



INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ

Instrukcje, Wytyczne, Poradniki
nr 444/2009

Zasady budowy składowisk odpadów

Warszawa 2009

PORADNIK

Autor

prof. dr hab. inż. LECH WYSOKIŃSKI, ITB

Recenzenci:

prof. dr hab. ANDRZEJ DRAĞOWSKI

prof. dr hab. inż. BOHDAN ZADROGA

Opracowanie redakcyjne

dr MICHAŁ GAJOWNIK

Opracowanie komputerowe

SŁAWOMIR KOSIARSKI

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej
Warszawa 2009

ISBN 978-83-249-2015-0

ISBN 978-83-249-8174-8 (PDF)



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Upowszechniania Wiedzy

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

www.itb.pl

Sklep internetowy klient.itb.pl

Spis treści

Przedmowa	7
1. Wprowadzenie	9
1.1. Informacje wstępne	9
1.2. Definicje	14
1.3. Symbole i oznaczenia	18
2. Lokalizacja składowiska	20
2.1. Informacje wstępne	20
2.2. Zespół uwarunkowań	21
2.3. Studia przedprojektowe	22
3. Organizacja systemu gospodarowania odpadami komunalnymi	27
3.1. Informacje wstępne	27
3.2. Opracowanie wstępnej koncepcji technicznej poprzedzającej wydanie warunków zabudowy i zagospodarowania	31
4. Wybór lokalizacji składowiska	34
4.1. Informacje wstępne	34
4.2. Orientacyjne wymagania odległości składowiska od obiektów	35
4.3. Hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie warunki lokalizacji składowisk	38
4.4. Ukształtowanie składowisk	41
4.5. Bariera geologiczna	42
4.6. Badania do dokumentacji hydrogeologicznej, geologiczno-inżynierskiej i geotechnicznej konieczne do wykonania projektu budowlanego	62
5. Typy składowisk	67
5.1. Informacje wstępne	67
5.2. Składowiska odpadów niebezpiecznych	67
5.3. Podziemne składowiska odpadów	78
5.4. Składowiska azbestu	84
5.5. Składowiska odpadów komunalnych	89
5.6. Składowiska odpadów obojętnych	97
6. Migracja zanieczyszczeń ze składowisk	99
6.1. Informacje wstępne	99
6.2. Procesy oczyszczania odcieku w warunkach naturalnych	103
7. Elementy konstrukcyjne składowisk	105
7.1. Informacje wstępne	105
7.2. Oddziaływania wpływające na konstrukcję składowiska	107

8. Uszczelnienia podstawy składowisk	110
8.1. Informacje wstępne	110
8.2. Składowiska odpadów niebezpiecznych.....	111
8.3. Składowiska odpadów komunalnych	116
8.4. Systemy drenażu.....	118
8.5. Uszczelnienia powierzchniowe (pokrywowe)	122
8.6. Uszczelnienie boczne	126
8.7. Uszczelnienie pośrednie	129
9. Osiadanie składowiska.....	131
9.1. Informacje wstępne	131
9.2. Prognoza osiadań.....	133
10. Stateczność skarp składowiska	136
10.1. Sytuacje projektowe	136
10.2. Przypisanie skarp do kategorii geotechnicznych	137
10.3. Dane do analizy stateczności.....	137
10.4. Parametry geotechniczne	138
10.5. Stateczność skarp z odpadów	141
10.6. Zapas bezpieczeństwa.....	142
11. Projektowanie z udziałem geosyntetyków	144
11.1. Informacje wstępne	144
11.2. Podział i charakterystyka geosyntetyków.....	145
11.3. Geotekstyli.....	147
11.4. Geomembrany	160
11.5. Geomaty	169
11.6. Maty bentonitowe.....	170
11.7. Geosiatki.....	176
11.8. Georuszty.....	177
11.9. Ocena geosyntetyków	179
11.10. Badania i wymagania stawiane geosyntetykom	185
12. Dobór materiału mineralnego na przesłonę.....	191
12.1. Informacje wstępne	191
12.2. Wymagania stawiane materiałom.....	191
13. Badania przydatności gruntów do budowy mineralnych przesłon izolacyjnych.....	194
13.1. Informacje wstępne	194
13.2. Szczegółowe badania gruntów w laboratorium	195
13.3. Badania gruntów na polu doświadczalnym	197
13.4. Pobieranie próbek do badań	202
13.5. Ocena wyników badań	203

14. Kryteria przydatności gruntów do budowy mineralnych barier izolacyjnych	204
14.1. Informacje wstępne	204
14.2. Kryteria przydatności	204
14.3. Ocena przydatności gruntów do budowy mineralnych barier izolacyjnych	211
15. Charakterystyka gruntów spoistych występujących w Polsce wraz z oceną ich przydatności	215
16. Zasady wykonania mineralnych przesłon izolacyjnych.....	220
17. Eksploatacja składowiska odpadów jako etap jego budowy	225
17.1. Informacje wstępne	225
17.2. Gaz składowiskowy.....	228
17.3. Zagrożenia mikrobiologiczne	239
18. Obiekty na składowisku.....	242
19. Monitoring składowiska	251
19.1. Informacje wstępne	251
19.2. Monitoring wód	252
19.3. Monitoring powietrza	267
19.4. Pomiary bryły składowiska	267
20. Rekultywacja składowiska.....	270
20.1. Informacje wstępne	270
20.2. Rekultywacja biologiczna.....	275
21. składowiskowe Pozwolenia zintegrowane	280
21.1. Informacje wstępne	280
21.2. Ocena spełnienia przez składowisko wymagań BAT	281
21.3. Ocena stanu technicznego składowiska odpadów	282
21.4. Porównanie technologii	286
21.5. Wniosek o wydanie pozwolenia	288
22. Polskie doświadczenia w budowie składowisk	289
22.1. Informacje wstępne	289
22.2. Przykłady składowisk odpadów niebezpiecznych	289
23. Tereny skażone	357
23.1. Definicja terenu skażonego	357
23.2. Teren skażony jako potencjalny problem	358
24. Bibliografia.....	363
24.1. Akty prawne, normy, instrukcje.	363
24.2. Literatura	366

Przedmowa

Publikacja niniejsza, pisana w latach 2000–2006, zamierzona była jako poradnik dla osób pracujących w gospodarce komunalnej, projektantów składowisk i służb państwowych. Wcześniejszemu ukończeniu pracy przeszkodziły zmiany prawa i przepisów, które wprowadzano w latach 2003–2004 w związku z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Autor próbował już w 1998 r. podsumować problematykę budowy składowisk komunalnych. Obecna wersja poradnika, oprócz przepisów obowiązujących po wejściu Polski do UE, zawiera badania autora i Jego współpracowników: dr Edyty Majer, dr Agnieszki Klimek i dr. Stanisława Łukasika oraz materiały dr. Piotra Manczarskiego. Za materiały i chęć uczestniczenia w przedsięwzięciu osobom tym serdecznie dziękuję.

Szczególne podziękowania kieruję także do Pani Jolanty Sobiech, której codzienna praca przy poprawianiu i redakcji spowodowała, że książka ta w ogóle powstała. Dziękuję też dr. Michałowi Gajownikowi za cierpliwość i duży nakład pracy.

Obserwując aktualność różnych publikacji i prac dotyczących problematyki składowisk, nasuwa się wniosek, że przez częste zmiany przepisów, życie takiej publikacji wydaje się niezbyt długie. Ważne, żeby pomogła ona podczas ważnych przekształceń gospodarki odpadami i problemów składowania w najbliższych latach.

1. WPROWADZENIE

1.1. Informacje wstępne

Składowanie odpadów w gruncie praktykuje się od wieków. Kiedyś składowano je w każdych warunkach terenowych (na przykład w wąwozach, żwirowniach), ale wówczas ludzi na świecie było mniej i odpady były inne. Warstwy kulturowe starych miast, badane przez archeologów, są właściwie śmietnikami, bo ludzie wyrzucali odpadki koło domów. Wraz z rozwojem cywilizacji w czasach nowożytnych lawinowo rosła masa odpadów, w tym przemysłowych, niebezpiecznych. Zwiększająca się troska o środowisko naturalne w latach pięćdziesiątych XX w. w Europie i w USA umożliwiła prace badawcze nad wpływem odpadów na środowisko. W tym czasie ludzie uważali, że odcieki ze składowisk są całkowicie oczyszczane w glebie, stąd nie uwzględniano zanieczyszczenia wód gruntowych. W przeciągu ostatnich trzydziestu lat wykazano, że składowiska zanieczyszczają wody gruntowe. Przedstawianie się odcieku z odpadów przemysłu chemicznego do eksploatacyjnych poziomów wód podziemnych uważano już 50 lat temu za niebezpieczne, ale odcieki z odpadów komunalnych i pochodzących z nie chemicznych przemysłów nie uznawano za tak szkodliwe. W rezultacie w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia odpady podzielono na dwie kategorie: „niebezpieczne” i „bezpieczne” dla środowiska. W wielu krajach powstały oddzielne przepisy prawne dla składowania tych dwóch typów odpadów. Zbieranie odcieków z „bezpiecznych dla środowiska” odpadów nie było wymagane, kładziono nacisk tylko na ich rekultywację.

W wyniku zróżnicowanego podejścia dotyczącego wpływu odcieku na zanieczyszczenie wód gruntowych, w USA w latach siedemdziesiątych XX w. powstały dwa różne sposoby projektowania składowisk odpadów: „samooczyszczające się” i składowiska niebezpieczne. W składowiskach odpadów „samooczyszczających się” odciek mógł przenikać do wód gruntowych. Zakładano, że rozcieńczenie zanieczyszczeń w wodzie gruntowej w pełni likwiduje zagrożenie. Dalsze badania wykazały, że grunt nie może neutralizować wszystkich zanieczyszczeń infiltrujących, nawet z „bezpiecznych odpadów”, bez względu na to jak gruba jest nienawodniona strefa podłoża lub jak wysoka jest zdolność wymiany jonowej gruntu. Obecnie nieurządzone składowiska odpadów na całym świecie są praktycznie całkowicie zabronione. Zmiany zaszły także w projektowaniu składowisk. Początkowo wymagano jednej przesłony, jednakże ze względu na niezawodność systemu i jego trwałość w ciągu

100 lub więcej lat, dla składowisk zbierających odpady niebezpieczne zaczęto wymagać skomplikowanych zabezpieczeń.

Publikacja niniejsza dotyczy zasad projektowania i budowania składowisk odpadów. Mieści się ona w szerokim nurcie prac dotyczących ochrony środowiska. Nawet w przyjętym tu wąskim zakresie spraw dotyczących ochrony środowiska omówienie wszystkich problemów związanych z budową składowisk jest bardzo trudne. Dziedzina „budowa składowisk” powstała dopiero w latach sześćdziesiątych XX w. W Polsce dotyczyła ona budowy dużych składowisk na popioły i żużle z elektrowni węglowych, później składowisk na osady poflotacyjne miedziowe i w końcu na odpady komunalne.

We wcześniejszym okresie zwykle określano tylko miejsca na składowanie odpadów, bez zabezpieczeń i urządzeń na składowisku, poszukiwano miejsca oddalonego od zabudowy, najlepiej obniżenia terenowego. Składowanie odpadów komunalnych (z gospodarstw domowych) z dużych miast przebiegało podobnie.

W niniejszej pracy zastosowany został podział na cztery typy składowisk:

- odpadów niebezpiecznych,
- azbestu,
- odpadów obojętnych,
- odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (przeważnie komunalnych).

W Polsce wytwarza się obecnie ponad 140 mln Mg odpadów: odpadów obojętnych 125 mln, odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (komunalnych) 13,5 mln, niebezpiecznych 1,5 mln. Poza tym do unieszkodliwienia pozostaje 15,5 mln Mg wyrobów zawierających azbest. Azbest w tych wyrobach znajduje się w kontakcie z ludźmi i z otoczeniem, głównie w pokryciach dachowych i innych elementach budowlanych.

Ze 125 mln Mg odpadów przemysłowych, tzw. monoodpadów (produkowanych przez górnictwo i przemysł), aż 77% poddaje się procesom zagospodarowania, 2,2% unieszkodliwia się w inny sposób, a 18% składowuje. Z 13,5 mln Mg odpadów komunalnych składowaniu podlega aż 97%, kompostuje się około 2% tej masy, a 1% podlega spalaniu. Z 1,5 mln Mg odpadów niebezpiecznych około 67% podlega procesom unieszkodliwiania, zaś około 30% odzyskowi i zagospodarowaniu.

W całej Polsce jest 1700 składowisk, w tym: 74 składowiska odpadów niebezpiecznych, 44 – odpadów obojętnych, 1583 – odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (93% ogólnej liczby składowisk). Polska jest krajem o dużym zanieczyszczeniu wód otwartych, gruntowych oraz dużej liczbie ludności (powyżej 100 osób na 1 km²). Chcąc więc zachować dobre warunki życia musimy bardzo dbać o ochronę środowiska. Odpady przemysłowe stanowią też coraz większy problem wobec zaniechania produkcji w licznych zakładach i konieczności rekultywacji terenów, na których zostały stare odpady i niezabezpieczone pozostałości po dawnej produkcji.

W Polsce od 1 stycznia 1995 r. wprowadzono w ustawie – Prawo budowlane zapis uznający składowisko odpadów za obiekt budowlany. Budowa składowiska podlega zatem procedurom prawa budowlanego na wszystkich etapach przygotowania i wykonania inwestycji. Musi być właściwie przeprowadzony proces lokalizacyjny, rozpoczynając od decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu. Uzyskanie pozwolenia na budowę wymaga opracowania właściwego projektu budowlanego, którego realizacja powinna podlegać procedurom zapewnienia jakości. Podczas budowy obiektu zbyt mały nacisk położono jednak na kontrolę jakości materiałów i wykonania robót.

Następną sprawą, która jest słabo rozumiana to fakt, że proces budowy składowiska nie kończy się w momencie, kiedy po wybudowaniu czaszy złoży się w nim pierwszą tonę odpadów, ale dopiero po jego zrehabilitowaniu. Wieloletni na ogół okres składowania to przecież nic innego jak budowa składowiska. Materiałami do budowy są odpady, które zwykle cechuje bardzo duża zmienność składu i niejednorodność. Budowanie „pryzmy” z takiego materiału jest trudne, a realizują to zwykle osoby o małym doświadczeniu budowlanym, przy użyciu nie zawsze odpowiedniego sprzętu. Po uformowaniu w bezpieczny sposób bryły (pryzmy) składowiska następuje etap rekultywacji – zwykle krótszy od okresu składowania. Rekultywacja powinna zapewnić izolację składowiska przed czynnikami atmosferycznymi i klimatycznymi oraz bezpieczne dla środowiska jego wieloletnie istnienie w terenie bez oddziaływań na grunty, wody, powietrze, a także walory krajobrazowe składowiska.

W budowie czaszy składowiska i przy rekultywacji coraz powszechniej stosuje się nowe technologie i materiały, zwłaszcza geosyntetyki, mające spełnić wysokie wymagania dotyczące ochrony środowiska w przyszłości. Są to materiały dotychczas nie stosowane, więc nie można powiedzieć, że są sprawdzone przez setki lat, a takie mamy w stosunku do nich wymagania. Oczywiście efekty pracy, którą dziś wykonujemy, będzie można sprawdzić dopiero za kilkanaście czy kilkadziesiąt lat. Być może okaże się wtedy, że nie wszystkie poglądy i zasady, które wprowadzamy dzisiaj, były słuszne. W pracach, które prowadzimy jest jeszcze wiele wątpliwości, wymagających badań i obserwacji na obiektach już zbudowanych, oraz dokumentowania i rejestracji prowadzonych działań, by w przyszłości łatwiej było wykrywać błędy i je likwidować, stąd konieczna jest rozważa i większy stopień bezpieczeństwa. Należy także odróżnić problemy, które wynikają ze składowania odpadów niebezpiecznych (wg dzisiejszych poglądów), odpadów obojętnych (np. hałdy górnicze, liczne odpady przemysłowe, budowlane i energetyczne – popioły, żużle itp.) wreszcie odpady inne niż wyżej wymienione (głównie odpady komunalne).

Postęp techniczny w metodach unieszkodliwiania stałych odpadów komunalnych na przestrzeni ostatnich 30 lat doprowadził do pewnej stabilizacji i optymalizacji możliwych technologii. Wszystkie one zakładają składowanie, rozkład termiczny lub rozkład biologiczny. Od czasu do czasu obserwuje się na świecie reklamy moc-

no forsowanych nowych technologii, obiecywane są w pełni „ekologiczne” rozwiązania, po czym okazuje się, że na przykład zbyt mały zakres eksperymentu nie pozwalał na wydawanie tak wysokich ocen, że efekty ekonomiczne są wątpliwe, technologie są kilkakrotnie droższe, powstają też inne zagrożenia pomijane milczeniem przez sprzedających daną technologię.

U podstawy wszystkich poprawnych rozwiązań leży ograniczenie ilości odpadów i recykliczacja tej ich części, która może być wykorzystana ponownie. Prawidłowa technologia obecnych czasów, to technologia bezodpadowa (odpady są „surowcem wtórnym”). Powstaje tu następny problem, co zrobić z produktem po jego śmierci technicznej. Zużyte samochody, komputery, stare domy pokazują skalę tego zjawiska na świecie. Powstała stąd nowa dziedzina badań, analiza produktu w ciągu całego jego życia z unieszkodliwieniem pozostałości po technicznej śmierci. Rozwój zrównoważony, który te problemy podejmuje i próbuje rozwiązać, powstał z troski o ludzkość, która może zadusić się swoimi odpadami. Przyroda, na co wskazują już liczne przykłady, nie będzie w stanie ponownie wprowadzić do obiegu życia zanieczyszczeń i powstaną strefy śmierci, zagrażające całej na Ziemi.

W Polsce, w ciągu ostatnich kilkunastu lat, składowiska odpadów, oprócz oczyszczalni ścieków, znalazły się na liście obiektów najbardziej istotnych dla ochrony środowiska. Stało się to możliwe dzięki zmianom przepisów prawnych, tj. stworzeniu funduszu ochrony środowiska oraz uznania gmin za odpowiedzialne za gospodarkę odpadową na własnym terenie. Powstało przez to około 3 tys. nowych inwestorów (gmin) i wywołało polską specyfikę związaną z budową składowiska komunalnego dla pojedynczej gminy. Gwałtowny wzrost liczby opakowań, inna kultura sprzedaży, którą niesie gospodarka rynkowa, zaowocowała od 1990 r. 2 ÷ 3-krotnym wzrostem masy odpadów od jednego mieszkańca. Pilną potrzebą stała się budowa właściwych miejsc składowania tych odpadów. Otwarcie na Zachód spowodowało też zalew różnych rozwiązań, często odrzuconych w krajach macierzystych, a po otwarciu rynku szukających dla siebie miejsca i pieniędzy w Polsce. Niestety na rozwiązania te dali się namówić liczni inwestorzy gminni i teraz mają kłopoty. Trzeba podkreślić, że 60% objętości i 30% masy odpadów komunalnych stanowią opakowania. Na przykład w Niemczech ustawowo przewiduje się odbiór w 100%:

- opakowań służących do transportu,
- tzw. „opakowań dodatkowych”, stosowanych w sklepach samoobsługowych,
- bezpośrednich opakowań.

Selektywna zbiórka materiałów pozwala na wtórne wykorzystanie ich przez przemysł. Szkło, papier, tworzywa trafiają z powrotem do przemysłu opakowań. Jednocześnie (np. w Niemczech) nastąpiło generalne przekształcenie rynku z nastawieniem na opakowania wielokrotnego użytku (chodzenie z torbą do sklepu, bańką po mleko i butelką po piwo). Finansowanie systemu odbywa się z opodatkowania wszystkich opakowań, opłaca się więc producentom ich redukcja.

Przyjęcie Polski do Unii Europejskiej i konieczność spełniania dyrektyw unijnych dotyczących ochrony środowiska i gospodarki odpadami zaowocowało wydaniem przez Ministra Środowiska szeregu przepisów o randze nakazowej.

Trzeba podkreślić, że prawidłowe rozwiązanie gospodarki odpadowej, to:

- ograniczenie masy odpadów,
- segregacja i recykliczacja,
- właściwe składowanie.

W Polsce, w gospodarce komunalnej, dwa pierwsze elementy tego systemu praktycznie dopiero powstają. I o ile przemysł prawie w całości bardzo szybko dostosował się do nowych warunków ekonomicznych przechodząc na technologie bezodpadowe, to świadomość ogólna społeczeństwa jest nadal niska. I mimo tego, że w większości gmin stoją już kolorowe pojemniki do segregowanych odpadów, ogólnie z racji braku prawidłowego przetwórstwa i dopłat do segregacji, gospodarka odpadowa nie jest prowadzona zgodnie ze współcześnie obowiązującymi zasadami.

Budowa składowiska bez opracowanego w gminie programu gospodarki komunalnej, stanowiła znaczący błąd polskiego systemu gospodarki odpadowej. Jednocześnie za polski błąd należy uznać budowanie jednej kwatery składowiska na 20 do 30 lat, jak to miało miejsce na wielu składowiskach gminnych. Zmiany składu odpadów są szybkie, w coraz większym stopniu zależne od zmian gospodarczych. Dokonana w 2003 r. akcja przeglądów ekologicznych składowisk nie może zostać poprawnie, zgodnie z założeniami wykorzystana, ze względu na brak środków na zamykanie składowisk źle zaprojektowanych.

Polski system prawny gospodarki odpadami nadal jest wadliwy. Zbyt wiele elementów tego systemu jest niedopracowanych, bezmyślnie przetłumaczonych z dyrektyw unijnych i oddanych swobodnie na rynek. Natomiast w grze rynkowej nikt nie będzie zajmował się zadaniami i zasadami ochrony środowiska, tylko realizował swoje zyski. Jeśli system prawny nie pokieruje poprawnie działaniami, powstaną wynaturzenia. W ten sposób wiele elementów gospodarki odpadowej jest systematycznie zaniedbywanych, jako nieopłacalnych dla podmiotów rynkowych. By można było prowadzić zgodną z zasadami europejskimi gospodarkę odpadową (wykonywać dyrektywy UE), muszą być gromadzone fundusze na ten cel. Hasło „zanieczyszczający płaci” musi być rozumiane dosłownie. Gmina, czy inna jednostka administracyjna, zobowiązana do prowadzenia gospodarki odpadowej, powinna zostać uprawniona do poboru opłat i być ich dysponentem, a także powinna być prawnie i finansowo zobowiązana do wykorzystywania tych kwot wyłącznie na gospodarkę odpadową. Oczywiście zadanie musi dotyczyć wszystkich elementów systemu, zgodnie z programem gospodarki odpadowej danej jednostki.

Niniejszy poradnik oparty jest na obszernej literaturze, w tym na wydanych do końca 2005 r. ustawach i rozporządzeniach. Zmieniają się one na tyle szybko, że tekst pracy był kilka razy przerabiany. Informacje zawarte w poradniku bazują na

wydanych już instrukcjach ITB oraz na doświadczeniach z wykonywania aprobat dla materiałów geosyntetycznych, na własnych doświadczeniach autora i obserwacjach składowisk w różnych krajach oraz szczegółowej obserwacji kilkunastu składowisk w Polsce. Praca zawiera podstawowe zasady konieczne podczas projektowania składowiska oraz informacje, z których powinni korzystać projektanci przy programowaniu składowisk oraz władze budowlane i władze ochrony środowiska przy kontroli jakości wykonywanych robót i odbiorach inwestycji.

Podjęty temat znajduje się w fazie rozwojowej, wiele poglądów i przepisów ulegało zmianie kilka razy w ciągu ostatnich lat. Nadal określane są nowe zagrożenia, co powoduje następne zmiany przepisów, niekiedy bardzo zasadnicze.

1.2. Definicje

Odpady:

definicja „słownikowa” [49] – odpady to wszystkie przedmioty oraz substancje stałe, a także nie będące ściekami substancje ciekłe, powstałe w wyniku prowadzonej działalności gospodarczej lub bytowania człowieka, nieprzydatne w miejscu lub czasie, w którym powstały;

definicja „urzędowa” [18] – odpady oznaczają każdą substancję lub przedmiot należący do jednej z kategorii określonych w załączniku nr 1 do ustawy, których posiadacz pozbywa się, zamierza pozbyć się lub do ich pozbycia się jest obowiązany.

Odpady niebezpieczne:

definicja „słownikowa” [49] – odpady niebezpieczne to te odpady, które ze względu na swoje pochodzenie, skład chemiczny, biologiczny, inne właściwości i okoliczności, stanowią zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzi albo dla środowiska;

definicja prawna [18] – odpadami niebezpiecznymi są odpady:

1) należące do kategorii lub rodzajów odpadów określonych na liście A załącznika nr 2 do ustawy [18] oraz posiadające co najmniej jedną z właściwości wymienionych w załączniku nr 4 do ustawy lub

2) należące do kategorii lub rodzajów odpadów określonych na liście B załącznika nr 2 do ustawy [18] i zawierające którykolwiek ze składników wymienionych w załączniku nr 3 do ustawy oraz posiadające co najmniej jedną z właściwości wymienionych w załączniku nr 4 do ustawy.

Odpady obojętne [18] – odpady, które nie ulegają istotnym przemianom fizycznym, chemicznym lub biologicznym; są nierozpuszczalne, nie wchodzą w reakcje fizyczne ani chemiczne, nie powodują zanieczyszczenia środowiska lub zagrożenia dla zdrowia ludzi, nie ulegają biodegradacji i nie wpływają niekorzystnie na materię, z którą się kontaktują; ogólna zawartość zanieczyszczeń w tych odpadach oraz zdolność do ich wymywania, a także negatywne oddziaływanie na środowisko odcieku muszą być nieznaczące, a w szczególności nie powinny stanowić zagrożenia dla jakości wód powierzchniowych, wód podziemnych, gleby i ziemi.

Odpady inne niż niebezpieczne i obojętne – głównie odpady komunalne, ale też inne odpady, które nie mieszczą się w definicjach odpadów niebezpiecznych i odpadów obojętnych.

Odpady komunalne [18] – odpady powstające w gospodarstwach domowych, a także odpady niezawierające odpadów niebezpiecznych, pochodzące od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych.

Instalacja – termin używany w przepisach [5], [18], oznaczający zazwyczaj zakład, fabrykę, składowisko; w pewnym sensie jest synonimem obiektu budowlanego pracującego; w Polsce terminu tego używano dotychczas w węższym zakresie – określonego urządzenia wykonującego jedną czynność.

Składowisko odpadów – obiekt budowlany przeznaczony do składowania odpadów. Wyróżnia się trzy typy składowisk [18]:

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

Etapy budowy składowisk:

- budowa czaszy,
- eksploatacja,
- rekultywacja.

Unieszkodliwianie odpadów – poddanie odpadów procesom przekształceń biologicznych, fizycznych lub chemicznych w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska.

Magazynowanie odpadów – czasowe przetrzymywanie lub gromadzenie odpadów przed ich transportem, odzyskiem lub unieszkodliwianiem.

Formy składowania odpadów:

- nadpoziomowe (ponad poziom terenu),
- przyskarpowe (oparte o skarpę zbocza),
- podpoziomowe (w starych wyrobiskach i obniżeniach terenu).

Z uwagi na uwarunkowania krajobrazowe i wysokość ukształtowania ponad teren wyróżniamy składowiska:

- wysokie (12 m nad poziom otaczającego terenu),
- średnie (4 do 12 m),
- niskie (poniżej 4 m).

Kategoria składowiska odpadów – termin (nieformalny w sensie prawa polskiego) mówiący o stopniu zagrożenia środowiska składowanymi odpadami.

* Autor wyróżnia czwartą grupę – składowiska azbestu.

Do kategorii 1 należą składowiska odpadów obojętnych, z których nie łągują się substancje zagrażające gruntem i wodom gruntowym; składowiska kategorii 1 gromadzą odpady budowlane, odpady górnicze (skały płonne).

Do kategorii 2 należą składowiska na odpady inne niż niebezpieczne i obojętne (komunalne); są to głównie bioreaktory, w których odbywają się procesy biologicznej i chemicznej przemiany odpadów; należą tu także odpady przemysłowe powstałe w procesach przeróbczych o małej szkodliwości; w składowiskach przemysłowych należy dążyć do selektywnego składowania z reguły jednego rodzaju odpadów o znanym składzie i oddziaływaniu na środowisko.

Do kategorii 3 należą składowiska odpadów niebezpiecznych, głównie odpadów przemysłowych, które przez swoją wielką masę lub skład zagrażają środowisku; należą tu także komunalne odpady niebezpieczne, różnego rodzaju środki chemiczne, ochrony roślin, trucizny używane w małych ilościach w gospodarstwach domowych, których pozostałość po wykorzystaniu należy unieszkodliwić.

Kategorie powyższe występują w literaturze różnych krajów (np. Niemcy).

Składowisko martwe – składowisko odpadów, w którym uległy one zupełnemu rozkładowi, i które nie wytwarza odcieku, a związane z nim wody drenażowe traktuje się jako nieskażone.

Odciek – woda zanieczyszczona wskutek przenikania przez odpady lub powstała w składowisku wskutek procesów chemicznych i mechanicznych (fermentacja, wyciskanie).

Drenaż odcieku – drenaż wewnątrz niecki składowiska zbierający ciecze z wnętrza składowiska, niezezwalający na migrację zanieczyszczeń do środowiska.

Przesłona izolacyjna – mineralna lub sztuczna warstwa materiału izolująca odpady od środowiska; przesłona może się składać z szeregu warstw, z których każda ma do spełnienia określone funkcje:

- przesłona pojedyncza; warstwa izolacyjna wykonana z jednego materiału, mineralna lub syntetyczna,

- przesłona złożona (kompozytowa); zbudowana z warstwy mineralnej, maty bentonitowej, geomembrany, geowłókniny.

Bariera geologiczna – naturalny, występujący w miejscu lokalizacji składowiska układ warstw geologicznych utrudniający lub uniemożliwiający kontakt odcieków z wodami gruntowymi.

Podłoże przesłony – warstwa gruntu, na której posadowiony jest system izolacji składowiska i składane są masy odpadów.

Przesłona mineralna – wykonana z odpowiedniego materiału (głównie ilów) warstwa izolacyjna w dnie i skarpach składowiska.

Przesłona syntetyczna – izolacja dna i skarp składowiska wykonana z geomembrany (folii) lub innych syntetycznych wyrobów.

Przesłona rekultywacyjna składowiska (przesłona zewnętrzna) – system pokrycia składowiska, którego zadaniem jest zminimalizowanie przenikania wód opadowych przez odpady, zmniejszenie ilości odcieków, a zatem ograniczenie zagrożenia wód i gruntów.

Geomembrana – folia syntetyczna nieprzepuszczalna lub o bardzo małej przepuszczalności, stosowana jako bariera filtracyjna.

Geowłóknina – tekstylny materiał rolowy, porowaty, z włókien syntetycznych, wykonany przez igłowanie; materiał ten jest wykorzystywany jako warstwa separacyjna do drenaży lub filtrów.

Geotkanina, geodzanina – materiały tkane lub wiązane, zwykle o większej wytrzymałości niż geowłókniny.

Geomata – zespolone zwykle dwie warstwy geotekstylne, które mogą być wypełnione różnymi materiałami (piaskiem, betonem, bentonitem); stosowana jako przesłona izolacyjna lub filtracyjna; geomaty wypełnione piaskiem, betonem, popiołem mają zastosowanie jako warstwy ochronne lub filtracyjne.

Bentomata – mata wypełniona bentonitem.

Przepuszczalność materiału – właściwość materiału określająca zdolność do migracji cieczy.

Współczynnik filtracji – uśredniona wartość przepływu cieczy przez badany ośrodek, odniesiona do spadku hydraulicznego i czasu [m/s].

Wytrzymałość gruntu – właściwość do przenoszenia naprężenia działającego w gruncie, najczęściej wytrzymałość na ścinanie gruntu.

Kąt tarcia wewnętrznego gruntu (ϕ) – parametr wytrzymałości gruntu, uzyskiwany w badaniach trójosiowych lub bezpośredniego ścinania.

Spójność gruntu (c) – parametr wytrzymałości gruntu, uzyskiwany w badaniach trójosiowych lub bezpośredniego ścinania.

Wskaźnik Proctora – gęstość względna gruntu wbudowanego w stosunku do gęstości zagęszczonych w określony sposób gruntów wskaźników, mierzona w badaniach laboratoryjnych zagęszczenia według metody Proctora.

Pęcznienie – przyrost objętości związany z pochłanianiem cieczy przez grunt.

Skurcz – zmniejszenie objętości związane z wysychaniem.

Zawartość cząstek ilastych – wagowa zawartość ziaren mniejszych od 0,002 mm.

Czasza, niecka składowiska – zagłębienie wykonane w gruncie dla zwiększenia pojemności składowania oraz zbierania ocieku.

Skarpy – nachylone powierzchnie boczne niecki składowiska.

Skarpa przejezdna – powierzchnia, po której ze względu na jej małe nachylenie, może jeszcze poruszać się sprzęt ciężki.

Skarpa stroma – powierzchnia, po której niemożliwe jest już poruszanie się sprzętu ze względu na jej duże nachylenie.

Poletko badawcze – model przesłony, przeważnie mineralnej, wykonany na budowie w skali 1:1, do ustalenia zasad budowy, parametrów technicznych zagęszczania, współczynników filtracji itp.

Piezometr – urządzenie, zamontowane w warstwie wodonośnej gruntu, służące do pomiarów jakości wody podziemnej i głębokości zwierciadła.

Monitoring – zintegrowany system kontroli oddziaływania składowiska na środowisko.

Ładunek zanieczyszczeń – masa zanieczyszczeń zgromadzona w złożu składowanych odpadów, stwarzająca zagrożenie dla czystości wód podziemnych i / lub gruntu.

BAT (*best available techniques*, najlepsza dostępna technika) – najbardziej efektywny oraz zaawansowany poziom rozwoju technologii i metod prowadzenia danej działalności, wykorzystywany jako podstawa ustalania granicznych wielkości emisyjnych, mających na celu eliminowanie zanieczyszczeń lub, jeżeli nie jest to praktycznie możliwe, ograniczanie emisji i wpływu zanieczyszczeń na środowisko jako całość.

1.3. Symbole i oznaczenia

- A – aktywność (koloidalna) gruntów spoistych według Skempton, [-],
- C – stężenie równowagowe jonu w roztworze, mg/dm^3 , mval/dm^3 ,
- c – spójność, kPa,
- c' – spójność efektywna, kPa,
- c_u – wytrzymałość gruntu na ścinanie „bez odpływu”, kPa,
- φ – kąt tarcia wewnętrznego, $^\circ$,
- φ' – efektywny kąt tarcia wewnętrznego, $^\circ$,
- f_i – zawartość frakcji ilowej, %,
- f_p – zawartość frakcji piaskowej, %,
- f_π – zawartość frakcji pyłowej, %,
- H – grubość warstwy drenażowej, cm,
- I – spadek hydrauliczny, [-],
- I_L – stopień plastyczności, [-],
- I_{om} – zawartość części organicznych, %,
- I_p – wskaźnik plastyczności, [-],
- I_s – wskaźnik zagęszczenia, [-],
- k – współczynnik filtracji, m/s,

- M – moduł ściśliwości, MPa,
 MBC – pojemność sorpcyjna gruntu według PN-B-04481:1988, g/100g,
 m_g – masa próbki gruntu, g,
 n – porowatość, [-], %,
 n_e – porowatość efektywna, [-], %,
 ρ – gęstość objętościowa gruntu, Mg/m³,
 ρ_d – gęstość objętościowa szkieletu gruntowego, Mg/m³,
 ρ_{ds} – maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego, Mg/m³,
 S – ilość jonu, która uległa sorpcji, mg/kg; mval/kg,
 S_{max} – maksimum sorpcji, mg/kg; mval/kg,
 S_t – powierzchnia właściwa gruntu według PN-B-04481:1988, m²/g,
 σ – naprężenie całkowite, kPa,
 σ' – naprężenie efektywne, kPa,
 t – czas, s; rok,
 τ_f – wytrzymałość gruntu na ścinanie, kPa,
 u – ciśnienie wody w porach gruntu, kPa,
 V – prędkość filtracji, m/s; cm/rok,
 w – wilgotność gruntu, %,
 w_f – wilgotność formowania przesłony ilastej, %,
 w_k – wilgotność końcowa przesłony ilastej, %,
 w_p – granica plastyczności gruntu, %,
 w_L – granica płynności gruntu, %,
 w_{opt} – wilgotność optymalna gruntu, %,
 W_p – wskaźnik przydatności gruntu do budowy przesłon mineralnych, [-],
 w_r – wilgotność równowagi gruntu, %,
 v – współczynnik zmienności – iloraz odchylenia standardowego i średniej arytmetycznej, %.

2. LOKALIZACJA SKŁADOWISKA

2.1. Informacje wstępne

Budowa składowiska zaczyna się zawsze od wyboru lokalizacji. Wcześniej oczywiście zostaje określone zapotrzebowanie na inwestycję i zapada decyzja o konieczności budowy. Określona musi być także ilość i rodzaje odpadów, które nie mogą być w inny sposób zagospodarowane i muszą zostać składowane.

Budowa składowiska jest procesem inwestycyjnym i podlega ogólnym zasadom, obowiązującym procesy inwestycyjne [7], [8]. Dodatkowo, składowisko jako inwestycja szczególnie szkodliwa dla środowiska i zdrowia ludzi lub mogąca pogorszyć stan środowiska, podlega także szeregu ograniczeniom określanym przez procedury ocen oddziaływania na środowisko [4].

Polskie przepisy budowlane ukształtowane po roku 1994 [8], [16] z licznymi nowelizacjami, nadal jeszcze są zmieniane. Jeszcze bardziej dynamiczne przemiany dotyczą przepisów ochrony środowiska, co jest spowodowane zmianą systemu gospodarczego po roku 1989, wejściem Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. i koniecznością harmonizacji przepisów prawa, by nie stanowiły barier w działalności rynkowej. Należy przewidywać, że proces harmonizacji prawa trwać będzie jeszcze kilka lat. Należy także zauważyć, że w Unii Europejskiej też zmienia się podejście do wielu zagadnień, między innymi dotyczących odpadów i ich składowania. Wprawdzie dyrektywa europejska [1] ukształtowała zasady w skali międzynarodowej, ale przy rozwiązywaniu kwestii szczegółowych i specyficznych odsyła do przepisów krajowych.

Barierą lokalizacji składowiska odpadów, spełniającej już wymagania środowiskowe i techniczne, jest „bariera społeczna” decydująca o możliwości lokalizacji. Stanowisko lokalnych społeczności, określane na Zachodzie skrótem efektu NIMBY (*not in my back yard*), przekreśla bardzo często optymalne z punktu widzenia gospodarki przestrzennej i ochrony środowiska lokalizacje, podnosząc koszty gospodarki miejskiej i koszty związane z budową składowisk przez realizację ich w mniej właściwych miejscach. Małe doświadczenie samorządów nie pozwala na prawidłowe działanie w tym zakresie i często decyzje jednostek blokują lub uniemożliwiają właściwe, z punktu widzenia społeczności lokalnych i „ekorozwoju” miasta, czy gminy, lokalizacje składowisk.

2.2. Zespół uwarunkowań

Poprawny wybór lokalizacji składowiska odpadów jest bardzo ważnym zagadnieniem. Powinien on uwzględniać aspekty topograficzne, geologiczne, geotechniczne, klimatyczne, zagospodarowania przestrzennego (zabytki, parki narodowe itp.) i demograficzne. Budowa składowiska odpadów jest inwestycją, która musi być podejmowana na podstawie planu zagospodarowania przestrzennego i gospodarki odpadami w regionie z uwzględnieniem danych z przeglądów ekologicznych. Cały proces inwestycyjny ma kilka etapów pokazanych w tablicy 2.1.

Tablica 2.1. Etapy przygotowania procesu inwestycyjnego składowisk

Etapy	Czynności podstawowe
Stadium przedprojektowe	analiza celowości inwestycji (wyciąg z programu gospodarki odpadowej), analiza i ocena możliwych lokalizacji, opracowanie studium wykonalności obiektu (<i>feasibility study</i>), podjęcie decyzji inwestorskiej
Warunki zagospodarowania i zabudowy	wybór lokalizacji obiektu, wystąpienie o warunki zagospodarowania i zabudowy, opracowanie dokumentacji geodezyjnej, opracowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej, opracowanie koncepcji programowej i kosztowej obiektu, uzyskanie warunków zabudowy i zagospodarowania, pozyskanie praw do terenu inwestycji, opracowanie Raportu Oddziaływania na Środowisko
Projekt budowlany	szczegółowa analiza ilości i jakości odpadów w czasie, opracowanie technologii segregacji i składowania, ocena bariery geologicznej i zasad izolacji czaszy, rozwiązanie oczyszczania i odbioru odcieku, opracowanie projektu, w tym: projektu zagospodarowania terenu, projektu budowlanego składowiska (wszystkie branże), opracowanie Oceny Oddziaływania na Środowisko, uzyskanie koniecznych opinii, zezwoleń i zgód, decyzja pozwolenia na budowę
Projekt wykonawczy	wybór wykonawcy, opracowanie projektu wykonawczego, w tym: projekt robót ziemnych, odwodnienie w okresie budowy, transport mas ziemnych itp., opracowanie harmonogramu i organizacji budowy

Popelnienie błędów na etapach wstępnych (studium przedprojektowego i warunków zagospodarowania) powoduje często, że cała inwestycja jest nietrafiona.

2.3. Studia przedprojektowe

Prace studialne dotyczące lokalizacji należy rozpocząć od ustalenia:

- danych ogólnych dotyczących składowiska,
- rodzaju i właściwości odpadów (często konieczne badania),
- morfologii i infrastruktury terenu; należy wykluczyć zbocza dolin rzecznych, tereny zalewane przez powódzie, obszary czynnych procesów geodynamicznych, osuwiska, kras itp.),
- warunków geologicznych; głównie określenie obszarów ochrony ujęć wód podziemnych i lokalizacje stwarzające zagrożenie ujęć i zasobów wód podziemnych,
- rodzaju gruntów w podłożu (istnienie bariery geologicznej),
- poziomu wód gruntowych,
- koncepcji bryły geometrycznej składowiska:
 - uszczelnienia podstawy i powierzchni (rekultywacyjne),
 - elementów odwadniania (odciek, wody czyste),
 - odgazowania,
 - przykrycia pośredniego, przesypy (materiał na przesypy),
 - techniki eksploatacji składowiska,
- kontroli i monitoringu.

Z rozważań proceduralno–prawnych i projektowych wynika, że najlepszym rozwiązaniem jest podzielenie procesu projektowego na kolejne fazy, przy czym w każdej fazie projektowej dokonuje się coraz bardziej szczegółowych ustaleń. Każdą fazę projektową zamykają z reguły decyzje techniczne i prawne. W rezultacie osiąga się dzięki temu większą pewność dobrych efektów przy niskich nakładach na projektowanie oraz przyspieszenie przebiegu procesu projektowania. Wymaga to jednak, aby w miarę możliwości, równocześnie z rozpoczęciem projektowania (planowania), o zamierzonej inwestycji powiadomione zostały odnośnie władze i poproszone o współpracę. Ta współpraca może być tylko natury czysto fachowej i proceduralno–prawnej, pozwalająca na uniknięcie niepewności dotyczących przyszłych decyzji administracyjnych. Nie musi się to wiązać z wyrażeniem z góry zgody na realizację projektu. Należy wyjaśnić wszystko, by z wstępnymi informacjami od władz były połączone pewne wiążące zamierzenia planistyczno–projektowe, bez czego nie osiągnie się wykonania lub przyspieszenia inwestycji.

Szukając lokalizacji (np. dla składowiska odpadów komunalnych) należy wokół źródła odpadów (miasta) zakreślić kręgi o średnicy około 20 i 40 km, jako poprawne ze względów organizacyjnych i technicznych odległości i w tych kręgach szukać lokalizacji spełniających warunki przepisów. Obecnie w Polsce system rynko-

wy nieprawidłowo stosowany do gospodarki odpadowej powoduje, że odpady wozi się na odległość kilkuset kilometrów. W sprawach środowiska poprawne działania nie zawsze muszą być konsekwentnie rynkowe (najtańsze).

Rozporządzenie [18] podaje, że:

„*Składowiska odpadów niebezpiecznych oraz składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne **nie mogą** być lokalizowane:*

1) w strefach zasilania głównych i użytkowych zbiorników wód podziemnych (GZWP, UZWP),

2) na obszarach otulin parków narodowych i rezerwatów przyrody,

3) na obszarach lasów ochronnych,

4) w dolinach rzek, w pobliżu zbiorników wód śródlądowych, na terenach źródliskowych, bagiennych i podmokłych, w obszarach mis jeziornych i ich strefach krańcowych, na obszarach bezpośredniego bądź potencjalnego zagrożenia powodzią w rozumieniu przepisów prawa wodnego,

5) w strefach osuwisk i zapadlisk terenu, w tym powstałych w wyniku zjawisk krasowych, oraz zagrożonych lawinami,

6) na terenach o nachyleniu powyżej 10°,

7) na terenach zaangażowanych glaciektonicznie lub tektonicznie, przecinanych uskokami, spękanych lub uszczelinowanych; na terenach wychodni skał związanych porowatych, skrasowiałych i skawernowanych,

8) na glebach klas bonitacji I-II,

9) na terenach, na których mogą wystąpić deformacje ich powierzchni na skutek szkód górniczych,

10) na obszarach ochrony uzdrowiskowej,

11) na obszarach górniczych utworzonych dla kopalin leczniczych,

12) na obszarach określonych w przepisach odrębnych.”

Dodatkowo należy szukać dużego terenu o powierzchni kilkunastu hektarów (najlepiej jednego właściciela), na którym odległość od najbliższych siedzib ludzkich jest większa niż 300 m. Znalezienie takiego terenu jest trudne, ale wykonalne. Tego rodzaju opracowania dla kilku dużych miast (Warszawa, Łódź, Gdańsk, Płock) pokazują, że można znaleźć tereny o takich walorach.

W tej chwili w Polsce trwa niedopuszczalny z ekologicznego i racjonalnego punktu widzenia proceder, związany z błędnymi przepisami, dotyczący wożenia odpadów po całym kraju tam, gdzie jest tańsze składowisko. Przy kosztach składowania na składowiskach dużych miast, rzędu 100 zł za tonę odpadów, opłaca się pozostałość po segregacji odpadów wozić 200 lub nawet 400 km, by wyrzucić je na tanim składowisku (np. 40 zł za tonę). Za zepsucie systemu prawnego odpowiadają kolejne rządy i posłowie. Największe zyski z tej sytuacji czerpią silne zorganizowane firmy wywozu odpadów, które odbierają w miastach odpady i wożą je po całej Polsce do

tanich składowisk, nie interesując się ich dalszą rekultywacją i prawidłowym zabezpieczeniem ekologicznym.

Często w warunkach polskich nie ma możliwości znalezienia innej lokalizacji składowiska komunalnego poza już istniejącym. Często składowiska takie należy akceptować, a w wyniku modernizacji wyeliminować zagrożenia, które dotychczas to składowisko stwarzało. Z reguły jest to postępowanie słuszniejsze, zapewniające minimalizację szkód środowiskowych. Wycofanie się ze składowiska i niepoprawne jego zabezpieczenie, bądź porzucenie, jest niewłaściwe. Mamy tutaj do czynienia z dwiema sytuacjami:

- lokalizacja składowiska jest zgodna z warunkami poprawnej lokalizacji i powinna być w miarę możliwości utrzymana (wyniki przeglądu ekologicznego),
- lokalizacja jest nieprawidłowa, wymagana jest ocena i plan likwidacji zagrożenia środowiska i rekultywacja składowiska; często wymaga to wykonania barier pionowych lub zbieranie odcieków, w każdym przypadku należy opracować projekt rekultywacji.

Podstawowym problemem w poszukiwaniu optymalnej lokalizacji jest uniknięcie zanieczyszczenia wód podziemnych, zapewnienie czystości poziomów użytkowych lub stanowiących rezerwę dla zorganizowanego zaopatrzenia ludności w wodę. W przypadkach możliwości wystąpienia takiego problemu konieczna jest szczegółowa analiza, w wyniku której powinno nastąpić wykluczenie lokalizacji lub dopuszczenie z zastrzeżeniem wykonania specjalnych zabezpieczeń technicznych. Podane wymagania prawne [18] nie uwzględniają szeregu sytuacji, w których lokalizacja powinna być również ograniczana.

2.3.1. Plany zagospodarowania przestrzennego

W ustawie [7] o zagospodarowaniu przestrzennym wielokrotnie wskazuje się na potrzebę uwzględniania w planach zagospodarowania wymagań ochrony środowiska, stanu i funkcjonowania środowiska przyrodniczego, uwzględniania obszarów, które mogą być przeznaczone pod zabudowę, ustalenia w zależności od potrzeb szczególnych warunków zagospodarowania terenu, w tym zakazu zabudowy wynikającego z potrzeb ochrony środowiska i przekształceń obszarów zdegradowanych. Do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego zgodnie z ustawą powinny być dołączone prognozy skutków wpływu ustaleń planu na środowisko przyrodnicze. Należy podkreślić, że najważniejsze są tu sprawy geologii i hydrogeologii, z racji trwałych szkód, jakie inwestycje te mogą wywoływać.

Niestety, ani ustawa, ani odnośne rozporządzenia nie precyzują, w jakim zakresie elementy środowiska geologicznego powinny być dokumentowane i uwzględniane przy opracowywaniu planów miejscowych, czy też regionalnych.