

Izgradimo održivu BiH

Međunarodna konferencija o održivom razvoju i zaštiti okoliša

19. i 20. 10. 2023.

Stabilizacija otpadnog mulja sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda

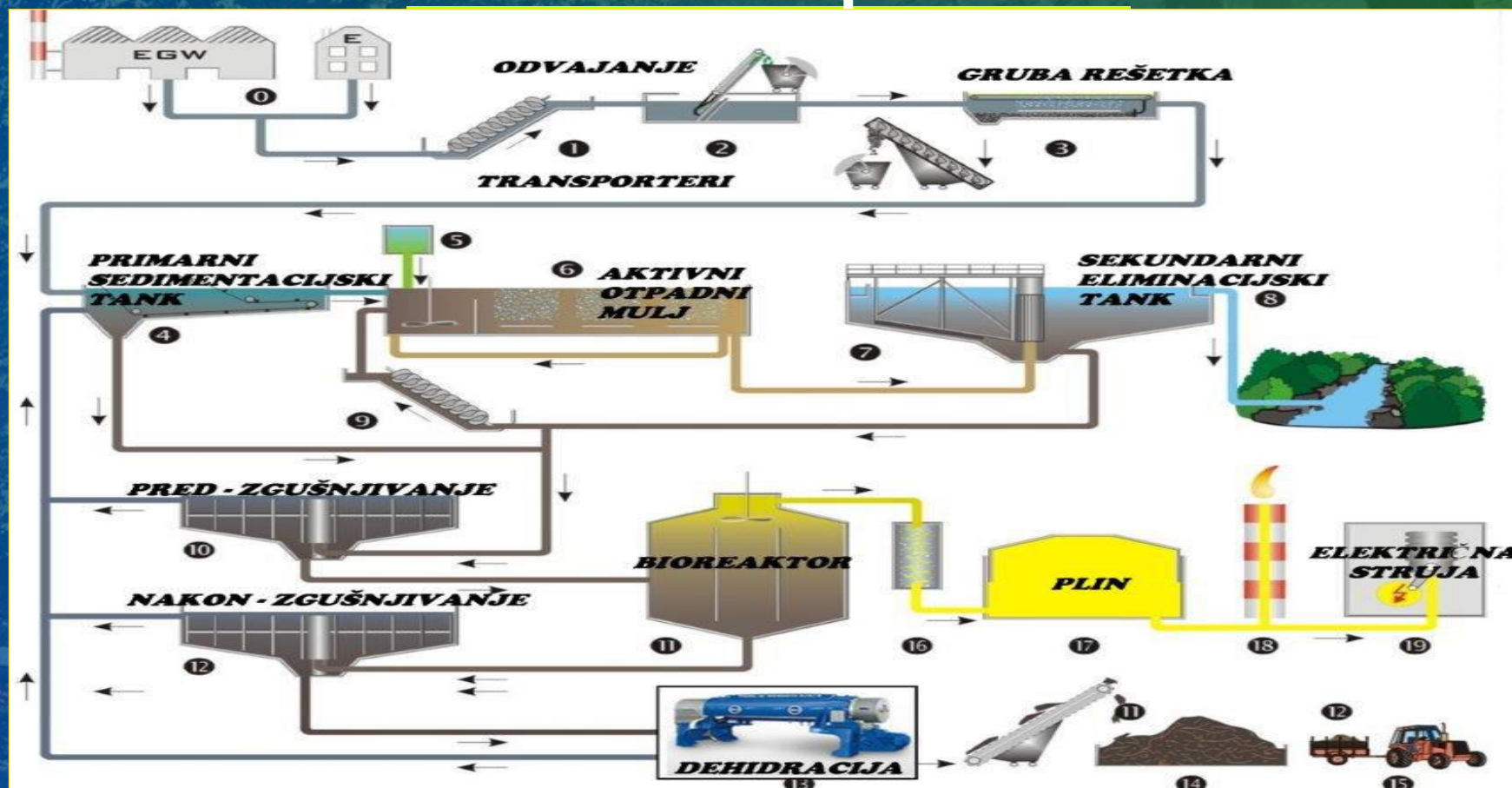
M. Džambić¹ V. Stuhli¹ L. Alagić² E. Kurtanović³

¹*Tehnološki fakultet Tuzla,*

²*Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Živinice,*

³*INRC AD Harbi.*

Otpadni mulj sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda

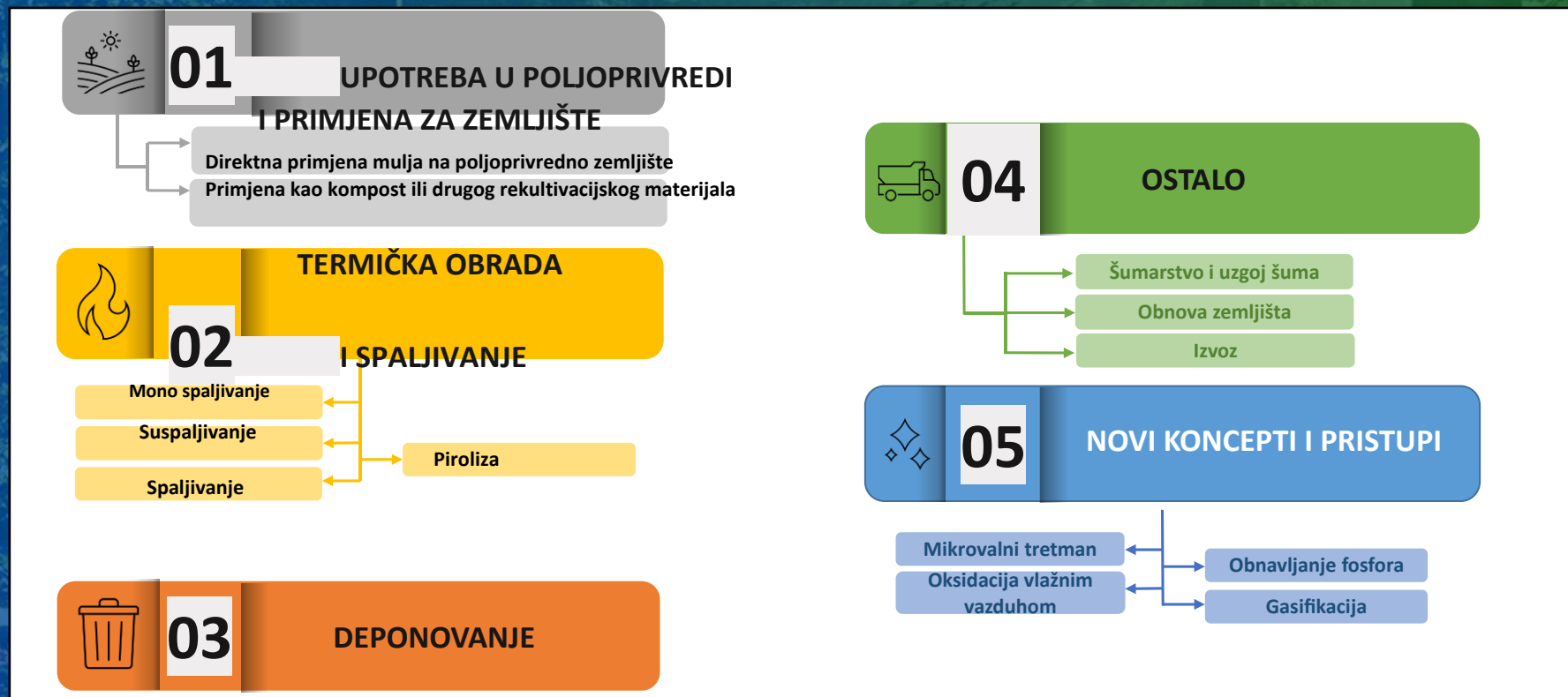


"IZGRADIMO ODRŽIVU BiH,"

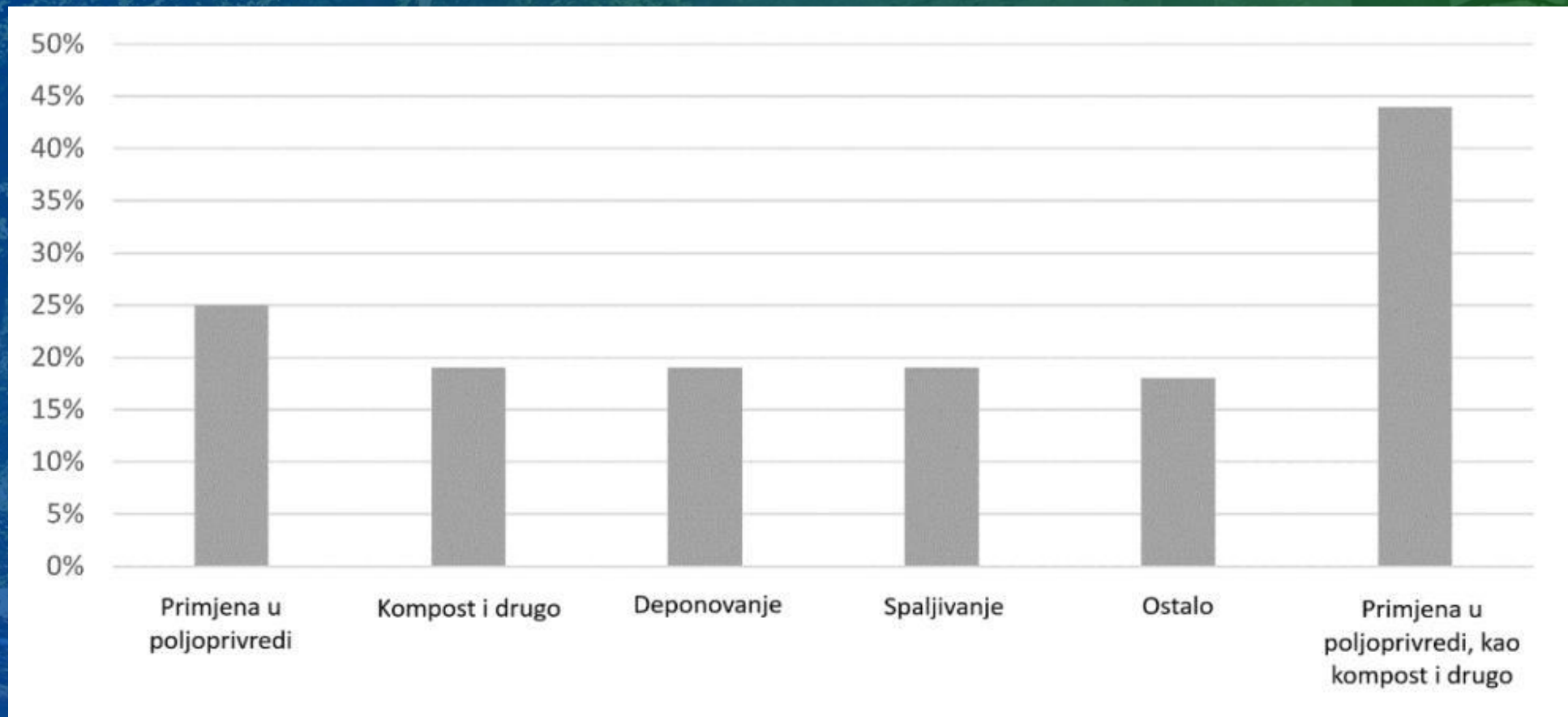
Uvod

- Prečišćavanje otpadnih voda igra veoma važnu ulogu u očuvanju okoline i prvenstveno se ogleda u očuvanju voda i živog svijeta u vodi.
- Prečišćavanjem komunalnih i industrijskih otpadnih voda dobija se prečišćena otpadna voda a kao nusprodukt generiše se otpadni mulj.
- Otpadni mulj predstavlja skup mikroorganizama, u najvećem slučaju bakterija koje svojim metabolizmom vrše redukciju organskog opterećenja iz otpadne vode; produkata metabolizma mikroorganizama kao i nerazgrađenih organskih i neorganskih materija koje se nalaze u otpadnoj vodi.
- Mulj predstavlja oko 1-2% ukupne zapremine prečišćene otpadne vode i transformiše 50-80% zagađenja koje se nalazi u izvornoj kanalizaciji.
- U postupku prečišćavanja otpadnih voda aerobnim procesima biološki ili kako se još naziva aktivni mulj se izdvaja iz procesa i ide na daljnji tretman ugušćivanja i stabilizacije.

Prakse upravljanja muljem u EU



Prakse upravljanja muljem u EU



Pregled tehnologija tretmana mulja dostupnih u EU

Trenutno dostupne tehnologije za tretman mulja:

- Pasterizacija mulja;
- Mezofilna anaerobna digestija;
- Termofilna aerobna digestija;
- Kompostiranje;
- Stabilizacija vapna i
- Termička obrada.

Koristi i rizici po okoliš upravljanja/zbrinjavanja mulja

Koristi

mulj je izvor organskog ugljika (do 40% ukupnog volumena), azota (9,8%) i fosfora (2,7%).

Poboljšava strukturne karakteristike tla i povećava kapacitet zadržavanja vode u tlu, kao i sposobnost infiltracije vode u tlo.

Potencijal za stabilizaciju fluktuacije temperature tla i povećanje mikrobne aktivnosti tla.

Potencijal u stabiliziranju fluktuacije temperature tla i poboljšanju mikrobiološke aktivnosti tla.

Smanjuje potrošnju energije i emisije gasova staklene baste (upotrebom vezivanja ugljika, nema potrošnje energije za sintetička gnojiva).

Potencijal za proizvodnju energije iz visokoenergetskog mulja.

Rizici

Prisustvo teških metala, patogenih mikroorganizama, organskih zagađivača.

Značajan rizik predstavljaju nedavno otkriveni polutanti, mikroplastika i sl.

Rizik od eutrofikacije površinskih tokova.

Razvoj otpornosti na antibiotike kod bakterija.

Aktivna PPKOV u BiH



Količine mulja-projekcije

Entitet/Grad	Broj ES	Max godišnja proizvodnja mulja (t/y)	Entitet/Grad	Broj ES	Max godišnja proizvodnja mulja (t/y)
Republika Srpska			Trnovo	5,000	3,099
Trebinje	30,000	3,202	Sarajevo	300,000	30,989
Bileća	5,000	1,136	Bihać	60,000	4,648
Bijeljina	40,000	11,776	Gradačac	30,000	3,099
Čelinac	17,000	1,756	Srebrenik	12,000	620
Federacija Bosne i Hercegovine			Mostar	100,000	11,362
Konjic	5,000	2,582	Ljubuški	6,000	3,099
Cazin	30,000	7,127	Široki Brijeg	5,000	3,099
Velika Kladuša	15,000	723	Neum	30,000	516
Čitluk	14,000	1,859	Grude	2,500	1,859
Jablanica	3,250	1,033	TOTAL	709,750	93,584

Ekperiment

Kao baza za istraživanje korišten je otpadni mulj sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda grada Živinice, nakon dehidracije na mehaničkoj presi (mulj sa cca 18% ST) .

U eksperimentalnom dijelu u cilju konačne obrade mulja realizirani su slijedeći eksperimenti:

1. mikrobiološka obrada mulja;
2. biološka obrada mulja i
3. stabilizacija mulja prirodnim materijalom (fizička obrada mulja).



SIROVI MULJ

Mikrobiološka obrada mulja

U ovom dijelu eksperimenta mulj je izmiješan sa mikroorganizmima u tečnom stanju na način da se na očišćenu, betonsku podlogu dodao dio mikroorganizama (bakterije mliječnog porijekla) pomoću raspršivača, a potom se nanio mulj u sloju debljine 10 cm, potom je ponovo nanešen sloj mikroorganizama i naizmjenično je nanošen sloj mikroorganizama- sloj mulja i tako je formirana gomila visine cca 80 cm koja je potom ostavljena da miruje narednih 7 dana.



Korišteno je 5 l mikroorganizama na 1 m³ mulja. Miješanje je vršeno svakih 7 do 10 dana. Tokom eksperimenta primijećeno je da se oštar i neugodan miris mulja gubi, da bi na kraju imao miris mokre zemlje. Nekoliko dana nakon postavljanja eksperimenta gomila je počela da se sliježe i da otpušta manje količine vode. Prilikom analiziranja mulj je bio sivo smeđe boje (boja zemlje) i primijećen je veliki broj crva (larve insekata). Početna boja mulja prilikom izvođenja ovog eksperimenta je bila crna.

Biološka obrada mulja

U dijelu eksperimenta sa obradom mulja biološkim putem (uz pomoć kalifornijskih glista) pomiješan je 1 m³ dehidriranog mulja sa 50 kg smjese glista i komposta. U kompostu su se nalazile gliste kao i nove kolonije malih glista, pomiješane sa ostacima voća, povrća, papira, lišća itd. Uzorak je dobro izmiješan i ostavljen da miruje. Miješanje je vršeno svakih 7 dana. Poslije 6 mjeseci u uzorku su i dalje bili prisutni sitniji dijelovi kompostnog materijala, boja mulja je postala smeđa (vjerovatno je to obrađen dio mulja). Primijećeno je da nema stvaranja novih legla glista, ali su gliste i dalje prisutne u smjesi. Veliki broj sitnih životinja tipa vinskih mušica, koji je karakterističan u truležnoj sredini, bio je prisutan nakon 6 mjeseci eksperimenta. U uzorku više nije bilo neugodnog mirisa, preovladavao je miris zemlje (mokre zemlje). U manjim dijelovima smjese je bilo crne boje mulja (početna boja mulja), dok je u nekim dijelovima vidljiva pojava slojeva boje crna-tamno smeđa-smeđa.



Stabilizacija mulja prirodnim materijalom

U dijelu eksperimenta sa obradom muljem prirodnim materijalima izvršeno je miješanje dehidriranog mulja sa pirofilitom. 1 kg pirofilita izmiješan je sa 10 kg dehidriranog mulja. Uzorak je čuvan na suhom i tamnom mjestu. Miješanje je vršeno svakih 7 dana. Boja mulja na početku eksperimenta je bila crna i takva je zadržana do kraja eksperimenta sa dijelovima boje pirofilita. Nakon završetka eksperimentalnog dijela neugodan miris mulja karakterističan za dehidrirani mulj u potpunosti je uklonjen.

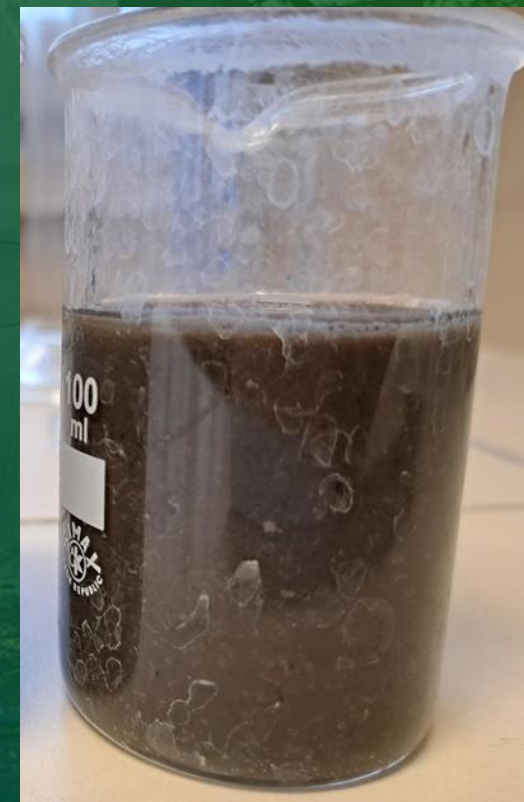


Rezultati eksperimenta

BIOLOŠKA OBRADA MULJA



MIKROBIOLOŠKA OBRADA MULJA



FIZIČKA OBRADA MULJA

"IZGRADIMO ODRŽIVU BiH,"

Rezultati fizičko-hemijskih parametara

0-sirovi otpadni mulj sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda Živinice

1-mikrobiološki tretirani mulj

2-biološki obrađeni mulj

3-fizički stabilizirani mulj pomoću prirodnog materijala

parametri	jedinica	0	1	2	3
pH	-	8,08	7,45	6,82	7,10
TS	%	17,75	22,19	16,17	48,32
VS	%	9,82	12,56	12,89	2,26
TP	g/kg	186,78	156,48	69,5	41,619
TKN	g/kg	9,67	11,07	2,04	11,7
Fe	mg/kg	0,2024	0,217	6,92	0
Mn	mg/kg	0,068	0,08	0,206	0
Cu	mg/kg	118	77,7	141	37,8
Cr	mg/kg	41,7	56,1	88,1	1,14
Pb	mg/kg	27,9	52,7	32,2	18,8
Ni	mg/kg	123	146	96,6	79,8
Ca	g/kg	22,2	26,7	32,3	30,8
PCB	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01

Rezultati bioloških parametara

parametri	jedinica	0	1	2	3
48hLC50	%	27	7	20	58
ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 ml/22°C		$7,2 \cdot 10^6$	$5,1 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^4$	390
ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 ml/37°C		$2,4 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^4$	17
ukupne koliformne bakterije MNP u 1 l		$2,4 \cdot 10^6$	$1,9 \cdot 10^6$	>3800	9
ukupan broj kvasnica/pljesni u 1ml/28°C		$6,7 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^3$	-
streptokoke fekalnog porijekla		+	+	+	-
koliformne bakterije fekalnog porijekla- Eikmanov test		+	+	+	-
proteus vrste		+	+	-	-
pseudomonas aeruginosa		+	+	-	-
sulfido redukujuće klostridije u 10 ml		+	+	-	-

Zaključak

- Otpadni mulj sa postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda predstavlja jedan od većih okolinskih problema u Bosni i Hercegovini a uzimajući u obzir sastav otpadnog mulja isti može predstavljati i značajan potencijal za primjenu u mnoge svrhe. Stoga je veoma važno iznaći rješenje za njegovo konačno zbrinjavanje ili konkretnu primjenu.
- Otpadni mulj je moguće stabilizirati mikrobiološkim, biološkim ili fizičkim tretmanom, zbog promjene njegovih osnovnih, u prvom redu mikrobioloških karakteristika .
- Primjenom mješavine mikroorganizama minimiziran je neugodan miris otpadnog mulja, te je smanjena zapremina mulja. Evidentna je pojava novonastalih životnih zajednica. Povećanje toksičnosti izražene preko bio ogleđa *Daphnia Magna* Strauss rezultat je interferencije korištenih mikroorganizama za stabilizaciju na organizme koji su korištenu za ocjenu toksičnosti.



Zaključak

- Primjena biološkog tretmana korištenjem glista (*Eisenia fetida*) u smjesi sa kompostnom masom predstavlja vremenski relativno dug proces koji rezultira vizuelno izmijenjenom strukturom u tretiranoj masi mulja, sa smanjenim uticajem neugodnih mirisa.
- Primjenom prirodnog materijala iz reda glina pored minizacije neugodnih mirisa smjese, dobija se materijal sa znanto manjim sadržajem vlage i potpuno uništenim štetnim mikroorganizama iz reda fekalnih bakterija. Imajući u vidu praksu da se na postrojenjima u svrhu uništavanja štetnih bakterija koristi kreč ($\text{Ca}/\text{OH}/_2$) koji ima znanto veću agresivnost, ali i zrazito baznu reakciju, evidentna je prednost primjene pirofilitnog škrljca kao zamjenskog materijala u svrhu stabilizacije otpadnih muljeva. Na ovaj način dobije se materijal pogodan za inertizaciju i formiranje pokrivnog sloja na odlagalištima otpada, bez značajnog okolinskog negativnog uticaja a može predstavljati i pogodan kompozit za solidifikaciju.

