

## **Cuprins**

---

---

Contents in brief.....	XIX
Abstract.....	XXV
Cuvânt înainte.....	XXIX
Introducere.....	1
<b>Partea I</b>	
<b>PROBLEME GENERALE PRIVIND APELE SUBTERANE .....</b>	<b>5</b>
<b>Capitolul 1. Domeniul apelor subterane .....</b>	<b>7</b>
1.1. Evoluția studiului și utilizării apelor subterane.....	9
1.2. Definirea și obiectul studiului apelor subterane.....	12
1.3. Legătura domeniului apelor subterane cu alte științe .....	13
<b>Capitolul 2. Factori naturali ce influențează regimul apelor subterane .....</b>	<b>15</b>
2.1. Distribuția și dinamica globală a apei.....	16
2.1.1. Elementele circuitului hidrologic și factori de influență a acestora .....	16
2.1.2. Regimul precipitațiilor .....	19
2.1.3. Regimul termic .....	20
2.1.4. Evapotranspirația.....	22
2.1.5. Alimentarea hidrostructurilor .....	24
2.1.5.1. Elementele bazinului hidrografic .....	27
2.1.5.2. Caracteristicile bazinului hidrogeologic .....	29
2.2. Legătura apelor subterane cu rețeaua hidrografică.....	32
2.2.1. Factori ce influențează natura acestor legături – caracteristicile reliefului, apelor de suprafață și compoziției terenului .....	33
<b>Capitolul 3. Resursele de apă subterană .....</b>	<b>41</b>
3.1. Apa disponibilă pentru activitățile umane .....	42
3.2. Specificul calității diferitelor surse naturale de apă .....	43
3.3. Apa subterană ca resursă și accesibilitatea acesteia .....	47
<b>Capitolul 4. Resursele de apă din România.....</b>	<b>51</b>
4.1. Resursele de apă de suprafață din România .....	52
4.1.1. Tipologia cursurilor de apă .....	56
4.1.2. Delimitarea corpurilor de apă de suprafață.....	60
4.2. Resursele de apă subterane din România .....	61
4.3. Calitatea apelor subterane din România.....	63

**Partea a II-a**

<b>ASPECTE TEORETICE PRIVIND APELE SUBTERANE.....</b>	<b>69</b>
<b>Capitolul 5. Proprietăți fizice ale terenurilor și ale apei subterane .....</b>	<b>71</b>
5.1. Caracteristicile substratului geologic.....	72
5.1.1. Granulozitatea .....	72
5.1.2. Porozitatea .....	73
5.1.3. Conținutul volumic de apă și densitatea aparentă .....	74
5.2. Caracteristicile apei subterane.....	75
5.2.1. Greutatea specifică și compresibilitatea apei.....	77
5.3. Caracteristicile interacțiunii terenului cu apa subterană.....	78
5.3.1. Umiditatea terenului.....	78
5.3.2. Fenomenul de capilaritate .....	79
5.3.3. Conductivitatea hidraulică.....	79
5.3.4. Capacitatea de înmagazinare/cedare a acviferelor.....	80
<b>Capitolul 6. Caracteristicile generale ale hidrostructurilor.....</b>	<b>83</b>
6.1. Distribuția apelor subterane .....	84
6.1.1. Forme de apă din scoarța terestră.....	84
6.1.2. Zonarea umidității pe verticală.....	84
6.2. Acviferul .....	86
6.2.1. Identificarea geologică a acviferelor .....	86
6.2.2. Structura și funcțiile acviferului.....	92
6.2.3. Comportamentele acviferelor.....	93
6.2.4. Tipuri de acvifere .....	94
6.2.5. Zonalitatea verticală a acviferelor într-un bazin hidrogeologic.....	96
6.2.6. Cunoașterea acviferului.....	97
6.3. Hidrostructuri în diferite tipuri de formațiuni.....	97
6.3.1. Caracterizarea hidrogeologică a bazinelor sedimentare.....	97
6.3.2. Caracterizarea acviferelor aluvionare.....	98
6.3.3. Masivele vechi .....	98
6.3.4. Formațiunile vulcanice.....	99
6.3.5. Regiunile carstice .....	99
6.4. Geochimia apelor subterane.....	100
6.4.1. Generalități.....	100
6.4.2. Evoluția compoziției apelor subterane.....	105
<b>Capitolul 7. Concepte fundamentale privind aplicarea modelării asistate de calculator în studiul apelor subterane .....</b>	<b>107</b>
7.1. Schematizarea hidrostructurilor.....	109

7.2. Alegerea variantei optime .....	115
7.3. Studii de caz .....	119
7.3.1. Realizarea modelului de transport al poluanților miscibili la nivelul zonei nesaturate și a acviferului freatic din zona industrială Pantelimon .....	119
7.3.2. Delimitarea zonelor de protecție sanitară pentru captarea Vlădești.....	137
<b>Capitolul 8. Aplicarea Sistemelor Informatice Geografice (GIS) în studiul apelor subterane .....</b>	<b>147</b>
8.1. Date utilizate în aplicații GIS .....	150
8.2. Hărți și date spațiale în cadrul GIS .....	150
8.2.1. Sisteme de coordonate .....	154
8.2.2. Proiecții cartografice .....	154
8.2.3. Datele spațiale – elementele de bază ale unui GIS.....	156
8.3. GIS – instrument pentru gestiunea resurselor de apă.....	159
<b>Partea a III-a</b>	
<b>MANAGEMENTUL APELOR SUBTERANE .....</b>	<b>161</b>
<b>Capitolul 9. Bilanțul apelor subterane – rezerve și resurse.....</b>	<b>163</b>
9.1. Generalități .....	164
9.2. Bilanțul apelor subterane.....	166
9.3. Rezervele de apă subterană.....	169
9.3.1. Refacerea rezervelor de ape subterane .....	172
9.3.2. Vârsta apelor subterane .....	172
9.4. Resursele de ape subterane.....	173
9.4.1. Calculul resurselor exploatabile din acviferele cu nivel liber .....	174
9.4.2. Calculul resurselor exploatabile din acviferele captive .....	175
<b>Capitolul 10. Captarea apelor subterane.....</b>	<b>177</b>
10.1. Elemente generale asupra captărilor .....	178
10.1.1. Consumul specific de apă în Europa .....	178
10.1.2. Situația captărilor de apă subterană în România .....	179
10.2. Tipuri de captări .....	179
10.3. Proiectarea captării apelor subterane .....	180
10.4. Execuția lucrărilor de captare a apelor subterane.....	187
10.5. Exploatarea captărilor .....	188
<b>Capitolul 11. Problematika poluării apelor subterane .....</b>	<b>195</b>
11.1. Generalități .....	196

11.2. Mecanismul producerii poluării .....	199
11.3. Vulnerabilitatea apelor subterane la poluare .....	212
11.3.1. Factori de primă importanță.....	222
11.3.2. Factori secundari .....	223
11.4. Metode de evaluare a vulnerabilității apelor subterane .....	224
11.4.1. Hărțile de vulnerabilitate .....	227
11.4.2. Cartografierea hărților de vulnerabilitate .....	234
11.4.3. Scopul hărților de vulnerabilitate.....	234
11.4.4. Limitele hărților de vulnerabilitate .....	236
11.4.5. Folosirea greșită a hărților de vulnerabilitate .....	237
11.4.6. Direcții în cartografierea vulnerabilității apelor subterane .....	238
11.5. Autoepurarea apelor subterane .....	239
<b>Capitolul 12. Protecția calității surselor de apă subterană.....</b>	<b>241</b>
12.1. Protecția solului în coroborare cu protecția apei subterane .....	243
12.1.1. Generalități .....	243
12.1.2. Degradarea solului .....	245
12.1.3. Prevenirea poluării solului.....	246
12.1.4. Responsabilitatea protecției solului.....	248
12.1.5. Procese fizice și biochimice în roci .....	249
12.2. Cazuri de poluare a apelor subterane în România.....	254
12.3. Delimitarea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică .....	278
12.3.1. Criterii de delimitare a zonelor/perimetrelor de protecție .....	281
12.4. Rolul hidrogeologului în instituirea perimetrelor de protecție .....	288
12.5. Monitorizarea apelor subterane .....	299
12.5.1. Elemente generale .....	299
12.5.2. Elemente teoretice în organizarea monitoringului apelor subterane.....	300
12.5.3. Monitorizarea cantitativă și calitativă a apelor subterane din România .....	303
12.6. Tehnologii de depoluare a solurilor și a apelor freatice .....	305
12.6.1. Măsurile cu caracter general.....	306
12.6.2. Măsurile specifice pentru combaterea și reducerea poluării apelor subterane.....	307
12.6.3. Alte metode de combatere a poluării apelor subterane .....	309
12.6.4. Măsurile specifice pentru combaterea și reducerea poluării solului.....	310
12.6.5. Atenuarea naturală monitorizată .....	314
<b>Capitolul 13. Aspecte economice în utilizarea apelor subterane .....</b>	<b>319</b>
13.1. Generalități .....	320
13.2. Costul apei tratate.....	321

13.3. Reducerea costului apei tratate .....	322
13.4. Costul apei epurate.....	323
13.5. Măsurile de bază aplicabile corpurilor de apă subterană.....	326
<b>Capitolul 14. Conținutul studiilor preliminare .....</b>	<b>331</b>
14.1. Aspecte geografice, morfologice, cantitative .....	332
14.2. Studii preliminare.....	336
14.3. Studii de tratabilitate a apelor subterane .....	339
14.4. Etape de promovare a investițiilor în utilizarea apelor subterane.....	340
<b>Partea a IV-a</b>	
<b>ASPECTE LEGISLATIVE ÎN DOMENIUL APELOR SUBTERANE.....</b>	<b>347</b>
<b>Capitolul 15. Legislația europeană în domeniul apei subterane .....</b>	<b>349</b>
15.1. Directiva 2000/60/CE din 23 octombrie 2000 de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei .....	350
15.2. Directiva 2006/118/CE din 12 decembrie 2006 privind protecția apelor subterane împotriva poluării și a deteriorării.....	361
15.3. Acte normative comunitare în vigoare .....	367
15.4. Acte normative comunitare abrogate .....	370
<b>Capitolul 16. Legislația din România în domeniul apei subterane.....</b>	<b>373</b>
16.1. Problematika gestionării apelor subterane în cadrul reglementărilor legale de mediu din România în perioada 1990-2010 .....	377
16.1.1. Elemente instituționale .....	379
16.1.2. Legislație-cadru privind protecția calității apelor subterane .....	382
16.1.3. Legislație secundară privind protecția calității apelor subterane.....	383
16.2. Legislația actuală din România privind apele subterane.....	383
16.2.1. Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind protecția mediului, cu modificările și completările ulterioare .....	386
16.2.2. Legea apelor nr. 107 din 25 septembrie 1996, cu modificările și completările ulterioare.....	391
16.2.3. Legea minelor nr. 85 din 18 martie 2003, cu modificările și completările ulterioare.....	402
16.2.4. Ordinul nr. 662 din 28 iunie 2006 privind aprobarea Procedurii și a competențelor de emitere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor.....	403
16.2.5. Ordinul nr. 661 din 28 iunie 2006 privind aprobarea Normativului de conținut al documentațiilor tehnice de fundamentare necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor.....	411

16.2.5.1. Dispoziții generale.....	411
16.2.5.2. Normativ de conținut al documentațiilor tehnice de fundamentare necesare pentru obținerea avizului de gospodărire a apelor.....	411
16.2.5.3. Conținutul documentației tehnice necesare pentru obținerea autorizației de gospodărire a apelor .....	422
16.2.5.4. Conținutul documentației tehnice necesare pentru obținerea autorizației de gospodărire a apelor la folosințele de apă ce intră sub incidența Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării .....	422
16.2.5.5. Regulament de funcționare-exploatare și întreținere.....	424
16.2.6. Hotărârea Guvernului nr. 445 din 8 aprilie 2009 privind evaluarea impactului anumitor proiecte publice și private asupra mediului.....	426
16.2.7. Legea nr. 458 din 8 iulie 2002 privind calitatea apei potabile, cu modificările și completările ulterioare .....	426
16.2.8. Ordinul nr. 184 din 21 septembrie 1997 pentru aprobarea Procedurii de realizare a bilanțurilor de mediu .....	429
16.2.9. S.R. 1628-I/1995 Alimentații cu apă. Surse de apă subterană. Investigații, studii de teren și cercetări de laborator .....	432
16.2.10. Ordinul nr. 78/N din 13.10.1998 pentru aprobarea Normativului pentru proiectarea construcțiilor de captare a apei indicativ NP 028-98 .....	433
16.2.10.1. Captări de apă. Obiectul normativului, domeniile de aplicare și potențialii utilizatori .....	433
16.2.10.2. Captări de apă din surse subterane .....	434
16.2.11. Ordinul nr. 87 din 20 mai 2008 pentru aprobarea Instrucțiunilor tehnice privind clasificarea și evaluarea resurselor/rezervelor de apă minerală naturală, apă minerală terapeutică, apă geotermală, de gaze care le însoțesc și de gaze necombustibile, cu modificările și completările ulterioare .....	436
16.2.12. Hotărârea Guvernului nr. 472 din 9 iunie 2000 privind unele măsuri de protecție a calității resurselor de apă .....	440
16.2.13. Legea nr. 241 din 22 iunie 2006 privind serviciul de alimentare cu apă și de canalizare .....	441
16.2.14. Hotărârea Guvernului nr. 351 din 21 aprilie 2005 privind aprobarea Programului de măsuri împotriva poluării cu substanțe chimice .....	443
16.2.15. Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 152 din 10 noiembrie 2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, cu modificările și completările ulterioare .....	445

16.2.16. Hotărârea Guvernului nr. 349 din 21 aprilie 2005 privind depozitarea deșeurilor.....	446
16.2.17. Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 202 din 18 decembrie 2002 privind gospodărirea integrată a zonei costiere.....	452
16.2.18. Hotărârea Guvernului nr. 898 din 10 iunie 2004 pentru aprobarea Instrucțiunilor privind exploatarea apelor subterane și a zonelor de interfață dintre apele dulci și cele sărate.....	453
16.2.19. Ordinul nr. 638 din 12 mai 2005 pentru aprobarea Regulamentului privind gestionarea situațiilor de urgență generate de inundații, fenomene meteorologice periculoase, accidente la construcții hidrotehnice și poluări accidentale .....	455
16.2.20. Ordonanța Guvernului nr. 21 din 30 ianuarie 2002 privind gospodărirea localităților urbane și rurale.....	457
16.2.21. Ordinul nr. 1671 din 25 octombrie 2007 pentru aprobarea Regulamentului privind organizarea activității de atestare a instituțiilor publice sau private specializate în elaborarea documentațiilor pentru fundamentarea solicitării avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor .....	457
16.2.22. Hotărârea Guvernului nr. 1635 din 29 decembrie 2009 privind organizarea și funcționarea Ministerului Mediului și Pădurilor, cu modificările și completările ulterioare .....	458
16.2.23. Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 107 din 5 septembrie 2002 privind înființarea Administrației Naționale „Apele Române”, cu modificările și completările ulterioare .....	461
16.2.24. Hotărârea Guvernului nr. 1419 din 18 noiembrie 2009 privind organizarea și funcționarea Agenției Naționale pentru Resurse Minerale.....	462
16.2.25. Hotărârea Guvernului nr. 1399 din 10 noiembrie 2005 pentru aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Institutului Național de Cercetare - Dezvoltare în Domeniul Geologiei, Geofizicii, Geochimiei și Teledetecției - I.G.R. București ...	463
16.2.26. Hotărârea Guvernului nr.1.401 din 10 noiembrie 2005 pentru aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare - I.N.C.D.T.I.M. Cluj-Napoca.....	463
16.2.27. Hotărârea Guvernului nr. 459 din 19 mai 2005 privind reorganizarea și funcționarea Agenției Naționale pentru Protecția Mediului .....	463
16.2.28. Hotărârea Guvernului nr. 112 din 18 februarie 2009 privind organizarea și funcționarea Gărzii Naționale de Mediu, cu modificările și completările ulterioare .....	464



16.2.29. Ordinul nr. 663 din 26 iulie 2005 privind aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Comitetului Național pentru Programul Hidrologic Internațional și a componenței acestuia.....	466
16.2.30. Legea nr. 86 din 10 mai 2000 pentru ratificarea Convenției privind accesul la informație, participarea publicului la luarea deciziei și accesul la justiție în probleme de mediu, semnată la Aarhus la 25 iunie 1998, cu modificările și completările ulterioare .....	466
16.2.31. Ordinul nr. 31 din 13 ianuarie 2006 privind aprobarea Manualului pentru modernizarea și dezvoltarea Sistemului de Monitoring Integrat al Apelor din România (SMIAR).....	467
16.2.32. Hotărârea Guvernului nr. 210 din 28 februarie 2007 pentru modificarea și completarea unor acte normative care transpun acquis-ul comunitar în domeniul protecției mediului .....	470
16.2.33. Hotărârea Guvernului nr. 1408 din 19 noiembrie 2007 privind modalitățile de investigare și evaluare a poluării solului și subsolului .....	473
16.2.34. Hotărârea Guvernului nr. 1403 din 19 noiembrie 2007 privind refacerea zonelor în care solul, subsolul și ecosistemele terestre au fost afectate .....	478
16.2.35. Hotărârea Guvernului nr. 930 din 11 august 2005 pentru aprobarea Normelor speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică.....	480
16.2.36. Ordinul nr.1258/20 noiembrie 2006 privind aprobarea Metodologiei și a Instrucțiunilor tehnice pentru elaborarea schemelor directoare .....	486
16.2.37. Legi în vigoare .....	488
16.2.38. Legi abrogate .....	491
16.2.39. Ordonanțe de urgență ale Guvernului în vigoare .....	492
16.2.40. Ordonanțe de urgență ale Guvernului abrogate.....	494
16.2.41. Ordonanțe ale Guvernului în vigoare .....	494
16.2.42. Ordonanțe ale Guvernului abrogate .....	494
16.2.43. Hotărâri ale Guvernului în vigoare .....	495
16.2.44. Hotărâri ale Guvernului abrogate .....	501
16.2.45. Ordine în vigoare .....	503
16.2.46. Ordine abrogate .....	509

**Partea a V-a****LEXICON HIDROGEOLOGIC ..... 515****Capitolul 17. Termeni și definiții ..... 517**

17.1. Introducere .....	518
17.2. Definiții .....	522
17.3. Termeni în limbile română – franceză - engleză .....	651
17.4. Lista termenilor în limba franceză .....	682
17.5. Lista termenilor în limba engleză.....	701

**Partea a VI-a****ANEXE ..... 725****Anexa 1. Legenda internațională pentru hărți hidrogeologice..... 727**

1.1. Hărți hidrogeologice generale și speciale .....	728
1.1.1. Informații generale .....	728
1.1.2. Ape subterane și roci.....	728
1.1.3. Litologia.....	729
1.1.4. Reprezentarea datelor specifice .....	732
1.2. Legenda specială pentru hărțile sistemelor acvifere .....	739
1.2.1. Informații generale .....	739
1.2.2. Culori pentru sistemele acvifere.....	740
1.2.3. Tip de sisteme acvifere și caracteristicile fluxului .....	741
1.2.4. Semne și simboluri speciale .....	741
1.3. Legenda specială pentru hărțile de vulnerabilitate.....	743
1.3.1. Informații generale .....	743
1.3.2. Paleta de culori pentru vulnerabilitatea apelor subterane .....	743
1.3.3. Natura acviferului și simboluri (Vrba și Zaporozec, 1994 - secțiunea A.2) .....	744
1.3.4. Lucrări și activități antropice .....	744
1.3.5. Compoziția chimică a apei subterane și potențiali poluanți avuți în vedere .....	747
1.4. Legenda pentru hărțile de vulnerabilitate ale apelor subterane .....	748

**Anexa 2. Elemente conexe ..... 755**

2.1. Vulnerabilitatea sistemelor acvifere în funcție de stratele din acoperiș.....	759
2.2. Capacitatea de epurare a rocilor - Metoda Rehse – câțiva parametri ai rocilor din zona nesaturată –.....	760
2.3. Câțiva parametri ai rocilor din zona saturată (după Rehse) .....	761
2.4. Proprietățile intrinseci și specifice ale apelor subterane la poluare și	

parametrii lor .....	762
2.5. Grade de vulnerabilitate ale acviferelor, altele decât cele calcaroase, în funcție de parametrii hidraulici .....	764
2.6. Câteva caracteristici ale rocilor sedimentare mobile .....	765
2.7. Valorile porozității eficace medii pentru principalele tipuri de acvifere .....	765
2.8. Valori ale coeficientului de permeabilitate. Influența granulometriei .....	765
2.9. Capacitatea de epurare a terenurilor (după Rehse) .....	766
2.10. Capacitatea de epurare a rocilor în acvifer (după Bölsénkötter) .....	767
2.11. Vulnerabilitate indirectă prin traversare, în funcție de proprietățile acoperișului .....	768
2.12. Informații asupra principalelor domenii de informare și posibilelor surse de date necesare pentru evaluarea și cartografierea vulnerabilității apelor subterane .....	769
2.13. Cauzele și efectele tipurilor de impact industrial calitativ .....	770
2.14. Cauzele și efectele tipurilor de impact industrial cantitativ .....	771
2.15. Unități de volum .....	772
2.16. Tabele de transformare din l/s în m <sup>3</sup> /h .....	773
2.17. Tabele de transformare din m <sup>3</sup> /h în l/s .....	774
2.18. Timpul .....	775
2.19. Tabele de transformare a timpului în secunde .....	776
2.20. Coeficient de permeabilitate Darcy k pentru apă .....	778
2.21. Permeabilități intrinseci .....	778
2.22. Viteze .....	779
2.23. Debite .....	779
2.24. Debite unitare, module specifice de scurgere = debit/supr. ....	780
2.25. Presiuni .....	780
2.26. Frecvența măsurătorilor de nivel în forajul central și frecvența măsurării debitului .....	780
2.27. Frecvența măsurătorilor de niveluri în piezometre .....	781
2.28. Date referitoare la observațiile hidrogeologice necesare a fi efectuate în perimetrele irigate/drenate .....	782
2.29. Tabele de transformare a Țolilor/incilor în milimetri .....	783
<b>Abrevieri .....</b>	<b>785</b>
<b>Listă de figuri .....</b>	<b>791</b>
<b>Listă de tabele .....</b>	<b>801</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>805</b>