

Spis treści

Przedmowa	9
1. Podstawowe terminy z zakresu remediacji i rekultywacji gleb i ziem	11
2. Cele procesu remediacji gleb i ziem	17
2.1. Podstawowe cele remediacji terenów zanieczyszczonych	17
2.2. Uwarunkowania prawne remediacji terenów zanieczyszczonych	18
2.3. Obowiązek remediacji	19
2.4. Zwolnienie z obowiązku remediacji	20
2.5. Plan remediacji	20
2.6. Sposób postępowania z zanieczyszczonym terenem	21
2.7. Wybrane kategorie oczyszczanych terenów	21
2.8. Kierunki zagospodarowania terenu po remediacji	22
2.9. Strategie remediacji gleb	24
2.10. Koszty metod remediacji gleb	26
3. Ocena stanu zanieczyszczenia powierzchni ziemi	29
3.1. Podział gruntów na podstawie sposobu ich użytkowania	30
3.2. Dopuszczalne zawartości substancji zanieczyszczających w glebie i ziemi	31
3.3. Analiza i ocena ryzyka środowiskowego	36
3.3.1. Ocena ryzyka ekologicznego	36
3.3.2. Ocena ryzyka dla zdrowia ludzi	41
3.3.3. Ocena występowania zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska	44
3.3.4. Dopuszczalne ilości metali ciężkich w wierzchnich warstwach gruntów przy wykorzystaniu osadów ściekowych	46
4. Źródła uwalniania zanieczyszczeń do środowiska	49
4.1. Metale i półmetale (metaloide)	49
4.2. Zanieczyszczenia nieorganiczne (cyjanki wolne i kompleksowe)	51
4.3. Zanieczyszczenia organiczne	52
4.3.1. Węglowodory – benzyny i oleje	53
4.3.2. Węglowodory aromatyczne (areny)	54
4.3.3. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	54
4.3.4. Węglowodory chlorowane	55
4.3.5. Środki ochrony roślin – pestycydy chloroorganiczne	56
4.3.6. Środki ochrony roślin – pestycydy związki niechlorowane	57
4.3.7. Pozostałe zanieczyszczenia	58
5. Metody i techniki remediacji, kryteria podziału metod	63
5.1. Podział metod remediacji	63
5.2. Kryteria doboru metody remediacji	67
6. Ogólna charakterystyka fizycznych metod remediacji gleb i ziem	69
6.1. Wydobycie i składowanie	70
6.2. Rozdzielanie mechaniczne	72
6.3. Izolacja gleb i gruntów zanieczyszczonych	73

6.4. Spalanie zanieczyszczeń w glebie	76
6.5. Desorpcja termiczna	77
6.6. Usuwanie próżniowe zanieczyszczeń z gleby	79
6.6.1. Usuwanie próżniowe ex situ	79
6.6.2. Usuwanie próżniowe in situ	80
6.7. Wspomagane termicznie odparowanie do próżni	81
6.8. Elektrooczyszczanie	83
6.9. System ścianek szczelnych	85
6.10. Usuwanie zanieczyszczeń metodą BAG®	87
6.11. Stabilizacja/Zestalenie	88
6.12. Witryfikacja	89
7. Ogólna charakterystyka chemicznych metod remediacji gleb i ziem	93
7.1. Odmywanie gleby	94
7.2. Przemywanie gleby	96
7.3. Ekstrakcja rozpuszczalnikowa	98
7.4. Immobilizacja zanieczyszczeń ex situ	100
7.5. Immobilizacja zanieczyszczeń in situ	101
7.6. Dehalogenacja	104
7.7. Chemiczne i fotochemiczne utlenianie/redukcja	107
7.8. Nanotechnologia	111
7.9. Podsumowanie	112
8. Ogólna charakterystyka biologicznych metod remediacji gleb i ziem	113
8.1. Fitoremediacja	114
8.1.1. Fitoekstrakcja	117
8.1.2. Fitogórnictwo	128
8.1.3. Fitofiltracja	131
8.1.4. Fitodegradacja	133
8.1.5. Biodegradacja ryzosferyczna	134
8.1.6. Fitostabilizacja	135
8.1.7. Fitoulatnianie	137
8.1.8. Fitodegradacja zanieczyszczeń z udziałem drzew	140
8.1.9. Rola roślin w fitoremediacji	141
8.2. Bioremediacja	147
8.2.1. Układy biologiczne w bioremediacji i eliminowane związki	149
8.2.2. Podstawowe techniki bioremediacji inżyneryjnej ex situ	152
8.2.3. Podstawowe techniki bioremediacji inżyneryjnej in situ	154
8.2.4. Bioaugmentacja	157
8.2.5. Charakterystyka i bioremediacja składników ropy naftowej	159
8.3. Bioługowanie – procesy biohydrometalurgiczne	163
9. Wybór metody remediacji gleb i ziem	169
10. Przykładowe zadania „pilotażowe” stosowane w remediacji gleb i ziem	173

10.1. Założenia do projektu powierzchniowej izolacji gleb i ziem	173
10.2. Pilotażowe usuwanie substancji ropopochodnych z gleby metodą ekstrakcji rozpuszczalnikowej w warunkach ex situ	175
10.3. Ekstrakcja metali ciężkich z gleby i ziemi za pomocą wybranych gatunków roślin	177
11. Podsumowanie i perspektywy, badania na przyszłość	179
Literatura	181
Wykaz skrótów	193
Skorowidz	