

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Úvodní slovo předsedy představenstva | 13 |
| 1. Úvod | 15 |
| 1.1 Vodní politika EU | 15 |
| 1.2 Směrnice ES 91/271/EHS | 17 |
| 1.3 Financování vodní politiky v ČR | 19 |
| 1.4 Nařízení vlády č. 401/2015 SB. | 20 |
| 2. Teoretické základy | 21 |
| 2.1 Hydraulika | 21 |
| 2.1.1 Hydraulika obecně | 21 |
| 2.1.2 Základní pojmy hydromechaniky | 21 |
| 2.1.3 Rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice | 22 |
| 2.1.4 Ustálené tlakové proudění v potrubí | 23 |
| 2.1.5 Hydraulicky krátká potrubí | 24 |
| 2.1.6 Ustálené proudění vody v korytech a potrubích s volnou hladinou | 24 |
| 2.1.7 Ustálený výtok otvorem | 25 |
| 2.1.8 Přepad vody | 26 |
| 2.1.9 Základy hydraulického výpočtu čistírny odpadních vod | 28 |
| 2.2 Hydrochemie | 28 |
| 2.2.1 Rozpuštěné anorganické soli (RAS) | 28 |
| 2.2.2 Konduktivita | 29 |
| 2.2.3 Nerozpuštěné látky (NL) | 29 |
| 2.2.4 Sloučeniny dusíku | 29 |
| 2.2.5 Sloučeniny fosforu | 31 |
| 2.2.6 Hodnota pH, neutralizační a tlumivá kapacita | 32 |
| 2.2.7 Kyslík rozpuštěný ve vodě | 33 |
| 2.2.8 Stanovení organického uhlíku | 34 |
| 2.2.9 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) | 34 |
| 2.2.10 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) | 35 |
| 2.2.11 Nepolární extrahovatelné látky (NEL), uhlovodíky C ₁₀ až C ₄₀ a extrahovatelné látky (EL) | 36 |
| 2.2.12 Organicky vázané halogeny | 37 |
| 2.2.13 Polyaromatické uhlovodíky (PAU) | 37 |
| 2.2.14 Povrchově aktivní látky (PAL) | 37 |
| 2.2.15 Fenoly | 38 |
| 2.2.16 Ostatní organické látky (xenobiotika) | 38 |
| 2.3 Hydrobiologie | 39 |
| 2.3.1 Hydrobiologie městské odpadní vody | 39 |
| 2.3.2 Hydrobiologie jednotlivých způsobů biologického čištění odpadních vod | 39 |
| 2.3.3 Biologická kontrola ČOV | 41 |
| 2.3.4 Biologická kontrola vyčištěné odpadní vody | 46 |
| 3. Stokové sítě | 49 |
| 3.1 Názvosloví | 49 |
| 3.2 Systémy stokových sítí | 49 |
| 3.3 Výpočet návrhových průtoků odpadních vod ve stokové síti | 50 |
| 3.3.1 Splaškové odpadní vody | 50 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.3.2 | Dešťové odpadní vody | 51 |
| 3.4 | Mezní sklony stok | 51 |
| 3.4.1 | Minimální sklon | 51 |
| 3.4.2 | Maximální sklon | 52 |
| 3.5 | Dimenzování stok | 52 |
| 3.6 | Materiál stok | 52 |
| 3.7 | Objekty na stokové síti | 52 |
| 3.7.1 | Odlehčovací komory, separátory, dešťové nádrže | 53 |
| 3.7.2 | Odlehčovací komory | 53 |
| 3.7.3 | Separátory | 54 |
| 3.7.4 | Dešťové nádrže | 55 |
| 3.8 | Některá hygienická hlediska stokování | 55 |
| 3.9 | Původní stokové sítě | 56 |
| 3.10 | Balastní vody, vodotěsnost stokové sítě | 56 |
| 4. | Charakteristika odpadních vod | 59 |
| 4.1 | Dělení odpadních vod | 59 |
| 4.2 | Splaškové odpadní vody | 59 |
| 4.2.1 | Množství splaškových odpadních vod | 59 |
| 4.2.2 | Složení splaškových odpadních vod | 61 |
| 4.3 | Průmyslové odpadní vody, odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby | 62 |
| 4.3.1 | Množství průmyslových a zemědělských odpadních vod | 62 |
| 4.3.2 | Složení průmyslových a zemědělských odpadních vod | 62 |
| 4.4 | Srážkové vody | 65 |
| 4.4.1 | Množství srážkových vod | 65 |
| 4.4.2 | Složení srážkových vod | 65 |
| 5. | Mechanická část ČOV | 67 |
| 5.1 | Skladba technologické linky čistírny odpadních vod | 67 |
| 5.2 | Rozdělovací objekty | 67 |
| 5.3 | Hrubé předčištění | 68 |
| 5.3.1 | Lapáky tuků a olejů | 69 |
| 5.3.2 | Provoz lapáků tuků | 71 |
| 5.3.3 | Česle | 73 |
| 5.3.4 | Kompaktní zařízení hrubého předčištění | 76 |
| 5.3.5 | Obecně k objektům hrubého předčištění | 77 |
| 5.3.6 | Lapáky šterku | 77 |
| 5.3.7 | Lapáky písku | 79 |
| 5.3.8 | Čerpací stanice a čerpání v objektu ČOV | 82 |
| 5.3.9 | Rozdělení odpadních vod a kalů na čistírně odpadních vod | 85 |
| 5.3.10 | Speciální čerpadla | 87 |
| 5.4 | Technologická linka – aerobní čištění odpadních vod | 88 |
| 5.5 | Usazovací nádrže – primární čištění | 89 |
| 5.5.1 | Objekty a zařízení usazovacích nádrží a jejich funkce | 92 |
| 5.5.2 | Provoz usazovacích nádrží | 94 |
| 5.5.3 | Řízení provozu usazovacích nádrží | 94 |
| 6. | Biologické čištění odpadních vod (v aerobních podmínkách) | 99 |
| 6.1 | Základní předpoklady pro konstrukci biologických ČOV | 99 |
| 6.1.1 | Vývoj v oblasti navrhování ČOV | 100 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.2 | Principy biologického čištění odpadních vod | 101 |
| 6.2.1 | Aktivační čistírny odpadních vod | 101 |
| 6.2.2 | Základní části aktivační čistírny | 101 |
| 6.2.3 | Základní typy aktivačního procesu | 102 |
| 6.2.4 | Základní parametry aktivačního procesu | 102 |
| 6.2.5 | Principy biologického odstraňování dusíku | 104 |
| 6.2.6 | Dávkování externího substrátu pro odstranění dusíku | 105 |
| 6.2.7 | Principy biologického odstraňování fosforu | 106 |
| 6.2.8 | Odstraňování fosforu chemickým srážením | 106 |
| 6.3 | Aerace | 108 |
| 6.3.1 | Pneumatická aerace pomocí dmychadla | 110 |
| 6.3.2 | Pneumatická aerace pomocí povrchových aerátorů | 111 |
| 6.3.3 | Mechanická aerace | 111 |
| 6.3.4 | Hydropneumatická aerace | 111 |
| 6.3.5 | Kombinovaná aerace | 111 |
| 6.3.6 | Aerace čistým kyslíkem | 111 |
| 6.3.7 | Šachtová aktivace | 112 |
| 6.4 | Nejčastější technologické sestavy současných čistíren odpadních vod | 112 |
| 6.4.1 | Aktivační systémy s predenitrifikací (D-N proces) | 112 |
| 6.4.2 | Aktivační systémy s předřazenou denitrifikací a regenerací vratného aktivovaného kalu (R-D-N a D-R-D-N) | 113 |
| 6.4.3 | Oběhová aktivace | 114 |
| 6.4.4 | Kaskádová aktivace | 115 |
| 6.4.5 | Postdenitrifikace | 115 |
| 6.5 | Diskontinuální systém čištění odpadních vod – SBR proces | 116 |
| 6.6 | Separace aktivovaného kalu – dosazovací nádrže | 117 |
| 6.6.1 | Dimenzování dosazovacích nádrží | 118 |
| 6.6.2 | Rozdělení dosazovacích nádrží | 118 |
| 6.6.3 | Objekty a zařízení dosazovacích nádrží a jejich funkce | 119 |
| 6.6.4 | Flokulace aktivovaného kalu v dosazovací nádrži, využití kalového mraku | 121 |
| 6.7 | Moderní technologie umožňující řešení speciálních požadavků na čištění odpadních vod | 123 |
| 6.7.1 | Aktivace s membránovou separací aktivovaného kalu | 123 |
| 6.7.2 | MBBR proces – aktivace se směsnou kulturou suspenzní a nárostové biomasy | 125 |
| 6.7.3 | Kyslíková aktivace | 126 |
| 6.8 | Terciální čištění | 128 |
| 6.8.1 | Síta | 128 |
| 6.8.2 | Filtrace odpadní vody | 129 |
| 6.8.3 | Postdenitrifikace za dosazovky formou postdenitrifikačního filtru | 129 |
| 6.8.4 | Oddělené terciární srážení fosforu | 130 |
| 6.8.5 | Technologie dezinfekce vyčištěné odpadní vody – možnost znovuvyužití vody | 131 |
| 6.8.6 | Technologie vedoucí k odstranění specifických polutantů | 132 |
| 6.9 | Dříve užívané technologie čištění bez odstraňování nutrientů | 132 |
| 6.9.1 | Čistírny s kombibloky | 133 |
| 6.9.2 | Čistírny s oxidačními příkopy | 133 |
| 6.10 | Čistírny s přisedlou biomasou | 134 |
| 6.10.1 | Skrápěné biologické kolony | 134 |
| 6.10.2 | Rotační biofilmové reaktory | 136 |
| 6.11 | Stabilizační nádrže – biologické rybníky | 137 |
| 6.12 | Řízení provozu a údržby konvenční biologické linky | 137 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 6.12.1 | Provoz a údržba aktivačních nádrží | 137 |
| 6.12.2 | Provoz a údržba dosazovacích nádrží | 143 |
| 6.13 | Řízení ČOV dle online měřených parametrů | 145 |
| 6.14 | Odstranění pachových látek | 151 |
| 7. | Kalové a plynové hospodářství | 153 |
| 7.1 | Úvod | 153 |
| 7.2 | Produkce kalů | 153 |
| 7.2.1 | Primární kal | 153 |
| 7.2.2 | Přebytečný biologický kal | 154 |
| 7.2.3 | Kal z biologické filtrace | 154 |
| 7.2.4 | Chemický kal | 154 |
| 7.2.5 | Příklad výpočtu teoretické bilance kalu | 155 |
| 7.3 | Složení a vlastnosti kalu | 155 |
| 7.4 | Odběr kalu ze systému | 156 |
| 7.4.1 | Odkalování usazovacích nádrží | 156 |
| 7.4.2 | Odběr přebytečného aktivovaného kalu | 156 |
| 7.5 | Zahušťování kalu | 157 |
| 7.5.1 | Gravitační zahušťování kalu | 157 |
| 7.5.2 | Strojní zahušťování kalu | 157 |
| 7.6 | Stabilizace kalu | 158 |
| 7.6.1 | Anaerobní stabilizace kalu | 158 |
| 7.6.2 | Míchání vyhnívacích nádrží | 160 |
| 7.6.3 | Vyhřívání vyhnívacích nádrží | 160 |
| 7.6.4 | Provozní problémy anaerobní stabilizace kalu | 160 |
| 7.6.5 | Aerobní stabilizace kalu | 161 |
| 7.7 | Odvodňování kalu | 162 |
| 7.7.1 | Předúprava kalu | 163 |
| 7.8 | Sušení kalu | 164 |
| 7.8.1 | Rozdělení sušáren | 164 |
| 7.9 | Hygienizace kalu | 165 |
| 7.9.1 | Úprava kalu vápněním | 165 |
| 7.9.2 | Termofilní aerobní stabilizace | 165 |
| 7.10 | Souhrn nejdůležitějších provozních poznatků | 166 |
| 7.11 | Následné nakládání s kalem z ČOV | 167 |
| 7.11.1 | Přímá aplikace na zemědělské půdy | 167 |
| 7.11.2 | Kompostování | 171 |
| 7.12 | Termické využití | 172 |
| 7.12.1 | Mokrá oxidace | 172 |
| 7.12.2 | Spalování | 173 |
| 7.12.3 | Pyrolýza | 174 |
| 7.13 | Plynové hospodářství | 174 |
| 7.13.1 | Strojovna plynojemu | 175 |
| 7.13.2 | Plynojemy | 175 |
| 7.13.3 | Kompresory | 176 |
| 7.13.4 | Využití plynu | 176 |
| 7.13.5 | Problematika příměsí v bioplynu | 176 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 8. | Přírodní způsoby čištění odpadních vod | 179 |
| 8.1 | Vegetační kořenové čistírny (VKČ) | 180 |
| 8.2 | Biologické nádrže | 181 |
| 9. | Měření průtoku odpadních vod pro 500 až 10 000 EO | 185 |
| 9.1 | Zařízení pro kontinuální měření průtoků a způsob jeho výběru | 186 |
| 9.1.1 | Volba způsobu měření | 187 |
| 9.1.2 | Vzájemné porovnání průtokoměrů | 188 |
| 9.2 | Měrné přelivy | 188 |
| 9.2.1 | Ostrohranné přelivy | 188 |
| 9.2.2 | Trojúhelníkový měrný přeliv | 189 |
| 9.2.3 | Obdélníkový měrný přeliv | 190 |
| 9.2.4 | Přelivy s krátkou korunou a širokou korunou | 191 |
| 9.3 | Měrné žlaby | 192 |
| 9.3.1 | Parshallův žlab | 192 |
| 9.3.2 | Venturiho žlab | 194 |
| 9.4 | Kombinované průtokoměry | 195 |
| 9.5 | Q-H křivka kanálu a měrného profilu | 196 |
| 9.6 | Ultrazvuková metoda | 198 |
| 9.6.1 | Dopplerův jev | 198 |
| 9.6.2 | Translace zvukového obrazu | 198 |
| 9.6.3 | Ultrazvuková transmise | 199 |
| 9.7 | Magneticko-indukční průtokoměry | 200 |
| 9.7.1 | Potrubí s uzavřenou hladinou | 200 |
| 9.7.2 | Potrubí a kanály s otevřenou hladinou | 201 |
| 9.8 | Elektronické vyhodnocovače průtoku | 201 |
| 10. | Odběr vzorků – vzorkování technologických médií | 203 |
| 10.1 | Účel odběru vzorků (vzorkování) médií | 203 |
| 10.2 | Vzorkovaná média, profily odběrů vzorků | 203 |
| 10.3 | Povinnost získávat informace vyplývá z vyšších právních norem | 203 |
| 10.4 | Povinnost získávat informace vyplývá z úředně schválené technické dokumentace, z technologických norem a případně z operativních technologických potřeb | 204 |
| 10.5 | Legislativní požadavky na odběry vzorků odpadních vod | 205 |
| 10.6 | Zajištění srovnatelnosti vzorkování | 206 |
| 10.7 | Odběry vzorků z hlediska právních a technických norem | 206 |
| 10.8 | Odběry vzorků pro kontrolu analyzátorů | 206 |
| 10.9 | Prostředky k odběru vzorků | 207 |
| 10.10 | Hlavní zásady pro odběr různých typů vzorků | 207 |
| 10.10.1 | Vzorkování přítoku | 207 |
| 10.10.2 | Vzorkování odtoku | 207 |
| 10.10.3 | Vzorkování aktivační směsi | 207 |
| 10.10.4 | Vzorkování odvodněného kalu | 208 |
| 10.10.5 | Vzorkování přijatých odpadních vod | 208 |
| 10.10.6 | Vzorkování plynu | 208 |
| 10.10.7 | Vzorkování při havárii | 208 |
| 10.11 | Odběr vzorků pro analýzu na místě | 208 |
| 10.12 | Úprava vzorků po odběru, jejich konzervace, doprava a přechovávání | 209 |
| 10.13 | Dokumentace a předávání vzorků | 210 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 11. | Řízení a obsluha provozu ČOV | 211 |
| 11.1 | Úvod | 211 |
| 11.2 | Obsluha a údržba ČOV | 212 |
| 11.3 | Automatizovaný systém řízení technologických procesů – ASŘTP | 213 |
| 11.3.1 | Automatizace a řízení – obecné pojmy | 213 |
| 11.3.2 | Měření a řízení ve vztahu k normám | 214 |
| 11.3.3 | Měření neelektrických veličin | 215 |
| 11.3.4 | Kontrola a řízení provozu technologických zařízení | 215 |
| 11.4 | Přenos dat | 216 |
| 11.4.1 | Formy dálkového řízení provozů ČOV – organizace práce | 216 |
| 12. | Kontrola účinnosti provozu | 219 |
| 12.1 | Legislativa pro kontrolu činnosti | 219 |
| 12.1.1 | Povolení k vypouštění odpadních vod | 219 |
| 12.1.2 | Domovní ČOV ohlášené podle § 15a vodního zákona | 222 |
| 12.2 | Legislativní požadavky na vzorkování přítoku | 222 |
| 12.3 | Legislativní požadavky na vzorkování technologických mezistupňů | 222 |
| 12.4 | Legislativní požadavky na vzorkování odtoku | 223 |
| 12.5 | Legislativní požadavky na měření množství vypouštěných odpadních vod | 224 |
| 12.6 | Legislativní požadavky na monitoring kalů | 225 |
| 12.7 | Vnější kontrola účinnosti provozu | 225 |
| 12.8 | Poplatky za množství a za znečištění vypouštěné odpadní vody | 226 |
| 12.9 | Plnění ohlašovacích povinností | 227 |
| 12.9.1 | Odpadní vody | 227 |
| 12.9.2 | Odpady | 227 |
| 13. | Provozní evidence a dokumentace | 229 |
| 13.1 | Požadavky vyplývající ze zákona č. 274/2001 Sb. | 229 |
| 13.2 | Provozní deník | 229 |
| 13.3 | Provozní údaje pro vyhodnocování technologických stupňů | 231 |
| 13.4 | Vybrané údaje z majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací | 233 |
| 13.5 | Výběr sledovaných ukazatelů v rámci provozní evidence | 234 |
| 13.6 | Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností – ISPOP | 234 |
| 13.7 | Základní přehledy a souhrny dat pro provozní evidenci | 235 |
| 13.8 | Plán kontrol míry znečištění odpadních vod a kalů | 236 |
| 13.9 | Výkresová dokumentace ČOV | 236 |
| 13.10 | Provozní řád | 236 |
| 13.10.1 | Základní údaje o čistírně | 237 |
| 13.10.2 | Pokyny pro provozování čistírny | 237 |
| 13.10.3 | Výkresová část | 238 |
| 13.10.4 | Část přílohová | 239 |
| 13.11 | Havarijní plán | 239 |
| 13.11.1 | Jednotlivé možné druhy havárií a odstranění následků | 240 |
| 13.11.2 | Vazba havarijních stavů k legislativě | 241 |
| 13.11.3 | Členění havarijního plánu | 241 |
| 13.12 | Kanalizační řád | 242 |
| 13.13 | Povodňový plán | 243 |
| 13.14 | Požární řady | 243 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 14. | Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, hygiena práce a požární ochrana | 245 |
| 14.1 | Zákonné povinnosti | 245 |
| 14.2 | Prevence rizik | 245 |
| 14.3 | Kategorizace pracovišť | 246 |
| 14.4 | Osobní ochranné potřeby, mycí, čisticí a dezinfekční prostředky | 246 |
| 14.5 | Požadavky a opatření pro zajištění bezpečné práce | 246 |
| 14.6 | Hygiena práce | 249 |
| 14.7 | Požární ochrana | 249 |
| 15. | Ekonomika čistírny odpadních vod | 251 |
| 15.1 | Příjmy – výnosy | 251 |
| 15.1.1 | Stočné | 251 |
| 15.1.2 | Platba za odpadní vodu předanou | 251 |
| 15.1.3 | Další příjmy provozu ČOV | 252 |
| 15.2 | Náklady – výdaje | 256 |
| 15.2.1 | Odpisy nebo nájemné | 257 |
| 15.2.2 | Náklady na chemikálie | 257 |
| 15.2.3 | Náklady na energie | 258 |
| 15.2.4 | Náklady na mzdy a zdravotní a sociální pojištění | 258 |
| 15.2.5 | Náklady na náhradní díly a další materiál | 259 |
| 15.2.6 | Náklady na externí (dodavatelské) opravy | 259 |
| 15.2.7 | Náklady na poplatky za vypouštění odpadních vod | 259 |
| 15.2.8 | Náklady na odpady | 261 |
| 15.2.9 | Náklady na laboratorní analýzy | 261 |
| 15.2.10 | Výrobní režie | 262 |
| 15.2.11 | Správní režie | 262 |
| 16. | Právní předpisy pro provozování ČOV | 263 |
| 16.1 | Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí..... | 263 |
| 16.2 | Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách | 264 |
| 16.3 | Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu | 268 |
| 16.4 | Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech | 269 |
| 16.5 | Zákon č. 455/2001 Sb., o živnostenském podnikání | 271 |
| 16.6 | Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu | 271 |
| 16.7 | Vyhláška č. 123/2001 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod | 272 |
| 16.8 | Nářízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech | 273 |
| 16.9 | Nářízení vlády č. 143/2012 Sb., o postupu pro určování znečištěných odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do povrchových vod | 273 |
| 17. | Použitá a doporučená literatura | 275 |
| 18. | Přílohy | 279 |
| 18.1 | PŘÍLOHA 1 – právní předpisy a normy pro provozování čistíren odpadních vod | 279 |