

# TIPIČNI OTPADI U GRAFIČKOJ INDUSTRIJI

## TYPICAL WASTES ENCOUNTERED IN PRINTING INDUSTRY

*Docent dr Jelena Kiurski, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad*  
*Profesor dr Mirjana Vojinović-Miloradov, PMF, Institut za hemiju, Novi Sad*  
*Profesor dr Radmila Marinković-Nedučin, Tehnološki fakultet, Novi Sad*  
*Docent dr Dragoljub Novaković, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad*

### Rezime

*U radu su prikazani literaturni podaci o vrstama otpadnog materijala u grafičkoj industriji. Osnovni tipovi otpada svrstani su u tri grupe: čvrsti otpad, otpadne vode i zagađenje vazduha. U grafičkoj industriji, redukcija izvora zagađenja se postiže smanjenjem neophodnih količina sirovina, a time i troškova, uz dugoročnu strategiju smanjenja otpadnog materijala. Uobičajeno je da se kontrola otpadnog zagađujućeg materijala vrši na kraju proizvodnog procesa. Novim pristupom reagovanja na proces zagađenja radne sredine podržava se prevencija od zagađenja i promovuje profit.*

*Ključne reči: čvrsti otpad, otpadne vode, zagađenje vazduha*

### Summary

*In this paper it is represented the literature data of wastes types varies in printing industry. The three major types of wastes in the printing industry include: solid wastes, wastewater and air emissions, but overall, source reduction of these wastes will benefit printers by reducing raw material needs and disposal costs, and by lowering the long term liabilities associated with waste disposal. Traditionally, pollution control focused on end of pipe controls. Changing this focus to process improvement will help to prevent pollution and promote profits.*

*Key words: solid wastes, wastewater, air emissions*

## 1. UVOD

Mnoge štamparske boje i prevlake, koje se koriste u grafičkoj industriji, sadrže različite opasne isparljive materije, koje evaporiraju u atmosferu (HAP – Hazardous Air Pollutants), hemi-kalije koje sadrže toksične materije i materije opasne po ljudsko zdravlje i okolinu. Vladine i lokalne organizacije za zaštitu životne sredine u svetu regulišu upotrebu toksičnih supstanci, koje obično zahtevaju njihovu zamenu manje toksičnim [1]. Slični propisi postoje i kod nas.

Prevencija od zagađenja je integralni proces redukovanja ili eliminacije zagađujućih supstanci na izvoru kontaminacije i ona se postiže povećanjem efikasnosti upotrebljenog sirovog materijala, energije, vodenih i drugih resursa, kao i redukovanjem ili potpunom zamenom opasnih materija iz proizvodnog procesa. Aktivnosti u ovom domenu obuhvataju:

- modifikaciju opreme i tehnologije,

- modifikaciju procesa,
- preformulaciju i redizajniranje proizvoda,
- zamenu sirovina,
- neophodnu kontrolu pripreme, održavanja, obučenosti i zaliha.

Istraživanje i primena alternativnih materijala, sa kojima se proizvodi manje otpada, ili manje toksičnih u odnosu na ljudsko zdravlje, mogu da rezultuju i povežu grafičku industriju sa ekonomskim poboljšanjima i poboljšanjima u zaštiti životne i radne sredine [2]. Traženje alternativnih materijala obično je dugotrajan radikalni postupak, koji zahteva stalnu inicijativu tokom procesa štampanja. Neophodna su i ispitivanja novih hemikalija ili procesa, kao i dodatna obuka zaposlenih. Povezanost prodaje i prevencije od zagađivanja tehnički potpomaže nabavku i uz konsultovanje grafičke industrije dovodi do pronalaženja upotrebljivog alternativnog materijala ili procesa.

Cilj ovog rada je prikazivanje mogućih opasnih otpada u grafičkoj industriji i osvrta na moguću primenu odgovarajućih mera zaštite čovekove radne sredine i okoline.

## 2. DISKUSIJA

Najčešći otpadi u grafičkoj industriji uključuju:

1. *Čvrst otpad*, koji obuhvata prazne kontejnere, kutije od filmova, materijale kojima je istekao rok trajanja, oštećene štamparske ploče, razvijene filmove, lošu štampu, oštećene proizvode i otpadni papir.
2. *Otpadne vode* mogu da sadrže ulja za podmazivanje, otpadne boje, rastvore za pranje, fotografske hemikalije, kiseline, baze i kopirne slojeve sa štamparskih ploča, kao i metale poput srebra, gvoždja, hroma, bakra i barijuma.
3. *Zagađivanje vazduha* nastaje usled stvaranja volatilnih organskih jedinjenja (VOC) tokom procesa pri upotrebi: rastvarača za čišćenje, boja, alkohola i drugih sredstava za vlaženje. Veća postrojenja mogu biti i izvori emisije NO<sub>x</sub> i SO<sub>2</sub>, koji posebno štetno utiču na atmosferu (kisele kiše).

Svi ovi otpadni materijali se mogu predstaviti kao produkti nastali iz četiri osnovne faze proizvodnje u grafičkoj industriji: snimanje filmskog materijala, priprema, štampa i završna grafička obrada. U tabeli 1. prikazane su ove četiri faze sa tipičnim otpadima svake faze posebno.

Kreiranje liste svih otpadnih efluenata zahteva obiman rad. Katastar otpada može da:

- omogućiti upoznavanje sa opasnim ili isparljivim otpadnim materijalom, zagađivačima voda i vrstama otpada koji mogu da se recikliraju ili razore;
- potpomogne praćenje promena regulisanih zakonom – kada su poznati uzročnici i količina otpada može se definisati adekvatna regulativa za njihovo uklanjanje.

Tako, na primer, nadjeni su sledeći opasni, čvrsti, isparljivi otpadi i otpadne vode u procesu štampanja (tabele 2, 3, 4, 5) [3].

Za uklanjanje otpada, kao što su maziva, voskovi i ulja koristi se posebna oprema.

***Šta jedan štampar mora da zna o zakonskoj regulativi za zaštitu, unapređenje i upravljanje »čistom« sredinom?***

Pre uvida u primenu mogućih prevencija, važno je shvatiti situaciju, postavljanjem sledećih pitanja:

- Šta treba očistiti?
- Koji su kontaminanti?
- Kako se generišu nečistoće?

*Tabela 1. Tipični otpadni materijal u grafičkoj industriji [3]*

SNIMANJE	PRIPREMA	ŠTAMPA	ZAVRŠNA GRAFIČKA OBRADA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksponirani otpadni filmovi</li> <li>• oštećen papir</li> <li>• prazne sprej boce</li> <li>• istrošeni razvijači</li> <li>• voda od ispiranja</li> <li>• prljavi papiri za ruke</li> <li>• prazne posude od hemikalija</li> <li>• otpadni otisak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oštećene ploče</li> <li>• prazne posude od hemikalija</li> <li>• istrošene procesne hemikalije i voda od ispiranja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prazne posude od boja</li> <li>• loša štampa</li> <li>• VOC i isparenja</li> <li>• otpadne boje i rastvarači</li> <li>• zaprljan materijal</li> <li>• neupotrebljive ploče</li> <li>• istrošeni osnovni rastvori</li> <li>• oštećene prevlake</li> <li>• istrošeno mazivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• papir od opsecanja</li> <li>• lepak i adhezivi</li> <li>• otpad od pakovanja</li> </ul>

*Tabela 2. Opasni otpad u procesu štampanja*

MOGUĆ OPASNI OTPAD	SASTAV OTPADNOG MATERIJALA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• delimično prazne sprej boce</li> <li>• neiskorišćeni razvijač filma</li> <li>• korišćen rastvarač za ispiranje</li> <li>• iskorišćen fiksir</li> <li>• prljavi papirni peškiri</li> <li>• neiskorišćeni rastvarači</li> <li>• razvijači za ploče</li> <li>• cijanidni razvijači za elektrostatičke ploče</li> <li>• osnovni rastvori</li> <li>• višak boje</li> <li>• otpad od ispiranja boje</li> <li>• adhezivni otpad</li> <li>• otpad PMT aktivatora</li> <li>• sredstvo za uklanjanje emulzije i boje</li> <li>• sredstvo za uklanjanje zamagljenja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toluen, 1,1,1-trihloetan</li> <li>• hidrohinon</li> <li>• ksilen, benzen, toluen</li> <li>• srebro</li> <li>• benzen, toluen, TCA, metali</li> <li>• toluen, ksilen, TCA, TCE</li> <li>• benzen, hidroksidi</li> <li>• cijanid</li> <li>• etilenglikol</li> <li>• teški metali</li> <li>• teški metali, otpad od ispiranja štampe</li> <li>• metiletilketon, toluen, ksilen</li> <li>• srebro</li> <li>• ksilen</li> <li>• visoki pH</li> </ul>

TCA – trihloroacetat,

TCE – trihloretilen,

PMT – photo mechanical transfer

Tabela 3. Mogući čvrstii otpad u procesu štampanja

ČVRSTI OTPAD	SASTAV OTPADNOG MATERIJALA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• otpaci ili filmovi sa isteklim rokom trajanja</li> <li>• otpaci papira</li> <li>• prazne sprej boce</li> <li>• prazni kontejneri od hemikalija</li> <li>• korišćene i otpadne ploče</li> <li>• stari i korišćeni filmski materijal</li> <li>• loši otisci</li> <li>• prazni kontejneri od boja</li> <li>• otpad od pakovanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• srebro</li> <li>• nema</li> <li>• rezidualni rastvarači</li> <li>• zapaljive, toksične i korozivne materije</li> <li>• nema</li> <li>• teški metali</li> <li>• nema</li> <li>• teški metali, razredjivači</li> <li>• nema</li> </ul>

Tabela 4. Isparljivi otpad –zagadjenje vazduha u procesu štampanja

MOGUĆA ISPARENJA	SASTAV
<ul style="list-style-type: none"> <li>• jedinjenja iz sprej boca tokom upotrebe</li> <li>• razvijatelj filma pri korišćenju ili skladištenju</li> <li>• fiksir tokom upotrebe ili skladištenja</li> <li>• rastvarač za ispiranje pri upotrebi i skladištenju</li> <li>• razvijatelj za ploče</li> <li>• osnovni rastvor</li> <li>• boje tokom upotrebe</li> <li>• isparavanje sredstva za ispiranje</li> <li>• adhezivi tokom upotrebe</li> <li>• emulzije i boje pri upotrebi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• magla – aerosol nastalih hemikalija</li> <li>• magla – aerosol nastalih hemikalija</li> <li>• magla – aerosol nastalih hemikalija</li> <li>• rastvarači, magla nastalih hemikalija</li> <li>• magla nastalih hemikalija</li> <li>• izopropil-alkohol</li> <li>• smog hemikalija</li> <li>• rastvarači, razredjivači</li> <li>• smog nastalih hemikalija</li> <li>• smog nastalih hemikalija</li> </ul>

Tabela 5. Otpadne vode u procesu štampanja

MOGUĆE OTPADNE VODE	SASTAV
<ul style="list-style-type: none"> <li>• iskorišćeni razvijatelj filma</li> <li>• voda kod ispiranja u foto-procesu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hidrohinon</li> <li>• srebro</li> </ul>

— Šta je najmanje neophodno za čišćenje?

- Da li je specifično čišćenje neophodno ?
- Da li je potreban kontinualan ili povremeni proces provere?

Prevenција od zagađjenja sredine je prevashodno usvajanje metoda prečišćavanja ili zamene materijala. Ove promene uključuju eliminaciju procesa čišćenja vodenim ili kvazi-vodenim sistemima ili materijalima, kao i upotrebu specijalnih procesa za čišćenje, na primer, superkritičan CO<sub>2</sub> ili vakuum odmašćivanja.

Ako se radi sa rastvaračima, ili sredstvima za ispiranje neophodno je pridržavati se zakona koji su propisani za halogenovane organske rastvarače. To znači, da je neophodno iz upotrebe izbaciti hemikaliju koja ne podleže zakonima o dozvoljenoj upotrebi ili postaviti neophodnu opremu za kontrolu zagađjenja i usvojiti specifične uslove rada. Regulativa – zakon koji to propisuje je CAA (Clean Air Act) od 1990. godine, predložen od strane U.S. Environment Protection Agency (EPA), koji obuhvata 189 toksičnih hemikalija. Šest rastvarača, koji imaju široku upotrebu u grafičkoj industriji: metilenhlorid, perhloretilen, trihloretilen, 1,1,1-trihloretilen, ugljentetrahlorid i hloroform, ubrajaju se u moguće kancerogene i jako isparljive materije.

Ako se koriste proizvodi koji sadrže hemikalije korisnik ima odgovornost da odredi da li njegova kompanija treba da primeni mere zaštite životne sredine. Material Safety Data Sheets (MSDSs) se obično koristi za postupke ispitivanja po zdravlje opasnih supstanci i predostrožnosti za bezbedno korišćenje istih materijala tokom procesa štampanja.

Kod primene rotogravura, proizvoda za pakovanje ili fleksografske štampe CAA amandman od 1990. godine ima posebne zahteve, koji regulišu granicu emisije i strogo pridržavanje sprovođenja zakonske kontrole, jer proces štampanja može da rezultuje emisijom opasnih polutanata u vazduhu (HAPs) iz procesnih materijala, kao što su boje. Od maja 1996. EPA propisuje pravila o emisiji opasnih materija za štampanje rotogravura, proizvoda za pakovanje i fleksografske štampe, jer u procesu štampe dolazi do pojave isparenja opasnih materija, nastalih kao proizvod reakcije korišćenih materijala. Mnoge boje i prevlake koje se koriste u industriji sadrže različite HAPs hemikalije, okarakterisane kao toksične ili opasne materije.

Redukovanje emisije svih ovih otpadnih materijala u okolinu (voda, vazduh, zemljište), u okviru propisom dozvoljenih granica, može eliminisati i minimizirati otpad iz grafičke industrije i predstavljati siguran izraz adekvatnih mera za očuvanje »čiste« okoline.

Otpad se najefikasnije može procenjivati od početka projektovanja proizvodnje preko izbora grafičkog dizajna. Priprema izdavaštva sa najpogodnijom veličinom slike i štampane strane redukuje otpad papira u kasnijim stadijumima pri sečenju i povezivanju. Dizajneri moraju takođe da budu svesni da štamparske boje sadrže teške metale i druge opasne pigmente i da se informišu o netoksičnim alternativnim materijalima. Druga mogućnost grafičkog dizajna je da obuhvati smanjenje količine pokrivne boje štampe i korišćenje neprovidnog, neizbeljenog papira i recikliranog papira [4].

Planiranje obima posla omogućuje rasporedjivanje od dnevnog redukovanja promene boja do promene boja od svetlije do tamne. Takođe, planiranje omogućuje grafičkom operateru da pripremi samo neophodnu količinu boje za dnevnu proizvodnju. Upotreba kompjuterske kontrole, priprema programa mešanja boja sa digitalnom skalom za merenje boje, može biti od pomoći u redukovanju otpada. Ovaj program omogućuje štamparu da prihvati željenu smešu boja. Digitalna skala čini dati proces tačnijim i smanjuje količinu otpadne boje kao rezultat greške u »procenjivanju«. Kada se proces jednom postavi sa ispravnim bojama, papirom i procesnim uslovima postrojenja, promene u substratu utiču na sve delove proizvodnje. Mnogi pomoćni izvori su zapaljivi usled nižih degradacionih nivoa i nekonzistentnosti substrata. Sve kompanije grafičke industrije treba da budu oprezne u identifikaciji kvaliteta i konzistencije ulaznih sirovina [5].

### **3. ZAKLJUČAK**

Otpadi u grafičkoj industriji su raznovrsni i brojni, toksični, kancerogeni, zastupljeni sa sve tri agregacije, zagađuju vodu, vazduh i zemljište, što zahteva oštru radikalnu promenu i kontrolu u smislu primene odgovarajućih mera zaštite čovekove radne i životne sredine.

### **LITERATURA**

1. The Clean Air Act & Small Business (2002), PPRC Web founded by a grant from the U.S. EPA
2. Common Pollution Prevention Practices in Printing (2002), PPRC Web founded by a grant from the U.S. EPA
3. Business Assistance – Printer's Workbook, Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center (1999)
4. Campbell, M.E., W.M. Glenn, »Printing« in Profit from Pollution Prevention: A guide to Industrial Waste Reduction and Recycling, pp. 201-217 (1982)
5. Price, R.L., »Printing and Publishing Industry Pollution Prevention and Recycling Center for Hazardous Material Research (CHMR) 530-4296-000 (1994)

Adresa za kontakt:

Docent dr Jelena Kiurski  
FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn  
e-mail: kiurski@ins.ns.ac.yu