



# VODOVODNI I KANALIZACIONI SISTEMI 2024

Banja Koviljača, 29.05. – 31.05.2024.



## Optimizovan Fenton tretman za efikasno uklanjanje mikroplastike i magenta boje iz sintetičkog rastvora

Vesna Gvoić, Aleksandra Tubić, Miljana Prica, Maja Vujić,

Dejan Krčmar, Jasmina Agbaba

- Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine
- Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn

- Tekstilna i grafička industrija predstavljaju najveće potrošače sintetičkih boja.
- 15% sintetičkih boja se gubi tokom procesa štampe i bojenja tekstila i kao nebiodegradabilne supstance se ispuštaju u prirodne vodotokove u vidu otpadnih voda.
- Ispuštanje generisanih netretiranih obojenih efluenata u recipijente - primarni ekološki problem.



### *Karakteristike obojenih otpadnih voda*

Parametar	Vrednost
pH	7 - 9
Temperatura (°C)	24 - 32
Električna provodljivost ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	400 - 1200
Mutnoća (NTU)	20 - 100
Ukupni organski ugljenik (mg/l)	28000 - 30000
Ukupni fosfor (mg/l)	10 - 50
Hemijska potrošnja kiseonika (mg/l)	150 - 12000
Biološka potrošnja kiseonika (mg/l)	80 - 6000
Ukupne suspendovane materije (mg/l)	20 - 8000
Ukupne rastvorene materije (mg/l)	2900 - 3100
Hloridi (mg/l)	1000 - 1600
Dodecilbenzen sulfonat (mg/l)	10 - 100



- Prisustvo mikroplastike (MP) i sintetičkih boja u industrijskim otpadnim vodama predstavlja pretnju za vodene ekosisteme, budući da neprečišćene industrijske otpadne vode predstavljaju jedan od ključnih izvora zagađivanja podzemnih i površinskih voda.

- Pojam mikroplastike obuhvata plastične fragmente veličine od 0,001 - 5 mm. Sa konstantnim rastom proizvodnje plastike, očekuje se da će se i količina MP u životnoj sredini samo povećavati.

- Iako se više od 90% MP eliminiše konvencionalnim sistemima za prečišćavanje otpadnih voda, ovi sistemi su identifikovani kao značajan izvor MP, zbog toga što se velika količina otpadnih voda ispušta upravo putem pomenutih sistema.



## Microplastics Removal from the Environment



- Azo boje, kao sintetičke grafičke boje, pripadaju grupi aromatičnih i heterocikličnih jedinjenja. Teško su biorazgradiva jedinjenja sa tendencijom da pokazuju toksične i kancerogene efekte.
- U određenim sintetičkim grafičkim bojama, polimeri u formi smola i voskova su osnovne komponente koje se koriste kako bi se obezbedilo kvalitetno prijanjanje boja, posebno na neporozne površine. Ovi polimeri takođe mogu potpadati pod definiciju mikroplastike. Tako se mikroplastika i boje mogu naći u otpadnim vodama i nakon procesa flekso i sito štampe.

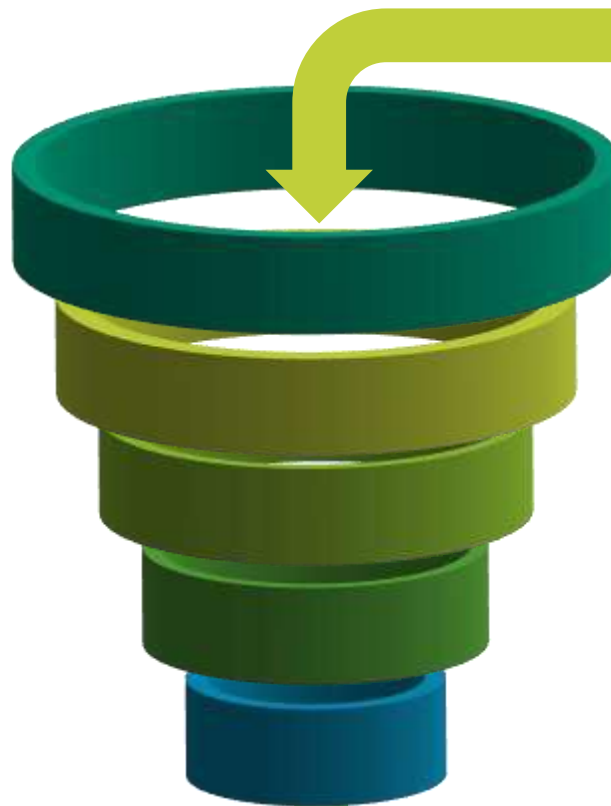


## UNAPREĐENI PROCESI OKSIDACIJE

IZAZOVI

OPTIMIZACIJA PROCESNIH USLOVA

EKONOMSKA ISPLATIVOST TRETMANA



OSNOVNI PRINCIPI I MEHANIZMI  
DEGRADACIJE

RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA  
NOVIH KATALIZATORA

TRETMAN REALNOG EFLUENTA

PERSPEKTIVA



Procena efikasnosti unapređenog oksidacionog tretmana na bazi Fenton-sličnog procesa u uklanjanju magenta grafičke boje u prisustvu mikroplastike (granulovani polietilen – PEg) iz sintetičkog rastvora.

CILJ RADA

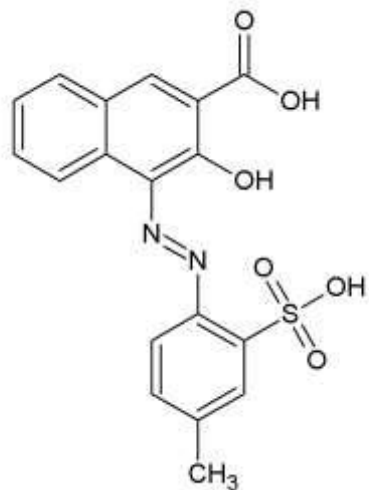
## PREDMET IZUČAVANJA

Rešavanje problema dospeća rezidualnih koncentracija grafičkih boja i mikroplastike u rečne vodotokove.

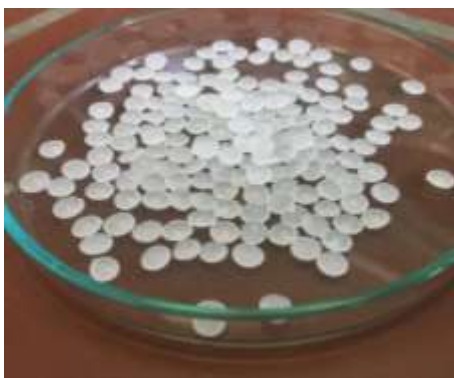




**EKSPERIMENTALNI DEO**



Struktura magenta boje



Komercijalan mikroplastika –  
granulovani polietilen

### Osnovne karakteristike magenta boje

Parametar	Magenta
Indeks boja	PR57:1
CAS broj	5281-4-9
Hemijska formula	$C_{18}H_{12}N_2O_6$
Molekulska masa	352 g/mol
$\lambda_{max}$	573 nm

- Zelena sinteza Fenton katalizatora: nano nula valentno gvožđe sintetisano iz lišća zelenog čaja;
- Ispitivanje efikasnosti obezbojavanja vodenog rastvora magenta grafičke boje vršeno je serijom eksperimenata na aparaturi za JAR test;
- Definitive screening design: ispitivanje uticaja pet procesnih parametra na efikasnost Fenton procesa: početne koncentracije boje (20 - 180 mg/l), doze nZVI (0,75 - 60 mg/l), koncentracije mikroplastike (1 - 10 g/l), pH vrednosti (2 - 10), koncentracije vodonik-peroksida (1 - 11 mM).

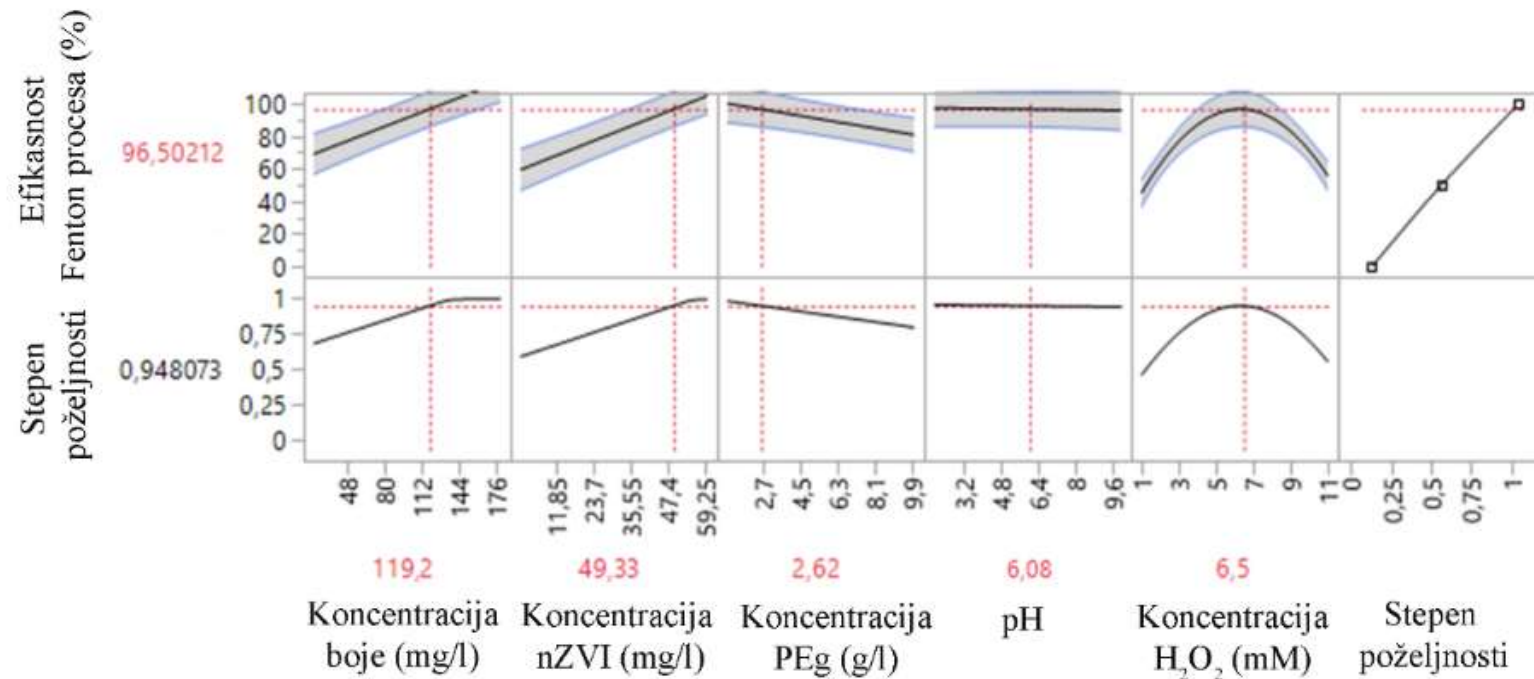


# REZULTATI ISTRAŽIVANJA

## Efikasnost Fenton procesa

Proba	Koncentracija boje (mg/l)	nZVI doza (mg/l)	Koncentracija MP (mg/l)	pH	Koncentracija H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mM)	Efikasnost Fenton procesa (%)
1	100	60	10	10	11	35,48
2	100	0,75	1	2	1	19,32
3	180	30,375	1	10	11	76,98
4	20	30,375	10	2	1	29,28
5	180	0,75	5,5	2	11	3,48
6	20	60	5,5	10	1	1,94
7	180	60	1	6	1	89,24
8	20	0,75	10	6	11	1,30
9	180	60	10	2	6	91,41
10	20	0,75	1	10	6	22,38
11	180	0,75	10	10	1	3,64
12	20	60	1	2	11	46,41
13	100	30,375	5,5	6	6	66,20
14	100	30,375	5,5	6	6	66,98
15	100	30,375	5,5	6	6	61,25

- Implementacijom DSD ostvaren je značajan napredak u optimizaciji procesa, sa ciljem da se maksimalno poveća efikasnost uklanjanja boje u odnosu na primenjene procesne uslove.
- Dijagram optimizacije daje jasan uvid kako se efikasnost Fenton procesa menja u funkciji jedne promenljive, dok ostale promenljive ostaju konstantne.



*Dijagram optimizacije Fenton-sličnog procesa*

# ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Rezultati prikazani u radu su značajni sa aspekta primene ekološki prihvatljivih tretmana obojenih otpadnih voda grafičke industrije.

U budućnosti, otpadne vode koje sadrže mikroplastiku, mogu diktirati načine ponovnog korišćenja ove vode u smislu zatvaranja ciklusa vodnog materijala i smanjenja zagađenja životne sredine.

Ponovna upotreba industrijskih otpadnih voda je važna komponenta prakse održivog upravljanja otpadnim vodama, odnosno povećanje vodnih resursa i smanjenje zagađivača.

Prethodno istraživanje koje je obuhvatilo samo tretman grafičkih boja bez prisustva mikroplastike rezultovalo je sa manjom efikasnošću, što ukazuje i na mogućnost simultanog odigravanja adsorpcionog procesa boje na površini mikroplastike sa unapređenim oksidacionim procesom.

# HVALA NA PAŽNJI !

- ❑ Istraživanja je finansiralo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ev.br. 451-03-66/2024-03/200125, 451-03-65/2024-03/200125 i 451-03-65/2024-03/200156).
- ❑ This article is based upon work from COST Action Plastics monitoring detection Remediation recovery—PRIORITY, CA20101, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology).