

50. Konferencija
OTPADNE VODE,
KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD
I OPASAN OTPAD
Beograd, 16-18.06.2021.



Potencijal upotrebe industrijskog otpadnog materijala u tretmanu otpadnih voda – Od otpada do proizvoda

dr Đurđa Kerkez, dr Milena Bečelić-Tomin, MSc Aleksandra Kulić Mandić, dr Dragana Tomašević
Pilipović, dr Gordana Pucar Milidrag, dr Vesna Pešić, dr Anita Leovac Maćerak



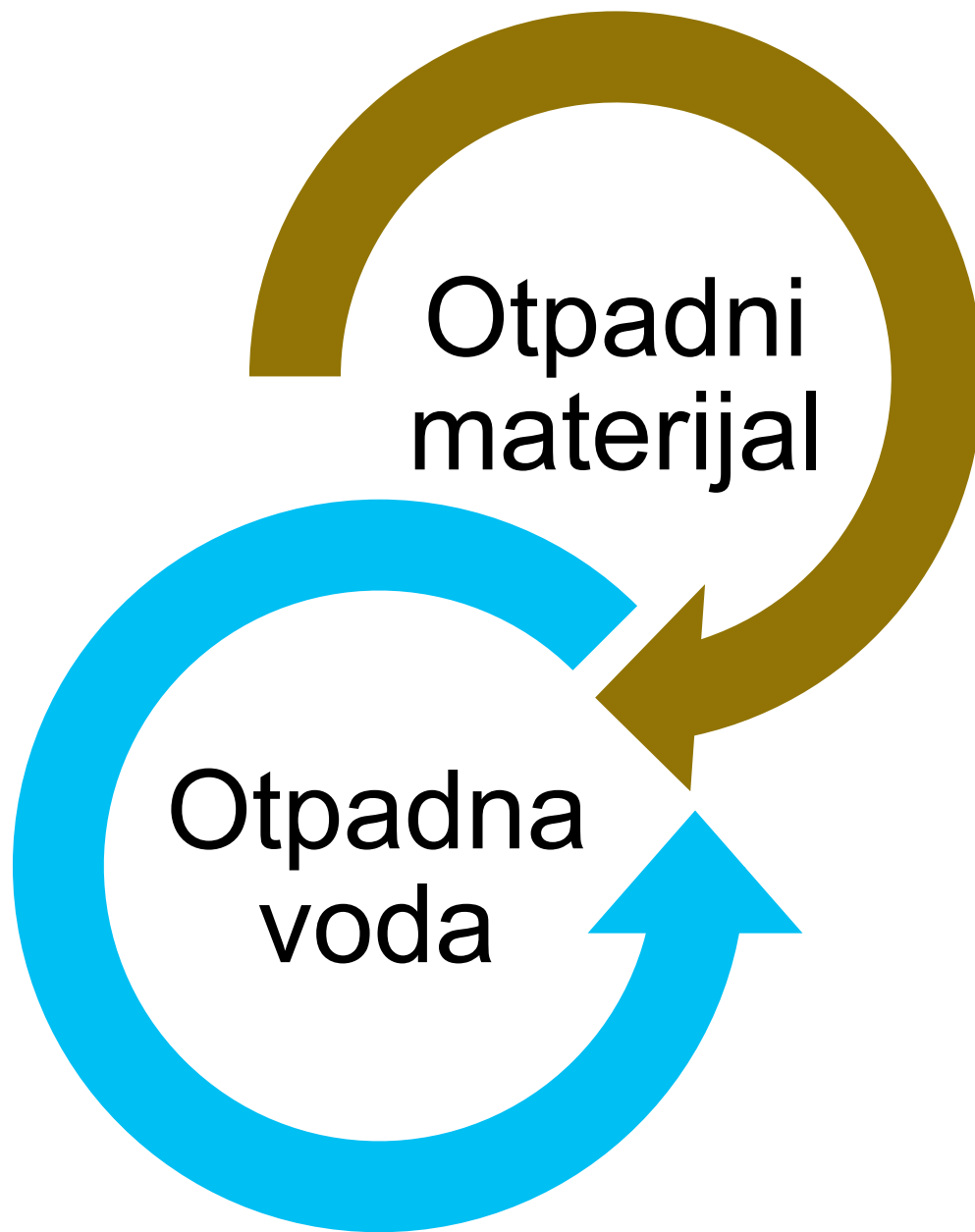


- Danas upravljanje vodama i otpadom predstavlja kompleksan i težak izazov.
- Klimatske promene, iscrpljivanje i zagađivanje različitih resursa ugrožavaju njihovu dostupnu količinu i kvalitet.
- Upravljanje otpadnim tokovima zahteva holistički pristup koji za cilj njihovo sagledavanje ne kao otpada koji treba odložiti, već kao resursa koji se ne troši, i čije pravilno upravljanje doprinosi zdravlju ljudi, sigurnosti vode i hrane, pristupu energiji i zaštiti životne sredine.





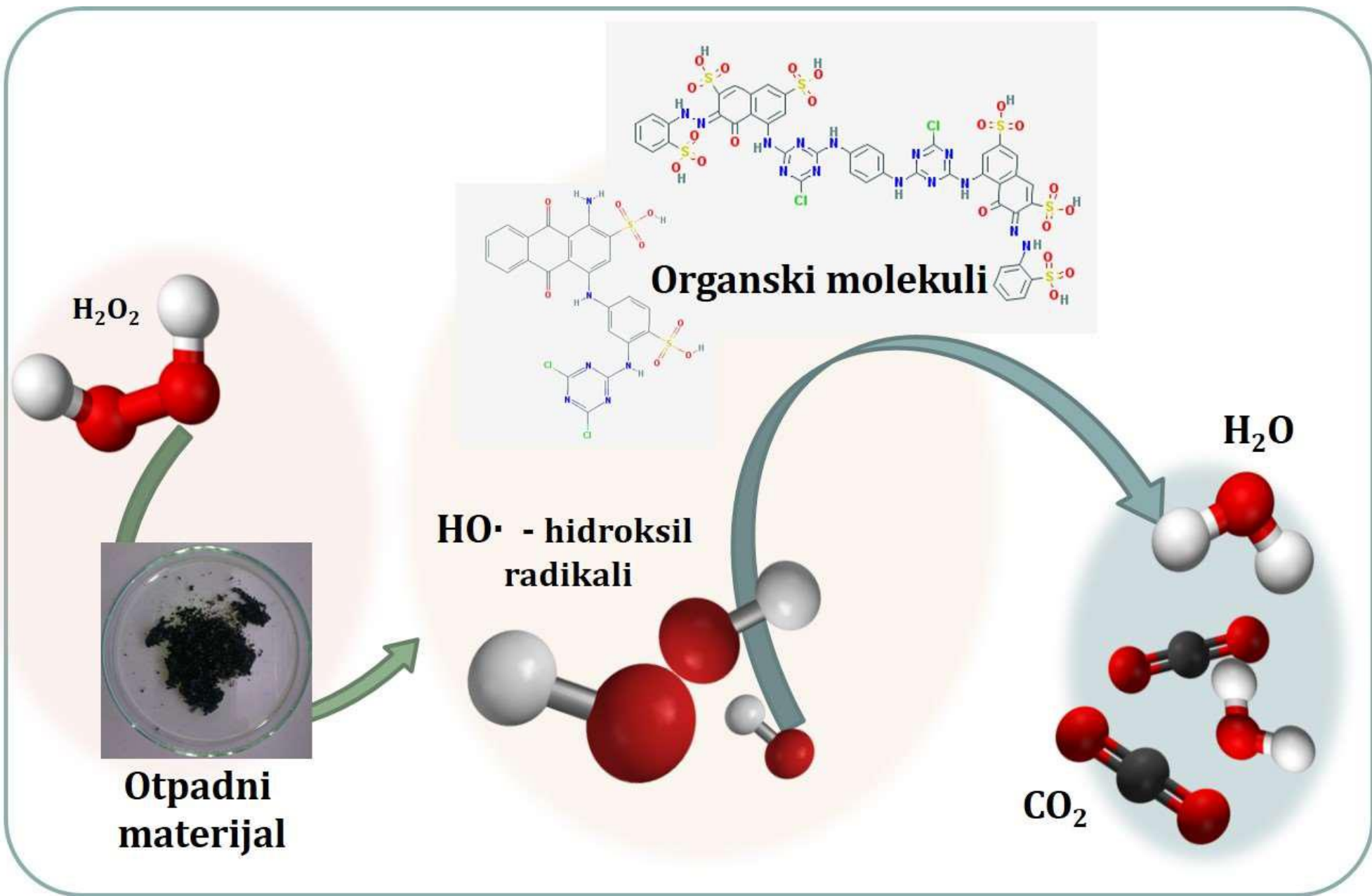
- Izgradnja sledeće generacije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda podrazumevaće izgradnju efikasnijih sistema koristeći najnovije tehnologije i inovacije u sektoru voda.
- Transfer inovativnih ideja u funkcionalne aplikacije ima za cilj održivo upravljanje otpadnim vodama.



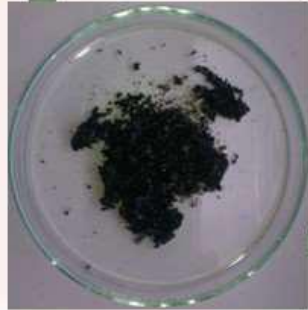
CIRKULARNA EKONOMIJA

- Uklanjanje perzistentnih organskih zagađujućih supstanci primenom konvencionalnih tretmana rezultuje nepotpunom degradacijom.
- U poslednjih nekoliko godina istraživači su akcenat stavili na primenu unapređenih procesa oksidacije, kao tehnika koje zauzimaju istaknuto mesto među tretmanima za smanjenje koncentracije neorganskih i organskih polutanata u industrijskim efluenatima.



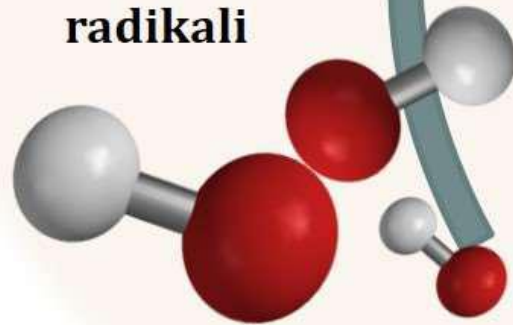


H_2O_2

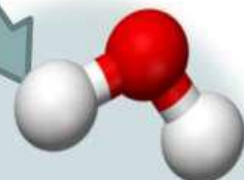


Otpadni materijal

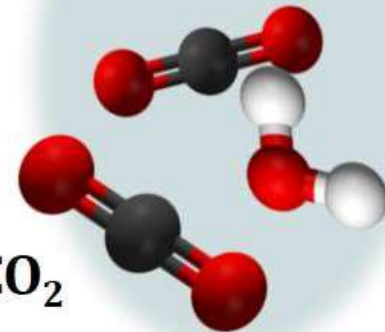
HO \cdot - hidroksil radikali



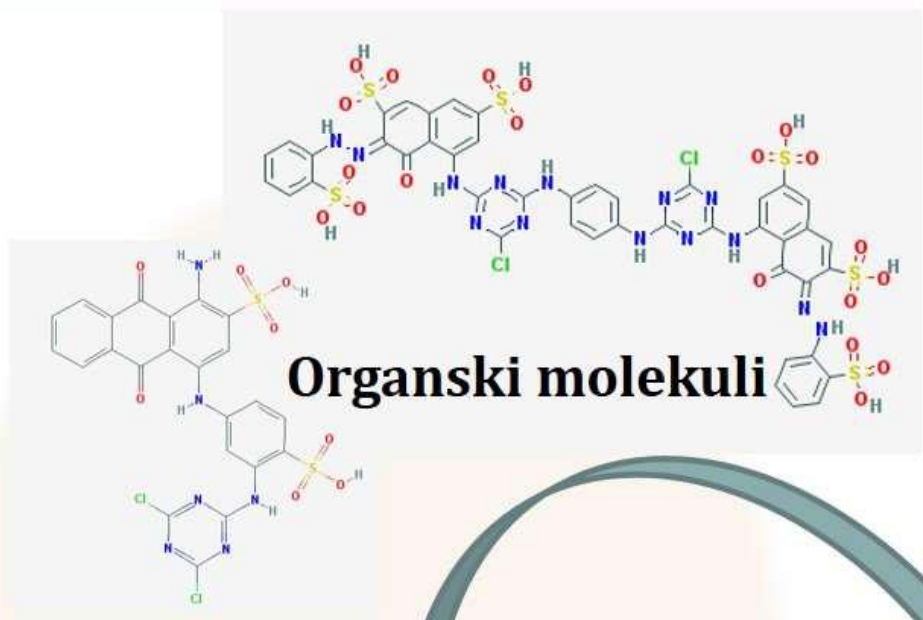
H_2O

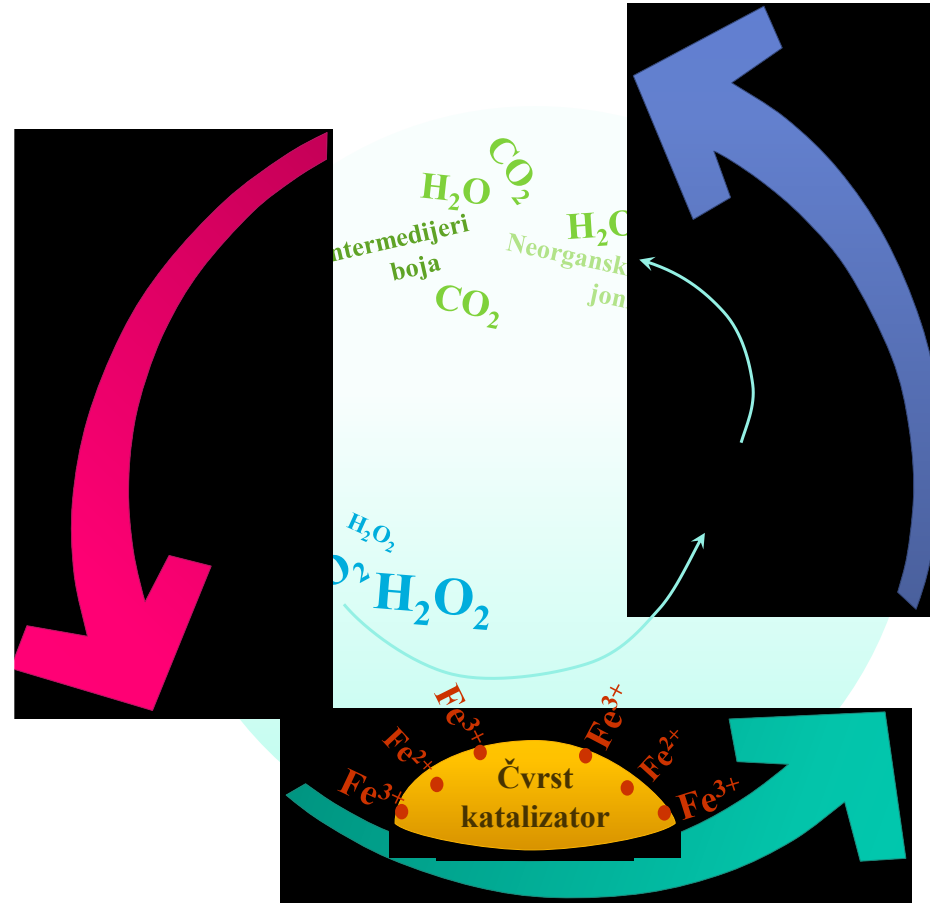


CO_2



Organski molekuli





- Ispitivanje potencijala upotrebe materijala sa visokim sadržajem gvožđa
- Sinteza kompozitnih materijala gde se oksidi gvožđa ili nanočestice gvožđa obično kombinuju sa drugim materijalima → poboljšavnje stabilnost katalizatora i mogućnost korišćenja u širem pH opsegu



OTPAD IZ PROIZVODNJE I UPOTREBE PAPIRA

- Do danas usvojeni su različiti načini odlaganja ili upotrebe papirnog otpada, koje su esencijalni za razvoj ekonomski održivih metoda prihvatljivih sa aspekta zaštite životne sredine kako bi se povećao povraćaj korisnih materijala i/ili energije.
- U ovom kontekstu nekoliko studija su pokazale da papirni mulj, kao otpadni materijal, može direktno ili indirektno (pretvaranjem u aktivni ugalj) biti korišćen kao aktivni sorbent.
- Takođe primenom tehnike impregnacije sa Fe(III) iz ovog otpadnog materijala dobija se aktivni katalizator koji se može primenjivati u heterogenim Fenton procesima tretmana otpadnih voda postižući visok stepen mineralizacije.

MINERALI I ŠLJAKA

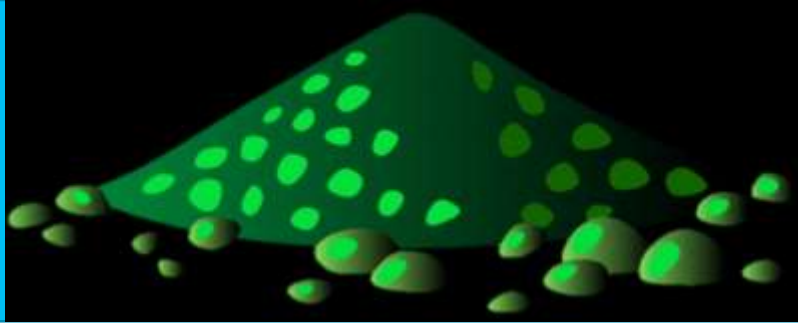


- Prilikom procesa prženja pirita (proizvodnja sumporne kiseline) nastaju velike količine čvrstog otpada koji se naziva **piritna izgortina**. Teoretski oko 67 % pirita se prevodi u piritnu izgoretinu, koja se uglavnom sastoji od Fe_2O_3 .
- **Šljaka elektrolučne peći** igra važnu ulogu u proizvodnji čelika. S druge strane ovaj sporedni proizvod industrije čelika predstavlja izvor bogat gvožđem, i može se razviti u efikasan i ekonomski isplativ heterogeni Fenton-sličan katalizator. Takođe ovaj materijal može biti lako povraćen iz procesa magnetnom separacijom jer veći deo ovog materijala predstavlja upravo magnetit (Fe_3O_4) zajedno sa drugim kompleksnim oksidima SiO_2 , Al_2O_3 i CaO .
- Bayerov proces se već sedamdeset godina koristi za produkciju aluminijuma iz boksita. **Crveni mulj**, kao nerastvorni ostatak, je testiran za različite upotrebe koje uključuju i tretman voda za uklanjanje fenola, teških metala, nitrata, fosfata, boja i dr. Crveni mulj je dobar primer razvoja katalizatora iz otpadnog materijala što daje vrednost otpadnom toku.
- Kontinualno povećanje opasnog industrijskog otpada kao što je **jalovina rudnika gvožđa** uzrokuje problem sa ovim otpadnim tokom pre svega u pogledu zaštite životne sredine. S druge strane ovakvi materijali predstavljaju sekundarni izvor i postoji povećan interes za njenu alternativnu upotrebu kao adsorbenta i katalizatora pre finalnog odlaganja.



ELEKTRIČNI OTPAD

- Skorašnja istraživanja u ovoj oblasti fokusiraju se na pripremu i primenu novih materijala od katodnog materijala otpadnih baterija.
- Metal organski materijali koji su dobijeni pod hidrotermalnim reakcionim uslovima dodatkom organskih liganada izluževini, čine isplativu ponovnu upotrebu odbačenih baterija.
- Drugi funkcionalni materijali kao što su CoFe_2O_4 i $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{LiCoO}_2$, dobijenih iz izluženog rastvora pokazali su da mogu razarati organske boje sa odličnim fotokatalitičkim učinkom, što ukazuje na novu strategiju u pripremi funkcionalnih materijala iz odbačenih baterija koji su prihvatljivi sa aspekta zaštite životne sredine.
- Takođe, karbonizovana otpadna štampana ploča se koristi kao novi katalizator baziran na bakru u Fenton-sličnim procesima za uklanjanje organskih konstituenata, pri čemu se postižu efikasnosti veće od 95% čak i pri neutralnim uslovima.



ELEKTRIČNI OTPAD

- **Biočar**, dobijen iz različite biomase, pokazao se dobar u uklanjanju teških metala i otpadne vode koja sadrži boje.
- Istraživački napor ulažu se u unapređivanje funkcionalnosti ovakvih biočareva i kompozita kao zelenih i prilagodljivih katalizatora sa pogodnim karakteristikama.
- Biočarevi koji potiču iz biomase poseduju visok sadržaj azota sa obogaćenim funkcionalnim grupama koje sadrže kiseonik/azot van površine materijala, što čini transfer elektrona lakim. Ovo čini da ovakav biočar ima ogroman potencijal kao katalizator u unapređenim oksidacionim procesima.
- Posebnu oblast u tretmanu otpadnih voda čini upotreba **aktivnih ugljeva** kao adsorbenata različitih polutanata ili pomoćnih materijala za sintezu usled njegove velike specifične površine i porozne strukture. Nekoliko ugljeničnih materijala kao što su naftne rezidue, drvo, ugalj, treset, poljoprivredni otpad i lignit se koriste za proizvodnju aktivnih ugljeva. Ovi materijali predstavljaju efikasan i jeftinu sirovinu za niskom cenom proizvodnje samih ugljeva.
- Takođe, danas se koristi „zeleni“ način sinteze **nanočestica gvožđa** koji je u skladu sa zaštitom životne sredine.



Reactive Black 5

[Dye]=100 mg/L
pH=3
[H₂O₂]=2.2 mM
[Kat]=2.5 g/L
t=45 min

Rajput i dr; 2016



Reactive Black 5

[Dye]=100 mg/L
pH=3
[H₂O₂]=2.2 mM
[Kat]=0.5 g/L
t=15 min



Methyl Orange

[Dye]=20 mg/L
pH=2
[H₂O₂]=34 mM
[Kat]=0.2 g/L
t=30 min

Ali i dr; 2013



Reactive Blue 4

[Dye]=100 mg/L
pH=2.5
[H₂O₂]=5 mM
[Kat]=0.2 g/L
t=30 min

Becelic-Tomin i dr; 2014

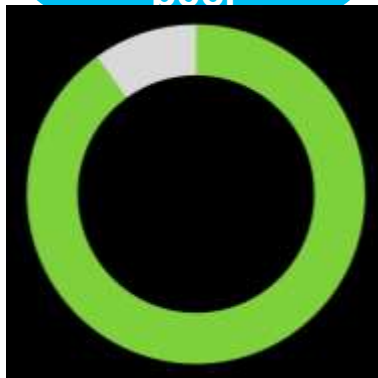


Real effluent

[Dye]=702 mg/L
pH=3
[H₂O₂]=50 mM
[Kat]=40 g/L
t=12 h

Kerkez i dr; 2018

Pepeo sa dna
peći

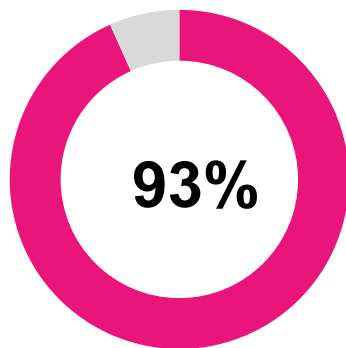


Sunset Yellow

[Dye]=75 mg/L
pH=2.7
[H₂O₂]=10 mM
[Kat]=0.9 g/L
t=60 min

Drumm i dr; 2019

Otpad od litijum-
jonskih baterija

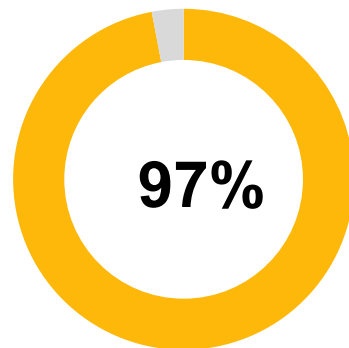


Methylene Blue

[Dye]=6 mg/L
pH=NI
[H₂O₂]=1.7 M
[Kat]=0.6 g/L
t=60 min
T=32°C

*de Matos
Vargas i dr; 2019*

Kanalizacioni
mulj

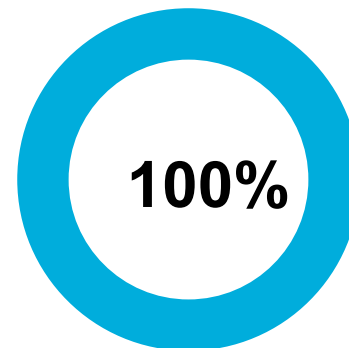


Amaranth

[Dye]=50 mg/L
pH=2.8
[H₂O₂]=5.5 mM
[Kat]=0.75 g/L
t=30 min

Grassi i dr; 2020

Prašina od
elektrolučne peći

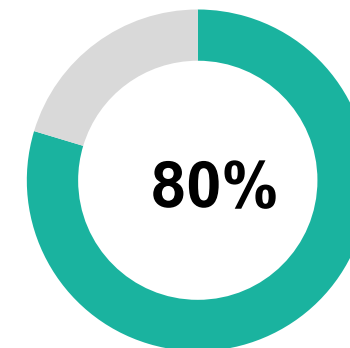


Methylene Blue

[Dye]=100 mg/L
pH=2
[H₂O₂]=0.5 mM
[Kat]=4 g/L
t=60 min
v=250 rpm

Maleki Rizi i dr; 2019

Crveni mulj

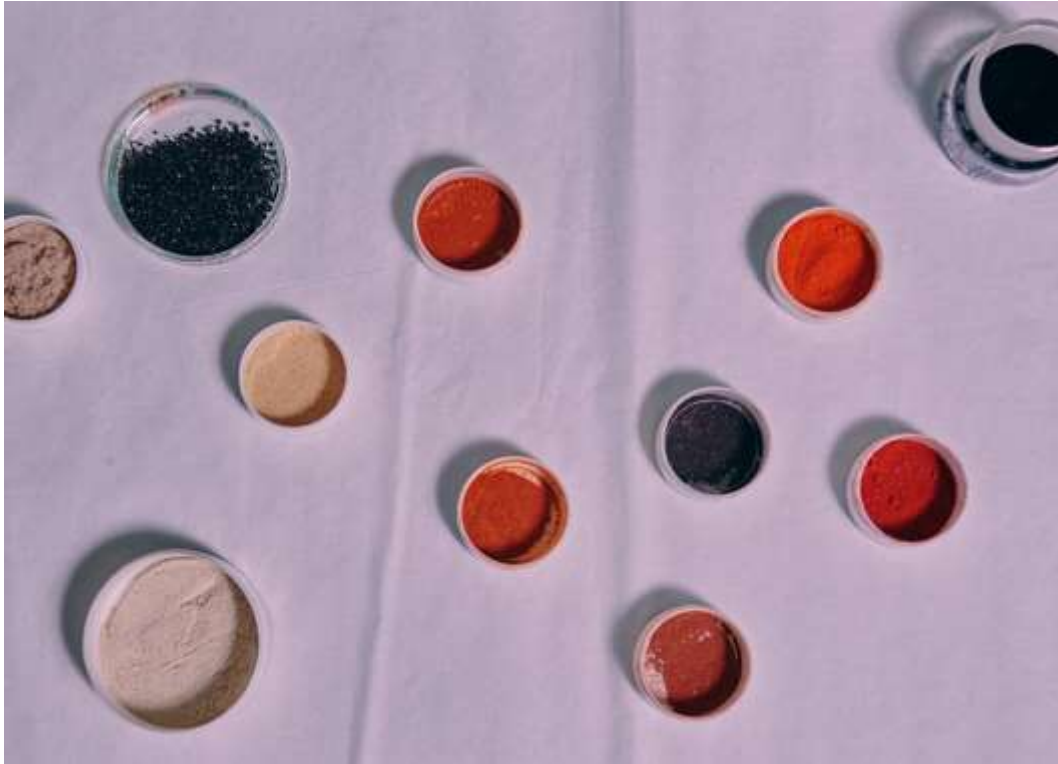


Real effluent

[Dye]=NI
pH=3
[H₂O₂]=4.3 mM
[Kat]=1 g/L
t=180 min

Kulić i dr; 2018

Razvoj materijala & Tretman otpadnih voda





Hvala na pažnji