

ODRŽIVI TRETMAN KOMUNALNIH OTPADNIH VODA I MULJA: SIMULACIJA TEHNOLOŠKIH PROCESA

TOWARDS SUSTAINABLE MUNICIPAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT: SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Jovana Đokić^{*1}, Zoran Anđić¹, Dragana Radovanović², Marija Štulović²,
Nataša Gajić², Željko Kamberović³,**

¹Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar Hemijskog fakulteta, Beograd

²Univerzitet u Beogradu, Inovacioni Centar Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu

³Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

Komunalni otpadni mulj (MWS) je nezaobilazni nusproizvod u postrojenjima za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (MWTPs) i predstavlja ekološke i regulatorne izazove zbog visokog sadržaja biorazgradivih materija. U ovom radu urađena je simulacija biotretmana komunalnih otpadnih voda (MWB) primenom aktivnog mulja, praćena procesom stabilizacije i solidifikacije (S/S) komunalnog otpadnog mulja primenom CaO kao aditiva. Tretman ima za cilj proizvodnju neopasnog solidifikata u skladu sa propisima. Simulacija je urađena kombinacijom softverskih programa HSC Chemistry and SuperPro Designer, integrišući rezultate karakterizacije realnog uzorka komunalnih otpadnih voda i MWS, MWB ulazne i izlazne parametre i termodinamičke parametre reakcija procesa. Rezultati pokazuju da je za tretman MWS neophodno 38% CaO, čime se dobija solidifikat sa 14,5% vode, i koji čini 69,9% mase tretiranog mulja. Dobijeni proizvod pokazuje povoljna svojstva, sa visokim sadržajem Ca(OH)₂ (27,3%), CaCO₃ (36,8%) i neorganskih oksida (2,9%), što ga čini pogodnim za bezbedno odlaganje ili upotrebu - proizvodnja građevinskih materijala, betona, kao aditiv za asfalt, ili punjenje puteva i deponija. Tehno-ekonomska procena, skalirana za kapacitete MWTP od 2000 - 10000 t/god, pokazuje održivost najvećeg razmatranog kapaciteta, za period od 12 godina. Procena uticaja na životnu sredinu potvrđuje održivost S/S procesa, minimizirajući emisije uz efikasno iskorišćenje resursa. Ova studija naglašava izvodljivost implementacije naprednog sistema upravljanja otpadom, osiguravajući usklađenost sa propisima uz ekonomsku dobit.

Ključne reči: komunalne otpadne vode; komunalni otpadni mulj; stabilizacija/solidifikacija; simulacija procesa; upravljanje otpadom

Municipal wastewater sludge (MWS) is an unavoidable byproduct of wastewater treatment plants (MWTPs) and poses environmental and regulatory challenges due to its high biodegradable content. This study presents a simulation of municipal wastewater biotreatment (MWB) with activated sludge followed by a stabilization and solidification process (S/S) of MWS with CaO. The treatment aims to produce non-hazardous solidificate in accordance with regulations. Using HSC Chemistry

* Corresponding author: djokic@chem.bg.ac.rs
<https://orcid.org/0000-0001-6949-668X>

Zoran Anđić: <https://orcid.org/0000-0003-2015-0607>

Dragana Radovanović: <https://orcid.org/0000-0002-2935-7711>

Marija Štulović: <https://orcid.org/0000-0002-7647-999X>

Nataša Gajić: <https://orcid.org/0000-0001-7546-9186>

Željko Kamberović: <https://orcid.org/0000-0003-0507-5346>

and SuperPro Designer programs, simulations integrate municipal wastewater and MWS characterization results, MWB process and output parameters, and thermodynamic data. The results indicate that treatment requires 38% CaO, yielding solidificate with 14.5% water, comprising 69.9% of the treated sludge mass. The resulting product displays favorable properties for safe disposal or use, with high content of Ca(OH)₂ (27.3%), CaCO₃ (36.8%) and inorganic oxides (2.9%), making it suitable for various applications like producing building materials, concrete, asphalt additives, or filling road surfaces and landfills. The techno-economic assessment, scaled for 2000 - 10000 t/year MWTPs shows the viability of the largest capacity considered, for a period of 12 years. Environmental impact assessment confirms S/S sustainability, minimizing emissions and maximizing resource utilization. This study emphasizes the feasibility of an advanced waste management system, ensuring regulatory compliance and economic benefits.

Key words: *municipal wastewater; municipal waste sludge; stabilization/solidification; process simulation; waste management*

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

RAD JE POVUČEN IZ ZBORNIKA
PAPER RETRACTED FROM THE PROCEEDINGS

