne magazynowanie odpadów przez ich wytwórcę
- tymczasowe magazynowanie odpadów przez prowadzącego zbieranie odpadów
- magazynowanie odpadów przez prowadzącego przetwarzanie odpadów

Z wymagań dotyczących magazynowania odpadów w **szczelnych opakowaniach**, oraz **na szczelnym podłożu** z odprowadzaniem odcieków, zwolnione są następujące odpady:

- urobku z pogłębiania
- mieszanek bitumicznych
- drewna, liści i kory oraz innych odpadów drzewnych, oraz drewnopochodnych
- selektywnie magazynowanych odpadów
- papieru i tektury
- odzieży i tekstyliów
- wielkogabarytowych w postaci zużytych mebli
- gruzu budowlanego, ceramiki i kruszyw
- podkładów kolejowych i tłucznia torowego
- z ogrodów i parków
- tworzyw sztucznych i gumy
- szkła
- metali (złomu)

Składowiska odpadów

Składowisko odpadów – zlokalizowany i urządzony zgodnie z przepisami obiekt zorganizowanego deponowania odpadów.

Pojęcie składowisko obejmuje również:

- wylewisko odpadów ciekłych
- wysypisko odpadów komunalnych
- zwałowiska mas ziemnych.



Składowanie odpadów może odbywać się wyłącznie w miejscu do tego wyznaczonym.

Niekiedy w tym samym miejscu prowadzi się też **selekcję** i częściowy **odzysk surowców wtórnych**.

Szkodliwość składowiska odpadów dla środowiska zależy od wielu czynników, a w szczególności od:

właściwości odpadów (fizycznych, chemicznych, biologicznych), **jakości gruntu**, **sposobu zagospodarowania środowiska przyległego do składowiska** oraz jego **eksploatacji**, a także **sposobu rekultywacji i docelowego zagospodarowania terenu składowiska**.

Składowiska odpadów

W Polsce wyróżnia się trzy typy składowisk odpadów:

- **składowisko odpadów niebezpiecznych**
- **składowisko odpadów obojętnych**
- **składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne**(składowiska odpadów komunalnych).

Wyróżnia się składowiska:

- **wgłębne** (wyrębiska, parowy, wąwozy),
- **zboczowe** (fragmenty parowów, kotlin lub nasypów ziemnych),
- **płaskie** (konieczność wyniesienia bryły składowiska ponad otaczający teren).

Składowiska można również podzielić na:

- **nadpoziomowe** (znajdujące się na terenie płaskim),
- **podpoziomowe** (powstałe na obniżeniach terenu),
- **boczne** (oparte o zbocza).

Składowiska odpadów

Zakazuje się w Polsce składowania na składowisku odpadów następujących rodzajów odpadów:

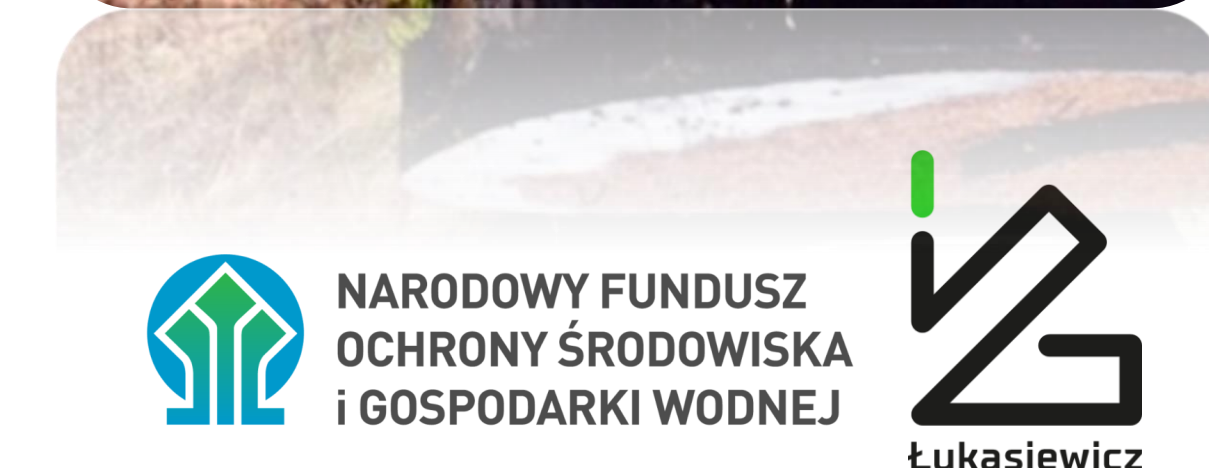
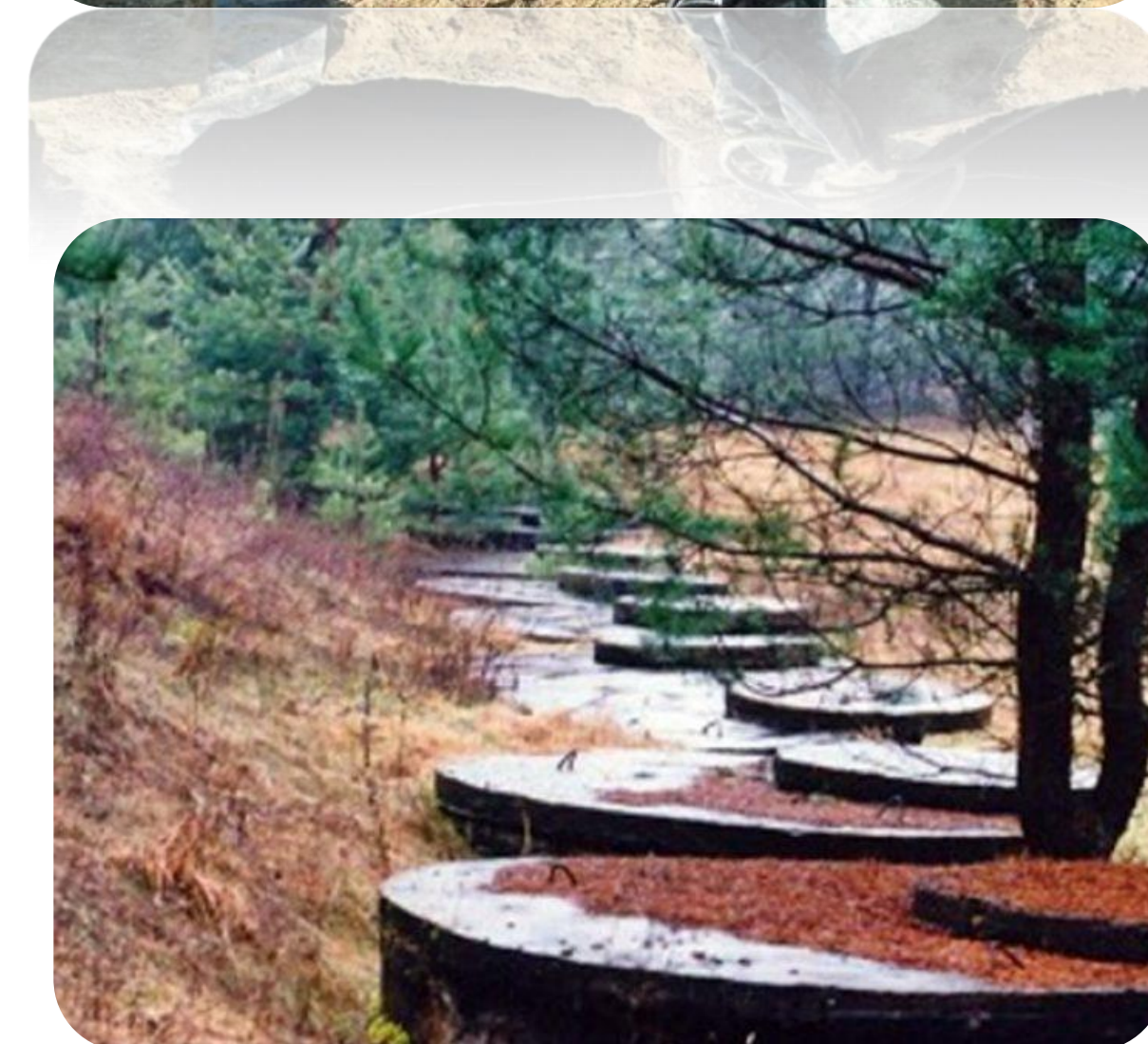
- **występujących w postaci ciekłej**, w tym odpadów zawierających wodę w ilości powyżej 95% masy całkowitej, z wyłączeniem szlamów
- **o właściwościach wybuchowych, żrących, utleniających, wysoce łatwopalnych lub łatwopalnych**
- **zakaźnych medycznych i zakaźnych weterynaryjnych**
- **powstających w wyniku badań naukowych i prac rozwojowych lub działalności dydaktycznej, które nie są zidentyfikowane** lub są nowe i których oddziaływanie na środowisko jest nieznane
- **opon i ich części**, z wyłączeniem opon rowerowych i opon o średnicy zewnętrznej większej niż 1400 mm
- **ulegających biodegradacji** selektywnie zebranych
- określonych w przepisach odrębnych aniżeli ustawa o odpadach

Mogilniki

Mogilnik – rodzaj **podziemnego zbiornika** przeznaczonego do **składowania odpadów**, zwłaszcza niebezpiecznych, w sposób **wykluczający jakikolwiek ich bezpośredni kontakt ze środowiskiem**.

Mogilniki stosuje się głównie w składowaniu odpadów o znacznej toksyczności, które występują w niewielkich ilościach. Można je konstruować z kręgów betonowych lub w formie jednorodnego zbiornika z betonu.

Wyściela się je wykładzinami uszczelniającymi dno i ściany. Wykładziny te są nieprzepuszczalne i odporne na chemiczne oddziaływanie odpadów – materiał dostosowuje się ściśle do rodzaju składowanych odpadów (ich właściwości fizykochemicznych). Od góry zbiorniki przykrywane są pokrywami wykonanymi z żeliwa lub betonu. Odpady składowane są luzem lub w osobnych opakowaniach ze szkła, tworzyw sztucznych, metalu lub folii.



Środki ochrony indywidualnej

Na podstawie: **NORM CIOP-PIB**

2016/425 ROZPORZĄDZENIA W SPRAWIE ŚRODKÓW OCHRONY INDYWIDUALNEJ PPE

Kategoria I – ubrania wykonane z tkanin ochronnych trudnozapalnych i pyłochłonnych, stosowane w przypadku minimalnych zagrożeń, tzn.:

- usuwanie zabrudzeń nieszkodliwych dla zdrowia z wykorzystaniem ogólnodostępnych środków czystości
- praca w podwyższonej temperaturze
- ochrona przed czynnikami atmosferycznymi typu deszcz, wiatr i niska temperatura

Kategoria II – ubrania chroniące przed znanym czynnikiem, tzn.:

- ochrona przed przecięciem
- ograniczające zagrożenia podczas prac spawalniczych
- kamizelki odblaskowe (ostrzegawcze)

Kategoria III – ubrania o specjalnej konstrukcji przeznaczone do ochrony przed czynnikami chemicznym (rozpoznanymi/nierozpoznanymi), mogącymi spowodować najpoważniejsze w skutkach następstwa dla zdrowia i życia ratownika, np.:

- chemoodporne ubrania gazoszczelne (CUG)
- ubrania chroniące przed płomieniem i/lub wysoką temperaturą (tzw. ubranie żaroodporne)



Zabezpieczenie odpadów zawierających azbest

Azbest był powszechnie wykorzystywany do produkcji różnego rodzaju materiałów budowlanych, w szczególności płyt azbestowo-betonowych, stosowanych jako element pokryć dachowych i elewacji. Dziś wiadomo już, że włókna azbestowe mogą być **bardzo szkodliwe dla zdrowia** i z tego względu zarówno produkcja, jak i obrót istniejącymi wyrobami z azbestem **są zakazane!** Problem odpadów jest jednak ciągle aktualny.



Prace związane z demontażem materiałów zawierających włókna azbestowe, ich składowaniem i transportem, są niebezpieczne i wymagają ścisłego stosowania się do obowiązujących w tym zakresie zasad, w tym stosowania specjalistycznej odzieży ochronnej. Przede wszystkim **nie wolno usuwać wyrobów azbestowych na własną rękę!** Likwidację azbestu należy najpierw zgłosić do właściwego organu administracji architektoniczno-budowlanej. Wyroby z azbestu trzeba odpowiednio zabezpieczyć, by minerały te nie przedostały się do środowiska i nie naraziły znajdujących się w okolicy osób. Miejsce wykonywania prac, związanych z usuwaniem azbestu, powinno być odpowiednio oznaczone. W kontenerze nie można umieszczać żadnego innego materiału poza azbestem. Wyroby muszą być zabezpieczone przed pyleniem, dlatego **przed transportem pojemnik należy dokładnie okryć folią**. Nie powinien być on zbyt duży, ponieważ azbest jest dość ciężki.

Zabezpieczenie odpadów promieniotwórczych

Większość procesów związanych z przygotowaniem do składowania odpadów promieniotwórczych odbywa się w wyspecjalizowanych zakładach, w Polsce jest to

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Świerku koło Otwocka.



Odpady promieniotwórcze przed składowaniem są odpowiednio przygotowywane. Przede wszystkim powinny zostać oddzielone od reszty zanieczyszczeń, w celu zmniejszenia ich objętości. Pozwoli to odzyskać część nieskażonych substancji, np. wody. Odpady promieniotwórcze umieszczane są w pojemnikach, które uniemożliwiają im przedostanie się do środowiska. Po odpowiednim przygotowaniu i zabezpieczeniu odpadów promieniotwórczych, przewożone są do składowiska odpadów promieniotwórczych.

Transport odpadów promieniotwórczych odbywa się w specjalnie do tego przeznaczonych, szczelnych pojemnikach. Te opakowania są jednocześnie skuteczną barierą w razie ewentualnych wypadków. Kierowcy, zajmujący się takim transportem, muszą posiadać specjalne uprawnienia do przewozu materiałów niebezpiecznych. Każdy transport takich odpadów do składowiska jest nadzorowany i zgłaszany do **Departamentu Bezpieczeństwa Jądrowego Państwowej Agencji Atomistyki** oraz innych służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo publiczne.

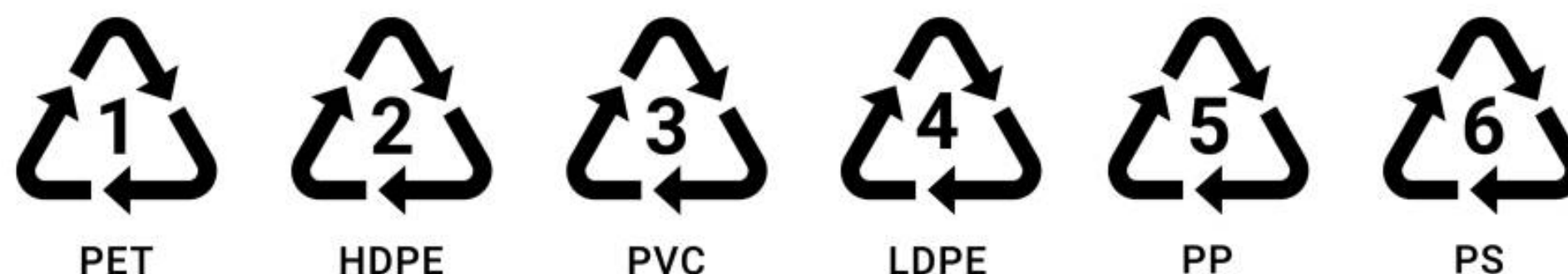
Sposoby utylizacji odpadów

Stosowane obecnie w Polsce metody unieszkodliwiania odpadów to:

- składowanie na wysypiskach śmieci i w specjalnych, odseparowanych miejscach, w przypadku odpadów niebezpiecznych,
- spalanie, czyli mineralizacja odpadów,
- piroliza,
- kompostowanie,
- przetwarzanie na paliwo stałe,
- fermentacja metanowa.



Każda z tych metod stosowana jest do innego rodzaju odpadów. Za dodatkową można uznać metodę neutralizacji kwasów i innych substancji chemicznych poprzez oddziaływanie na nie innymi związkami, które wchodzą z nimi w reakcję.



Szkolenie zostało dofinansowane ze środków NFOŚiGW
w ramach programu priorytetowego nr 7.2.1
„Edukacja ekologiczna Część 1. Edukacja ekologiczna na lata 2021-2025”



Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Za jego treść odpowiada wyłącznie
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji