

SADRŽAJ

1	VODA I NJEN ZNAČAJ	7
1.1	RASPODJELA VODE NA ZEMLJI	9
1.2	SNABDJEVANJE VODOM	12
1.3	PODJELA VODA	13
2	OSNOVNE KARAKTERISTIKE VODE	15
2.1	KARAKTERISTIKE PRIRODNIH VODA ¹²	17
2.2	OSNOVNI POKAZATELJI KVALITETA VODE	18
2.2.1	<i>Fizički pokazatelji</i>	<i>18</i>
2.2.2	<i>Hemijski pokazatelji</i>	<i>19</i>
2.2.3	<i>Biološki pokazatelji</i>	<i>21</i>
3	VODOTOCI PRIJEMNICI OTPADNIH VODA	23
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>	<i>38</i>
3.4.2	<i>Uloga rastvorenog kiseonika u vodi</i>	<i>40</i>
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>	<i>44</i>
3.6.2	<i>Razblaživanje otpadnih voda</i>	<i>45</i>
3.7	NEUTRALIZIRAJUĆE OSOBINE VODOTOKA	47
4	IZVORI POLUTANATA U VODI I MJERE ZAŠTITE	49
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>	<i>56</i>
5	USLOVI ZA ISPUŠTANJE OTPADNIH VODA	59
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>	<i>72</i>

6	VRSTE I KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	75
6.1	DEFINICIJA OTPADNE VODE I PORIJEKLO	77
6.2	KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	78
6.2.1	Fizičke karakteristike	78
6.2.2	Hemijske karakteristike	80
6.2.3	Biološke karakteristike	83
6.3	KLASIFIKACIJA PRIMJESA I ZAGAĐENJA	84
6.4	DOMAĆE OTPADNE VODE	88
6.5	INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE	95
6.5.1	Poljoprivreda i prehrambena industrija	99
6.5.2	Hemijska industrija i industrija nafte ²⁰	101
6.5.3	Industrija celuloze, tekstila i papira	102
6.6	ODVODNJA OTPADNIH VODA	105
6.6.1	N načini odvođenja otpadnih voda	105
6.6.1.1	Zajedničko odvođenje i prečišćavanje industrijskih i komunalnih otpadnih voda	107
7	PREGLED POSTUPAKA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA	111
7.1	PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA	113
7.2	IZBOR POSTUPKA PREČIŠĆAVANJA	114
7.3	POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA	117
8	FIZIČKI POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA	121
8.1	UVOD	123
8.1.1	Rešetke	123
8.1.2	Sita	128
8.1.3	Usitnjivači (kominutori)	130
8.1.4	Pjeskolovi	131
8.1.5	Taloženje	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	Vrste taložnika	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	Lamelno (tankoslojno) taloženje	159
8.1.8	Uklanjanje ulja i masti	163
8.1.8.1	Separatori-odvajači taloga ulja i masti	165
8.1.8.2	Separatori specijalnih namjena	167

8.1.9	Flotacija	168
8.1.10	Centrifugiranje	171
8.1.11	Egalizacija	172
9	BIOLOŠKI POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA	177
9.1	UVOD	179
9.2	MIKROORGANIZMI U BIOLOŠKOM PREČIŠĆAVANJU	183
9.2.1	Razvoj mikroorganizama u čistim kulturama	184
9.2.2	Razvoj mikroorganizama u mješovitoj kulturi	185
9.2.3	Stopa rasta mikroorganizama	186
9.3	AEROBNI PROCESI PREČIŠĆAVANJA	189
9.3.1	Proces sa aktivnim muljem	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	Procesi sa fiksiranim biološkim filmom	218
9.3.2.1	Biološki filteri	219
9.3.3	Rotacioni biološki kontaktori (RBK)	227
9.3.4	Lagune	230
9.3.4.1	Aerisane lagune	231
9.3.5	Naknadni taložnici	232
9.4	ANAEROBNO BIOLOŠKO PREČIŠĆAVANJE	234
9.4.1	Potrebe u nutrijentima	236
9.4.2	Temperatura	236
9.4.3	Toksičnost	237
9.4.4	Anaerobni digestori	237
10	HEMIJSKI PROCESI OBRADJE 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	Hemijski postupci uklanjanja fosfora	290
11.3.1.1	Biološke metode	293
11.4	MEMBRANSKI POSTUPCI	295
11.4.1	Reverzna osmoza	296
11.4.2	Ultrafiltracija	297
11.4.3	Elektrodijaliza	298
11.5	FILTRACIJA	299
11.5.1	Konstrukcija i primjena filtera	301
11.5.2	Pranje filtera	302
11.6	DEZINFEKCIJA	304
11.6.1	Dezinfekcija hlorom	305
11.6.2	Ostali načini dezinfekcije	309
12	OBRADA I ODLAGANJE MULJA	311
12.1	UVOD	313
12.2	KOLIČINE I KARAKTERISTIKE MULJA	315
12.3	POSTUPCI OBRADJE MULJA	320
12.3.1	Smanjivanje zapremine i količine vode u mulju (dehidracija)	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	Stabilizacija mulja	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	Uništavanje patogenih mikroorganizama i parazita	353

13	MJERENJE, UPRAVLJANJE I KONTROLA EFIKASNOSTI UREĐAJA	355
13.1	UVOD	357
13.2	KONTINUIRANA MJERENJA U SISTEMU ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA	357
13.2.1	Mjesta za kontinuirana mjerenja	359
13.2.2	Značaj kontinuiranih mjerenja pojedinih parametara kvaliteta vode	362
13.3	LABORATORIJSKE ANALIZE	363
13.3.1	Uzorci za analizu u laboratoriji	364
13.3.2	Podaci dobijeni mjerenjima	365
14	TEHNOEKONOMSKA ANALIZA TROŠKOVA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA	367
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
15	EVROPSKE DIREKTIVE U OBLASTI OTPADNIH VODA	385
15.1	UVOD	387
15.2	DIREKTIVE EVROPSKE UNIJE	387
15.3	PREPORUKE	391
16	LITERATURA	393
17	PRILOZI	397

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 hlorsanjem	287
11.3	UKLANJANJE FOSFORA	288
11.3.1	Hemijski postupci uklanjanja fosfora	290
11.3.1.1	Biološke metode	293
11.4	MEMBRANSKI POSTUPCI	295
11.4.1	Reverzna osmoza	296
11.4.2	Ultrafiltracija	297
11.4.3	Elektrodijaliza	298
11.5	FILTRACIJA	299
11.5.1	Konstrukcija i primjena filtera	301
11.5.2	Pranje filtera	302
11.6	DEZINFEKCIJA	304
11.6.1	Dezinfekcija hlorskom	305
11.6.2	Ostali načini dezinfekcije	309
12	OBRADA I ODLAGANJE MULJA	311
12.1	UVOD	313
12.2	KOLIČINE I KARAKTERISTIKE MULJA	315
12.3	POSTUPCI OBRADE MULJA	320
12.3.1	Smanjivanje zapremine i količine vode u mulju (dehidracija)	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	Stabilizacija mulja	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	Uništavanje patogenih mikroorganizama i parazita	353

13	MJERENJE, UPRAVLJANJE I KONTROLA EFIKASNOSTI UREDAJA	355
13.1	UVOD	357
13.2	KONTINUIRANA MJERENJA U SISTEMU ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA	357
13.2.1	Mjesta za kontinuirana mjerenja	359
13.2.2	Značaj kontinuiranih mjerenja pojedinih parametara kvaliteta vode	362
13.3	LABORATORIJSKE ANALIZE	363
13.3.1	Uzorci za analizu u laboratoriji	364
13.3.2	Podaci dobijeni mjerenjima	365
14	TEHNOEKONOMSKA ANALIZA TROŠKOVA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA	367
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
15	EVROPSKE DIREKTIVE U OBLASTI OTPADNIH VODA	385
15.1	UVOD	387
15.2	DIREKTIVE EVROPSKE UNIJE	387
15.3	PREPORUKE	391
16	LITERATURA	393
17	PRILOZI	397