

# OBSAH

PŘEDMLUVA.....	i
OBSAH.....	iii
<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 CHEMICKÉ A FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI VODY .....</b>	<b>3</b>
2.1 Voda jako chemické individuum.....	3
2.2 Látky obsažené ve vodě a vyjadřování jejich koncentrace.....	4
2.3 Elektrolytická disociace a rovnováhy ve vodných roztocích.....	7
2.4 Koncentrace vodíkových iontů - hodnota pH.....	7
2.5 Chemické reakce ve vodném prostředí.....	8
2.6 Fyzikální vlastnosti vody.....	12
2.7 Anorganické látky ve vodách.....	13
2.7.1. Mineralizace vod.....	13
2.7.2. Formy oxidu uhličitého ve vodě.....	13
2.7.3. Železo ve vodách.....	17
2.7.4. Mangan ve vodách.....	20
2.7.5. Anorganické sloučeniny dusíku ve vodách.....	22
2.7.6. Anorganické sloučeniny fosforu ve vodách.....	23
2.7.7. Těžké kovy ve vodách.....	24
2.8 Organické látky ve vodách.....	26
2.8.1 Sumární hodnocení koncentrace organických látek.....	26
2.8.2 Charakteristické organické látky ve vodách.....	30
2.9 Plyny rozpuštěné ve vodě.....	37
2.10 Radiologické vlastnosti vody.....	38
<b>3 BIOLOGIE A MIKROBIOLOGIE VOD.....</b>	<b>41</b>
3.1 Organismy ve vodách a biochemické procesy jimi podmíněné.....	41
3.2 Koloběh látek v přírodě.....	45

3.3	Zákonitosti růstu mikroorganismů.....	47
3.3.1	Jednorázové procesy.....	48
3.3.2	Kontinuální procesy bez recirkulace biomasy.....	50
3.4	Hygienické a epidemiologické vlastnosti vod.....	51
<b>4</b>	<b>DRUHY VOD .....</b>	<b>55</b>
4.1	Voda srážková.....	55
4.2	Voda podzemní .....	56
4.3	Vody povrchové.....	58
4.3.1	Specifika stojatých vod .....	64
4.4	Pitná voda .....	65
4.5	Vody odpadní.....	67
4.5.1	Zdroje odpadních vod.....	67
4.5.2	Kvalita městských odpadních vod.....	68
4.5.3	Složení městských odpadních vod.....	74
4.5.4	Proměnlivost průtokových množství a kvality městských odpadních vod.....	75
<b>5</b>	<b>ÚPRAVA PODZEMNÍ VODY NA PITNOU.....</b>	<b>79</b>
5.1	Odkyselování vody .....	79
5.1.1	Odkyselování provzdušňováním .....	79
5.1.2	Chemické odkyselování vody.....	80
5.2	Odželezování vody.....	82
5.2.1	Odželezování oxidačními postupy .....	82
5.2.1.1	Oxidace vzdušným kyslíkem.....	82
5.3	Odmanganování vody.....	85
5.3.1	Oxidace vzdušným kyslíkem s použitím manganových filtrů. ....	85
5.3.3	Biologický způsob odstranění manganu.....	87
5.3.4	Odmanganování na iontoměničích .....	87

<b>6 ÚPRAVA POVRCHOVÉ VODY NA PITNOU.....</b>	<b>89</b>
6.1 Čiření vody.....	89
6.1.1 Chemická podstata čířících procesů.....	90
6.1.2 Koagulanty.....	91
6.1.3 Koloidní disperze a jejich stabilita.....	92
6.1.4 Destabilizace koloidních solí.....	94
6.1.5 Koagulační proces.....	98
6.2 Filtrace zrnitým materiálem.....	102
6.2.1 Základní pojmy a zákonitosti pro filtraci vrstvou zrnitého materiálu.....	102
6.2.2 Otevřené rychlofiltry.....	106
6.2.3 Koagulační filtrace.....	108
6.2.4 Uzavřené rychlofiltry.....	109
6.2.5 Dvouvrstvá filtrace.....	109
6.2.6 Křemelinové a perlitové filtry.....	109
6.2.7 Filtry s plovoucí náplní.....	109
6.3 Filtrace na přepážce.....	110
6.3.1 Mikrosíta.....	110
6.3.2 Mikrofiltrace.....	110
6.4 Pomalá filtrace.....	112
6.5 Filtrace s využitím horninového prostředí.....	113
6.6 Kvalita povrchové vody využívané pro úpravu na pitnou vodu.....	114
<b>7 ZUŠLECHŤOVÁNÍ PITNÉ VODY.....</b>	<b>117</b>
7.1 Oxidační procesy při zušlechťování vody.....	117
7.2 Adsorpce z vodných roztoků.....	117
7.2.1 Obecné vlastnosti adsorbentů.....	117
7.2.2 Použití aktivního uhlí ve vodárenství.....	120
7.3 Fluoridace vody.....	122

7.4	Filtry pro úpravu vody v domácnosti.....	122
<b>8</b>	<b>DEZINFEKCE VODY.....</b>	<b>123</b>
8.1	Dezinfekce chlorem, chlornany a chloramíny .....	125
8.1.1	Vlastnosti chloru a jeho sloučenin .....	125
8.1.2	Účinky chloru a jeho sloučenin.....	127
8.1.3	Chlorování vody.....	128
8.1.4	Dezinfekce chlornany a chloraminem B a T .....	130
8.2	Dezinfekce oxidem chloričitým .....	131
8.3	Dezinfekce ozónem .....	132
8.4	Oligodynamické metody dezinfekce vody .....	137
8.5	Fyzikální metody dezinfekce.....	137
8.6	Oxidace působením radikálů.....	138
8.7	Dezinfekce jiných vod než pitných.....	139
8.7.1	Dezinfekce vody plaveckých bazénů .....	139
8.7.2	Dezinfekce odpadních vod.....	139
<b>9</b>	<b>VODA V PRŮMYSLU, ZEMĚDĚLSTVÍ A ENERGETICE .....</b>	<b>141</b>
9.1	Rozdělení vod podle použití.....	141
9.2	Tvrdost vody .....	142
9.3	Kotelní, napájecí a přídavná voda.....	143
9.3.1	Požadavky na kvalitu.....	143
9.3.2	Úprava přídavné a napájecí vody.....	146
9.3.3	Čištění, úprava a kondicionování kondenzátů.....	147
9.4	Chladicí systémy .....	148
9.4.1	Parametry chladicích systémů a problémy kvality vody v těchto systémech.....	148
9.4.2.1	Úprava chladicí vody pro potlačení tvorby inkrustů .....	150
9.4.2.2	Inhibitory koroze v chladicích systémech.....	151
9.4.2.3	Opatření proti biologickým nárůstům v chladicích systémech .....	152

9.5	Iontová výměna .....	152
9.5.1	Vlastnosti iontoměníčů .....	152
9.5.2	Dělení ionexů a nosiče funkčních skupin .....	154
9.5.3	Výměnná reverzibilní reakce v koloně .....	155
9.5.4	Hodnocení iontoměníčů, jejich provoz a regenerace .....	156
9.5.5	Ireverzibilní výměnný proces .....	158
9.6	Změkčování vody .....	159
9.6.1	Změkčování vody iontoměníči .....	159
9.6.2	Změkčování vápnem nebo vápnem a sodou .....	159
9.6.3	Změkčování NaOH a sodou .....	162
9.6.4	Změkčování fosforečnany .....	162
9.7	Deionizace, demineralizace, desilikace, dekarbonizace a odplynění vody .....	163
9.7.1	Deionizace vody .....	163
9.7.2	Úplná demineralizace vody .....	164
9.7.3	Desilikace vody .....	165
9.7.4	Odplynování vody .....	166
9.8	Voda pro závlahy .....	167
<b>10</b>	<b>KOROZÍVNÍ A INKRUSTAČNÍ ÚČINKY VODY .....</b>	<b>169</b>
10.1	Koroze betonu .....	169
10.1.1	Korozivní účinek CO <sub>2</sub> a vápenato-uhličitanová rovnováha .....	170
10.1.2	Další látky způsobující korozi betonu .....	172
10.2	Koroze kovů .....	174
10.3	Ochrana kovů, zejména oceli, proti korozi .....	176
10.3.1	Tvorba přirozené ochranné vrstvy .....	176
10.3.2	Tvorba umělé ochranné vrstvy .....	177
10.3.3	Katodická ochrana .....	179
10.3.4	Sekundární faktory koroze oceli .....	179

10.3.5	Vliv teploty ve vodách v přítomnosti kyslíku .....	180
10.3.6	Koroze nerez oceli.....	180
10.3.7	Koroze litiny .....	180
10.3.8	Ochrana neželezných kovů - mědi a hliníku .....	181
10.4	Inhibice tvorby kompaktních usazenin.....	181
<b>11</b>	<b>ČIŠTĚNÍ ODPADNÍ VODY .....</b>	<b>183</b>
11.1	Antropogenní vlivy na kvalitu přírodních vod.....	183
11.2	Požadavky na kvalitu vypouštěných odpadních vod .....	184
11.3	Principy čištění městských odpadních vod .....	186
11.3.1	Hrubé předčištění .....	186
11.3.2	Koncepce čištění městských odpadních vod.....	188
<b>12</b>	<b>GRAVITAČNÍ SEPARACE SUSPENZÍ .....</b>	<b>191</b>
12.1	Charakteristika suspenzí.....	191
12.2	Zákonitosti gravitační separace částic.....	191
12.2.1	Síly působící na částice v gravitačním poli.....	191
12.2.2	Usazování částic v kapalině.....	192
12.2.3	Usazování částic v proudící kapalině .....	194
12.2.4	Vliv turbulence na proces usazování.....	195
12.3	Zahušťování suspenzí .....	195
12.3.1	Zahušťovací křivka.....	195
12.3.2	Zahušťování suspenze v kontinuálním procesu .....	196
12.4	Usazovací nádrže.....	198
12.4.1	Rozdělení usazovacích nádrží a základní ukazatele jejich provozu	198
12.4.2	Primární usazovací nádrže .....	201
12.4.3	Dosazovací nádrže.....	202
12.5	Flotace .....	205
<b>13</b>	<b>BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ MĚSTSKÉ ODPADNÍ VODY.....</b>	<b>209</b>
13.1	Aerobní proces rozkladu organických látek.....	209

13.2	Systémy s biomasou ve vznosu - aktivace.....	211
13.2.1	Princip procesu.....	211
13.2.2	Technologické parametry aktivace.....	212
13.2.3	Technologické modifikace aktivace .....	216
13.2.4	Aktivovaný kal .....	220
13.2.5	Produkce biologického kalu a potřeba živin .....	222
13.2.6	Aktivace s nitrifikací .....	226
13.2.7	Kvalita biologicky čištěné odpadní vody .....	230
13.2.8	Aerace aktivačních nádrží .....	232
13.3	Systémy s biomasou fixovanou na pevném nosiči.....	242
13.3.1	Teorie biofilmových reaktorů.....	242
13.3.2	Rozdělení biofilmových reaktorů .....	246
13.4	Nereaktorové způsoby biologického čištění.....	249
13.4.1	Stabilizační nádrže.....	250
13.4.2	Kořenové čistírny .....	252
<b>14</b>	<b>ODSTRANĚNÍ DUSÍKU A FOSFORU .....</b>	<b>253</b>
14.1	Bilance živin v městské odpadní vodě.....	253
14.2	Odstranění dusíku – denitrifikace .....	254
14.2.1	Denitrifikační proces .....	254
14.2.2	Začlenění denitrifikace do aktivačního procesu.....	259
14.3	Biologické odstranění fosforu .....	264
14.3.1	Princip zvýšeného biologického odstranění fosforu .....	264
14.3.2	Uspořádání aktivace pro zvýšené biologické odstranění fosforu ....	265
14.4	Chemické odstraňování fosforu.....	268
14.4.1	Tvorba nerozpustných sloučenin fosforu.....	268
14.4.2	Aplikace chemického srážení fosforečnanů na městské ČOV.....	272
<b>15</b>	<b>ANEAROBNÍ PROCESY .....</b>	<b>275</b>
15.1	Mechanismus a mikrobiologie anaerobních procesů .....	275

15.1.1 Hydrolytické a fermentační mikroorganismy – acidogeneze a acetogeneze .....	275
15.1.2 Methanogenní mikroorganismy - methanogeneze.....	276
15.1.3 Regulační úloha vodíku .....	277
15.1.4 Regulační úloha methanogenních substrátů při methanogenezi ....	278
15.1.5 Regulační mechanismy anorganických akceptorů vodíku .....	279
15.1.6 Faktory ovlivňující methanizaci.....	279
15.2 Porovnání aerobních a anaerobních procesů rozkladu organické hmoty	281
15.3 Anaerobní čištění odpadních vod.....	282
15.3.1 Kultivace anaerobní biomasy.....	282
15.3.2 Provozní parametry anaerobních reaktorů.....	283
15.3.3 Konstrukční řešení reaktorů a jejich použití při čištění odpadních vod .....	286
<b>16 ČISTÍRENSKÉ KALY .....</b>	<b>291</b>
16.1 Základní vlastnosti kalů městských ČOV.....	291
16.2 Stabilizace kalu městských ČOV .....	293
16.2.1 Stabilizace kalu anaerobní fermentací.....	293
16.2.2 Aerobní stabilizace kalu .....	304
16.2.3 Termofilní aerobní stabilizace kalu.....	306
16.2.4 Pasteurizace kalu.....	306
16.2.5 Chemická stabilizace kalu .....	307
16.3 Snížení obsahu vody v kalu .....	307
16.3.1 Zahušťování kalu .....	308
16.3.2 Odvodňování kalu .....	309
16.3.3 Sušení kalu.....	312
16.4 Využití a zneškodnění kalů.....	313
16.4.1 Využití kalu ke hnojení zemědělské půdy. ....	313
16.4.2 Spalování kalu.....	316
16.4.3 Skládkování kalu.....	317



<b>17 DĚLICÍ METODY NA PRINCIPU POLOPROPUSTNÝCH MEMBRÁN</b>	<b>319</b>
17.1 Membránové procesy	319
17.1.1 Rozdělení procesů	319
17.1.2 Polopropustné membrány	320
17.1.3 Tvar filtrační přepážky a její uspořádání	322
17.2 Ultrafiltrace	324
17.3 Nanofiltrace	325
17.4 Reverzní osmóza	326
17.5 Elektrodialýza	327
17.6 Zhodnocení postupů pro odsolení vod	328
<b>LITERATURA</b>	<b>329</b>
<b>ZÁKONNÁ USTANOVENÍ A NORMY</b>	<b>331</b>