

**PLAN GOSPODARKI ODPADAMI DLA
POWIATU GORZOWSKIEGO**

ZAŁĄCZNIK 1

Założenia

28 listopad 2003

ZAGADNIENIA OGÓLNE

Stan aktualny

Bilansu odpadów zbieranych na obszarze powiatu gorzowskiego dokonano opierając się na danych pochodzących z następujących źródeł:

1. Dane Urzędu Statystycznego w Zielonej Górze
2. Danych ankietowych.

Obliczenia dotyczące szacunkowej ilości wytwarzanych odpadów komunalnych oparto głównie na założeniach przyjętych w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami (M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159).

Tab. 1. Wskaźniki charakterystyki ilościowej odpadów komunalnych (kg/M, rok) dla roku 2000 (wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Źródła powstawania odpadów	Przyjęty wskaźnik nagromadzenia	
		miasto	wieś
1	Odpady z gospodarstw domowych	224	116
2	Odpady z obiektów infrastruktury	110	45
3	Odpady wielkogabarytowe	20	15
4	Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych	40	40
5	Odpady z ogrodów i parków	12	5
6	Odpady z czyszczenia ulic i placów	15	-
7	Odpady niebezpieczne wchodzące w strumień odpadów komunalnych	3	2
Razem		424	223

W tabeli 2. zamieszczono informacje dotyczące szacunkowego składu morfologicznego odpadów na terenach miejskich i wiejskich.

Tab. 2. Skład morfologiczny odpadów domowych i z obiektów infrastruktury (%)(wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Fracje odpadów	Odpady domowe		Odpady z obiektów infrastruktury
		miasto	wieś	
1	Odpady organiczne pochodzenia roślinnego	32	13	10
2	Odpady organiczne pochodzenia zwierzęcego	2	1	0
3	Inne odpady organiczne	2	2	0
4	Papier i tektura	19	13	30
5	Tworzywa sztuczne	14	13	30
6	Materiały tekstylne	4	3	3
7	Szkło	8	8	10
8	Metale	4	4	5
9	Odpady mineralne	5	10	5
10	Fracja drobna (< 10 mm)	10	33	7
Razem		100	100	100

Biorąc pod uwagę wyżej przedstawiony podział odpadów komunalnych, konieczność wyróżnienia odpadów opakowaniowych oraz bliższą charakterystykę odpadów ulegających biodegradacji, na potrzeby konstrukcji Planu, za Krajowym Planem Gospodarki Odpadami (M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159) przyjęto podział polegający na wyodrębnieniu 20 strumieni odpadów:

1. Odpady organiczne roślinne – domowe odpady organiczne pochodzenia roślinnego.
2. Odpady organiczne zwierzęce – domowe odpady organiczne pochodzenia zwierzęcego ulegające biodegradacji.

3. Odpady organiczne inne – odpady z pielęgnacji ogródków przydomowych, kwiatów domowych, balkonowych, ulegające biodegradacji.
4. Odpady zielone – odpady z ogrodów i parków, targowisk, z pielęgnacji zieleńców miejskich, z pielęgnacji cmentarzy – ulegające biodegradacji.
5. Papier i karton:
 - opakowania z papieru i tektury,
 - opakowania wielomateriałowe na bazie papieru,
 - papier i tektura (nieopakowaniowe)
6. Tworzywa sztuczne:
 - opakowania z tworzyw sztucznych,
 - tworzywa sztuczne (nieopakowaniowe).
7. Tekstylia.
8. Szkło:
 - opakowania ze szkła,
 - szkło (nieopakowaniowe).
9. Metale:
 - opakowania z blachy stalowej,
 - opakowania z aluminium,
 - pozostałe odpady metalowe.
10. Odpady mineralne – odpady z czyszczenia ulic i placów: gleba, ziemia, kamienie itp.
11. Drobną frakcją popiołowa – odpady ze spalania paliw stałych w piecach domowych (głównie węgla). Z uwagi na udział w składzie odpadów komunalnych popiołu wyodrębniono tę frakcję jako nieprzydatną do odzysku i unieszkodliwienia.
12. Odpady wielkogabarytowe.
13. Odpady budowlane – odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych – wchodzące w strumień odpadów komunalnych.
14. Odpady n niebezpieczne wchodzące w strumień odpadów komunalnych.

Dla w/w strumieni ustalono wskaźniki charakterystyki jakościowej odpadów komunalnych z uwzględnieniem różnic między odpadami powstałymi na terenach zabudowy miejskiej i wiejskiej:

Tab. 3. Wskaźniki generowania strumieni odpadów komunalnych dla obszarów miejskich i wiejskich dla roku 2000 (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Strumień odpadów komunalnych	Miasto		Wieś	
		kg	%	kg	%
1	Domowe odpady organiczne, w tym:	90,20	21,3	22,11	9,9
1a	odpady organiczne roślinne	81,40	-	18,80	-
1b	odpady organiczne zwierzęce	4,40	-	1,10	-
1c	odpady organiczne inne	4,40	-	2,21	-
2	Odpady zielone	10,00	2,4	4,16	1,9
3	Papier i tektura (niopakowaniowe)	28,62	6,8	10,64	4,8
4	Opakowania z papieru i tektury	41,52	9,8	15,43	6,9
5	Opakowania wielomateriałowe	4,66	1,1	1,73	0,8
6	Tworzywa sztuczne (nieopakowaniowe)	48,27	11,4	21,03	9,4
7	Opakowania z tworzyw sztucznych	15,53	3,7	6,77	3,0
8	Tekstylia	12,10	2,9	4,65	2,1
9	Szkło (nieopakowaniowe)	2,00	0,5	1,00	0,4
10	Opakowania ze szkła	28,12	6,6	18,89	8,4
11	Metale	12,79	3,0	4,55	2,0

L.p.	Strumień odpadów komunalnych	Miasto		Wieś	
		kg	%	kg	%
12	Opakowania z blachy stalowej	4,57	1,1	1,63	0,7
13	Opakowania z aluminium	1,33	0,3	0,47	0,2
14	Odpady mineralne	14,30	3,4	13,25	5,9
15	Drobna frakcja popiołowa	46,70	11,0	40,28	18,0
16	Odpady wielkogabarytowe	20,00	4,7	15,00	6,7
17	Odpady budowlane	40,00	9,4	40,00	17,9
18	Odpady niebezpieczne	3,00	0,7	2,00	0,9
Razem		423,71	100	223,59	100

W poniższych tabelach dokonano charakterystyki poszczególnych strumieni odpadów.

Tab. 4. Skład odpadów wielkogabarytowych (%) (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość
1	Drewno	60
2	Metale	30
3	Inne (balastowe, materace, plastik itp.)	10
Razem		100

W niniejszym planie do wyliczenia ilości poszczególnych materiałów zawartych w odpadach wielkogabarytowych wykorzystano dane zaczerpnięte z badań przeprowadzonych przez Tyszkiewicza (1999).

Tab. 5. Udziały procentowe poszczególnych materiałów w grupach sprzętu AGD (Tyszkiewicz, 1999).

Sprzęt	Stal, żelazo	Stopy miedzi	Durale	Inne metale kolorowe	Tworzywa sztuczne	Szkło	Mat. elektrotechniczne	Inne materiały
Kuchnie gazowe	78	3,3	2	1	5,1	11,1	-	1,5
Pralki, wirówki	71	1,65	-*	2,2	13,3	nw**	-	12,4
Pralki automat.	67,5	3	-	-	7,8	3,4	14,5	3,8
Chłodziarki, zamrażarki	50	2,5	5	-	35	9	-	3,5
Odkurzacze	65	8	7	-	19	nw	-	1
Maszyny do szycia	37	-	-	44	16	nw	-	0,9

* - uzyskane dane nie zawierają informacji o występowaniu

** - nie występuje

Tab. 6. Średni skład odpadów budowlanych i poremontowych (%) (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość
1	Cegła	40
2	Beton	20
3	Tworzywa sztuczne	1
4	Bitumiczna powierzchnia dróg	9
5	Drewno	7
6	Metale	5
7	Piasek	15
8	Inne	4
Razem		100

Tab. 7. Średni skład odpadów z ogrodów i parków (%) (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość
1	Odpady organiczne	80
2	Odpady mineralne	20
Razem		100

Tab. 8. Skład morfologiczny zmiotek ulicznych (%) (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość
1	Odpady mineralne	100

W przypadku odpadów niebezpiecznych występujących w strumieniu odpadów komunalnych w niniejszym Planie przyjęto podział podany przez Litwin, Piotrkowską (1998)

Tab. 9. Średni wskaźnik powstawania odpadów niebezpiecznych z gospodarstw domowych (Litwin, Piotrowska, 1998)

L.p.	Odpad	Ilość	
		kg/M/rok	%
1.	Aerozole	0,05	4,0
2.	Akumulatory	0,33	26,1
3.	Baterie	0,07	5,6
4.	Farby i lakiery	0,32	25,4
5.	Farmaceutyki	0,08	6,3
6.	Rozpuszczalniki	0,23	18,3
7.	Świetlówki	0,01	0,8
8.	Zużyte oleje	0,02	1,6
9.	Inne (w tym inne substancje chemiczne np. kwasy i zasady, pestycydy, chemiczne produkty laboratoryjne)	0,15	11,9
Razem		1,26	100,0

Tab. 10. Właściwości paliwowe i nawozowe odpadów (Maksymowicz, 2000)

L.p.	Wskaźnik	Jednostka	Miasta		Tereny wiejskie
			duże	małe	
<i>Wskaźniki określające właściwości paliwowe</i>					
1.	Wilgotność	%	26,5 – 55,5	28,0 – 48,0	25,0 – 39,0
2.	Części palne	%	18,5 – 42,7	10,0 – 20,0	8,0 – 20,0
3.	Części niepalne	%	21,4 – 39,4	30,0 – 65,0	40,0 – 70,-
4.	Ciepło spalania	kJ/kg	7437-12850	2010-4000	1200-2700
<i>Wskaźniki określające właściwości nawozowe</i>					
6.	Substancja organiczna	% s.m.	33,1 – 56,9	115,0 – 35,0	6,0 – 28,0
7.	Węgiel organiczny	% s.m.	15,5 – 22,9	6,0 – 18,0	4,5 – 16,0
8.	Azot organiczny	% s.m.	0,18 – 1,5	0,1 – 0,7	0,1 – 0,5
9.	Fosfor ogólny (P ₂ O ₅)	% s.m.	0,6 – 1,36	0,2 – 0,8	0,1 – 0,7
10.	Potas ogólny (K ₂ O)	% s.m.	0,1 – 0,7	do 0,3	do – 0,2

Prognoza

Na ilość odpadów komunalnych wytwarzanych w skali powiatu wpływa liczba mieszkańców oraz zmiany jednostkowych wskaźników emisji odpadów, których trendy zmian wynikają głównie z przesłanek rozwoju gospodarczo – społecznego. Dla potrzeb niniejszego Planu przyjęto prognozę ludności podaną przez US w Zielonej Górze (2001). Natomiast prognozę zmian wskaźników emisji odpadów wykonano w oparciu o dane zamieszczone w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami (M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159).

Rozważając przypuszczalne trendy zmian składu odpadów komunalnych, przyjęto w PKPGO na najbliższe 12 lat „optymistyczny” wariant rozwoju sytuacji, który w przyszłości będzie kształtował skład odpadów. Przewidywanie zmian składu opierało się m.in. na następujących przesłankach:

- rozwój gospodarki będzie postępował bez większych załamań i struktura gospodarki będzie zbliżała się do gospodarki krajów zachodnioeuropejskich,
- rozwój gospodarczy, który powoli pociągał będzie za sobą wzrost zamożności społeczeństwa, spowoduje m.in. rozwój rynku prasowego, a to w konsekwencji wpłynie także na wzrost ilości papieru w odpadach,
- powoli następować będzie rozwój sieci gastronomicznej, w tym rozwój punktów zbiorowego żywienia w zakładach pracy, co spowoduje równocześnie „przemieszczanie się” odpadów spożywczych z dzielnic mieszkalnych do centrów miast. Rozwojowi sieci gastronomii sprzyjać też będzie zmiana systemu pracy wzorowana na standardach zachodnich, czyli praca z przerwą na lunch,
- zakłada się, że przez najbliższe 5 lat, dominować będą postawy konsumpcyjne, wysoce „odpadogenne”, następnie zaś, stopniowo, coraz częściej obserwowane będzie postawy proekologiczne, w których zawarty będzie również świadomy stosunek do problematyki odpadów. Uwidoczni się to również m.in. spadkiem ilości tworzyw sztucznych na korzyść ilości szkła i wyrobów z drewna czy innych materiałów, przede wszystkim materiałów podatnych na recykulację (szkło) czy łatwo degradowanych – jak papier czy drewno,
- po początkowym okresie stagnacji nastąpi wzrost budownictwa oraz w szczególności prac remontowo-budowlanych, co z drugiej strony zaowocuje wzrostem ilości odpadów poremontowych (w tym gruzu), w strukturze odpadów da to wzrost ilości odpadów „innych mineralnych”.

Powyżej przedstawiony scenariusz rozwijał będzie się wolno, wobec czego założono też niewielkie – w skali rocznej – zmiany „emisji” poszczególnych składników, zmiany nie większe niż 3%.

Tab. 11. Prognoza zmian wskaźników emisji w latach 2005, 2010 i 2015 w Polsce w podziale na miasto/wieś (wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Nazwa strumienia	Procentowe zmiany wskaźnika emisji odpadów obszarów latami dla obszarów:					
	miejskich			wiejskich		
	2001-2005	2006-2010	2011-2014	2001-2005	2006-2010	2011-2014
Odpady organiczne roślinne	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Odpady organiczne zwierzęce	0,00	- 1,00	- 2,00	0,00	- 1,00	- 1,00
Odpady organiczne inne	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00
Odpady zielone	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00
Papier i tektura (nieopakowaniowe)	2,00	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00
Opakowania z papieru i tektury	6,80	6,80	6,80	2,00	1,00	0,00
Opakowania wielomateriałowe	4,80	6,80	6,80	2,00	1,00	0,00
Tworzywa sztuczne (nieopakowaniowe)	1,50	0,00	- 2,00	1,00	0,00	- 2,00
Opakowania z tworzyw sztucznych	6,80	6,80	6,80	1,00	0,00	- 2,00
Tekstylia	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
Szkło (nieopakowaniowe)	3,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00
Opakowania ze szkła	4,80	4,80	4,80	2,00	2,00	1,00
Metale	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Opakowania z blachy stalowej	3,80	3,80	3,80	1,00	0,00	0,00
Opakowania z aluminium	3,60	3,60	3,60	1,00	0,00	0,00
Odpady mineralne	1,00	2,00	2,00	0,00	1,00	1,00
Drobna frakcja popiołowa	- 2,00	- 3,00	- 3,00	- 2,00	- 3,00	- 3,00
Odpady wielkogabarytowe	8,45	0,00	0,00	5,92	0,00	0,00
Odpady budowlane	8,45	5,92	6,58	8,45	5,92	6,58
Odpady niebezpieczne	0,00	0,00	0,00	8,45	0,00	0,00

Tab. 12. Prognozowana ilość poszczególnych strumieni odpadów w latach 2003 - 2010 (tys. Mg/rok)

Strumień odpadów	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Domowe organiczne	5,49	5,59	5,61	5,67	5,74	5,80	5,86	5,93
Odpady zielone	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82
Papier i karton nieopakowaniowy	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,76
Opakowania papierowe	2,12	2,15	2,17	2,19	2,22	2,24	2,27	2,29
Opakowania kompozytowe	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
Tworzywa szt. nieopakowaniowe	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,76
Opakowania z tworzyw sztucznych	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
Odpady tekstylne	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77
Szkło nieopakowaniowe	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26
Opakowania szklane	2,75	2,78	2,81	2,84	2,87	2,90	29,3	2,96
Metal	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82
Opakowania stalowe	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28
Opakowania aluminiowe	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29
Odpady mineralne	1,22	1,23	1,25	1,26	1,28	1,29	1,30	1,32
Drobna frakcja popiołowa	4,66	4,71	4,76	4,81	4,86	4,92	4,97	5,03
Odpady wielkogabarytowe	0,59	0,60	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65
Odpady budowlane	1,94	1,96	1,98	2,00	2,03	2,05	2,07	2,09
Odpady niebezpieczne	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
Razem	26,25	26,57	26,89	27,20	27,54	27,90	28,19	28,55

Plan działań w gospodarce odpadami komunalnymi

Bilans odpadów

Odpady biodegradowalne

Założenia ogólne

W opracowaniu założono poziomy odzysku odpadów biodegradowalnych zgodnie z Planem Krajowym, który opiera się w tym zakresie o zapisy Dyrektywy Unii Europejskiej z dnia 26 kwietnia 1999 w sprawie składowania odpadów (1999/31/WE) (tab. 1.16.):

Tab. 13. Zakładane ilości odpadów biodegradowalnych kierowanych do składowania (w stosunku do roku 1995) (wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Rok	% masy odpadów biodegradowalnych do składowania
2010	75
2013	50
2020	35

Jako odpady biodegradowalne traktowane są:

1. Odpady zielone.
2. Odpady z opakowań papierowych.
3. Papier nieopakowaniowy.
4. Domowe odpady organiczne.

Odpady zielone

W niniejszym Planie, za Planem Krajowym założono, że w roku 2006 procesom kompostowania podlegać będzie 35% tego strumienia, a w roku 2010 - 50%.

Odpady z opakowań papierowych

W Planie przyjęto poziom odzysku odpadów opakowań zgodnie z Rozporządzeniem RM z dnia 30 czerwca 2001 r. w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i poużytkowych (Dz.U.2001.69.719 z dnia 6 lipca 2001 r.)

W Planie przyjęto, że po roku 2007 następować będzie dalsza intensyfikacja odzysku opakowań papierowych, i tak w latach 2008 – 2010 przyjęto odzysk na poziomie 50%.

Dodatkowy konieczny recykling odpadów biodegradowalnych

Oprócz w/w wymienionych odpadów biodegradowalnych jakimi są odpady z pielęgnacji terenów zielonych i odpady papieru, w masie odpadów znajduje się znaczna ilość innych odpadów organicznych, na którą składają się:

1. Odpady organiczne z gospodarstw domowych.
2. Papier nieopakowaniowy.

W Planie założono, że wszystkie odpady organiczne z gospodarstw domowych na terenach wiejskich będą zagospodarowywane we własnym zakresie (skarmianie zwierzętami, kompostowanie).

Natomiast odpady organiczne z terenów miejskich będą sukcesywnie włączane do systemu przerobu odpadów zielonych z tym, że na terenach z zabudową jednorodziną preferowane będzie kompostowanie we własnym zakresie. W bilansie przyjęto, że w ten sposób zagospodarowanych zostanie 10% odpadów organicznych z gospodarstw domowych na terenach miejskich.

Tab. 14. Planowany recykling odpadów biodegradowalnych (tys. Mg/rok).

Wyszczególnienie	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ilość odpadów biodegradowalnych wytworzonych w roku	10,07	10,36	10,66	10,97	11,29	11,61	12,64	13,01
Dopuszczalna ilość składowania odpadów biodegradowalnych	7,27	7,18	7,10	7,02	6,93	6,76	6,55	6,34
Ilość unieszkodliwionych odpadów zielonych	0,06	0,12	0,18	0,24	0,27	0,30	0,33	0,37
Ilość unieszkodliwionych odpadów opakowaniowych	1,05	1,15	1,31	1,49	1,69	1,80	1,91	2,04
Ilość domowych odpadów organicznych z terenów wiejskich zagospodarowanych we własnym zakresie	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Ilość domowych odpadów organicznych z zabudowy jednorodzinnej terenów miejskich zagospodarowanych we własnym zakresie	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
Dodatkowy konieczny recykling odpadów biodegradowalnych	0,68	0,92	1,10	1,22	1,37	1,72	2,12	2,53

Konieczną do pozyskania masę odpadów opakowaniowych do roku 2010 zestawiono w tabeli 15.

Tab. 15. Zakładana masa pozyskanych odpadów opakowaniowych (tys. Mg/rok).

Wyszczególnienie	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Opakowania z tworzyw szt.	0,07	0,10	0,14	0,18	0,22	0,23	0,25	0,26
Opakowania papierowe	0,85	0,93	1,06	1,21	1,37	1,45	1,60	1,65
Opakowania szklane	0,10	0,14	0,20	0,25	0,30	0,31	0,32	0,34
Opakowania stalowe	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Opakowania aluminiowe	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Opakowania kompozytowe	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
Razem	1,06	1,22	1,65	1,73	2,01	2,12	2,31	2,40

Odpady wielkogabarytowe

W Planie założono poziomy odzysku odpadów wielkogabarytowych zgodnie z Planem Krajowym (tab. 16).

Tab. 16. Zakładane poziomy odzysku odpadów wielkogabarytowych

Rok	% (w stosunku do poziomu z roku 2002)
2005	26
2010	64

Tabela 17. zawiera dane o ilości odpadów wielkogabarytowych, które winny zostać objęte zbiórką i przerobem w odpowiednich instalacjach.

Tab. 17. Planowany recykling odpadów wielkogabarytowych (tys. Mg/rok)

Rok	Masa
2003	0,04
2004	0,09
2005	0,15
2006	0,19
2007	0,23
2008	0,28
2009	0,32
2010	0,37

Odpady budowlane

W Planie założono poziomy odzysku odpadów budowlanych zgodnie z Planem Krajowym (tab. 18.).

Tab. 18. Zakładane poziomy odzysku odpadów budowlanych

Rok	% (w stosunku do poziomu z roku 2002)
2005	17
2010	59

Tabela 19. zawiera dane o ilości odpadów budowlanych, które winny zostać objęte zbiórką i przerobem w odpowiednich instalacjach.

Tab. 19. Planowany recykling odpadów budowlanych (tys. Mg/rok)

Rok	Masa
2003	0,09
2004	0,20
2005	0,32
2006	0,45
2007	0,60
2008	0,76
2009	0,94
2010	1,14

Odpady niebezpieczne w strumieniu odpadów komunalnych.

W niniejszym Planie, zgodnie z założeniami Wojewódzkiego Planu Gospodarki Odpadami, przyjęto następujące poziomy redukcji odpadów niebezpiecznych z masy odpadów komunalnych.

Tab. 20. Zakładane poziomy redukcji odpadów niebezpiecznych

Rok	% (w stosunku do poziomu z roku 2002)
2005	16
2010	56

W tabeli 21. podano konieczną do pozyskania masę odpadów niebezpiecznych.

Tab. 21. Zakładane ilości pozyskanych odpadów niebezpiecznych z masy odpadów komunalnych (tys. Mg)

Rok	Masa
2003	0,03
2004	0,03
2005	0,04
2006	0,05
2007	0,07
2008	0,10
2009	0,12
2010	0,14

Odpady do składowania.

Na podstawie przeprowadzonych w powyższych rozdziałach bilansów określono ilość odpadów, które należy unieszkodliwić przez składowanie lub unieszkodliwić termicznie.

W tabeli 22. podano szacunkową ilość odpadów resztkowych do składowania.

Tab. 22. Ilość odpadów do składowania w latach 2003 – 2010.

Rok	Razem (tys. Mg/rok)	% wytworzonych
2003	21,47	84,5
2004	21,30	81,5
2005	20,98	78,0
2006	20,79	75,10
2007	20,56	72,20
2008	20,52	70,0
2009	20,51	68,0
2010	20,17	65,0
Razem	166,30	

Wykonane obliczenia wykazały, że przy osiągnięciu zakładanych progów odzysku odpadów, możliwe jest ograniczenie ilości odpadów resztkowych w roku 2006 do 75% całkowitej masy wytwarzanych odpadów komunalnych, a w roku 2010 – do ok. 65%.

Zbiórka i transport odpadów

Systemy zbiórki selektywnej odpadów.

Gromadzenie odpadów w miejscu powstawania stanowi pierwsze ogniwo systemu ich usuwania i unieszkodliwiania. Usuwanie odpadów z mieszkań oraz sposób ich przechowywania na terenie nieruchomości mają znaczący wpływ na czystość i stan sanitarny w osiedlach, a tym samym na poziom bytowania mieszkańców. Gromadzenie odpadów powinno stanowić etap krótkotrwały i przejściowy.

Dla warunków powiatu za optymalną częstotliwość wywozu przyjmuje się:

- dla centrów usługowo-handlowych - codziennie,
- dla budownictwa zwartego i osiedlowego - 2 razy w tygodniu,
- dla budownictwa jednorodzinnego - 1 raz w tygodniu,
- dla budownictwa zagrodowego (rozproszonego) - 1 raz w miesiącu.

Odpady gromadzi się w różnego rodzaju i wielkości zbiornikach przenośnych, przetaczanych lub przesypanych oraz w workach foliowych. Stosowanie zbiorników stałych ze względów sanitarnych oraz technicznych jest niedopuszczalne.

Zbiórka selektywna odpadów odbywać się może jednym z niżej podanych systemów:

I. Zbiórka selektywna "u źródła":

Jest to najskuteczniejsza, a zarazem najtrudniejsza forma selektywnej zbiórki odpadów tj. indywidualna zbiórka na każdej posesji. Zaletą tej formy jest otrzymanie czystych, jednorodnych odpadów, natomiast wadą - duża liczba zbiorników lub worków foliowych i rozbudowany system transportu. Selekcja "u źródła" jest formą elastyczną, umożliwiającą stopniowe dochodzenie do coraz bardziej precyzyjnego selekcionowania. W ramach podanego systemu stosować można system dwupojemnikowy, trójpojemnikowy i wielopojemnikowy. Poniżej podano przykładowe kolory pojemników.

1. System dwupojemnikowy Jest to metoda najprostsza:

- pojemnik np. zielony na wartościowe odpady suche - zmieszane,
- pojemnik np. szary na odpady mokre - pozostałe odpady z przewagą składników organicznych.

Odpady mokre trafiają do kompostowni lub na składowiska, natomiast odpady suche do zakładu segregacji mechanicznej, która jest znacznie prostsza i bardziej efektywna, gdy surowce nie są zmieszane i zabrudzone odpadami mokrymi.

2. System trójpojemnikowy

- pojemnik np. zielony - na surowce wtórne,
- pojemnik np. brązowy - na odpady organiczne,
- pojemnik np. szary - na pozostałe odpady.

3. System wielopojemnikowy

W systemie wielopojemnikowym wydzielane są dodatkowo poszczególne rodzaje surowców wtórnych:

- pojemnik np. zielony - na szkło,
- pojemnik np. niebieski - na papier,
- pojemnik np. żółty - na tworzywa sztuczne,
- pojemnik np. brązowy - na bioodpady,
- pojemnik np. szary - na pozostałe odpady.

II. Kontenery ustawione w sąsiedztwie (centra zbiórki)

Jest to najprostszy system polegający na ustawieniu w wybranych newralgicznych punktach miasta, osiedla, wsi specjalnych zbiorników odpowiednio oznakowanych na selektywną zbiórkę odpadów użytkowych. System ten jest szczególnie przydatny w miastach do obsługi budownictwa wielorodzinnego, na parkingach, stacjach benzynowych, przy dużych obiektach handlowych, ale

również i na terenach wiejskich. Przyjmuje się, że każdy punkt tego systemu powinien obsługiwać 500 – 1 000 mieszkańców i mieć zasięg nie większy niż 200 m.

W punktach tych jest umieszczany zestaw kontenerów lub pojemników dużych o specjalnej konstrukcji.

III. Zbiornice selektywnego gromadzenia (centra recyklingu)

Są to miejsca ogrodzone, strzeżone, wyposażone w szereg kontenerów oraz pojemników i obsługujące znaczny teren (do 10 - 25 tys. gospodarstw domowych). Do punktów tych mieszkańcy mogą przynosić - dowozić, przeważnie bezpłatnie, różnego rodzaju odpady z gospodarstw domowych. Takie punkty są ważnymi centrami odzysku surowców wtórnych, umożliwiające odbiór znacznie większej gamy surowców niż system "kontener w sąsiedztwie". Oprócz podstawowych odpadów użytkowych (makułatura, szkło, tworzywa, złom metalowy) odbierane są tam:

- odpady niebezpieczne,
- odpady wielkogabarytowe,
- odpady budowlane,
- odpady z ogrodów i terenów zielonych,

Wiejskie Punkty Gromadzenia Odpadów.

Na terenach wiejskich funkcje powyższe mogą spełniać tzw. Wiejskie Punkty Gromadzenia Odpadów (WPGO). WPGO są miejscami czasowego gromadzenia odpadów, przy jednoczesnym ich segregowaniu. Punkty takie umożliwiają zbieranie odpadów nietypowych, np. wielkogabarytowych, niebezpiecznych i specjalnych. Do odpadów takich można zaliczyć: pestycydy, lekarstwa, baterie, resztki farb i lakierów, oleje itp.

Mieszkańcy wsi dysponując własnym transportem mogą do tych punktów dostarczać odpady samodzielnie, w miarę własnych potrzeb. Taki sposób zbierania odpadów jest cennym uzupełnieniem systemu zbiórki odpadów w skali gminy.

Na zorganizowanie wiejskiego punktu gromadzenia i segregacji odpadów należy przeznaczyć teren o powierzchni 0,15 – 0,20 ha. Strefa uciążliwości takich obiektów wynosi od 30 do 50 m (Dindorf, 1993). Punkty te powinny być zlokalizowane w niedalekiej odległości od zabudowy (1,5 do 2,0 km), minimum 10 m od drogi publicznej i 50 m od budynków mieszkalnych.

Punkty gromadzenia odpadów powinny być wyposażone w:

- stanowiska selektywnej zbiórki odpadów użytkowych (mogą to być pojemniki lub kontenery transportowe do gromadzenia np. złomu, papieru, stłuczki szklanej, tworzyw sztucznych, które po wypełnieniu wymienia się na puste),
- miejsce na odpady wielkogabarytowe (stare meble, telewizory, złom), z możliwością ich rozbiórki,
- pojemniki na odpady niebezpieczne,
- zbiorniki na oleje przepracowane i inne płynne substancje niebezpieczne,
- punkt przeładunku odpadów biologicznych,
- kontenery na odpady nieposegregowane,
- myjnię z możliwością dezynfekcji pojemników i kontenerów,
- pomieszczenia magazynowe dla podręcznego sprzętu (np. piły do drewna i metali, nożyce do cięcia blach) i przechowywania środków dezynfekcyjnych,
- pomieszczenia socjalne dla pracowników,
- urządzenia przeciwpożarowe,
- plac manewrowy o utwardzonej powierzchni,
- studzienki odprowadzające wodę deszczową i ze spłukiwania placu do kanalizacji.

Punkty gromadzenia i segregacji odpadów należy utrzymywać w czystości i okresowo dezynfekować. Program funkcjonalny oraz podstawowe dane techniczne i wyposażenie powinno się opracowywać indywidualnie dla każdej gminy, w zależności od lokalnych potrzeb, wielkości i charakteru obsługiwanego regionu.

W punktach tych można udostępniać za symboliczną opłatą części zamienne z wyrzuconych sprzętów i urządzeń lub zorganizować miejsce gdzie potrzebujący mogą otrzymać stare, lecz sprawne urządzenia gospodarstwa domowego lub odzież.

Utworzenie wiejskich punktów gromadzenia i segregacji odpadów, łatwo dostępnych dla mieszkańców i drobnych producentów jest jednym z elementów działań, które pozwolą rozwiązać problem tzw. dzikich wysypisk i przypadkowego wyrzucania odpadów.

Zbiórka odpadów biodegradowalnych

Szczególnie istotne z punktu widzenia celu, jest właściwe zbieranie odpadów biodegradowalnych.

Aby umożliwić selektywną zbiórkę odpadów biodegradowalnych, już w gospodarstwach domowych mieszkańcy muszą zbierać na bieżąco odpady organiczne oddzielnie, w osobnym pojemniku.

Stosowane mogą być następujące metody zbiórki odpadów biodegradowalnych:

I. Zbiórka selektywna odpadów komunalnych ulegających biodegradacji:

1. Bezpośrednio z domostw (zbiórka przy „krawężniku”) do:
 - pojemników na biomasę,
 - worków papierowych,
 - worków z tworzyw sztucznych,
 - worków z materiałów ulegających biodegradacji.

Zbiórka odbywa się raz na tydzień lub co dwa tygodnie (latem częstotliwość wyższa).

2. Z zastosowaniem pojemników ustawionych w bezpośrednim sąsiedztwie gospodarstw domowych (centra zbiórki). Częstotliwość opróżniania pojemników uzależniona m.in. od rodzaju zbieranych odpadów (odpady żywnościowe zbierane częściej). Metoda ta nadaje się szczególnie do zastosowania w miejscach gęsto zaludnionych z ograniczoną przestrzenią.
3. Poprzez bezpośrednią dostawę odpadów do obiektów odzysku (centra recyklingu)

II. Zbiórka zmieszanych odpadów komunalnych systemem dwupojemnikowym.

Odpady ulegające biodegradacji zbierane razem z odpadami mineralnymi w jednym pojemniku. W drugim pojemniku zbierane są wszystkie suche surowce wtórne oraz odpady niebezpieczne do specjalistycznego unieszkodliwienia.

Metoda I zbiórki gwarantuje uzyskanie surowca o większej czystości, co ma szczególne znaczenie w przypadku stosowania kompostowania jako metody przekształcenia odpadów biodegradowalnych. Pozyskany w ten sposób kompost może mieć szerokie zastosowanie, również do nawożenia upraw.

Metoda II zbiórki daje surowiec częściowo zanieczyszczony. Może być on przekształcony m.in. w procesie fermentacji metanowej odpadów lub w pryzmach energetycznych. W przypadku skierowania pozyskanego tą metodą surowca do kompostowni uzyskuje się produkt gorszej jakości, mogący zawierać np. kawałki szkła, mający ograniczone zastosowanie, np. do rekultywacji terenów zanieczyszczonych.

Zbiórka odpadów wielkogabarytowych.

Do zbiórki odpadów wielkogabarytowych stosowane będą następujące systemy:

1. Okresowy odbiór bezpośrednio od ich właścicieli oraz stworzenie warunków do zamówienia takiej usługi indywidualnie jako „usługa na telefon”
2. Dostarczanie sprzętu do zakładu zagospodarowania odpadów lub centrum recyklingu przez właścicieli własnym transportem.
3. Bezpośredni odbiór przez producenta (dotyczy przede wszystkim zbiórki sprzętu elektronicznego i sprzętów gospodarstwa domowego). Ta forma pozyskiwania odpadów wielkogabarytowych upraszcza system zbiórki odpadów i ich usuwania. Odpady te nie zasilają ogólnego strumienia odpadów komunalnych.
4. System wymienny polegający na przekazaniu jeszcze dobrego, ale konstrukcyjnie przestarzałego sprzętu w zamian za egzemplarz nowej generacji.

Zbiórka odpadów budowlanych.

Zbiórką i transportem odpadów budowlanych z miejsc ich powstawania zajmować się będą:

1. Wytwórcy tych odpadów np. firmy budowlane, rozbiórkowe, osoby prywatne prowadzące prace remontowe.
2. Specjalistyczne firmy zajmujące się zbiórką odpadów.

Zaleca się, aby już na placu budowy składować w oddzielnych miejscach (pojemnikach) posegregowane odpady budowlane. Pozwoli to na selektywne wywożenie ich do zakładu odzysku i unieszkodliwiania lub na składowisko.

Zbiórka odpadów niebezpiecznych.

Systemy zbiórki.

Przy zbiórce odpadów niebezpiecznych wytwarzanych w grupie odpadów komunalnych zaleca się stosowanie następujących systemów organizacyjnych:

I stopień:

1. Gminne punkty zbiórki odpadów niebezpiecznych (GPZON) przyjmujące bezpłatnie odpady niebezpieczne od mieszkańców oraz odpłatnie od małych i średnich przedsiębiorstw. Zakłada się, że w każdej gminie docelowo zostanie zorganizowany co najmniej jeden punkt.
2. Regularny odbiór odpadów przez specjalny pojazd (Mobilny Punkt Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych). Do tego celu stosowane będą specjalne samochody z pojemnikami objeżdżające w określone dni wyznaczony obszar (średnio cztery razy w roku). Docelowo, pojazd obsługiwać będzie obszar o wielkości powiatu.
3. Zbiórka przez sieć handlową np. apteki, sklepy fotograficzne, sklepy z farbami itp. Władze komunalne zawierają umowy z różnymi placówkami handlowymi w zakresie przyjmowania i przechowywania różnych rodzajów odpadów niebezpiecznych. Specjalny pojazd zabiera z tych placówek odpady niebezpieczne na żądanie.
4. Zbiórka odpadów niebezpiecznych prowadzona w ZZO i na odpowiednio wyposażonych składowiskach odpadów.

II Stopień:

1. Stacje przeładunkowe odpadów niebezpiecznych zlokalizowane na terenie Zakładów Zagospodarowania Odpadów mające na celu magazynowanie odpadów zebranych w gminach (w GPZON) i przygotowanie ich do transportu do docelowej instalacji.

Punkt Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych.

Zasady funkcjonowania i organizację Punktów Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych oparto o rozwiązania przyjęte w „Kompleksowym programie gospodarki odpadami niebezpiecznymi w rejonie Polski południowej” (Kraków, 2002).

Podstawowe zadanie Punkt Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych polega na odbieraniu odpadów niebezpiecznych od mieszkańców określonego rejonu oraz małych i średnich przedsiębiorstw.

Wzorcowy (duży) Punkt Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych składa się z:

- zadaszonego przedsiionka z kontenerami na odpady,
- punktu przyjmowania odpadów niebezpiecznych (odpowiedni stół i waga),
- pomieszczenia rejestracji odpadów i magazynu środków dezynfekujących,
- strefy kontroli i sprawdzania odpadów,
- magazynu opakowań,
- punktu pakowania i rejestracji odpadów,
- magazynu spedycyjnego,
- pomieszczeń biurowych i sanitarno-bytowych dla personelu.

Wyposażenie takiego punktu stanowią:

- kontenery specjalne,
- beczki (kontenery) na odpady niebezpieczne,
- pojemniki na specyficzne odpady ciekłe.

Pomieszczenia Gminnego Punktu Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych powinno posiadać instalację wywiewną (odciągową), z odpowiednio zabezpieczonym (filtr) wyrzutem spalin do atmosfery. Należy do niej podłączyć również te pojemniki (beczki) z odpadami, które przy otwieraniu mogą wydzielać szkodliwe wyziewy (np. beczki z substancjami ropopochodnymi).

Obiekt taki powinien posiadać odpowiedniej jakości nawierzchnię betonową uniemożliwiającą penetrację rozlanych cieczy do gleby. Teren należy odpowiednio ogrodzić i chronić w sposób ciągły (całodobowo).

Powierzchnia obiektu - 6÷ 8 arów (wraz z placem dojazdowym). Zatrudnienie 2-3 osoby.

Punkty takie najlepiej organizować w tych rejonach, gdzie zlokalizowane są różne warsztaty rzemieślnicze i drobny przemysł, względnie obiekty służb miejskich zajmujących się gospodarką odpadami komunalnymi

Natomiast na terenach o niewielkim nasyceniu drobnym przemysłem i zakładami rzemieślniczymi należy organizować małe Punkty Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych nastawione głównie na odbiór odpadów niebezpiecznych od okolicznych mieszkańców.

W takim małym Punkcie należy umieścić pojemniki (kontenery) na następujące odpady niebezpieczne:

- baterie rtęciowe i kadmowo-niklowe,
- zużyte oleje,
- rozpuszczalniki,
- farby i lakiery,
- aerozole,
- przeterminowane lekarstwa,
- środki ochrony roślin,
- inne odpady występujące w danym regionie.

Powierzchnia obiektu - 1,5 ÷ 2 arów. Zatrudnienie – 1 osoba.

Zaleca się zastosowanie jako pomieszczenie do przyjmowania odpadów małego kontenera (tzw. biurowca), który należy osadzić na podmurówce i doprowadzić do niego niezbędne media.

Zgromadzone w PZON odpady niebezpieczne kierowane będą następnie do Zakładów Zagospodarowania Odpadów, gdzie będą gromadzone przed ekspedycją do unieszkodliwiania lub będą z nich odbierane bezpośrednio przez przedsiębiorstwa zajmujące się unieszkodliwianiem odpadów.

Mobilny Punkt Zbiórki Odpadów Niebezpiecznych.

Na podstawie doświadczeń z wielu państw zachodnich (np. Holandii, Niemiec) proponuje się, aby jednym ze sposobów pozyskania odpadów niebezpiecznych od mieszkańców był samochód wyposażony w odpowiednie pojemniki na odpady niebezpieczne. Zbiórka odpadów prowadzona byłaby tym systemem przez odpowiednio wyszkolony personel (kierowca, ewentualnie pomocnik). Samochód ten, objeżdżałby w określone dni obsługiwany teren. Według ustalonego harmonogramu zatrzymywałby się on w wyznaczonych miejscach. Odbiór odpadów niebezpiecznych prowadzony byłby od mieszkańców bezpłatnie.

Proponuje się wykorzystanie do tego celu specjalnego kontenera, ładowanego na samochód ciężarowy – hakowiec, który jest na wyposażeniu przedsiębiorstw gospodarki komunalnej.

Częstotliwość objazdu ustalona będzie dla każdego obsługiwanego obszaru indywidualnie.

Poniżej omówiono zasady zbiórki odpadów niebezpiecznych od mieszkańców w Niemczech i Holandii przy pomocy ww. samochodu.

Zbiórka odpadów tekstylnych.

Podstawową metodą pozyskiwania odpadów tekstylnych jest zbiórka do specjalnych pojemników. Prowadzona jest ona z reguły odrębnie od systemów selektywnej zbiórki odpadów organizowanych przez gminy lub przedsiębiorstwa gospodarki komunalnej. Kolejnym źródłem pozyskania odpadów odzieżowych jest skup pozostałości ze sklepów z używaną odzieżą.

Odzysk i unieszkodliwianie.

Odpady komunalne ulegające biodegradacji.

W tabeli 23. zamieszczono w formie syntetycznej opcje zagospodarowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (poza składowaniem).

Tab. 23. Opcje zagospodarowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (poza składowaniem) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Odpady komunalne ulegające biodegradacji	Opcje zagospodarowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji poza składowaniem							
	Spalanie	Zgazowanie	Piroliza	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów zmieszanych	Kompostowanie	Fermentacja beztlenowa	Recykling	Ręczne lub mechaniczne sortowanie
Odpady mieszane	*			*		*		*
Paliwo z odpadów	*	*	*					
Odpady kuchenne ulegające biodegradacji					*	*		
Odpady zielone					*	*		
Odpady kuchenne ulegające biodegradacji i zielone					*	*		
Papier	*	*	*		*	*	*	
Odpady tekstylne	*	*	*				*	
Drewno	*	*	*				*	

W przypadku, gdy poszczególne rodzaje odpadów zbierane są oddzielnie liczba opcji odzysku i unieszkodliwiania jest większa: od najprostszych technologii kompostowania do bardziej zaawansowanych procesów takich jak piroliza czy zgazowanie.

W przypadku zbieranych selektywnie odpadów organicznych do ich unieszkodliwiania zalecane są do realizacji:

- kompostowanie odpadów organicznych we własnym zakresie (na terenach wiejskich oraz miejskich z zabudową jednorodzinną),
- budowa centralnych zakładów kompostowania lub fermentacji beztlenowej,
- budowa mechaniczno-biologicznych instalacji przerobu odpadów.

Kompostowanie odpadów.

Uważa się, że najlepsze efekty uzyskuje się kierując do kompostowania wysegregowane odpady organiczne, takie jak:

- trawy,
- listowie drzew i krzewów,
- popielegnacyjne i poużytkowe części roślin ozdobnych i użytkowych, z rabat ogródków działkowych i przydomowych,
- popielegnacyjne i poużytkowe części roślin z polowej i szklarniowej uprawy warzyw,
- roślinne odpady z targowisk i punktów obrotu produktami roślinnymi,
- rozdrobnione gałęzie drzew i krzewów,
- zepsute i przeterminowane pasze i środki żywności,
- trociny i kora drzewna,
- rozkładalne organiczne odpady domowe z selektywnej zbiórki w tzw. pojemnikach „bio”, w skład których wchodzi:
 - odpady spożywcze - roślinne i zwierzęce,
 - niekiedy także papier - głównie gazetowy i opakowaniowy,
- osady ściekowe,
- wybrane przemysłowe odpady organiczne.

Trociny, kora oraz rozdrobnione gałęzie i konary służą głównie jako środek strukturotwórczy w masie przerabianych odpadów.

W poniższych tabelach zamieszczono podstawowe informacje charakteryzujące odpady pod kątem ich przydatności do kompostowania. Ważny z punktu widzenia przydatności materiału do kompostowania jest stosunek węgla do azotu. W materiale wyjściowym powinien wynosić on 17-30:1. Przy wyższych proporcjach C:N rozkład zostaje zahamowany, natomiast przy mniejszych obserwuje się straty azotu. W gotowym kompoście stosunek C:N wynosi 20 - 30:1 (Kasprzak, 1998).

Tab. 24. Zawartość składników nawozowych w odpadach zieleni na przykładzie Warszawy (% s.m.) (Skalmowski i in., 1999).

L.p.	Materiał	Substancja organiczna	Węgiel organiczny	Azot organiczny	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH
1.	Świeża trawa	89,4	28,7	1,4	1,1	1,7	5,9
2.	Sucha trawa	88,1	31,2	1,8	0,6	1,6	6,5
3.	Liście, rozdrobnione gałęzie, odpady parku, resztki traw	73,4	28,9	1,5	0,3	0,5	6,6
4.	Listowie świeże	94,0	25,7	1,8	0,4	1,3	4,8
5.	Listowie znacznie rozłożone	78,9	18,7	1,1	0,3	0,7	7,9
6.	Roślinność wodna, świeża	84,2	24,3	1,0	0,9	1,6	6,1
7.	Zrębki gałęzi (grubsze konary)	97,4	28,7	1,4	0,2	0,5	5,5
8.	Słoma	90,0	40,0	0,6	0,15	1,2	bd*
9.	Kora sosnowa	50,0	14,0	0,4	0,05	0,2	4 - 5

* brak danych

Tab. 25. Przeciętna zawartość składników w odpadach zieleni (Skalmowski i in., 1999)

L.p.	Wskaźnik	Jednostka	Zawartość
1.	Substancja organiczna	% s.m.	73,4 - 89,4
2.	Węgiel organiczny	% s.m.	18,7 - 31,2
3.	Azot organiczny	% s.m.	1,1 - 1,8
4.	Stosunek C/N	-	12 - 50 : 1
5.	P ₂ O ₅	% s.m.	0,3 - 1,1
6.	K ₂ O	% s.m.	0,5 - 1,7
7.	Cu	mg/kg s.m.	9,80 - 240,70
8.	Zn	mg/kg s.m.	50,80 - 548,00
9.	Cd	mg/kg s.m.	0,20 - 0,80
10.	Pb	mg/kg s.m.	1,90 - 160,0

Tab. 26. Przeciętna zawartość składników w odpadach komunalnych (Skalmowski i in., 1999, Wojciechowski, 1998)

L.p.	Wskaźnik	Jednostka	Zawartość
1.	Substancja organiczna	% s.m.	33,0 - 59,6
2.	Węgiel organiczny	% s.m.	15,7 - 27,3
3.	Azot organiczny	% s.m.	0,75 - 1,09
4.	Stosunek C/N	-	23:1
5.	P ₂ O ₅	% s.m.	0,5 - 0,7
6.	K ₂ O	% s.m.	0,1 - 0,4
7.	Cd	mg/kg s.m.	0,8 - 3,3
8.	Cr	mg/kg s.m.	32,8 - 1643,0
9.	Cu	mg/kg s.m.	66,0 - 156,0
10.	Ni	mg/kg s.m.	11,0 - 231,0
11.	Hg	mg/kg s.m.	0,2 - 2,2
12.	Pb	mg/kg s.m.	85,0 - 210,0
13.	Zn	mg/kg s.m.	290,0 - 637,0

Tab. 27. Zawartość metali ciężkich w roślinach w Polsce (mg/kg s.m.) (Skalmowski i in., 1999)

L.p.	Metal	Przeciętna zawartość w roślinach	Graniczna zawartość w roślinach	Zawartość w trawach przed kłóseniem
1.	Cd	0,10 - 2,40	5,00 - 30,00	0,06 - 2,50
2.	Cr	0,03 - 14,00	5,00 - 30,00	0,50 - 4,00
3.	Cu	5,00 - 20,00	20,00 - 100,00	2,20 - 21,00
4.	Hg	0,005 - 0,17	1,00 - 3,00	0,02 - 0,05
5.	Ni	0,02 - 5,00	10,00 - 100,00	0,50 - 1,50
6.	Pb	0,20 - 20,00	30,00 - 300,00	1,00 - 10,00
7.	Zn	1,00 - 400,00	100,00 - 400,00	15,00 - 80,00

Istnieje wiele technologii kompostowania, spośród których można wydzielić:

- kompostowanie w warunkach naturalnych (w przydomkach na otwartym powietrzu),
- kompostowanie w komorach zamkniętych,
- kompostowanie w układzie mieszanym.

Innym stosowanym podziałem technologii kompostowania jest podział na:

- kompostowanie odpadów zmieszanych,
- kompostowanie odpadów zmieszanych,
- kompostowanie wydzielonej frakcji odpadów organicznych.

Kompostowanie w warunkach naturalnych może być prowadzone w sposób dynamiczny lub statyczny.

1. Proces dynamiczny przebiega w pryzmach na polu kompostowym w wyniku regularnego przrzućania materiału (w celu zapełnienia dopływu tlenu i wody). Czas kompostowania trwa 6 - 12 tygodni w zależności od warunków klimatycznych.
2. Proces statyczny polega na pozostawieniu masy kompostowej na płycie fermentacyjnej lub w boksach roboczych, a zapewnienie właściwej ilości tlenu i wilgotności dokonuje się w sposób wymuszony. Płyta, na której spoczywa masa kompostowa ma kanały ssące, a powietrze zasysane jest poprzez ułożoną warstwę materiału. W procesie tym rozróżnia się fermentację intensywną, która trwa 20 dni, i fermentację wtórną trwającą 60 dni.
3. Kompostowanie w komorach zamkniętych wymaga przebywania odpadów tak długo, dopóki nie nastąpi pełen proces biochemicznego i fizycznego ich przerobu i higienizacji, co trwa zazwyczaj 7 - 10 dni.
4. Kompostowanie w układzie mieszanym polega na homogenizacji odpadów i zainicjowaniu procesu kompostowania w biostabilizatorze lub mieszalniku bębnowym w okresie 30 godzin., a następnie dynamicznemu lub statycznemu kompostowaniu na polu kompostowym przez okres 6 - 12 miesięcy.

W wyniku zastosowania różnych technik prowadzenia procesu kompostowania uzyskać można zbliżony produkt finalny. Bilans masowy procesu przyjmowany na etapie prac planistycznych jest następujący (z 1 Mg wsadu):

Dojrzały kompost:	0,400 Mg
Balast:	0,050 Mg
Ubytek masy w wyniku przemian biochemicznych	0,450 Mg

Fermentacja odpadów

Beztlenowy rozkład odpadów prowadzony jest pod kątem produkcji biogazu, który może być wykorzystany do produkcji energii. Przyjmuje się, że z 1 Mg surowych odpadów otrzymać można 100 Nm³ gazu o wartości energetycznej 6,2 kw/Nm³, co pozwala uzyskać 200 kWh energii elektrycznej i 300 kWh energii cieplnej (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159).

Podobnie jak kompostowanie, również fermentację odpadów można prowadzić różnymi technikami. Przy doborze sposobu prowadzenia procesu brane są pod uwagę następujące parametry:

1. Wilgotność substratu:
 - < 15% s.m. we wsadzie - fermentacja "mokra",
 - 15-40% s.m. we wsadzie - fermentacja "sucha",
2. Temperatura fermentacji:
 - fermentacja mezofilowa (ok. 35°C),
 - fermentacja termofilowa (ok. 55°C),
3. przeływ substancji:
 - ciągła,
 - okresowa.
4. stopień fermentacji:
 - technologia jednostopniowa,
 - technologia wielostopniowa.

W instalacjach do prowadzenia fermentacji odpadów stosowane jest wydzielenie odpadów komunalnych ulegających biodegradacji z całego strumienia w sposób mechaniczny (rzadziej ręczny). Do najbardziej znanych metod fermentacji odpadów można zaliczyć:

- Unieszkodliwianie w pryzmach energetycznych.
- Unieszkodliwianie w komorach fermentacyjnych beztlenowych.

Mechaniczno – biologiczne metody przekształcania odpadów.

Obróbka mechaniczno-biologiczna (wstępne sortowanie odpadów zmieszanych + kompostowanie frakcji 20 - 100 mm) ma na celu kontrolowane przygotowanie odpadów komunalnych ulegających biodegradacji do składowania lub do wykorzystania produktu do zastosowań mało „wymagających” pod względem jakości stosowanego materiału np. do rekultywacji składowisk lub innych terenów zdegradowanych.

Pozostałe odpady.

Stanowiska demontażu odpadów wielkogabarytowych.

Zebrane odpady wielkogabarytowe będą demontowane na stanowiskach znajdujących się na terenie ZZO i wyposażonych w:

1. Stanowiska ślusarskie,
2. Instalację do odsysania płynów chłodniczych i olejów,
3. Zestaw do cięcia gazowego,
4. Kontenery na odzyskane materiały,
5. Pojemniki do przechowywania odpadów ciekłych.

Dodatkowo, przy większych stanowiskach (liniach) demontażu znajdują zastosowanie prasy do metalu i rozdrabniarki do tworzyw sztucznych.

Ze sprzętu powinny być wymontowane elementy zawierające składniki niebezpieczne, takie jak freon i oleje. Płynty te należy przekazać do unieszkodliwienia przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa.

W tabeli 1.33. podano informacje dotyczące ilości freonów i olejów w sprzęcie chłodniczym.

Tab. 28. Zawartość mediów w agregacie chłodniczym oraz w izolacji termicznej (Tyszkiewicz, 1999)

L.p.	Medium	Zakres	Przeciętnie
1.	Ilość oleju w sprężarce agregatu chłodniczego (ml)	320 - 370	350
2.	Ilość freonu R 12 w agregacie chłodniczym (g)		100
3.	Ilość freonu R 11 w izolacji termicznej	180 - 350	300

Magazyn do tymczasowego magazynowania odpadów niebezpiecznych.

Wysegregowane z odpadów komunalnych odpady niebezpieczne będą przed przekazaniem ich do unieszkodliwiania, tymczasowo przechowywane w odpowiednich pomieszczeniach. Do tego celu mogą być wykonywane np. wiaty w konstrukcji stalowej otwartej; osiatkowanej.

Każdy rodzaj odpadów niebezpiecznych powinien być gromadzony i przechowywany oddzielnie. Do przechowywania odpadów niebezpiecznych powinno się stosować odpowiednie urządzenia magazynowe:

1. Dla odpadów w postaci stałej - zadaszone wiaty magazynowe dla pojemników z odpadami, zasieki naziemne dla odpadów składowanych luzem, wykonane z materiału odpornego na korozyjne działanie składników odpadów.

2. Dla odpadów w postaci ciekłej - wiaty magazynowe dla pojemników z odpadami, zbiorniki naziemne zamknięte dla odpadów przepompowywanych z cystern transportowych oraz innych zbiorników przewoźnych.
3. Dla odpadów w postaci past i szlamów - wiaty magazynowe dla pojemników z odpadami, zadaszone zbiorniki naziemne otwarte z materiałów odpornych na korozyjne działanie składników odpadów.
4. Odpady niebezpieczne powinny być dostarczane do miejsc ich gromadzenia w pojemnikach zapewniających bezpieczeństwo prac przeładunkowych i przewozu. Pojemniki te powinny być wykonane z materiału odpornego na działanie składników umieszczonego w nim odpadu i posiadają szczelne zamknięcie zabezpieczające przed przypadkowym rozproszaniem odpadu w trakcie transportu i czynności załadunkowych i rozładunkowych.

Linie do segregacji odpadów.

Pozyskane selektywnie odpady kierowane będą na linie do segregacji będące elementem Zakładów Zagospodarowania Odpadów. Linie do segregacji odpadów w zależności od ilości i rodzaju kierowanych na nie odpadów oraz przyjętej technologii można podzielić na:

1. Linie wspomagające selektywne gromadzenie wielopojemnikowe.
2. Linie do segregacji odpadów suchych zmieszanych (gromadzonych selektywnie w systemie dwupojemnikowym).
3. Linie do segregacji odpadów zmieszanych w pełni zmechanizowane.

Z doświadczeń zagranicznych wynika, że systemy sortowania wielofrakcyjnej mieszaniny jaką stanowią odpady komunalne, w których zastosowano wyłącznie urządzenia mechaniczne nie zdają w pełni egzaminu. Są one kosztowne, a uzyskane efekty rozdziału nie są zadawalające. Przez połączenie segregacji ręcznej z mechaniczną uzyskuje się lepsze efekty odzysku surowców wtórnych.

Obecnie w Polsce najczęściej stosowane są linie spełniające funkcje wspomagające dla selektywnego gromadzenia odpadów. Takie rozwiązania dają również najlepsze efekty w innych krajach. Ich celem jest:

1. Uszlachetnianie zebranych selektywnie surowców, które pozwoli na uzyskanie surowców jednorodnych, w rodzaju, klasie i czystości odpowiadających wymaganiom określonym przez bezpośredniego odbiorcę.
2. Konfekcjonowanie – przygotowanie do transportu (prasowanie, belowanie, rozdrabnianie).
3. Załadunek odzyskanych surowców na środki transportu.

W Planie zaleca się jako bardziej efektywne, stosowanie w zakładach linii do doczyszczania surowców zebranych w wyniku selektywnej zbiorki (odpady opakowaniowe lub surowce wtórne – papier, tworzywa sztuczne, metale, szkło). Linie do segregacji odpadów zmieszanych nie są zalecane.

Zakład zagospodarowania odpadów budowlanych.

Odzyskiem i unieszkodliwianiem odpadów budowlanych zajmować się będą specjalne zakłady usytuowane w pobliżu lub na terenie składowisk odpadów komunalnych. Zakłady te wyposażone będą w linie do przekształcania gruzu budowlanego (kruszarki, przesiewacze wibracyjne) i doczyszczanie dowiezionych odpadów budowlanych.

Odpady budowlane wchodzące w strumień odpadów komunalnych zawierają najczęściej (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159):

- odpady materiałów i elementów budowlanych i drogowych - gruz betonowy, ceglany, ceramiczny i asfaltowy;
- odpady drewna, szkła i tworzyw sztucznych;
- odpady asfaltów, smół i produktów smołowych - pokrycia dachowe;

- złomy metaliczne;
- gleba i grunt z wykopów, kamienie i żwir;
- odpady materiałów izolacyjnych.

Zbiórką i transportem tego typu odpadów z miejsca ich powstawania powinni zajmować się wytwórcy tych odpadów (firmy budowlane, rozbiórkowe, osoby prywatne prowadzące prace remontowe). Zaleca się już na placu budowy składować w oddzielnych miejscach wstępnie posegregowane odpady budowlane. Pozwoli to na selektywne wywożenie ich do zakładu odzysku i unieszkodliwiania oraz na składowisko.

Wśród odpadów budowlanych, które mogą trafić do zakładu odzysku i unieszkodliwiania znajdują się:

- gruz betonowy, ceglany, ceramiczny i asfaltowy;
- odpady materiałów stosowanych do wytwarzania okien, drzwi i meblościanek;
- odpady materiałów izolacji przeciwwilgociowych i pokryć dachowych;
- odpady z instalacji sanitarnych i elektrycznych, stali zbrojeniowej oraz ślusarki budowlanej;
- gleba i grunt z wykopów, kamienie;
- odpady materiałów izolacyjnych.

Obróbka odpadów budowlanych polega na rozdrobnieniu i rozdzieleniu na frakcje, w celu uzyskania kruszywa budowlanego. W fazie wstępnej, ładowarka z chwytakiem dokonuje wstępnej segregacji, oddzielając części o dużych wymiarach od pozostałych odpadów. Pozostałe odpady kierowane są na przesiewacz wibracyjny w celu wydzielenia frakcji 0-20, 20-80 oraz >80 mm. Frakcja >80 mm kierowana jest na linię sortowniczą odpadów komunalnych, gdzie wydzielane są:

- odpady ferromagnetyczne;
- odpady metali kolorowych;
- jednorodne odpady tworzyw sztucznych.

Niewysortowana pozostałość kierowana jest na kruszarkę w celu przetworzenia na kruszywo budowlane. Frakcja <20 mm kierowana jako kruszywo drobne (podsypka). Frakcja 20–80 mm zagospodarowywana jest jako kruszywo budowlane.

Najprostsze wyposażenie linii przeróbki gruzu budowlanego stanowią:

1. Przenośnik taśmowy z koszem zasypowym.
2. Kruszarka udarowa.
3. Przenośnik taśmowy.
4. Oddzielacz elektromagnetyczny.
5. Przesiewacz wibracyjny trzypokładowy (dla frakcji 6, 10 i 20 mm).
6. Przenośnik taśmowy odbiorczy.

Zakład termicznego unieszkodliwiania odpadów.

Na bazie dotychczasowych doświadczeń z zakresu termicznego unieszkodliwiania odpadów można wyróżnić następujące technologie termicznego unieszkodliwiania odpadów (Żygadło, 2001):

1. Spalanie na ruszcie (proces prowadzony z nadmiarem tlenu).
2. Piroliza (proces termicznego rozkładu w warunkach beztlenowych).

Do termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych najbardziej rozpowszechniły się w świecie spalarnie oparte o metodę bezpośredniego spalania na ruszcie. W ostatnich latach rozwinęły się technologie ze spalaniem fluidalnym, pozwalające uzyskać poprawę efektywności procesu.

W procesie pirolizy uzyskuje się gaz pirolityczny zawierający głównie lotne węglowodory, produkty ciekłe, smoły oraz koks pirolityczny. Technologie oparte na rozkładzie pirolitycznym odpadów komunalnych znajdują się aktualnie w fazie wdrożeniowym.

Odpady komunalne mogą być również unieszkodliwiane w piecach cementowych.

Ograniczenie ilości emitowanych zanieczyszczeń gazowych przy spalaniu odpadów komunalnych osiąga się poprzez:

- selektywną zbiórkę odpadów i wyeliminowanie ze spalania odpadów niebezpiecznych,
- utrzymanie odpowiednio wysokich parametrów spalania,
- rozbudowę wysokosprawnych układów oczyszczania gazów.

Barierami wykorzystania termicznych metod unieszkodliwiania odpadów są (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159):

1. Bariera ilościowa.
2. Bariera wartości opałowej.
3. Bariera finansowa.
4. Bariera akceptacji społecznej.

Bariera ilościowa.

Za optymalne pod względem przepustowości uważa się instalacje termicznego przekształcania odpadów, które przetwarzają co najmniej 100 000 Mg odpadów w skali roku, natomiast instalacja o wydajności 60 000 Mg traktowana jest jako obiekt o dolnej granicy przepustowości z punktu widzenia opłacalności ekonomicznej. W związku z tym, obszar "obsługiwany" przez instalację termicznego przekształcania odpadów powinien być zamieszkały przez co najmniej 250 tys. mieszkańców (optymalnie 400 tys.).

Bariera wartości opałowej.

Przyjmuje się wartość opałową odpadów minimum 5800 kJ/kg jako granicę autotermicznego spalania na ruszcie (nie wymaga użycia paliwa wspomagającego). W przypadku technologii pirolitycznej przyjmuje się wartość opałową rzędu 6000 kJ/kg odpadów i wydajności rzędu 10 t/h, jako wartości pozwalające uzyskać dodatni bilans energii w prowadzonym procesie.

Badania wskazują, że aby wartość opałowa odpadów po wydzieleniu z nich frakcji użytecznych materiałowo była niższa niż wyżej podana wartość minimalna, poziom odzysku musi być bardzo wysoki (tab. 1.34.) (Pająk, 1998). Biorąc pod uwagę powyższe fakty, należy stwierdzić, że przy proponowanym systemie gospodarki odpadami możliwe będzie wykorzystanie energii cieplnej zawartej w odpadach po wydzieleniu surowców wtórnych i substancji organicznej.

Tab. 29. Wpływ efektów różnych systemów selektywnej zbiórki na wartość opałową pozostałości odpadów (Pająk, 1998)

Użyteczne frakcje odpadów gromadzone selektywnie	Udział w pierwotnej masie odpadów	Stopień odzysku surowców [%]										
		Rodzaj systemu										
		Papier - szkło			Papier – szkło - metal			Papier-szkło-metal-tworzywa			Wszystkie frakcje	
Papier, karton	20	20	40	60	20	35	45	55	45	55	45	55
Metale	4	-	-	-	25	35	80	80	80	80	80	80
Szkło	10	35	35	45	30	45	40	40	40	40	40	40
Tw. Sztuczne	7	-	-	-	-	-	-	-	50	60	50	-
Odpady org.	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	60
Stopień redukcji masy odpadów	%	7,5	11,5	16,5	8,0	12,9	16,2	18,2	19,7	22,4	39,7	42,2

Użyteczne frakcje odpadów gromadzone selektywnie	Udział w pierwotnej masie odpadów	Stopień odzysku surowców [%]										
		Rodzaj systemu										
		Papier - szkło			Papier – szkło - metal			Papier-szkło-metal-tworzywa			Wszystkie frakcje	
Względna zmiana wartości opałowej	%	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+17,4
		0,5	3,0	5,6	1,0	0,6	0,4	1,5	8,1	12,1	4,9	

Bariera finansowa

Określa gotowość poniesienia wysokich nakładów inwestycyjnych oraz kosztów eksploatacyjnych związanych z funkcjonowaniem obiektu termicznego przekształcania odpadów.

Bariera akceptacji społecznej

Negacja różnych środowisk społecznych dla idei termicznego przekształcania odpadów komunalnych wynika niewątpliwie z braku pełnej informacji na ten temat. Bariera ta jest do pokonania pod warunkiem rzetelnego i wszechstronnego informowania opinii społecznej oraz ciągłego podnoszenia świadomości ekologicznej mieszkańców.

Piroliza.

Piroliza jest to dwustopniowy system termicznego unieszkodliwiania odpadów palnych głównie problemowych i niebezpiecznych. W pierwszym stopniu następuje spalanie w procesie pirolizy bez dostępu powietrza (odgazowanie) lub w warunkach niedoboru tlenu (zgazowanie) w temperaturze 600-700°C. W tych warunkach związki organiczne ulegają rozpadowi na gaz.

Następujące po sobie fazy odgazowania i zgazowania odpadów zapewniają ich pełne spopielenie i całkowite wykorzystanie ich energii chemicznej i cieplnej. Minimalna ilość energii dodatkowej potrzebna jest jedynie w fazie zapłonu odpadów.

W drugim stopniu, powstający w procesie pirolizy gaz jest spalany płomieniowo w komputerowo sterowanej komorze wysokotemperaturowej 900-1200°C.

Instalacje unieszkodliwiania odpadów techniką pirolizy są szczególnie polecane dla odpadów jednorodnych i wysokokalorycznych. Metoda pirolizy sprawdziła się jako dogodny sposób unieszkodliwiania mieszaniny tworzyw sztucznych, materiałów zanieczyszczonych olejami, w tym również materiały półpłynne i płynne, jak rozpuszczalniki, farby, nietwardzone żywice, oleje i emulsje m.in.

Spalanie w piecach cementowych.

Piece cementowe mogą mieć zastosowanie w gospodarce odpadami jako obiekty termicznego przekształcania:

- w celu energetycznego wykorzystania pojedynczych rodzajów odpadów (np. opon) lub mieszanin odpadów (np. tzw. paliw alternatywnych rozdrabnianych, impregnowanych itp.),
- w celu unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych lub innych niż niebezpieczne.

Pozostałości po tych procesach są wykorzystywane materiałowo (surowcowo) jako składniki klinkieru. Ponadto, niektóre rodzaje odpadów mogą być wykorzystywane jako składniki cementu bez termicznego rozkładu (mielenie, mieszanie z klinkierem).

Zgodnie z zaleceniami Unii Europejskiej, zastosowanie paliw alternatywnych w cementowniach możliwe jest w przypadku osiągnięcia przez nie BAT.

Składowiska odpadów.

Charakterystyka ogólna i wyposażenie.

Ustawa *o odpadach* wyróżnia następujące typy składowisk:

- składowisko odpadów niebezpiecznych,
- składowisko odpadów obojętnych,
- składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Technicznie, zależnie od rodzaju gromadzonych odpadów wyróżniamy składowiska:

- sanitarne,
- odpadów prasowanych,
- odpadów jednorodnych,
- odpadów nieaktywnych,
- maksymalizujące produkcję gazu,
- pracujące jako reaktor biologiczny.

Do elementów technicznych charakteryzujących nowoczesne składowisko należy zaliczyć:

- zabezpieczenie wód gruntowych i powierzchniowych przed wpływem składowanych odpadów,
- przechwycenie i oczyszczenie wód odpadowych infiltrujących przez warstwę odpadów (odcieki),
- ujęcie i ewentualne zagospodarowanie gazu powstającego w wyniku procesów rozkładu odpadów,
- zabezpieczenie odpowiedniego ilościowo i jakościowo sprzętu technicznego,
- wyposażenie składowiska w odpowiednie zaplecze techniczno -socjalne,
- prowadzenie właściwej eksploatacji obiektu,
- objęcie składowiska stałą kontrolą wpływu na środowisko,
- rekultywacja terenu po zakończeniu eksploatacji składowiska.

Najnowsze zasady projektowania i budowy składowisk odpadów oparte są na opracowanej w USA koncepcji wielokrotnych barier zabezpieczających. Rozwiązania takie prawie całkowicie zapobiegają rozprzestrzenianiu się szkodliwych substancji ze składowiska do środowiska przyrodniczego, zarówno w okresie eksploatacji, jak i po jej zakończeniu. Obecnie w świetle w/w koncepcji stosuje się następujące systemy uszczelnień:

- uszczelnienie podstawy i skarp,
- uszczelnieni powierzchni,
- uszczelnienie pośrednie,
- uszczelnieni boczne,
- uszczelnienia obramowujące stare składowiska.

Uszczelnienie składowiska powinno zapewnić:

- stworzenie nieprzepuszczalnej i stabilnej w czasie warstwy uszczelniającej tak, aby nie dopuścić do przenikania do podłoża odcieków z wysypiska oraz aby wody podziemne z terenów przyległych nie infiltrowały w głąb wysypiska,
- gromadzenie i odprowadzenie wód infiltrujących przez wysypisko (odcieków) oraz powstających gazów,
- adsorpcję szkodliwych związków chemicznych,
- utworzenie pod wysypiskiem wyrównanego i stabilnego podłoża o dobrej nośności i niewielkim osiadaniu.

W Polsce uszczelnienia czaszy są normowane przez Instytut Techniki Budowlanej (ITB), który dzieli je na:

1. Pojedyncze (jednowarstwowe) – mineralne

2. Pojedyncze złożone (jednowarstwowe) – złożone z materiału syntetycznego i mineralnego (naturalnego).
3. Podwójne (dwuwarstwowe) – syntetyczna przesłona oddzielona od mineralnej warstwą drenażu.
4. Podwójnie złożona – dwie pojedyncze przesłony oddzielone warstwą drenażu.

Uszczelnienia dzielimy na:

1. Mineralne.
2. Geosyntetyczne – geomembrany.
3. Kompozyty geosyntetyczno-mineralne.
4. Pionowe bariery (ściany) odcinające z różnych materiałów.

W poniższych tabelach zestawiono podstawowe informacje o stosowanych uszczelnieniach sztucznych.

Tab. 30. Materiały stosowane do sztucznych uszczelnień składowisk (Oleszkiewicz, 1999)

Rodzaj geosyntetyków	Rodzaj zastosowań	Główne zadanie
Geomembrany	uszczelnienia dolne, uszczelnienia otaczające, pokrycie składowiska, wykładanie zbiorników na odcieki i fos sanitarnych, instalacje do monitoringu przecieków	uszczelnienie
Geowłókniny	ochrona geomembran przed zniszczeniem, separacja poszczególnych warstw mineralnego systemu uszczelniającego, ochrona systemów drenażowych przed kolmatacją, częściowy drenaż odcieków, zbrojenie obwałowań z gruntu słabszego, zbrojenie podłoża dróg dojazdowych do składowiska	separacja, filtracja, zbrojenie
Geosiatki	konstrukcja obwałowań i dróg dojazdowych, zwiększenie wytrzymałości pokrycia powierzchniowego, zwiększenie tarcia na styku geomembrana-grunt przy uszczelnieniu powierzchniowym i na skarpie niecki	zbrojenie, tarcie
Geodreny	zastąpienie drenaży do zbierania odcieków, odwodnienie pod uszczelnieniem, systemy zbierające powierzchniowe wody opadowe	drenaż, filtracja pozioma
Geomaty	pokrywanie składowisk odpadów, zapobieganie pyleniu ze składowisk, redukcja erozji powierzchniowej	zapobieganie erozji i pyleniu
Geokompozyty	geomembrana z bentonitem, geowłókniny z grosiatkami, geowłókniny drenażowe z separującymi	zależy od rodzaju geokompozytu: uszczelnianie, stabilizacja

Rekultywacja składowisk.

W rekultywacji składowisk wyróżniamy etap rekultywacji technicznej i biologicznej:

Do podstawowych zadań rekultywacji technicznej zaliczamy:

- 1) uporządkowanie terenów przyległych do składowiska,
- 2) ukształtowanie skarp i wierzchowiny,
- 3) techniczne zabezpieczenie wód podziemnych i powierzchniowych przed przenikaniem do nich odcieków z rekultywowanego składowiska,
- 4) zabezpieczenie przed niekontrolowaną emisją gazu wysypiskowego,
- 5) wykonanie rekultywacyjnej warstwy glebotwórczej,

- 6) końcowe uporządkowanie terenu rozbiórka infrastruktury technicznej i uporządkowanie terenów przyległych).

Tereny zdewastowane przez składowiska odpadów po pewnym czasie samoistnie pokrywają się roślinnością. Taki niekontrolowany proces można podzielić na trzy etapy. W pierwszym na zdegradowanym terenie pojawiają się rośliny najbardziej odporne na skrajne i negatywne warunki siedliskowe (komosa, podbiał, starzec lepki), w drugim etap pojawiają się przede wszystkim trawy, a w trzecim roślinność drzewiasta i krzewiasta. Proces samoistnego zarastania składowisk może trwać nawet do 60-70 lat.

W rekultywacji stosuje się następujące rozwiązania techniczne:

Uszczelnienie powierzchni składowiska

Uszczelnienie czaszy składowiska można dokonywać wieloma sposobami, łącząc jednocześnie ten zabieg z rekultywacją. Przy przyjęciu określonego rozwiązania i sposobu przykrycia należy pamiętać o jego osiadaniu w czasie. Im młodsze składowisko, tym większe osiadanie i wieszce odkształcenia powierzchni.

Uszczelnienia boczne

Uszczelnienia boczne składowisk mają na celu niedopuszczenie do zanieczyszczenia wód podziemnych przez odcieki migrujące ze składowiska. Uszczelnienie polega na utworzeniu pod składowiskiem szczelnej bariery, zabezpieczającej zarówno przed wydostaniem się odcieków na zewnątrz, jak i napływem wód podziemnych do wnętrza składowiska.

Odgazowanie składowisk:

Drenaże poziome:

Wykonywane są w postaci warstwy mineralnej z rurami odgazowującymi, zlokalizowanymi nad uszczelnieniem dna składowiska lub pod uszczelnieniem powierzchni składowiska. Składają się z perforowanych rur odgazowujących układanych w mineralnej warstwie drenażu gazowego lub z warstwy odgazowującej wykonanej z geokompozytu.

Drenaże pionowe:

Drenaże pionowe składają się z odpowiednio wykonanych studzienek lub szybów posadowionych na podsypce fundamentowej wykonanej na warstwie uszczelnienia dna składowiska. Studzienki lub szyby wykonuje się z rur perforowanych o średnicy 160 ÷ 200 mm, otoczonych przepuszczalną kolumną ze żwiru o uziarnieniu 16/32 mm lub np. ze specjalnych bloczków ceglanych z otworami w obramowaniu z geosiatki lub przesuwnej rury obsadowej o średnicy 1000 mm zamkniętej pokrywą. Po zamknięciu składowiska przewody są zamykane głowicą. Tego typu rozwiązania są stosowane w przypadku nowych składowisk i nadbudowywane w czasie eksploatacji.

Niezbędne koszty związane z realizacją przedsięwzięć w gospodarce odpadami komunalnymi.

Niezbędne dla realizacji założonych działań koszty wyliczone zostaną na podstawie:

1. Danych przedstawionych przez inwestorów.
2. Kosztów jednostkowych zamieszczonych w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami.
3. Jednostkowych wskaźników kosztów wyliczonych na podstawie analizy rynku.

Koszty inwestycyjne.

Zestawienie szacunkowych kosztów jednostkowych, wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami zamieszczono w tabeli 31.

Tab. 31. Szacunkowe jednostkowe koszty inwestycyjne (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Przepustowość obiektu/instalacji	Składowisko	Instalacja termicznego przekształcania odpadów(spalarnia)	Sortownia	Kompostownia kontenerowa	Instalacja fermentacji beztlenowej
Mg/rok	mln zł	mln zł	mln zł	mln zł	mln zł
2 000				2.0	
4 000				3.0	4.0
10 000	2.5		8.0	5.0	6.0
20 000	3.5		11.0	9.0	10.0
40 000	6.5	65.0	16.0	16.0	18.0
100 000	14.5	140.0	28.0	38.0	
150 000	19.5	190.0			
250 000	28.0	295.0			

Koszty eksploatacyjne.

Podane poniżej szacunkowe jednostkowe koszty eksploatacyjne zaczerpnięto z Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159).

Na podstawie bilansów odpadów oszacowane zostaną następnie koszty eksploatacyjne systemu dla całego województwa. Podane koszty odzwierciedlać będą sytuację, gdy wszystkie gminy będą transportować odpady bezpośrednio do ZZO.

Podany poniżej jednostkowy koszt zbiórki obejmuje:

1. Koszty związane z postawieniem pojemników (pojemników tym ich nabycie lub dzierżawę oraz konserwację).
2. Regularne opróżnianie.

Tab. 32. Jednostkowe koszty zbierania odpadów komunalnych i ich frakcji (zł/Mg) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Typ źródła	Odpady resztkowe	Frakcja organiczna	Frakcja surowce wtórne
Zabudowa miejska – zwarta	25	40	45
Zabudowa rozproszona	50	80	90

Poniższe koszty obrazują koszt transportu 1 Mg odpadów na odległość 1 km. W przyjętym modelu przyjęto, że przy wywozie odpadów dystans: źródło odpadów – punkt odbierania odpadów, pokonywany jest dwukrotnie. Przyjęte jednostkowe koszty transportu przedstawia tabela 1.42.

Tab. 33. Koszty transportu (zł/Mg, km) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Rodzaj transportowanych odpadów	Jednostkowy koszt
Transport odpadów niesegregowanych	0,50
Transport frakcji organicznej	0,40
Transport frakcji suchej	0,60

W poniższej tabeli przedstawiono skalkulowane koszty odzysku lub unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu różnych technologii. Zawierają już one przychody z tytułu sprzedaży odzyskanych odpadów lub materiałów.

Tab. 34. Koszty odzysku lub unieszkodliwiania odpadów w wybranych technologiach (zł/Mg) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Rodzaj technologii	Koszt jednostkowy
Sortowanie frakcji suchej	60 – 90
Kompostowanie odpadów ulegających biodegradacji	100 – 130
Fermentacja beztlenowa	
Składowanie	30 - 60
Termiczne przekształcanie odpadów	250 - 350

Przyjęte w niniejszym Planie wskaźniki dotyczące kosztów odzysku i unieszkodliwiania odpadów budowlanych, wielkogabarytowych i niebezpiecznych.

Tab. 35. Koszty odzysku i unieszkodliwiania odpadów budowlanych, wielkogabarytowych i niebezpiecznych (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Wyszczególnienie	Wskaźnik jednostkowych nakładów inwestycyjnych	Wskaźnikowe koszty odzysku i unieszkodliwiania w obiekcie	Jednostkowy koszt zbiórki i wywozu	Sumaryczny, jednostkowy koszt odzysku i unieszkodliwiania
	zł/Mg przepustowości	zł/Mg		
Odzysk i unieszkodliwianie odpadów budowlanych	900	122	50	170
Odzysk i unieszkodliwianie odpadów wielkogabarytowych	500	164	80	240
Odzysk i unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych wytwarzanych w grupie odpadów komunalnych	3 500	636	200	800

Osady ściekowe

Skład typowych osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych przedstawiono w tabeli 36. (Maćkowiak, 1996).

Tab. 36. Skład chemiczny osadów ściekowych z 29 oczyszczalni ścieków komunalnych w kraju (Maćkowiak, 1996)

Parametr	Zawartość w % suchej masy	
	Średnie	Wahania od - do
Sucha masa	30,7	2,9 - 76,5
Azot (N)	4,2	1,74 - 8,35
Fosfor (P ₂ O ₅)	0,70	1,53 - 4,91
Potas (K ₂ O)	0,28	0,06 - 0,69

Parametr	Zawartość w % suchej masy	
	Średnie	Wahania od - do
Wapń (CaO)	4,22	0,63 - 13,49
Magnez (MgO)	0,58	0,19 - 0,98
Sód (Na ₂ O)	0,14	0,05 - 0,69
pH		6,5 - 8,5
Zawartość w mg/kg suchej masy		
Cynk (Zn)	1504	270 - 4260
Ołów (Pb)	134	15 - 308
Kadm (Cd)	8	0,9 - 146
Miedź (Cu)	200	3,2 - 595
Chrom (Cr)	145	17 - 490
Nikiel (Ni)	43	7,4 - 254

Wartość ciepła spalania dla osadów ściekowych jest znaczna, bowiem wynosi 22 990 kJ/kg s.m. (5 500 kcal/kg s.m.). Dla porównania, ciepło spalania węgla kamiennego wynosi od 6 000 do 8 000 kcal/kg. Problemem jest jednak zawartość wody w osadach (Janusz, Wysocki, 2000).

Kierunki postępowania z osadami.

Sposób postępowania z wytworzonymi osadami będzie wielokierunkowy, zależnie od ich składu oraz uwarunkowań lokalnych. Przewiduje się następujące kierunki postępowania z osadami ściekowymi:

- wykorzystanie odpowiednio spreparowanych komunalnych osadów ściekowych do okresowego przesywywania odpadów na składowisku,
- termiczna przeróbka. Instalacje termicznego przekształcania osadów winny obsługiwać oczyszczalnie z dużych aglomeracji oraz z rejonów gdzie władze rozwijają rolnictwo ekologiczne, turystykę i z rejonów uzdrowiskowych,
- kompostowanie wraz frakcją organiczną odpadów komunalnych. Powstały w ten sposób kompost będzie wykorzystywany na potrzeby zieleni miejskiej oraz w rekultywacji składowisk i terenów przemysłowych,
- wykorzystanie w celach nawozowych i w rekultywacji osadów o odpowiednich parametrach.
- deponowanie osadów na składowiskach odpadów komunalnych.

Osady z oczyszczalni ścieków przemysłowych będą wykorzystywane jako źródło energii (osady zaolejone) lub znajdą zastosowanie w celach przemysłowych.

Wybrane metody unieszkodliwiania osadów ściekowych.

Stosowanie w rolnictwie oraz w rekultywacji.

Możliwość oraz zasady stosowania osadów ściekowych w rolnictwie oraz przy rekultywacji reguluje Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 11 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków, jakie muszą być spełnione przy wykorzystywaniu osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe (Dz. U.1999.72.813). Rozporządzenie powyższe określa m.in.:

1. Dopuszczalną ilość metali ciężkich w osadach stosowanych w rekultywacji, na potrzeby rolnicze i do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu oraz do roślinnego utrwalania powierzchni gruntów.

2. Ilość metali ciężkich w wierzchniej (0-20 cm) warstwie gruntu przy stosowaniu osadów ściekowych w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na potrzeby rolnicze.
3. Ilość metali ciężkich w wierzchniej (0-20 cm) warstwie gruntu przy stosowaniu osadów ściekowych do rekultywacji gruntów na potrzeby nierolnicze.
4. Dawki osadów ściekowych stosowanych do rekultywacji gruntów na potrzeby rolnicze i nierolnicze, do roślinnego utrwalania powierzchni gruntów oraz do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu.

Tab.36. Ilość metali ciężkich w osadach ściekowych wykorzystywanych na cele nieprzemysłowe

Metal	Ilość metali ciężkich w mg/kg suchej masy osadu nie większa niż: przy stosowaniu osadów		
	w rolnictwie, do rekultywacji gruntów na potrzeby rolnicze oraz do kompostowania	do rekultywacji gruntów na potrzeby nierolnicze	do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu oraz do roślinnego utrwalania powierzchni gruntów
Ołów (Pb)	500	1 000	1 500
Kadm (Cd)	10	25	50
Chrom (Cr)	500	1 000	2 500
Miedź (Cu)	800	1 200	2 000
Nikiel (Ni)	100	200	500
Rtęć (Hg)	5	10	25
Cynk (Zn)	2 500	3 500	5 000

Tab. 37. Ilość metali ciężkich w wierzchniej (0-20 cm) warstwie gruntu przy stosowaniu osadów ściekowych w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na potrzeby rolnicze

Metal	Ilość metali ciężkich w mg/kg suchej masy gruntu nie większa niż: przy gruntach		
	lekkich	średnich	ciężkich
Ołów (Pb)	40	60	80
Kadm (Cd)	1	2	3
Chrom (Cr)	50	75	100
Miedź (Cu)	25	50	75
Nikiel (Ni)	20	35	50
Rtęć (Hg)	0,8	1,2	1,5
Cynk (Zn)	80	120	180

Tab. 38. Ilość metali ciężkich w wierzchniej (0-20 cm) warstwie gruntu przy stosowaniu osadów ściekowych do rekultywacji gruntów na potrzeby nierolnicze

Metal	Ilość metali ciężkich w mg/kg suchej masy gruntu nie większa niż: przy gruntach		
	lekkih	średnich	ciężkich
Ołów (Pb)	50	75	100
Kadm (Cd)	3	4	5
Chrom (Cr)	100	150	200
Miedź (Cu)	50	75	100
Nikiel (Ni)	30	45	60
Rtęć (Hg)	1	1,5	2
Cynk (Zn)	150	220	300

Tab. 39. Dawki osadów ściekowych stosowanych do rekultywacji gruntów na potrzeby rolnicze i nierolnicze, do roślinnego utrwalania powierzchni gruntów oraz do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu

Cel wykorzystywania osadów ściekowych	Dawka osadów ściekowych w Mg suchej masy/ha	Uwagi
Rekultywacja gruntów na potrzeby rolnicze i nierolnicze	40-200 zależnie od pożądanej zawartości substancji organicznej w gruncie (0,5%-3%)	Zabiegi jednorazowe z jedno- lub wielokrotnym wprowadzaniem osadu ściekowego do gruntu
Roślinne utrwalanie powierzchni gruntów metodą hydroobsiewu	do 10	Zabiegi jednorazowe z jedno- lub wielokrotnym wprowadzaniem osadu ściekowego do gruntu
Uprawa roślin przeznaczonych do produkcji kompostu	do 250 dawka na pierwsze 3 lata	Zabiegi wielokrotne
	do 10 dawka w kolejnych dalszych latach	

Kompostowanie.

Zachodzące w czasie kompostowania (z dodatkiem słomy lub substancji organicznej wydzielonej z odpadów komunalnych o zawartości metali ciężkich poniżej dopuszczalnych norm) procesy biotermiczne, charakteryzujące się w pierwszej fazie kompostowania gwałtownym wzrostem temperatury do ok. 70°C, powodują zamieranie poczwarek, jaj owadów, robaków oraz bakterii z grupy Coli.

Podczas kompostowania osadów ściekowych z dodatkiem wapna, niszczy się nie tylko niepożądane drobnoustroje, ale również nasiona chwastów. Poza tym, osad tak przetworzony zawiera związki mineralne przyswajalne dla roślin.

Dotychczasowe doświadczenia wykazują, że osad po procesie kompostowania jest bezpieczny pod względem mikrobiologicznym. Poniżej omówiono technologie wspólnego kompostowania osadów z odpadami organicznymi.

Kompostownia pryzmowa.

Kompostowaniu można poddawać osady surowe lub osady ustabilizowane po fermentacji lub tlenowej stabilizacji. Kompostowanie wymaga odwodnienia osadów, następnie osady poddaje się zmieszaniu

np. ze smołą lub trocinami, w których zawartość ciał stałych waha się w granicach 40 – 50%, a uwodnienie odpowiednio od 60 do 50 %. Oprócz zapewnienia tego warunku, wymagane jest także osiągnięcie wartości węgla organicznego do azotu C/N 26: 1. W warunkach tlenowych mieszanina taka ogrzewa się samorzutnie do temperatury od 50 do 70 °C. We wszystkich kompostowniach, z uwagi na uciążliwość zapachową wymagana jest dezodoryzacja powietrza stosowanego do napowietrzania.

W czasie eksploatacji kompostowni, kontroli podlega:

- uwodnienie mieszaniny poddawanej kompostowaniu,
- stosunek węgla organicznego do azotu,
- temperatura w pryzmach,
- intensywność napowietrzania,
- jakość wyprodukowanego kompostu.

Minimalne uwodnienie mieszaniny wynosi 40%, a maksymalne 60%. Przy uwodnieniach odbiegających od tych wartości występują znaczące zakłócenia w procesie kompostowania. Optymalna temperatura w pryzmie wynosi 60 °C przez okres 3 dni. Obniżenie się temperatury może być spowodowane złym stosunkiem C/N lub zbyt dużą intensywnością napowietrzania. Napowietrzanie wentylatorami, zapewniające warunki tlenowe w pryzmie, przyjmuje się w wysokości od 20 do 50 m³ powietrza/h na 1000 kg suchej masy osadu. Kompostowanie jest procesem długotrwałym a sumaryczne czas kompostowania i dojrzewania kompostu w systemie pryzmowym wynosi do sześciu miesięcy.

Powyższy proces trwa ok. 2 lat.

Kompostownia komorowa.

Ze strony technicznej system ten polega na tworzeniu z osadów ściekowych kompostu. Właściwości osadów ściekowych, ich uwodnienie i zawartości poszczególnych składników zmuszają do prowadzenia procesu kompostowania wraz z dodatkiem innej substancji o właściwościach strukturotwórczych. Takimi substancjami mogą być odpady organiczne, takie jak trociny, słoma, zrębki drewniane (z zieleni miejskiej), pyły papierowe itp. Odpowiednio wykonana i ułożona w pryzmy mieszanina kompostowa podlega napowietrzaniu na specjalnych urządzeniach. Dzięki temu można uzyskać kompost po wyjątkowo krótkim czasie, nawet 2 miesięcy (w warunkach naturalnych ok. 2 lat).

Agrotechniczne przetwarzanie osadów na kompost roślinny.

Agrotechniczne przetwarzanie osadów ściekowych na kompost roślinny polega na wykorzystaniu osadów jako podłoża do intensywnej produkcji zielonej masy. Uzyskana na tej drodze biomasa kierowana jest do kompostowania. Uprawę roślin przeznaczonych na kompost prowadzi się zwykle wiele lat na wyznaczonym gruncie, do którego wprowadza się osad ściekowy. Odpowiednie do tego celu są poeksploatacyjne składowiska odpadów mineralnych (paleniskowych, górniczych, poflotacyjnych i chemicznych) wymagające przyrodniczego zagospodarowania.

Poprawa właściwości osadów przy użyciu wapna nawozowego.

W wielu krajach stosuje się technologię przekształcania osadów ściekowych przy pomocy wapna nawozowego tlenkowego. Wymieszanie osadu z wapnem powoduje okresowy wzrost temperatury, w wyniku czego część wody ulega wyparowaniu. Pozostała woda wchodzi w reakcję z tlenkiem wapnia w myśl równania: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$. W efekcie uzyskuje się nawóz wapniowo-organiczny, wzbogacony w makro i mikroelementy o właściwościach fizycznych spełniających wymogi stawiane nawozom wapniowym.

Dużą zaletą unieszkodliwiania osadów ściekowych przy pomocy wapna jest otrzymanie produktu wolnego od zarazków chorobotwórczych, które giną z powodu zarówno wysokiej temperatury, jak również ze względu na silnie alkaliczne środowisko.

Biokompostowanie.

Oprócz metod fizyko-chemicznych, do przeróbki osadów ściekowych stosowane są także metody biologiczne, w których wykorzystywane są odpowiednie zestawy mikroorganizmów lub dżdżownic. Ta ostatnia metoda jest często określana jako metoda biokompostowa z udziałem dżdżownicy *Eisenia foetida* (znana pod handlową nazwą "czerwona kalifornijska").

W ostatnich latach metoda ta budzi coraz większe zainteresowanie i jest szczególnie obiecująca ze względu na uzyskiwanie cennego nawozu zwanego biohumusem czy też wermikompostem. Na uwagę zasługuje również wpływ, jaki mogą wywierać dżdżownice na zmniejszenie się zawartości niektórych metali ciężkich w wermikompoście w stosunku do ilości tych pierwiastków w substancji poddanej przerobowi.

Otrzymany wermikompost charakteryzuje się ponadto bardzo korzystnymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi (mineralizacja osadu, duża zawartość azotu azotanowego i przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu, struktura gruzelkowata, zmniejszenie masy i obniżenie objętości wyjściowej osadu).

Wykorzystane jako przesyпка dzienna na składowisku.

Jako przesyпка dzienna mogą być wykorzystane osady ściekowe wymieszane z ziemią po ustabilizowaniu i dezynfekcji (np. wapnem lub po termofilowej stabilizacji). Osady wprowadza się wymieszane z ziemią w stosunku 8:2 lub 9:1 (przesyпка mineralna : odwodniony osad), w formie cienkiej warstwy (15 – 20 cm).

Świeże osady ściekowe deponowane na składowisku wypełniają pory w odpadach i nie zajmują więcej niż 50% obliczeniowego miejsca. Stymulują one procesy rozkładu słabo rozkładalnej frakcji odpadów, np. celulozowych. W trakcie rozkładu, do procesów biochemicznych pochłaniania jest woda, rośnie temperatura odpadów, a odprowadzany gaz zawiera w sobie znaczną ilość wody w postaci pary.

Wysokotemperaturowe suszenie i spalanie osadów ściekowych.

Wysokotemperaturowe suszenie polega na wytworzeniu z mechanicznie odwodnionego osadu trwałego pasteryzowanego granulatu o zawartości ponad 90% suchej masy, który może być wykorzystany jako granulowany nawóz organiczny lub paliwo, szczególnie do opalania pieców cementowych, cementowych także do spalania w paleniskach pyłowych w elektrowniach i elektrociepłowniach (Poradnik, 1999).

Mechaniczne systemy odwadniania przeciętnie umożliwiają uzyskanie osadu ściekowego zawierającego około 35% suchej masy. Do wydzielenia dalszej ilości wody (związanej) wykorzystuje się na ogół procesy suszenia termicznego.

Istnieje wiele rozwiązań technicznych w zakresie suszenia osadów oraz stosowanych do tego celu urządzeń („suszarek”). Różnią się one sposobem dostarczenia ciepła do suszonego medium.

Suszenie ma na celu:

1. Eliminację całkowitą lub częściową wody związanej celem zmniejszenia objętości osadu.
2. Zwiększenia wartości opałowej osadu przeznaczonego do spalania.
3. Stabilizację oraz higienizację osadu przez wysuszenie osadu do zawartości suchej masy powyżej 90%.
4. Polepszenie struktury osadu przed jego rozsiewaniem przy zastosowaniu maszyn rolniczych.

Termiczne suszenie osadu jest kosztowne i energochłonne, dlatego też należy dostosować jego stopień do wymogów przewidywanego ostatecznego sposobu zagospodarowania osadu.

Tab. 40. Zakres stopnia wysuszenia osadu jako funkcja ostatecznego jego zagospodarowania (Poradnik, 1999)

Sposób zagospodarowania	Stopień wysuszenia			Cel suszenia
	30 – 40%	60 – 90%	Powyżej 90%	
Rolnicze	Nieopłacalny ze względów technicznych i ekonomicznych	opłacalny	opłacalny	Ułatwienie transportu i składowania; stabilizacja i higienizacja (powyżej 90%)
Spalanie w specjalnych piecach	Opłacalny 35 – 45%	Nieopłacalny ze względów technicznych i ekonomicznych	Opłacalny (wysuszenie całkowite części osadu celem przygotowania mieszaniny z osadem nie wysuszonym, zawierającej 35 – 45% s.m. przed wprowadzeniem do pieca)	Autotermiczne spalanie
Wspólne spalanie z odpadami	Nieopłacalny ze względów technicznych i ekonomicznych	opłacalny	opłacalny	Ułatwienie eksploatacji pieca, transportu i składowania

Wysoki stopień wysuszenia osadu do zawartości suchej masy powyżej 90% jest też niezbędny przy przewidywanym spalaniu osadów w paleniskach pyłowych z węglem, a także do opalania pieców cementowych. Transport osadów zawierających poniżej 85% s.m. może być utrudniony, podobnie jak mieszanie z węglem oraz wtryskiwanie do kotłów pyłowych.

Niezbędne koszty związane z realizacją przedsięwzięć w gospodarce odpadami komunalnymi.

Niezbędne dla realizacji założonych działań koszty wyliczono na podstawie:

4. Danych przedstawionych przez inwestorów.
5. Kosztów jednostkowych zamieszczonych w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami.
6. Jednostkowych wskaźników kosztów wyliczonych na podstawie analizy rynku.

W oparciu o powyższe wskaźniki oraz sporządzone bilanse oszacowano dla województwa pomorskiego niezbędne nakłady finansowe oraz jednostkowe koszty funkcjonowania, w przeliczeniu na 1 mieszkańca i na 1 Mg wytworzonych odpadów.

Koszty inwestycyjne.

Zestawienie szacunkowych kosztów jednostkowych, wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami zamieszczono w tabeli 2.3. Natomiast w tabeli 2.4. podano szacunkowy koszt wszystkich planowanych w woj. pomorskim inwestycji do roku 2006 dla poszczególnych wariantów.

Tab. 41. Szacunkowe jednostkowe koszty inwestycyjne (wg. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159).

Przepustowość obiektu/installacji	Składowisko	Instalacja termicznego przekształcania odpadów(spalarnia)	Sortownia	Kompostownia kontenerowa	Instalacja fermentacji beztlenowej
Mg/rok	mln zł	mln zł	mln zł	mln zł	mln zł
2 000				2,0	
4 000				3,0	4,0
10 000	2,5		8,0	5,0	6,0
20 000	3,5		11,0	9,0	10,0
40 000	6,5	65,0	16,0	16,0	18,0
100 000	14,5	140,0	28,0	38,0	
150 000	19,5	190,0			
250 000	28,0	295,0			

Koszty eksploatacyjne.

Podane poniżej szacunkowe jednostkowe koszty eksploatacyjne zaczerpnięto z Krajowego Planu Gospodarki Odpadami (M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159).

Na podstawie przeprowadzonych bilansów odpadów oszacowano następnie koszty eksploatacyjne systemu dla całego województwa. Podane koszty odzwierciedlają sytuację, gdy wszystkie gminy transportują odpady bezpośrednio do ZZO.

Podany poniżej jednostkowy koszt zbiórki obejmuje:

3. Koszty związane z postawieniem pojemników (pojemników tym ich nabycie lub dzierżawę oraz konserwację).
4. Regularne opróżnianie.

Tab. 42.. Jednostkowe koszty zbierania odpadów komunalnych i ich frakcji (zł/Mg) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Typ źródła	Odpady resztkowe	Fracja organiczna	Fracja wtórne surowce
Zabudowa miejska – zwarta	25	40	45
Zabudowa rozproszona	50	80	90

Poniższe koszty obrazują koszt transportu 1 Mg odpadów na odległość 1 km. W przyjętym modelu przyjęto, że przy wywozie odpadów dystans: źródło odpadów – punkt odbierania odpadów, pokonywany jest dwukrotnie. Przyjęte jednostkowe koszty transportu przedstawia tabela 43.

Tab. 43. Koszty transportu (zł/Mg, km) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Rodzaj transportowanych odpadów	Jednostkowy koszt
Transport odpadów niesegregowanych	0,50
Transport frakcji organicznej	0,40
Transport frakcji suchej	0,60

W poniższej tabeli przedstawiono skalkulowane koszty odzysku lub unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu różnych technologii. Zawierają już one przychody z tytułu sprzedaży odzyskanych odpadów lub materiałów.

Tab. 44. Koszty odzysku lub unieszkodliwiania odpadów w wybranych technologiach (zł/Mg) (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Rodzaj technologii	Koszt jednostkowy
Sortowanie frakcji suchej	60 – 90
Kompostowanie odpadów ulegających biodegradacji	100 – 130
Fermentacja beztlenowa	
Składowanie	30 - 60
Termiczne przekształcanie odpadów	250 - 350

Przyjęte w niniejszym Planie wskaźniki dotyczące kosztów odzysku i unieszkodliwiania odpadów budowlanych, wielkogabarytowych i niebezpiecznych zamieszczono w tabeli 1.55.

Tab. 45. Koszty odzysku i unieszkodliwiania odpadów budowlanych, wielkogabarytowych i niebezpiecznych (Krajowy Plan Gospodarki Odpadami, M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159)

Wyszczególnienie	Wskaźnik jednostkowych nakładów inwestycyjnych	Wskaźnikowe koszty odzysku i unieszkodliwiania w obiekcie	Jednostkowy koszt zbiórki i wywozu	Sumaryczny, jednostkowy koszt odzysku i unieszkodliwiania
	zł/Mg przepustowości	zł/Mg		
Odzysk i unieszkodliwianie odpadów budowlanych	900	122	50	170
Odzysk i unieszkodliwianie odpadów wielkogabarytowych	500	164	80	240
Odzysk i unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych wytwarzanych w grupie odpadów komunalnych	3 500	636	200	800

Tab. 46. Prognozowana liczba ludności* objęta działalnością poszczególnych Zakładów Zagospodarowania Odpadów (w tys.) (Wariant I)

ZZO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Długoszyn	163,8	164,0	164,3	164,6	164,9	165,3	165,6	166,0
Gorzów Wlkp.	204,4	204,9	205,3	205,8	206,5	207,2	207,9	208,7

* w tym turyści

Tab. 47. Prognozowana masa odpadów objęta działalnością poszczególnych Zakładów Zagospodarowania Odpadów (w tys. Mg) (Wariant I)

ZZO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Długoszyn	60,4	62,5	64,7	66,2	67,9	69,7	71,5	73,6
Gorzów Wlkp.	81,8	84,8	88,0	90,2	92,6	95,2	97,9	100,9

Tab. 48. Odległość od ZZO poszczególnych gmin (km) (Wariant I)

Nr	Powiat	Obsługujący ZZO	Gmina	km
1	gorzowski	Gorzów Wlkp.	Bogdaniec	11
2		Gorzów Wlkp.	Deszczno	16
3		Gorzów Wlkp.	Kłodawa	16
4		Długoszyn	Kostrzyn n. Odrą	42
5		Gorzów Wlkp.	Lubiszyn	19
6		Gorzów Wlkp.	Santok	20
7		Długoszyn	Witnica	37

Tab. 49. Prognozowana liczba ludności* objęta działalnością poszczególnych Zakładów Zagospodarowania Odpadów (w tys.) (Wariant II)

ZZO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Długoszyn	163,8	164,0	164,3	164,6	164,9	165,3	165,6	166,0
Gorzów Wlkp.	153,0	153,4	153,9	154,5	155,1	155,8	156,5	157,3

* w tym turyści

Tab. 50. Prognozowana masa odpadów objęta działalnością poszczególnych Zakładów Zagospodarowania Odpadów (w tys. Mg) (Wariant II)

ZZO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Długoszyn	60,4	62,5	64,7	66,2	67,9	69,7	71,5	73,6
Gorzów Wlkp.	64,0	66,3	68,9	70,7	72,7	74,8	77,1	79,5

PROGRAM EDUKACJI Z ZAKRESU GOSPODARKI ODPADAMI.

Jednym z ważniejszych warunków realizacji Programu jest wysoka świadomość społeczeństwa, które powinno brać aktywny udział w strategii zagospodarowania odpadów. Dlatego też należy prowadzić odpowiednie działania, których celem jest zmiana dotychczasowego postępowania mieszkańców oraz przyjeżdżającym turystów w sferze konsumpcji i postępowania z odpadami.

Strategia prowadzenia kampanii.

Zadania kampanii.

Do głównych zadań kampanii należą:

- przegląd istniejących na terenie gminy materiałów, których celem jest podnoszenie świadomości społeczeństwa,
- przygotowanie kampanii na rzecz podniesienia świadomości społeczeństwa,
- identyfikacja problemów, których nie omawiają dostępne materiały informacyjne,
- opracowanie dodatkowych materiałów informacyjnych,
- wprowadzenie w życie powyższej kampanii.

Elementy kampanii.

Strategia prowadzenia kampanii składa się z następujących elementów:

- krótka kampania (6 miesięcy) opracowana w celu osiągnięcia największych i najwcześniej dostrzegalnych efektów,
- program podstawowy (2 lata),
- program długoterminowy (10 lat i więcej).

Rodzaje kampanii podnoszenia świadomości społecznej.

Istnieją różne rodzaje kampanii podnoszenia świadomości społecznej, wśród których można wyróżnić: kampanię „fali nośnej”, kampanie tematyczne, akcje podejmowane w ramach kampanii.

Kampania „fali nośnej” dotyczy problemu środowiska jako całości, nie zaś tylko jednego jego aspektu. Jest przewidziana do popierania „przyjaznych środowisku” wartości i wymogów wśród społeczeństwa. Można ją stosować dla szerokiej opinii publicznej.

Kampanie tematyczne mogą przekazywać wiedzę dotyczącą pewnych aspektów problemów środowiskowych lub zachęcać do bardziej świadomych zachowań.

Bazując na płaszczyźnie stworzonej w czasie powyższych kampanii, można podejmować akcje dotyczące np. selektywnej zbiórki odpadów niebezpiecznych pochodzących z gospodarstw domowych.

Tematy szkoleń.

Kampanie powinny być kierowane do poszczególnych grup wiekowych i społecznych:

- dzieci,
- dorośli:
- osoby odpowiedzialne za decyzje polityczne dotyczące gospodarki odpadami,
- kadra techniczna biorąca udział w realizacji programu gospodarki odpadami.

Tematy szkoleń powinny być dobrane do ww. grup przy uwzględnieniu ich specyfiki, np.:

Temat	Grupa
Ochrona środowiska naturalnego	dzieci i dorośli
Wspólna odpowiedzialność za stan środowiska	dzieci i dorośli
Trucizny w śmieciach domowych	dzieci i dorośli
Nadmierne opakowania	dzieci, dorośli i producenci
Zapobieganie powstawaniu odpadów	dzieci i dorośli
Recykling	dorośli i dzieci
Czysta produkcja – eliminowanie toksycznych odpadów, technologii i produktów	dorośli
Idea czystego regionu	dzieci i dorośli
Kompostowanie odpadów w przydomowym ogródku	dzieci i dorośli
Problematyka dzikich składowisk	dzieci i dorośli
Konieczność zachowania surowców i paliw naturalnych	dzieci i dorośli

Wybór formy przekazu

Formy przekazu dzielą się na: materiały drukowane, materiały audiowizualne i imprezy promocyjne.

1. Materiały drukowane nie wymagające dużych nakładów:

- krótkie materiały drukowane, takie jak ulotki, ulotki typu „pytania i odpowiedzi”, zestawienia faktograficzne, wkładki i broszury, zwykle obwieszczenia i powiadomienia służb komunalnych;
- publikacje w prasie i wydawnictwach periodycznych, takie jak: artykuły, komentarze, stałe rubryki, wywiady, listy do redakcji, artykuły redakcyjne;
- materiały dla prasy: komunikaty, powiadomienia i obwieszczenia służb komunalnych;
- plakaty;
- obszerne, starannie wydrukowane broszury, biuletyny, opracowania, raporty i monografie;
- opracowane graficznie obwieszczenia służb komunalnych;
- materiały kształceniowe: programy nauczania, materiały samokształceniowe, materiały dla nauczycieli;
- okolicznościowe pamiątki (znaczkę, długopisy, teczki z nadrukami itp.).

2. Materiały audiowizualne:

- wywiady dla radia i telewizji;
- pokazy przezroczy;
- ogłoszenia służb komunalnych w radiu i telewizji;
- filmy;
- wystawy.

3. Imprezy promocyjne:

- konferencje prasowe;
- wizyty oficjalne;
- zebrania mieszkańców;
- imprezy specjalne (festiwale, akcje);
- warsztaty, seminaria, konferencje.

Każda z proponowanych form posiada swoją specyfikę, swoje zalety i wady. Często, wybór formy przekazu jest wyborem pomiędzy jej przydatnością, a możliwościami finansowymi.

Koszty przekazu.

Przed wyborem formy przekazu należy wstępnie oszacować koszty. Koszty te możemy podzielić na:

- koszty osobowe,
- koszty materiałów i usług,
- koszty ogólne i administracyjne.

Na koszty osobowe składają się wynagrodzenia wypłacane własnym pracownikom oraz osobom zatrudnionym na umowy zlecenie. Duże koszty osobowe wynikają z faktu, że zaangażowanie pracowników do przygotowania programu informacyjnego często wymaga od nich pracy po godzinach (szczególnie przy realizacji dużych imprez).

Na koszty usług składają się:

- kopiowanie materiałów,
- drukowanie,
- napisanie tekstów,
- formatowanie tekstu i przygotowanie do druku,
- projekt grafiki,
- usługi pocztowe,
- usługi transportowe,
- usługi wideo,
- konsultacje w sprawach technicznych, w sprawach informowania społecznego,
- usługi telekomunikacyjne,
- sporządzenie listy adresowej (ewentualne korzystanie z bazy danych),
- usługi turystyczne,
- nagłośnienie i oświetlenie imprezy,
- reklama w mediach komercyjnych,
- usługi gastronomiczne,
- usługi hotelarskie,
- wynajęcie obiektów,
- wynajęcie sprzętu (komputerów, rzutnika, tablic do prezentacji, rzutnika przezroczysty).

Na koszty materiałowe składają się:

- papier,
- filmy,
- materiały potrzebne do dekoracji,
- drobne upominki dla uczestników,
- żywność i napoje.

Partnerzy w programach informacyjnych.

Współpraca ze szkołami.

Szkoły są dobrymi partnerami w programach informacyjnych, ponieważ nastawione są na szerzenie oświaty, a poza tym skupiają społeczność lokalną. Dyrektorzy szkół i nauczyciele często pełnią rolę liderów lokalnej społeczności i ich autorytet może być ważny, szczególnie przy poruszaniu kwestii potrzebnych lecz niepopularnych. Szkoły są ponadto dobrymi partnerami w programach informacyjnych ponieważ:

- mogą być miejscem rozpowszechniania materiałów informacyjnych,
- wyposażone są w sprzęt, który może być pomocny w przygotowaniu materiałów informacyjnych (komputery, kserokopiarki),
- są miejscem funkcjonowania różnych kół zainteresowań, które mogą czynnie uczestniczyć w przygotowaniu materiałów informacyjnych,
- są źródłem ekspertów w dziedzinie edukacji,

- uczniowie mogą pomagać przy realizacji programów, ankiet itp.

Współpraca z organizacjami pozarządowymi.

Władze samorządowe powinny mieć dokładną listę instytucji pozarządowych działających na terenie gminy. Gdy zamierzenia gminy będą zbieżne z interesami tych organizacji, aktywnie pomogą one w kształtowaniu i realizacji programu informacyjnego. Poniżej podano możliwe formy współpracy z instytucjami pozarządowymi:

- doradztwo w sprawach merytorycznych i w sprawach przekazu informacji - organizacje pozarządowe współpracują ze znanymi ekspertami, dysponują bazami danych na temat specjalistów, mają doświadczenie w docieraniu do odbiorców;
- wsparcie finansowe lub współpraca w finansowaniu projektu - niektóre organizacje posiadają fundusze przeznaczone na informowanie i mogą uczestniczyć w kosztach projektu;
- ocena przekazu - w chwili gdy materiał został przygotowany może być przetestowany na członkach organizacji pozarządowej;
- udostępnianie kanałów informacyjnych - dysponują listami adresowymi, są dystrybutorami różnego typu materiałów i biuletynów, mogą pomagać w roznoszeniu materiałów informacyjnych;
- działania równoległe - niektóre informacje mogą być publikowane w biuletynach organizacji pozarządowych.

