

Darinka Fakin

Alenka Ojstršek

Selestina Gorgieva

# **Barvila in razbavnanje odplak**

Navodila za  
vaje



Univerzitetna založba  
Univerze v Mariboru





Univerza v Mariboru

---

Fakulteta za strojništvo

# Barvila in razbavanje odplak

Navodila za vaje

Avtorice

**Darinka Fakin**

**Alenka Ojstršek**

**Selestina Gorgieva**

December 2020



<b>Naslov</b> <i>Title</i>	<b>Barvila in razbavanje odplak</b> <i>Dyes and Decolouration of Waste Water</i>		
<b>Podnaslov</b> <i>Subtitle</i>	<b>Navodila za vaje</b> <i>Exercise Instructions</i>		
<b>Avtorice</b> <i>Authors</i>	Darinka Fakin (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo)		
	Alenka Ojstršek (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo)		
	Selestina Gorgieva (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo)		
<b>Recenzija</b> <i>Review</i>	Julija Volmajer Valh (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo)		
<b>Tehnični urednik</b> <i>Technical editor</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)		
<b>Oblikovanje ovitka</b> <i>Cover designer</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)		
<b>Grafike na ovitku</b> <i>Cover graphics</i>	Barve avtorja »geralt« iz Pixabay.com (CC0)	<b>Grafične priloge</b> <i>Graphic material</i>	Avtorice
<b>Založnik</b> <i>Published by</i>	<b>Univerza v Mariboru</b> <b>Univerzitetna založba</b> Slovenski trg 15, 2000 Maribor, Slovenija <a href="https://press.um.si">https://press.um.si</a> <a href="mailto:zalozba@um.si">zalozba@um.si</a>	<b>Izdajatelj</b> <i>Co-published by</i>	<b>Univerza v Mariboru</b> <b>Fakulteta za strojništvo</b> Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija <a href="https://www.fs.um.si">https://www.fs.um.si</a> <a href="mailto:fs@um.si">fs@um.si</a>
<b>Izdaja</b> <i>Edition</i>	Prva izdaja	<b>Izdano</b> <i>Published at</i>	Maribor, december 2020
<b>Tisk</b> <i>Printed by</i>	Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo	<b>Naklada</b> <i>Number of copies</i>	Tisk po naročilu
<b>Dostopno na</b> <i>Available at</i>	<a href="https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/520">https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/520</a>		

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Univerzitetna knjižnica Maribor

677.027.4

FAKIN, Darinka  
Barvila in razbarvanje odplak : navodila za  
vaje / avtorice Darinka Fakin, Alenka Ojstršek,  
Selestina Gorgieva. - 1. izd. - Maribor :  
Univerzitetna založba Univerze, 2020

ISBN 978-961-286-419-4  
1. Ojstršek, Alenka 2. Gorgieva, Selestina  
COBISS.SI-ID 42582275

© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba  
/ University of Maribor, University Press

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja  
založnika je prepovedano reproduciranje,  
distribuiranje, predelava ali druga uporaba tega dela ali  
njegovih delov v kakršnemkoli obsegu ali postopku,  
vključno s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranjevanjem  
v elektronski obliki. / *All rights reserved. No part of this  
book may be reprinted or reproduced or utilized in any form or  
by any electronic, mechanical, or other means, now known or  
hereafter invented, including photocopying and recording, or in any  
information storage or retrieval system, without permission in  
writing from the publisher.*

**ISBN** 978-961-286-419-4 (Mehka vezava)

**DOI** <https://doi.org/10.18690/978-961-286-419-4>

**Cena**  
*Price* 6,00 €

**Odgovorna oseba založnika**  
*For publisher* prof. dr. Zdravko Kačič,  
rektor Univerze v Mariboru

## Kazalo

<b>Vaja 1</b> .....	<b>3</b>
1.1 Problematika barvil.....	3
1.2 Eksperimentalno delo.....	5
1.3 Razprava.....	8
<b>Vaja 2</b> .....	<b>11</b>
2.1 Razbarvanje z naprednim oksidacijskim postopkom H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV .....	11
2.2 Eksperimentalno delo.....	12
2.3 Poročilo o delu .....	13
<b>Vaja 3</b> .....	<b>21</b>
3.1 Membranska filtracija .....	21
3.2 Eksperimentalno delo.....	23
3.3 Poročilo o delu .....	25
3.3.1 Postopek določitve koncentracije barvila - UV/VIS spektroskopija .....	25
3.3.2 Izračun količine barvila, ki ga odstranimo s pomočjo membrane.....	27
3.3.3 Postopek določitve obarvanosti in SAK vrednosti .....	31
3.3.4 Postopek merjenja pH, KPK, TOC in električne prevodnosti.....	32
3.4 Razprava.....	35
<b>Vaja 4</b> .....	<b>37</b>
4.1 Razbarvanje odpadnih vod s postopkom redukcije .....	37
4.2 Eksperimentalno delo.....	37
4.3 Rezultati .....	39
4.4 Razprava.....	41
<b>Priporočena literatura</b> .....	<b>43</b>

BARVILA IN RAZBAVANJE ODPLAK: NAVODILA ZA VAJE  
*D. Fakin, A. Ojstršek in S Gorgieva*



Ime in priimek študenta/tke

---

Študijsko leto

Letnik študija:





# Vaja 1

## 1.1 Problematika barvil

**Barvila razvrščamo** v skupine glede na:

- **kemijsko konstitucijo:** azo, trifenilmetanska, antrakinonska, indigoidna, nitro, nitrozo, kinolinska, akridinska, polimetinska, ftalocianinska, ksantanska, azinska, oksazinska;
- **tehnološko uporabnost:** substantivna ali direktna, razvijalna, žveplena, oksidacijska, čimžna, reduktivna, indigosolna, reaktivna, pigmentna, bazična (kationska), kislá (anionska), kromirna, kovinsko kompleksna, disprezna.

Najpogosteje uporabljena barvila so azo barvila, sledijo jim antrakinonska, polimetinska, trifenilmetanska in druga [1,2].

Odpadne vode iz tekstilne industrije imajo zelo heterogeno sestavo in jih je zato težko učinkovito čistiti. Sestavljajo jih posamezni delni odtoki iz različnih obratov, ki predstavljajo posamezne mokre tehnološke operacije, pri katerih uporabljamo tekstilna pomožna sredstva ali barvila. Za izvedbo učinkovitega čiščenja je pomembno, da imamo natančno izdelan količinski in kakovostni pregled škodljivih snovi v odpadnih vodah.

Onesnaževanje okolja z barvili povzročajo naslednji viri:

- procesne odpadne vode barvarn in izpusti,
- odstranitev odvečnega materiala in procesnih ostankov,
- odstranitev rabljene embalaže,
- nezgodni izpusti.

Največ barvil preide v okolje kot posledica tehnološkega procesa barvanja [1,2].

V zadnjih dveh desetletjih je bilo opravljenih veliko raziskav na področju čiščenja in razbarvanja tekstilnih odpadnih vod. Med temi so najpogosteje uporabljeni:

- **Kemijski** postopki kamor uvrščamo: oksidacijo z zračnim kisikom, ozonom, oksidanti, posredna oksidacija z UV žarki; redukcijo z Na-disulfatom(III), ki je primerna za razgradnjo azo barvil, ker pride do reduktivne cepitve azo vezi; kompleksno vezanje kovinskih ionov na anorganske in organske kompleksante, zeolite in ligande; postopek je primeren za barvila, ki imajo v molekuli vgrajene kovinske atome in ionsko izmenjavo;
- **Fizikalni** postopki, kjer so najpogosteje uporabljeni obarjalni postopki (koagulacija, flokulacija, flotacija in sedimentacija); adsorpcija na biološko blato, aktivno oglje, ter drugi adsorbenti (koks, silikagel, itd.); reverzna osmoza; sežig in posebni postopki, ki se uporabljajo izjemoma (destilacija, ekstrakcija, ločevanje s peno ali z zmrzovanjem, ionsko sevanje).
- **Biološki** postopki, kjer ločimo aerobno biološko čiščenje in razbarvanje ob prisotnosti zračnega kisika oz. aktivnega blata v prezračevalnih bazenih in lagunah; anaerobno biološko čiščenje brez prisotnosti kisika v stabilizirajočih bazenih in lagunah – gnitje in trohnenje ter razgradnja s pomočjo specialnih gliv.
- **Naravni** sistemi za čiščenje odpadnih vod, kamor štejemo sisteme, ki jih najdemo v naravi in so prav tako v določenih primerih zelo učinkoviti tudi na področju razbarvanja odpadnih vod.

Zaradi velikega števila strukturno različnih barvil, ki se različno obnašajo med postopkom čiščenja, visokih investicijskih in/ali obratovalnih stroškov čistilnih naprav ter njihove nizke učinkovitosti, še vedno ni univerzalnega postopka za čiščenje specifičnih odpadnih vod, med katere spadajo tudi obarvane odpadne vode iz obratov za predelavo tekstilij. Vsak izmed postopkov ima svoje prednosti in slabosti [4,7].

## 1.2 Eksperimentalno delo

### Naloga:

1. Iz barvnih kart proizvajalcev barvil poiščite postopke barvanja za različne materiale in v preglednico 1.1 vpišite posamezne kemikalije in tekstilna pomožna sredstva ter barvila, ki vplivajo na onesnaženje odpadne vode. Stopnjo onesnaženja posameznega sredstva ocenite s stopnjo od 1 do 5 (1 – neproblematično, 2 – biološko razgradljivo, 3 – težje biološko razgradljivo, 4 – delno biološko razgradljivo, 5 – neprimerno za uporabo in biološko nerazgradljivo).
2. V preglednici 1.2 navedite, glede na osnovno delitev postopkov čiščenja odpadnih vod na kemijske, fizikalne, biološke postopke in naravne sisteme, vrste postopkov za čiščenje odpadnih vod, ki jih v praksi lahko uporabljamo tudi za razbarvanje odpadnih vod po postopku barvanja.

**Preglednica 1: Vrsta onesnaženja glede na različne barvalne procese**

Vlakno	Barvila	Sredstvo in stopnja onesnaževanja
<b>Bombaž</b>	direktna	
	reaktivna	
	redukcijska	

<b>Vlakno</b>	<b>Barvila</b>	<b>Sredstvo in stopnja onesnaževanja</b>
<b>Volna, PA</b>	kovinsko kompleksna	
	reaktivna	
	kisla	
<b>PES</b>	disperzna	
<b>PAC</b>	kationska	