

Obsah:

| | |
|---|-----------|
| Historie stokování a čištění | 1 |
| 1. Účel odvodňování staveb | 6 |
| 1.1. Klasická koncepce odvodnění | 6 |
| 1.2. Moderní koncepce odvodnění | 7 |
| 2. Stokové soustavy | 9 |
| 2.1. Jednotná stoková soustava | 9 |
| 2.2. Oddílná stoková soustava | 10 |
| 2.3. Modifikovaná stoková soustava | 11 |
| 3. Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí..... | 12 |
| 4. Spolehlivost městského odvodnění | 13 |
| 4.1. Základní pojmy | 13 |
| 4.2. Možnosti aplikace poznatků a metod teorie spolehlivosti | 14 |
| 4.3. Stanovení spolehlivosti stokové sítě | 16 |
| 4.3.1. Stanovení spolehlivosti prvku systému | 17 |
| 4.3.2. Celková spolehlivost stokové sítě | 18 |
| 5. Způsob dopravy odpadních vod | 19 |
| 5.1. Tlaková kanalizace | 20 |
| 5.1.1. Systémy tlakové kanalizace | 21 |
| 5.2. Kanalizace podtlaková, vakuová | 23 |
| 5.2.1. Základní normy a předpisy | 24 |
| 5.2.2. Gravitační přítok | 24 |
| 5.2.3. Sběrná šachta | 24 |
| 5.2.4. Podtlaková část domovní přípojky | 26 |
| 5.2.5. Podtlakové potrubí | 26 |
| 5.2.6. Podtlaková stanice se sběrnými tanky | 27 |
| 5.2.7. Zkoušky, provoz, údržba | 27 |
| 5.3. Maloprofilová kanalizace | 28 |
| 6. Druhy odpadních vod | 29 |
| 6.1. Klasifikace látek obsažených ve vodě | 29 |
| 6.2. Vypouštění odpadních vod do stokové sítě | 31 |
| 6.3. Příпустné znečištění povrchových vod | 32 |
| 7. Stanovení množství a kvality odpadních vod ve stokových sítích..... | 34 |
| 7.1. Splaškové odpadní vody | 34 |
| 7.1.1. Množství splaškových odpadních vod | 34 |
| 7.1.2. Složení a vlastnosti splaškových vod | 36 |
| 7.2. Dešťové odpadní vody | 39 |
| 7.2.1. Anorganické látky | 40 |
| 7.2.2. Organické látky | 41 |
| 8. Monitoring..... | 45 |
| 8.1. Přehled metod pro měření průtoku | 45 |
| 8.1.1. Měření pomocí přelivů a měrných žlabů | 45 |
| 8.1.2. Elektromagnetická indukce | 48 |
| 8.1.3. Ultrazvuk | 48 |
| 8.2. Způsoby praktického aplikace měřících metod na stokové síti | 49 |
| 8.2.1. Ultrazvukový hladinoměr | 49 |
| 8.2.2. Instalace měrných přelivů a žlabů | 50 |
| 8.2.3. Ultrazvukový průtokoměr | 50 |
| 8.3. Srážkoměrná pozorování | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 9. Hydrologie stokových sítí | 53 |
| 9.1. Srážky | 53 |
| 9.1.1. Vznik srážek | 53 |
| 9.1.2. Zpracování dešťoměrných podkladů | 53 |
| 9.1.3. Klasifikace zatěžovacích srážek | 55 |
| 9.2. Efektivní dešť, povrchový odtok | 59 |
| 9.2.1. Určení ztrát na povodí | 61 |
| 9.2.2. Součinitel odtoku | 62 |
| 10. Hydraulika stokových sítí | 67 |
| 10.1. Neustálé proudění kapaliny | 67 |
| 10.2. Ustálené rovnoměrné proudění v tlakovém režimu | 69 |
| 10.3. Ustálené rovnoměrné proudění o volné hladině | 71 |
| 10.4. Hydraulická drsnost stok | 72 |
| 10.5. Říční a bystřinné proudění, provzdušený proud | 74 |
| 10.6. Provzdušený proud | 75 |
| 10.7. Mezní sklony a mezní rychlosti ve stokových sítích | 75 |
| 11. Výpočtové postupy pro dimenzování stokových sítí | 77 |
| 12. Matematické modelování proudění odpadních vod v potrubí stokové sítě | 80 |
| 12.1. Modelování nestacionárního proudění o volné hladině v úseku sítě | 80 |
| 12.2. Modelování tlakového proudění v potrubí | 81 |
| 12.3. Nestability při proudění v uzavřených profilech | 82 |
| 12.3.1. Počáteční a okrajové podmínky | 87 |
| 12.3.2. Kritérium stability řešení | 88 |
| 12.3.3. Modelování objektů na stokové sítě | 88 |
| 12.3.4. Kalibrace a verifikace | 90 |
| 12.3.5. Dostupné programové prostředky | 90 |
| 13. Kanalizační přípojky | 92 |
| 13.1. Napojení na veřejnou stoku | 92 |
| 13.2. Dimenzování kanalizačních přípojek | 92 |
| 13.2.1. Návrhový průtok | 92 |
| 13.2.2. Hydraulické zákonitosti | 93 |
| 13.2.3. Minimální přípustná dimenze | 93 |
| 13.2.4. Spády | 93 |
| 13.3. Trasování přípojek | 94 |
| 13.3.1. Veřejná část přípojky | 94 |
| 13.4. Další požadavky | 94 |
| 14. Technické podmínky navrhování stok | 95 |
| 14.1. Tvary a rozměry stok | 95 |
| 14.1.1. Kruhové profily stok | 96 |
| 14.1.2. Vejčitý tvar stoky | 97 |
| 14.2. Materiál stokových sítí | 98 |
| 14.2.1. Kamenina | 98 |
| 14.2.2. Beton a železobeton | 100 |
| 14.2.3. Polymerbeton | 102 |
| 14.2.4. Čedič | 103 |
| 14.2.5. Sklolaminát | 104 |
| 14.2.6. Litina (tvárná) | 106 |
| 14.2.7. Plasty | 106 |
| 14.3. Směrové vedení stok | 107 |
| 14.4. Výškové uspořádání stok | 108 |
| 14.5. Zakládání stokových sítí | 110 |
| 14.5.1. Stanovení rýhového zatížení | 110 |
| 14.5.2. Stanovení násypového zatížení | 111 |
| 14.5.3. Způsoby uložení stoky | 114 |

| | |
|---|------------|
| 15. Objekty na stokové síti a jejich navrhování | 116 |
| 15.1. Vstupní šachty | 116 |
| 15.2. Spojné šachty | 117 |
| 15.3. Lomové šachty | 118 |
| 15.4. Dešťové vpusti a lapače splavenin | 118 |
| 15.5. Výustní objekty | 120 |
| 15.6. Proplachovací objekty | 121 |
| 15.7. Spadiště | 121 |
| 15.8. Skluz | 121 |
| 15.9. Shybka | 122 |
| 15.10. Odlehčovací komory | 123 |
| 15.11. Zařízení na regulování průtoku odpadních vod | 131 |
| 15.11.1. Plovákové regulátory a štitové oddělovače | 131 |
| 15.11.2. Vírové regulátory | 140 |
| 15.11.3. Zpětné klapky na stokové síti | 141 |
| 15.12. Akumulační a separační zařízení | 143 |
| 15.12.1. Současný stav navrhování a provozování dešťových nádrží v ČR | 145 |
| 15.12.2. Konstrukce dešťových nádrží | 148 |
| 15.12.3. Vliv dešťové nádrže na čistírnu | 150 |
| 15.13. Čerpací stanice | 151 |
| 15.13.1. Úvod | 151 |
| 15.13.2. Koncepční řešení | 151 |
| 15.13.3. Strojní část | 153 |
| 15.13.4. Výtlaky splaškových vod | 158 |
| 15.13.5. Stavební řešení ČS | 159 |
| 15.13.6. Elektroinstalace | 160 |
| 16. Podklady pro návrh a výpočet ČOV | 161 |
| 16.1. Množství odpadních vod | 161 |
| 16.1.1. Stanovení průtoku biologickou částí ČOV | 161 |
| 16.2. Kvalita odpadních vod | 163 |
| 16.3. Požadavky na kvalitu vyčištěné vody | 163 |
| 16.3.1. Charakterizace městských odpadních vod | 163 |
| 16.4. Vzorkování v čistírnách odpadních vod | 163 |
| 16.4.1. Odběry vzorků v čistírnách odpadních vod | 163 |
| 16.4.2. Měření průtoku | 164 |
| 17. Předčištění a mechanické čištění | 165 |
| 17.1. Česle, síta, rozmělnovače shrabků | 165 |
| 17.1.1. Česle a síta | 165 |
| 17.1.2. Rozmělnovače shrabků | 167 |
| 17.2. Množství shrabků, lisování a odklizení shrabků | 167 |
| 17.2.1. Složení a množství shrabků | 167 |
| 17.2.2. Zpracování shrabků | 167 |
| 17.3. Množství a složení písku, funkce a typy lapáků písku | 168 |
| 17.3.1. Množství a složení písku | 168 |
| 17.3.2. Funkce a typy lapáku písku | 168 |
| 17.4. Lapáky tuků a plovoucích nečistot, flotace | 170 |
| 17.4.1. Odlučování lehkých částic | 170 |
| 17.4.2. Flotace | 170 |
| 17.5. Usazování | 171 |
| 17.5.1. Rozlišení separace suspendovaných částic sedimentací | 171 |
| 17.5.2. Síly působící na usazované částice | 171 |
| 17.5.3. Usazovací nádrže | 172 |
| 17.5.4. Dimenzování usazovacích nádrží | 173 |
| 18. Biologické čištění odpadních vod | 175 |
| 18.1. Rozdělení biologických čistírenských procesů | 175 |
| 18.2. Aerobní biologické pochody | 175 |
| 18.3. Biologická rozložitelnost | 176 |

| | |
|--|------------|
| 18.4. Růst a množení mikroorganismů | 176 |
| 18.5. Rozdělení mikroorganismů podle zdroje energie a C | 178 |
| 18.6. Technologické varianty biologického čištění | 178 |
| 18.6.1. Aktivace | 179 |
| 18.6.2. Biologické zkrápění filtry | 179 |
| 18.6.3. Biologické stabilizační nádrže | 179 |
| 18.7. Anaerobní biologické pochody | 180 |
| 18.7.1. Kultivace anaerobní biomasy | 180 |
| 18.7.2. Reaktory pro anaerobní čištění | 181 |
| 19. Aktivační proces | 182 |
| 19.1. Princip procesu | 182 |
| 19.1.1. Aktivovaný kal | 182 |
| 19.2. Technologické parametry aktivačního procesu | 184 |
| 19.3. Základní typy aktivačního procesu | 185 |
| 19.4. Faktory ovlivňující čistící účinek aktivace | 188 |
| 19.5. Zabezpečení dodávky kyslíku do aktivačního systému | 189 |
| 19.5.1. Rovnice spotřeby kyslíku | 189 |
| 19.5.2. Přestup kyslíku do vody | 189 |
| 19.5.3. Oxygenační kapacita | 189 |
| 19.6. Návrhová kritéria | 190 |
| 20. Nutrienty | 193 |
| 20.1. Eutrofizace | 193 |
| 20.1.1. Příčiny eutrofizace | 193 |
| 20.1.2. Následky eutrofizace | 193 |
| 20.2. Dusík | 193 |
| 20.2.1. Formy dusíku | 193 |
| 20.2.2. Fyzikálně-chemické metody odstraňování dusíku | 195 |
| 20.2.3. Biologické metody pro odstraňování dusíku | 195 |
| 20.3. Fosfor | 204 |
| 20.3.1. Formy fosforu | 204 |
| 20.3.2. Odstraňování fosforu chemickými metodami | 204 |
| 20.3.3. Odstraňování fosforu biologickými metodami | 207 |
| 20.4. Systémy pro společné odstraňování dusíku a fosforu | 209 |
| 20.5. Faktory ovlivňující volbu systému | 213 |
| 20.5.1. Odpadní voda | 213 |
| 20.5.2. Poměr CHSK : N_{Kj} | 213 |
| 20.5.3. Poměr CHSK : P_{celk} | 213 |
| 20.5.4. Primární usazování | 213 |
| 20.5.5. Typ aerace | 214 |
| 20.5.6. Dosazování | 214 |
| 20.5.7. Požadavky na odtok | 214 |
| 21. Aerobní reaktory s biomasou přisedlou (tj. mobilizovanou) – biofilmové reaktory | 215 |
| 21.1. Skrápěné biologické kolony (skrápěné filtry) | 216 |
| 21.1.1. Návrhové parametry skrápěných filtrů | 217 |
| 21.1.2. Základní technologické parametry skrápěných filtrů | 217 |
| 21.2. Rotační biokontaktory | 219 |
| 21.2.1. Návrhové parametry rotačních biokontaktorů | 220 |
| 21.2.2. Základní technologické parametry rotačních biokontaktorů | 220 |
| 22. Aerační systémy | 221 |
| 22.1. Pneumatické aerace | 221 |
| 22.1.1. Jemnobublinná aerace | 221 |
| 22.1.2. Středobublinná aerace | 222 |
| 22.1.3. Hrubobublinná aerace | 223 |
| 22.1.4. Dmyhadla | 223 |
| 22.1.5. Filtrace vzduchu | 223 |
| 22.1.6. Sání vzduchu | 223 |

| | |
|--|------------|
| 22.1.7. Vzduchové potrubí..... | 223 |
| 22.2. Mechanické aerace..... | 224 |
| 22.3. Hydropneumatické aerace..... | 224 |
| 22.4. Kombinovaná aerace | 225 |
| 22.5. Použití čistého kyslíku v aktivačních nádržích | 225 |
| 23. Separace aktivovaného kalu | 227 |
| 23.1. Technologické parametry dosazovaných nádrží | 228 |
| 23.2. Dimenzování dosazovaných nádrží | 229 |
| 23.3. Typy dosazovacích nádrží | 232 |
| 23.4. Detaily technického řešení dosazovacích nádrží | 233 |
| 24. Kalové hospodářství čistíren odpadních vod..... | 235 |
| 24.1. Typy čistírenských kalů | 235 |
| 24.2. Charakteristika kalu | 236 |
| 24.3. Technologie zpracování kalů | 238 |
| 24.4. Zahušťování kalu | 238 |
| 24.4.1. Sedimentace v gravitačních nádržích..... | 239 |
| 24.4.2. Flotace | 239 |
| 24.4.3. Zahušťovací odstředivky | 240 |
| 24.4.4. Rotační, pásové, šnekové a šterbinové zahušťovače..... | 240 |
| 24.5. Předúprava kalu | 242 |
| 24.6. Stabilizace kalu | 242 |
| 24.6.1. Anaerobní stabilizace kalu..... | 242 |
| 24.6.2. Anaerobní stabilizace kalů..... | 244 |
| 24.6.3. Chemická stabilizace | 245 |
| 24.7. Odvodňování kalu..... | 246 |
| 24.7.1. Přirozené způsoby odvodňování na kalových polích a lagunách..... | 246 |
| 24.7.2. Sítopásové lisy | 246 |
| 24.7.3. Kalolisy..... | 247 |
| 24.7.4. Odvodňovací odstředivky | 247 |
| 24.7.5. Termické sušení | 248 |
| 24.8. Hygienizace kalu | 249 |
| 24.9. Využití kalů nebo jejich finální likvidace | 249 |
| 24.9.1. Využití kalu v zemědělství jako hnojiva..... | 249 |
| 24.9.2. Využití kalu v zemědělství pro kompostování..... | 250 |
| 24.9.3. Zakomponování do stavebních materiálů | 250 |
| 24.9.4. Zneškodňování | 250 |
| 24.9.5. Ústřední zneškodňování | 250 |