

## OPASNOSTI I RIZICI TOKOM IZRADE PROIZVODA FLEKSO TEHNIKOM ŠTAMPE HAZARDS AND RISKS DURING THE PRODUCTION OF FLEKSO PRINTING PRODUCTS

Ana Četković, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

**Kratak sadržaj** – Cilja rada je identifikacija i kvalitativna analiza opasnosti na grafičkim mašinama i uređajima tokom procesa flekso štampe (pripreme, štampe i završne grafičke obrade). Na osnovu utvrđenih opasnosti pri korišćenju odgovarajuće opreme za rad izvršena je procena rizika na radnom mestu zasnovana na Kinney metodi. Takođe je dat i predlog bezbedonosnih mera za sprečavanje ili otklanjanje rizika tokom flekso procesa štampe.

**Ključne reči:** *Flekso tehnika štampe, procena rizika, Kinney metoda*

**Abstract** – The identification and qualitative analysis of dangers during the flexo printing process on machines and devices were carried out in the paper. In addition, a workplace risk assessment was performed based on the Kinney method. Finally, a proposal for safety measures to prevent or eliminate risks during the flexo printing process is also given.

**Keywords:** *Flexo printing process, risk assessment, Kinney method*

### 1. UVOD

Fleksografija je metod visoke, direktne rotacione štampe koja koristi reljefne, gumene ili fotopolimerne štamparske forme. Štamparske forme su prilepljene (fiksirane) za cilindar nosilac štamparske forme, a nanošenje boje se vrši putem aniloks valjka. Same flekso mašine prema konceptu gradnje mogu biti sa: centralnim cilindrom, redno vezanim štamparskim jedinicama i kompaktnim sistemom gradnje. Fleksografska štampa omogućava štampanje na različitim vrstama podloga (papiru, plastičnim folijama, kartonu, itd.) i za širok spektar proizvoda poput samolepljivih etiketa, pakovanja hrane, plastičnih kesa, itd. [1].

Ljudi su najvažniji element u svakom preduzeću, pa je potrebno da nivo zaštita tokom radnog odnosa bude na odgovarajućem nivou. Za ostvarenje bezbednih uslova života i rada ljudi, procena rizika i unapređenje kvaliteta radne i životne sredine predstavlja neophodnost i treba da bude prioritetan cilj u funkcionisanju svih organizacija. Rizik možemo definisati kao kompleksan pojam koji podrazumeva verovatnoću nesrećnih slučajeva ili drugih događaja sa nepovoljnim ishodom i procenu obima njima izazvanih posledica [2].

### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Savka Adamović, vanr. prof.

Na osnovu procene rizika može se zaključiti da li su radnici pod prihvatljivim ili većim rizikom, i ako je potrebno, propisati mere za smanjenje rizika u skladu sa opasnostima koje se pojavljuju korišćenjem odgovarajuće opreme za rad, kako bismo ga eliminisali ili smanjili na najmanju moguću meru.

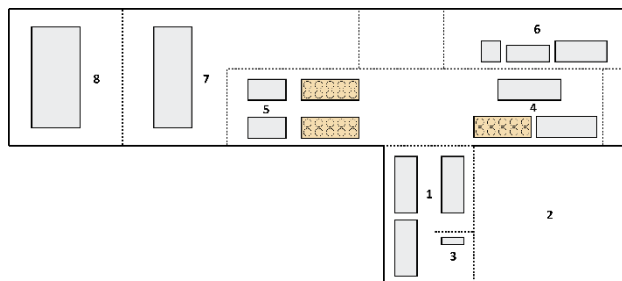
Danas postoji veliki broj priznatih metoda za procenu rizika, a pravilan izbor metode će omogućiti i adekvatnu primenu propisanih mera, kako bi se obezbedili uslovi za bezbednije radno mesto i kvalitetno radno okruženje [2].

U eksperimentalnom delu rada je predstavljena šema štamparije i dat opis materijala i opreme (mašine i uređaji) koji se koristi u flekso pogonu. Nakon toga je izvršena procena nivoa rizika kom su izloženi operateri prilikom rukovanja opremom u flekso štampariji. Procena rizika je sprovedena primenom Kinney metode i dat je predlog mera za smanjenje rizika tokom procesa flekso štampe.

### 2. EKSPERIMENTALNI DEO

#### 2.1. Prikaz flekso pogona

Rad štamparije „Comex“ iz Šabca zasniva se na proizvodnji jednoslojnih i višeslojnih materijala: mono, dupleks, tripleks i kvadrupleks folija. Mono folije su proizvodi izrađeni od jednoslojne ambalaže, npr. ambalaža za papirne maramice. Kao podloga se najčešće koristi polietilen. Dok su dupleks, tripleks i kvadrupleks dvoslojni, troslojni i četvoroslojni materijali, takozvani laminati, koji su sastavljeni od više međusobno čvrsto spojenih ambalažnih materijala u obliku folija. Kao slojevi se koriste: fleksibilni materijali, papiri, tanji kartoni, celofan, aluminijumska folija, plastične folije, itd.



Slika 1. Prikaz radnih odeljenja u štampariji „Comex“

Radni prostor flekso štamparije „Comex“ (slika 1) se sastoji od odeljenja za:

- štampu (1),
- pripremu boja (2),
- montažu štamparske forme (3),

- laminaciju (4),
- rezanje / sečenje (5),
- izradu štamparske forme (6),
- konfekciju (7) i
- koekstruziju (8).

## 2.2. Mašine i uređaji u flekso pogonu

U flekso pogonu za odgovarajuće procese u pripremi, štampi i završnoj grafičkoj obradi (1-6) koristi se sledeća oprema za rad [3]:

1. Proizvodnja polietilenskog filma (koekstruzija):
  - Macchi COEX Flex,
2. Proizvodnja boja:
  - Piccolo Ink Maker,
3. Izrada otiska (priprema za štampu):
  - Epson SureColor SC – P7000 i
  - Canon image-PROGRAF IPF670,
4. Izrada i montaža štamparske forme (priprema za štampu):
  - CDI Spark 4260 Esko,
  - XPS Crystal 5080 Esko,
  - DuPont Cyrel FAST 2000 TD i
  - DuPont Cyrel Microflex,
5. Proces štampe:
  - Bobst 20Six F&K i
  - Crystal – Uteco Group,
6. Završna grafička obrada:
  - Super Simplex SL (laminacija),
  - Bimec TCS 64 D (rezanje) i
  - YE I Machinery - YEZD – 600ZL (konfekcija).

## 2.3. Kinney metoda

Za procenu rizika u praksi jedna od najčešće primenjenih metoda u većini organizacija u Srbiji je Kinney metoda. Metodom se na osnovu utvrđene verovatnoće, posledica i učestalosti, nivo rizika izračunava i definiše kao proizvod ovih vrednosti. Obrazac (1) koji se koristi za izračunavanje rizika glasi [2,4]:

$$R = V \cdot U \cdot P \quad (1)$$

gde su:

- R – nivo rizika,
- V – kriterijum za procenu verovatnoće,
- U – kriterijum za procenu učestalosti i
- P – kriterijum za procenu posledice.

Prema Kinney metodi na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti opisuje se rizik u pet kategorija (tabela 1):

Tabela 1. Opis, stepen i koeficijent rizika prema Kinney metodi [2]

Stepen rizika	Opis rizika	Koeficijent rizika
I	Prihvatljiv	( $P \leq 20$ )
II	Mali	( $20 < P \leq 70$ )
III	Umeren	( $70 < P \leq 200$ )
IV	Visok	( $200 < P \leq 400$ )
V	Ekstremni	( $400 < P$ )

- prihvatljiv (I),
- mali (II),

- umeren (III),
- visok (IV) i
- ekstremni (V).

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

U obradi podataka za procenu rizika opreme za rad (grafičkih mašina i uređaja) prvo je sprovedena kvalitativna (opisna) analiza opasnosti, a potom je primenjena Kinney metoda. Nivo rizika je procenjen kombinovanom metodom uz primenu raspoloživih opisnih i numeričkih podataka.

### 3.1. Procena rizika na grafičkim mašinama i uređajima u pripremi za štampu

Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima u pripremi za flekso štampu: za izradu probnog otiska, za izradu i montažu štamparskih formi, koekstruziju i proizvodnju boja, prikazani su u tabeli 2.

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti ( $R \leq 3$ ) prema Kinney metodi, radno mesto operatera pored uređaja za probne otiske (Epson SureColor SC-P7000 i Canon image-PROGRAF iPF670) nije radno mesto sa povećanim rizikom. Takođe se za navedene rizike ne zahtevaju bilo kakve dodatne aktivnosti za smanjenje nivoa rizika (tabela 2).

Tabela 2. Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima u pripremi za flekso štampu

Oprema za rad	V	U	P	R	Nivo rizika
Epson SureColor SC-P7000	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljiv rizik
	0,5	6	1	3,0	
Canon image-PROGRAF iPF670	0,1	1,0	6,0	0,6	
	0,5	6	1	3,0	
CDI Spark 4260 Ecuo	0,1	1,0	6,0	0,6	
	0,5	6	2	6,0	
XPS Crystal 5080 Esko	0,6	1	6	0,6	
	0,5	6	2	6,0	
	0,5	6	3	9,0	
DuPont Cyrel FAST 2000 TD	0,1	1	6	0,6	
	0,5	6	2	6,0	
	0,5	6	2	6,0	
DuPont Cyrel Microflex	0,1	1	6	0,6	
	0,5	6	1	3,0	
	0,5	6	2	6,0	
Macchi COEX Flex	0,1	1	6	0,6	
	0,1	6	1	0,6	
	0,1	6	2	1,2	
	6	1	1	6,0	
Piccolo Ink Maker	0,1	1	6	0,6	
	10	6	1	60	
	10	6	3	180	

Radno mesto operatera pored mašina za izradu i montažu štamparske forme (CDI Spark 4260, XPS Crystal, DuPont Cyrel FAST 2000 TD i DuPont Cyrel Microflex), takođe, nije radno mesto sa povećanim rizikom i ne zahteva bilo kakve dodatne aktivnosti za smanjenje nivoa rizika (tabela 2) jer su sve numeričke vrednosti rizika prema Kinney metodi ispod 20.

Numeričke vrednosti nivoa rizika ispod 20, u tabeli 2, pokazuju da je za radno mesto operatera za mašinom za koekstruziju (Macchi COEX Flex) nivo rizika prihvatljiv ( $R \leq 6$ ).

Međutim, za radno mesto za mašinom za dobijanje boja (Piccolo Ink Maker) postoji mali ( $R = 60$ ) i umereni nivo rizika ( $R = 160$ ), usled isparenja štetnih komponenti iz boja, kao i zbog celodnevnog stajanja tokom procesa rada, tj. nefiziološkog položaja tela, redom (tabela 2).

### 3.1. Procena rizika na grafičkim mašinama za flekso štampu

Kvantitativna procena rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima u samom procesu flekso štampe prikazani su u tabeli 3.

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti (tabela 3) prema Kinney metodi, radno mesto operatera pored mašina za štampu (Bobst 20Six F&K i Crystal – Uteco Group) nosi mali rizik ( $20 < R \leq 70$ ) koji ne zahteva dodatne aktivnosti za smanjenje rizika, ali je potrebno pratiti proces zbog mogućeg povećanja nivoa rizika. Rizici su prisutni zbog mogućih mehaničkih povreda udova usled rukovanja cilindrima za štampu i rolnama, takođe je prisutan rizik od inhalacije štetnih isparenja iz grafičkih boja i svakodnevno prisutne buke.

Umeren nivo rizika ( $70 < R \leq 200$ ) je prisutan usled svakodnevnog dugotrajnog stajanja operatera pored štamparskih mašina i zahteva definisanje mera za smanjenje rizika.

Tabela 3. Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama za flekso štampu

Oprema za rad	V	U	P	R	Nivo rizika
Bobst 20Six F&K	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik
Crystal – Uteco Group	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik

### 3.3. Procena rizika na grafičkim mašinama u procesu završne grafičke obrade

Procena rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima za laminaciju, rezanje i konfekciju

koje se primenjuju u procesima završne grafičke obrade u flekso proizvodnji prikazani su u tabeli 4.

Tokom završne grafičke obrade mašina za konfekciju (YE I Machinery - YEZD-600ZL) ne zahteva bilo kakve dodatne aktivnosti za smanjenje rizika, jer operacije na radnom mestu ne uzrokuju povećan nivo rizika ( $R < 20$ , tabela 4).

Radna mesta operatera pored mašina za laminaciju (Super Simplex SL) i rezanje (Bimec TCA 64 D) nose mali rizik ( $20 < R \leq 70$ ) koji ne zahteva aktivnosti za smanjenje rizika, ali je potrebno praćenje proizvodnog procesa zbog mogućeg povećanja nivoa rizika. Rizik je prisutan usled mogućnosti nastajanja mehaničkih povreda udova prilikom rukovanja rolnama i noževima, kao i usled prisustva štetnih isparenja lepila kod mašine za laminaciju.

Tabela 4. Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama u procesu završne grafičke obrade

Oprema za rad	V	U	P	R	Nivo rizika
Super Simplex SL	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljivi rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik
Bimec TCA 64 D	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljivi rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik
YE I Machinery - YEZD-600ZL	0,1	1	6	0,6	Prihvatljivi rizik
	1	6	3	18	Prihvatljivi rizik
	1	6	3	18	Prihvatljivi rizik
	1	6	3	18	Prihvatljivi rizik

Međutim, dobijeni rezultati analize (tabela 4) ukazuju na umeren nivo rizika ( $70 < R \leq 200$ ) prisutan kod mašina za laminaciju i za rezanje usled svakodnevnog dugotrajnog stajanja operatera i zahteva definisanje mera za smanjenje rizika.

### 3.4. Mere za smanjenje rizika tokom flekso procesa štampe

Kada postoje rizici, iste je potrebno eliminisati ili smanjiti na minimum uvođenjem korektivnih mera u skladu sa opasnostima koje se pojavljuju korišćenjem odgovarajuće opreme za rad u svakoj fazi flekso procesa štampe.

Bezbedonosne mere za smanjenje rizika za odogovarajuću opremu za rad tokom flekso proizvodnje prikazane su u tabeli 5.

Tabela 5. *Bezbedonosne mere za smanjenje rizika tokom flekso proizvodnje*

<p><b>Opasnosti od indirektnog dodira električnih instalacija i opreme pod naponom</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neovlašćena lica ne smeju intervenisati na instalacijama.</li> <li>• Periodična kontrola i ispitivanje instalacija, kao i svih električnih uređaja.</li> <li>• Sva oštećenja koja se primete, treba prijaviti.</li> </ul>
<p><b>Hemijske štetnosti – udisanje štetnih hemikalija tokom izrade štamparske forme (sredstva za pranje), kreiranja boja za mašine, prilikom laminacije (lepak) i tokom koekstruzije</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obezbediti adekvatnu ventilaciju u celom radnom prostoru.</li> <li>• Omogućiti odgovarajuću opremu operaterima kako bi se zaštitili od isparenja.</li> <li>• Koristiti materijale sa što manje štetnih isparenja.</li> </ul> <p>Opasnosti od posekotina, modrica, pignječenja, gubitka udova, itd.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolisati ispravnost mašina periodično.</li> <li>• Obezbediti odgovarajuću opremu ako je to moguće.</li> <li>• Poštovati znakove upozorenja istaknute na mašini.</li> </ul>
<p><b>Opasnosti od posekotina, podrica, prignječenja, gubitka udova, itd.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolisati ispravnost mašina periodično.</li> <li>• Obezbediti odgovarajuću opremu ako je to moguće.</li> <li>• Poštovati znakove upozorenja istaknute na mašini.</li> </ul>
<p><b>Dugotrajno stajanje – nefiziološki položaj tela</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promeniti organizaciju rada, ako je to moguće.</li> <li>• Zauzeti najbolji mogući položaj tela tokom rada.</li> <li>• Obezbediti operaterima odmore.</li> </ul>
<p><b>Buka</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meriti izloženost buci.</li> <li>• Proveriti akustične karakteristike hale.</li> <li>• Sprovesti mere za smanjenje buke, ako je to moguće.</li> <li>• Obezbediti operaterima adekvatnu zaštitnu opremu.</li> </ul>

#### 4. ZAKLJUČAK

Poznato nam je da svaki rad koji zahteva upotrebu alata, uređaja ili mašina, sa sobom nosi određeni nivo rizika po bezbednost i zdravlje ljudi. Na osnovu istraživanja i sprovedene procene rizika putem Kinney metode,

zaključuje se da su zaposleni u flekso pogonu „Comex“ izloženi prihvatljivom, manjem i umerenom nivou rizika.

Odeljenje za pripremu za štampu i za izradu štamparskog otiska ne uključuje radna mesta povećanim rizikom, pa se na tim mestima ne zahtevaju dodatne aktivnosti za smanjenje nivoa rizika. Na radnim mestima u odeljenju za koekstruziju, gde se proizvodi polietilenski film, postoji mali rizik od isparenja štetnih materija, koji se može nadomestiti adekvatnom ventilacijom tog dela hale, kao i obezbeđenom ličnom zaštitnom opremom za operatere.

Operateri koji rade za štamparskim mašinama su, takođe, pod minimalnim rizikom koji mogu da izazovu buka, izlaganje mehaničkim povredama udova, kao i dugotrajno stajanje. Uz odgovarajuću ličnu zaštitnu opremu i dobru organizaciju rada, povrede ne bi trebalo da se dogode.

Radno mesto operatera mašina za završnu grafičku obradu nosi mali rizik usled mehaničkih povreda tokom rukovanja mašinom, premeštanja rolni, itd.

Bez obzira što radna mesta u ovoj štampariji ne nose povećani rizik, svakako je potrebno opremu za rad održavati u ispravnom stanju i proveravati je periodično, operatere obučiti za bezbedan i zdrav rad, vršiti preventivna i periodična ispitivanja uslova radne okoline, vršiti tehničku kontrolu unutrašnjih instalacija i obezbediti adekvatnu ventilaciju cele hale.

Jedan od osnovnih i najbitnijih elemenata svake organizacije jesu radnici. Zato je veoma važno očuvati njihovo zdravlje, ili ako se uvidi neka potencijalna opasnost treba odmah odreagovati i sanirati je, jer bezbednost i zdravlje na radu treba da budu prioritet.

#### 5. LITERATURA

- [1] N. Kašiković, „*Tehnike štampe*“, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2018.
- [2] V. Stefanović, „*Modelovanje faktora rizika na radnim mestima u proizvodnim procesima sa pretežno ženskom radnom snagom*“, Bor, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, 2019.
- [3] A. Četković, „*Proces proizvodnje fleksibilne ambalaže*“, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2020.
- [4] <http://omk.mas.bg.ac.rs/files/izborni/Tehnicky%20Propsi%20i%20Standardi/Izbor%20metode%20za%20procenu%20rizika.pdf> (pristupljeno u oktobru 2022.)

#### Kratka biografija:

**Ana Četković** rođena je u Sremskoj Mitrovici 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2022. godine.  
kontakt: [anacetkovic04@gmail.com](mailto:anacetkovic04@gmail.com)

**Savka Adamović** rođena je u Novom Sadu 1976. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine, a od 2022. godine je u zvanju vanredni profesor.  
kontakt: [adamovicsavka@uns.ac.rs](mailto:adamovicsavka@uns.ac.rs)