

# OBSAH

1. ZÁKLADNÍ PROCESY A POSTUPY PRO ÚPRAVU VODY (ing.Nina Strnadová, CSc)	1
1.1. Vodní zdroje, jímání a odběr vody	1
1.1.1. Podzemní vody	2
1.1.2. Povrchové vody	2
1.1.3. Zvyšování množství vodních zdrojů	2
1.1.4. Ochranná pásma vodních zdrojů	3
1.2. Doprava a rozvod vody	4
1.3. Potřeba vody	5
1.3.1. Nerovnoměrnost potřeby vody	5
1.4. Akumulace vody ve vodojemech	6
1.5. Spotřeba a ztráty vody	7
1.6. Technologické procesy úpravy pitné vody	8
1.6.1. Mechanické předčištění vody pro vodárenské účely	9
1.6.2. Úprava povrchových vod	9
1.6.3. Technologické postupy úpravy podzemní vody	16
1.7. Odstraňování dalších specifických látek	18
2. ODPADNÍ VODY A JEJICH SLOŽENÍ (Doc.Ing.Michal Dohányos, CSc)	23
2.1. Charakter znečišťujících látek a procesy používané k jejich odstraňování	23
2.2. Splaškové a městské odpadní vody	25
2.2.1. Složení a množství splaškových a městských odpadních vod	25
2.3. Stanovení organických látek v odpadních vodách	28
2.3.1. Stanovení jako CHSK	28
2.3.2. Stanovení jako BSK	31
2.3.3. Stanovení jako $C_{org}$	32
2.4. Technologická linka velkých a středních čistíren	34
2.5. Technologická linka malých čistíren	35
3. MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD (ing.Nina Strnadová, CSc)	36
3.1. Hrubé předčištění	34
3.2. Lapáky písku	37
3.2.1. Lapáky písku s horizontálním průtokem	37
3.2.2. Lapáky písku s vertikálním průtokem	40
3.2.3. Lapáky písku s příčnou cirkulací	41
3.3. Usazovací a zahušťovací nádrže	41
3.3.1. Prosté usazování	41
3.3.2. Rušené usazování	42
3.3.3. Zahušťování suspenzí	42
3.3.4. Usazovací nádrže	43
3.3.5. Zahušťovací nádrže	45
3.3.6. Navrhování usazovacích nádrží	46
3.3.7. Navrhování dosazovacích nádrží	48

4.	OBECNÉ ZÁKLADY BIOLOGICKÝCH ČISTÍRENSKÝCH PROCESU (Doc. Ing. Michal Dohányos, CSc)	50
4.1.	Úvod	50
4.2.	Biologická rozložitelnost	51
4.3.	Růst a množení mikroorganismů	52
4.3.1.	Jednorázové systémy. Růstová křivka	53
4.3.2.	Kontinuální systémy bez recirkulace biomasy	55
4.3.3.	Kinetické principy selekce mikroorganismů ve směsných kulturách	57
4.4.	Kinetika odstraňování organických látek z odpadních vod	58
4.4.1.	Jednosložkový substrát	58
4.4.2.	Několika složkový substrát	59
4.4.3.	Komplexní substrát a mechanismus odstraňování organických látek odpadních vod	60
4.5.	Aktivační proces	61
4.5.1.	Vznik a vývoj aktivačního procesu	62
4.5.2.	Směsná kultura zvaná aktivovaný kal	62
5.	AEROBNÍ ZPŮSOBY BIOLOGICKÉHO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD (Doc. Ing. Michal Dohányos, CSc)	70
5.1.	Základní způsoby kultivace směsné kultury	70
5.1.1.	Jednorázový (diskontinuální) systém	70
5.1.2.	Semikontinuální systém	70
5.1.3.	Kontinuální systém s postupným tokem	71
5.1.4.	Kontinuální systém s ideálním promícháváním (směšovací aktivace)	71
5.2.	Nejdůležitější technologické parametry aktivace	72
5.3.	Vliv různých faktorů na čisticí účinek aktivace	73
5.3.1.	Základní principy	73
5.3.2.	Vliv pH	74
5.3.3.	Vliv nutrientů	74
5.4.	Spotřeba kyslíku a vzduchu	75
5.4.1.	Reakce v aktivační nádrži spotřebovávají cí kyslík.	75
5.4.2.	Rovnice spotřeby kyslíku	76
5.4.3.	Přestup kyslíku do vody	77
5.4.4.	Oxygenační kapacita	78
5.5.	Aerátory používané při čištění odpadních vod	79
5.5.1.	Pneumatická aerace	79
5.5.2.	Mechanická aerace	80
5.5.3.	Hydropneumatická aerace	80
5.5.4.	Kyslíková aktivace	81
5.6.	Přehled hlavních technologických modifikací aktivace	81
5.6.1.	Systémy s aerobní stabilizací - malé ČOV	82
5.6.2.	Klasické aktivační systémy	83
5.7.	Biologické odstraňování anorganického dusíku z odpadních vod	86
5.7.1.	Nitrifikace	87
5.7.2.	Biologická denitrifikace	88
5.8.	Biologické odstraňování fosforu z odpadních vod	90
5.8.1.	Mechanismus zvýšeného odstraňování fosforu	90

5.9.	Čištění odpadních vod na biofilmových reaktorech	92
5.9.1.	Zkrápěné biologické kolony	93
5.9.2.	Rotační biofilmové reaktory	96
6.	ANAEROBNÍ ČISTÍRENSKÉ PROCESY, ANAEROBNÍ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD (Doc.Ing.Michal Dohányos, CSc)	98
6.1.	Teoretické základy	98
6.1.1.	Porovnání aerobních a anaerobních procesů	98
6.1.2.	Princip anaerobního rozkladu, jeho fáze, mikroorganismy jednotlivých fází.	100
6.1.3.	Anaerobní rozložitelnost organických látek.	104
6.2.	Anaerobní čištění odpadních vod	105
6.2.1.	Přednosti a nevýhody	105
6.2.2.	Přehled reaktorů pro anaerobní čištění	106
6.3.	Reaktory s pevnou náplní	110
6.3.1.	Anaerobní filtr	110
6.3.2.	Trubkový reaktor	112
6.3.3.	Reaktor s volně loženou náplní s průtokem shora dolů	113
6.3.4.	Reaktor s pohyblivou náplní - anaerobní rotační diskové reaktory	114
6.3.5.	Reaktory s náplní ve vznosu	114
6.3.6.	Reaktory s agregovanou (granulovanou) biomasou	117
6.3.7.	Přepážkový reaktor	119
6.3.8.	Hybridní reaktor	119
6.4.	Zpracování anaerobních reaktorů	120
6.5.	Volba typu anaerobního reaktoru	122
7.	ZPRACOVÁNÍ ČISTÍRENSKÝCH KALŮ. (Doc.Ing.Michal Dohányos, CSc)	124
7.1	Současný stav technologie.	124
7.2	Anaerobní reaktory pro stabilizaci kalů.	126
7.3	Vlastnosti a zpracování anaerobně stabilizovaného kalu.	129
7.4	Kalová voda, její složení a čištění.	132
7.5	Bioplyn.	132
7.5.1	Složení a vlastnosti bioplynu.	132
7.5.2	Využití bioplynu.	133
8.	PRŮMYSLOVÉ ODPADNÍ VODY (Doc.Ing.Jan Koller, CSc)	134
8.1	Definice, vznik, vlastnosti.	134
8.2	Fyzikální způsoby čištění (filtrace, flotace, extrakce)	136
8.2.1	Filtrace	136
8.2.2	Neutralizace	143
8.2.3	Srážení	148
8.3	Chemická oxidace a redukce	151
8.3.1	Oxidace chlorem a jeho sloučeninami	152

8.3.2	Oxidace ozónem a směsí ozónu se vzduchem	153
8.3.3	Oxidace peroxidem vodíku	154
8.3.4	Oxidace manganistanem draselným	154
8.3.5	Katalytická oxidace kyslíkem	155
8.3.6	Chemická redukce	156
8.4	Adsorpce	156
8.4.1	Základní pojmy.	156
8.4.2	Typy adsorpce a její příčiny	157
8.4.3	Adsorpční rovnováha. Adsorpční izotermy.	158
8.4.4	Adsorbenty používané v technologii vody.	159
8.4.5	Hlavní faktory ovlivňují adsorpci	159
8.4.6	Použití adsorpce	160
8.4.7	Regenerace vyčerpaných sorbentů	161
8.5	Extrakce	161
8.6	Desorpce	163
8.7	Rozklad stabilizovaných emulzí.	165
8.7.1	Emulse ropných látek ve vodě.	165
8.7.2	Čištění emulzí ropných látek	167
8.8	Separace ropných látek	169
8.8.1	Technické provedení separátorů	170
8.9	Závadné látky a havárie ve vodním hospodářství	172
8.10	Ochrana vod před znečištěním ropou a ropnými látkami.	174
8.11	Sekundární ochrana podzemních vod před znečištěním	176