

SPIS TREŚCI

Przedmowa	II
1. Wiadomości ogólne — <i>S. Turek</i>	13
1.1. Wykaz ważniejszych jednostek i oznaczeń	13
1.2. Jednostki miar	14
1.3. Podstawowe wiadomości o wodzie	21
1.3.1. Własności fizyczne	21
1.3.2. Stany skupienia wody	21
1.3.3. Ściśliwość wody	22
<i>Literatura</i>	23
2. Hydrogeologiczne własności skal — <i>B. Kozerski</i>	25
2.1. Uziarnienie	25
2.1.1. Wymiary ziarn i podział na frakcje	25
2.1.2. Rodzaje analiz uziarnienia	26
2.1.2.1. Analiza makroskopowa	26
2.1.2.2. Analiza sitowa	27
2.1.3. Średnica miarodajna i cecha dominacji	30
2.2. Porowatość	31
2.3. Szczelinowatość i krasowatość	35
2.4. Wodochłonność	36
2.5. Odsączalność i porowatość efektywna	37
2.5.1. Metody oznaczania współczynnika odsączalności i współczynnika porowatości efektywnej	38
2.5.1.1. Metody laboratoryjne	38
2.5.1.2. Metody polowe	39
2.5.1.3. Metody przybliżone	41
<i>Literatura</i>	44
3. Własności fizyczne, skład chemiczny i bakteriologiczny wód podziemnych — <i>Z. Płochniński</i>	45
3.1. Własności fizyczne i organoleptyczne	45
3.1.1. Ciężar właściwy	45
3.1.2. Lepkość	46
3.1.3. Przewodnictwo elektryczne	47
3.1.4. Temperatura	48
3.1.5. Mętność i przezroczystość	49
3.1.6. Barwa	51
3.1.7. Zapach	51
3.1.8. Smak	52

3.2. Stan bakteriologiczny wód	52
3.3. Występowanie gazów w wodach podziemnych	53
3.4. Właściwości chemiczne	55
3.4.1. Mineralizacja wody	55
3.4.2. Główne składniki chemiczne	55
3.4.3. Sposoby wyrażania mineralizacji i składu chemicznego wód	60
3.4.4. Zasady kontroli analiz chemicznych	65
3.4.5. Najważniejsze wskaźniki hydrochemiczne	67
3.5. Klasyfikacja wód podziemnych według składu chemicznego	67
3.6. Hydrochemiczne profile, przekroje i mapy	69
3.7. Pobieranie i przechowywanie próbek wody	71
3.8. Wymagana jakość dla wód pitnych i przemysłowych	73
3.9. Zanieczyszczenie wód podziemnych	74
<i>Literatura</i>	76
 4. Wody mineralne i lecznicze — <i>J. Dougiatto</i>	79
4.1. Pojęcia podstawowe	79
4.1.1. Wody mineralne	79
4.1.2. Wody lecznicze	79
4.2. Klasyfikacja wód leczniczych	81
4.3. Składniki swoiste wód leczniczych	83
4.4. Analizy chemiczne wód leczniczych	90
4.4.1. Skrócony zapis analizy	90
4.4.2. Odwzorowanie analiz w miliwalach metodą Grönhuta i Hintza	91
4.4.3. Odwzorowanie analiz w ‰ miliwali	91
4.5. Poszukiwanie i eksploatacja wód leczniczych	93
4.5.1. Powierzchniowe metody poszukiwawcze	93
4.5.2. Ujmowanie wód leczniczych	93
4.5.3. Zasady eksploatacji wód leczniczych	93
4.5.4. Ochrona wód leczniczych	95
4.6. Dokumentowanie i określanie zasobów wód leczniczych	96
<i>Literatura</i>	97
 5. Podstawowe prawa ruchu wód podziemnych — <i>T. Macioszczyk</i>	99
5.1. Określenia podstawowe	99
5.1.1. Prędkość filtracji	99
5.1.2. Wysokość hydrauliczna (wysokość naporu)	100
5.1.3. Współczynnik filtracji	100
5.1.4. Współczynnik przepuszczalności	103
5.1.5. Przewodność hydrauliczna (wskaźnik wodoprzewodności) warstwy	104
5.1.6. Hydrotłoki i linie prądu	104
5.1.7. Spadek hydrauliczny	105
5.1.8. Współczynnik zasobności sprężystej	105
5.1.9. Filtracja ustalona i nieustalona	107
5.1.10. Filtracja laminarna	108
5.1.11. Flukcja	108
5.1.12. Filtracja przejściowa i mieszana	108
5.1.13. Strumienie wód podziemnych	108
5.1.14. Warunki graniczne i warunki początkowe	112
5.2. Prawo Darcy'ego	113
5.3. Nieliniowe prawo filtracji	116
5.4. Ogólne prawa ruchu wód podziemnych	117
5.5. Zasady schematyzacji warunków hydrogeologicznych dla celów obliczeniowych	118
<i>Literatura</i>	124

6. Bezpośrednie pomiary prędkości i kierunku przepływu wód podziemnych — <i>S. Krajewski</i>	125
6.1. Ogólne zasady pomiarów	125
6.2. Metoda kolorymetryczna	127
6.3. Metoda chemiczna	129
6.4. Metoda elektrolityczna	130
6.5. Metoda potencjału elektrycznego	130
6.6. Metoda izotopowa	132
<i>Literatura</i>	132
7. Określenie współczynnika filtracji na podstawie wzorów empirycznych, wykresów i tabel — <i>B. Kozerski</i>	133
8. Określanie współczynnika filtracji metodami laboratoryjnymi — <i>B. Kozerski</i>	145
8.1. Ogólne zasady stosowania metod laboratoryjnych	145
8.2. Dostępne przyrządy i ich stosowność	146
8.2.1. Badanie współczynnika aparatem typu ITB-ZW-K ₂	146
8.2.2. Oznaczanie współczynnika filtracji za pomocą rurki Kamińskiego	148
<i>Literatura</i>	151
9. Wyznaczanie współczynników filtracji i fluacji metodami polowymi przy ruchu ustalonym — <i>S. Krajewski</i>	153
9.1. Wyznaczanie współczynników filtracji i fluacji na podstawie wyników pompowań badawczych w studniach wierconych	153
9.2. Wyznaczanie współczynników filtracji na podstawie pompowań badawczych z wykopów i studni szybowych przy dopływie wody tylko przez dno	172
9.2.1. Wody o zwierciadle napiętym	172
9.2.2. Wody o zwierciadle swobodnym	173
9.3. Wyznaczanie współczynników fluacji na podstawie badawczych pompowań z wykopów i studni szybowych przy dopływie wody tylko przez dno	174
9.3.1. Wody o zwierciadle napiętym	174
9.4. Wyznaczanie współczynników filtracji na podstawie wyników zalewania studni wierconych	175
9.4.1. Wody o zwierciadle napiętym	176
9.4.2. Wody o zwierciadle swobodnym	176
9.5. Wyznaczanie współczynników filtracji na podstawie wyników zalewania szurfów i szybków	177
9.5.1. Metoda Baldyriewa	178
9.5.2. Metoda Kamińskiego	179
9.5.3. Metoda Niestierowa	180
9.6. Wyznaczanie współczynników filtracji na podstawie wzniosu wody podziemnej w studni	182
<i>Literatura</i>	186
10. Określanie parametrów hydrogeologicznych dla ruchu nieustalonego — <i>T. Macioch</i>	187
10.1. Pompowanie krótkotrwale studni zupełnej ze stałym wydatkiem	187
10.2. Pompowanie długotrwale studni zupełnej ze stałym wydatkiem	190
10.3. Określanie współczynnika filtracji na podstawie wzniosu zwierciadła wody w studni	194
10.3.1. Wznios zwierciadła wody po zakończeniu pompowania krótkotrwałego, przy $u > 0,1$	195
10.3.2. Wznios zwierciadła wody po zakończeniu pompowania krótkotrwałego trwającego dłużej, przy $u \sim 0,1$	196
10.3.3. Wznios zwierciadła wody po zakończeniu pompowania długotrwałego przy $u < 0,2$	197
<i>Literatura</i>	198

11. Dopyw wody do studni pojedynczej — <i>T. Macioszczyk</i>	199
11.1. Dopyw do studni w warunkach ustalonych w warstwie o nieograniczonym rozprzestrzenieniu	200
11.1.1. Dopyw do studni z filtrem o przepuszczalnych ściankach w warstwie o zwierciadle napiętym	201
11.1.2. Dopyw do studni z filtrem o przepuszczalnym dnie i studni bez-filtrowej w warstwie o zwierciadle napiętym	206
11.1.3. Dopyw do studni z filtrami poziomymi	208
11.1.4. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle napiętym przy filtracji mieszanej	210
11.1.5. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle napiętym i częściowo swobodnym przy filtracji mieszanej	213
11.1.6. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle napiętym przy filtracji turbulentnej	214
11.1.7. Dopyw do studni z filtrem o przepuszczalnych ściankach w warstwie o zwierciadle swobodnym	217
11.1.8. Dopyw do studni z filtrem o przepuszczalnym dnie w warstwie o zwierciadle swobodnym	223
11.1.9. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle swobodnym przy filtracji mieszanej	224
11.1.10. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle swobodnym przy filtracji turbulentnej	226
11.1.11. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle swobodnym i częściowo napiętym przy filtracji turbulentnej	228
11.2. Dopyw w warunkach nieustalonych o nieograniczonym rozprzestrzenieniu	229
11.2.1. Dopyw do studni zupełnej w warstwie o zwierciadle napiętym	229
11.2.2. Dopyw do studni niezupełnej w warstwie o zwierciadle napiętym	235
11.2.3. Dopyw do studni w warstwie o zwierciadle swobodnym	237
11.3. Dopyw do studni w warunkach ustalonych w warstwie o ograniczonym rozprzestrzenieniu	237
11.3.1. Dopyw do studni zupełnej w warstwie o zwierciadle napiętym	237
11.3.2. Dopyw do studni zupełnej w warstwie o zwierciadle swobodnym	243
11.3.3. Dopyw do studni niezupełnej	244
11.4. Dopyw w warunkach nieustalonych w warstwie o ograniczonym rozprzestrzenieniu	245
11.5. Analiza dopywu do studni na podstawie wyników badawczych pom-powań	252
<i>Literatura</i>	259
12. Dopyw wody podziemnej do studni współdziałającej — <i>T. Macioszczyk</i>	261
12.1. Ogólne zasady analizy dopywu do studni współdziałającej	261
12.2. Dopyw do studni współdziałającej w zespole liniowym	263
12.2.1. Dopyw wody do każdej z dwóch studni współdziałających w warstwie nieograniczonej	263
12.2.2. Sumaryczny dopyw do trzech studni współdziałających w zespole liniowym w warstwie nieograniczonej	264
12.2.3. Sumaryczny dopyw do pięciu studni współdziałających w zespole liniowym w warstwie nieograniczonej	265
12.2.4. Dopyw nieustalony do każdej ze studni współdziałających w zespole liniowym w warstwie nieograniczonej na podstawie depresji w studni środkowej — przy nieparzystej liczbie studni	266
12.2.5. Dopyw do zespołu liniowego w warstwie ograniczonej dwiema równoległymi przestolinowymi granicami zasilania	268

12.2.6. Dopyływ do zespołu liniowego składającego się z dwóch linii studni w warstwie ograniczonej dwiema równoległymi prostoliniowymi granicami zasilania	270
12.3. Dopyływ do studni współdziałającej w równomiernym zespole przestrzennym	273
12.3.1. Dopyływ do studni pracujących w równomiernym zespole w warstwie ograniczonej dwiema granicami prostoliniowymi uważanym równoległymi do siebie	273
12.3.2. Nieustalony dopyływ do studni pracujących w równomiernym zespole przestrzennym w warstwie nieograniczonej	276
12.4. Dopyływ do studni współdziałającej w innych zespołach regularnych	279
12.4.1. Dopyływ do studni współdziałającej w zespole trzech studni zlokalizowanych w wierzchołkach trójkąta równobocznego przy okrągłej granicy zasilającej	279
12.4.2. Dopyływ do studni współdziałającej w zespole czterech studni zlokalizowanych w narożach kwadratu przy okrągłej granicy zasilającej	280
12.4.3. Dopyływ do studni współdziałającej w zespole studni zlokalizowanych na obwodzie koła w wierzchołkach wielokąta foremnego o łoku d przy okrągłej granicy zasilającej	280
12.5. Obliczanie metodą Agardzanowa-Atłowskiego dopyływu do studni współdziałających	282
12.6. Metoda Forchheimera określania dopyływu do studni współdziałających w zespole, w warstwie o zwierciadle swobodnym	287
12.7. Uwagi w sprawie obliczeń studni współdziałających	289
<i>Literatura</i>	290
13. Zasady pompowań badawczych — S. Krajewski	291
13.1. Prace przygotowawcze	291
13.2. Pompowanie oczyszczające	293
13.3. Pomiary i obserwacje	294
13.4. Badanie samowypływów	298
13.5. Pompowanie w zespołach studni i węzłach hydrogeologicznych	299
13.6. Analiza wyników pompowania i ich opracowanie	301
<i>Literatura</i>	303
14. Klasyfikacja i obliczanie zasobów wód podziemnych — B. Paczyński	305
14.1. Klasyfikacja zasobów wód podziemnych	305
14.2. Ocena zasobów wód podziemnych	308
14.2.1. Zasoby statyczne	309
14.2.2. Zasoby sprężyste	310
14.2.3. Zasoby dynamiczne	310
14.2.4. Zasoby eksploatacyjne	314
14.2.4.1. Metoda ekstrapolacji	314
14.2.4.2. Metoda leja depresji	314
14.2.4.3. Metoda współdziałania	315
14.2.4.4. Metoda analogii	315
14.2.4.5. Metody analityczne	316
14.2.4.6. Ocena zasobów eksploatacyjnych w skali regionalnej	317
<i>Literatura</i>	318
15. Promień leja depresji — S. Turek	319
15.1. Określanie ustabilizowanego promienia leja depresji	319
15.1.1. Określanie promienia leja depresji na podstawie pompowań badawczych	319

15.1.2.	Określanie promienia leja depresji wzorami empirycznymi	320
15.1.2.1.	Określanie promienia leja depresji wzorami empirycznymi uwzględniającymi spadek hydrauliczny	321
15.1.2.2.	Określanie promienia leja depresji wzorami empirycznymi uwzględniającymi infiltrację opadów atmosferycznych	322
15.1.2.3.	Określanie promienia leja depresji przez analogię do badawczych pompowań	322
15.2.	Określanie niestabilizowanego promienia leja depresji	323
15.3.	Określanie promienia leja depresji dla wyrobisk górniczych	324
<i>Literatura</i>		326
16.	Zasady projektowania studni wierconych i kopanych w skałach luźnych — <i>S. Turek</i>	
16.1.	Filtry szkieletowe	327
16.2.	Filtry siatkowe	328
16.3.	Filtry żwirowe i ze sztucznego tworzywa porowatego	330
16.4.	Przepustowość filtrów	332
16.5.	Dopuszczalna prędkość dopływu wody do filtru	334
16.6.	Wymiary poszczególnych elementów filtru	336
16.6.1.	Filtr właściwy	337
16.6.2.	Rura podfiltru	337
16.6.3.	Rura nadfiltru	338
16.7.	Zeskok zwierciadła wody	338
16.8.	Studnie kopane z dopływem przez dno	339
<i>Literatura</i>		340
17.	Badania hydrogeologiczne przy rozpoznawaniu złóż stałych surowców mineralnych — <i>S. Turek</i>	343
17.1.	Zakres badań hydrogeologicznych dla różnych etapów rozpoznania	343
17.2.	Treść dokumentacji hydrogeologicznych	346
<i>Literatura</i>		348
18.	Szacowanie dopływu wody do wyrobisk górniczych dokumentowanych złóż — <i>S. Turek</i>	
18.1.	Szacowanie dopływu metodą analogii hydrogeologicznej	349
18.2.	Szacowanie dopływu metodami hydraulicznymi	349
18.3.	Szacowanie dopływu metodą bilansu wodnego.	352
<i>Literatura</i>		356
19.	Kartografia hydrogeologiczna — <i>J. Malinowski</i>	357
19.1.	Zdjęcie i mapy hydrogeologiczne	359
19.2.	Podział map hydrogeologicznych	359
19.2.1.	Mapy przeglądowe	360
19.2.2.	Mapy szczegółowe	360
19.2.3.	Mapy specjalne	361
19.3.	Zasady sporządzania zdjęcia i zestawiania map hydrogeologicznych	361
19.3.1.	Projektowanie zdjęcia hydrogeologicznego	361
19.3.2.	Dokumentacja punktów terenowych	362
19.3.3.	Badania stacjonarne	366
19.4.	Zestawianie map hydrogeologicznych	367
<i>Literatura</i>		369
20.	Metody geofizyki poszukiwawczej w badaniach hydrogeologicznych — <i>P. Sienzel, J. Szymanko</i>	
20.1.	Geofizyczne metody powierzchniowe	371
		371

20.1.1.	Metody geoelektryczne	371
20.1.1.1.	Metoda potencjałów samoistnych (PS)	372
20.1.1.2.	Metoda elektrooporowa	373
20.1.2.	Metody sejsmiczne	384
20.1.3.	Metody geofizyki jądrowej	388
20.1.3.1.	Izotopowe wskaźniki wód podziemnych	389
20.1.3.2.	Izotopowe metody określania wieku wód podziemnych	391
20.2.	Metody geofizyki wiertniczej	391
20.2.1.	Metody geoelektryczne	391
20.2.1.1.	Metoda potencjałów samoistnych (PS)	392
20.2.1.2.	Metoda elektrooporowa	396
20.2.1.3.	Metoda ciała naładowanego	398
20.2.2.	Metody geofizyki jądrowej	398
20.2.2.1.	Profilowanie izotopowe	402
20.2.2.2.	Izotopowa metoda pomiaru prędkości filtracji wody podziemnej w otworze hydrogeologicznym	403
20.2.2.3.	Izotopowa metoda wyznaczania kierunku przepływu wód podziemnych w pojedynczym otworze hydrogeologicznym	404
20.2.3.	Geotermiczne metody badania otworów hydrogeologicznych	405
20.3.	Ogólne zasady stosowania metod geofizyki poszukiwawczej w badaniach hydrogeologicznych	406
20.3.1.	Poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód podziemnych w celu zaopatrzenia w wodę	406
20.3.1.1.	Etap wstępnego rozpoznania zasobów wód podziemnych	407
20.3.1.2.	Etap wykonania odwiertów hydrogeologicznych	407
20.3.1.3.	Etap szczegółowego rozpoznania zasobów wód podziemnych	408
20.3.2.	Rozpoznawanie stosunków hydrogeologicznych w celu ustalenia prognozy wód podziemnych i określenia warunków budowy	408
<i>Literatura</i>		409
21.	Zasady obliczeń zapotrzebowania na wodę — <i>J. Macher</i>	409
21.1.	Podstawy obliczeń zapotrzebowania na wodę	409
21.1.1.	Ujęcia komunalne (wodociągi)	415
21.1.2.	Ujęcia wiejskie (wodociągi)	418
21.2.	Współczynniki nierównomierności zużycia	421
22.	Wykaz ważniejszych norm i przepisów — <i>J. Macher</i>	421
22.1.	Normy polskie (PN), branżowe (BN) i resortowe (RN)	424
22.2.	Przepisy	428
<i>Literatura ogólna</i>		429
<i>Skorowidz</i>		