

HGK – Županijska komora, Koprivnica  
Društvo kemičara i tehnologa, Koprivnica  
Sveučilište Sjever, Koprivnica-Varaždin

## 10. STRUČNI SKUP OKOLIŠ I ZDRAVLJE

Božo SMOLJAN, Krunoslav HAJDEK

Zaštita okoliša i zdravlja iz perspektive ambalažnog inženjerstva  
*Environmental and health protection from the perspective of packaging engineering*

**Božo Smoljan, prof. dr. sc.** • Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša, Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48000 Koprivnica, Croatia • (bsmoljan@unin.hr)

**Krunoslav Hajdek, prof. dr. sc.** • Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša, Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48000 Koprivnica, Croatia • (khajdek@unin.hr)

# Uvod

## Ambalažna industrija

Ambalažna industrija može biti od strateške važnosti za svaku zemlju jer može dati ključnu prednost u gospodarstvu općenito, odnosu izvoza i uvoza te pravilnim pristupom u očuvanju okoliša.

Industrija ambalaže složena je dinamična, znanstvena, umjetnička i kontroverzna poslovna djelatnost.

U svojoj osnovi industrija ambalaže uključuje:

- koordinirane procese dizajniranja i proizvodnje ambalaže
- pripremu robe za transport, distribuciju, skladištenje i prodaju
- omogućavanje upotrebe robe
- recikliranje i sve ostale vrste oporabe ambalaže

# Uvod

## Ambalažno inženjerstvo

Ambalažno inženjerstvo je multidisciplinarno STEM područje primijenjenih znanosti i inženjerstva u razvoju, dizajnu, proizvodnji, primjeni i uporabi ambalaže.

Uključuje elemente:

- Tehnologija oblikovanja, konstruiranja i projektiranja proizvoda
- Grafičkih tehnologija i dizajna
- Kemijskog inženjerstva
- Inženjerstva materijala
- Industrijskog inženjerstva - proizvodnog inženjerstva, robotizacije i automatizacije
- Inženjerstva okoliša

# Uvod

## Inženjerstvo okoliša

Inženjerstvom se okoliša nastoji:

- preventivnim i sanacijskim metodama poboljšati opće stanje u okolišu i javno zdravlje
- poboljšati postupke recikliranja i zbrinjavanja otpada
- kontrolirati zagađenje vode, tla i zraka

U suvremenom se ambalažnom inženjerstvu poseban značaj pridaje preventivnom očuvanju okoliša odabirom ekološki prihvatljivih:

- materijala
- postupaka proizvodnje
- dizajna proizvoda

## Uvod

**Tvrtke se trude "postati zelene", one traže inovativnu, održivu, laganu ambalažu koja može smanjiti količinu goriva i stakleničkih plinova koji se emitiraju tijekom proizvodnje i prijevoza.**

**Mogućnost prihvatljive uporabe ambalažnog otpada postaje važna karakteristika ambalaže. Proizvođači ili dobavljači proizvoda traže ambalažu koja se može ponovno upotrijebiti, reciklirati ili prirodno na prihvatljiv način razgraditi.**

**Povećana briga za okoliš stvorila je veću potražnju za inženjerima ambalaže s izraženim kompetencijama iz inženjerstva okoliša.**

**Osim u proizvodnji i zaštiti okoliša, inženjeri ambalaže su obično s kolegama iz marketinga i pravnih odjela uključeni u pravne i marketinške poslove.**

## **Ekološki zahtjevi**

**Ekološki se zahtjevi uglavnom odnose na ograničenje količine ambalažnog otpada:**

- **ponovna upotreba, sposobnost recikliranja, energetska uporaba, sposobnost razgradnje ambalažnih materijala,**
- **primjena biorazgradive ambalaže s minimalnim štetnim utjecajem njene biorazgradivosti na okoliš i zdravlje ljudi.**

### **Ambalažni otpad**

- **U Hrvatskoj otprilike 80% otpada završi na legalnim i ilegalnim odlagalištima. Količina ambalažnog otpada u Hrvatskoj se kontinuirano povećava.**
- **U razvijenim europskim zemljama, poput Švicarske, Nizozemske, Danske i Belgije manje od 5% otpada završi na odlagalištima. U kružno gospodarstvo uključeno je 45 do 55% otpada, a ostatak završava u energetskej uporabi.**

## **Ekološki zahtjevi**

### **Zakonski propisi:**

- **Prema propisima o zdravlju potrošača, akcent je na primjeni ambalaže iz perspektive zaštite okoliša.**
- **Ambalaža se promatra kao sastavni dio proizvoda, posebno se to odnosi na prehrambene proizvode.**
- **Iz perspektive zaštite okoliša zakoni koji reguliraju primjenu ambalaže i ambalažnih materijala su strogi i precizni.**

### **EU direktive o ambalažnom otpadu:**

- **U EU je 2014. generirano oko 25 milijuna tona plastičnog otpada nakon konzumiranja. Od čega je samo 30% bilo reciklirano.**
- **Potrebno je bilo postaviti ambiciozan cilj kako bi se gospodarstvo poticalo na povećanje recikliranja.**
- **Jedan od elemenata nedavno predloženih izmjena i dopuna direktive o ambalaži i ambalažnom otpadu zahtijeva da bi do 2025. godine trebalo reciklirati 55% plastičnog ambalažnog otpada. (Izvor: Eurostat)**

# Plastični otpad u EU-u

Tablica 1. Stvaranje plastičnog otpada u EU-u

Ambalaža	----- 53 %
Električna i elektronička oprema	--- 8%
Oprema	--- 7%
Izgradnja i rušenje zgrada	-- 5%
Automobilska industrija	-- 5%
Poljoprivreda	-- 4%
Kućanstvo - bez ambalaže	-- 4%
Drugo	----- 14%



# Plastični ambalažni otpad u pojedinim zemljama EU-a

Tablica 2, Otpada ili uporaba

	Otpad od plastične ambalaže u kg po stanovniku	Odloženo, %		Oporavljeno, %		
		100	50	0	50	100
Irska	58					
Njemačka	38					
Italija	35					
Austrija	34					
EU28	32					
Slovenija	22					
Bugarska	15					
Hrvatska	13					

- Neoporavljeno, završilo na odlagalištima;
- Reciklirano, materijali su ponovno upotrijebljeni;
- Oporavljeno na drugi način, primjerice, energetska uporaba

Izvor: Eurostat (2015-2016)

## **Učinkovitost**

**Učinkovitost upravljanja ambalažom i recikliranjem u osnovi je definirana na samom početku proizvodnje i primjene ambalaže, dizajnom ambalaže i odabirom kompatibilnih materijala**

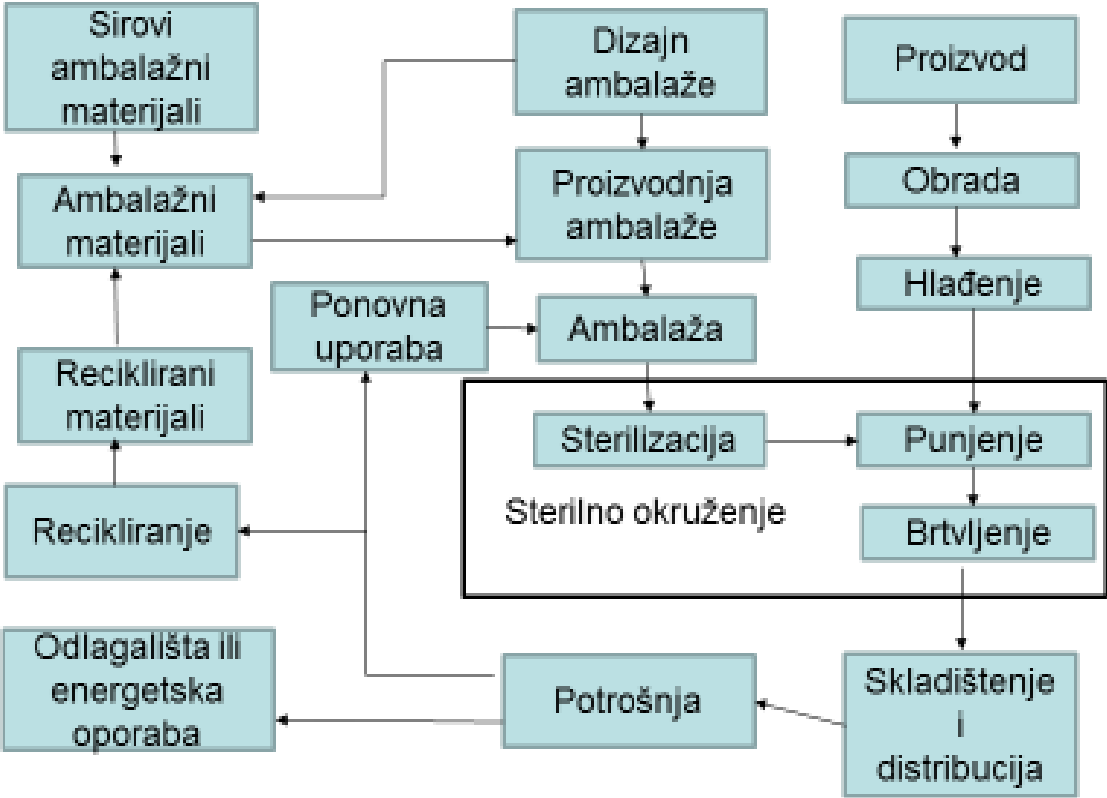
**U kasnijoj fazi učinkovitost je definirana organizacijom prikupljanja i razvrstavanja iskorištene ambalaže.**

**Konačno je učinkovitost upravljanja ambalažom i recikliranjem definirana primijenjenom tehnologijom recikliranja ili oporabe.**

**Pogreške učinjene na samom početku u odabiru materijala i procesu postavljanja koncepcije proizvodnje i primjene ambalaže često se ne mogu ispraviti u kasnijim fazama**

## Sustavi pakiranja

Shema funkcije pakiranja prehrambenh proizvoda

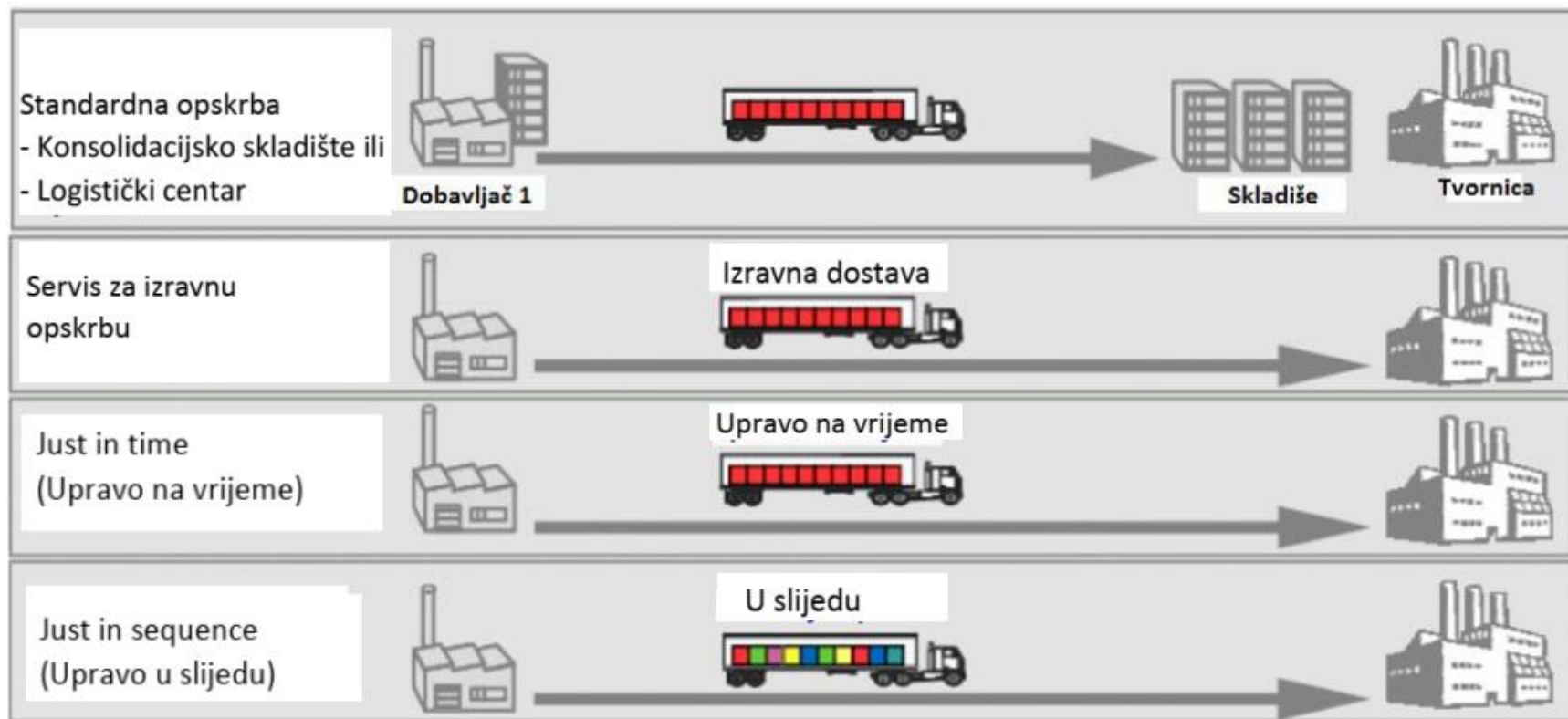


## Sustavi pakiranja

### Višekratna / povratna ambalaža

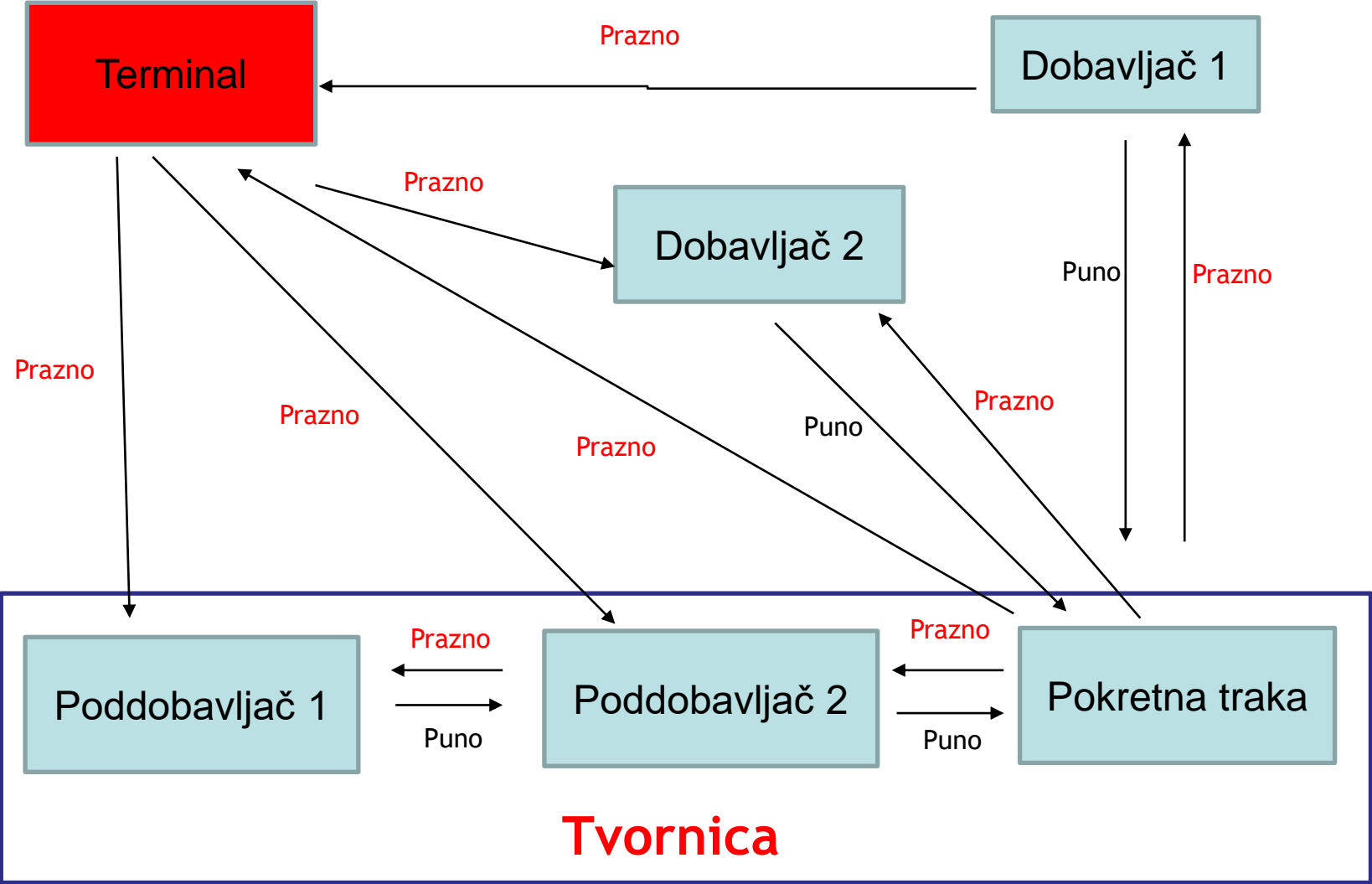
- U industriji, posebno u automobilske industriji, očigledan je snažan razvoj u dizajnu, izradi i testiranju industrijske ambalaže za višekratnu upotrebu.
- Sve više se primjenjuje ambalaža za višekratnu upotrebu (sanduci, vrećice i spremnici), koja se može koristiti na proizvodnim linijama po konceptu Just-In Sequence (upravo u slijedu).
- Upravo u slijedu nova je strategija u proizvodnji. Poluproizvodi dolaze u određenom redoslijedu do montažne linije, a na montažnoj liniji se raspakiravaju izravno iz transportnih spremnika i ugrađuju bez zaustavljanja u skladištima ili potrebe za sortiranjem.

## Koncepti u automobilskom lancu opskrbe



Prema: Lesková, A. 2013, Logistics concept of supply chain in automotive production, [http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta\\_logistica/2012/3-cislo/4\\_leskova.pdf](http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta_logistica/2012/3-cislo/4_leskova.pdf), 19 September 2019.

Industrijski lanac opskrbe s konceptom Just-In Sequence



## Višekratna industrijska ambalaža

Plastika visoke reciklabilnosti (polietilen, polipropilen) je najčešći korišten materijal za povratnu ambalažu u industrijskoj proizvodnji.

Životni vijek plastičnih paleta, spremnika, sanduka i vreća obično premašuje životni ciklus drvenih.

U modernoj su industriji unificirani sklopivi spremnici sve češće imperativ efikasne integrirane i povezane proizvodnje.

**Primjer sanduka za ugradbene dijelove**



- Materijal: polietilen visoke gustoće (HDPE)
- Dimenzija: 1220 x 1150 x 850 mm.
- Kapacitet do 700 kg robe.
- Plastični zasuni i dijelovi popravljivi su i mogu se zamijeniti.

**Iz prethodnog se može iščitati da bez dovoljnog broja interdisciplinarnih stručnjaka koji istovremeno razumiju zahtjeve proizvodnje i primjene ambalaže uz očuvanje okoliša ne može se zaštititi okoliš iz rakursa ambalažne industrije.**

**Diplomski sveučilišni studij**  
**Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša**  
**Sveučilište Sjever, Koprivnica/Varaždin, Hrvatska**

- **Studij pruža edukaciju budućih stručnjaka za ambalažu i zaštitu okoliša**
- **Stječu se suvremene kompetencije u ambalažnom inženjerstvu koje se prije ostalog ogledaju u:**
  - **dizajniranju i proizvodnji ambalaže**
  - **projektiranju i vođenju procesa pakiranja proizvoda**
  - **recikliranju i zaštiti okoliša**



**Diplomski sveučilišni studij**  
**Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša**  
**Sveučilište Sjever, Koprivnica/Varaždin, Hrvatska**

<b>Struktura studijskog programa</b>	
<b>Opći sadržaji (kemija, biologija, informatika, programiranje)</b>	<b>15 %</b>
<b>Zaštita okoliša</b>	<b>15 %</b>
<b>Grafičke tehnologije i dizajn</b>	<b>15%</b>
<b>Ambalažni materijali, recikliranje i uporaba</b>	<b>20 %</b>
<b>Projektiranje i dizajn ambalaže</b>	<b>15 %</b>
<b>Projektiranje proizvodnih procesa u ambalažnoj djelatnosti</b>	<b>10 %</b>
<b>Marketing i ekonomija povezana s ambalažnom industrijom</b>	<b>10 %</b>

## Zaključak

**U usporedbi s ostalim zemljama Europske unije, stvaranje i zbrinjavanje ambalažnog otpada u Hrvatskoj nije na zadovoljavajućoj razini.**

**U ambalažnoj industriji kružna ekonomija i zaštita okoliša započinju s odgovarajućim dizajnom i proizvodnjom ambalaže.**

**Učinkovito upravljanje ambalažom i recikliranjem definirano je na samom početku kreiranja ambalaže, tj. dizajnom ambalaže, odabirom kompatibilnih materijala, a kasnije organizacijom prikupljanja i razvrstavanja korištenih ambalažnih materijala.**

**Iz rakursa zaštite okoliša, pogreške učinjene na samom početku kreiranja ambalaže teško je, a često i nemoguće ispraviti u kasnijoj fazi zbrinjavanja otpadne ambalaže.**

**Stručnjaci za ambalažu trebaju imati interdisciplinarne vještine u dizajniranju i proizvodnji ambalaže te zaštititi okoliša.**

**Za održivu ambalažnu industriju nužno je imati dovoljno stručnjaka koji mogu sagledati pretpostavke ponovne uporabe ambalaže ili recikliranja ambalažnih materijala te očuvanja okoliša već u fazi dizajniranja ambalaže i tehnoloških procesa pakiranja.**