

# SADRŽAJ

<b>1</b>	<b>VODA I NJEN ZNAČAJ</b>	<b>7</b>
1.1	RASPODJELA VODE NA ZEMLJI	9
1.2	SNABDJEVANJE VODOM	12
1.3	PODJELA VODA	13
<b>2</b>	<b>OSNOVNE KARAKTERISTIKE VODE</b>	<b>15</b>
2.1	KARAKTERISTIKE PRIRODNIH VODA <sup>12</sup>	17
2.2	OSNOVNI POKAZATELJI KVALITETA VODE	18
2.2.1	<i>Fizički pokazatelji</i>	18
2.2.2	<i>Hemijski pokazatelji</i>	19
2.2.3	<i>Biološki pokazatelji</i>	21
<b>3</b>	<b>VODOTOCI PRIJEMNICI OTPADNIH VODA</b>	<b>23</b>
3.1	KVALITET I KARAKTERISTIKE VODOTOKA-PRIJEMNIKA	25
3.2	NAMJENA VODA	35
3.3	KATEGORIZACIJA VODOTOKA	36
3.4	UTICAJ OTPADNIH VODA NA KVALITET VODOTOKA	38
3.4.1	<i>Samoprečišćavajuća moć vodotoka (autopurifikacija)</i>	38
3.4.2	<i>Uloga rastvorenog kiseonika u vodi</i>	40
3.5	UTVRĐIVANJE BROJA EKVIVALENTNIH STANOVNIKA (EBS)	42
3.6	NAČIN UZIMANJA UZORKA OTPADNE VODE	43
3.6.1	<i>Proračun broja ekvivalentnih stanovnika</i>	44
3.6.2	<i>Razblaživanje otpadnih voda</i>	45
3.7	NEUTRALIZIRAJUĆE OSOBINE VODOTOKA	47
<b>4</b>	<b>IZVORI POLUTANATA U VODI I MJERE ZAŠTITE</b>	<b>49</b>
4.1	ZAGAĐENOST VODA	51
4.2	VRSTE POLUTANATA U VODI	53
4.3	ZAŠTITA VODA OD ZAGAĐENJA OTPADNIM VODAMA	54
4.3.1	<i>Administrativne mjere zaštite vodoprijemnika</i>	56
<b>5</b>	<b>USLOVI ZA ISPUŠTANJE OTPADNIH VODA</b>	<b>59</b>
5.1	ISPUŠTANJE OTPADNIH VODA U PRIRODNE VODE	61
5.2	ISPUŠTANJE OTPADNIH VODA U JAVNU KANALIZACIJU	65
5.3	ISPUŠTANJE NA POSTROJENJE ZA BIOLOŠKU OBRADU	70
5.4	ODREĐIVANJE POTREBNOG STEPENA PREČIŠĆAVANJA OTPADNE VODE	71
5.4.1	<i>Proračun potrebnog stepena prečišćavanja</i>	72

<b>6</b>	<b>VRSTE I KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA</b>	<b>75</b>
6.1	DEFINICIJA OTPADNE VODE I PORIJEKLO	77
6.2	KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	78
6.2.1	<i>Fizičke karakteristike</i>	78
6.2.2	<i>Hemijske karakteristike</i>	80
6.2.3	<i>Biološke karakteristike</i>	83
6.3	KLASIFIKACIJA PRIMJESA I ZAGAĐENJA	84
6.4	DOMAĆE OTPADNE VODE	88
6.5	INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE	95
6.5.1	<i>Poljoprivreda i prehrambena industrija</i>	99
6.5.2	<i>Hemijska industrija i industrija nafte<sup>20</sup></i>	101
6.5.3	<i>Industrija celuloze, tekstila i papira</i>	102
6.6	ODVODNJA OTPADNIH VODA	105
6.6.1	<i>Načini odvodnje otpadnih voda</i>	105
6.6.1.1	Zajedničko odvođenje i prečišćavanje industrijskih i komunalnih otpadnih voda	107
<b>7</b>	<b>PREGLED POSTUPAKA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA</b>	<b>111</b>
7.1	PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA	113
7.2	IZBOR POSTUPKA PREČIŠĆAVANJA	114
7.3	POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA	117
<b>8</b>	<b>FIZIČKI POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA</b>	<b>121</b>
8.1	UVOD	123
8.1.1	<i>Rešetke</i>	123
8.1.2	<i>Sita</i>	128
8.1.3	<i>Usitnjivači (kominutori)</i>	130
8.1.4	<i>Pjeskolovi</i>	131
8.1.5	<i>Taloženje</i>	136
8.1.5.1	Idealno taloženje	138
8.1.5.2	Realno taloženje	142
8.1.5.3	Zonsko taloženje	148
8.1.6	<i>Vrste taložnika</i>	151
8.1.6.1	Horizontalni (pravougaoni) taložnici	153
8.1.6.2	Radijalni taložnici	155
8.1.6.3	Vertikalni taložnici	157
8.1.7	<i>Lamelno (tankoslojno) taloženje</i>	159
8.1.8	<i>Uklanjanje ulja i masti</i>	163
8.1.8.1	Separatori-odvajači taloga ulja i masti	165
8.1.8.2	Separatori specijalnih namjena	167

8.1.9	<i>Flotacija</i> .....	168
8.1.10	<i>Centrifugiranje</i> .....	171
8.1.11	<i>Egalizacija</i> .....	172

## **9 BIOLOŠKI POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**

### **177**

9.1	UVOD .....	179
9.2	MIKROORGANIZMI U BIOLOŠKOM PREČIŠĆAVANJU .....	183
9.2.1	<i>Razvoj mikroorganizama u čistim kulturama</i> .....	184
9.2.2	<i>Razvoj mikroorganizama u mješovitoj kulturi</i> .....	185
9.2.3	<i>Stopa rasta mikroorganizama</i> .....	186
9.3	AEROBNI PROCESI PREČIŠĆAVANJA.....	189
9.3.1	<i>Proces sa aktivnim muljem</i> .....	192
9.3.1.1	Faktori procesa .....	195
9.3.1.2	Osnovni parametri procesa .....	197
9.3.1.3	Tipovi postrojenja.....	198
9.3.1.4	Uređaji za aeraciju.....	214
9.3.2	<i>Procesi sa fiksiranim biološkim filmom</i> .....	218
9.3.2.1	Biološki filteri.....	219
9.3.3	<i>Rotacioni biološki kontaktori (RBK)</i> .....	227
9.3.4	<i>Lagune</i> .....	230
9.3.4.1	Aerisane lagune .....	231
9.3.5	<i>Naknadni taložnici</i> .....	232
9.4	ANAEROBNO BIOLOŠKO PREČIŠĆAVANJE.....	234
9.4.1	<i>Potrebe u nutrijentima</i> .....	236
9.4.2	<i>Temperatura</i> .....	236
9.4.3	<i>Toksičnost</i> .....	237
9.4.4	<i>Anaerobni digestori</i> .....	237

## **10 HEMIJSKI PROCESI OBRADNE OTPADNIH VODA**

### **243**

10.1	UVOD .....	245
10.2	KOAGULACIJA/FLOKULACIJA .....	245
10.3	NEUTRALIZACIJA.....	250
10.4	ADSORPCIJA .....	252
10.4.1.1	Adsorpcija na aktivnom uglju.....	253
10.5	HEMIJSKA OKSIDACIJA .....	258
10.6	MOKRA OKSIDACIJA VAZDUHOM.....	260
10.7	JONSKA IZMJENA .....	261
10.7.1.1	Prečišćavanje otpadnih voda površinske obrade metala .....	263
10.8	UKLANJANJE TEŠKIH METALA .....	266

## **11 TERCIJARNA OBRADA OTPADNIH VODA**

### **275**

11.1	UVOD .....	277
11.2	UKLANJANJE AZOTA .....	279
11.2.1.1	Desorpcija amonijaka (striping).....	280
11.2.1.2	Nitrifikacija.....	282
11.2.1.3	Denitrifikacija.....	284
11.2.1.4	Uklanjanje amonijačnog azota jonskom izmjenom .....	287
11.2.1.5	Uklanjanje amonijačnog azota hlorisanjem .....	287
11.3	UKLANJANJE FOSFORA .....	288
11.3.1	<i>Hemijski postupci uklanjanja fosfora</i> .....	290
11.3.1.1	Biološke metode .....	293
11.4	MEMBRANSKI POSTUPCI.....	295
11.4.1	<i>Reverzna osmoza</i> .....	296
11.4.2	<i>Ultrafiltracija</i> .....	297
11.4.3	<i>Elektrodijaliza</i> .....	298
11.5	FILTRACIJA.....	299
11.5.1	<i>Konstrukcija i primjena filtera</i> .....	301
11.5.2	<i>Pranje filtera</i> .....	302
11.6	DEZINFEKCIJA .....	304
11.6.1	<i>Dezinfekcija hlorom</i> .....	305
11.6.2	<i>Ostali načini dezinfekcije</i> .....	309
12	<b>OBRADA I ODLAGANJE MULJA .....</b>	<b>311</b>
12.1	UVOD.....	313
12.2	KOLIČINE I KARAKTERISTIKE MULJA .....	315
12.3	POSTUPCI OBRADE MULJA .....	320
12.3.1	<i>Smanjivanje zapremine i količine vode u mulju (dehidracija)</i> .....	325
12.3.1.1	Gravitacioni zgušnjivač .....	326
12.3.1.2	Flotaciono zgušnjavanje .....	328
12.3.1.3	Centrifugiranje.....	329
12.3.1.4	Vakuum filteri .....	331
12.3.1.5	Filter prese.....	332
12.3.1.6	Polja za sušenje mulja.....	335
12.3.1.7	Lagune.....	337
12.3.1.8	Hemijsko kondiciranje mulja.....	337
12.3.2	<i>Stabilizacija mulja</i> .....	339
12.3.2.1	Stabilizacija krečom .....	339
12.3.2.2	Kompostiranje .....	340
12.3.2.3	Termička obrada mulja .....	341
12.3.2.4	Anaerobna stabilizacija (digestija).....	345
12.3.2.5	Aerobna stabilizacija .....	349
12.3.3	<i>Uništavanje patogenih mikroorganizama i parazita</i> .....	353

<b>13</b>	<b>MJERENJE, UPRAVLJANJE I KONTROLA EFIKASNOSTI UREĐAJA .....</b>	<b>355</b>
13.1	UVOD .....	357
13.2	KONTINUIRANA MJERENJA U SISTEMU ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA .....	357
13.2.1	<i>Mjesta za kontinuirana mjerenja.....</i>	<i>359</i>
13.2.2	<i>Značaj kontinuiranih mjerenja pojedinih parametara kvaliteta vode .....</i>	<i>362</i>
13.3	LABORATORIJSKE ANALIZE .....	363
13.3.1	<i>Uzorci za analizu u laboratoriji.....</i>	<i>364</i>
13.3.2	<i>Podaci dobijeni mjerenjima .....</i>	<i>365</i>
<b>14</b>	<b>TEHNOEKONOMSKA ANALIZA TROŠKOVA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA .....</b>	<b>367</b>
14.1	UVOD .....	369
14.2	EKONOMSKA ANALIZA BUDUĆEG POSTROJENJA .....	370
14.3	TEHNOLOŠKI TRANSFER OPREME.....	374
14.4	INVESTICIJE .....	375
14.5	GODIŠNJI TROŠKOVI .....	377
<b>15</b>	<b>EVROPSKE DIREKTIVE U OBLASTI OTPADNIH VODA ..</b>	<b>385</b>
15.1	UVOD .....	387
15.2	DIREKTIVE EVROPSKE UNIJE.....	387
15.3	PREPORUKE .....	391
<b>16</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>393</b>
<b>17</b>	<b>PRILOZI.....</b>	<b>397</b>