

SPIS TREŚCI

Przedmowa	13
1. HYDROLOGIA – ZAKRES I METODY BADAŃ	17
1.1. Woda i jej znaczenie	17
1.2. Przedmiot badań	26
1.3. Podział hydrologii	31
1.4. Metody badań w hydrologii	37
2. ROZWÓJ HYDROLOGII JAKO NAUKI	43
2.1. Początki hydrologii	43
2.1.1. Kierunek geograficzny, czyli historia poznawania rozmieszczenia wód powierzchniowych na Ziemi	46
2.1.2. Kierunek wodnogospodarczy.	53
2.1.3. Kierunek geologiczny	62
2.2. Tworzenie naukowych podstaw hydrologii	67
2.2.1. Woda w najstarszych kosmogoniach.	67
2.2.2. Filozofowie natury	69
2.2.3. Czasy cywilizacji rzymskiej	70
2.2.4. Okres średniowiecza i odrodzenia	71
2.3. Początki badań ilościowych w hydrologii.	74
2.3.1. Pomiary hydrometeorologiczne	76
2.3.2. Obserwacje wodowskazowe i pomiary przepływu wody w rzekach	78
2.4. Współpraca międzynarodowa	82
2.5. Najważniejsze podręczniki z zakresu hydrologii	83
3. HYDROGENEZA	89
4. ILOŚCIOWA CHARAKTERYSTYKA HYDROSFERY	107
5. WODA JAKO MATERIA	121
5.1. Woda w przyrodzie	121
5.2. Budowa cząsteczki wody	123
5.3. Anomalne właściwości wody	129
5.4. Przemiany fazowe wody	131

5.4.1. Linie równowagi faz – punkt potrójny	132
5.4.2. Zamarzanie i topnienie	137
5.4.3. Parowanie, wrzenie i kondensacja	139
5.4.4. Sublimacja i resublimacja	142
5.5. Właściwości fizyczne wody	143
5.5.1. Właściwości mechaniczne	144
5.5.2. Właściwości termodynamiczne	145
5.5.3. Własności elektryczne	148
5.5.4. Właściwości optyczne	149
5.5.5. Właściwości organoleptyczne	153
5.5.6. Radoczynność	154

6. WODA JAKO ROZTWÓR 157

6.1. Chemizm wody	157
6.2. Główne grupy substancji i pierwiastków rozpuszczonych w wodzie	160
6.3. Stosunki ilościowe pierwiastków chemicznych w geosferach zewnętrznych.	163
6.4. Gazy rozpuszczone w wodzie	167
6.4.1. Tlen (O_2)	172
6.4.2. Dwutlenek węgla (CO_2)	176
6.4.3. Azot (N_2) i amoniak (NH_3).	181
6.4.4. Metan (CH_4).	182
6.4.5. Siarkowodor (H_2S)	183
6.4.6. Inne gazy	184
6.5. Właściwości chemiczne wody	185
6.5.1. Mineralizacja wody	188
6.5.2. Odczyn wody	191
6.5.3. Utlenianie i redukcja: potencjał redoks (Eh).	195
6.5.4. Twardość i zasadowość	198
6.5.4.1. Jon wodorowęglanowy (HCO_3^-).	198
6.5.4.2. Siarczany (SO_4^{2-}).	200
6.5.4.3. Wapń (Ca^{2+})	202
6.5.4.4. Magnez (Mg^{2+}).	204
6.5.4.5. Chlorki (Cl^-)	205
6.5.4.6. Sód (Na^+).	207
6.5.4.7. Potas (K^+)	208
6.5.5. Podrzędne składniki wód	208
6.5.5.1. Krzem (Si)	208
6.5.5.2. Fosfor (P) i fosforany	210
6.5.5.3. Glin (Al^{3+})	212
6.5.5.4. Żelazo (Fe)	213
6.5.5.5. Mangan (Mn)	214
6.5.5.6. Mikroślądniki (mikroelementy)	215
6.5.6. Wpływ procesów życiowych na kształtowanie składu chemicznego wód	217
6.5.6.1. Substancje organiczne	219
6.5.6.2. Biogeny.	220
6.5.6.3. Produkcja biomasy	223
6.5.6.4. Rozkład martwej materii organicznej.	226

6.5.6.5. Zmienność czasowa substancji biogenych rozpuszczonych w wodzie.	227
6.5.6.6. Najważniejsze biopierwiastki	230
6.5.6.6.1. Węgiel	230
6.5.6.6.2. Azot i związki azotu	236
6.5.6.6.3. Fosfor	240
6.5.7. Migracja pierwiastków chemicznych	241
6.5.7.1. Atmosferyczna migracja pierwiastków.	242
6.5.7.2. Wodna migracja pierwiastków	243
6.5.7.3. Biologiczna migracja pierwiastków.	250
6.6. Kształtowanie się chemizmu wód naturalnych	253
6.6.1. Chemizm wód opadowych	254
6.6.2. Chemizm wód powierzchniowych.	258
6.6.2.1. Uwarunkowania geologiczno-geomorfologiczne	262
6.6.2.2. Rzeźba terenu	264
6.6.2.3. Uwarunkowania klimatyczne	264
6.6.2.4. Gleby	265
6.6.2.5. Stosunki wodne i ich wpływ na chemizm wody	268
6.6.3. Chemizm wód podziemnych	272
6.6.3.1. Wody mineralne	276
6.7. Mieszanie się wód o różnym składzie.	280
6.8. Chemiczna klasyfikacja wód naturalnych.	281
6.9. Strefowość hydrochemiczna wód powierzchniowych.	282

7. KRAŻENIE WODY W PRZYRODZIE 289

7.1. Przyczyny krążenia wody w przyrodzie	289
7.2. Cykl hydrologiczny	292
7.2.1. Siły motoryczne ruchów wody w przyrodzie.	293
7.2.2. Podstawowe reguły krążenia wody	295
7.2.3. Fazy dużego i małego obiegu wody	296
7.2.4. Ogniw krążenia wód	297
7.2.4.1. Ogniw atmosferyczne.	298
7.2.4.2. Ogniw oceaniczne.	298
7.2.4.3. Ogniw kontynentalne.	299
7.2.4.3.1. Ogniw glebowe	300
7.2.4.3.2. Ogniw rzeczne	301
7.2.4.3.3. Ogniw jeziorne	302
7.2.4.3.4. Ogniw biologiczne.	303
7.2.4.3.5. Ogniw litogeniczne	304
7.2.4.3.6. Ogniw antropogeniczne.	305
7.2.5. Bilans wodny oceanów i lądów.	306
7.2.5.1. Bilans wodny kontynentów	309
7.2.5.2. Aktywność wymiany wody w różnych częściach hydrosfery	310
7.3. Wymiana energii na powierzchni granicznej atmosfera – podłoże	311
7.3.1. Dopływ energii słonecznej	311
7.3.2. Natura promieniowania	313
7.3.3. Wpływ Słońca oraz powierzchni Ziemi na procesy atmosferyczne	316

7.3.3.1.	Zmiany promieniowania słonecznego zachodzące w atmosferze.	317
7.3.3.2.	Pochłanianie promieniowania słonecznego	318
7.3.3.3.	Rozpraszanie promieniowania słonecznego.	319
7.3.3.4.	Odbicie promieniowania na powierzchni Ziemi. Albedo	321
7.3.3.5.	Promieniowanie powierzchni Ziemi	324
7.3.3.6.	Promieniowanie całkowite.	326
7.4.	Bilans promieniowania	327
7.4.1.	Bilans cieplny Ziemi i atmosfery	328
7.4.2.	Główne uwarunkowania obiegu ciepła	333
7.4.2.1.	Uwarunkowania astronomiczne	334
7.4.2.2.	Uwarunkowania geograficzne	335
7.4.2.2.1.	Rozkład lądów i mórz	335
7.4.2.2.2.	Prądy morskie	338
7.4.2.2.3.	Ukształtowanie terenu	339
7.4.2.2.4.	Pokrycie terenu	340
7.4.2.2.5.	Wpływ czynników związanych z działalnością człowieka	341
7.5.	Cyrkulacja atmosferyczna.	342
7.6.	Parowanie.	354
7.6.1.	Czynniki rzutujące na wielkość parowania	356
7.6.2.	Rodzaje parowania	357
7.6.2.1.	Parowanie z powierzchni wodnej.	358
7.6.2.2.	Parowanie z obszarów lądowych.	358
7.6.2.3.	Transpiracja	363
7.6.3.	Metody wyznaczania wielkości parowania	365
7.6.3.1.	Metoda bilansu wodnego	370
7.6.3.2.	Metoda bilansu cieplnego	371
7.6.3.3.	Metoda dyfuzji turbulencyjnej	371
7.6.3.4.	Metoda kombinowana	372
7.6.4.	Wskaźniki uwilgotnienia atmosfery	374
7.6.4.1.	Rozkład i zmienność uwilgotnienia atmosfery	375
7.6.4.2.	Zachmurzenie i mgły	376
7.6.4.3.	Para wodna	379
7.7.	Opady atmosferyczne	380
7.7.1.	Warunki tworzenia się opadów atmosferycznych	381
7.7.2.	Rodzaje opadów i osadów atmosferycznych	383
7.7.3.	Pomiar opadów atmosferycznych	385
7.7.4.	Natężenie i wydajność opadu atmosferycznego	387
7.7.5.	Wpływ czynników środowiskowych na wysokość opadów atmosferycznych	388
7.7.6.	Przebieg dobowy opadów atmosferycznych	391
7.7.7.	Rozmieszczenie opadów atmosferycznych na Ziemi.	392
7.7.8.	Roczny typ przebiegu opadów atmosferycznych.	395
7.7.9.	Zmienność opadów atmosferycznych	399
7.7.10.	Osady atmosferyczne	402
7.7.11.	Sposoby przedstawiania przestrzennej i czasowej wielkości sum opadów	405
7.7.12.	Intercepcja	406
7.8.	Obieg wilgoci.	410
7.8.1.	Strefowe zależności strukturalne obiegu wody.	413

7.8.2. Obieg wody na obszarach górskich	416
7.8.3. Rok hydrologiczny i sezonowość zjawisk hydrologicznych.	419
7.8.4. Bilansowanie zasobów wodnych.	426
7.8.5. Długookresowe fluktuacje elementów obiegu wody.	431
7.8.6. Zmiany klimatu wywołane antropopresją.	445
8. WODY PŁYNĄCE – RZEKI	453
8.1. Sieć odpływu powierzchniowego	453
8.2. Cieki i ich klasyfikacje.	457
8.3. Rzeki jako funkcje klimatu, rzeźby i geologii obszarów dorzeczy	460
8.3.1. Uwarunkowania klimatyczne.	460
8.3.2. Wpływ zróżnicowania rzeźby terenu na kształtowanie się spływu wód opadowych	462
8.3.3. Wpływ pokrywy śnieżnej i lodowej na spływ wód opadowych	466
8.3.4. Wpływ przepuszczalności podłoża na kształtowanie się spływu wód opadowych (czynników geologicznych, geomorfologicznych i glebowych)	468
8.3.5. Wpływ zbiorników wodnych i terenów podmokłych na warunki spływu wód opadowych	470
8.3.6. Wpływ obszarów leśnych i użytkowanych rolniczo na spływ wód opadowych	471
8.3.7. Wpływ obszarów zurbanizowanych na warunki spływu wód opadowych.	471
8.4. Powstanie i rozwój systemów rzecznych i dolinnych	475
8.4.1. Układy sieci rzecznej.	478
8.4.2. Klasyfikowanie ilościowe sieci rzecznej	483
8.4.3. Gęstość sieci rzecznej i jej uwarunkowania	487
8.4.4. Dolina, łożysko i koryto rzeki.	490
8.4.5. Profile podłużne rzek, spadki lokalne, załamania spadków.	495
8.5. Bieg rzeki i jego rodzaje	503
8.5.1. Początki rzek – obszary źródliskowe.	503
8.5.2. Bieg górny	504
8.5.3. Bieg środkowy	505
8.5.4. Bieg dolny	505
8.5.5. Ujścia rzek.	506
8.5.6. Rozwinięcie i krętość biegu rzeki.	509
8.5.7. Układy koryt	516
8.5.8. Cechy płynięcia wody w korycie rzeczonym.	521
8.5.8.1. Cyrkulacja poprzeczna.	526
8.5.8.2. Formy oporu do płynięcia wody w korycie rzeczonym	528
8.6. Działalność transportowa rzek	534
8.6.1. Transport substancji rozpuszczonych	540
8.6.2. Transport zawiesinowy	542
8.6.3. Transport materiału wlezonego	544
8.6.4. Wpływ temperatury wody na ruch cząstek	551
8.6.5. Wielkość transportu materiału zawieszzonego i wlezonego	552
8.6.6. Zróżnicowanie natężenia procesów fluwialnych w świetle charakterystyk płynięcia wody i cech osadów korytowych	555
8.6.6.1. Analiza cech strukturalnych osadów fluwialnych	558
8.6.6.2. Analiza cech teksturalnych osadów fluwialnych	562

8.6.7.	Charakterystyka procesów fluwialnych w świetle wskaźników składu mechanicznego i obróbki ziarn kwarcowych osadów	565
8.6.7.1.	Analiza krzywych kumulacyjnych rozkładu wielkości ziarn	566
8.6.7.2.	Parametry statystyczne rozkładu wielkości ziarn i ich sedimentologiczna interpretacja	567
8.6.8.	Zróznicowanie transportu osadów w korycie rzeczonym w świetle wskaźników składu mechanicznego	570
8.6.9.	Charakterystyka procesów fluwialnych w świetle wskaźników obróbki ziarn kwarcowych	572
8.6.9.1.	Wpływ cech geometrii przekroju poprzecznego koryta na charakter płynięcia wody	573
8.6.9.2.	Wpływ czynników lokalnych na kształtowanie się warunków płynięcia wody w korycie rzeczonym i procesów erozji, transportu i depozycji osadów oraz na ich cechy teksturalne na wybranych odcinkach Proсны	576
8.6.9.3.	Rozkład prędkości płynięcia wody i zmienność jej charakteru oraz form szorstkości dna	579
8.6.9.4.	Wpływ cech geometrii przekroju poprzecznego koryta cieku na nasilenie procesów erozji, transportu i depozycji osadów	584
8.6.9.5.	Zróznicowanie transportu materiału skalnego w korycie Proсны w świetle wykresu CM Passegi	592
8.6.9.6.	Zróznicowanie natężenia procesów fluwialnych w świetle wskaźników składu mechanicznego osadów korytowych.	596
8.6.9.7.	Zmienność parametrów wskaźników uziarnienia osadów	606
8.6.9.8.	Charakterystyka osadów korytowych i zachodzących procesów w świetle wskaźników obróbki ziarn kwarcowych.	615
8.7.	Metamorfoza koryt rzecznych	623
8.7.1.	Procesy agradacji i erozji w systemach rzecznych	624
8.7.2.	Wiek rzek	630
8.7.3.	Rozwój sieci rzecznej na obszarze Polski	635
8.8.	Zlewnia powierzchniowa i podziemna	644
8.8.1.	Zasilanie rzek – faza powierzchniowa i podziemna	646
8.8.1.1.	Spływ powierzchniowy	648
8.8.1.2.	Odpływ podpowierzchniowy	649
8.8.1.3.	Odpływ podziemny	651
8.8.1.4.	Odpływ z obniżen	654
8.8.2.	Stany wody i przepływy – obserwacje i metody pomiaru.	654
8.8.2.1.	Punktowe pomiary natężenia przepływu	659
8.8.2.2.	Krzywa konsumcyjna (krzywa natężenia przepływu)	660
8.8.2.3.	Hydrogram odpływu.	661
8.8.3.	Zmienność stanów i przepływów wód w rzekach	662
8.8.3.1.	Wezbrania i przepływy maksymalne.	664
8.8.3.2.	Niżówki	667
8.8.4.	Czynniki rzutujące na zmienność wielkości przepływu wód wraz z biegiem rzeki	670
8.8.5.	Ustroje rzek i ich klasyfikacje	674
8.8.6.	Parametry fizjograficzne zlewni	683
8.8.6.1.	Metodyka wyznaczania parametrów fizjograficznych zlewni.	685
8.8.6.2.	Parametry morfometryczne zlewni.	685

8.8.6.3. Parametry określające kształt zlewni	686
8.8.6.4. Wskaźniki związane z cechami rzeźby	688
8.8.6.5. Parametry dotyczące budowy geologicznej i gleb	689
8.8.6.6. Parametry dotyczące użytkowania ziemi	690
8.8.6.7. Parametry dotyczące jeziorności i zabagnienia	690
8.8.7. Przykłady stosowania parametrów fizjograficznych zlewni dla określe- nia wielkości i cech odpływu	690
9. JEZIORA	695
9.1. Historia badań limnologicznych	695
9.2. Zakres badań limnologicznych	697
9.3. Geneza mis jeziornych	699
9.3.1. Jeziora pochodzenia endogenicznego	699
9.3.2. Jeziora pochodzenia egzogenicznego	700
9.3.2.1. Jeziora polodowcowe związane z działalnością lądolodu	700
9.3.2.2. Jeziora polodowcowe związane z działalnością lodowców górskich	702
9.3.3. Jeziora o innej genezie	702
9.4. Parametry morfometryczne jezior	703
9.5. Elementy mis jeziornych	705
9.6. Zasilanie jezior	706
9.7. Termika wód jeziornych	708
9.8. Dynamika wód jeziornych	709
9.9. Wahania stanów wody w jeziorach	710
9.10. Podziały miktyczne	719
9.11. Kryteria oceny żyzności wód	720
9.12. Osady dennie	723
9.13. Ewolucja misy jeziornej	727
10. OBSZARY PODMOKŁE	739
10.1. Rodzaje obszarów podmokłych i warunki ich tworzenia się	739
10.2. Zabagnienie gruntów mineralnych	741
10.3. Tworzenie się torfowisk	742
10.4. Tworzenie się torfu	743
10.5. Rodzaje torfowisk	745
10.5.1. Torfowiska wysokie (mszary, ombrofilne)	746
10.5.2. Torfowiska niskie (topogeniczne, reofilne)	748
10.5.3. Torfowiska przejściowe (soligeniczne)	749
10.6. Bagna słone i słonawe	750
10.7. Rozmieszczenie obszarów podmokłych	751
10.7.1. Eurazja	753
10.7.2. Ameryka Północna	758
10.7.3. Ameryka Południowa	762
10.7.4. Afryka	764
10.7.5. Australia	766
10.7.6. Obszary podmokłe w Polsce	767
10.8. Znaczenie i rola terenów podmokłych	769
10.9. Tendencje zmian zasięgu terenów podmokłych	770

11. WODY PODZIEMNE	777
11.1. Klasyfikacja wód podziemnych.	777
11.1.1. Wody w strefie aeracji.	779
11.1.2. Wody w strefie saturacji.	781
11.2. Krążenie wód podziemnych	785
11.3. Wody warstw wodonośnych	788
11.3.1. Wody szczelinowe.	788
11.3.2. Wody krasowe	791
11.4. Infiltracja wód opadowych	796
11.5. Warunki rozchodowania zasobów wodnych gruntów strefy aeracji.	804
11.6. Warstwy wodonośne.	808
11.7. Filtracja	809
11.8. Wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego	812
11.8.1. Pomiar zwierciadła wody podziemnej	813
11.8.2. Wahania stanów wód podziemnych.	815
11.8.3. Graficzne odwzorowanie kształtu i spadku swobodnego zwierciadła wody	822
11.9. Źródła	829
11.9.1. Reżim źródeł	832
11.9.2. Źródła w Polsce	833
11.9.3. Gejzery	834
12. RETENCJA I JEJ RODZAJE	837
12.1. Rodzaje retencji	837
12.1.1. Retencja śnieżna i lodowcowa	838
12.1.2. Retencja jeziorna i zbiornikowa	839
12.1.3. Retencja koryt i dolin rzecznych	840
12.1.4. Retencja glebowa.	841
12.1.5. Retencja warstw wodonośnych	843
12.1.6. Retencja szaty roślinnej	848
12.1.7. Retencja krajobrazowa	849
12.2. Rozmieszczenie obszarów z dominacją retencji wody w postaci stałej.	850
12.2.1. Warunki powstawania lodowców	852
12.2.2. Typy lodowców i ich geograficzne rozmieszczenie	856
12.2.3. Hydrologiczna rola lodowców	858
Literatura.	861