

## PROCENA RIZIKA TOKOM IZRADE ŠTAMPANIH KOMPOSTABILNIH KESA RISK ASSESSMENT DURING THE PRODUCTION OF PRINTED COMPOSTABLE BAGS

Tara Milačić, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

**Kratak sadržaj** – Procena rizika za operacije i radne mašine tokom izrade flekso štampanih kompostabilnih kesa primenom Kinney metode je sprovedena u radu. U cilju procene rizika odrađene su: identifikacija opasnosti, kao i kvalitativna i kvantitativna analiza odabranih faktora i samog rizika. Takođe je u radu prikazan i predlog bezbedonosnih mera za sprečavanje ili otklanjanje rizika u radnom i životnom okruženju.

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

**Abstract** – In the paper, the risk assessment for operations and machinery during the production of flexo-printed compostable bags using the Kinney method has been carried out. The risk assessment involved hazard identification, qualitative and quantitative analysis of selected factors, and the risk itself. The paper also presents recommendations for safety measures to prevent or minimize risks in the work and living environment.

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

### 1. UVOD

Ambalaža ima dve osnovne funkcije: zaštitu proizvoda od oštećenja i uticaja sredine i komercijalnu ulogu u privlačenju potrošača kroz dizajn i oblik. Ambalaža može biti transportna (za zaštitu pri transportu) ili komercijalna (direktno u kontaktu sa potrošačem). Takođe, ambalaža može biti nepovratna (jednokratna upotreba) ili povratna (višekratna upotreba i/ili recikliranje). Materijal ambalaže se bira u skladu sa potrebama i održivošću, i može biti papir, plastika, metal i staklo. Važan je i uticaj dizajna ambalaže na privlačnost proizvoda na tržištu [1].

Kompanije koriste kompostabilnu ambalažu kao deo savremenog poslovnog modela. Termin “kompostabilan” se odnosi na proizvode koji su sposobni da se razgrade i pretvore u koristan kompost. Da bi se postigla uniformnost, proizvodi moraju biti sertifikovani prema evropskim standardima koji detaljno definišu zahteve za ambalažne materijale prilagođene kompostiranju i biorazgradnji.

Standardi takođe uključuju jasne kriterijume za industrijsku kompostabilnost, gde se očekuje da se materijal potpuno razgradi u roku od šest meseci [2].

### NAPOMENA:

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

Kompostabilna ambalaža ima niz prednosti, uključujući: održivost, biorazgradivost, smanjenje otpada, podršku organskoj poljoprivredi, kvalitet, kao i marketinške benefite [3].

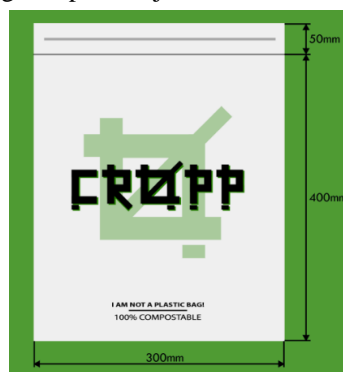
Za štampu kesa obično se koriste tri osnovne tehnike štampe: ofset, sito i flekso. Ofset štampa nije prikladna za kompostabilne kese jer ne ostavlja visokokvalitetan otisak, i upotrebljava ekološki manje prihvatljive solventne boje. Ograničenja u reprodukciji slika visoke tačnosti i gradaciji boja, čini sito štampu manje pogodnom za štampanje kompostabilnih kesa. Iako ima određene nedostatke u kvalitetu štampe, flekso štampa se trenutno koristi za štampanje kompostabilnih kesa zbog svoje ekološke kompatibilnosti i nižih investicionih troškova [4].

Procena rizika u proizvodnji je neophodna jer omogućava izučavanje potencijalnih opasnosti i nepredviđenih okolnosti koje mogu uticati na kvalitet i bezbednost radnika i proizvoda, ali i životne sredine. Rad istražuje metode i aspekte procene rizika u kontekstu izrade kompostabilnih kesa, obezbeđuje informacije o stepenu rizika i sadrži preporučljive preventivne mere koje treba primeniti u svrhu minimiziranja rizika i obezbeđivanja bezbednog okruženja za sve radnike.

### 2. EKSPERIMENTALNI DEO

#### 2.1. Kompostabilna kesa

Karakteristike kompostabilne kесе (slika 1) su sledeće: širina 300 mm, visina 400 mm, preklop od 50 mm i debljina od 50 μm. Izgrađena je od granulata skroba proizvedenog kompostiranjem.



Slika 1. Kompostabilna kesa

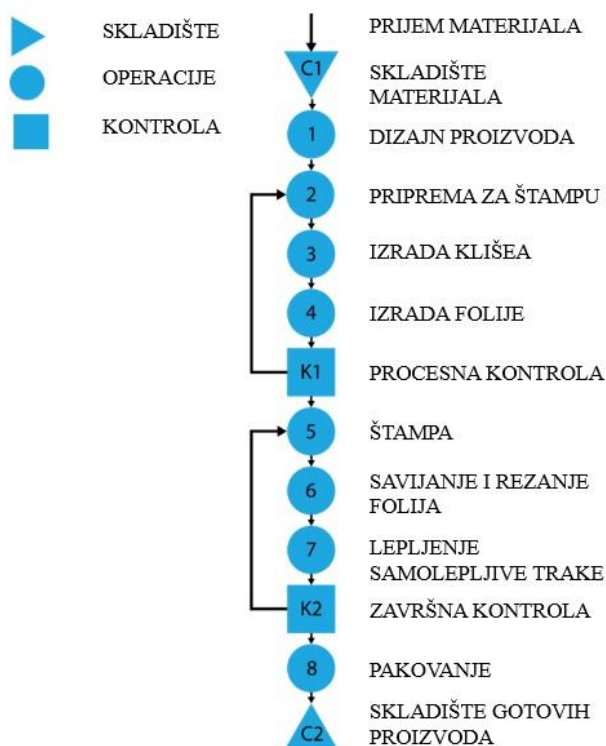
#### 2.2. Operacije za proizvodnju kompostabilnih kesa

Izrada ambalažnih kompostabilnih kesa obuhvata sledećih šest tehnoloških operacija [4]:

- dizajn proizvoda,
- izradu folije,

- pripremu klišea za štampu,
- proces štampe,
- završnu grafičku obradu kesa sa tri tehnološka procesa: savijanje folije, rezanje kese i lepljenje samolepljive trake i
- pakovanje.

Dijagram toka procesa od ideje preko izrade do konačnog proizvoda prikazan je na slici 2.



Slika 2. Dijagram toka proizvodnje

Folija se proizvodi na mašini za duvanje filma sa rotacionom glavom TECOM Ekstruder (slika 3).



Slika 3. Glava ekstrudera sa ekstrudovanom masom

Kese se štampaju na flekso mašini Matila H4800. Klišei (kupljeni od preduzeća koje se bavi izradom klišea) se fiksiraju na valjke mašine za štampu pomoću obostrano samolepljive trake Duploflex.

Operacija završne grafičke obrade je podeljena na tri tehnološka postupka: savijanje folije, rezanje kese i

lepljenje samolepljive trake i sprovodi se na multifunkcionalnoj mašini koja ima tri segmenta, po jedan za svaku navedenu operaciju. Odštampana rolna se montira na držač folije na mašini za savijanje, rezanje i lepljenje samolepljive trake, a potom se kreće između transportnih valjaka gde se folija savija do potrebnog položaja. Istovremeno se na preklop folije montira samolepljiva traka. Folija sa zalepljenom samolepljivom trakom se doprema do noža koji seče kese. Nakon sečenja, radnik proverava kvalitet gotovih proizvoda. Podešavanjem brojača na mašini obezbeđuje se precizan i definisan broj komada na kojima radnik vrši završnu kontrolu [4].

### 2.3. Kinney metoda

Procena rizika prema Kinney metodi predstavlja efikasan alat za identifikaciju i analizu opasnosti u radnom okruženju. Metoda omogućava detaljno proučavanje radnog mesta i procenu potencijalnih rizika koji mogu uticati na bezbednost i zdravlje radnika. Kroz analizu verovatnoće i stepena štetnosti/opasnosti, Kinney metoda omogućava definisanje mera zaštite i kontrole radi smanjenja ili eliminacije rizika. Izračunavanje nivoa, odnosno ranga rizika (R) je prema izrazu (1), [5]:

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

gde su potencijalni faktori rizika [5]:

- V – verovatnoća povređivanja/oboljevanja,
- U – učestalost i vreme izlaganja opasnostima/štetnostima i
- P – posledice, odnosno težina moguće povrede ili oboljenja.

Kroz numerički i kvalitativno izražene informacije, biće detaljno objašnjen stepen rizika za svaki faktor. Analiza po Kinney metodi pruža jasnu predstavu o tome koji faktori imaju najveći uticaj na bezbednost i zdravlje radnika, što ukazuje na najkritičnija područja na kojima treba primeniti odgovarajuće mere zaštite i smanjenje rizika.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

### 3.1. Procena rizika tokom operacija flekso izrade kompostabilnih kesa primenom Kinney metode

Korišćenjem raspoloživih kvalitativnih i numeričkih podataka i služeći se ispravnim sistemom vrednovanja, moguće je objektivno oceniti stepen rizika za svaki od identifikovanih faktora prema Kinney metodi.

Informacije o različitim faktorima rizika (V, U i P) u flekso radnom okruženju prikazane su u tabelama od 1 do 7 za operacije: dizajn proizvoda, izradu folije, samu štampu, završnu grafičku obradu (savijanje, rezanje folije i lepljenje samolepljive trake) i pakovanje kompostabilnih kesa, redom.

Kroz analizu i ocenjivanje, svakom faktoru je dodeljen odgovarajući rang rizika na osnovu sistema vrednovanja. Na osnovu ovih analiza i ocena, mogu se preduzeti preventivne mere i akcije koje će smanjiti rizik i obezbediti bezbedno flekso okruženje za sve učesnike u proizvodnji kompostabilnih kesa.

Tabela 1. *Kvantitativna analiza rizika operacije dizajna proizvoda prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
RAČUNAR	0,1	1	6	0,6	1	Prihvatljiv rizik
	10	6	3	180	3	Umeren rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti prema Kinney metodi (tabela 1), radno mesto dizajnera proizvoda nije sa povećanim rizikom ( $R \leq 60$ ). Međutim, postoji umereni rizik ( $R = 180$ ) zbog dugog sedenja za računarom, za koji je potrebno definisati mere za smanjenje rizika (zauzeti najbolji mogući položaj tela tokom rada ili obezbediti operaterima odmore).

Tabela 2. *Kvantitativna analiza rizika operacije izrade folije prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
ESTRUDER	0,1	1	6	0,6	1	Prihvatljiv rizik
	0,5	6	1	3	1	Prihvatljiv rizik
	0,5	6	2	6	1	Prihvatljiv rizik
	6	6	1	36	2	Mali rizik

Dobijene numeričke vrednosti prema Kinney metodi (tabela 2) pokazuju da radno mesto operatera ekstrudera, za operaciju izrade folije, nije s povećanim rizikom ( $R \leq 36$ ). Opasnosti od opekotina ili izloženosti isparljivim materijama ne zahtevaju bilo kakve aktivnosti za smanjenje rizika, ali treba obratiti pažnju i pratiti da li se rizik povećava.

Tabela 3. *Kvantitativna analiza rizika operacije štampe prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
MAŠINA ZA ŠTAMPU	0,1	1	6	0,6	1	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik
	6	6	1	36	2	Mali rizik
	10	6	3	180	3	Umereni rizik
	6	6	1	36	2	Mali rizik

Prema numeričkim vrednostima Kinney metode (tabela 3), radno mesto operatera na mašini za štampu nije s povećanim rizikom. Za pet identifikovanih opasnosti postoji mali rizik ( $36 \leq R \leq 60$ ) koji zahteva mere praćenja. Međutim, postoji i umereni rizik ( $R = 180$ ) zbog dugog stajanja za flekso mašinom, za koji je potrebno definisati mere za smanjenje rizika (promeniti organizaciju rada, ako je to moguće, ili obezbediti operaterima odmore).

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti prema Kinney metodi (tabela 4), radno mesto operatera na multifunk-

cionalnoj mašini za savijanje, rezanje i lepljenje samolepljive trake (segment za savijanje), za operaciju savijanja, nije s povećanim rizikom ( $R \leq 60$ ). Takođe, opasnosti telesnih povreda i buke, tokom operacije savijanja, ne zahtevaju bilo kakve aktivnosti za smanjenje rizika, ali treba obratiti pažnju i pratiti da li se rizik povećava.

Tabela 4. *Kvantitativna analiza rizika operacije savijanja prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
MAŠINA Segment savijanje	0,1	1	6	0,6	1	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	2	Mali rizik
	6	6	1	36	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik

Numeričke vrednosti prema Kinney metodi (tabela 5) ukazuju da radno mesto operatera na multifunkcionalnoj mašini za savijanje, rezanje i lepljenje samolepljive trake (segment za rezanje), za operaciju rezanja folije, nije s povećanim rizikom ( $R \leq 60$ ). Takođe, navedene opasnosti ne zahtevaju bilo kakve aktivnosti za smanjenje rizika, ali je potrebno obratiti pažnju i pratiti da li se rizik povećava.

Tabela 5. *Kvantitativna analiza rizika operacije rezanja folije prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
MAŠINA Segment rezanje	0,1	1	6	0,6	1	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	2	Mali rizik
	6	6	1	36	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik

Prema numeričkim vrednostima Kinney metode (tabela 6), radno mesto operatera na multifunkcionalnoj mašini za savijanje, rezanje i lepljenje samolepljive trake (segment za lepljenje samolepljive trake), za operaciju lepljenja, nije s povećanim rizikom ( $R \leq 60$ ). Takođe, opasnosti od isparenja i buke ne zahtevaju bilo kakve aktivnosti za smanjenje rizika, ali je važno obratiti pažnju i pratiti da li se rizik povećava.

Tabela 6. *Kvantitativna analiza rizika operacije lepljenja samolepljive trake prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
MAŠINA Segment lepljenje	0,1	1	6	0,6	1	Prihvatljiv rizik
	6	6	1	36	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik

Tabela 7. *Kvantitativna analiza rizika operacije pakovanja prema Kinney metodi*

Radno mesto	V	U	P	R	Nivo rizika	Rezultat analize
MESTO za pakovanje	6	6	1	36	2	Mali rizik
	3	6	3	54	2	Mali rizik
	10	6	3	180	3	Umereni rizik
	10	6	1	60	2	Mali rizik

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti prema Kinney metodi, radno mesto operatera na mestu za pakovanje nije sa povećanim rizikom ( $R \leq 60$ ). Međutim, postoji umereni rizik ( $R = 180$ ) zbog dugog stajanja, za koji je potrebno definisati mere za smanjenje rizika (promeniti organizaciju rada, ako je to moguće, ili obezbediti operaterima odmore).

### 3.2. Mere za smanjenje rizika u radnom i životnom okruženju

Ključne mere za smanjenje rizika u radnom i životnom okruženju su [6]:

- Identifikacija i procena rizika - uključuje analizu radnih procesa, upotrebu materijala i supstanci, fizičke uslove, mehaničke i električne aspekte, ergonomiju i druge faktore koji mogu dovesti do rizika. Definisanje prioriteta i izbor mera za smanjenje rizika zavise od navedene mere.
- Projektovanje bezbednosti - uključuje izbor bezbednih materijala, primenu tehničkih zaštitnih sistema, dizajn prostora sa ciljem izbegavanja opasnosti i primenu pravilnih radnih postupaka.
- Obuka i edukacija - obuhvatu poznavanje bezbednih radnih postupaka, korišćenje zaštitne opreme, prepoznavanje opasnosti i primenu prve pomoći ukoliko je to neophodno. Redovna edukacija i osvežavanje znanja o bezbednosti i zdravlju na radu su od velikog značaja za smanjenje rizika.
- Primena tehničkih i organizacionih mera - uključuje instalaciju bezbednih mašina i opreme, postavljanje zaštitnih barijera, primenu kontrolnih postupaka, usmeravanje kretanja i ergonomsko uređenje radnog okruženja.
- Procedure i protokoli – uključuju prevenciju, reagovanje na opasnosti i prvu pomoć. Procedure treba da budu dobro dokumentovane, lako razumljive i dostupne svim učesnicima.
- Nadzor i upravljanje - uključuju praćenje implementacije mera, regularnu evaluaciju rizika, reagovanje na incidente i redovno usavršavanje sistema za bezbednost i zdravlje na radu.
- Stimulisanje svesti o bezbednosti – obuhvata promovisanje kulture bezbednosti, naglašavanje značaja prevencije i obaveštavanja o bezbednosnim merama u cilju stvaranja bezbednog okruženja za sve.

Uklanjanje i smanjenje rizika u radnom i životnom okruženju je kontinualan proces koji zahteva snažnu angažovanost i saradnju svih učesnika. Primenom navedenih mera, mogu se smanjiti šanse za nastajanje nesreća, povreda i zdravstvenih problema, u cilju stvaranja bezbednog i zaštićenog okruženja za sve učesnike.

## 4. ZAKLJUČAK

Procena rizika je vitalni aspekt u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu i njena primena u grafičkoj proizvodnji ima suštinski značaj za zaštitu radnika i okoline. Upotreba Kinney metode u proceni rizika pokazala se kao veoma efikasan pristup, pružajući sistematičan i objektivan način za identifikaciju, analizu i rangiranje rizika.

Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi pokazuje da radna mesta u proizvodnji kompostabilnih kesa bez povećanog rizika ( $R \leq 60$ ) su:

- dizajner proizvoda za računarom,
- operater ekstrudera, za operaciju izrade folije,
- operater na mašini za štampu,
- operater na mašini za savijanje, rezanje i lepljenje samolepljive trake i
- operater na mestu za pakovanje.

Ipak, za određena radna mesta i operacije na mašinama definisani su umereni rizici zbog stajanja ili sedenja koji zahtevaju posebnu pažnju i mere za smanjenje (zauzeti najbolji mogući položaj tela tokom rada, bezbediti operaterima odmore ili promeniti organizaciju rada, ako je to moguće). Takođe, umereni rizik uključuje poboljšanje radnih procesa, obuku radnika o bezbednosti i primenu odgovarajuće zaštitne opreme. Potrebno je obratiti pažnju i pratiti da li se bilo koja vrsta rizika povećava.

Istraživanje je omogućilo analizu i strukturiranje rizika na način koji doprinosi boljem razumevanju opasnosti i omogućava primenu mera za sprečavanje incidenata. Ovo je od ključnog značaja ne samo za radnike u grafičkoj industriji, već i za održivost i odgovorno poslovanje u kontekstu zaštite životne sredine.

Rad nudi važan uvid u procenu rizika u proizvodnji kompostabilnih kesa i omogućava razmatranje mera za smanjenje rizika na radnom mestu. Bezbednost i zdravlje na radu su od suštinskog značaja i zahtevaju posvećenost i sprovođenje standarda i metoda procene rizika kako bi se zaštitili radnici i životna sredina.

## 5. LITERATURA

- [1] <https://beleske.com/ambalaza-i-pakovanje-robe/> (pristupljeno u junu 2023.)
- [2] <https://agrosavjet.com/sta-je-kompost-i-kako-ga-napraviti/> (pristupljeno u junu 2023.)
- [3] <https://www.clabel.org/en/bilgiler/kompostlanabilir-ambalaj-geri-donusturulemeyen-ambalajlara-alternatif-bir-cozumdur/> (pristupljeno u junu 2023.)
- [4] T. Milačić, "Proces dizajna i projektovanja kompostabilnih kesa za potrebe prodavnica odeće CROPP", diplomski rad, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2022.
- [5] [https://www.academia.edu/35501320/Upravljanje\\_rizikom\\_Metode\\_za\\_procenu\\_rizika](https://www.academia.edu/35501320/Upravljanje_rizikom_Metode_za_procenu_rizika) (pristupljeno u junu 2023.)
- [6] <https://www.znrfak.ni.ac.rs/serbian/010-STUDIJE/OAS-4-1/IV%20GODINA/PREDMETI/ZNR-409-PROFESIONALNI%20RIZIK/docs/Brosura%20bezb edan%20i%20zdrav%20rad.pdf> (pristupljeno u junu 2023.)

### Kratka biografija:

**Tara Milačić** rođena je u Novom Sadu 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2023. godine.  
kontakt: tara.milacic@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