

PRIMJERI PROJEKTOVANJA I UGRADNJE BIOLOŠKIH UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE SANITARNO-FEKALNIH VODA

Mirzet Beganović, Rešid Hušidić, Tarik Hasanagić, Selvedin Halilagić

*Regeneracija d.o.o. Nurije Pozderca bb, 77230 Velika Kladuša
mirzet.beganovic@regeneracija.ba*

Sažetak:

U ovom radu dat je primjer projektovanja i ugradnje SBR uređaja za pročišćavanje sanitarno-fekalnih voda organskog opterećenja 1000 ES. Predstavljeni su osnovni parametri za dimenzioniranje uređaja i opis tretmana, kao i tehnološki opis postrojenja sa shemama. Kod ugradnje uređaja neophodno je obratiti pažnju na materijal za zasipanje te prisustvo podzemnih voda. Uređaj je potpuno automatiziran, te se proces pročišćavanja prati i prilagođava putem web aplikacije (SCADA).

Ključne riječi: Sanitarno-fekalne vode, SBR uređaj, projektovanje, ugradnja, web aplikacija

UVOD

Sanitarne fekalne otpadne vode su otpadne vode iz WC-a, kupatila, kuhinja i sličnih izvora zagađenja u domaćinstvu, poslovnim zgradama i ugostiteljskim lokalima.

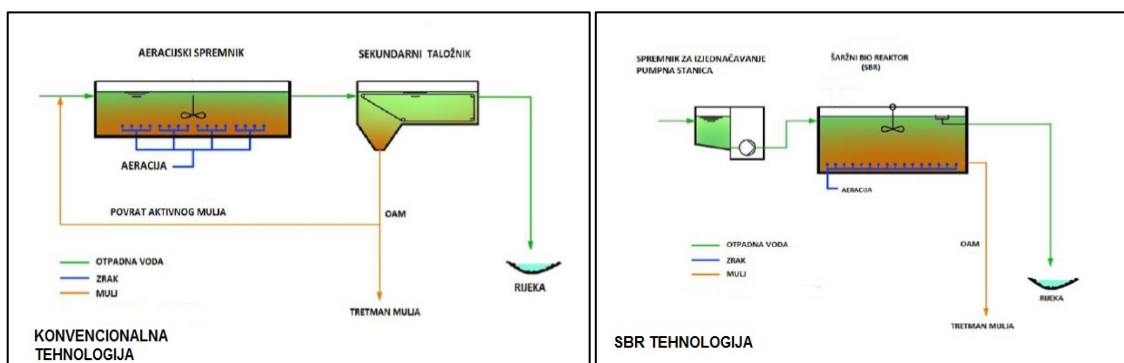
Uređaj za biološko prečišćavanje SBR (eng. Sequencing Batch Reactor - sekvencijski serijski reaktor) služi za prečišćavanje sanitarno - fekalnih otpadnih voda na adekvatan način i do te mjere da otpadna voda, u skladu sa propisima i zahtjevanim uslovima, može da se odvodi – bilo poniranjem vode u tlo ili ispuštanjem u vodene tokove.

SBR tehnologija trenutno predstavlja jednu od najzastupljenijih metoda biološkog tretmana sanitarnih i pred-tretiranih industrijskih otpadnih voda. U principu radi se o klasičnoj metodi tretmana otpadnih voda sa aktivnim muljem i dubinskom aeracijom, ali sa modifikovanim i prilagođenim reaktorom za biološki tretman, pri čemu se tri glavne tehnološke operacije odvijaju u jednom građevinskom objektu (biološki reaktor), a time se postiže značajna ekonomska i prostorna racionalizacija postrojenja. Osnovne etape rada SBR-a su: punjenje, aeracija, taloženje i dekantiranje.

Jedinice SBR odstranjuju iz otpadne vode 99% prisutnih organskih materija i bakterija što ima za posljedicu potpuno čistu vodu bez neprijatnog mirisa. Jedna od mnogih prednosti ovog sistema je što se lahko mogu prilagoditi različitim koncentracijama polutanata.

TEHNOLOGIJA PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

SBR tehnologija je jedna od varijacija tehnologije pročišćavanja sa aktivnim muljem. Razlika u odnosu na konvencionalne tehnologije sa aktivnim muljem je ta što se sve faze prečišćavanja odvijaju u jednom bazenu, dok se konvencionalne tehnologije oslanjaju na više bazena (slika 1). Prema U.S. EPA¹ SBR uređaji rade u funkciji vremena dok ostale tehnologije rade u funkciji prostora.



Slika 1. Konvencionalna i SBR tehnologija prečišćavanja

Pročišćavanje uz pomoć protočnih šaržnih reaktora (SBR) je metoda za pročišćavanje otpadnih voda u kojima se sve faze (aeracija, taloženje, te recirkulacija) postupka prečišćavanja aktivnim muljem javljaju u nizu u jednom spremniku reaktora. Ovaj osnovni ciklus može mijenjati projektant da bi se postigli potrebni uslovi za karbonsku oksidaciju, nitrifikaciju, denitrifikaciju i biološko uklanjanje fosfora. Faze ciklusa su sljedeće (Slika 2):

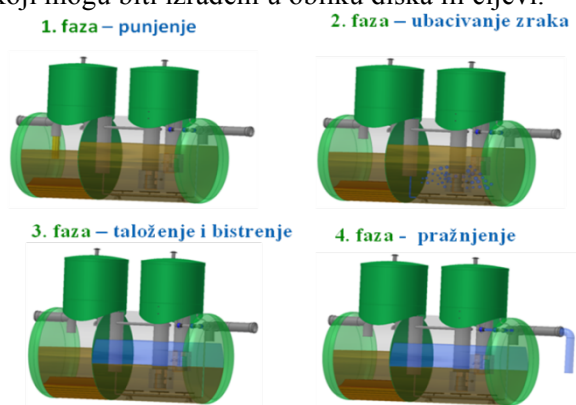
1. Punjenje: Otpadne vode ulaze u reaktor i miješaju se s aktivnim muljem koji je opet pomiješan sa tečnošću iz taložnika. Tokom ove faze, reaktor se ponaša kao anaerobni i / ili anoksični taložnik koji dovodi do biološkog uklanjanja fosfora i denitrifikacije.
2. Reakcija: Tokom ove faze, pomiješana tečnost je aerisana i reaktor se ponaša kao aerobni taložnik.

¹ U.S. EPA - Američka agencija za zaštitu okoline

Biološke reakcije dešavaju se sve do postizanja željenog nivoa prečišćavanja.

3. Taloženje: Aeracija prestaje i miješana tečnost se taloži kako bi se formirao sloj na dnu taložnika.
4. Pražnjenje: Istaloženi efluent uklanja se tokom perioda dekantiranja (oko 30 % sadržaja) bez djelovanja na sloj mulja.
5. Mirovanje: Vrijeme između ciklusa u kojem ne dolazi do prečišćavanja otpadne vode. Moguće je odlaganje viška mulja.

Ova tehnologija predstavlja ekonomično tehničko rješenje koje zauzima malo prostora i uspješno se primjenjuje na mnogim lokacijama. Specifična prednost ove tehnologije su mali investicijski troškovi. Nadalje, SBR reaktori se za razliku od većine biološkim uređaja ukopavaju, tako da minimalno ugrožavaju izgled prostora. Ukopavanje postrojenja ne samo da ne narušava estetski izgled prostora, već osigurava stabilnost temperaturnih uvjeta u reaktoru (reaktor nije izložen klimatskim promjenama). Stabilnost temperaturnih uvjeta u bioreaktoru direktno utječe na efikasnost prečišćavanja, jer praktično sve biohemijske reakcije mikroorganizama koji upotrebljavaju otopljene organske sastojke iz otpadne vode za potrebe vlastitog metabolizma, odnosno prečišćavaju otpadnu vodu, ovise o temperaturi i količini O_2 . Odgovarajuća količina O_2 u ovakvim sistemima osigurava se najčešće putem difuzora koji mogu biti izrađeni u obliku diska ili cijevi.



Slika 2. Faze ciklusa prečišćavanja otpadne vode

DIMENZIONIRANJE UREĐAJA

S obzirom na biohemijsko i hidrauličko opterećenje vode na ulazu i nivo koji mora zadovoljiti prilikom ispuštanja u recipijent (Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizaciju ("Službene novine FBiH" 101/15) i Pravilnik o uslovima ispuštanja otpadnih voda u površinske vode ("Službeni glasnik RS, broj: 44/01), neophodno je napraviti uređaj koji će ispuniti tražene zahtjeve. Pri dimenzioniranju uređaja računalo se da je dnevna potrošnja vode 150 l po stanovniku.

Tabela 1. Proračuni za dimenzioniranje uređaja

Parametar	Oznaka	Količina	Jedinica
Kapacitet	-	1000	EBS
Upotreba vode (normativ)	W_s	150	l/EBS.d
Sušni dotok	Q_s	150	m^3/d
Satni protok	Q_{24}	6	m^3/d
Dotok drugih voda	Q_f	-	m^3/d

UKUPNI DOTOK	Qd	150	m ³ /d
Koncentracija biološke potrošnje kisika	C _{BPK}	400	mg/l
Hemijska potrošnja kisika	C _{HPK}	800	mg/l
Suspendirane tvari	X _{SS}	467	mg/l
Azot	C _{TN}	73	mg/l
Fosfor	C _P	13	mg/l
Ukupno nastajanje aktivnog mulja	USd	81	kg/d
Potrebna količina mulja za reakciju	M _{TS,R}	537	kg
Broj reaktora	n	2	-
Potrebni volumen jednog reaktora	V _R	54	m ³
Volumen retencijskog bazena	V _{ret}	18	m ³
Volumen taložnika blata	V _{tal}	29	m ³
Omjer dekantiranja	f _A	0,3	-
Broj dnevnih ciklusa	m _Z	4	-
Trajanje ciklusa	t _Z	6	h
Faza reakcije	t _R	4,5	h
Količina vode na ciklus	Q _c	37,5	m ³
Kapacitet kompresora za jedan bazen	Q _{L,st}	483,4	m ³ /h

TEHNOLOŠKA SHEMA SA OPISOM

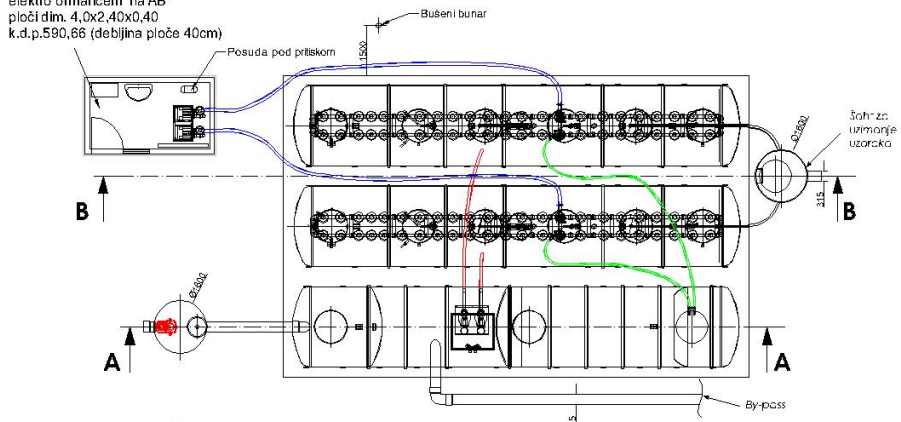
Uređaj za biološko prečišćavanje SBR_REG_1000 sastavljen je od sljedećih tehnoloških komponenti (slika 3):

1. Prepumpna stanica sa automatskim finim grabljama,
2. Hvatač masti,
3. Retencijski bazen,
4. SBR reaktori,
5. Šaht za monitoring,
6. Taložnik blata,
7. Montažni objekat sa upravljačkom jedinicom i kompresorima,
8. Bušeni bunar (izvor vode za automatsko sito).

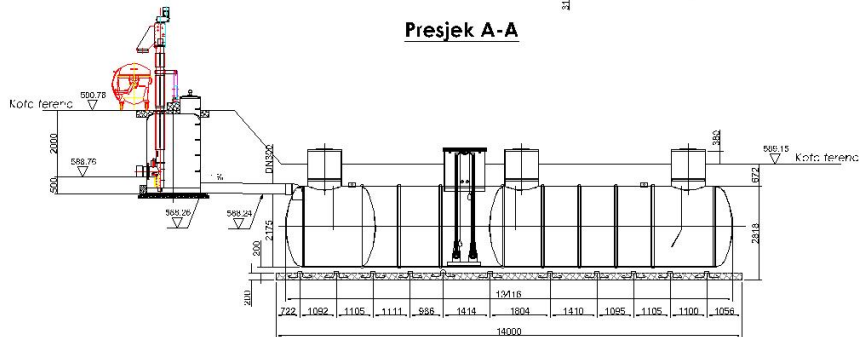
Materijal izrade uređaja: armirani poliester

14.02.2014. god.

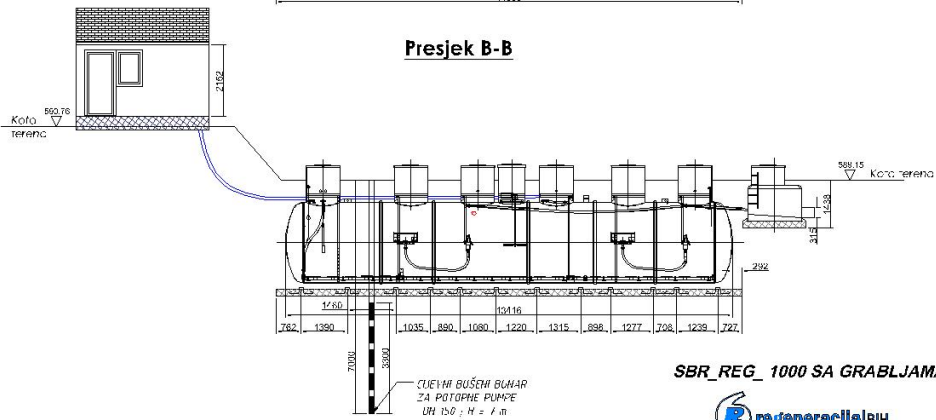
Objekat sa kompresorima i elektro omaricama na AB ploči dim. 4,0x2,40x0,40 k.d.p.590,66 (debljina ploče 40cm)



Presjek A-A



Presjek B-B



SBR_REG_1000 SA GRABLJAMA

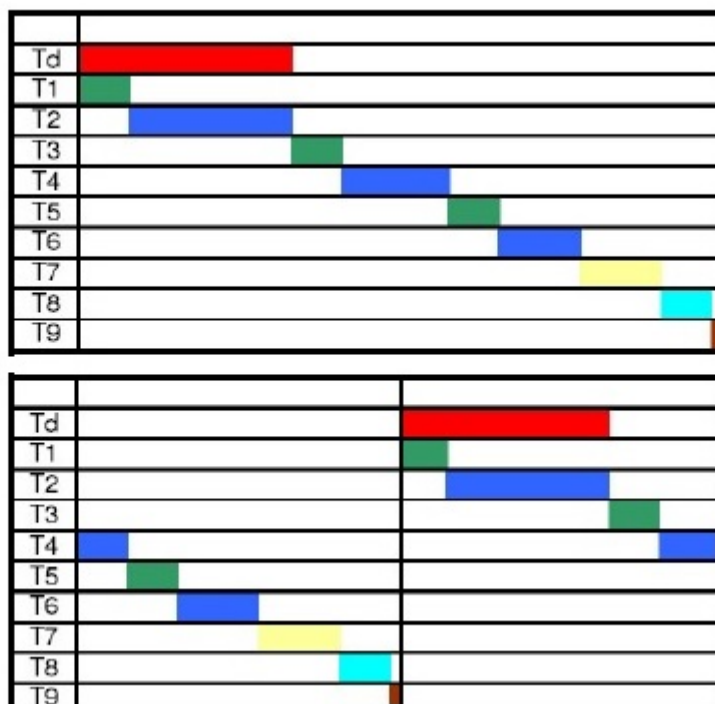


Velika Kladuša, BiH
 T : +387 (0)37 775 255
 F : +387 (0)37 775 256
 E : info@regeneracija.ba
 W : www.regeneracija.ba

Slika 3. Tehnološka shema SBR_REG_1000 - naselje Butila

Na uređaj dotiče sanitarno-fekalna voda iz naselja Butila. Mehanički tretman je riješen sa automatskim finim grabljama promjera 3 mm i hvatačem masti. Voda dolazi u prepumpnu stanicu sa finim grabljama. Iz prepumpne stanice odlazi u mehaničku komoru sa mastolovom. Uređaj za mehaničko čišćenje služi za odvajanje mehaničkog otpada koji se nalazi u otpadnoj vodi. Otpadna voda dalje otiče u mastolov. U mastolovu se na površinu izdvajaju masti, a na dnu talog. Tako očišćena voda putem gravitacije otiče u retencijski bazen. Iz retencijskog bazena se voda s pumpama naizmjenično prepumpava u SBR reaktore.

Prečišćavanje vode prema SBR postupku sastoji se od nekoliko faza: punjenje sa mješanjem, aeracija, taloženje i izlaz očišćene vode. Ciklus traje 6 sati tako da u toku jednog dana imamo ukupno četiri ciklusa. Ciklus rada bioloških reaktora i trajanje faza rada prikazano je na sljedećoj slici (slika 4).



Legenda:

Td - punjenje sistema;

T₁ - mješanje;

T₂ - prozračivanje-aeracija;

T₃ - mješanje;

T₄ - prozračivanje;

T₅ - mješanje;

T₆ - prozračivanje;

T₇ - sedimentacija i bistrenje;

T₈ - pražnjenje sistema;

T₉ - povrat blata.

Slika 4. Shematski prikaz vremenskih intervala rada SBR_REG_1000 uređaja

Punjenje SBR reaktora se odvija naizmjenično. Za prozračivanje otpadne vode na dnu reaktora instalirana su membranska puhalo, preko kojih se upuhuje zrak u otpadnu vodu. Komprimiran zrak se upuhuje putem kompresora, koji su smješteni u montažnom objektu. Dovod zraka u reaktore se regulira preko kisik sonde. Za sprječavanje taloženja aktivnoga blata na dnu bazena u svakom SBR reaktoru namješteno je potopno mješalo. Očišćena otpadna voda odlazi iz reaktora uz pomoć pumpi u šaht za uzimanje uzoraka. Nakon šahta izljuje se u rijeku Bosnu.

U SBR reaktoru su namještene pumpe za prepumpavanje viška blata u taložnik. Taložnik blata je namijenjen za prikupljanje i ugušćivanje viška blata. Nakon što se taložnik blata nakupi u određenom vremenskom intervalu, vozilom će se prebacivati na centralno postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda Grada Sarajeva, te se tamo dalje obrađivati do konačnog odlaganja.

UGRADNJA UREĐAJA

Faze ugradnje SBR uređaja su (slika 5):

1. određivanje lokacije,
2. iskopavanje,
3. priprema ležišta,
4. postavljanje uređaja za pročišćavanje SBR na ležište,
5. zasipanje uređaja za pročišćavanje SBR do vrha,
6. priključivanje instalacija,
7. finalno zasipavanje,
8. izravnavanje terena.



Slika 5. Faze ugradnje SBR_REG_1000 uređaja

Montaža i zasipanje uređaja za prečišćavanje SBR se izvodi u fazama. Treba da se koriste odgovarajući materijali i u fazama izvodi nabijanje (komprimovanje) materijala za nasipanje. Granulacija za zatrpavanje treba da bude šljunak granulacije 4-16 mm. Ukoliko je prisutna podzemna voda, na dnu jame se pravi sidrena ploča prema nacrtima. Uređaj se onda polieterskim trakama ankeriše za podložnu betonsku ploču. Protok vazduha nikad ne smije biti blokiran, a temperatura ne smije spasti ispod 12°C jer to dovodi do odumiranja mikroorganizama. To se postiže ukopavanjem uređaja u zemlju, zbog čega je temperatura optimalna i ima uglavnom istu vrijednost tokom cijele godine.

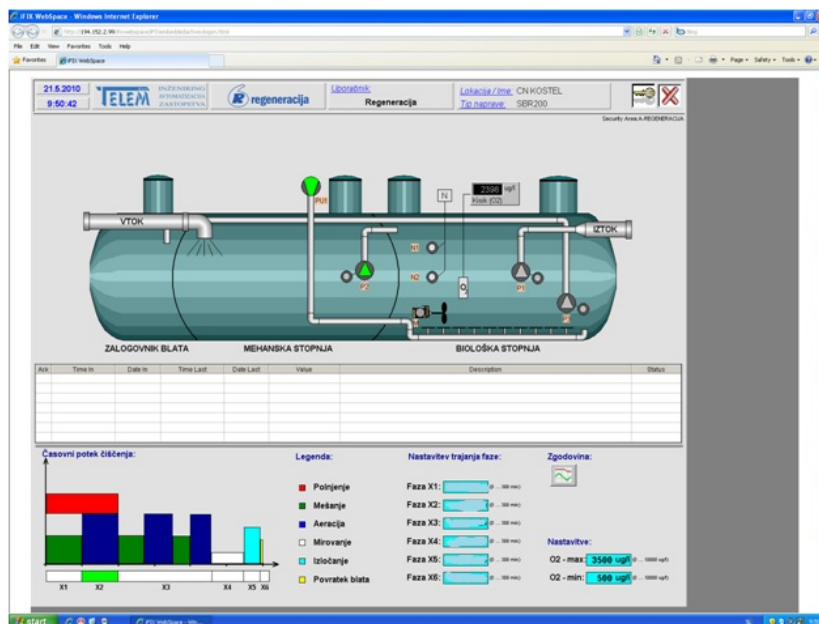
Uređaj posjeduje mogućnost praćenja preko web aplikacije (SCADA), tako da se parametri mogu pratiti i mijenjati na daljinu.

SCADA SISTEM

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi (ili SCADA mreže) su programska podrška za nadzor i upravljanje procesima. SCADA je oznaka za “čisti” programski paket naslonjen na sklopovlje s kojima surađuje, općenito preko procesorskih elektroničkih uređaja (IED – Intelligent Electronic Devices), ili preko drugih komercijalnih sklopovskih modula, a u cilju nadgledanja nekog procesa sa mogućnošću upravljanja istim.

Prednost sistema SCADA (praćenja i kontrole rada uređaja SBR REG 1000 je):

- mogućnost paljenja-gašenja pumpi „na daljinu“ koje su instalirane u biološkom uređaju,
- kontrola količine aktivnog mulja,
- kontrola ulaznih parametara,
- kontrola izlaznih parametara,
- aktivnost rada uređaja,
- alarmni sistem u slučaju nepredviđenih kvarova na uređaju.



Slika 6. SCADA sistem praćenja kroz faze tehnologije rada

ZAKLJUČAK

SBR uređaj predstavlja veoma prilagodljiv proces. Vrijeme aeracije, mješanja i trajanja procesa mogu se prilagođavati u zavisnosti potreba postrojenja, odnosno karakteristika efluenta i nivoa prečišćavanja. SBR sistem ima visok nivo prečišćavanja i do 99%, a naročito je efikasan kod uklanjanja azota. Glavna osobina ovog uređaja su nepromijenjeni rezultati prečišćene vode pri velikim neujednačenostima kvaliteta ulazne otpadne vode i njene količine tokom 24 h. Veoma je pogodan sa sisteme srednjeg kapaciteta, a veoma lahko se može povećavati dodavanjem novih reaktora. Izgrađen je od armiranog poliestera (GRP) što mu daje odlične mehaničke karakteristike.

Prednost SBR tehnologije je u tome što je mnogo fleksibilnija (promjene trajanja faza ciklusa) kada su u pitanju promjene karakteristika otpadnih voda. SBR tehnologija ne zahtijeva finalni (sekundarni) taložnik, kao ni recirkulaciju mulja, zbog toga što se svi postupci vrše u jednom reaktoru. Ipak, potreban je retencijski bazen kako bi se količina otpadnih voda ujednačila u fazi kada nema punjenja reaktora.

Automatizacija procesa je olakšala njihovu implementaciju i doprinjela razvoju tehnologije. U poređenju sa drugim sistemima zauzima puno manje prostora, a kvalitativno potpuno nadmašuje tehnologije protočnih i biodisk uređaja.

LITERATURA

1. Tehnička dokumentacija firme Regeneracija d.o.o. Velika Kladuša.
2. Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizaciju ("Službene novine FBiH", broj 101/15)
3. Pravilnik o uslovima ispuštanja otpadnih voda u površinske vode ("Službeni glasnik RS; broj: 44/01)