

	Str.
1 ÚVOD	
1.1 Dějinný vývoj čištění odpadních vod	14
1.11 Předhistorická doba	14
1.12 Starověk	14
1.13 Středověk	15
1.14 Vývoj v kapitalistické společnosti	16
1.15 Vývoj v socialistické společnosti	16
2 VÝZNAM A DŮVODY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	17
2.1 Hygienický význam čištění odpadních vod	17
2.11 Přenosné bakteriální střevní infekce	18
2.12 Šíření jiných bakteriálních infekcí odp.vodami	19
2.13 Šíření virusových nemocí cestou odpadních vod	19
2.14 Parazitární střevní infekce (helminthy)	20
2.15 Přenos Weilovy nemoci cestou odp.vod (Icterus)	20
2.16 Požadavky hygieniků pro postřikové závlahy	21
2.17 Sovětské hygienické předpisy	22
2.18 Využití čistírenského kalu v zemědělství	23
2.181 These prof.Howarda	24
2.182 Bakteriologické vyšetřování čistírenského kalu po stránce hygienické	24
2.183 Přežití vajíček střevních helminthů	24
2.2 Důvody hospodářsko-technické	25
2.3 Zákonné poměry	26
2.4 Hospodářské využití odpadních vod a produktů čištění	26
3 DRUHY ODPADNÍCH VOD	27
3.1 Městské odpadní vody	27
3.2 Průmyslové odpadní vody	27
3.3 Dešťové vody	27
4 SLOŽENÍ A VLASTNOSTI ODPADNÍCH VOD	28
4.1 Minerální látky v odpadních vodách	28
4.2 Organické látky v odpadních vodách	28
4.3 Bakteriologické znečištění	28
4.4 Nerozpustné hmoty v odpadních vodách	29
4.41 Kal zrnitý a vločkovitý	29
4.42 Vodnatost kalu	30
4.43 Kalová sušina . Vahové a objemové množství kalu	30
4.5 Koloidní a rozpustné hmoty v odpadních vodách	32
4.6 Organické hmoty v odpadních vodách	32
4.61 Bílkoviny	32
4.62 Uhlovodany	33
4.621 Methanové kvašení	33
4.622 Vodíkové kvašení	33
4.623 Methano-vodíkové kvašení	33
4.624 Dusíkové kvašení	33

4.63	Tuky. Minerální oleje	33
4.7	Rozklad odpadních vod	34
4.71	Dusíkový koloběh	35
4.72	Uhlíkový koloběh. Fotosynthesa	36
4.73	Sírový koloběh	37
4.74	Voňní koloběh	37
4.8	Kyslíkové požadavky rozkládajících se odpadních vod Deoxygenace. Reaerace	37
4.81	Biochemická spotřeba kyslíku	37
4.811	Bezprostřední či chemická spotřeba	38
4.812	Biochemická spotřeba kyslíku	38
4.813	Příklady na užití Fairovy tabulky	40
4.814	Stanovení BSK ₅	41
4.815	Okysličitelnost (M.Č.)	41
4.9	Rozpuštěný kyslík v odpadních vodách	42
5	MATEMATICKÉ VYJÁDRĚNÍ STUPNĚ ZNEČIŠTĚNÍ VOD	42
5.1	Směšovací zákon	43
5.2	Počet ekvivalentních obyvatel	43
5.3	Matematické studie deoxygenační křivky	44
6	SAMOČIŠTĚNÍ PŘIROZENÝCH VOD ZNEČIŠTĚNÝCH ODPADNÍMI VODAMI	46
6.1	Postupné změny během samočištění	46
6.11	Degradace	46
6.12	Aktivní rozklad	46
6.13	Pásmo zotavení	46
6.14	Pásmo čistší vody	47
6.2	Fyzikální pochody při samočištění	47
6.21	Disperse	47
6.22	Sedimentace	47
6.23	Světlo	47
6.24	Aerace	47
6.3	Chemické pochody při samočištění	47
6.31	Oxydace	47
6.32	Redukce a hydrolyza	47
6.33	Koagulace	47
6.34	Desinfekce	47
6.4	Biologické pochody při samočištění	47
6.41	Bakterie	48
6.42	Plankton	48
6.43	Zvětšený vodní život	48
6.5	Bakteriální znečištění a samočištění recipientů	48
6.6	Kyslíkové poměry při samočištění	49
6.61	Kyslíková křivka	49
6.62	Výpočet kyslíkové křivky (Fair)	50
7	VÝPOČET NUTNÉHO STUPNĚ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	51
7.1	Podle množství suspendovaných hmot. Příklad	52
7.2	Podle obsahu rozpuštěného kyslíku	53
7.21	Výpočet s přihlédnutím k atm.reaeraci. Příklad	54
7.22	Výpočet bez přihlédnutí k atm.reaeraci. Příklad	57
7.3	Podle přípustné BSK ₅ směsi vody říční a odpadní. Příklad	57
7.4	Podle změny reakce vody v řece	58

7.5	Podle přípustné koncentrace jedovatých látek	59
8	PŘÍPRAVNÉ PRÁCE A PODEKLADY PRO NÁVRH ČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	59
8.1	Kanalizační čistírny jako činitel hospodářský a zdravotní	59
8.2	Podklady a přípravné práce	59
8.3	Umístění kanalizační čistírny	60
8.4	Základní údaje pro projekt	61
8.41	Počet připojených obyvatelů	61
8.42	Počet ekvivalentních obyvatelů	61
8.43	Koeficient ekvivalentního znečištění	61
8.44	Množství odpadních vod	62
8.441	Kolísání průtoku a jakosti odp.vod	62
8.442	Denní množství nečistot (Imhoff)	65
8.45	Fyzikálně-chemické rozborů	66
8.451	Teplota	67
8.452	Barva, Zápach, Zkal	67
8.453	Spec. váha a elektrická vodivost. Koncentrace vodíkových iontů (pH)	67
8.454	Sloučeniny dusíku a jejich vzájemný poměr	67
8.455	Chloridy	68
8.456	Relativní stálost	68
8.457	Tuky	68
8.458	Alkalita, Acidita	68
8.459	Plyny (H_2S , O_2 , CH_4 , CO_2 a j.)	68
8.46	Biologické a bakteriologické zkoušky	69
8.461	Hnilobnost	69
8.462	Bakterie	69
8.463	Biologický průzkum recipientu	69
8.47	Vyšetřování čistírenského a říčního kalu	69
8.48	Rozbor hnojivé hodnoty kalu	70
8.49	Zvláštní zkoušky kalu	71
9	ZÁKLADNÍ POSTUPY PŘI ČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	71
9.1	Mechanické procesy	71
9.2	Chemické procesy	71
9.3	Biologické procesy	72
9.4	Čistící metody a jejich výkon	73
10	HEBĚ PŘEDČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	74
10.1	Česla	75
10.11	Pevná česla	75
10.111	Hydrotechnický výpočet česel	76
10.112	Množství shrabků	78
10.113	Čištění česel	78
10.114	Zpracování shrabků. Desintegrátory. Komínatory	79
10.12	Pohyblivá česla (síta)	80
10.121	Pohyblivá česla (síta) pásová	80
10.122	Průcezná česla (síta) lopátková	81
10.123	Průcezná kotouče a bubnová síta	81
10.124	Umístění česel a sít	82
10.13	Předčistící žlab (ženskový)	82
10.2	Lapač štěrku	83

10.3	Lapač písku	Str. 84
10.31	Horizontální lapače písku s kolísající průtokovou rychlostí	85
10.311	Průtoková rychlost	85
10.312	Hydrotechnické výpočty. Příklady	85
10.32	Vertikální lapače písku	89
10.321	Lapače s pevnou ponornou stěnou Příklady výpočtu	90
10.322	Lapače s pohyblivou ponornou stěnou. Příklady výpočtu	90
10.33	Štěrbínový lapač písku (Stroganov)	91
10.34	Kontrolované horizontální lapače písku	91
10.341	Pravouhlý podélný lapač s proporcionálním přepadem	92
10.342	Pravouhlý podélný lapač písku s Venturiho žlabem (Howland)	92
10.343	Parabolický podélný lapač písku kontrolovaný Venturiho měrným žlabem. Příklad aplikace a hydraulické výpočty	93
10.35	Provoz a udržování pískových lapačů	96
10.4	Lapač tuků a olejů. Čerpení odpadních vod (flotace)	97
10.41	Provzdušňovaný lapač tuků a olejů	98
10.42	Odlučovače tuků	99
10.43	Odlučovače benzínu	102
10.44	Příklad výpočtu	103
10.5	Dešťové usazovací sárky	103
11	PROSTÉ USAZOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD - MECHANICKÁ SEDIMENTACE	105
11.1	Úvod	105
11.2	Theorie usazovacího procesu	105
11.21	Stokas, Hazen, Schulz	105
11.22	Camp-Hazenova teorie	107
11.23	Vlivy flokulace a turbulence	108
11.24	Optimální rozměry usazovacích nádrží	109
11.25	Hustotní proudy v usazovacích nádržích	110
11.251	Vliv hustotních proudů na návrh	111
11.252	Úprava vtoku	111
11.253	Odtokové přepady v nádrži	111
11.254	Odkalování nádrží	112
11.26	Zkratování průtoku a jeho stálost	113
11.27	Předflokulace pro primární sedimentaci	114
11.3	Klasifikace usazovacích nádrží a jejich účinnost	115
11.31	Třídění podle provozu	115
11.32	Třídění podle funkce a umístění	115
11.33	Třídění podle způsobu odkalování	115
11.34	Třídění podle konstruktivní úpravy	115
11.35	Třídění podle půdorysného tvaru	115
11.36	Třídění podle směru průtoku	115
11.37	Účinnost nádrží primární sedimentace	116
11.371	Účinnost prostého usazování	116
11.372	Účinnost prostého usazování podporovaného chemickým srážením	116
11.373	Sedimentační křivka (Sierp)	116
11.4	Horizontální usazovací nádrže /pravouhlé/.	116

11.41	Ploché usazovací nádrže lipské soustavy	Str. 118
11.42	Usazovací nádrž Hurdova	118
11.43	Čtvercová usazovací nádrž (Dorr) s podélným průtokem vody a radiálním stíráním kalu	119
11.44	Výpočet podélných usazovacích nádrží	119
11.5	Kruhové usazovací nádrže s radiálním průtokem vody	120
11.51	Návrhové prvky	120
11.52	Výpočet kruhových nádrží. Příklad	121
11.53	Popis užívaných typů	121
11.6	Vertikální usazovací nádrže	124
11.61	Návrhové prvky	124
11.62	Výpočet vertikálních nádrží. Příklad	124
11.7	Septické nádrže	126
11.71	Návrhové prvky	127
11.72	Výpočet septických nádrží	127
11.8	Dvojetážové usazovací nádrže	128
11.81	Nádrže Travisovy	128
11.82	Nádrže Imhoffovy) (emšerské nebo šterbinové)	128
11.821	Návrhové prvky	129
11.822	Plovoucí vrstva kalová	130
11.823	Jímání plynu a způsoby jeho využití	131
11.824	Emšerská nádrž na čerstvý kal	131
11.825	Výpočet dvojetážových nádrží	131
	(Usazovací prostor-kalový prostor- příklad výpočtu a návrhu)	132
11.83	Kremerova nádrž (studna)	134
11.9	Pískové filtry (mechanické cezení odpadních vod)	136
11.91	Použití pískových filtrů	136
11.92	Sekundární mechanická filtrace konečného odtoku z čistírny	136
12	CHEMICKÉ A ELEKTROLYTICKÉ ČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	137
12.1	Použití a význam chemického srážení	137
12.2	Chemické reakce vyvolané některými srážedly	138
12.3	Užití principu kalového mraku	138
12.4	Elektrolytický způsob čištění odpadních vod	139
13	PŘÍROZENÉ BIOLOGICKÉ ČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	139
13.1	Přirozené sřezování	140
13.2	Biologické rybníky. Assimilační rybníky	140
13.3	Závlahy	142
13.31	Hospodářsko-technické a agrotechnické posouzení úkolu	142
13.32	Zasolení půdy	143
13.33	Rozdělení zavlažovacích způsobů	143
13.331	Plošné závlahy (svahový přerón, brázdivý podmok)	143
13.332	Postřikové závlahy. Hygienické ohledy	144
13.4	Půdní filtrace	145
13.41	Závlaha výtopy	145
13.42	Půdní filtrace (půdní písková filtrace)	145
13.43	Podzemní závlaha	146
14	UMĚLÉ BIOLOGICKÉ ČISTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	147
14.1	Úvod. Podstata a rozdíly biofiltrace a aktivace	147

14.2	Nízkozatěžované (standartní) filtry	Str. 148
14.21	Funkce filtrů	149
14.22	Dno a boční stěny	149
14.23	Filtrační náplň	151
14.231	Účinná oživená plocha	151
14.232	Výška náplně	151
14.24	Dvojstupňové uspořádání filtrů	151
14.25	Přirozené a umělé větrání filtrů	152
14.26	Automatické sifonové dávkovače	153
14.261	Sifonový automatický dávkovač vzduchem kontrolovaný	153
14.262	Jiná dávkovací zařízení	154
14.3	Aerofiltry (Stroganov, Bazjakina)	155
14.4	Vysokozatěžované biologické filtry (Halverson)	155
14.41	Funkce rychlofiltrů	155
14.42	Výpočty filtrů a rychlofiltrů	156
14.421	Prostorové zatížení	156
14.422	Povrchové zatížení	156
14.423	Recirkulace	156
14.43	Společné problémy filtrů	158
14.431	Provozní přestávky	158
14.432	Provoz v zimě	158
14.433	Čisticí efekt	158
14.44	Výpočet rychlofiltrů podle Bezjanov-Postnikova Příklad	158
14.45	Nové pojetí návrhu biologických filtrů	160
14.46	Příklady výpočtů	160
14.5	Věžové rychlofiltry (Schulz)	162
14.51	Funkce věžových rychlofiltrů. Stavební uspořádání	162
14.52	Příklad výpočtu	163
14.6	Aktivace (čištění oživeným kalem)	165
14.61	Úvod. Princip a funkce aktivčního procesu	165
14.62	Předčištění odpadních vod	166
14.621	Vliv složení odpadních vod	166
14.622	Vliv koncentrace vodíkových iontů	167
14.623	Vliv teploty na aktivční proces	167
14.624	Vliv průmyslových odpadních vod	168
14.63	Aerační metody	169
14.631	Povrchová aerace	170
14.632	Aerace dmychaným vzduchem	173
14.633	Kombinovaná aerace	175
14.64	Aktivční metody. Stavební a návrhové prvky	175
14.641	Částečná ("krátká") aktivace	175
14.642	Standartní (nízkozatěžovaná) aktivace	176
14.643	Vysokozatěžovaná (modifikovaná) aktivace (Gould)	176
14.644	Dvojstupňové biologické čištění	178
14.644-1	Dvojstupňová aktivace	178
14.644-2	Bioflokulace(aktivace a filtry)	178
14.644-3	Bioaktivace (filtry a aktivace)	179
14.644-4	Aktivace a chem.srážení	179
14.644-5	Aktivace a závlahy	179

14.645	Posunutá aerace (Gouldova aktivace)	Str. 180
14.646	Aktivace intenzivní aerací (Wuhrmann, Pasveer, King). - Oxygenační kapacita, Turbulence. Velikost vložky	181
14.647	Biosorpce	182
14.648	Guggenheimův proces. Niersův proces. Zigerliho proces	182
14.65	Aerátory a vzduchové poměry	182
14.651	Porézní difusní desky. Výkyvné difusní válečky	183
14.652	Tryskový dvoukomorový aerátor	183
14.653	Nárazový aerátor	184
14.654	Množství vzduchu. Doba aerace	184
14.66	Zpracování aktivačního procesu. Oživený kal	185
14.661	Zpětný čili vrácený oživený kal	186
14.662	Přebytečný oživený kal	186
14.663	Kalové stáří	187
14.664	Ztráta biologické aktivity. Vzplývání oživeného kalu. Kalový index	188
14.665	Kontrola provozu a vyšetřování oživeného kalu	189
14.666	Účinnost aktivačního procesu	190
14.67	Hydrotechnické výpočty aktivace	190
14.671	Metoda podle K.N.Korolkova	191
14.672	Druhá metoda Korolkovova	193
14.673	Metoda podle N.A.Bazjakiny	194
14.674	Empirické početní způsoby	195
14.675	Příklad výpočtu aktivace	196
15	KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ. KALOVÁ VYSOUŠECÍ POLE	199
15.1	Množství kalu (objemové a vahové)	200
15.2	Anaerobní rozklad kalu	202
15.21	Zpracování vyhnívacího procesu	202
15.22	Vyhništání psychrofilní, mezofilní a termofilní	203
15.3	Stavební typy kalových vyhnívacích komor	203
15.31	Biologické septiky	203
15.32	Dvojetážové nádrže (smšerské)	204
15.33	Oddělené kalové vyhnívací komory	204
15.331	Dvojstupňové vyhnívací komory	205
15.332	Kalová plovoucí vrstva	206
15.333	Úprava kalové vody	207
15.4	Způsoby otápění vyhnívacích komor	207
15.41	Horká voda	207
15.42	Ostrá pára	208
15.43	Teplné výměníky	209
15.44	Topné hady	210
15.5	Metoda urychleného vyhnívání	211
15.6	Výpočet a návrh kalových vyhnívacích komor. Příklad	211
15.7	Množství, složení a výhřevnost kalového plynu. Hospodářské použití kalového plynu	214
15.8	Teplná a energetická bilance. Příklad	214
15.9	Kalová vysoušecí pole	216
15.91	Konstrukce a velikost kalových polí	216
15.92	Umělé vysoušení kalu	217
15.921	Odstředivky, lisy a vakuofiltrý	217
15.922	Parní vysoušení kalu (Porteous)	218

15.93	Využití kalu v zemědělství.	Str.
	Kompostování	219
15.94	Konečné zneškodnění kalu	220
16	CHLOROVÁNÍ ODPADNÍCH VOD	221
16.1	Theorie a mechanismus chlorování	221
16.2	Methody chlorování	223
16.3	Povšechný návrh chlorovací stanice	224
16.4	Desinfekce chlorovým vápnem	225
16.5	Účinnost chlorování. Redukce BSK. Náklady	225
16.6	Chlorování s hlediska provozu kanalizační čistírny	226
16.61	Desinfekce odpadních vod a desodorisace	226
16.62	Přetížení čistírny	226
16.63	Odstanění tuků. Aero-chlorace	226
16.64	Zlepšený čistící efekt	227
16.65	Zmenšení zatížení povrchového toku	227
16.66	Užití chloru v biologickém čištění	227
16.661	Potlačení zápachu biol.filtrů	227
16.662	Zaplavování filtrů	227
16.663	Potlačení obtíží s mouchami	228
16.664	Potlačení vzplývavého kalu v aktivaci	228
16.665	Čištění difusních desek v aktivacích nádržích	228
16.67	Chlor při zpracování kalu v čistírně	228
16.671	Potlačení kalové plovoucí vrstvy	229
16.672	Chlorování kalové přebytečné vody	229
16.673	Zahuštění kalu	229
17	MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ V KANALIZAČNÍCH ČISTÍRNÁCH	229
17.1	Úvod	229
17.2	Průtokové měřiče	230
17.21	Měření průtoku měrnými potrubími	231
17.211	Venturiho měrná trubice (trubní venturimetr)	231
17.212	Elektromagnetický induktometr " Altoflux "	233
17.213	Měření průtoku měrnou clonou	233
17.214	Integrátorové měřiče plynu	234
17.215	Instalace. Měřicí přístroje a způsoby instalace	234
17.22	Měření průtoku otevřenými žlaby	236
17.221	Venturiho měrný žlab (žlabový venturimetr)	236
17.222	Matematické vyjádření průtoku pravouhlými měrnými žlaby	239
17.223	Instalace. Průtokové měřicí přístroje a jejich upotřebení	241
17.224	Parshallův měrný žlab	242
17.23	Centralisace zápisů	242
17.24	Sčítání (integrace) průtoků	243
17.25	Požadavky na instalaci	243
18	ČERPÁRNÝ ODPADNÍCH VOD A KALU	243
18.1	Umístění čerpárny	243
18.2	Množství a dopravní výška	243
18.3	Volba a počet čerpadel, jejich uspořádání a pohon	243

	Str.
18.31 Odštědivá čerpadla	244
18.32 Vrtulová čerpadla	244
18.33 Počet čerpadel	244
18.34 Uspořádání čerpadel	244
18.35 Pohon čerpadel	245
18.4 Výpočet výkonu čerpadel a pohonné síly	245
18.5 Záložní čerpadla	246
18.6 Společná zařízení v čerpárnách	246
18.61 Ssací výška čerpadel . Spouštění čerpadel	246
18.62 Čerpací jámka a její stavební úprava	247
18.63 Elektrická kontrola a ochranná zařízení	247
18.64 Ssací a výtlačná potrubí. Větrání čerpáren	248
19 MALÉ DOMOVNÍ ČISTÍRNY	248
19.1 Vsakovací jámy	248
19.2 Hnilobné jámy (žumpy)	249
19.3 Dvojetážové usazovací jámy (malé emšerky)	249
19.4 Podzemní závlaha	249
19.5 Umělé půdní filtry. Biologická skrápěná tělesa	250
19.6 Jiné zneškodnění domovních odpadních vod	250
19.7 Příklady	250
20 PRŮMYSLOVÉ ODPADNÍ VODY (zásady a povšechné způsoby čištění)	251
20.1 Všeobecný úvod	251
20.2 Průmysl potravinářský	252
20.21 Mlékárny	252
20.22 Jatky a masovýrobný	255
20.23 Konzervárny (ovoce a zeleniny)	256
20.24 Cukrovary	257
20.25 Pivovary a sladovny	258
20.26 Lihovary a droždárny	258
20.27 Škrobárny	259
20.3 Ostatní průmysl	259
20.31 Koželužny	259
20.32 Prádelny vlny	260
20.33 Barvírny. Máčírny lnu	261
20.34 Celulosky a papírny	261
20.35 Výroba umělého hedvábí	262
20.36 Sklárny	263
20.37 Fenolové vody	263
20.38 Povrchová úprava kovů	264
20.39 Radioaktivní odpadní vody	264
21 SEZNAM LITERATURY	265
22 ČASOPISY	268
23 SEZNAM VYOBRAZENÍ	270

