

**CHIȚIMUȘ
ALEXANDRA-DANA**

**EMILIAN
MOȘNEGUȚU**

**GABRIEL
LAZĂR**

Coordonator: format VALENTIN NEDEFF

**Seria: PROCEDEE ȘI TEHNICI PENTRU
PROTECȚIA MEDIULUI**

TEHNOLOGII PENTRU DEPOLUAREA SOLULUI

Editura ALMA MATER BACĂU
2012

CUPRINS

INTRODUCERE	8
CAP. 1. SOLUL CA SISTEM FIZIC	9
1.1. Funcțiile solului	9
1.2. Alcătuirea solului	10
1.3. Proprietățile fizice și mecanice ale solului	11
1.3.1. Textura.....	11
1.3.2. Determinarea alcătuirii granulometrice.....	12
1.3.2.1. Clasificarea și caracterizarea fracțiunilor granulometrice.....	15
1.3.3. Influența texturii asupra poluării solului.....	18
1.3.4. Structura solului.....	19
1.3.4.1. Indicii care caracterizează structura solului.....	20
1.3.4.2. Influența structurii asupra poluării solului.....	23
1.3.5. Densitatea solului.....	26
1.3.5.1. Densitatea aparentă a solului.....	27
1.3.6. Volumul specific al solului.....	28
1.3.7. Porozitatea sau spațiul lacunar al solului.....	28
1.3.8. Cifra porilor solului.....	30
1.3.8.1. Forma și mărimea porilor.....	30
1.3.9. Porozitatea drenantă, utilă și inactivă.....	31
1.3.10 Gradul de tasare al solului.....	34
1.3.11. Compactarea solului.....	35
1.3.12. Influența compactării asupra poluării solului.....	36
1.4. Proprietățile hidrofizice și de aerație ale solului	36
1.4.1. Apa din sol.....	36
1.4.1.1. Forțele care acționează asupra apei din sol..	37
1.4.1.2. Potențialul apei din sol.....	38

1.4.1.3. Indicii hidrofizici ai solului.....	38
1.4.1.4. Permeabilitatea pentru apă a solului.....	40
1.4.1.5. Ascensiunea capilară a apei din sol.....	41
1.4.2. Aerul din sol.....	41
1.5. Proprietățile chimice ale solului.....	42
1.5.1. Soluția solului	42
1.5.1.1. Compoziția chimică a soluției solului.....	43
1.5.1.2. Dinamica concentrației soluției solului.....	44
1.5.2. Coloizii solului.....	44
1.5.3. Capacitatea de adsorbție.....	46
1.5.3.1. Adsorbția moleculară.....	46
1.5.3.2. Adsorbția cationică.....	47
1.5.3.3. Adsorbția anionică.....	50
1.5.4. Reacția solului.....	50
1.5.4.1. Aciditatea actuală.....	51
1.5.4.2. Aciditatea potențială a solului.....	52
1.5.4.3. Importanța reacției solului.....	53
1.5.5. Capacitatea de tamponare a solului.....	54
CAP. 2. POLUAREA SOLULUI.....	55
2.1. Clasificarea solurilor poluate.....	58
2.2. Surse de poluare și agenți poluanți ai solurilor.....	59
2.2.1. Excavațiile la zi.....	59
2.2.2. Depozitele de sterile.....	59
2.2.3. Metalele grele.....	60
2.2.4. Deșeurile și reziduurile din industria alimentară și ușoară.....	60
2.2.5. Deșeurile și reziduurile vegetale.....	60
2.2.6. Dejecțiile animale.....	61
2.2.7. Dejecțiile umane.....	61
2.2.8. Nămolurile separate din apele uzate.....	61
2.2.9. Hidrocarburile.....	62
2.2.10. Sărăturarea.....	62
2.2.11. Acidifierea.....	63
2.2.12. Excesul de apă.....	63
2.2.13. Carențele de diverse elemente nutritive.....	63
2.2.14. Compactarea.....	64
2.2.15. Degradarea structurii solului.....	65
2.2.16. Trecerea terenurilor agricole și silvice spre alte	65

utilizări.....	65
2.2.17. Pesticidele.....	65
2.2.18. Poluarea biologică a solului.....	66
2.2.19. Poluarea radioactivă.....	67
2.3. Situația solurilor degradate din România.....	67
2.4. Factorii care influențează poluarea solului.....	68
2.4.1. Comportarea poluanților în sol.....	68
2.4.2. Efecte ale poluării în mediul geologic.....	71
2.4.2.1. Evaluarea poluării solului și subsolului din punct de vedere hidrogeologic.....	72
CAP. 3. STADIUL ACTUAL AL REALIZĂRILOR ȘI CERCETĂRILOR PRIVIND DEPOLUAREA SOLULUI.....	85
3.1. Autopurificarea solului.....	87
3.1.1. Etapele procesului de purificare.....	87
3.1.2. Fitoremedierea.....	88
3.2. Epurarea artificială a solului.....	91
3.2.1. Clasificarea tehnicilor de depoluare.....	91
3.2.1.1. Clasificarea tehnicilor de depoluare în funcție de natura procedeelor utilizate.....	92
3.2.1.2. Clasificarea tehnicilor de depoluare în funcție de locul în care se realizează tratarea.....	92
3.2.1.3. Clasificarea tehnicilor de depoluare în funcție de transformarea poluanților.....	94
3.2.2. Tehnologii de depoluare a solului utilizate în prezent.....	95
CAP. 4. BAZELE TEORETICE ALE PROCESULUI DE DEPOLUARE A SOLULUI.....	98
4.1. Epurarea in situ.....	98
4.1.1. Procede de fizice de depoluare a solului in situ.....	98
4.1.1.1. Ventilarea in situ (venting) și procedee asociat... ..	98
4.1.1.1.1. Variante ale venting-ului.....	100
4.1.1.2. Barbotarea in situ.....	105
4.1.2. Procede de chimice de depoluare a solului in situ.....	108
4.1.2.1. Spălare in situ sau spălarea solului.....	108
4.1.2.2. Oxidarea chimică in situ.....	111
4.2. Epurarea ex situ.....	114

4.2.1. Excavarea solului.....	114
4.2.2. Sortarea granulometrică.....	116
4.2.3. Spălarea solului excavat.....	118
4.2.4. Încapsularea on site.....	123
4.2.5. Solidificarea și stabilizarea.....	125
4.2.6. Incinerarea.....	128
4.2.7. Desorbția termică.....	132
4.2.8. Biopilele.....	136
4.2.9. Landfarming-ul.....	138
4.2.10. Compostarea.....	141
CAP. 5. STUDII ASUPRA PROCESULUI DE	
DEPOLUARE A SOLULUI.....	147
5.1. Tehnici de laborator pentru studiul procesului de	
depoluare a solului.....	147
5.1.1. Pentru poluanții de natură lichidă.....	147
5.1.2. Pentru poluanții de natură volatilă.....	149
5.2. Determinarea densității reale a solului cu metoda	
picnometrică.....	154
5.3. Determinarea densității aparente a solului cu	
metoda cilindrilor Kacinski.....	155
5.4. Determinarea rezistenței la penetrare a solului.....	155
5.5. Determinarea influenței proprietăților fizice și	
mechanice ale solului în procesele de epurare și de autoepurare..	157
5.6. Determinarea modului de deplasare a poluanților	
gazoși în sol prin refulare/aspirare.....	159
5.6.1. Rezultate experimentale pentru determinarea timpului	
în care aerul a traversat proba de sol argilos.....	159
5.6.2. Rezultate experimentale pentru determinarea	
timpului în care aerul a traversat proba de sol nisipos.....	164
5.6.3. Rezultate experimentale pentru determinarea	
timpului în care aerul a traversat proba de sol luto-argilos.....	169
5.6.4. Rezultate experimentale pentru determinarea	
timpului în care aerul a traversat proba de sol nisipo-prundos.....	173
5.7. Determinarea modului de deplasare a poluanților	
lichizi în sol.....	177
5.8. Interpretare rezultatelor experimentale obținute.....	195
5.8.1. Elaborarea modelului matematic pentru viteza de	
levigare a poluantului în sol.....	195

Cuprins

5.8.2. Elaborarea modelului matematic pentru timpul în care poluantul lichid traversează proba de sol.....	197
5.8.2.1. Elaborarea modelului matematic pentru timpul în care poluantul lichid traversează proba de sol argilos.....	197
5.8.2.2. Elaborarea modelului matematic pentru timpul în care poluantul lichid traversează proba de sol luto-argilos.....	198
5.8.2.3. Elaborarea modelului matematic pentru timpul în care poluantul lichid traversează proba de sol nisipos.....	199
5.9. Verificarea modelului matematic	200
5.9.1. Verificarea modelului matematic generat de programul TableCurve 3D.....	201
CAP. 6. RECOMANDĂRI	204
BIBLIOGRAFIE	206