

Obsah

Úvod	11
1 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody	15
1.1 Změny skupenství	16
1.1.1 Fázový diagram, trojný a kritický bod vody	17
1.2 Absorpce a rozptyl světla ve vodě	18
1.3 Autoprotolýza a pH vody	19
1.4 Rozpouštění pevných látek ve vodě	20
1.4.1 Iontová síla a aktivita iontů v roztocích	22
1.5 Hustota vody	23
1.5.1 Teplotně-hustotní stratifikace	24
1.6 Viskozita vody	25
1.7 Povrchové napětí vody	26
1.8 Rozpustnost plynů ve vodě	27
1.8.1 Rozpuštěný kyslík	28
1.8.2 Rozpuštěný oxid uhličitý	29
1.9 Neutralizační a tlumivá kapacita vody	31
1.10 Vodivost vody	34
1.11 Oxidačně-redukční potenciál vody	35
1.12 Koroze ve vodním prostředí	38
1.13 Hydrostatické a hydrodynamické vlastnosti vody	40
1.13.1 Hydrostatika	40
1.13.2 Hydrodynamika	42
Poznámky k 1. kapitole	45
Poznámka 1.1a – Teplotní stupnice	45
Poznámka 1.1b – Brownův pohyb	45
Poznámka 1.2a – Vlnový pohyb	45
Poznámka 1.2b – Absorpční koeficienty	45
Poznámka 1.2c – Tyndallův efekt	45
Poznámka 1.4 – Permitivita vody	46
Poznámka 1.8 – Dekompresní (kesonová) nemoc	46
Poznámka 1.8.2 – Diurnální změny	46
Poznámka 1.9a – KNK	47
Poznámka 1.9b – Určení pH bodu ekvivalence a stanovení KNK titrací podle Grana	47
Poznámka 1.11 – Princip potenciometrie	47
Poznámka 1.13.2 – Aplikace Bernoulliho rovnice	49
2 Voda na Zemi	51
2.1 Koloběh vody na Zemi	51
2.2 Voda v atmosféře	55
2.2.1 Sluneční energie, tepelný příkon a ztráty	56
2.2.2 Vztah teploty a tlaku vzduchu	57
2.2.3 Coriolisův efekt a pásy převládajícího proudění atmosférických mas	58
2.2.4 Teplá a studená fronta	60
2.2.5 Atmosférické srážky	61
2.2.6 Odpar	63
2.3 Oceány a moře	65
2.3.1 Mořské proudy a termohalinní cirkulace	65
2.3.2 Slapová dmутí a vlny	68
2.3.3 Vývoj života v oceánech	69

2.4	Ledovce a doby ledové	71
2.5	Podzemní a půdní voda	76
2.6	Kontinentální povrchové vody	79
2.6.1	Vodní toky	79
2.6.2	Jezera a mokřady	81
2.6.3	Umělé vodní nádrže	83
2.6.4	Průplavy a vodní kanály	89
2.6.5	Zavlažovací a odvodňovací systémy	91
	Poznámky ke 2. kapitole	96
	Poznámka 2.1 – Virtuální voda	96
	Poznámka 2.2a – Albedo	96
	Poznámka 2.2b – Adiabatická expanze	96
	Poznámka 2.2c – Převládající směry větrů v České republice	96
	Poznámka 2.2d – Typy a síla větru (Seifert 1987)	96
	Poznámka 2.2e – Hlavní typy oblačnosti a jejich charakteristiky	99
	Poznámka 2.2f – Extrémní klimatické hodnoty na Zemi a v České republice	99
	Poznámka 2.2h – Rosný bod	99
	Poznámka 2.4a – Kyslíkový teploměr	99
	Poznámka 2.4b – Katastrofy na konci poslední doby ledové	100
	Poznámka 2.4c – Malá doba ledová	100
	Poznámka 2.5 – Minerální vody v České republice	101
	Poznámka 2.6.1 – Největší řeky na Zemi	101
	Poznámka 2.6.2 – Největší jezera na Zemi	101
	Poznámka 2.6.3a – Rybníční soustavy	101
	Poznámka 2.6.3b – Schwarzenberský a Vchynicko-tetovský kanál	101
	Poznámka 2.6.4 – Významné průplavy, kanály a vodní cesty	103
	Poznámka 2.6.5a – Historie závlahových systémů	104
	Poznámka 2.6.5b – Zasolování půd	106
	Poznámka 2.6.5c – Nizozemské vodní inženýrství	106
3	Znečišťování vody	108
3.1	Eutrofizace	109
3.2	Acidifikace	111
3.2.1	Zdroje atmosférické acidifikace	112
3.2.2	Acidifikace půd a vod	114
3.3	Anorganické mikroznečištění	116
3.3.1	Rtuť	118
3.3.2	Kadmium	120
3.3.3	Olovo	121
3.3.4	Chrom	122
3.3.5	Zinek	122
3.3.6	Měď	123
3.3.7	Arsen	123
3.4	Organické mikroznečištění	124
3.4.1	Perzistentní organické polutanty (POP)	126
3.4.2	Farmaka a produkty osobní péče (PPCP)	129
3.4.3	Ropné látky	130
3.4.4	Mikroplasty	132
3.5	Zasolování vod (znečištění vod anorganickými látkami)	133
3.6	Globální oteplování	136
3.7	Tepelné znečištění vody	137
3.8	Invazní a nepůvodní druhy (biologické znečištění)	138
	Poznámky ke 3. kapitole	143
	Poznámka 3a – Samočištění (samočisticí schopnost toků)	143
	Poznámka 3b – Ripariální zóna	143
	Poznámka 3c – Hyporheická zóna (hyporheál)	144
	Poznámka 3.2 – Emisní zdroje S a N do atmosféry	144
	Poznámka 3.3a – Minamatská nemoc	145
	Poznámka 3.3b – Nemoc itai-itai	147
	Poznámka 3.3c – Využití izotopů olova v environmentálních studiích	147
	Poznámka 3.3d – Kontaminace podzemních vod arsenem v Bangladéši	147
	Poznámka 3.5a – Vliv zemědělství a změny hydrologického režimu na kvalitu vody v horní Vltavě	148

Poznámka 3.5b – Vývoj znečištění povrchových vod v povodí horní Vltavy komunálními odpadními vodami	150
Poznámka 3.5c – Dlouhodobé změny atmosférické depozice dusíku, síranů a chloridů v povodí horní Vltavy	151
Poznámka 3.5d – Průmyslové zdroje síranů a chloridy ze zimní údržby silnic	151
Poznámka 3.7 – Račí mor	151
4 Interakce povodí-voda	153
4.1 Vliv podloží, kvality a množství půd a vegetace na chemismus vod	153
4.1.1 Vliv horninového podloží	153
4.1.2 Vliv množství a složení půd a vegetace v povodí	154
4.1.3 Vliv složení půd na míru acidifikace povrchových vod	156
4.1.4 Vliv půd a vegetace na míru saturace povodí dusíkem	158
4.2 Vliv hydrologie na kvalitu povrchových vod	160
4.3 Vliv antropogenních změn v povodí na složení povrchových vod	163
4.3.1 Dusičnany	163
4.3.2 Sírany	164
4.3.3 Chloridy	167
4.3.4 Rozpuštěný organický uhlík (DOC) a anionty organických kyselin	167
4.3.5 Fosfor	170
4.3.6 Bazické kationty	174
Poznámky ke 4. kapitole	176
Poznámka 4.3.4a – Huminové kyseliny a fulvokyseliny	176
Poznámka 4.3.4b – Náboj aniontů organických kyselin	176
Poznámka 4.3.5 – Formy fosforu ve vodách	176
5 Biogeochemické procesy ve vodách	178
5.1 Koloběhy živin ve vodách	182
5.1.1 Uhlík	182
5.1.2 Dusík	184
5.1.3 Fosfor	187
5.1.4 Železo, mangan a síra	188
5.1.5 Křemík	192
5.2 Hlavní procesy zapojené v koloběhu živin	192
5.2.1 Mikrobiální procesy	192
5.2.2 Fotochemické reakce v přírodních vodách	196
5.2.3 Vliv proudění a doby zdržení na přeměny živin ve vodách	198
5.3 Interakce sediment-voda	200
5.3.1 Mineralizace organických látek v sedimentu	200
5.3.2 Denitrifikace v sedimentech	202
5.3.3 Schopnost sedimentu uvolňovat fosforečnany	203
Poznámky k 5. kapitole	208
Poznámka 5.1.1 – Okyselování oceánů	208
Poznámka 5.1.2 – Chemická fixace elementárního dusíku	208
Poznámka 5.1.3 – Látková bilance a vnitřní zatížení vodních těles fosforem	208
Poznámka 5.2.1 – Eufotická a afotická vrstva	209
Poznámka 5.2.3 – Výpočet zadržování a odstraňování NO_3^- , SO_4^{2-} a P ve vodních tělesech	209
6 Pitná a užitková voda	211
6.1 Požadavky na množství vody (potřeba vody)	212
6.2 Požadavky na jakost vody	214
6.2.1 Pitná voda	214
6.2.2 Užitková a provozní voda	219
6.3 Odpadní vody	221
Poznámky k 6. kapitole	224
Poznámka 6.2.1a – Organoleptické (senzorické) vlastnosti vody	224
Poznámka 6.2.1b – Příklady nemocí přenášených vodou	224
Poznámka 6.2.1c – Mor a skvrnitý tyfus	226
Poznámka 6.2.1d – Aktivita alfa a beta	227
Poznámka 6.2.2 – Autointoxikace ryb amoniakem	227
Poznámka 6.3a – BSK, CHSK, TSK	227
Poznámka 6.3b – Příklady průmyslových a zemědělských odpadních vod	228

7	Jímání, akumulace a rozvod vody a odvodnění sídlišť	230
7.1	Jímání vod	230
7.1.1	Jímání povrchových vod	230
7.1.2	Jímání podzemních vod	231
7.1.3	Umělá infiltrace	234
7.2	Ochranná pásma vodních zdrojů	234
7.3	Doprava a akumulace vody	235
7.3.1	Potrubí a rozvod vody	235
7.3.2	Akumulace vody	236
7.3.3	Vývoj dodávek pitné vody v České republice	237
7.4	Odvodnění a kanalizační sítě	237
7.4.1	Typy stokových soustav	238
7.4.2	Kanalizační řady	239
	Poznámky k 7. kapitole	241
	Poznámka 7.4 – Historie pražské kanalizace	241
8	Úprava a čištění vody	242
8.1	Procesy a technologie úpravy pitné a užitkové vody	242
8.1.1	Usazování, zahušťování a flotace	242
8.1.2	Filtrace	247
8.1.3	Pomalá filtrace	250
8.1.4	Úprava vody čířením	251
8.1.5	Odkyselování	257
8.1.6	Rekarbonizace vody (stabilizace)	261
8.1.7	Odželezňování a odmanganování	261
8.1.8	Hygienické zabezpečení vody	262
8.1.9	Adsorpce	267
8.1.10	Iontová výměna	270
8.1.11	Odsolování vody	275
8.1.12	Snižování koncentrací dusíku nitrifikací a denitrifikací ve vodárenství	280
8.1.13	Odstraňování arsenu	281
8.2	Příklady technologických linek úpravy pitné a užitkové vody	282
8.2.1	Vodárenství	282
8.2.2	Energetika	282
8.2.3	Příprava vody pro chemické laboratoře a výroba ultračisté vody	286
8.3	Procesy a technologie čištění odpadních vod	287
8.3.1	Mechanické předčištění odpadních vod	287
8.3.2	Aerobní rozklad organických látek	289
8.3.3	Anaerobní rozklad organických látek	295
8.3.4	Odstraňování anorganického dusíku z odpadních vod	299
8.3.5	Biologické odstraňování fosforu z odpadních vod	301
8.3.6	Využití srážecích reakcí při čištění odpadních vod	302
8.3.7	Další chemické způsoby používané při čištění odpadních vod	303
8.4	Příklady technologických linek čištění odpadních vod	305
8.4.1	Kořenové čistírny komunálních odpadních vod	306
8.4.2	Malé domovní čistírny odpadních vod	307
8.4.3	Středně velké mechanicko-biologické čistírny odpadních vod	308
8.4.4	Velké mechanicko-biologické čistírny odpadních vod	310
9	Biologické interakce a potravní vztahy ve vodách	311
9.1	Tok energie a koloběh látek ve vodních ekosystémech	311
9.1.1	Koloběh látek a živin	311
9.1.2	Tok energie ve vodních ekosystémech	312
9.2	Trofické úrovně a potravní řetězce ve vodách	312
9.2.1	Pastevně-kořistnický řetězec	315
9.2.2	Detritový řetězec	316
9.2.3	Parazitický potravní řetězec	316
9.2.4	Mikrobiální potravní síť	317
9.3	Organismy jednotlivých trofických úrovní ve vodách	318
9.3.1	Primární producenti	318
9.3.2	Primární konzumenti	319
9.3.3	Sekundární konzumenti	320
9.3.4	Vrcholoví predátoři	320

9.3.5	Rozkladači	320
9.4	Trofická struktura potravních sítí ve vodách	321
9.4.1	Potravní sítě a jejich dynamika	321
9.4.2	Teorie potravních vztahů ve vodách	322
9.4.3	Potravní sítě v různých typech vodních ekosystémů	326
9.4.4	Ovlivňování potravních sítí	330
9.4.5	Vliv změn potravních sítí na cykly prvků ve vodách	333
	Poznámky k 9. kapitole	334
	Poznámka 9 – Interakce mezi organismy	334
	Poznámka 9.1.2a – Zákon zachování energie a zákon o růstu entropie	334
	Poznámka 9.1.2b – Ekologická účinnost	334
	Poznámka 9.2a – Potravní gildy tekoucích vod a mořských prostředí	335
	Poznámka 9.2b – Průměrná trofická úroveň světového rybářského úlovku	335
	Poznámka 9.2c – Specifické nutriční vlastnosti fytoplanktonu	335
	Poznámka 9.2d – Hypotéza růstové rychlosti	335
	Poznámka 9.4.2a – Trofické potravní sítě, diverzita a stabilita ekosystému	335
	Poznámka 9.4.2b – Vliv rybí obsádky na mikrobiální potravní řetězec ve vodách	336
	Poznámka 9.4.3a – Příklady vlivu působení predátorů shora dolů na změny trofické kaskády toků	336
	Poznámka 9.4.3b – Mořský pelagický potravní řetězec	337
10	Vodní nádrže, jejich využití a řízení	338
10.1	Funkce a provoz nádrží	339
10.1.1	Zásobní funkce nádrže	339
10.1.2	Ochranná funkce nádrže	343
10.1.3	Problémy víceúčelového využívání nádrže	345
10.1.4	Požadavky na kvalitu vody a oživení nádrží	345
10.2	Ekologické řízení nádrží	347
10.2.1	Specifika vodního ekosystému nádrží	347
10.2.2	Proces plánování a řízení nádrží	349
10.2.3	Nejčastější problémy nádrží	351
10.2.4	Diagnóza a predikce kvality vody	354
10.2.5	Řízení odnosu znečištění z povodí	360
10.2.6	Možnost řízení procesů uvnitř nádrže	365
	Poznámky k 10. kapitole	372
	Poznámka 10.1.1a – Pracovní cyklus nádrže a jeho závislost na velikosti odběru	372
	Poznámka 10.1.1b – Význam pojmů zabezpečení	372
	Poznámka 10.1.1c – Příklad výpočtu zásobního objemu nádrže postupnou bilanční metodou v chronologické datové řadě	372
	Poznámka 10.1.2 – Výpočet účinnosti ochranného prostoru nádrže	373
	Poznámka 10.1.4 – Referenční stav pro hodnocení ekologického potenciálu ryb v nádržích	374
	Poznámka 10.2.3 – Meromixie ve stratifikovaných vodních tělesech	374
	Seznam použité literatury	375