

Spis treści

Skróty i oznaczenia	XI
1. Wprowadzenie	1
1.1. Rys historyczny biologicznego przetwarzania odpadów	2
1.2. Korzyści biologicznego przetwarzania odpadów	4
Literatura	5
2. Przegląd przepisów prawnych (stan na koniec 2005 r.)	7
2.1. Definicje	9
2.2. Stan prawny w zakresie biologicznego przetwarzania odpadów w Polsce	12
2.2.1. Zezwolenie na gospodarowanie odpadami	12
2.2.2. Selektywne zbieranie bioodpadów	14
2.2.3. Warunki biologicznego przetwarzania odpadów	14
2.2.4. Warunki stosowania kompostu do nawożenia gleb	15
2.3. Stan prawny w krajach europejskich	16
2.4. Projekt Dyrektywy o bioodpadach	21
Literatura	23
3. Surowce do procesu biologicznego przetwarzania	25
3.1. Identyfikacja surowców	25
3.2. Odpady nadające się do biologicznego przetwarzania	25
3.3. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 1774/2002/WE	27
3.4. Ogólna charakterystyka wybranych odpadów	29
3.4.1. Odpady z rolnictwa, sadownictwa, leśnictwa, łowiectwa i rybołówstwa	29
3.4.2. Odpady z przetwórstwa drewna, produkcji płyt i mebli, masy celulozowej, przemysłu skórzanego, futrzarskiego i tekstylnego	34
3.4.3. Odpady organiczne z przemysłu spożywczego	34
3.4.4. Ulegające biodegradacji organiczne frakcje odpadów komunalnych łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie	36
3.4.5. Osady ściekowe	44
3.5. Selektywne zbieranie odpadów organicznych	48
3.5.1. Zbieranie bioodpadów	48
3.5.2. Zbieranie odpadów zielonych	52
3.5.3. Stan rozwoju selektywnego zbierania w krajach europejskich	55
3.6. Europejskie standardy jakości surowców	56
Literatura	59

4. Przygotowanie odpadów do biologicznego przetwarzania	62
4.1. Procesy jednostkowe przygotowania odpadów do przetwarzania	65
4.1.1. Przesiewanie	65
4.1.2. Rozdrabnianie	68
4.1.3. Separacja gęstościowa	70
4.1.4. Technologie mokrej separacji	73
4.1.5. Wydzielanie metali	74
4.1.6. Sortowanie ręczne	75
4.1.7. Segregacja optyczno-elektroniczna	76
Literatura	79
5. Fermentacja metanowa	80
5.1. Warunki prowadzenia procesu	85
5.1.1. Mikroorganizmy	85
5.1.2. Odczyn środowiska (pH)	88
5.1.3. Wymiar cząstek	90
5.1.4. Substancje pokarmowe	90
5.1.5. Wilgotność substratów	92
5.1.6. Temperatura	92
5.2. Substancje toksyczne	96
5.2.1. Substancje obecne w surowcach	96
5.2.2. Produkty przemian – inhibitory procesu	100
5.3. Podstawowe parametry procesu fermentacji	106
5.3.1. Hydrauliczny czas zatrzymania	106
5.3.2. Czas zatrzymania ciał stałych	107
5.3.3. Ładunek dobowy	107
5.3.4. Obciążenie objętości komory ładunkiem	107
5.3.5. Iloraz masy odpadów ulegających biodegradacji i masy mikroorganizmów	108
5.3.6. Stopień rozkładu substancji organicznych	108
5.3.7. Wydajność fermentacji	108
5.3.8. Zawartość metanu w biogazie	109
Literatura	110
6. Systematyka technologii fermentacji odpadów stałych	114
6.1. Technologie jednostopniowe	118
6.1.1. Fermentacja mokra	119
6.1.2. Fermentacja sucha	129
6.2. Technologie wielostopniowe	135
6.2.1. Systemy dwustopniowe bez rozdziału faz	136
6.2.2. Systemy dwustopniowe z rozdziałem faz	140
6.2.3. Systemy perkolacji	142
6.3. Technologie o działaniu okresowym	146
6.3.1. Sucha fermentacja okresowa	148
6.3.2. Proces ługowania złoża	150
6.3.3. Technologie dwustopniowe	150
6.4. Kofermentacja	151
6.4.1. Przygotowanie odpadów do fermentacji	152
6.4.2. Kofermentacja organicznych odpadów komunalnych z osadami ściekowymi	152

6.4.3.	Kofermentacja organicznych odpadów komunalnych z innymi odpadami organicznymi	157
6.4.4.	Zalety i wady kofermentacji	159
	Literatura	162
7.	Produkty procesu fermentacji	170
7.1.	Biogaz	170
7.1.1.	Ilość i skład biogazu	170
7.1.2.	Wykorzystanie biogazu	173
7.1.3.	Standardy emisyjne spalania biogazu	184
7.1.4.	Wykorzystanie biogazu w Polsce	184
7.1.5.	Oczyszczanie biogazu	185
7.2.	Materiał przefermentowany	193
7.3.	Ciecz osadowa (filtrat)	195
	Literatura	195
8.	Kompostowanie	198
8.1.	Fazy kompostowania	198
8.2.	Warunki prowadzenia procesu	200
8.2.1.	Mikroorganizmy	200
8.2.2.	Odczyn środowiska (pH)	203
8.2.3.	Tlen	204
8.2.4.	Porowatość i wolna przestrzeń powietrzna	208
8.2.5.	Wymiar cząstek substratów	210
8.2.6.	Substancje pokarmowe	210
8.2.7.	Wilgotność	211
8.2.8.	Temperatura	213
	Literatura	218
9.	Technologie kompostowania odpadów	220
9.1.	Przygotowanie odpadów do kompostowania	220
9.1.1.	Wydzielanie niepożądanych składników	220
9.1.2.	Rozdrabnianie i homogenizacja	221
9.1.3.	Optymalizacja składu chemicznego surowców do kompostowania	221
9.2.	Systematyka technologii kompostowania	226
9.2.1.	Kompostowanie w pryzmach	230
9.2.2.	Kompostowanie rzędowe i tunelowe	239
9.2.3.	Kompostowanie komorowe i kontenerowe	240
9.2.4.	Technologia Brikollare	241
9.2.5.	Kompostowanie wieżowe	241
9.2.6.	Kompostowanie w bębnach obrotowych	243
9.3.	Kompostowanie odpadów zielonych	244
9.3.1.	Przygotowanie odpadów do kompostowania	244
9.3.2.	Systemy kompostowania	245
9.4.	Oczyszczanie kompostu	247
9.5.	Kompostowanie przydomowe	247
9.6.	Kompostowanie osadów ściekowych	249
9.6.1.	Materiały strukturalne	250
9.6.2.	Kompostowanie w napowietrzanej pryzmie statycznej	252
9.6.3.	Kompostowanie w pryzmach przerzucanych	253
9.6.4.	Kompostowanie w pryzmach napowietrzanych z przerzucaniem	253

9.6.5. Kompostowanie w reaktorach	255
9.7. Kompostowanie z wykorzystaniem dżdżownic	256
Literatura	258
10. Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów (MBP)	260
10.1. Systematyka technologii MBP	262
10.1.1. MBP jako technologia przygotowania odpadów do składowania	266
10.1.2. MBP jako technologia osuszania odpadów	268
10.1.3. Przetwarzanie frakcji o wysokiej wartości opałowej na paliwo zastępcze	270
10.2. Wymagany stopień stabilizacji odpadów ulegających biodegradacji w procesach MBP	271
10.3. Przykłady instalacji	272
10.3.1. MBA Quarzbichl, Niemcy	272
10.3.2. „Ex-Maserati” Mediolan, Włochy	273
10.3.3. MBA Bassum, Niemcy	274
10.4. Efekty i ocena ekologiczna MBP	275
10.5. Dostawcy technologii i urządzeń do MBP	278
Literatura	280
11. Kompost – charakterystyka i wykorzystanie	282
11.1. Jakość kompostu	282
11.1.1. Substancje odżywcze	283
11.1.2. Metale ciężkie	284
11.1.3. Zanieczyszczenia organiczne	287
11.1.4. Zasolenie kompostów	289
11.1.5. Stabilność i dojrzałość kompostu	289
11.2. Standardy jakości kompostu	296
11.2.1. Normy jakości kompostu w Polsce	297
11.2.2. Porównanie norm obowiązujących w krajach europejskich	298
11.3. Wykorzystanie kompostu	307
11.3.1. Wpływ stosowania kompostu na właściwości gleb	308
11.3.2. Cele i sposoby użytkowania kompostów	312
11.3.3. Ograniczenia w stosowaniu kompostu	319
11.3.4. Rynek kompostu	321
Literatura	325
12. Zagrożenie środowiska	329
12.1. Zagrożenia dla wód podziemnych i powierzchniowych	329
12.1.1. Ścieki z procesu kompostowania	329
12.1.2. Ścieki technologiczne z procesu fermentacji	335
12.1.3. Inne ścieki	337
12.1.4. Zapobieganie zagrożeniom	338
12.2. Oddziaływanie na powietrze atmosferyczne	339
12.2.1. Ilość powietrza odlotowego	339
12.2.2. Emisja pyłów	340
12.2.3. Emisje odorantów	341
12.3. Hałas	364
12.4. Gryzonie, insekty	365
12.5. Samozapłony	365
12.6. Rozwiewanie odpadów	365
12.7. Zagrożenia zdrowia pracowników	366

12.7.1. Bioaerozole	366
12.7.2. Potencjalnie toksyczne środki chemiczne	371
Literatura	372
13. Rozwiązania techniczne technologii fermentacji	374
13.1. Charakterystyka oferowanych technologii fermentacji i ważniejszych instalacji	377
13.1.1. AN/Biothane	377
13.1.2. Biocel, Heidemij	378
13.1.3. Bioscan	379
13.1.4. BTA	381
13.1.5. C.G. Jensen	384
13.1.6. Dranco	386
13.1.7. DSD/CTA (Plauener)	389
13.1.8. Eco-Tec	390
13.1.9. ENTEC	392
13.1.10. ISKA	394
13.1.11. Kompogas	395
13.1.12. Krüger	397
13.1.13. Linde	397
13.1.14. Paques	400
13.1.15. Ros Roca – technologia Bio-Stab	401
13.1.16. Snamprogetti	403
13.1.17. Schwarting-Uhde GmbH	403
13.1.18. TBW/Biocomp	404
13.1.19. Technologia 3A (Aerob-Anaerob-Aerob)	405
13.1.20. Valorga	406
13.1.21. Waasa	408
13.2. Porównanie wybranych technologii fermentacji odpadów	409
13.2.1. Koszty inwestycyjne	409
13.2.2. Koszty eksploatacji	411
13.2.3. Produkcja biogazu	412
13.2.4. Zapotrzebowanie na energię	413
13.2.5. Energia nadmiarowa	413
Literatura	413
14. Rozwiązania technologiczne kompostowania	417
14.1. Charakterystyka oferowanych technologii i wybranych instalacji	420
14.1.1. Allertex EcoSystems	420
14.1.2. Alpheco Composting	421
14.1.3. Anlagenbau Umweltprojekt GmbH	421
14.1.4. Bedminster (Sustainable Environmental Systems Ltd.)	423
14.1.5. Biodegma	424
14.1.6. BioSal	425
14.1.7. Brikollare	425
14.1.8. Civic Environmental	425
14.1.9. Comp-any	425
14.1.10. CRS	426
14.1.11. Dano Ltd.	427
14.1.12. Faber Recycling GmbH	429
14.1.13. Gicom b.v.	430
14.1.14. Herhof-Umwelttechnik GmbH	431

14.1.15. Horstmann	432
14.1.16. HotRot Exports Ltd.	436
14.1.17. Innovation und Technik	436
14.1.18. Komptech Umwelttechnik GmbH	437
14.1.19. Longwood Manufacturing Corporation (LMC)	438
14.1.20. MUT Kyberferm	438
14.1.21. Ros Roca	440
14.1.22. Sustainable Recycling Solutions	441
14.1.23. Sutco	441
14.1.24. TEG Environmental Plc	444
14.1.25. Thöni Umwelt und Energietechnik	446
14.1.26. VKW Anlagenbau und Umwelttechnik	446
14.1.27. UTV AG, Umwelttechnik Vogel	448
14.1.28. VCU Europa Ltd.	449
14.1.29. Vinci Environnement	450
14.2. Porównanie wybranych technologii kompostowania odpadów	451
14.2.1. Przepustowość i wydajność kompostowni	451
14.2.2. Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne	452
Literatura	454