

SPIS TREŚCI

Wstęp	11
--------------------	----

CZĘŚĆ I TEORETYCZNE PODSTAWY HYDROGEOCHEMII

1. Zagadnienia ogólne	15
1.1. Wprowadzenie	15
1.2. Hydrogeochemia wśród nauk przyrodniczych i przedmiot jej badań	16
1.3. Hydrogeochemiczne konsekwencje obiegu wody w przyrodzie	19
1.4. Geneza substancji występujących w wodach podziemnych	21
1.5. Formy występowania i migracja substancji w wodach podziemnych	22
1.6. Wybrane metody stosowane w badaniach hydrogeochemicznych	24
1.6.1. Badania terenowe i laboratoryjne	24
1.6.2. Opróbowanie hydrogeochemiczne	26
1.6.3. Ocena jakości danych hydrochemicznych	28
1.6.4. Metody klasyfikowania i prezentacji składu chemicznego wód podziemnych	30
1.6.5. Monitoring jakości wód podziemnych	32
1.6.6. Metody oceny tła i anomalii hydrogeochemicznych	34
1.6.7. Badania składu izotopowego wód podziemnych	37
1.6.8. Modelowanie geochemiczne wód podziemnych	39
2. Wybrana problematyka dotycząca wód podziemnych traktowanych jako roztwory	42
2.1. Woda jako rozpuszczalnik	42
2.2. Skład izotopowy wody	42
2.3. Budowa cząsteczki wody	44
2.4. Anomalne właściwości fizyczne wody	48
2.5. Dysocjacja elektrolityczna wody	49
2.6. Aktywność. Siła jonowa roztworów wodnych	50
2.7. Iloczyn rozpuszczalności. Iloczyn aktywności form	53
2.8. Rozpuszczalność minerałów w wodzie, hydratacja, hydroliza	55
2.9. Rozpuszczanie gazów w wodzie	59
2.10. Powstawanie jonów kompleksowych	62
2.11. Roztwory koloidalne	65
2.12. Jednostki stosowane w hydrogeochemii	68

3. Procesy zachodzące w wodach podziemnych	72
3.1. Wiadomości wstępne	72
3.2. Rozpuszczanie i ługowanie skał	74
3.3. Wytrącanie faz stałych z wód podziemnych	78
3.4. Mieszanie się wód o różnym składzie	82
3.5. Utlenianie i redukcja	85
3.6. Procesy sorpcyjne	93
3.7. Procesy membranowe	107
3.8. Przemiany promieniotwórcze oraz radioliza wody	110
3.9. Dyspersja fizyczno-chemiczna	115
3.10. Migracja substancji w wodach podziemnych	118
4. Podstawowe czynniki abiotyczne wpływające na chemizm wód podziemnych	121
4.1. Wiadomości wstępne	121
4.2. Wpływ warunków geograficznych na chemizm wód podziemnych	122
4.2.1. Rzeźba terenu	122
4.2.2. Hydrografia	123
4.2.3. Klimat	124
4.2.4. Gleby	129
4.3. Wpływ warunków geologicznych na chemizm wód podziemnych	131
4.3.1. Uwagi ogólne	131
4.3.2. Diagenеза	132
4.3.3. Skład mineralny skał	134
4.3.4. Wietrzenie	138
4.3.5. Tektonika	139
4.3.6. Magmatyzm i metamorfizm	145
4.4. Udział warunków hydrogeologicznych w kształtowaniu chemizmu wód podziemnych	147
4.4.1. Uwagi ogólne	147
4.4.2. Warunki hydrodynamiczne	147
4.4.3. Warunki paleohydrogeologiczne	149
5. Udział organizmów żywych w kształtowaniu chemizmu wód podziemnych	151
5.1. Udział bakterii w kształtowaniu chemizmu wód podziemnych	151
5.1.1. Uwagi ogólne	151
5.1.2. Bakterie siarkowe	154
5.1.3. Bakterie żelaziste	157
5.1.4. Bakterie chorobotwórcze	159
5.1.5. Udział bakterii w korozji przewodów wodociągowych	162
5.2. Występowanie organizmów zwierzęcych w wodach podziemnych	162
5.3. Wpływ roślin naczyniowych na chemizm wód podziemnych	163

CZĘŚĆ II

CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH

6. Skład chemiczny wód podziemnych	167
6.1. Substancje występujące w wodach podziemnych – uwagi ogólne	167
6.2. Gazy	169
6.2.1. Wprowadzenie	169
6.2.2. Tlen (O_2)	172

6.2.3. Dwutlenek węgla (CO_2)	173
6.2.4. Azot (N_2)	180
6.2.5. Metan (CH_4)	182
6.2.6. Siarkowodór (H_2S)	183
6.2.7. Tlenki siarki (SO_2 i SO_3)	186
6.2.8. Wodór (H_2)	187
6.2.9. Gazy szlachetne	188
6.3. Główne składniki wód podziemnych	193
6.3.1. Wodorowęglany (HCO_3^-)	193
6.3.2. Siarczany (SO_4^{2-})	197
6.3.3. Chlorki (Cl^-)	201
6.3.4. Sód (Na^+)	208
6.3.5. Potas (K^+)	210
6.3.6. Wapń (Ca^{2+})	213
6.3.7. Magnez (Mg^{2+})	215
6.4. Podrzedne składniki wód podziemnych	219
6.4.1. Mineralne formy azotu	219
6.4.2. Żelazo (Fe)	230
6.4.3. Krzem (Si)	242
6.4.4. Substancja organiczna	245
6.5. Pionowa zmienność chemizmu wód podziemnych	255
7. Właściwości fizyczne, chemiczne i organoleptyczne wód podziemnych	258
7.1. Wprowadzenie	258
7.2. Właściwości fizyczne	258
7.2.1. Gęstość i lepkość	258
7.2.2. Przewodność elektrolityczna (konduktywność)	259
7.2.3. Radoczynność	262
7.2.4. Temperatura	264
7.3. Właściwości chemiczne	269
7.3.1. Mineralizacja ogólna i sucha pozostałość	270
7.3.2. Odczyn wody (pH)	274
7.3.3. Potencjał utleniająco-redukcyjny (Eh)	280
7.3.4. Zasadowość i kwasowość	281
7.3.5. Chemiczne (ChZT) i biochemiczne (BZT) zapotrzebowanie na tlen	283
7.3.6. Twardość	284
7.3.7. Agresywność	288
7.4. Właściwości organoleptyczne	289
7.4.1. Smak i posmak	290
7.4.2. Zapach	291
7.4.3. Barwa	292
7.4.4. Przezroczystość, mętność i zawiesiny	292
8. Mikroskładniki w wodach podziemnych	294
8.1. Zagadnienia ogólne	294
8.2. Biologiczna rola mikroskładników	301
8.2.1. Rola mikroskładników w wodach używanych do picia	301
8.2.2. Mikroskładniki a właściwości lecznicze wód podziemnych	301
8.2.3. Mikroskładniki zagrażające organizmom żywym	302
8.3. Charakterystyka mikroskładników	304
8.3.1. Antymon (Sb, grupa V)	304

8.3.2. Arsen (As, grupa V)	305
8.3.3. Bar (Ba, grupa II)	305
8.3.4. Beryl (Be, grupa II)	307
8.3.5. Bor (B, grupa III)	309
8.3.6. Brom (Br, grupa VII)	311
8.3.7. Chrom (Cr, grupa VI)	313
8.3.8. Cyna (Sn, grupa IV)	314
8.3.9. Cynk (Zn, grupa II)	315
8.3.10. Fluor (F, grupa VII)	317
8.3.11. Fosfor (P, grupa V)	320
8.3.12. Glin (Al, grupa III)	322
8.3.13. Jod (I, grupa VII)	324
8.3.14. Kadm (Cd, grupa II)	326
8.3.15. Kobalt (Co, grupa VIII)	327
8.3.16. Lit (Li, grupa I)	328
8.3.17. Mangan (Mn, grupa VII)	330
8.3.18. Miedź (Cu, grupa I)	335
8.3.19. Molibden (Mo, grupa VI)	338
8.3.20. Nikiel (Ni, grupa VIII)	340
8.3.21. Ołów (Pb, grupa IV)	342
8.3.22. Rtęć (Hg, grupa II)	343
8.3.23. Selen (Se, grupa VI)	344
8.3.24. Srebro (Ag, grupa I) i złoto (Au, grupa I)	345
8.3.25. Stront (Sr, grupa II)	346
8.3.26. Wanad (V, grupa V)	348
8.4. Wybrane pierwiastki i nuklidy promieniotwórcze	348
8.4.1. Uran (U, grupa III)	354
8.4.2. Tor (Th, grupa III)	356
8.4.3. Rad (Ra, grupa II)	357
8.4.4. Radon (Rn, grupa VIII)	358
8.4.5. Tryt (^3H , grupa I)	360
8.4.6. Węgiel (^{14}C , grupa IV)	361
8.4.7. Chlor (^{36}Cl , grupa VII)	362

CZĘŚĆ III

HYDROGEOCHEMICZNE EFEKTY ANTROPOPRESJI

9. Ogólne zagadnienia dotyczące jakości wód podziemnych oraz ich zanieczyszczenia	367
9.1. Ogólne pojęcia i stosowane nazewnictwo	367
9.2. Wskaźniki zanieczyszczenia wód	371
9.3. Zanieczyszczenia geogeniczne	378
9.4. Przepisy sanitarne dotyczące jakości wody	381
9.5. Oceny poziomu zanieczyszczenia wód podziemnych	383
10. Substancje zanieczyszczające wody podziemne i ich podział	386
10.1. Podział zanieczyszczeń wód podziemnych	386
10.1.1. Rodzaj zanieczyszczeń	386
10.1.2. Geneza substancji zanieczyszczających wody podziemne	387
10.1.3. Stan fizyczny substancji zanieczyszczających wody podziemne	387
10.1.4. Skład chemiczny substancji zanieczyszczających wody podziemne	388

10.1.5. Trwałość substancji zanieczyszczających wody podziemne	388
10.1.6. Toksyczność substancji zanieczyszczających wody podziemne	388
10.1.7. Stężenie substancji zanieczyszczających wody podziemne	389
10.1.8. Moment i sposób pojawienia się zanieczyszczenia w wodzie	390
10.2. Charakterystyka wybranych substancji zanieczyszczających wody podziemne	390
10.2.1. Substancje nieorganiczne	391
10.2.2. Substancje organiczne	391
11. Ogniska zanieczyszczeń i wpływ gospodarki na jakość wód podziemnych	410
11.1. Zagadnienia ogólne	410
11.2. Charakterystyka najczęściej występujących ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych	413
11.2.1. Ogniska zanieczyszczeń przemysłowych	413
11.2.2. Ogniska zanieczyszczeń górniczych	416
11.2.3. Ogniska zanieczyszczeń rolniczych	418
11.2.4. Ogniska zanieczyszczeń komunalnych	422
Literatura	426
Skorowidz	438