

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>	18
2.2.2	<i>Hemijski pokazatelji</i>	19
2.2.3	<i>Biološki pokazatelji</i>	21
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>	38
3.4.2	<i>Uloga rastvorenog kiseonika u vodi</i>	40
3.5	UTVRĐIVANJE BROJA EKVALENTNIH 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
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>	56
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>	72

6	VRSTE I KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA	75
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 nafte²⁰</i>	101
6.5.3	<i>Industrija celuloze, tekstila i papira</i>	103
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
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	<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	156
8.1.7	<i>Lamelno (tankoslojno) taloženje</i>	158
8.1.8	<i>Uklanjanje ulja i masti</i>	162
8.1.8.1	Separatori-odvajači taloga ulja i masti	164
8.1.8.2	Separatori specijalnih namjena	166

8.1.9	<i>Flotacija</i>	167
8.1.10	<i>Centrifugiranje</i>	170
8.1.11	<i>Egalizacija</i>	171
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>	191
9.3.1.1	Faktori procesa	194
9.3.1.2	Osnovni parametri procesa	196
9.3.1.3	Tipovi postrojenja.....	197
9.3.1.4	Uredaji za aeraciju	213
9.3.2	<i>Procesi sa fiksiranim biološkim filmom</i>	217
9.3.2.1	Biološki filteri.....	218
9.3.3	<i>Rotacioni biološki kontaktori (RBK)</i>	226
9.3.4	<i>Lagune</i>	229
9.3.4.1	Aerisane lagune	230
9.3.5	<i>Naknadni taložnici</i>	231
9.4	ANAEROBNO BIOLOŠKO PREČIŠĆAVANJE.....	233
9.4.1	<i>Potrebe u nutrijentima</i>	235
9.4.2	<i>Temperatura</i>	235
9.4.3	<i>Toksičnost</i>	236
9.4.4	<i>Anaerobni digestori</i>	236
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	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	<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

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	<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>
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