

SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE



**39. MEĐUNARODNI
STRUČNO-NAUPČNI SKUP**

**zbornik radova
VODOVOD I KANALIZACIJA '18**

Valjevo, 09 -12. oktobar 2018.



SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE

**39. Međunarodni
stručno - naučni skup**

VODOVOD I KANALIZACIJA '18

Zbornik radova

Valjevo, 9 – 12. oktobar 2018.



Izdavač:

Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd

Za izdavača:

prof. dr Časlav Lačnjevac, dipl. inž, generalni sekretar

Programski odbor:

prof. dr Časlav Lačnjevac, (predsednik), prof. dr Srđan Kolaković,
prof. dr Srđan Rončević, prof. dr Rada Petrović, prof. dr Slavka Stanković,
dr Mirjana Stojanović, doc. dr Dragan Milićević, prof. dr Radomir Kapor,
Dušan Đurić, Zoran Matić, prof. dr Goran Sekulić, prof. dr Vaso Novaković,
prof. dr Srečo Pavlin, prof. dr Fehim Korać, prof. dr Dragica Chamovska,
prof. dr Kiril Lisichkov, prof. dr Filip Kokalj

Organizacioni odbor:

mr Bogdan Vlahović (predsednik), prof. dr Jovan Despotović,
mr Zoran Pendić, Dalibor Joknić, Ivica Nikić, Đorđe Milanović,
Zoran Mitrović, Zoran Dimitrijević, Saša Ilić, Milan Đorđević,
Nebojša Jakovljević, Marijana Mihajlović i Olja Jovičić

Glavni i odgovorni urednik:

prof. dr Časlav Lačnjevac, dipl. inž.

Lektura i korektura:

Olivera Čosović

Tehnički urednik:

Olja Jovičić

Štampa:

Grafički atelje „Dunav”, Zemun

Naslovna strana:

Tara, Srbija

Tiraž: 250 primeraka

Organizator:

Savez inženjera i tehničara Srbije

Suorganizatori:

Inženjerska akademija Srbije

JKP »Beogradski vodovod i kanalizacija«, Beograd

Institut za tehnologiju nuklearnih

i drugih mineralnih sirovina, Beograd

Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi« Beograd

IPIN Institut za primjenjenu geologiju

i vodoinženjering, Bijeljina

Saobraćajni institut CIP, Beograd

Inženjerska komora Srbije

Pokrovitelj:

**Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Republike Srbije**

**CIP- Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије**

628.1/.3(082)

**МЕЂУНАРОДНИ стручно-научни скуп Водовод и
канализација (39 ; 2018 ; Ваљево)**

Zbornik radova / 39. Međunarodni stručno-naučni skup
Vodovod i kanalizacija '18, Valjevo, 09-12. oktobar 2018. ;
[organizator] Savez inženjera i tehničara Srbije ; [glavni i
odgovorni urednik Časlav Lačnjevac]. - Beograd : Savez
inženjera i tehničara Srbije, 2018 (Zemun : "Dunav"). - 332 str. :
ilustr. ; 24 cm

Radovi na više jezika. - Tekst lat. i ćir. - Tiraž 250. - Napomene i
bibliografske reference uz radove. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-80067-39-1

1. Савез инжењера и техничара Србије (Београд)

- a) Водовод - Зборници
-) Канализација - Зборници
-) Отпадне воде - Зборници
- d) Водозахвати - Зборници

COBISS.SR-ID 268057356

SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| <i>Božo Dalmacija, Mile Klašnja, Jasmina Agbaba, Milena Bečelić Tomin, Aleksandra Tubić, Malcolm Watson, Srđan Rončević</i> | |
| Primena pilot istraživanja za projektovanje tehnologija pripreme vode za piće | 13 |
| <i>Rada Petrović, Veljko Đokić, Anđelika Bjelajac, Đorđe Janačković</i> | |
| Primena fotokalizatora na bazi TiO₂ za razgradnju organskih zagađujućih materija u vodi | 25 |
| <i>Aleksandra Tojčić</i> | |
| Regionalni višenamenski hidrosistem „Stubo-Rovni“ | 31 |
| <i>Tanja Đukić, Branka Stanimirović, Branka Miholjčić</i> | |
| Uticaj kvaliteta sirove vode na način prerade i kvalitet prečišćene vode na postrojenjima u Valjevu | 43 |
| <i>Zorica Lopičić, Vladimir Stojimirović, Tatjana Šoštarić, Jelena Milojković, Marija Mihajlović, Jelena Petrović, Vladimir Adamović, Jelena Avdalović</i> | |
| Nitrati u vodnim resursima – iskustva i nove tehnike | 51 |
| <i>Zagorka Stević Gojkov</i> | |
| Ostvarivanje ciljeva naučno stručnih skupova u lokalnim zajednicama - održivi razvoj nauke | 58 |
| <i>Matej Čehovin, Alojz Medic</i> | |
| Unapređena oksidacija vode za piće – potencijali stvaranja nusproizvoda | 66 |
| <i>Marko Germ, Armin Adrović, Ludvik Mekuč</i> | |
| Priprema pitke vode metodom ultrafiltracije – izazovi i rješenja u praktičnoj primjeni | 72 |
| <i>Irena Štulić, Branka Miholjčić, Nataša Ranisavljević</i> | |
| Kvalitet sirove i prečišćene vode na PPV „Divčibare“ | 80 |
| <i>Milivoje Nedović, Dragoslava Đuran, Ana Brdar, Ljilja Kurćubić, Jovana Stanojlović, Marija Nedić</i> | |
| Mikrobiološko-ekološki kvalitet vode akumulacionog jezera „Gruža“ | 87 |
| <i>Mladen Popov, Marijana Kragulj Isakovski, Aleksandra Tubić, Nenad Grba, Maja Lončarski, Nikica Ivić, Jasmina Agbaba</i> | |
| Monitoring kvaliteta vode na postrojenju za pripremu vode za piće grada Novog Sada u toku 2017. godine | 94 |

| | |
|---|------------|
| <i>Gordan Vrbanec</i> | |
| Monitoring izvorišta | 100 |
| <i>Jelena Petrović, Marija Mihajlović, Marija Petrović, Mirjana Stojanović, Marija Kojić, Marija Koprivica, Jelena Milojković</i> | |
| Hidročadi kao potencijalni adsorbensi različitih polutanata iz otpadnih voda | 103 |
| <i>Marija Petrović, Tatjana Šoštarić, Jelena Petrović, Marija Kojić, Marija Koprivica, Zorica Lopičić, Mirjana Stojanović</i> | |
| Lignocelulozna biomasa: obnovljivi i efikasan adsorbent organskih polutanata | 110 |
| <i>Aleksandar Tanasković</i> | |
| Istraživanja u oblasti postojećih pristupa optimizacije, kontrole i upravljanja procesima koagulacije upotrebom online uređaja | 116 |
| <i>Ivan Milojković, Ivana Romanović</i> | |
| Analiza varijantnih rešenja rekonstrukcije KCS „Železnička stanica“ metodom PROMETHEE | 121 |
| <i>Vladimir Stojadinović, Irena Grujić, Dušan Stojadinović</i> | |
| Najznačajniji hidrogeološki akviferi podzemnih voda za vodosnabdevanje stanovništva i industrije Srbije | 127 |
| <i>Devad Koldžo</i> | |
| Statistička procjena termina i vrijednosti minimalnih noćnih protoka u BiH i Crnoj Gori | 134 |
| <i>Vladimir Šaraba, Olivera Krunić, Vesna Obradović</i> | |
| Mikrobiološki diverzitet gorkih mineralnih voda Torde – AP Vojvodina, Srbija | 140 |
| <i>Jelena Bekonja-Milošević, Aleksandra Marinković-Radulović</i> | |
| Praćenje emisije zagađujućih materija u vodi za period 2013-2018. godina i njihov uticaj na recipijent | 147 |
| <i>Goran Gavrilović, Bojana Korica</i> | |
| Hemijski monitoring Akumulacije „Grošnica“ u periodu 2013-2018. godina | 153 |
| <i>Duro Radmilović, Branka Miholjčić, Ivana Bojičić</i> | |
| Interna i eksterna kontrola kvaliteta vode za piće u mreži JKP „Vodovod-Valjevo“ u periodu 1.08.2017. – 31.07.2018. | 159 |
| <i>Olivera Doklešić, Ljiljana Pasuljević, Dragan Vlatković</i> | |
| Smanjenje fizičkih gubitaka vode u sistemu snabdijevanja vodom Herceg Novog sa sanacijom kvarova – primjena PI-a | 164 |

| | |
|--|------------|
| <i>Denisa Đorđević, Vladana Rajaković-Ognjanović</i> | |
| Kontinualno praćenje kvaliteta pitke vode na vodovodnoj mreži | 171 |
| <i>Zoran Dimitrijević</i> | |
| Merno-regulaciona mesta vodovodne mreže grada Kraljeva u funkciji optimizacije rada sistema..... | 178 |
| <i>Milan Đorđević</i> | |
| Primena blok tarifa u cilju destimulacije potrošnje vode | 188 |
| <i>Željka Ostojić, Uroš Topalović, Vladana Rajaković-Ognjanović, Strahinja Nikolić</i> | |
| Ekološki i socijalni aspekti dogradnje ili rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda | 194 |
| <i>Gordan Vrbaneć</i> | |
| Upravljanje sistemima kanalizacije – savremena softverska rešenja..... | 203 |
| <i>Nemanja Branislavljević, Zorica Marović, Maja Lojpur, Aleksandar Krstić, Andreas Koch, Malte Martin</i> | |
| Upravljanje podacima sistema komunalne infrastrukture..... | 207 |
| <i>Miroslav Milosavljević</i> | |
| Održavanje sanitarnih kanizacionih sistema u uslovima smanjenjih investicionih ulaganja | 214 |
| <i>Ivan Krstić, Gordana Krstić-Đorđević</i> | |
| Primer projektovanja aerisanog peskolova u postrojenjima za preradu otpadnih voda..... | 220 |
| <i>Stanko Stankov</i> | |
| Upravljanje neutralizacijom otpadnih voda u pogonu za toplo cinkovanje..... | 226 |
| <i>Nenad Konjević</i> | |
| Komparativna analiza rizika i benefita projekata iz oblasti prerade komunalnih otpadnih voda finansiranih od međunarodnih kreditnih institucija | 235 |
| <i>Vaso Novaković, Nikola Nikolić, Sanel Buljubašić, Aleksandar Tomić, Ranko Grujić</i> | |
| Rezultati izvedene fizičko-hemijske revitalizacije bunara B-7 na izvoristu vodovoda Opštine Srebrenik | 242 |
| <i>Jovana Mirosavljević, Miroslava Vučković</i> | |
| Monitoring i uticaj industrijskih otpadnih voda na beogradski kanizacioni sistem | 252 |

| | |
|---|------------|
| <i>Aleksandar Došić, Dragana Tomašević Pilipović, Đurđa Kerkez, Miladin Gligorić, Slavko Smiljanić, Ljubica Vasiljević</i> | |
| Procjena dostupnosti toksičnih metala stabilizovane jalovine primjenom sekvencijalne ekstrakcije..... | 259 |
| <i>Vladimir Šaraba, Olivera Krunić, Vesna Obradović</i> | |
| Mikrobiološki diverzitet termomineralnih lekovitih voda Selters banje - Srbija | 266 |
| <i>Sofija Adžić</i> | |
| Novi institucionalni okvir za upravljanje vodnim resursima | 274 |
| <i>Veljko Đukić</i> | |
| Monitoring kvaliteta vode vodotoka Gradačnica | 281 |
| <i>Slavjanka Pejčinovska-Andonova, Dragica Čamovska</i> | |
| Enviromental Due Diligence for the Company „Ohis“ ad..... | 287 |
| <i>Erhan Mustafa, Kiril Lisichkov, Mirko Marinkovski, Stefan Kuvendzjev, Zoran Božinovski, Katerina Atkovska, Shaban Jakupi</i> | |
| Qualitative and Quantitative Characterisation of the Wastewater for Airport Terminals | 291 |
| <i>Dragan Milićević</i> | |
| Projektovanje, izgradnja i održavanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda manjih naselja | 298 |
| <i>Zoran Pendić, Sanja Polak, Bojana Jakovljević, Vladimir Milovanović, Časlav Lačnjevac, Ljiljana Jovanović, Marina Strižak, Olivera Čosović</i> | |
| O Nacrtu Zakona o vodi za ljudsku upotrebu | 307 |
| <i>Đuro Radmilović, Branka Miholjčić, Ivana Bojičić</i> | |
| Kvalitet vode seoskih vodovoda datih na upravljanje JKP „Vodovod Valjevo“ | 319 |
| <i>Dragan Marinović, Zoran Milićević, Zorka Jugović, Marina Stojanović, Dušanka Marinović</i> | |
| Lokalni vodni objekti grada Kraljeva i okoline..... | 326 |

LIGNOCELULOZNA BIOMASA: OBNOVLJIVI I EFIKASAN ADSORBENT ORGANSKIH POLUTANATA

LIGNOCELLULOSIC BIOMASS: RENEWABLE AND EFFICIENT ADSORBENT FOR ORGANIC POLLUTANTS

MARIJA PETROVIĆ¹, TATJANA ŠOŠTARIĆ², JELENA PETROVIĆ³,
MARIJA KOJIĆ⁴, MARIJA KOPRIVICA⁵, ZORICA LOPIČIĆ⁶,
MIRJANA STOJANOVIĆ⁷

Rezime: Zagađenje životne sredine organskim polutantima predstavlja jedan od značajnijih ekoloških problema. Mnoge industrije kao što su tekstilna, papirna, proizvodnja plastike i dr, u svojim procesima koriste različite vrste organskih boja i samim tim kontaminiraju životnu sredinu ovim polutantima. Upotreba jeftinih biosorbenata predstavlja alternativnu metodu u odnosu na konvencionalne adsorbente za uklanjanje metilen plavog (MB) iz vodenih rastvora. Prednost upotrebe ovih materijala su: dobre adsorpcione karakteristike, efikasnost, laka dostupnost i niska cena. Upravo zbog toga ovaj rad obuhvata literaturni pregled korišćenih lignoceluluznih materijala za adsorpciju MB, sa posebnim osvrtom na njihove karakteristike kao i mehanizme biosorpcije.

Ključne reči: lignocelulozna biomasa, biosorpcija, organski polutanti, otpadne vode

Abstract: Organic pollutions have become a certain ecological task. Different industries such as: textile, plastic, paper etc. are the major sources of dye pollution. This kind of pollution causes health and environmental problems because of their toxicity. Usage of low cost biomaterials for methylene blue (MB) removal from water is an alternative for conventional adsorbents. Good adsorption characteristic, high efficiency, availability and low cost are the

¹ Marija Petrović, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

² Tatjana Šoštarić, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

³ Jelena Petrović, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

⁴ Marija Kojić, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

⁵ Marija Koprivica, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

⁶ Zorica Lopičić, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

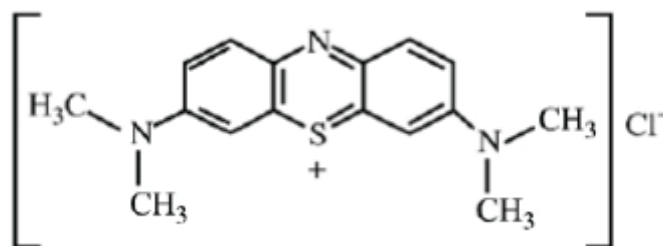
⁷ Mirjana Stojanović, Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franša d'Eperea 86, Beograd

Main advantages of these materials. Hence, this study presents a literature review on using low cost lignocellulosic materials for MB removal. Certainly, their characteristic and biosorption mechanisms are presented and discussed.

Key words: lignocellulosic biomass, biosorption, organic pollutants, wastewaters

1. Uvod

Prisustvo boja u otpadnim vodama predstavlja veliki problem sa stanovišta ekologije zbog njihovih negativnog efekta na životnu sredinu [1]. Različite industrije kao što su tekstilna, kožna, proizvodnja plastike itd. koriste boje kako bi ofarbali svoje proizvode a takođe tokom proizvodnje koriste i vodu pri čemu se na kraju procesa generiše značajna količina obojene vode [2]. Čak i veoma niska koncentracija boje (manja od 1ppm) daje intenzivno obojenje vode [3, 4]. Metilen plavo je osnovna boja koja se najčešće koristi za bojenje pamuka, drveta i svile. Ova supstanca može izazvati opekotine očiju što dalje dovodi do oštećenja vida kod ljudi i životinja. Prilikom udisanja, može izazvati otežano disanje dok gutanje ove supstance može dovesti do mučnine, povraćanja pa čak i konfuzije [5-7]. Zbog svih navedenih problema koje ova boja može izazvati lako se zaključuje da je veoma bitno ukloniti metilen plavo iz otpadnih voda pre nego što dođe do njegovog ispuštanja u recipient. Na slici 1. prikazana je hemijska struktura metilen plavog.



Slika 1. Hemijska struktura metilen plavog

Postoje različite konvencionalne fizičke, hemijske i biološke metode koje se primenjuju za uklanjanje boja iz otpadnih voda. Najčešće korišćene metode su: fotokatalitička degradacija [8], ultrafiltracija [9], elektrohemijska degradacija [10], adsorpciono-taložne metode [11], biohemijska degradacija [12] i adsorpcija na aktivnim ugljevima [13]. Pored svojih prednosti, ove metode imaju i svojih nedostataka. Njihove najčešće mane su niska efikasnost i ekonomska isplativost. Budući da se adsorpcija pokazala kao najprijvatljivija tehnika kada je tretman otpadnih voda u pitanju, ova oblast privlači pažnju mnogim istraživačima u pronalaženju što prihvatljivijih rešenja. Različiti lako dostupni i jeftini materijali (biosorbenti i otpadni materijali iz agroindustrije) pokazali su veliki afinitet ka bojama i zaključeno je da se mogu koristiti kao efikasni i ekonomski isplativi adsorbenti za njihovo uklanjanje iz industrijskih otpadnih voda.

Ovaj rad ima za cilj da promoviše biosorpciju i upotrebu jeftinih i lako dostupnih materijala kao efikasno rešenje za uklanjanje metilen plavog iz otpadnih voda. Tokom rada biće dat prikaz različitih istraživanja na ovu temu.

2. Biosorbenti

Uklanjanje i koncentrisanje boje iz rastvora upotrebom biološkog materijala naziva se biosorpcija. U našem slučaju, biomasa se koristi kao adsorbens u cilju uklanjanja metilen plavog iz rastvora. Biosorbenti su dosta selektivniji u odnosu na konvencionalne jonoizmenjivačke smole i komercijalne aktivne ugljeve, a takođe smanjuju koncentraciju boje do dosta niske granice (ppb).

2.1. Otpadna biomasa iz agroindustrije

Otpadna masa i sekundarni proizvodi iz agroindustrije se smatra jeftinim adsorbensom privenstveno zbog velikih količina u kojima se nalaze u prirodi.

Poljoprivredni otpad kao što su lišće, vlakna, kora od voća kao i otpadni materijal iz drvne industrije: trinja, kora i dr. Korišćeni su kao adsorbenti. Ovi materijali su dostupni u velikim količinama a zbog svojih fiziko-hemijskih osobina i niske cene razmatrani su kao potencijalni biosorbenti metilen plavog.

Na primer, trinja je otpad koji nastaje u drvnoj industriji. Generiše se u velikim količinama a zahvaljući organskim komponentama (lignin, celuloza i hemiceluloza) i polifenolnim grupama u svojoj hemijskoj strukturi, ovaj materijal može imati veliki afinitet ka vezivanju metilen plavog putem različitih adsorpcionih mehanizama. Hamdaoui [14] je razmatrao uklanjanje metilen plavog iz vodenog rastvora (40 ppm) na trinji kedra kako bi ispitao njenu potencijalnu primenu kao jeftinog adsorbensa. Adsorpcione izoterme su ispitane na 20°C i na eksperimentalne podatke su primenjeni Lengmirov, Frojndlihov, Elvovičev i Temkinov model izoterma. Na osnovu dobijenih rezultata potvrđeno je najbolje slaganje sa Lengmirovim modelom pri čemu je izračunati maksimalni adsorpcioni kapacitet iznosio 142,36 mg/g. Efikasnost uklanjanja boje se smanjivala sa porastom temperature a optimalna pH vrednost iznosila je 7. Mnoge studije ukazuju da je trinja kako u svojoj prirodnoj formi tako i fizički ili hemijski modifikovana veoma efikasna za uklanjanje metilen plavog [15]. Prikaz rezultata ovih istraživanja dat je u Tabeli 1. Pokazano je da hemijski tretman značajno povećava adsorpcioni kapacitet i poboljšava efikasnost adsorpcije trinje [16-19].

Sledeći otpadni materijal iz drvne industrije koji se pokazao kao dobar adsorbent metilen plavog je kora drveta. Zbog svoje niske cene i lake dostupnosti ovaj materijal je veoma atraktivan za izučavanje. Kora drveta ima visok sadržaj polifenola i tanina. Zahvaljujući svojoj hemijskoj strukturi ovaj materijal ima veoma veliki afinitet ka vezivanju metilen plavog. Rezultati istraživanja su prikazani u Tabeli 1.

Takođe, pirinčana opna je otpad iz agroindustrije koji se generiše u veoma velikim količinama (oko 100 miliona tona). Odlaganje ovog otpada predstavlja opterećenje životne sredine. Budući da se pirinčana opna pretežno sastoji od ugljenika i silicijuma ovaj materijal ima afinitet ka interakciji sa metilen plavim. McKay je sa saradnicima [20] ispitivao pirinčanu optnu za uklanjanje metilen plavog. Proučavao je uticaj operativnih parametara kao što su: pH vrednost rastvora, početna koncentracija boje, koncentracija biosorbenta i vreme kontakta. Adsorpcioni kapacitet pirinčane opne iznosio je 40,58 mg/g na sobnoj temperaturi. Autori su pokazali da

je pri nižim pH vrednostima niži kapacitet adsorpcije metilen plavog. Interakcija između materijala i metilen plavog dolazi usled međučestične difuzije pri čemu je kompleksacija odgovoran mehanizam za vezivanje ovog polutanta na opnu pirinča. Pri nižim pH vrednostima viši je sadržaj H⁺ jona u rastvoru koji će se prvenstveno adsorbovati u odnosu na jone metilen plavog.

Mnogi drugi lako dostupni i jeftini materijali koji predstavljaju agroindustrijski otpad su takođe uspešno primenjeni za adsorpciju metilen plavog iz vodenih rastvora. Literaturni podaci ukazuju da se koštica papaje [21], otpad trave [22], kora pomela [23], lišće guave [24], otpad banane [25], ljuska kafe, ljuska lešnika [26], ljuska belog luka i pšenična ljuska [27], pirinčana slama [28], ljuska kikirikija [29], kora pomorandže [30], pšenična slama [31], ljuska golice [32] i dr. mogu primeniti kao alternativni materijali za efikasno uklanjanje metilen plavog iz otpadnih voda (tabela 1).

Tabela 1. Adsorpcioni kapaciteti agroindustrijskog otpada

| Biosorbent | Adsorpcioni kapacitet (mg/g) | Ref. |
|-----------------------|------------------------------|------|
| Seme papaje | 555,5 | [21] |
| Otpad trave | 457,7 | [22] |
| Kora pomela | 344,8 | [23] |
| Pirinčana opna | 312,3 | [20] |
| List guave | 295 | [24] |
| Otpad pamuka | 277,8 | [20] |
| Otpad banane | 243,9 | [25] |
| Trinja kedra | 142,4 | [14] |
| Trinja višnje | 39,8 | [14] |
| Trinja | 133,9 | [15] |
| Trinja ružinog drveta | 11,8 | [16] |
| Ljuska kafe | 90,1 | [26] |
| Ljuska lešnika | 38,22 | [26] |
| Ljuska belog luka | 82,6 | [27] |
| Pšenična opna | 16,6 | [27] |
| Kora banane | 20,8 | [28] |
| Kora pomorandže | 18,6 | [28] |

3. Zaključak

Ovaj rad obuhvata pregled nekonvencionalnih adsorbenata u cilju da čitalac stvori ideju o različitim vrstama jeftinih materijala korišćenih za uklanjanje metilen plavog iz otpadnih voda. Na osnovu literaturnih podataka i vrednosti biosorpcionih

kapaciteta može se zaključiti da ovi lako dostupni i jeftini ligocelulozni materijali mogu biti primenjeni kao efikasni, ekonomsko i ekološko prihvatljivi materijali za uklanjanje metilen plavog iz otpadnih voda.

4. Literatura

- [1] Metivier-Pigon H, Faur-Brasquet C, Cloirec P. L, Adsorption of dyes onto activated carbon cloths: approach of adsorption mechanism and coupling of ACC with ultra filtration to treat coloured wastewaters, *Sep. Purif. Technol.* 31, 3-11, 2003.
- [2] Ravi K, Deebika B, Balu K, Decolourization of aqueous dye solution by a novel adsorbent: application of statistical design and surface plots for the optimization and regression analysis, *J. Hazard. Mater.* B122, 75-83, 2005.
- [3] Robinson T, McMullan G, Marchant R, Nigam P, Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative, *Bioresour. Technol.* 77, 247-255, 2001.
- [4] Banat I. M, Nigam P, Singh D, Marchant R, Microbial decolorization of textile dye containing effluents: a review, *Bioresour. Technol.* 58, 217-227, 1996.
- [5] Gosh D, Bhattacharyya K. G, Adsorption of methylene blue on kaolinite, *Appl. Clay Sci.* 20, 295-300, 2002.
- [6] Tan I. A.W, Ahmad A. L, Hameed B. H, Adsorption of basic dye on high surface area activated carbon prepared from coconut husk: equilibrium, kinetic and thermodynamic studies, *J. Hazard. Mater.* 154, 337-346, 2008.
- [7] Tan I. A.W, Ahmad A. L, Hameed B. H, Adsorption of basic dye using activated carbon prepared from oil palm shell: batch and fixed bed studies, *Desalination* 225, 13-28, 2008.
- [8] Sohrabi M. R, Ghavami M, Photocatalytic degradation of Direct Red 23 dye using UV/TiO₂: effect of operational parameters, *J. Hazard. Mater.* 153, 1235-1239, 2008 .
- [9] Zaghbani N, Hafiane A, Dhahbi M, Removal of Safranin T from wastewaters using micellar enhanced ultrafiltration, *Desalination* 222, 348-356, 2008.
- [10] Fan L, Zhou Y, Yang W, Chen G, Yang F, Electrochemical degradation of aqueous solution of Amaranth azo dye on ACF under potentiostatic model, *Dyes Pigments* 76, 440-446, 2008.
- [11] Zhu M. X, Lee L, Wang H. H, Wang Z, Removal of an anionic dye by adsorption/precipitation processes using alkaline white mud. *Hazard. Mater.* 149, 735-741, 2007.
- [12] Sudarjanto G, Keller-Lehmann B, Keller J, Optimization of interred chemical-biological degradation of reactive azo dye using response surface methodology, *J. Hazard Mater.* 138, 160-168, 2006 .
- [13] Hameed B. H, Daud F. B. M, Adsorption studies of basic dye on activated carbon derived from agricultural waste: *Hevea brasiliensis* seed coat, *Chem. Eng. J.* 139, 2008.
- [14] Hamdaoui O,; Batch study of liquid phase adsorption of methylene blue using cedar sawdust and crushed bricks, *J. Hazard. Mater.* B 135, 264-273, .
- [15] Chakraborty S, De S, Dasgupta S, Basu J. K, Removal of dyes from aqueous solution using a low-cost adsorbent, in: *Water and Wastewater perspectives of developing*

- countries, Proceedings of international conference, International Water Association, New Delhi, India, 1089-1096, 2002 .
- [16] Garg V, Amita M, Kumar R, Gupta R, Basic dye (methylene blue) removal from simulated wastewater by adsorption using Indian Rosewood sawdust: a timber industry waste, *Dyes Pigments* 63, 243-250, 2004.
- [17] Batzias F. A, Sidiras D. K, Dye adsorption by calcium chloride treated beech sawdust in batch and fixed-bed systems, *J. Hazard. Mater.* B114, 167-174, 2004.
- [18] Batzias F. A, Sidiras D. K, Dye adsorption by prehydrolyzed beech sawdust in batch and fixed-bed systems, *Bioresour. Technol.* 98, 1208-1217, 2007.
- [19] Batzias F. A, Sidiras D. K, Simulation of dye adsorption by beech sawdusts affected by pH, *J. Hazard. Mater.* 141, 668-679, 2007.
- [20] Mc Kay G, Ramprasad G, Pratapamowil P, Equilibrium studies for the adsorption of dyestuffs from aqueous solution by low-cost materials, *Water Air Soil Pollut.* 29, 273-283, 1986.
- [21] Hameed B. H, Evaluation of papaya seeds as a novel non-conventional low-cost adsorbent for removal of methylene blue, *J. Hazard. Mater.* 162, 939-944, 2009.
- [22] Hameed B. H, Grass waste: a novel sorbent for the removal of basic dye from aqueous solution, *J. Hazard. Mater.* 166, 233-238, 2009.
- [23] Hameed B. H, Mahmoud D. K, Ahmad A. L, Sorption of basic dye from aqueous solution by pomelo (*Citrus grandis*) peel in batch system, *Colloid Surf.* A316, 78-84, 2008.
- [24] Ponnusami V, Vikram S, Sirvastava S. N, Guava leaf powder: novel adsorbent for removal of methylene blue from aqueous solutions, *J. Hazard. Mater.* 152, 276-286, 2008.
- [25] Hameed B. H, Mahmoud D. K, Ahmad A. L, Sorption equilibrium and kinetic of basic dye from aqueous solution using banana stalk waste, *J. Hazard. Mater.* 158, 499-506, 2008.
- [26] Dogan B. H, Bak H, Alkan M, Biosorption of methylene blue from aqueous solutions by hazelnut shells: equilibrium, parameters and isotherms, *Water Air Soil Pollut.* 192, 141-153, 2008.
- [27] Bulut Y, Aydin H. A Kinetics and thermodynamics study of methylene blue adsorption on wheat shells, *Desalination* 194, 259-267, 2006.
- [28] Gong R, Jin Y, Chen J, Hu Y, Sun J, Removal of basic dyes from aqueous solution by sorption on phosphoric acid modified rice straw, *Dyes Pigments* 73, 332-337, 2007.
- [29] Gong R, Li M, Yang C, Sun Y, Chen J, Removal of cationic dyes from aqueous solution by adsorption on peanut hull, *J. Hazard. Mater.* B121, 247-250, 2005.
- [30] Annadurai G, Juang R, Lee D, Use of cellulose-based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions, *J. Hazard. Mater.* 158, 499-506, 2008.
- [31] Batzias F. A, Sidiras D. K, Schroeder E, Weber C, Simulation of dye adsorption on hydrolyzed wheat straw in batch and fixed bed systems, *Chem. Eng. J.*, 148, 459-472, 2009.
- [32] Hameed B. H, El-Khaiary M. I, Removal of basic dye from aqueous medium using novel agricultural waste material: pumpkin seed hull, *J. Hazard. Mater.* 155, 601-609, 2008.