

Z. Jurac, E. Felić, V. Jurac\*

## OTPADNE VODE U PAMUČNOJ INDUSTRIJI DUGA RESA

UDK 628.316:677  
PRIMLJENO: 1.4.2008.  
PRIHVAĆENO: 21.4.2008.

*SAŽETAK: Otpadne vode zagađuju rijeke, mora, jezera i podzemlje – podzemne vode. Samim time ugrožen je opstanak života na Zemlji. Otpadne vode pospješuju razvoj mikroorganizama. Mikroorganizmi troše kisik što dovodi do uginuća riba, a i do razvoja patogenih mikroba. U članku se želi staviti težište na problem zaštite okoliša od nastalih otpadnih voda u Pamučnoj industriji Duga Resa. Tekstilna industrija stvara otpadne vode u procesnoj proizvodnji. Takve zagađene otpadne vode treba pročititi prije ispuštanja u vodotokove. Način predtretmana - pročišćavanja otpadnih voda u tekstilnoj industriji može biti neutralizacijski, oksidacijski ili redukcijски postupak (kemijska razgradnja). Uz to postoje fizikalna razgradnja (taloženje, filtracija, adsorpcija, itd.), fizikalno-kemijska razgradnja (koagulacija/flokulacija, aeracija, ekstrakcija, spaljivanje, osmoza, elektroliza, itd.) i biološka razgradnja (aerobna, anaerobna). Odabir vrste pročišćavanja ovisi o sastavu i vrsti otpadnih voda. Tek nakon pročišćavanja otpadne vode mogu se ispuštati u kanalizacijski sustav. Zakon propisuje kvalitetu otpadnih voda. Time se pridonosi kvaliteti zaštite ljudi i okoliša.*

**Ključne riječi:** otpadne vode, tekstilna industrija, zagađenje, pročišćavanje

### UVOD

U novije vrijeme u industriji sve više pozornosti posvećuje se zaštiti okoliša. Za proizvodnju u tekstilnoj industriji problematika zaštite okoliša je složena, jer sam proces je zahtjevan u pogledu energije, vode i kemikalija. Stoga su mnoga istraživanja usmjerena na pronalaženje ekološki pogodnih rješenja u proizvodnji tekstila (*Parac-Osterman i sur., 2003., Došen-Šver i sur., 1986.*). Najviše pozornosti posvećuje se pitanju moguće štetnosti tekstilnog proizvoda

za ljudsko zdravlje. To je primarni interes potrošača. Proizvođači tekstila, odjeće i ostali koji svoje proizvode žele plasirati na tržište Europske unije suočeni su sa zahtjevima jamstva ekološke prihvatljivosti svojih proizvoda. Ti kriteriji odnose se na vlakna, procese i kemikalije koji mogu dospjeti na tekstil u proizvodnji, preradi i oplemenjivanju te na ekološke zahtjeve vezane uz ponašanje proizvoda pri upotrebi. Na temelju ispunjenih tako definiranih zahtjeva stječe se pravo uporabe EZ-oznake ekološke prihvatljivosti (*Zakon o vodama, Uredba o klasifikaciji voda*). U radu su analizirani rezultati ispitivanih otpadnih voda certificirane tvrtke CEMTRA d.o.o. Na temelju tih rezultata može se procijeniti učinkovitost ekološke zaštite okoliša Pamučne industrije Duga Resa. Pretpostavlja se da će u

---

\* Mr. sc. Zlatko Jurac, Veleučilište u Karlovcu, Ivana Meštrovića 10, 47000 Karlovac, Enes Felić, dipl. ing. sig., Ministarstvo obrane RH - Ured za obranu Karlovac, Zrinski trg 8, 47000 Karlovac, Vedran Jurac, student, Fakultet organizacije i informatike, Pavlinska 2, 42000 Varaždin.

budućnosti ekološki zahtjevi biti pooštreni i da će obuhvatiti zahtjeve za ekološki prihvatljivom proizvodnjom, čime će briga za okoliš doći u središte pozornosti.

## OTPADNE VODE

Tekstilna industrija nalazi se na prvom mjestu u svijetu prema količini otpadnih voda. Tekstilno oplemenjivanje troši najveće količine vode i smatra se jednim od najvećih zagađivača. Smanjenje potrošnje vode u oplemenjivanju tekstila nastoji se postići u prvom redu konstrukcijskim rješenjima aparata za oplemenjivanje, tj. smanjenjem omjera kupelji i regeneracijom otpadne vode. Zbog zadovoljenja ekonomskih i ekoloških zahtjeva, razvoj strojeva za oplemenjivanje tekstila usmjeren je na primjenu automatizacije, odnosno realizaciju računalno vođenih procesa.

Zagađenje vode u tekstilnoj industriji prvenstveno je uzrokovano nečistoćama koje se kod oplemenjivanja tekstila izdvajaju iz tekstila i kemijskim sredstvima koja se upotrebljavaju u tehnološkim postupcima nakon oplemenjivanja i ispiranja. Karakterizacija otpadnih voda provodi se kemijskom analizom i na temelju te analize može se zaključiti da li je voda pogodna za životnu i tehničku upotrebu te je moguće odrediti optimalan postupak pročišćavanja.

Do najznačajnijih onečišćenja vode dolazi u fazama procesa oplemenjivanja pamuka, i to: pranje, iskuhavanje, bijeljenje, optičko bijeljenje, mercerizacija, bojanje, tisak i ispiranje. Kemijska i biokemijska potrošnja kisika, KPK i BPK<sub>5</sub> u mg O<sub>2</sub>/l raste s većim zagađenjem otpadnih voda.

Teški metali As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Hg i drugi prilikom procesa obrade i oplemenjivanja tekstilnih materijala mogu opteretiti otpadne vode (*Bokić i sur., 1994.*). Čine golem problem za okoliš, a kada se nalaze u tekstilnim materijalima potencijalna su opasnost za ljudsko zdravlje. Teški metali upotrebljavaju se u tekstilnoj industriji kao oksidansi, bojila te sredstva

za poboljšanje svojstva postojanosti. Toksični učinci teških metala na ljudsko zdravlje danas su veoma poznati, pa je potrebno kontrolirati njihovu prisutnost tijekom proizvodnje i prerade tekstilnih materijala (*Zeiner i sur., 2007.*). Ako ih ima više od maksimalne dopuštene količine na tekstilnim materijalima tijekom uporabe, mogu se ekstrahirati znojenjem i tako štetno utjecati na zdravlje ljudi. Kao izvor onečišćenja u vode dolaze prilikom bojanja tekstilnih materijala. U otpadnim vodama mogu se detektirati različitim analitičkim metodama: kromatografskim, spektrometrijskim i elektrokemijskim.

Analize otpadne vode u Pamučnoj industriji Duga Resa u novije vrijeme, od 2000. godine, provodi CEMTRA d.o.o., za kontrolu i ekološku zaštitu, Laboratorij za kontrolu voda i ekotoksikološka ispitivanja, Hrvatska, 10000 Zagreb, Vlaška ulica 67. Laboratorij je ovlašten za ispitivanja. Prije je ispitivanja provodila tvrtka KGK (Kemijsko građevinska industrija d.d. - Karlovac). Takve analize rade se dva puta godišnje, a uzorci za analizu uzimaju se iz svakog pojedinog ispusta (ukupni broj ispusta 10). Rezultati analize sadrže podatke o: izgledu otpadne vode, obojenju, mirisu, vidljivoj otopljenoj tvari.

Otpadnoj vodi određuje se: pH, ukupna tvar sušena, ukupna tvar žarena, suspendirana tvar sušena, suspendirana tvar žarena, otopljena tvar sušena, otopljena tvar žarena, dinamika taloženja, KPK, BPK<sub>5</sub>, sulfidi, ulja i masti, mineralna ulja. Dobiveni rezultati analize su dosad uvijek bili u skladu sa zakonski propisanim količinama za otpadne vode. Kemijska potrošnja kisika (KPK) je utrošak kisika u mg O<sub>2</sub>/l za razgradnju organske tvari u otpadnoj vodi. Analitičko ispitivanje se izvodi s kalijevim bikromatom, K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub> u jako kiselom mediju. Biokemijska potrošnja kisika predstavlja utrošak u mg O<sub>2</sub>/l iz KMnO<sub>4</sub> za razgradnju organske otpadne tvari u otpadnoj vodi. To je tzv. Winklerova metoda (*Tušar, 2004.*).

Općenito vizualno najuočljivija onečišćenja uzrokuju bojila, a oko 10% bojila pripada skupini za zdravlje opasnih ili toksikoloških proizvoda. Također pomoćna sredstva u procesu ople-

menjivanja (kao što su tenzidi, kerieri i soli) su opasni zagađivači.

Nemetali se nalaze u sredstvima za predobradu i naknadnu obradu, a u kupelj dolaze direktnim dodavanjem. Njihov udio u onečišćenju je zanemariv za razliku od tenzida i njihovih razgradnih produkata koji su opasno onečišćenje, a primjena im raste oko 50% godišnje. Teški metali kao izvor onečišćenja najčešće dolaze u otpadne vode u procesu bojadisanja i vrlo su toksični.

### Kemijski sastav pamučnog vlakna

Pamučno vlakno sastavljeno je od celuloze i neceluloznih primjesa. U odnosu na druge biljke pamuk ima najveći sadržaj celuloze i zato se najviše upotrebljava za izradu tekstila. Kemijski sastav pamučnog vlakna ovisi o vrsti pamuka i uvjetima rasta koji utječu na udio celuloze i na sastav primjesa. Pamučno vlakno sastavljeno je od celuloze empirijske formule  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , čiji

**Tablica 1. Metode pročišćavanja vode**

**Table 1. Water purification methods**

Fizikalna razgradnja	Kemijska razgradnja	Fizikalno-kemijska razgradnja	Biološka razgradnja
Taloženje	Neutralizacija	Koagulacija/flokulacija	Razgradnja s aktivnim muljem
Filtracija	Ionska izmjena	Aeracija	Biološki filtri ili prokapnici
Termička obrada	Oksidacija	Filtracija aktivnim ugljenom	Pročišćavanje u lagunama
Adsorpcija	Redukcija	Obrada pjenom	
Smrzavanje	Katalitička razgradnja	Ekstrakcija	
		Spaljivanje	
		Osmoza	
		Elektroliza	

je maseni udio u rasponu od 88,0 do 96,5%. Osim celuloze pamuk sadrži primjese: lipide, voskove, pektine, organske kiseline, proteine i anorganske soli. Primjese su uglavnom raspoređene na površinskim slojevima vlakna štiteći ga od vanjskih utjecaja tijekom rasta (Tušar, 2004.). Za mokro oplemenjivanje pamuka nužno ih je ukloniti, jer pamuku daju hidrofobnost. Uzorkovanje otpadnih voda izvršeno je na ispustima br.

6 (procesne otpadne vode) i na br. 10 (mješovite otpadne vode). Ukupno ima 6 procesnih i 4 mješovita ispusta otpadnih voda. Uz to postoje još 2 ispusta onečišćivača u zrak.

### Pročišćavanje vode

Danas se za pročišćavanje otpadnih voda tekstilne industrije primjenjuje veliki broj fizikalnih, kemijskih, fizikalno-kemijskih i bioloških metoda. Metode su prikazane u Tablici 1.

Metoda se odabire na temelju učinkovitosti s obzirom na sve strože ekološke kriterije, stoga se najčešće primjenjuje kombinacija ovih metoda. Kod odabira metode pročišćavanja treba voditi računa o zahtjevnoj kvaliteti vode i ekonomskoj opravdanosti koja je najčešće kritični faktor u industrijskoj primjeni. Osim učinkovitosti i ekonomske opravdanosti kod izbora metode, treba paziti da ne dođe do dodatnog opterećenja vode razgradnim produktima kemikalija koje su tre-

bale biti uklonjene ili sredstvima korištenim za pročišćavanje. U Tablici 2 prikazan je pregled prednosti i nedostataka nekih od metoda pročišćavanja otpadnih voda bojadisaonica.

Kod pročišćavanja vode koja će se ponovo upotrebljavati u procesu oplemenjivanja treba postići određenu kvalitetu vode danu u Tablici 3.

**Tablica 2. Prednosti i nedostaci nekih od metoda za pročišćavanje otpadnih voda bojadisaonica****Table 2. Merits and shortcomings of some waste water purification methods in textile dyeing facilities**

Metoda	Prednosti	Nedostaci
Fenton reagens	Dobro obezbojavanje topljivih i netopljivih bojila	Stvaranje velike količine taloga
Ozoniranje	Primjena u plinovitom stanju, neovisno o volumenu	Kratko vrijeme poluraspada ozona
UV/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> elektrokemijska razgradnja	Nema taloga, razgradni produkti nisu toksični	Stvaranje nusprodukata Visoka cijena
Aktivni ugljen	Dobro uklanjanje svih vrsta bojila	Visoka cijena
Usitnjeno drvo	Veliki apsorpcijski kapacitet	Dugo vrijeme
Silika gel	Učinkovit za uklanjanje baznih bojila	Popratne reakcije onemogućavaju komercijalnu primjenu
Filtracija kroz membrane	Uklanjanje svih vrsta bojila	Stvaranje velike količine taloga
Ionska izmjena	Regeneracija - nema gubitka adsorbensa	Neučinkovito za sve vrste bojila
Iradijacija	Učinkovita oksidacija u laboratorijskim uvjetima	Zahtijeva veliku količinu otopljenog kisika
Koagulacija/flokulacija	Ekonomska opravdanost	Stvaranje taloga

**Tablica 3. Minimalni zahtjevi na kakvoću voda za recikliranje u tekstilnoj industriji****Table 3. Minimum water quality standards for recycling in the textile industry**

Parametar	Granična vrijednost
Obojenje	apsorpcija < 0,01 neutralno
pH	< 20 - 50 mg/l
KPK	<0,10 ppm
Fe	<0,10 ppm
Cr	<0,10 ppm
Cu	0,005 ppm
Al	<0,20 ppm
Anorganske soli	<500 mg/l

## ANALIZA OTPADNIH VODA

U Tablici 4 i Tablici 5 prikazani su osnovni podaci o kakvoći otpadnih voda, mjestu i vremenu uzorkovanja. Otpadna procesna voda iz jednog od šest ispusta upotrijebljena je za ispiti-

vanje i analizu. Mješovita otpadna voda upotrebljavana je iz jednog od 4 ispusta za analizu. Za sveukupnu analizu bilo je moguće upotrebljavati deset ispusta. Tablica 5 prikazuje rezultate prve analize sa ispusta 10 (mješovite otpadne vode).

**Tablica 4. Osnovni podaci za analizu otpadne vode iz desetog ispusta**

**Table 4. Key data for the analysis of the waste water from the tenth outlet**

1-1	Vrsta uzorka	Otpadna voda
1-2	Analitički broj	742/2006
1-3	Lokacija uzimanja uzorka i vrsta obrade vode	ispust 10a i b, bojadisanje pređe
1-4	Naručitelj ispitivanja	"Duga Resa" d.d. Pamučna industrija J.Jeruzalema 8, Duga Resa
1-5	Zatražena ispitivanja	prema vodopravnoj dozvoli Klasa: UP/1°-325-03/00-01/0080 Ur.broj: 374-21-4-01-4, 20.04.2005.
1-6	Uzorkovao	Jozo Vidak, Tomo Gakić, ing. kem.
1-7	Uzorak dostavio	Jozo Vidak, Tomo Gakić, ing. kem.
1-8	Datum uzorkovanja	15.11.2006.
1-9	Datum dostave uzorka	22.11.2006.
1-10	Vrijeme uzorkovanja	10 <sup>00</sup>
1-11	Vremenske prilike	Poluoblačno
1-12	Temperatura zraka	8,8 °C
1-13	Temperatura vode	19,4 °C
1-14	Primjedbe na fizikalna svojstva otpadne vode	Bistro (nebojena voda)
1-15	Protok vode	0,01 m <sup>3</sup> /s
1-16	Datum početka ispitivanja	15.11.2006.
1-17	Datum završetka ispitivanja	22.11.2006.
1-18	Ispitivanja su izvršena prema sljedećim normama	Navedene u tablici s rezultatima

**Tablica 5. Rezultati prve analize otpadne vode****Table 5. Results of the first waste water analysis**

Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat
Analitički broj	742/06			
Izgled otpadne vode		kvalit.		bistra
Boja otpadne vode		kvalit.		bezbojna
Miris otpadne vode		kvalit.		nema
Vidljiva otpadna tvar		kvalit.		nema
Taložive tvari	DIN 38409 (9)	ml/l/h	1,0	0,1
pH	HRN ISO 10523		6,5-8,0	7,86
Ukupni isparni ostatak sušen	DIN 38409(1)	mg/l		316,0
Ukupni isparni ostatak žaren	DIN 38409(1)	mg/l		172,0
Filtrirani isparni ostatak sušen	DIN 38409 (2)	mg/l		313,0
Filtrirani isparni ostatak žaren	DIN 38409 (2)	mg/l		171,0
Ukupna suspendirana tvar sušena	HRN ISO 11923	mg/l	35,0	3,0
Ukupna suspendirana tvar žarena	HRN ISO 11923	mg/l		1,0
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	HRN EN 15705	mgO <sub>2</sub> /l	125-150	2,0
Petodnevna biokemijska potrošnja kisika (BPK <sub>5</sub> )	HRN EN 1899	mgO <sub>2</sub> /l	25-40	0,33
Deterdženti, anionski	HRN EN 903	mgDDBS/l	1,0	0,09
Olovo	Standard Methods 3500-PbD	mg/l	0,2	0,04

Tablica 6 prikazuje podatke o kakvoći otpadnih voda, mjestu i vremenu uzorkovanja sa ispusta broj 6 (procesne otpadne vode). Dobiveni

rezultati analize otpadne vode ispusta 6. prikazani su u Tablici 7. Druga analiza prikazuje rezultate analize procesnih voda (Tablica 7).

**Tablica 6. Osnovni podaci za drugu analizu otpadne vode****Table 6. Key data for the second waste water analysis**

1-1	<b>Vrsta uzorka</b>	<b>Otpadna voda</b>
1-2	Analitički broj	739/2006
1-3	Lokacija uzimanja uzorka	ispust 6 dorada, pletiva i pređe
1-4	Naručitelj ispitivanja	"Duga Resa" d.d. Pamučna industrija, J.Jeruzalema 8, Duga Resa
1-5	Zatražena ispitivanja	prema vodopravnoj dozvoli Klasa:UP/T-325-03/00-01/0080 Ur.broj: 374-21-4-01-4, 20.04.2005.
1-6	Uzorkovao	Jozo Vidak, Tomo Gakić, ing. kem.
1-7	Uzorak dostavio	Jozo Vidak, Tomo Gakić, ing. kem.
1-8	Datum uzorkovanja	15.11.2006.
1-9	Datum dostave uzorka	15.11.2006.
1-10	Vrijeme uzorkovanja	915
1-11	Vremenske prilike	poluoblačno
1-12	Temperatura zraka	8,0 °C
1-13	Temperatura vode	13,8 °C
1-14	Primjedbe na fizikalna svojstva otpadne vode	bistro
1-15	Protok vode	0,5
1-16	Datum početka ispitivanja	15.11.2006.
1-17	Datum završetka ispitivanja	22.11.2006.
1-18	Ispitivanja su izvršena prema sljedećim normama	Navedene u tablici s rezultatima

**Tablica 7. Rezultati druge analize otpadne vode****Table 7. Results of the second waste water analysis**

Naziv analize	Metoda	Mjerna jedinica	MDK	Rezultat
Analitički broj	739/06			
Izgled otpadne vode		kvalit.		bistra
Boja otpadne vode		kvalit.		bezbojna
Miris otpadne vode		kvalit.		nema
Vidljiva otpadna tvar		kvalit.		nema
Taložive tvari	DIN 38409 (9)	ml/l/h	1,0	<0,1
pH	HRN ISO 10523		6,5-8,0	7,38
Ukupni isparni ostatak sušen	DIN 38409 (1)	mg/l		464,0
Ukupni isparni ostatak žaren	DIN 38409(1)	mg/l		184,0
Filtrirani isparni ostatak sušen	DIN 38409 (2)	mg/l		440,0
Filtrirani isparni ostatak žaren	DIN 38409 (2)	mg/l		175,0
Ukupna suspendirana tvar sušena	HRN ISO 11923	mg/l	35,0	24,0
Ukupna suspendirana tvar žarena	HRN ISO 11923	mg/l		9,0
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	HRN EN 15705	mgO <sub>2</sub> /l	125-150	122,0
Petodnevna biokemijska potrošnja kisika (BPK <sub>5</sub> )	HRN EN 1899	mgO <sub>2</sub> /l	25-40	54,4
Olovo, Pb	Standard Methods 3500 Pb-D	mg/l	0,2	0,035
Detergenti, anionski	HRN EN 903	mgDDBS/l	1,0	0,18

U procesima oplemenjivanja i procesne obrade tekstilnih materijala nastaju onečišćenja voda. Onečišćenje vode obrađuje se različitim mehaničkim, kemijskim i biološkim postupcima. Mehanički postupak obrade onečišćene vode je odjeljivanje krutih tvari iz vode. Kemijskim postupkom (neutralizacijom, oksidacijom ili redukcijom) mogu se pročišćavati otpadne vode. Biološki način pročišćavanja otpadnih voda (razgradnja s aktivnim muljem, biološki filtri ili prokapnici, pročišćavanje u lagunama) je uklanjanje nečistoća. Dobiveni rezultati prema Tablici 5 i Tablici 7 pokazuju učinkovitost pročišćavanja otpadnih voda. Maksimalno dopuštene količine (MDK) tvari u vodama navedene su u Uredbi za klasifikaciju voda.

## RASPRAVA

Rezultati analize tehnoloških otpadnih voda uzetih na kontrolnim oknima 10a i 10b poduzeća "Duga Resa" d.d. zadovoljavaju uvjete propisane *vodopravnom dozvolom*. Rezultati analize tehnoloških otpadnih voda uzetih na kontrolnom oknu 6 poduzeća "Duga Resa" d.d. zadovoljavaju uvjete propisane *vodopravnom dozvolom*. U cilju osiguranja čistoće otpadnih voda, zakonskim odredbama ograničena je upotreba toksičnih i kancerogenih bojila i kemikalija koje se upotrebljavaju u procesu tekstilnog oplemenjivanja. U tom smislu Hrvatski sabor je u siječnju 2002. godine prihvatio nacionalnu strategiju zaštite okoliša. S obzirom na onečišćenja voda u procesima oplemenjivanja, posebno težište ekoloških zahtjeva dano je na te procese i kemikalije (*Zakon o vodama, Uredba o klasifikaciji voda, Zakon o zaštiti okoliša*). Zahtjevi vezani uz kemikalije uključuju i obvezno označavanje nekom od ovih oznaka definiranih direktivom 67/548/EEC:

- R40 - granični znakovi kancerogenog djelovanja
- R45 - može uzrokovati rak
- R49 - može uzrokovati rak pri udisanju
- R50 i R51 - veoma otrovan za vodene organizme

- R53 - može izazvati dugotrajne nepoželjne učinke
- R60 - može štetiti plodnosti
- R61 - mogući rizik za trudnoću
- R68 - mogući rizik ireverzibilnih učinaka.

U upotrebi je još i MAK - lista azo bojila u kojoj je napravljena podjela prema osnovnoj kemijskoj karakteristici azo bojila da se pri redukcijskom djelovanju raspadaju na aromatske amine (uzročnike raka). Poštovanje ovih kriterija važno je u svrhu smanjenja onečišćenja, a najnovijim odlukama Europske unije dodatna pozornost se posvećuje vrijednosti kemijske potrošnje kisika (*Council directive of 21 May 1991, 91/271/EEC; 91/271/EEC*). Ta vrijednost u godišnjem prosjeku kod mokrih obrada mora biti manja od 25 mg O<sub>2</sub>/l, uz pH između 6 i 9. Smanjenje onečišćenja vode kemijskim sredstvima za oplemenjivanje može se postići:

- povećanjem afiniteta kemijskih sredstava prema vlaknu
- upotrebom kemijskih sredstava za oplemenjivanje s povećanom razgradljivosti
- pravilnim odabirom metode pročišćavanja otpadnih voda
- recikliranjem vode.

Za smanjenje onečišćenja voda toplinom poželjna je ugradnja uređaja za povratno dobivanje topline u sušionike strojeva za pranje i bojadisanje. Tada se toplina iz otpadnih voda prenosi u protustrujnom izmjenjivaču na svježju vodu koja će se upotrijebiti u procesu oplemenjivanja. Time se postiže znatna ušteda topline od 10% do 50%, a otpadna voda koja se ispušta u kanal je hladnija od 25 °C do 30 °C.

## ZAKLJUČAK

Danas je u tekstilnoj industriji u središtu pozornosti zaštita okoliša. To je dovelo do novih zakonskih odredbi i normi, te strogih kriterija koji su propisani našim zakonima i usklađeni sa zakonima Europske unije. Ovo se prvenstveno odnosi na zaštitu od onečišćenja voda koje tek-



stilna industrija najviše zagađuje u svojim procesima. Za to su potrebne financijske investicije za projekte procesne tehnologije i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. To su dugoročni zahvati u tekstilnu industriju čiji je cilj zaštita okoliša. Pritom se mora promatrati sustav kao cjelina i ne izdvajati pojedine procese, jer to narušava povezanost procesa i ravnotežu sustava. Na taj način moguće je ostvariti i uštede recirkulacijom pročišćene vode, ugradnjom ionskih izmjenjivača, automatizacijom procesa oplemenjivanja. Pravilnim vođenjem procesa oplemenjivanja te pravilnim odabirom procesa pročišćavanja voda osigurava se kvaliteta gotovih tekstilnih proizvoda i kvaliteta vode koja se ispušta u recipijente što je cilj moderne tekstilne industrije. Voda se mora upotrebljavati racionalno i ekonomično. Svaki korisnik vode dužan je upotrebljavati vodu na način i u opsegu kojima se voda čuva od rasipanja i štetnih promjena svojstva (kakvoće) i ne onemogućuje zakonsko pravo uporabe vode drugim osobama. Uredbom o klasifikaciji voda utvrđuju se vrste voda koje odgovaraju uvjetima kakvoće voda u smislu njihove opće ekološke funkcije, kao i uvjetima uporabe vode za određene namjene. Na tragu toga rezultati ispitivanih uzoraka obrađenih otpadnih voda zadovoljavaju uvjete propisane vodopravnom dozvolom.

## LITERATURA

Bokić, Lj., Soljačić, I., Moskaliuk, K.: Afinitet vunenog materijala prema ionima teških metala, *Tekstil*, 43, 1994., 109-112.

*Council directive of 21 May 1991, concerning Urban waste Water Treatment*, 91/271/EEC.

Došen-Šever, D., Bešenski, S.: Nastajanje i karakteristike otpadnih voda tekstilne industrije, *Tekstil*, 35, 1986., 325-336.

Moskaliuk, K., Katović, D.: Utjecaj upotrebe natrijevog hipoklorita za bijeljenje tekstilnog materijala na zagađivanje otpadnih voda, *Tekstil*, 46, 1997., 139-144.

Parac-Osterman, Đ., Sutlović, A., Soljačić, I.: Voda u oplemenjivanju tekstila-sirovina i otpad, *Tekstil*, 52, 2003., 55-62.

Peavy, H.S., Rowwe, D.R., Tehbanoglous, G.: *Environmental Engineering*, Mc Graw-Hill, Singapoor, 1987.

Tušar, B.: *Ispuštanje i pročišćavanje otpadne vode s zakonskom regulativom*, Croatia knjiga, Zagreb, 2004.

*Uredba o klasifikaciji voda*, N.N., br. 77/98.

Vojnović, B., Bokić, Lj., Kozina, M., Kozina, A.: Optimiranje analitičkog postupka određivanja fosfata u deterdžentima i otpadnim vodama praonica, *Tekstil*, 56, 2007., 147-157.

*Zakon o vodama*, N.N., br. 107/95.

*Zakon o zaštiti okoliša*, N.N., br. 82/94.

Zeiner, M., Rezić, I., Steffan, I.: Analitičke metode za određivanje teških metala u tekstilnoj industriji, *Kemija u industriji*, 56, 2007., 587-595.

Zulić, D., Grancarić, A.M.: Alkalne pektinaze za iskuhavanje pamuka, *Tekstil*, 51, 2002., 128-135.

**WASTE WATERS IN 'DUGA RESA COTTON INDUSTRY'**

*SUMMARY: Waste waters pollute rivers, lakes, seas and ground waters. This threatens the existence of life on Earth. Waste waters facilitate the growth of micro-organisms that consume oxygen, causing fish perishing and the growth of pathogenic microbes.*

*This paper puts emphasis on the problem of environmental protection against waste waters generated by 'Duga Resa Cotton Industry'.*

*The textile industry generates waste waters in the production process. Such polluted waste waters should be purified before discharging into watercourses.*

*The method of pre-treatment or purification of waste waters in the textile industry can be a neutralization, oxidation or reduction procedure. Moreover, there are physical degradation methods (depositing, filtration, absorption, etc.), physical and chemical degradation methods (coagulation/flocculation, aeration, extraction, combustion, osmosis, electrolysis, etc.) and biological degradation methods (aerobic, anaerobic, by means of activated carbon and fungi).*

*The selection of the purification method depends on the composition and type of waste waters. Only after purification can waste waters be discharged into the sewerage. The law prescribes the quality of waste waters, thus raising the quality of people and environmental protection.*

**Key words:** *waste waters, textile industry, pollution, purification*

*Professional paper*

*Received: 2008-04-01*

*Accepted: 2008-04-21*