

Obsah

Obsah.....	1
Předmluva.....	7
1 Vlastnosti vody.....	8
1.1 Fyzikální a chemické vlastnosti vody.....	8
1.1.1 Rozpustnost plynů ve vodě.....	10
1.1.2 Rozpustnost tuhých a kapalných látek ve vodě.....	10
1.1.3 Oxidačně redukční potenciál vody.....	11
1.1.4 Vodivost vody.....	12
1.2 Organoleptické vlastnosti vody.....	12
1.2.1 Teplota vody.....	12
1.2.2 Barva vody.....	13
1.2.3 Zákal vody.....	13
1.2.4 Průhlednost vody.....	13
1.2.5 Pach vody.....	13
1.2.6 Chuť vody.....	14
2 Získávání a úprava vody pro pitné účely.....	15
2.1 Vodní zdroje.....	15
2.1.1 Přírodní faktory ovlivňující vodní zdroje.....	15
2.1.1.1 Srážky.....	15
2.1.1.2 Morfologické a geologické poměry území.....	16
2.1.1.3 Vegetační pokryv území.....	16
2.1.1.4 Složení a hydrogeologické vlastnosti půd území.....	16
2.1.2 Ochrana vodních zdrojů.....	17
2.2 Podzemní vody.....	17
2.2.1 Rozdělení podzemních vod.....	17
2.2.2 Vydátnost zdrojů podzemních vod.....	18
2.2.3 Jímání podzemních vod.....	19
2.2.3.1 Trubní studna (vrtaná).....	19
2.2.3.2 Šachtová studna.....	19
2.2.3.3 Zářezy, štoly, vodorovné vrty.....	20
2.2.4 Odběr vody ze studní.....	20
2.3 Povrchové vody.....	20
2.3.1 Množství povrchových vod.....	21
2.3.2 Jímání povrchových vod.....	21
2.4 Přerozdělování vodních zdrojů.....	21
2.4.1.1 Umělá infiltrace.....	21
2.5 Požadavky na jakost vody.....	21
2.5.1 Požadavky na jakost pitné vody.....	21
2.6 Nerovnoměrnost potřeby vody.....	22
2.6.1.1 Denní nerovnoměrnost odběru.....	22
2.7 Úprava vlastností vody.....	23
2.7.1 Úprava povrchových vod.....	23
2.7.2 Úprava podzemních vod.....	23
2.7.2.1 Odkyselování, odželezování, odmanganování.....	23
2.7.2.2 Odstraňování radonu.....	24
2.7.2.3 Odstraňování amonných iontů.....	24
2.8 Hygienické zabezpečení pitné vody.....	24

3	Znečištění vody	25
3.1	Druhy vod.....	25
3.1.1	Přírodní vody	25
3.1.2	Odpadní vody	28
3.2	Znečištění odpadních vod	28
3.2.1	Ukazatele znečištění odpadních vod	29
3.2.2	Ukazatele organického znečištění	30
3.2.2.1	Vyjadřování znečištění odpadních vod	31
3.2.2.2	Příklady znečištění odpadních vod	33
3.3	Odběr vzorků.....	35
3.3.1	Termíny a definice.....	35
3.3.2	Účel odběru	35
3.4	Měření průtoku.....	37
4	Základy analytických rozborů vody.....	39
4.1	Obecné pojmy	39
4.2	Základní operace	40
4.2.1	Odběr a konzervace vzorků	40
4.2.1.1	Technické parametry odběru vzorků.....	41
4.2.1.2	Konzervace vzorků	42
4.2.2	Úprava vzorku před stanovením.....	43
4.2.2.1	Extrakce	44
4.2.2.2	Měníče iontů – ionexy.....	45
4.3	Analytické metody	47
4.3.1	Chemické metody	47
4.3.1.1	Odměrná analýza.....	48
4.3.1.2	Vážková analýza	50
4.3.2	Instrumentální metody.....	52
4.3.2.1	Metody založené na měření optických veličin.....	52
4.3.2.2	Metody založené na měření elektrických veličin.....	54
4.3.2.3	Chromatografické metody.....	57
4.4	Rozbor odpadních vod	59
4.4.1	Charakteristika jednotlivých ukazatelů jakosti vod.....	60
5	Omezování vzniku znečištění a odpadních vod.....	68
5.1	Úsporná spotřeba vody.....	68
5.2	Úsporná spotřeba pracích, čistících a dezinfekčních přípravků.....	68
5.3	Zachycování a využívání dešťové vody z pevných ploch.....	68
5.4	Omezování přítoků dešťových vod do kanalizací.....	68
6	Přírodě blízké způsoby zneškodňování odpadních vod	70
6.1	Drenážní podmok	70
6.2	Čistírny se stabilizačními nádržemi a dočišťovací nádrže	70
6.2.1	Mechanismy čištění odpadních vod ve stabilizačních nádržích.....	71
6.2.2	Zásady vodohospodářského návrhu čistírny se stabilizačními nádržemi.....	72
6.2.2.1	Předčištění a mechanický stupeň čištění.....	72
6.2.2.2	Dimenzování stabilizačních nádrží jako hlavního zařízení k biologickému čištění odpadních vod	73
6.2.2.3	Dimenzování stabilizačních nádrží pro dočišťování odtoků z mechanicko – biologických ČOV	74
6.2.3	Stavební návrh a provedení stabilizačních nádrží	74
6.2.4	Příslušenství stabilizačních nádrží.....	75
6.2.5	Provoz čistírny se stabilizačními nádržemi	75

6.2.6	Ryby ve stabilizačních nádržích	76
6.3	Zemní filtry	76
6.3.1	Rozdělení a použití zemních filtrů	76
6.3.2	Mechanismy čištění odpadních vod v zemních filtrech	77
6.3.3	Zásady návrhu zemních filtrů	78
6.3.4	Dispoziční zásady	79
6.3.5	Provoz zemních filtrů	80
6.4	Vegetační (kořenové) čistírny odpadních vod	80
6.4.1	Mechanismy čištění ve vegetačních čistírnách	80
6.4.2	Zásady návrhu vegetačních čistíren	81
6.4.3	Rostliny vegetačních čistíren	83
6.4.4	Stavební provedení vegetačních čistíren	83
6.4.4.1	Těsnění filtračního tělesa	83
6.4.4.2	Materiál filtračního lože	84
6.4.5	Provoz vegetačních čistíren	84
7	Samočištění a dočišťování vody v tocích	85
7.1.1	Samočištění a kyslíkový režim	86
7.1.2	Druhotná znečištění	87
7.1.3	Cílové stavy samočištění, přirozená úroveň nasycení, přirozené znečišťování	87
7.1.4	Obtížnost kvantifikace samočištění	88
7.1.5	Právní aspekty samočištění a dočišťování	88
7.1.6	Faktory ovlivňující samočištění	88
7.1.7	Opatření nepříznivě ovlivňující samočisticí kapacitu vodních toků	89
7.1.8	Opatření obnovující samočisticí kapacitu vodních toků - revitalizace	90
7.1.9	Další opatření k posílení samočištění a dočišťování	91
8	Mechanické způsoby čištění odpadních vod	93
8.1	Čistírny městských odpadních vod	93
8.2	Zařízení pro mechanické čištění odpadních vod	93
8.2.1	Česle	94
8.2.2	Lapák štěrku	95
8.2.3	Čerpadla pro zvýšení úrovně hladiny odpadní vody	96
8.2.4	Lapáky písku a plovoucích látek	96
8.2.5	Usazovací nádrže	99
8.2.6	Dosazovací nádrže	101
8.2.7	Zahušťovací nádrže	101
9	Principy biologického čištění odpadních vod	102
9.1	Terminologie biochemických procesů	102
9.2	Metabolismus organických sloučenin	103
9.2.1	Charakterizace organického substrátu v odpadní vodě	103
9.2.2	Odstraňování organických látek	105
9.3	Systémy se směsnou kulturou ve formě suspenze – aktivační proces	106
9.3.1	Aktivovaný kal	107
9.3.2	Základní technologické parametry aktivačního procesu	108
9.3.3	Aerace aktivačních nádrží	109
9.3.4	Hydraulický režim aktivačních nádrží	110
9.3.5	Konvenční aktivační systémy	111
9.4	Systémy se směsnou kulturou ve formě nárostu – biofilmové reaktory	113
9.4.1	Zkrápěné biologické kolony	113
9.4.2	Rotační biofilmové reaktory	115
9.5	Systémy kombinující kultivaci biomasy v suspenzi a v biofilmu	115

10	Biologické odstraňování nutrientů v aktivačních systémech	117
10.1	Biologické odstraňování dusíku	117
10.1.1	Formy výskytu	117
10.1.2	Degradace organických dusíkatých sloučenin	117
10.1.3	Nitrifikace	118
10.1.4	Denitrifikace	119
10.1.5	Aktivační systémy biologického odstraňování dusíku	119
10.2	Biologické odstraňování fosforu	123
10.2.1	Formy výskytu	123
10.2.2	Princip biologického odstraňování fosforu	123
10.2.3	Aktivační systémy zvýšeného biologického odstraňování fosforu	125
10.3	Společné biologické odstraňování dusíku a fosforu	126
10.3.1	Problémy společného odstraňování dusíku a fosforu	126
10.3.2	Aktivační systémy společného biologického odstraňování dusíku a fosforu	126
10.4	Dimenzování aktivačních systémů biologického odstraňování nutrientů	128
11	Chemické a fyzikálně chemické způsoby čištění odpadních vod	130
11.1	Obecné zásady. Rozdělení a přehled procesů čištění odpadních vod	130
11.2	Sedimentace	130
11.3	Odlučování na hladině	131
11.4	Filtrace	132
11.5	Flotace	133
11.6	Hydrocyklon	134
11.7	Magnetická separace	135
11.8	Koagulace	136
11.9	Neutralizace	137
11.10	Srážení	138
11.11	Chemická oxidace a redukce	138
11.12	Elektrochemické metody čištění odpadních vod	140
11.12.1	Elektrolýza	140
11.12.2	Anodická oxidace	140
11.12.3	Elektrokoagulace	140
11.13	Použití ionexů pro čištění odpadních vod	141
11.14	Membránové separační procesy	142
11.14.1	Elektrodialýza	142
11.14.2	Ultrafiltrace, nanofiltrace a reversní osmóza	143
11.15	Difuzní procesy	144
11.15.1	Adsorpce	144
11.15.2	Extrakce	146
11.15.3	Desorpce	146
11.16	Termické procesy čištění odpadních vod	147
12	Separace aktivovaného kalu a vyčištěné odpadní vody	149
12.1	Separační a zahušťovací vlastnosti aktivovaného kalu	149
12.2	Dobře sedimentující aktivovaný kal	151
12.3	Separační problémy aktivovaného kalu	153
12.4	Ovlivňování separačních a zahušťovacích vlastností aktivovaných kalů	155
12.4.1	Kinetická selekce	157
12.4.2	Metabolická selekce	159
12.4.3	Nespecifické metody řízení separačních vlastností	160
12.5	Dosazovací nádrže	161
12.5.1	Technologické parametry dosazovacích nádrží	161

12.5.2	Provoz a konstrukce dosazovacích nádrží	162
13	Kalové hospodářství čistíren odpadních vod	167
13.1	Úvod do problematiky	167
13.1.1	Charakteristika kalů	168
13.1.1.1	Charakterizace kalového hospodářství ČOV	168
13.1.1.2	Přehled základních parametrů charakterizace kalů.....	169
13.1.1.3	Kritéria pro posuzování stabilizovanosti kalů.....	169
13.1.1.4	Hygienická kritéria.....	171
13.2	Nakládání s kaly	171
13.2.1	Složení kalu.....	172
13.2.2	Možné směry nakládání s kaly.....	173
13.3	Zpracování, využití a likvidace čistírenských kalů.....	174
13.3.1	Primární metody úpravy kalů.....	175
13.3.2	Finální metody zpracování kalů.....	175
13.3.3	Snižování obsahu vody v kalu	177
13.3.3.1	Distribuce vody v kalu	178
13.3.3.2	Sedimentace	178
13.3.3.3	Zahušťování	178
13.3.3.4	Odvodňování.....	178
13.4	Hygienizace kalů	179
13.4.1	Metody hygienizace kalů	179
13.4.1.1	Technologické procesy – hygienizace kalů	180
13.4.1.2	Konvenční procesy s částečnou hygienizací.....	180
13.4.2	Hygienizace a stabilizace vápnem	181
13.4.3	Pasterizace kalu.....	181
13.5	Anaerobní stabilizace kalů.....	181
13.5.1	Současný stav technologie	183
13.5.1.1	Doba zdržení	184
13.5.1.2	Vliv koncentrace kalu – zatížení.....	184
13.5.1.3	Vliv teploty	184
13.5.1.4	Míchání	184
13.5.2	Anaerobní reaktory pro stabilizaci kalů.....	185
13.5.2.1	Způsoby míchání metanizačních nádrží.....	186
13.5.2.2	Způsoby vytápění metanizačních nádrží.....	186
13.5.3	Teplota potřebná k ohřevu reaktorů	186
13.5.3.1	Vlastnosti a zpracování anaerobně stabilizovaného kalu.....	187
13.5.3.2	Bioplyn a jeho využívání	187
13.5.3.3	Kalová voda, její složení a čištění.....	188
13.6	Autotermní termofilní aerobní stabilizace (ATAD)	188
13.6.1	Základní podmínky autotermního provozu.....	188
13.6.2	Bilance tepla.....	188
13.7	Zpracování a nakládání s kaly z ČOV	189
13.7.1	Ukládání na skládku.....	189
13.7.2	Využití kalů v zemědělství.....	189
13.7.3	Kompostování čistírenských kalů	190
13.7.3.1	Popis procesu	190
13.7.3.2	Technologické uspořádání	191
13.7.3.3	Kompostovací systémy	191
13.7.4	Aplikace kalů na zemědělskou půdu.....	192
13.7.4.1	Termické procesy.....	192

13.7.5	Sušení	192
13.7.5.1	Zařízení pro sušení kalů – sušárny	193
13.7.6	Spalování kalů	194
13.7.6.1	Zařízení pro spalování kalů	194
13.7.6.2	Čištění spalin	195
13.7.7	Mokrá oxidace kalů	196
13.7.7.1	System ATHOS®	196
13.7.7.2	Mokrý spalování v nadkritické oblasti vody	196
13.7.8	Spalování kalů v teplárnách a elektrárnách	197
13.7.9	Spalování kalů ve spalovnách odpadů.....	197
13.7.10	Samostatné spalovny odvodněného kalu	197
13.7.11	Spalování kalů v cementárnách.....	197
14	Vodní politika a legislativa	199
14.1	Vodní politika Evropské unie.....	199
14.1.1	Směrnice 2000/60/ES	199
14.1.1.1	Kombinovaný přístup k ochraně vod	201
14.1.1.2	Uplatnění kombinovaného přístupu	202
14.2	Implementace směrnic EU do české legislativy.....	203
14.3	Předpisy pro oblast odvádění a čištění odpadních vod v ČR.....	203
15	Literatura a prameny.....	206