



# GRAFIČKA I STRUKTURNA KOMUNIKACIJA AMBALAŽNIH SISTEMA

Srđan Stanojković<sup>1,\*</sup>,  
Dragan Cvetković<sup>2</sup>,  
Petra Balaban<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Beogradska politehnika,  
Univerzitet u Beogradu,  
Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Univerzitet Singidunum,  
Beograd, Srbija

<sup>3</sup>Visoka škola strukovnih studija u  
Novom Sadu,  
Novi Sad, Srbija

## Rezime:

Razvojem informaciono komunikacione tehnologije ostvaraju se nove mogućnosti koje utiču na sve sfere rada i života. Ovaj stručni rad ima za cilj, da približi značaj komunikacije savremene ambalaže i korisnika usled pojave novih sistema grafičkog obeležavanja pri procesu pakovanja proizvoda. Novim sistemima i simbolima obeležavanja, poboljšavaju se proizvodnja, praćenje i manipulacija proizvodom što rezultira olakšnim i bezbednim korišćenjem ambalažiranog proizvoda. Time se ispunjava osnovni zahtev kupca: korišćenje bezbednog i kvalitetnog proizvoda. Ambalaža štiti proizvod, štiti okolinu od proizvoda i estetski definiše upakovanu robu. Dodavanjem funkcije komunikacije i uz primenu novih materijala ambalaža postaje "pametna" tj. inteligentna. Komunikacija ambalaže podrazumeva njenu unutrašnju i spoljašnju komponentu u odnosu na ambalažni materijal i pakovanje.

## Ključne reči:

Pametna ambalaža, Bar kod, RFID sistem, Hologram, Brajevo pismo.

## 1. UVOD

Ambalaža je neoblikovan ili oblikovan materijal u kome se roba pakuje i drži da bi se zaštitila, sigurno transportovala i njome se lakše rukovalo. Ambalaža spaja znanje, umetnost, trgovinu i tehnologiju. Njeno prisustvo je integrisano u svakodnevni život potrošača do nivoa podrazumevanog i na taj način pomaže izbor, kupovinu, transport i primenu proizvoda. Kako je glavna funkcija hrane zaštita i održavanje zdravlja potrošača, očekivano je da su se oblici savremene ambalaže javili najpre u domenu zaštite i pakovanja hrane. Pored prehrambene industrije i farmaceutska idustrija aktivno koristi saznanja i vrednosti savremene ambalaže. Materijali koji se koriste u izrade ove ambalaže mogu biti prirodni, veštačkog ili kombinovanog sastava [1].

Sinergiju direktiva i standarda u proizvodnji savremene ambalaže, omogućavaju savremeni komunikacioni sistemi, ostvarajući stalno poboljšanje kvaliteta. Kako je "stalno poboljšanje" jedan od osnovnih postulata metode poslovanja Potpunog upravljanja kvalitetom (*Total Quality Management, TQM*), možemo reći da način izrade savremene ambalaže teži pristupu poslovanja za koji se zalaže i TQM. ISO standardi služe za uklanjanje "nekvaliteta", tj. nekvalitetnih proizvoda, dok TQM ima

## Odgovorno lice:

Srđan Stanojković

## e-pošta:

sstanojkovic@politehnika.edu.rs



zadatak unapređenja kvaliteta iznad očekivanja kupaca i stalno teži ka poboljšanju karakteristika proizvoda [2].

## 2. OBLICI PAMETNE AMBALAŽE I NJEN DIZAJN

Dizajn je proces vizuelne kreacije i pored lepog on mora da ispuni i praktične potrebe ambalaže, kako bi ona odgovarala datom proizvodu pri njegovom pakovanju. Pored toga što pomaže karakterizaciji robe, ambalaža sa razvojem tehnologije prevazilazi svoju osnovnu ulogu: zaštitu robe od okruženja. Na području razvoja grafičke ambalaže danas su najprisutniji aktivni i inteligentni ambalažni sistemi sa novim materijalima (nanomaterijali) i savremenim sistemima komunikacije, u odnosu na korisnika [2]. Sva proizvedena ambalaža, tj. ambalažni materijali za pakovanje prehrambenih proizvoda, moraju biti usklađeni sa Evropskim direktivama, a način izrade prilagođen zahtevima pripadajućih ISO standarda [3].

*Sistemi aktivne i inteligentne ambalaže koja dolazi u dodir sa hranom (pametni sistemi pakovanja)*

Neprestan je razvoj novih ambalažnih materijala i tehnika pakovanja, radi zadovoljenja zahteva potrošača. Oni zajedno omogućavaju bolji kvalitet i trajnost proizvoda, atraktivnost, lakše rukovanje, veću zdravstvenu sigurnost i više informacija o proizvodu “na prvi” pogled. Javljaju se tzv. pametni sistemi pakovanja. Pametni sistemi pakovanja u ambalažiranju najčešće se koriste kod prehrambenih i farmaceutskih proizvoda. Cilj im je da olakšaju korišćenje proizvoda, očuvaju njegov kvalitet i prenesu dodatne informacije o trenutnom stanju proizvoda. Pametni sistemi se integrišu i javljaju sa novim tehnologijama u ambalažiranju hrane a poznati su kao:

- ◆ aktivno i inteligentno pakovanje,
- ◆ pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP),
- ◆ jestivi filmovi i premazi.

U tehničkom smislu ambalaža se proizvodi od ambalažnih materijala. Za izradu jednog ambalažnog oblika često koristimo dva ili više, ista ili različita ambalažna materijala. U tom smislu tradicionalne materijale “kao samostalne” za pakovanje hrane (metal, keramika, staklo, papir, karton), zamenjuju savremeni nanopolimaterijali. Specifične osobine nanomaterijala, kao što su mala specifična težina, niska cena, lako oblikovanje, dobre

fizičke ili mehaničke osobine, preporučuju ih kao zamenu za tradicionalne materijale. Za izradu ambalažnih oblika kojima se hrana pakuje najčešće se koristi: polipropilen (PP) i različite gradacije polietilena (HDPE, LDPE), polietilen tereftalat (PET), polistiren (PS) i polivinil hlorid (PVC). Pojam “aktivna i inteligentna ambalaža” prvi puta se pominje na japanskom tržištu sredinom sedamdesetih godina, a sredinom devedesetih i u Evropi i SAD [4,5].

### **Zakonodavstvo aktivne i inteligentne ambalaže.**

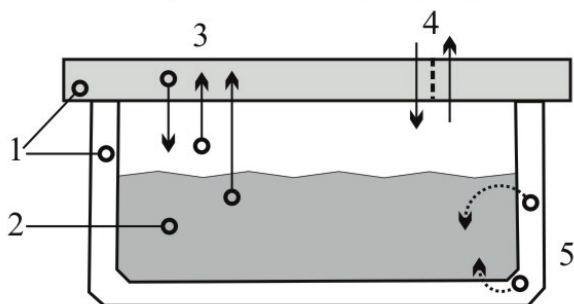
Najo-psežniji propis za upotrebu polimernih nanokompozitnih materijala u ambalaži je „Uredba o plastičnim materijalima i predmetima namenjenim za neposredni dodir s hranom“, Uredba (EU) br. 10/2011. Ona navodi zahteve o sastojcima plastičnih materijala i predmeta koji dolaze u dodir s hranom. Takođe prikazuje spiskove odobrenih materijala EU koje je dozvoljeno koristiti u proizvodnji plastičnih materija i predmeta koji dolaze u dodir s hranom. Uredba propisuje granice migracija koje određuju maksimalnu količinu sastojaka dozvoljenih za migraciju u hranu [4,5].

### Sistemi komunikacije aktivne ambalaže

Pakovanje je tehnološki proces postavljanja proizvoda u ambalažu (ambalažiranje). Tradicionalni način ambalažiranja hrane (tzv. pasivno pakovanje), ima svoja ograničenja u zaštiti proizvoda. Zahtevi za povećanu trajnost proizvoda, doveli su do razvoja novog aktivnog pakovanja hrane, tzv. aktivne ambalaže. Ona se uglavnom izrađuje od nanomaterijala.

Pojam “aktivna ambalaža” definiše specifičan materijal koji dolazi u dodir sa hranom, dok se hrana ambalažira. Njegova posebnost je sadržana u konstrukciji materijala ambalažnog oblika, tako da on otpušta aktivne komponente u upakovanu hranu ili ih apsorbuje iz hrane. Na taj način se produžava rok trajnosti ili se poboljšavaju uslovi u kojima se hrana nalazi, tj. upakovana je. Aktivna ambalaža, u prostoru oko upakovane hrane, stalno menja propusnost zbog koncentracije različitih gasova ili zbog dodataka antimikrobnih supstanci i antioksidansa. Svi oni zajedno održavaju dobar kvalitet proizvoda tokom skladištenja. Takva ambalaža naziva se još i *interaktivna*, budući da dolazi u aktivnu interakciju s hranom.

Na slici 1. grafički je prikazana funkcija aktivne ambalaže.



Slika 1. Šematski prikaz funkcije aktivne ambalaže: 1) presek ambalažnog zida, 2) upakovani proizvod, 3) regulacija atmosfere unutar ambalaže, 4) regulacija propustljivosti ambalaže, 5) razmena aktivnih materija između ambalaže i upakovanog proizvoda čime se čuva kvalitet proizvoda. (modifikovano od strane autora)

Navedeni procesi doprinose produženju veka upotrebe upakovane hrane, tj. utiču na sporije opadanje kvaliteta upakovanog proizvoda. Aktivne komponente mogu biti inkorporirane u različitim oblicima kao što su: kesice, etikete, filmovi ili premazi (slika 1.) [5].

Korišćenjem aktivne ambalaže ciljano se menjaju uslovi oko upakovanog proizvoda, kao i u samom proizvodu a sve radi produženje dozvoljenog vremena njegovog lagerovanja. Svoju funkciju aktivna prehrambena ambalaža ostvaruje integracijom aktivnih supstanci i novim načinom primene ambalažnih polimernih materijala. U makromolekule polimera površinskog sloja ambalaže, ugrade se odgovarajuće funkcionalne grupe ili se u jedan sloj višeslojne polimerne folije integrišu niskomolekularne supstance (željenih osobina). Njih gradivni polimer može da otpušta kontrolisanom brzinom ili da na njih veže neke supstance koje otpušta upakovani proizvod.

Aktivna ambalaža pored barijernih svojstava u stanju je da kontrolisano otpušta ili da veže (tj. dozira) različite elemente i supstance. Tako može otpuštati: konzervanse, etanol, sorbate, , antioksidante ili antimikrobne supstance. Drugačija funkcija ove ambalaže jeste da recimo spreči ulazak kiseonika, a da omogućava izlazak  $\text{CO}_2$  (primer: ventil vrećice) [5].

#### Sistemi komunikacije inteligentne ambalaže

Inteligentna prehrambena ambalaža je sistem koji prati stanje upakovane namirnice i daje informaciju o određenim parametrima kvaliteta tokom transporta i skladištenja [6,7].

Dok aktivna prehrambena ambalaža održava ispravnost i kvalitet upakovanog sadržaja svojstvima svog materijala, inteligentna prehrambena ambalaža nadzire i prikazuje ispravnost zadatih referenci koje čine upakovanu hranu kvalitetnom i ispravnom za primenu. Sistem aktivne ambalaže dolazi u dodir sa hranom ukazuje na stanje upakovanog proizvoda i prikazuje te informacije potrošaču, na sugestivan način. Značaj ovakvog načina pakovanja je mogućnost efikasne kontrole proizvoda. Proizvođač (ili prodavac) lako prati put od pakovanja proizvoda do upotrebe, brzo registruje eventualne nedostatke u rukovanju, kontaminaciju ili neadekvatno skladištenje. Kupac dobija široki spektar informacija o proizvodu, putem senzora i indikatora. U odnosu na lokaciju indikatora, senzora i simbola koje koristi, inteligentnu ambalažu razlikujemo kao: inteligentnu ambalažu opremljenu indikatorima i sensorima ili inteligentnu ambalažu kao nosioca grafičkih podataka za komunikaciju [6,7].

#### Sistem indikatora i senzora inteligentne ambalaže

**Inteligentna ambalaža sa indikatorima.** Ova vrsta ambalaže na sebi ili u sebi ima indikatore koji ukazuju na razne promene unutar pakovanja. Indikatori mogu biti unutrašnji (indikator gasova, svežine, propustljivosti, loma, boje) ili spoljašni (indikator temperature, vremena). Rad indikatora se temelji na mehaničkim, hemijskim, elektrohemijским, enzimskim ili mikrobiološkim promenama. Najčešće se manifestuju nekom vidljivom promenom na ambalaži kao što je mehanička deformacija, nastajanje ili promena boje [6,7].

**Inteligentna ambalaža sa sensorima.** Senzor je uređaj koji se koristi za otkrivanje, lociranje i merenje energije ili materije čime se obezbeđuje signal za merenje fizičkih ili hemijskih osobina na koje reaguje uređaj. Sensori mogu biti: senzori promene gasa, biosenzori ili bežični senzori [6,7].

#### Inteligentna ambalaža kao nosilac grafičkih podataka komunikacije

Simboli na ambalaži služe za komunikaciju kroz upozoravanje i informisanje korisnika. Oni upućuju na način rukovanja proizvodom (i ambalažom), način čuvanja, način manipulacije i sve češće ukazuju i na način pripremanja ili korišćenja sadržaja. Pokazalo se da je povećanje kvaliteta pakovanja i poboljšanje uslova čuvanja proizvoda najbolje izvodljivo kombinovanjem više bezbedonosnih i informacionih sistema na ambalaži, kroz specifične sirovine i grafičke simbole. Proizvođač (dizajner) ima zadatak da estetski i funkcionalno postavi



simbole (oznake) na ambalažu tako da budu uočljivi i prilagođeni korporativnoj kulturi proizvođača. Najčešće upotrebljavani simboli i oznake na ambalaži su upozoravajući, bezbedonosni i simboli za označavanje sastava grafičke ambalaže [5,6].

**Upozoravajući simboli.** Ovi simboli su grafički sugestivni prikazi u konturi pravougaonika koji se odnose na sadržaj ambalaže. Štampaju se uglavnom crnom bojom raznim tehnikama umnožavanja. Najčešći oblici su: Zapaljivo! Lomljivo! Ne kotrljati! Čuvati na suvom itd.

**Bezbedonosni simboli.** Ovakvi simboli su veći od ostalih simbola čime im se povećava značaj i štampani su u više boja. Ukazuju i upozoravaju potrošače na bezbednost pri korišćenju opasnih i štetnih proizvoda. Primer: Nadražujuće, Štetno, Otrov, ili i znakovi CE (nije štetno), E (tačna količina ili broj proizvoda) itd.

**Simboli za označavanje sastava ambalaže.** Svrha ovih simbola jeste prikazivanje informacije o sastavu ambalažnog materijala, korisnicima i komitentima koji se bave zbrinjavanjem ambalažnog otpada. Ona se sastoji od tri osnovna elementa: *Möbius*-ove petlje (oblika jednako-straničnog trougla), numeričke oznake u centru trougla, a ispod trougla se nalazi skraćenica hemijskog sastava od kojeg je ambalažni materijal sačinjen. Ovaj simbol predstavlja „oblik šifrnika“ o sastavu ambalažnog materijala. On je odštampan ili drugačije inkorporiran na spoljašnji vidljivi deo ambalažnog materijala. Ovi simboli se štampaju u raznim bojama i na različitim materijalima.

**Ostali simboli.** Predstavljaju raznorodna obaveštenja i sugestije o ambalaži na kojoj se nalaze van navedenih grupa. Primer: sama *Möbius*-ova petlja (ona govori o nivou moguće reciklaže), zelena tačka (simbolizuje status ambalaže), ozonski neškodljivo (obaveštava o sastavu gasova u ambalaži), [6,7].

### 3. OSTALI GRAFIČKI OBLICI KOMUNIKACIJE SAVREMENE AMBALAZE

#### *Bar-kod*

Bar-kod (*eng. barcode*) je sistem označavanja proizvoda nizom crnih i belih linija, koje se posebnim uređajima lako prepoznaju. Primenjuje se u procesu identifikacije proizvoda na mestima gde je potrebno brzo prepoznavanje proizvoda (magacini, unutrašnja i spoljna distribucija, supermarketi). Brojevi u bar-kodu su grupisani kao: broj sistema, zaštitni bar, spoljni i srednji bar, fabrički broj, broj proizvoda i samokontrolni broj.

#### Princip rada bar-kod sistema

Jedan od najčešćih primera korišćenja bar-koda jeste postupak naplate, prilikom identifikacije proizvoda na blagajni (kasi). Računar uz pomoć čitača bar-koda sâm prepoznaje o kojem se proizvodu radi i iz baze podataka uzima informaciju o ceni i prikazuje vrednost na račun. U isto vreme se u bazi podataka registrije prodaja proizvoda, čime se ažurira uvid u stanje magacina, a radi blagovremene nove porudžbine proizvođaču [7]. Bar-kod predstavlja identifikacioni, ali zaje-dnički broj artikla (ID) u nekoj seriji proizvoda. Taj podatak računari koriste da pronađe specifičnu informaciju dodeljenu toj identifikaciji za seriju. Sam računari ne može čitati bar-kodove već koristi skenirane i na svoj jezik prevedene podatke uz pomoć bar-kod čitača (skenera) [8]. Kada uređaj bar-kod čitača „pređe“ preko bar-koda, tamne linije apsorbuju svetlost iz čitača, dok svetli međuprostori reflektuju svetlost. U čitaču je smeštena fotoćelija koja prima reflektovanu svetlost i pretvara je u električni signal. Tako se u čitaču stvaraju: niski električni signal za prazne međuprostore i visoki električni signal za linije. Trajanje električnog signala definišu širok element nasuprot uskom. Nastali signal dekodiraju u čitaču dekodiraju u znakove kao podatke i šalje ih računaru kao ključ u uobičajenom formatu podataka. Kao simbol bar-kod se štampa direktno na ambalažu ili direktno na nalepnicu koja se potom postavlja na ambalažu. Štampa bar-kodova se uglavnom radi na bar-kod štampačima koji koriste *Direct Thermal* (DT) i *Thermal Transfer* (TT) tehnologije štampe, mada se koriste druge tehnike štampe kao što su: *ink-džet*, *laserska* ili *offset* štampa. Štampa se pomoću specijalnih programa na papirima, folijama u rolni ili tabaku, koji se kasnije formatiraju i nanose na ambalažu [7].

#### Osnovni tipovi bar-kodova

##### *Linijski bar-kod*

- ◆ Numerički kodovi: EAN/UPC, EAN 13, EAN 8, UPC-A
- ◆ Alfanumerički kodovi: Kod 39, Kod 128

##### *Dvodimenzionalni bar-kod*

- ◆ Složeni simboli: Kod 49, SuperCode
- ◆ Matrični simboli: Code One, Data Matrix

Alfanumerički kodovi Code 39 i Code 128 su bar-kodovi široke industrijske primene i koriste se za bar-kodiranje najrazličitijih podataka pošto su promenljive dužine. Bar-kodovi EAN 13, EAN 8 i UPC-A su isključivo za numeričko kodiranje fiksne dužine (13, 8 i 12 cifara) i predstavljaju, EAN 13 i EAN 8, evropski





standard i UPC-A, američki standard za označavanje roba i usluga. EAN 13 bar-kod je standardni kod koji pored 12 osnovnih brojeva sadrži i trinaesti broj, kao kontrolni broj. Izračunava se posebnim algoritmom i proverava ispravnu strukturu prethodnih znakova [8].

**Primena bar-koda.** Kada se bar-kod odštampa (ili nalepi) na ambalažirani proizvod, skener skenira bar-kod, detektuje i beleži tanke linije i razmaka bar-koda i dalje šalje signal u dekođer. Dekoder prevodi tanke linije i razmaka na bar-kodu u odgovarajući električni signal i šalje te podatke u računar u standardnom formatu podataka. Upotreba navedenog načina korišćenja bar-kod sistema prisutna je na svim nivoima manipulacije upakovane robe, na putu proizvođač-korisnik. Standardni bar-kod automatski identifikuje uglavnom vrstu proizvoda i proizvođača, koji čine ključne informacije u komunikaciji između privrednih društava i korisnika. On ne predstavlja pojedinačnu personalizaciju robe [8].

#### *RFID sistem*

Kako je informisanost organizacije od suštinskog je značaja za njen opstanak, informacioni sistemi predstavljaju bitan faktor za uspešno poslovanje organizacija. Tehnologija koja ubrzano napreduje i omogućava lakši i brži pristup informacijama jeste RFID.

RFID (*Radio Frequency Identification*) predstavlja sistem za automatsko prikupljanje podataka koji omogućava prihvatanje i prenos podataka u okviru proizvodnih i poslovnih procesa, bežičnim putem pomoću radio talasa [9].

RFID predstavlja sistem za pojedinačnu personalizaciju proizvoda. Njegov transponder nosi identifikator, tj. serijski broj jedinstven samo za "taj proizvod", sa svim informacijama bitnim za proizvod.

#### Osnovne komponente i princip rada RFID sistema

RFID je tehnologija koja koristi tehniku radio frekventnih signala za automatsku razmenu podataka i identifikaciju. Sastoji se od: računara (ili PLC-a), transpondera (taga), antene, i RFID čitača (kontrolora) [9].

**Transponder - tag (transmitter).** Transponder je nosač informacija o identifikaciji i ostalim potrebnim podacima proizvoda. On je elektronska komponenta RFID sistema koja se postavlja na objekat koji je potrebno identifikovati i pratiti. Osnovne komponente transpondera su mikročip, antena i kondenzator. Oni su smešteni u otporno kućište ili PCB pločicu (*Printed Circuit Board*) koja se ugrađuje ili lepi na ambalažu. Osnovna

svrha RFID transpondera je da fizički inkorporira podatke o predmetu, na sam taj predmet. Svaki RFID tag poseduje neku vrstu kabela ili antene. Transponder može biti u obliku: pametnih etiketa, plastičnih dugmića, diskova, u formi ključeva, privezaka ili kapsula.

**Antena.** RFID sistem u osnovi radi sa dve odvojene antene, jednom u čitaču, a drugom u tagu. Antena se koristi za pojačavanje signala koji odašilje čitač ka tagu i signala koji tag vraća čitaču, čime se i povećava domet čitanja taga.

**RFID čitač.** RFID čitač predstavlja statičan ili prenosni uređaj koji aktivira ili prikuplja signale emitovane od transpondera. Uglavnom se sastoji od: napajanja, antene i štampane ploče. Osnovna uloga mu je prijem i slanje RF signala od strane transpondera korišćenjem antene. Naredbe definisane odgovarajućim softverom čitač prima od računara ili PLC-a. U njemu se nalazi upravljačka jedinica koja izvršava primljene naredbe [9].

**Princip rada RFID sistema.** RFID sistem u mnogome nadmašuje bar-kod sistem i rasprostranjeniji je kao tehnologija za automatsku identifikaciju. Identifikacija RFID tehnologijom, podrazumeva razmenu radio magnetnih signala niske snage između čitača i elementa, (prenosni medij su radiotalasi). RFID čitač u svom okruženju stvara jako radiofrekventno magnetno polje. Kada se element na objektu približi čitaču i uđe u njegovo polje, „aktivira se“ elektronska veza u elementu i pošalje svoj podatak (lični identifikacioni podatak) u obliku radiosignala čitaču. Čitač primi taj signal i prosleđuje ga računaru na obradu. U slučaju da se radi o element-signalu „čitaj - piši“, čitač i „zapiše“ nove podatke u unutrašnju memoriju elementa [12, 13]. Kapacitet RFID sistema može biti različit u zavisnosti od tipa taga koji se koristi i frekvencije koja je upotrebljena. Domet antene čitača je od 10 cm do 30m. Oblici RFID sistema u odnosu na memoriju mogu biti: niskofrekventni (LF) RFID uređaji dometa očitavanja manje od 0,5m; visokofrekventni (HF) uređaji dometom očitavanja 1m; ultra visokofrekventni (UHF) koji očitavaju 4 do 5 m [9].

#### Upotreba RFID sistema

RFID sistem se koristi za elektronsku personalizaciju ambalaže, u praćenju delova proizvodnog lanca, za elektronsku identifikaciju, razno označavanje proizvoda, magacinsku manipulaciju, praćenje sledljivosti robe ili registrovanje robe u maloprodajnim i velikoprodajnim objektima. Primenuju se i kao bezbedonosni sistemi ili kontrola pristupa, za identifikaciju opreme ili zaštitu vrednosnih predmeta. Antene za RFID sistema se rade uglavnom: sito štamptom, vodenim bojama sa različitim



aktivnim supstancama (aluminijum, bakar, polimeri) ili savijanjem žice. Od navedenih načina izrade antena za RFID najčešće se izrađuju tehnikom sito štampe. „Ekološkom tehnologijom” se smatra proizvodnja RF antena, tehnikom savijanja bakarne žice što je slučaj kod RFID oblika s niskom frekvencijom (LF). Takve antene se proizvode za tržište gde cena RFID transpondera nije glavni prioritet pri izradi RFID sistema [9].

### Hologram

Holografija, je napredan način prikazivanja slike u tri dimenzije. Ona je metoda stvaranja i reprodukcija trodimenzionalnih slika na hologramskoj ploči (hologram) primenom koherentne svetlosti tj. lasera. Hologram, definišemo kao trodimenzionalni „nepostojeći svet” koji je ograničen veličinom hologramske ploče na kojoj je hologram snimljen. Menjanjem ugla posmatranja snimljeni predmet sagledavamo sa različitih strana. Razlika između holograma i fotografije jeste: u jednoj dimenziji. Fotografije su dvodimenzionalne slike (2D), a hologrami trodimenzionalne slike (3D). Jedino se holografijom može vizualnim snimanjem i reprodukcijom snimiti naš trodimenzionalni svet na dvodimenzionalni medijum za snimanje, a potom reprodukovati izvorni „objekt”, golim očima kao trodimenzionalnu sliku [10].

### Vrste holograma

Na osnovu načina snimanja i rekonstrukcije lika tj. u zavisnosti od strane sa koje referentni zrak obasjava hologram i načina prikazivanja, hologrami mogu biti: refleksioni hologrami, transmisioni hologrami, hologrami sa nekoliko slika, multipleksni hologrami ili hologrami u boji. Najčešće se sreću hologrami iz prve dve grupe.

**Refleksioni hologrami.** Kod nastanka ovog holograma laserski zraci dolaze s različitih strana fotografskog materijala (sa obe strane hologramske ploče). Laser kao izvor koherentne svetlosti dolazi do razdelnika snopa, a on kao polureflektujuća ploča, deli zrak na dva dela: objektni i referentni zrak. Objektni zrak se proširuje pomoću širitelja snopa (ekspandera), reflektuje se sa objekta i projektuje na fotografski materijal. Referentni zrak se isto tako proširuje, reflektuje se ogledalom i obasjava fotografski materijal. Dolazeći sa obe strane hologramske ploče, objektni i referentni zrak se susreću u fotografskom materijalu i stvaraju interferentni uzorak. Da bi se iz holograma opet rekonstruisala slika, potrebno je ponoviti postupak kakav je upotrebljen pri dobijanju holograma. Kada se snimljeni hologram osvetli jednakim ravnim referentnim talasom koji pada na njega pod jednakim

uglom kao i pri snimanju, svetlo kroz hologram delimično prolazi kao talas nultog reda, a delimično formira talas prvog reda. Jedan talas prvog reda daje realnu sliku objekta, a drugi talas prvog reda daje virtualnu sliku. Obe slike su trodimenzionalne. Realna slika se može snimiti fotografskim postupkom, a virtualna ne može. Slika objekta dobijena reprodukcijom holograma verna je objektu, iste je veličine kao i objekat. Zavisno od ugla gledanja moguće je videti predmete koji stoje jedan iza drugoga.

**Transmisioni hologrami.** Transmisioni hologrami stvaraju sliku transmisijom zraka svetlosti kroz holografski materijal. Kao i kod refleksionih holograma, koristi se laser kao izvor koherentne svetlosti, ekspanderi i razdelnici zraka. Kada objektni zrak prođe kroz razdelnik snopa, svetlo se reflektuje sa ogledala na objekt i dalje s objekta na fotografski materijal. Referentni zrak se isto reflektuje sa drugog ogledala na fotografski materijal. Na hologramskoj ploči oba zraka zajedno stvaraju interferentni uzorak. U ovom slučaju zraci obasjavaju materijal sa iste strane. Pri čitanju holograma koristi se rekonstrukcijski zrak, koji je pozicioniran istovetno kao i pri referentnom snimanju. Transmisioni hologrami se masovno proizvode jer imaju jeftinije zahteve proizvodnje. Štampani hologrami (rezbareni ili *embossed*) su transmisijski hologrami sa ogledalom kao (metaliziranim) podlogom [10].

### Štampanje holograma i njegova upotreba

Proces izrade štampanih holograma sastoji se iz više faza: izrade forme za otiskivanje matrice (izradu master holograma kao lika objekta, elektro oblikovanje i metaliziranje) i proces utiskivanja na specijalnu foliju. *Hot stamp* folija je sistem koji se sastoji od poliesterskog nosača na kojem se nalazi razdvajajući sloj (najčešće vosak), uskog spektra temperature topljenja. Na taj sloj je nanoseno nekoliko slojeva laka koji štiti foliju, ali je to ujedno i sloj u kojem se stvara deformacija pod uticajem povišene temperature i mehaničkog pritiska, tj. medijum na kojem se utiskuje hologram. Metalizirani sloj je najčešće aluminijumski, ređe se koriste hrom ili zlato. Takav sloj služi reflektovanju svetlosti sa površine holograma. Na metaliziranom sloju se nalazi adhezivni sloj koji treba da osigura vezivanje metalnog i otisnutog sloja za štamparsku podlogu. Principi otiskivanja su ploča o ploču ili valjak o valjak i štampa se na klasičnim knjigovezačkim mašinama za utiskivanje zlatoštampe.

### Sigurnosni hologrami

Zadatak samolepljivih sigurnosnih hologramskih nalepnica i identifikacionih holograma jeste obezbeđivanje



autentičnosti i zaštite robe od falsifikovanja. Proizvodni procesi koriste najnovije sigurnosne tehnologije te je veoma otežano falsifikovanje originala i izrada lažnih (proizvoda) zaštitnih holograma. Integracijom sigurnosnih holograma u proizvodni proces organizacija se preporučuje svojim kvalitetom, a oni postaju dominantan način za zaštitu od falsifikovanja. Najčešće vrste sigurnosnih holograma u ambalaži su hologrami za utiskivanje folija i hologramska sigurnosna traka.

**Hologrami za vruće utiskivanje folija.** Integrišu se na raznim materijalima kao što su papir, karton, plastika, veštačka, tkanina, metal. Koristi se kod svih vrste pakovanja.

**Hologramska sigurnosna traka.** Pruža zaštitu najvišeg nivoa pakovanja. Vidljivi uzorak se odvaja prilikom otvaranja (ili pakovanja proizvoda), tako da se sa trake skida uzorak metalizirane folije, što daje sigurnost originalu. Mikrotekst ili slika u hologramu su čitlivi pod lupom ili mikroskopom. Aktivno se koriste i 2D/3D hologram, *Dot-Matrix* hologram, Flip-flop Hologram itd. U zaštiti proizvoda ambalažom koja garantuje sigurnosti i autentičnosti proizvoda, teži se višenamenskim pristupom gde je prvi korak zaštite upotreba štampanog holograma: tehnike koja se ne može reprodukovati niti jednom drugom grafičkom tehnikom [10].

### *Brajevo pismo*

Brajevo pismo je sistem čitanja i pisanja namenjen slepim ili slabovidnim osobama. Svako slovo, interpunkcijski znak ili broj ovog pisma svrstani su u sistem sa 6 tačkica (ili 8 tačkica kod digitalnog Brajevog pisma). Postoji više oblika Brajevog pisma, a neki dodatni znakovi razvijeni su za muzičke note, matematičke znakove i rad na računaru. Različiti jezici imaju i različite Brajeve abecede i znakove. Opšti standard (*brajica*) je klasifikovao tačkice brojevima od 1 do 6, smeštenih u dve kolone sa po tri tačkice. Tačkice mogu biti izdignute ili udubljene. Svakom slovu abecede, broju, ili znaku odgovara određena kombinacija, položaj i broj tih reljefnih tačkica, te se «čita» dodirrom ruku tj. vrhovima prstiju. I pored raznih tehnoloških pomagala savremenog doba sistem ovog pisma još je nezamenljiv i integriše se na ili u pomagala (Brajev sat, Brajev digitalni *smartwatch*, Brajev *display* itd.) [11].

**Štampa Brajevog pisma.** Uz pomoć specijalne aplikacije tekst koji će se štampati Brajevim pismom unosi se u računar skeniranjem ili upisivanjem preko tastature. Skenirati se mogu samo tekstovi koji sadrže

isključivo tekst u Brajevom pismu. Unešene podatke računar aplikacijom prilagođava Brajevom pismu i formatu na kojem će se štampati. Kod Brajevog pisma ne postoji mogućnost menjanja veličine slova i razmaka kao ni izgled slova. *Štampa se na specijalnim mašinama i uređajima koji „deformišu materijal“* u oblike ispupčenih tačkica u okviru sistema Brajevog pisma ili perforišu (buše) mesta tačke. Bira se materijal koji trajno zadržava ovu deformaciju. Ovom tehnikom se može samo “jednostrano štampati”. Obostrana *štampa* Brajevog pisma moguća je korišćenjem tehnike termografske *štampe* ili *sitoštampe*. Promena visine i oblika *tačkica moguća je* i pomoću višeslojne digitalne *štampe*. Veličina Brajevog znaka čini *„zamišljeni trougao“ dimenzija 6x10 mm* [11].

**Korišćenje Brajevog pisma kao zaštite.** Samo po sebi ovo pismo ne predstavlja veliku zaštitu. Ono što ovom pismu daje značaj jeste složenost njegove kvalitetne izrade čime se mogućnost falsifikovanja ambalažnog proizvoda obeleženog ovim pismom, svodi na minimum. Brajevo pismo u kombinaciji s još nekim elementima zaštite (hologram, zaštitne *štampane* boje, mikrotekst itd.) može znatno smanjiti mogućnost falsifikovanja proizvoda. Time se u suštini garantuje kvalitet proizvoda. Brajev zapis se najčešće koristi kod izrade prehrambene ambalaže (celulozne ili plastične) i u farmaceutskoj industriji. Međunarodni standard koji definiše šifre fontova pisma, zvanično “Brajeva slova” i njegovih 256 tačkica tretira kao simbole” [11].

### *Specijalne vizuelne komunikacije - pametne boje*

Zahvaljujući promeni boje indikatora inteligentne ambalaže, kupac prepoznaje kada se hrana počne kvartiti zbog: lošeg pakovanja, isteka roka trajanja, mehaničkog oštećenja na ambalaži ili držanja u neadekvatnim uslovima. Ambalažni materijal u dodiru sa proizvodom (preko indikatora), ukazuje na stanje upakovanog proizvoda i daje informaciju o proizvodu “kontrolnom promenom boja”. Inteligentna ambalaža može menjati boju kako bi kupac znao koliko je hrana sveža, da li se pokvarila zbog promene temperature pri skladištenju ili da li je kod manipulacije njome došlo do oštećenja pakovanja. Primer: zelena traka na ambalaži će biti pokazatelj “starosti” namirnice, tj. traka će biti zelena u prve tri nedelje (dok je namirnica ispravna), a zatim čim se promeni hemijski sastav namirnice traka postaje crvena, što ukazuje da više nije za konzumiranje. Principi “reagovanja boje” zavise od njenog “zadatka”. I u holografiji dodavanje “pametnih boja” predstavlja dodatnu tehniku zaštite ambalažnog proizvoda.





## 4. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj stvaranja i očuvanja kvalitetne savremene ambalaže, jesu poboljšanja u funkciji postizanja i održavanja kvaliteta ambalaže a time i upakovanog sadržaja. Svojom komunikacijom, ambalažni sistemi pakovanje hrane, ambalažu i korisnike objedinjuju u aktivan proces. Često sistemi komunikacije učestvuju i u pripremanju sadržaja pakovanja za njegovo korišćenje.

Sigurnosni aspekt upakovanog sadržaja savremena ambalaža ostvaruje zahvaljujući novim sistemima strukturne (indikatori, senzori, simboli) i grafičke komunikacije (bar-kod, hologram, Brajevo pismo, itd). Štampa na sigurnosnim samolepljivim trakama ima veliki uticaj na sigurnosti korišćenja i zaštitu transportne ambalaže. Stepem originalnosti i sigurnosti upakovanog proizvoda garantuje se štampom elektronike (RFID radio frekventnih identifikacionih čipova, mikro-čipova) ili pametnim bojama. Sa aspekta poslovnosti, navedene aktivnosti pri izradi savremene ambalaže predstavljaju vid poboljšanja. Brajevo pismo, hologram ili bar-kod predstavljaju vrstu verifikacije autentičnosti proizvoda. Opet, svi zajedno čine i komunikacione sisteme savremene ambalaže sa zajedničkim ciljem: stvaranje i očuvanje originalnosti i kvaliteta proizvoda. U različitim delovima procesa izrade grafičkih i strukturnih elemenata grafičke ambalaže preporučuje se primena pripadajućih ISO standarda. Nove aktivnosti sistema komunikacije savremene ambalaže prepoznaju i implementiraju procese i aktivnosti konstantnog poboljšanja zasnovanim na principima TQM-a, čime se zadovoljavaju očekivanja kupaca.

## LITERATURA

- [1] Ivan A. Vujković, Polimerna i kombinovana ambalaža, Poli, Novi Sad, 1997, str. 132-166.
- [2] Dragan Cvetković, Dragan Marković, Dizajn pakovanja, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010, str. 22, 79.
- [3] Ana Rešček i grupa autora, Polimerni nanokompozitni materijali za pakiranje hrane – zakonski, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, FEST.A CROPAK 2016 -međunarodni stručni skup "Ambalaža i proizvod - dodana vrijednost", 2016. [www.festacropak.hr/hr/2016/konferencija/](http://www.festacropak.hr/hr/2016/konferencija/) (14.01.2018.) str.12-15.
- [4] Tomislav Poljak, Inteligentnim pakiranjem i nanotehnologijom do sigurne i zdrave hrane, 2010, <http://www.professional.hr/inteligentnim-pakiranjem-i-nanotehnologijom-do-sigurne-i-zdrave-hrane-240.aspx> (14.01.2018.) str.1.
- [5] Nenad J. Đorđević, Primena modifikovane nanoceluloze za poboljšanje svojstava višeslojnih filmova na bazi polietilena male gustine. Doktorska disertacija, Beograd, 2017. <https://fedorabg.bg.ac.rs/fedora/get/o:16593/bdef:Content/get> (17.03.2017.). Str. 46-67.
- [6] Stefan Đurđević, Razvoj baze znanja aktivne i inteligentne ambalaže, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, 2013, str. 1770.
- [7] Andrijana Diklić, Upotreba inteligentnog pakiranja u pakiranju namirnica, Sveučilište Josipa Jurja Strassmayera, Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek, 2015. <https://repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A40/datastream/PDF/view> (18.01.2018.) str. 3, 5, 6, 8, 11.
- [8] GS1 opšte specifikacije, Osnovni GS1 standard koji definiše kako mora da se primenjuju identifikacioni ključevi, atributi podataka i bar kodovi u poslovanju Verzija, usvojena jan. 2018. [www.gs1yu.org/docs/dokumenta/specifikacije.pdf](http://www.gs1yu.org/docs/dokumenta/specifikacije.pdf), (10.03.2019.)
- [9] Mirjana Novković, Primena RFID tehnologije i praksi, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad UDK: 681.5, 2012, str 3233-3236 (15.01.2018.).
- [10] Ana Lešić, Hologrami na ambalaži, Smer: Tehničko tehnološki, Sveučilište u Zagrebu, 2014, [eprints.grf.unizg.hr/2090/](http://eprints.grf.unizg.hr/2090/) (22.01.2018.), str.1, 2. 9.
- [11] Stipetić Sanja, Tehnike pripreme i tiska za postizanje Brailleovog pisma, Grafički fakultet. : Tehničko tehnološki, Sveučilište u Zagrebu, 2014.