

**ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА  
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

**Вања Шуштершич**

**Технологије и  
постројења  
у припреми воде  
за пиће и третману  
отпадних вода**

**Универзитет у Крагујевцу  
Факултет инжењерских наука**



**др Вања Шуштершич**

**Технологије и постројења у  
припреми воде за пиће  
и третману отпадних вода**

**Крагујевац, 2014.**

# **Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода**

**ИСБН:** 978-86-6335-007-6

**Аутор:** **Др Вања Шуштершич, ванредни професор**  
Факултет инжењерских наука,  
Крагујевац

**Рецензенти:** **Др Милун Бабић, редовни професор**  
Факултет инжењерских наука, Крагујевац  
**Др Милан Деспотовић, редовни професор**  
Факултет инжењерских наука,  
Крагујевац  
**Др Живан Спасић, доцент**  
Машински факултет, Ниш

**Издавач:** **Факултет инжењерских наука**  
**Универзитета у Крагујевцу**  
Сестре Јањић 6, 34000 Крагујевац

**За издавача:** **Др Мирослав Живковић, редовни професор, декан**

**Главни и одговорни уредник** **Др Данијела Милорадовић, доцент,**  
продекан за наставу

**Тираж:** 200 примерака

**Штампа:** **СЗР графички центар Interprint,**  
**Крагујевац**

Copyright © Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2014.

---

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, број 01-1/1855-14 од 19.06.2014. године, одобрено за штампање као основни уџбеник.

---

Ова књига је штампана средствима Европске Комисије преко TEMPUS пројекта DIAUSS JP 516729-2011

This book was published by the European Commission through the project TEMPUS JP 516729-2011 DIAUSS

# САДРЖАЈ

<b>1. Увод</b>	1
<b>2. Квалитет воде за пиће</b>	5
<b>2.1 Стандарди квалитета воде за пиће</b>	5
2.1.1 Показатељи квалитета воде и њихов значај	6
<b>3. Изворишта вода за пиће</b>	11
<b>3.1 Хидролошки циклус</b>	11
<b>3.2 Карактеристике природних вода</b>	14
<b>3.3 Квалитет површинских вода</b>	19
<b>3.4 Квалитет подземних вода</b>	21
<b>4. Припрема воде за пиће</b>	27
<b>4.1 Процеси и операције у третману воде</b>	28
<b>4.2 Предтретман</b>	30
4.2.1 Аерација	30
4.2.2 Мешање	34
4.2.3 Коагулација и флокулација	37
4.2.3.1 Коагулација	39
4.2.3.2 Флокулација	41
4.2.3.3 Комбиновани објекти	44
4.2.3.4 Теоријске основе процеса коагулације	47
4.2.3.5 Врсте коагуланата и флокуланата	51
4.2.3.6 Складиштење и дозирање хемикалија	56
<b>4.3 Бистрење</b>	58
4.3.1 Таложење	59

4.2.3.1 Теоријске основе таложења	59
4.2.3.2 Врсте таложника	69
4.2.3.3 Ефикасност бистрења	75
4.2.3.4 Критеријуми при пројектовању таложника	76
4.3.2 Флотација	77
4.3.3 Филтрирање	79
4.3.3.1 Техника филтрирања	80
4.3.3.2 Спори филтери	82
4.3.3.3 Брзи филтери	84
4.3.3.4 Принцип рада брзог гравитационог филтера	87
4.3.3.5 Прање филтера	90
4.3.3.6 Брзи филтери под притиском	93
4.3.3.7 Микрофилтери	95
<b>4.4 Дезинфекција и оксидација</b>	98
4.4.1 Уређаји за дезинфекцију	107
<b>4.5 Допунски процеси</b>	113
4.5.1 Адсорпција	113
4.5.1.1 Механизам адсорпције	114
4.5.1.2 Параметри који утичу на адсорпцију	115
4.5.1.3 Примена активног угља као адсорбента	118
4.5.2 Уклањање гвожђа и мангана	121
4.5.3 Одстрањивање амонијака	123
4.5.4 Омекшавање	125
4.5.5 Ултраљубичаста стерилизација	128
4.5.6 Мембрански процеси	130
4.5.7 Обрада муља насталог у процесу кондиционирања воде	135
<b>5. Постројења за припрему и третман воде за пиће</b>	139
<b>5.1 Избор технологије кондиционирања воде</b>	141

5.1.1 Варијанте кондиционирања подземне воде	143
5.1.2 Варијанте кондиционирања површинске воде	146
5.1.3 Кондиционирање воде у ванредним приликама	148
<b>5.2 Мерење и управљање у постројењима</b>	150
<b>5.4 Методологија пројектовања техничких решења</b>	155
<b>6. Загађење вода</b>	157
<b>7. Настанак отпадних вода</b>	159
<b>8. Физичко-хемијске карактеристике отпадних вода</b>	169
<b>8.1 Физичке карактеристике</b>	169
8.1.1 Сува материја	169
8.1.2 Боја	170
8.1.3 Мирис	170
8.1.4 Температура	170
<b>8.2 Хемијске карактеристике</b>	171
8.2.1 Органске материје	171
8.2.2 Биохемијска потрошња кисеоника (ВРК)	171
8.2.3 Хемијски потребна количина кисеоника (НРК)	175
8.2.4 Укупни органски угљеник (ТОС)	177
8.2.5 Протеини, угљени хидрати, уља и масти	177
8.2.6 Специфична органска једињења: површински активне материје, пестициди, феноли	177
8.2.7 Неорганске материје	178
8.2.8 Азот, фосфор, сумпор	178
8.2.9 рН, акалитет, киселост	179
8.2.10 Тешки метали, токсичне супстанце	179
<b>8.3 Биолошке карактеристике</b>	179
8.3.1 Микробиолошка испитивања	180
8.3.2 Биолошка испитивања	180
<b>9. Главни поступци пречишћавања отпадних вода</b>	181

<b>9.1 Механички поступци у третману отпадних вода</b>	182
9.1.1 Решетке	185
9.1.2 Песколони (хватачи песка)	186
9.1.3 Хватачи масти и уља	187
9.1.4 Таложници	188
9.1.4.1 Примарни (претходни) таложници	190
9.1.4.2 Секундарни таложници	192
9.1.5 Уређаји за осредњавање карактеристика отпадних вода	193
<b>10. Биолошки поступци у пречишћавању отпадних вода</b>	197
<b>10.1 Аеробни процес пречишћавања отпадних вода</b>	200
10.1.1 Процес са активним муљем	200
10.1.2 Механизам уклањања органског загађења	203
10.1.3 Карактеристике активног муља	203
10.1.4 Врсте процеса са активним муљем	204
10.1.5 Биолошки процеси прераде отпадних вода у аеробним лагунама	206
10.1.6 Биолошки процеси прераде отпадних вода у аеробним(плитким) језерима	208
<b>10.2 Анаеробни процес пречишћавања отпадних вода</b>	208
10.2.1 Конструктивна решења анаеробних дигестора	210
10.2.1.1. Дигестори прве генерације	213
10.2.2.1. Дигестори друге генерације	214
<b>11. Математички модел биолошког третмана отпадних вода</b>	217
<b>11.1 Средњи проток отпадне воде</b>	218
<b>11.2 Одабир поступка</b>	219
<b>11.3 Димензионисање базена за аерацију</b>	219
11.3.1 Специфична производња муља (M <sub>sp</sub> )	220
11.3.2 Оптерећење муљем (M <sub>o</sub> )	221

<b>11.4 Димензинисање секундарног таложника</b>	222
<b>11.5 Провера усвојених величина</b>	225
<b>11.6 Уклањање ВРК и суспендоване материје (SS)</b>	225
<b>11.7 Уклањање азота</b>	228
<b>11.8 Кисеоник у природним водама</b>	229
11.8.1 Концентрација (резерве) раствореног кисеоника	229
11.8.2 Реаерација (надокнађивање потрошеног кисеоника апсорпцијом из ваздуха)	231
11.8.2.1 Биланс кисеоника	231
<b>11.9 Одређивање снаге муљне пумпе</b>	233
<b>12. Ротациони биолошки контрактор и секвенцијални шаржни реактор</b>	237
<b>12.1 Ротациони биолошки контрактор</b>	237
<b>12.2 Секвенцијални шаржни реактор</b>	242
12.2.1 Прорачун SBR-а	246
<b>13. Хемијски поступци у третману отпадних вода</b>	257
<b>13.1 Хемијско таложење</b>	258
13.1.1 Уклањање тешких метала	258
<b>13.2 Јонска измена</b>	259
13.2.1 Пречишћавање отпадних вода површинске обраде метала	260
13.2.2 Остале примене јонске измене у пречишћавању отпадних вода	260
<b>13.3 Остали хемијски поступци пречишћавања</b>	261
13.3.1 Неутрализација	261
13.3.2 Окцидација (и дезинфекција)	263
13.3.3 Продувавање ("striping") гасом	264
13.3.3.1 Продувавање ваздухом	265
13.3.3.2 Продувавање воденом паром	266
13.3.4 Уклањање азота и фосфора	267
13.3.4.1 Хемијски поступци уклањања азота	267



<i>13.3.4.2 Хемијски поступци уклањања фосфора</i>	271
<b>14. Поступци обраде муља при пречишћавању отпадних вода</b>	275
<b>Литература</b>	285



ISBN 978-86-6335-007-6



9 788663 350076

