

H. Felber – M. Fischer

**Priručnik za tehničke
voditelje
uređaja za pročišćavanje**

17. izdanje 2014.

Izdavač:



Priručnik za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje

17. izdanje 2014.

Izdanje prerađeno od

Dipl.-Ing. Hannesa Felbera i
Dipl.-Ing. Manfreda Fischera

u suradnji sa stručnim odborom
DWA BIZ-2 „Osnovni tečajevi“

Tekst je s njemačkog na hrvatski jezik preveden uz potporu
Ministarstva za zaštitu okoliša, klimu i energetiku Baden Württemberga (Njemačka)
po nalogu TCC Danubiusa.



Prijevod: Anita Rogosić, recenzija: Hrvatsko Društvo za Zaštitu Voda (HDZV)
DWA, German Association for Water, Wastewater and Waste nije recenzirao ovaj prijevod.

17. izdanje 2014.: 77. – 80. tisuća

ISBN 978-3-921288-09-2

© 1969 by F. Hirthammer Verlag GmbH
Raiffeisenallee 10, 82041 Oberhaching/München

Pridržana su sva prava, posebice prijevoda. Ponovni tisak i fotomehanička reprodukcija, čak i u izvodima, dopušteni su samo uz izričitu suglasnost izdavačke kuće.

Napomena: Budući da se radi o prijevodu njemačke publikacije, u odjeljku 1.2.1 do 1.2.4 prikazani su i opisani okvirni uvjeti u Njemačkoj, stoga izričito upozoravamo da se zakonski propisi u Hrvatskoj mogu razlikovati od ovdje prikazanih zakonskih propisa.

Predgovor

Ministarstvo Poljoprivrede

Pomoćnik ministra

Ministarstvo poljoprivrede, Uprava vodnoga gospodarstva i Hrvatske vode, kao tijela nadležna za djelatnosti javne vodoopskrbe i odvodnje otpadnih voda, od samog početka podupiru inicijativu o uspostavi edukacije tehničkog osoblja koje upravlja uređajima za pročišćavanje otpadnih voda u Republici Hrvatskoj. Svrha te edukacije je stjecanje praktičnih znanja i prijenos iskustava iz razvijenih zemalja EU koje je neophodno za uspješno upravljanje tim uređajima i postizanje optimalnih rezultata uz minimalne troškove.



Naime, u pripremu i izgradnju UPOV u Republici Hrvatskoj su već uložena značajna financijska sredstva, a ulagat će se i dalje gotovo 7 milijardi kuna. Radi se o vrlo vrijednoj infrastrukturi koja je u javnom interesu dana u vlasništvo i na upravljanje nadležnim javnim isporučiteljima vodnih usluga javne odvodnje. Kao država članica EU dužni smo se pobrinuti za postizanje dobrog stanja vodnih tijela i osigurati da naši uređaji za pročišćavanje rade na optimalan način odnosno da budu postignute granične vrijednosti emisija otpadnih voda kako je to propisano odgovarajućom regulativom. To će biti ostvareno samo u slučaju ako se, koristeći stečena znanja i iskustva drugih država koje su već postigle standarde u pročišćavanju otpadnih voda, tim postrojenjima bude upravljalo na odgovarajući način. U protivnom mogu nastati štete koje mogu višestruko premašiti sredstva uložena u odgovarajuću edukaciju.

Savezna Republika Njemačka je primjer države koja je uspješna u postizanju visokog standarda u djelatnosti pročišćavanja otpadnih voda, čemu je pridonijela edukacija tehničkog osoblja koje radi na uređajima. Stoga smo poduprli izradu i prilagodbu ovog priručnika i potaknuli isporučitelje vodnih usluga da osiguraju edukaciju svojih djelatnika prema ovom programu.

Ovaj priručnik će zasigurno predstavljati dobru stručnu podlogu i pomoć za provedbu navedene edukacije.

Pomoćnik ministra:
Dražen Kurečić dipl.ing.

Predgovor

Hrvatske Vode

Generalni direktor

Hrvatske vode kao najvažnija institucija u djelatnosti vodnog gospodarstva u Republici Hrvatskoj u pristupnim pregovorima s Europskom unijom preuzele su odgovornost za mnoge investicije kako bi i Hrvatska bila zemlja koja živi i napreduje u skladu s europskim standardima.

Jedna od tih investicija su uređaji za pročišćavanje otpadnih voda u koje su do sada uložena znatna financijska sredstva, a ulaganje se planira nastaviti i dalje. Do sada su izgrađena 144 uređaja ukupnog kapaciteta 4,04 milijuna ES. Kako bi uređaji funkcionirali u skladu s europskom regulativom, standardima i preuzetim obvezama Hrvatske vode spremno ulažu u obrazovanje, stručnu pomoć i edukaciju najviše koristeći iskustva i znanja drugih zemalja koje su već postigle navedene standarde u pročišćavanju otpadnih voda.

Upravo sagledavanje iskustava i problematike u radu uređaja za pročišćavanje otpadnih voda nameće potrebu trajne edukacije i rješavanja svih operativnih problema.

Ovaj priručnik upravo to i predstavlja te vjerujemo da će biti od velike pomoći kako javnim isporučiteljima vodnih usluga kojima su ovi uređaji i dani u vlasništvo koje je od javnog interesa tako i svim ostalima djelatnicima vodnog gospodarstva.



Generalni direktor
mr.sc. Ivica Plišić, dipl.ing.građ.

Predgovor

Hrvatske vode

Zamjenik direktora razvitka

Ideja izdavača i svih suradnika da ovaj priručnik, uz to što je najuspješnije stručno djelo na njemačkom jeziku na području obrade otpadnih voda koje je prevedeno i na mnoge druge jezike, bude preveden i na hrvatski jezik jest ono što zaokružuje već ranije započeti projekt o stalnoj edukaciji na temu pročišćavanja otpadnih voda.

Interes tehničkih voditelja, djelatnika koji rade na uređajima za pročišćavanje otpadnih voda, studenata, ali i šire stručne javnosti je velik. Razlog tome su jednostavna i praksom utemeljena objašnjenja svakodnevnih problema na uređajima za pročišćavanje otpadnih voda. Ovaj priručnik daje teoretske osnove na stručan, ali jednostavan i popularan način, te je opisom svakodnevnih iskustava i novih tehnoloških dostignuća ispunio naša očekivanja.

Vjerujem da je posebna vrijednost ovog priručnika u tome što je, uz sistematiziranje tematskih područja i analizu važećih propisa dao i niz operativnih iskustava i informacija. Vidljivo je da su iskustva i sugestije iz neposredne prakse pažljivo i stručno preneseni u sadržaj priručnika. Iz te lakoće očituje se i dugogodišnje iskustvo autora i njihova predanost problematiki.

Posebnu zahvalnost upućujem onima koji su svojom željom, prijedlozima i sugestijama, stručnom pomoći i financijskom potporom realizirali ovaj projekt i time potvrdili da edukacijom i svojim djelovanjem provode i promiču ispravan odnos prema našem najdragocjenijem resursu – vodi.

Interes čitatelja za ovo djelo zasigurno će opravdati uloženi trud autora i potaknuti nove slične projekte edukacije i stručne suradnje.



Ivica Ivan

Predgovor

Hrvatskog društva za zaštitu voda

Predsjednica

Sa velikim zadovoljstvom pozdravljam njemačko-hrvatske inicijative za suradnju na području stručne edukacije djelatnika vodnocomunalnih društava u okviru reforme vodnocomunalnog sektora. Hrvatsko društvo za zaštitu voda, na temelju potpisanog memoranduma o suradnji s Njemačkim udruženjem za vode, otpadne vode i otpad (DWA) uključeno je u program Neighbourhood edukacije TCC-a od samog početka. Do danas je veliki broj članova HDZV-a, uz izuzetno pozitivne povratne informacije, sudjelovao na TCC edukacijama poput onih održanih u Našicama, Koprivnici, Slavonskom brodu, Pazinu i dr.

Ovaj Priručnik za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje je jedinstven te sadržajno i tehnički vrlo pregledan što omogućava njegovo učinkovito i operativno korištenje. Osim za tehničke voditelje uređaja za pročišćavane voda namijenjen je i svim drugim dionicima koji sudjeluju u očuvanju vodnih resursa.



Dr.sc. Mara Pavelić, dipl.ing

Predgovor

TCC Danubius

Direktorica

Uz puno truda i zahvaljujući podršci brojnih sudionika preveden je njemački Priručnik za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na hrvatski jezik, a on predstavlja prvu tehničku referentnu knjigu tehnologije pročišćavanja otpadnih voda u hrvatskom jezičnom području. To je ujedno i prva knjiga lektire tehnologije pročišćavanja otpadnih voda u cijeloj regiji. Žalimo jako da čisti prijevod 1:1 zbog raznih razlika u njemačkim zakonima i propisima u svakoj zemlji nije bio moguć. Tečajevi TCC Danubius-a će uzeti to u obzir i osigurati odgovarajuće hrvatske zakone i propise.

Posebna zahvala u ovom trenutku ide DWA-u koji nam je dao dozvolu i mogućnost prevesti ovaj korisan alat na hrvatski jezik. Zahvaljujući toj dozvoli ovo izdanje je nastalo u relativno kratkom vremenu, uzimajući u obzir desetljeća iskustva njemačkih operatera.

HDZV je pomoću uključivanja stručnjaka u reviziju ove knjige u posljednjem stupnju kontrolirao tehničke pojmove. Time je osigurano da su pojmovi poznati profesionalnoj publici.

Veliko hvala upućujemo kolegama i hrvatskim trenerima koji su doprinijeli svojim zalaganjem i radom stvaranju hrvatske verzije priručnika za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Ovaj priručnik čini važan doprinos stvaranju i razmjeni bitnih međudodnosa u tehnologiji pročišćavanja otpadnih voda i, u konačnici, standardizaciji terminologije u Hrvatskoj. Priručnik je važan alat za mnoge nove zaposlenike koji se s obzirom na proširenje i novogradnju mnogih UPOV-a u narednim godinama suočavaju s ovim novim izazovima u Hrvatskoj i cijeloj regiji.



Dr. Heike Burghard

O ovoj knjizi

Prvi osnovni tečajevi u Njemačkoj održani su početkom 60-tih godina prošloga stoljeća. **ERWIN STIER** je te tečajeve vodio u Bavarskoj. Iz manuskripata predavača razvio je smjernice za uvod u tehniku otpadnih voda – i tako je 1969. godine nastao prvi priručnik za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje. Erwin Stier je znao kako veliki broj sugestija operativnog osoblja integrirati u svako sljedeće izdanje, bez da se izgubi čitljivost. I tako je knjiga prerasla u opsežno djelo.

1980. godine se **MANFRED FISCHER** pridružio kao autor. Kroz njegov rad pri Bavarskom zemaljskom uredu za vodno gospodarstvo, te kao voditelj susjedskih susreta DWA-a imao je pregled nad stručnim spoznajama i zakonskim odredbama u Njemačkoj. Od 2004. godine je urednik stručne publikacije „KA-Betriebs-Info“. U toj publikaciji osoblje izvještava o svojim iskustvima u radu s uređajima za otpadne vode. Ti članci daju važne sugestije za daljnji razvoj ove knjige.

2003. se pridružio i **HANNES FELBER** koji je već dugo vremena kod novih izdanja ovoga priručnika bio savjetnik za praktična pitanja. U okviru svoga rada kod Münchenskog Gradskog poduzeća za odvodnju ne bavi se samo načelnim procesnim pitanjima, već je upoznat i s operativnom svakodnevicom. Kao voditelj Stručnog odbora DWA-a za osnovne tečajeve jamac je za to da u knjigu ulaze i iskustva ovoga važnog stručnog tijela.

Priručnik za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje je postala neizostavna pomoć koja se može pronaći na svakom uređaju za pročišćavanje. I tehnički voditelji u upravama, specijalizirani uredi i tijela državne uprave u ovoj knjizi traže savjet i pomoć. U svako izdanje ulaze nova iskustva i spoznaje tako da se ova knjiga stalno dalje razvija, a kraj tog razvoja se ne nazire jer tehnika otpadnih voda je u toku i prilagodba tomu je i jaka strana ove knjige. Zbog toga ne čudi da je ova stručna knjiga postala najuspješnije djelo na njemačkom jeziku na području obrade otpadnih voda. Prevedena je i na francuski, poljski, ruski i kineski.

Autori



Hannes Felber (lijevo) i Manfred Fischer kod prerade

Dipl.-Ing. Manfred Fischer (rođ.1940.) dolazi iz srednje Franačke. Nakon stručne izobrazbe za zidara studirao je u Münchenu inženjerstvo. Nakon toga je 38 godina radio u Bavarskom zemaljskom uredu za vodno gospodarstvo. 1973. godine postao je predavač DWA-ovih susjedstva za uređaje za pročišćavanje, a 1987. godine preuzeo je ukupno vodstvo u Bavarskoj te je na koncu imenovan za voditelja odbora BIZ-1 „Susjedstva“. U njegove brojne publikacije spadaju i stručne knjige „Priručnik za zanimanja iz područja tehnologija zaštite okoliša – 3. svezak“, „Dnevnik rada za uređaje za pročišćavanje“ i „Vodno gospodarstvo s humorom“. Od 2004.godine vodi uredništvo stručne publikacije KA-Betriebs-Info. Zbog svojih zasluga je 2006. godine proglašen počasnim članom DWA-a.

Dipl.-Ing. Hannes Felber, rođ. 1949. godine u Münchenu, studirao je graditeljstvo. Nakon što je nekoliko godina radio u građevinskoj tvrtki prešao je preko WWA Deggendorf 1975. godine u Bavarski zemaljski ured za vodno gospodarstvo u Münchenu. Tamo je uspio steći puno iskustava s radom uređaja za otpadne vode i iskoristiti ih. 1978. godine postao je predavač na susretima susjedstva, 1980. voditelj osnovnih tečajeva za tehničke voditelje UPOV-a, te je imenovan u stručni odbor DWA-a koje je nadležno za to područje. Osim toga je od 1987. godine radio i na stručnom usavršavanju za majstore otpadnih voda. Za svoj je angažman dobio ATV-ovu počasnu iglu. 1997. godine prešao je u Münchensko gradsko poduzeće za odvodnju, prvo kao voditelj stručnog područja za procesnu tehniku i na koncu je radio u stožernoj upravi voditelja pogona do početka starosnog nepunog radnog vremena 2010.godine.

Predgovor uz 17. izdanje

Ovaj priručnik za tehničke voditelje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda star je 45 godina. Ali, o starosti kod ove knjige ne može biti govora jer je po sadržaju ostala mlada. A to je moguće samo zbog toga što autori prije svakog novog izdanja pregledaju čitav priručnik kako bi provjerili u kojem se odlomku moraju dodati nove spoznaje – što je veliki izazov jer se tehnika otpadnih voda stalno razvija.

Od posljednjeg je izdanja prošlo pet godina. A i u tom su razdoblju tehnički napredak i iskustva iz prakse doveli do toga da su se morala preraditi sva poglavlja ovoga izdanja.

Novi su, između ostaloga, piktogrami opasnosti prema GHS-sustavu, napomene o Co-fermentaciji, nove odredbe o suzbijanju štakora. Priručnik se također uskladio i s novim priručnikom o operativnoj analizi na UPOV.

U tom je kontekstu tekst skraćen, a slikovni materijal je povećan za 20 % tako da se gotovo na svakoj drugoj stranici nalazi po jedna slika. Više od 50 dijagrama je prerađeno, tako da su sada u boji i prema tomu puno jasniji i pregledniji. Nova, opsežna ilustracija s 231 slikom doprinosi boljem razumijevanju tekstova.

Ove smo novine uspjeli realizirati zahvaljujući podršci mnogih kolega iz prakse. Zahvaljujemo se operativnom osoblju susjedskih susreta za kanalizaciju i UPOV-e DWA-a, ÖWAV-a i VSA-a kao i različitim autorima časopisa „KA-Betriebs-Info“ na velikom broju ilustrativnih fotografija.

Sigurni smo da zbog svega ovoga ovaj priručnik nije samo vrijedna pomoć za tehničke voditelje UPOV-a.

Hannes Felber i Manfred Fischer

SADRŽAJ

1.	Uvod u zaštitu voda.....	12
1.1	Gospodarenje vodama	12
1.2	Vodno pravo	16
1.2.1	<i>Europsko zakonodavstvo</i>	16
1.2.2	<i>Vodnopravne odredbe saveznih zemalja</i>	16
1.2.3	<i>Statut o odvodnji</i>	17
1.2.4	<i>Vodnopravni propisi na saveznoj razini</i>	18
1.3	Napomene vezane uz stručne izračune	27
1.4	Uvod u kemijske osnove.....	30
2.	Što je otpadna voda?	33
2.1	Vrste otpadnih voda.....	33
2.2	Količina otpadne vode	35
2.3	Kakvoća otpadne vode i ekvivalent stanovnika	36
2.3.1	<i>Kakvoća nepročišćene otpadne vode</i>	36
2.3.2	<i>Kakvoća pročišćenih otpadnih voda</i>	40
3.	Odvodnja otpadne vode	40
3.1	Zadaća kanalizacije	40
3.2	Mješoviti i razdjelni sustavi odvodnje.....	40
3.3	Odvodnjavanje zemljišta.....	41
3.4	Dimenzioniranje kanalizacije	42
3.5	Materijali cijevi, oblici poprečnog presjeka.....	43
3.6	Okna, slivnici	44
3.7	Specijalne građevine	47
3.8	Crpne stanice	52
3.9	Održavanje kanalizacijske mreže	55
3.9.1	<i>Čišćenje</i>	57
3.9.2	<i>Pregled</i>	60
3.9.3	<i>Uklanjanje šteta</i>	67
3.10	Kontrola onih koji indirektno ispuštaju otpadne vode	69
4.	Postupci prilikom čišćenja otpadnih voda.....	70
4.1	Mehanički postupci.....	71
4.2	Biološki postupci.....	71
4.2.1	<i>Razgradnja ugljika</i>	73
4.2.2	<i>Smanjenje dušika</i>	74
4.2.3	<i>Biološko izdvajanje fosfora</i>	76
4.3	Kemijski postupci.....	77
4.3.1	<i>Osnove</i>	77
4.3.2	<i>Precipitacija fosfata</i>	78
5.	Procesna tehnika pročišćavanja otpadnih voda	80
5.1	Općenito	80
5.2	Rasterećenje mješovite vode	84
5.3	Rešetke, sita	84
5.4	Pjeskolov	87
5.5	Taložnik	90
5.6	Prokapnici.....	94
5.7	Rotirajuća potopljena tijela (bio-disk).....	98
5.8	Uređaji za biološko pročišćavanje	98
5.9	Kombinirani bazeni	108
5.9.1	<i>Emscherov bazen</i>	108
5.9.2	<i>Kompaktni uređaji</i>	110
5.9.3	<i>Schreiberov UPOV</i>	110
5.10	Precipitacija fosfata	111

5.11	Prirodni postupci obrade otpadnih voda.....	112
5.11.1	Lagune za otpadne vode bez tehničke ventilacije.....	114
5.11.2	Lagune za otpadne vode s tehničkim aeriranjem.....	117
5.11.3	Lagune za otpadne vode s biološkim reaktorima.....	118
5.11.4	Lagune za naknadno pročišćavanje.....	118
5.11.5	Biljni uređaji za pročišćavanje.....	118
5.12	Daljnji postupci pročišćavanja otpadnih voda.....	120
6.	Ostaci iz uređaja za otpadne vode.....	120
6.1	Podrijetlo ostataka.....	120
6.2	Ostaci iz kanalizacije.....	122
6.3	Ostaci iz uređaja za pročišćavanje.....	123
6.4	Mulj iz uređaja za pročišćavanje.....	125
6.4.1	Vrste mulja.....	125
6.4.2	Količina i sastav mulja.....	127
6.4.3	Način korištenja mulja.....	129
6.4.4	Sušenje, spaljivanje, pretvaranje u pepeo.....	136
7.	Kako se obrađuje mulj?.....	140
7.1	Osnove digestije mulja.....	140
7.2	Zgušnjavanje.....	142
7.3	Digestiranje.....	143
7.3.1	Negrijane prostorije za digestiju.....	143
7.3.2	Grijani digestori.....	143
7.4	Aerobna stabilizacija.....	146
7.5	Dehidracija na gredicama za sušenje mulja.....	146
7.6	Prostori za skladištenje mulja.....	147
7.7	Strojna dehidracija.....	148
7.8	Nastanak i obrada plina.....	149
8.	Strojevi i električni uređaji.....	152
8.1	Općenito.....	152
8.2	Crpke.....	155
8.3	Uređaj za proizvodnju komprimiranog zraka.....	157
8.4	Površinski aerator, mlazni aeratori.....	158
8.5	Zgrtači.....	159
8.6	Grijanja.....	160
8.7	Armature i cjevovodi.....	161
8.8	Električni uređaji.....	162
9.	Mjerna tehnika.....	163
9.1	Uzimanje uzoraka.....	165
9.2	Mjerenje fizikalnih vrijednosti.....	168
9.2.1	Mjerenje protoka (količine vode, mulja, plina).....	168
9.2.2	Boja, miris.....	173
9.2.3	Temperatura.....	173
9.2.4	Dubina vidljivosti, transparentnost, zamućenost.....	174
9.2.5	Taložive tvari, tvari koje se mogu isfiltrirati, volumen mulja.....	174
9.2.6	Suha tvar mulja i indeks mulja.....	177
9.2.7	Gubitak žarenjem (GŽ) i ostatak od žarenja (ŽO).....	178
9.3	Mjerenje kemijskih vrijednosti.....	179
9.3.1	Sadržaj kisika.....	179
9.3.2	Kemijska potrošnja kisika (KPK).....	179
9.3.3	pH-vrijednost.....	181
9.3.4	Kapacitet kiseline, alkalnost u digestijskoj vodi.....	182
9.3.5	Stupanj stabilizacije mulja.....	182
9.3.6	Amonijski dušik (NH ₄ -N).....	186

9.3.7	Nitratni dušik (NO ₃ -N).....	186
9.3.8	Nitritni dušik (NO ₂ -N).....	187
9.3.9	Ukupni dušik (N _{uk} , UkN, TKN).....	187
9.3.10	Fosfor (P), ortofosfat fosfor (PO ₄ -P).....	188
9.4	Mjerenje biokemijskih vrijednosti.....	188
9.5	Mikroskopska slika.....	191
9.5.1	Zahjevi prema mikroskopima.....	192
9.5.2	Provedba mikroskopskih ispitivanja.....	193
9.5.3	Procjena kvalitete biocenoze.....	193
10.	Nadzor rada.....	197
10.1	Općenito o nadzoru rada.....	197
10.2	Opseg nadzora operativnog rada.....	198
10.3	Operativna dokumentacija.....	199
10.4	Mjerenja na terenu i u laboratoriju.....	200
10.5	Evaluiranje operativnih rezultata.....	202
10.5.1	Vođenje dnevnika rada.....	203
10.5.2	Ekonomičnost, mogućnosti uštede energije.....	209
10.5.3	Stupnjevi potrebe za kisikom, stupnjevi opterećenja hranjivim tvarima.....	212
10.5.4	Stupanj razgradnje uređaja za pročišćavanje.....	213
10.5.5	Utvrđivanje vanjske vode.....	214
10.6	Posebna operativna stanja.....	216
10.6.1	Puštanje u rad.....	216
10.6.2	Ispad struje.....	217
10.6.3	Zimski režim rada.....	217
10.6.4	Ulje u dovodu u uređaj za pročišćavanje.....	219
10.6.5	Naleti (valovi) otrova i pH-vrijednosti.....	220
10.6.6	Napuhani mulj.....	220
10.6.7	Stvaranje pjene.....	222
10.7	Održavanje vanjskog dijela (uređenja).....	222
10.8	Štetočine.....	224
11.	Zaštita na radu.....	225
11.1	Zakoni, propisi o sigurnosti na radu.....	225
11.2	Napomene vezane za izvršenje.....	226
11.3	Higijena rada.....	227
11.3.1	Uzročnici bolesti.....	229
11.3.2	Higijenska načela.....	230
11.4	Zaštita od nezgoda.....	232
11.4.1	Zakonski propisi o zaštiti od nezgoda.....	232
11.4.2	Mjere za zaštitu od nezgoda.....	234
11.4.3	Prva pomoć.....	237
11.4.4	Prijava nezgoda.....	238
12.	Oprema uređaja za pročišćavanje.....	239
13.	Potrebno osoblje, izobrazba i stručno usavršavanje.....	243