

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET U SPLITU

Zavod za organsku tehnologiju

Dr.sc. Nataša Stipanelov Vrandečić,
izv.prof.

AMBALAŽA

DIPLOMSKI STUDIJ KEMIJSKE TEHNOLOGIJE

Smjer: Mediteranske kulture

Literatura

- I. Vuković, K. Galić i M. Vereš: *Ambalaža*, Tectus, Zagreb, 2007.
- N. Stričević: *Suvremena ambalaža I i II*, Školska knjiga, Zagreb, 1982, 1983
- Z. Janović: *Polimerizacije i polimeri*, Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa, Zagreb, 1997
- Časopis *Ambalaža*, Tectus d.o.o
- Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu (NN/2005)
- Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti materijala i predmeta koji dolaze u neposredni dodir s hranom (NN/2008)

1. Uvod

PODJELA AMBALAŽE

FUNKCIJE AMBALAŽE

VRSTE I KARAKTERISTIKE ROBE

AMBALAŽNI MATERIJALI

AMBALAŽNI OBLICI

AMBALAŽA PREHRAMBENIH PROIZVODA

ODBAČENA AMBALAŽA I OKOLIŠ

Definicija ambalaže

Ambalažu čine posude različitog oblika (načinjene od različitih materijala, u kojima se roba drži tijekom transporta) i tanji fleksibilni materijali koji su izrezani na odgovarajuće dimenzije i eventualno grafički obrađeni a služe za zamatanje roba.

posebni dijelovi ambalaže:

- dijelovi za zatvaranje
- dijelovi za unutrašnju zaštitu

Ambalaža prati robu od proizvodnje, tijekom transporta, skladištenja, prodaje, do uporabe.

- razvoj ambalaže



- **porast proizvodnje i potrošnje ambalaže**
 - promjena prodajne tehnike
 - suvremena dostignuća na području ambalaže
 - promjene u načinu života stanovništva
 - povećana kupovna moć
- **inhibitori potrošnje ambalaže**
 - odnos troškova pakovanja prema prodajnoj cijeni robe
 - zagađenje okoliša

2. PODJELA AMBALAŽE

- prema ambalažnom materijalu
- prema osnovnoj namjeni u prometu
- prema trajnosti

2.1. Podjela ambalaže prema ambalažnom materijalu

- papirna i kartonska
- metalna
- staklena
- drvena
- tekstilna
- ambalaža od polimernih materijala
- ambalaža od višeslojnih materijala (laminati)

O izboru ambalažnog materijala ovisi i izbor tehnologije za proizvodnju ambalaže, izgled, oblik, namjena, način uporabe, cijena

2.2. Podjela ambalaže prema osnovnoj namjeni u prometu

- prodajna
- transportna
- skupna

Prodajna (primarna) ambalaža:

- služi za pakiranje robe široke potrošnje
- prezentira robu kupcu
- sadrži informacije o robi
- zaštićuje robu
- omogućava laganu upotrebu i trošenje

Skupna (sekundarna) ambalaža

- racionalizira pakovanje robe u transportnu ambalažu i rukovanje robe u trgovini

Transportna (tercijarna) ambalaža

- zaštitna ambalaža tijekom transporta proizvoda pakiranog u prodajnoj i/ili skupnoj ambalaži

2.3. Podjela ambalaže prema trajnosti:

- **povratna** (kvalitetnija, trajnija, skuplja)
- **nepovratna** (jednokratna \Rightarrow ekološki problem)

3. FUNKCIJE AMBALAŽE

- zaštitna
- skladišno - transportna
- prodajna
- uporabna
- ekološka

3.1. Zaštitna funkcije ambalaže

- mehanička naprezanja robe
- klima i njezin utjecaj na robu
- mikroorganizmi

3.1.1. Zaštita od mehaničkih naprezanja

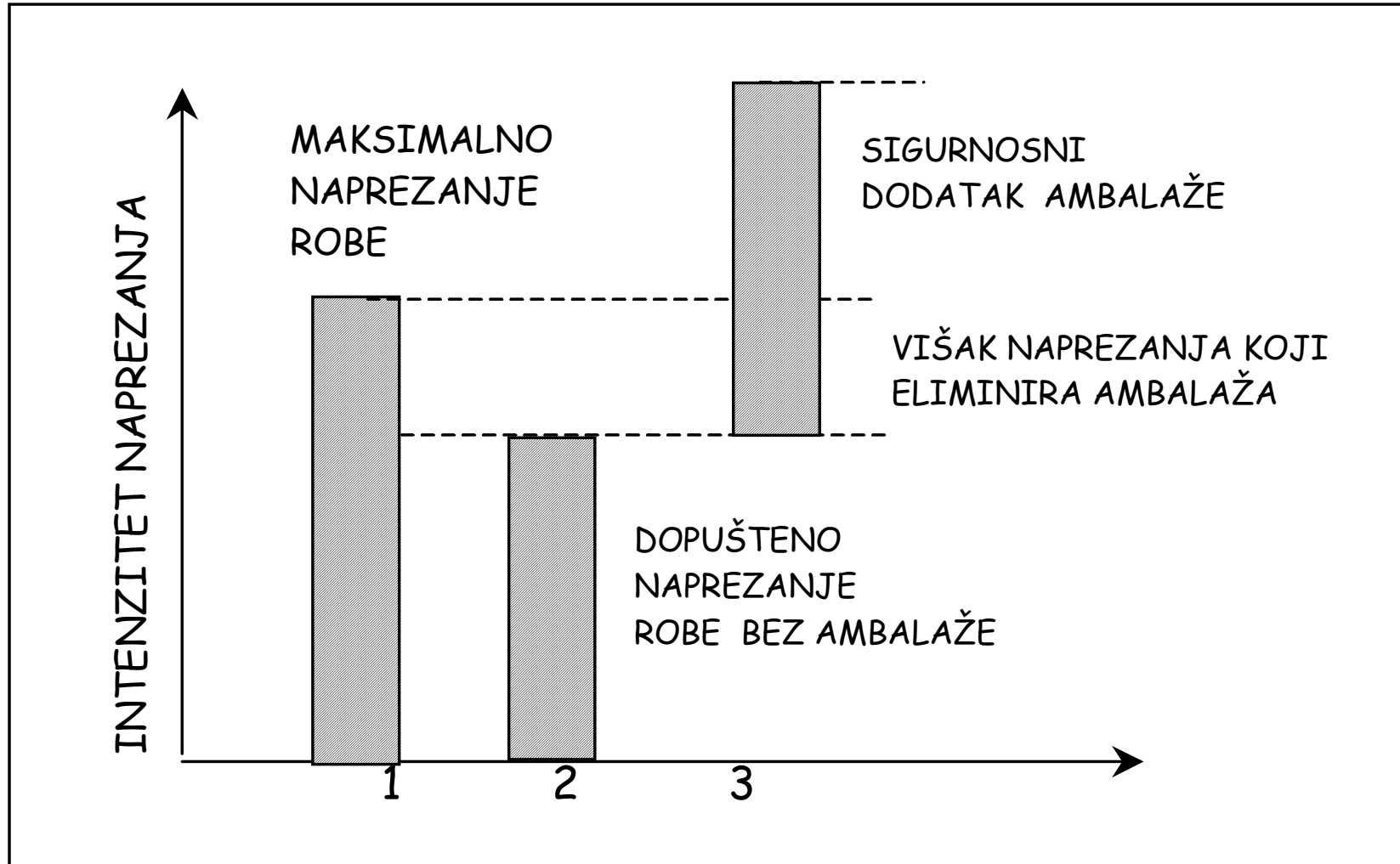
statičke sile

- vertikalne \Rightarrow tijekom skladištenja
- horizontalne \Rightarrow manipulacijom robe

dinamičke sile

- vertikalne \Rightarrow pad robe tijekom manipulacije
- horizontalne \Rightarrow zbog promjene brzine ili smjera kretanja

Funkcije ambalaže



Zaštitna funkcija ambalaže

3.1.2. **Zaštita od klimatskih utjecaja**

- tijekom transporta i skladištenja
- treba poznavati pravac i vrijeme transporta robe i klimatske prilike na tom putu

osnovni klimatski elementi:

zračenje sunca, temperature zraka, tla i mora, vlažnost zraka, vjetar, naoblaka i padaline

- **unutarnja klima** - klima zatvorenog prostora
- mijenja se ovisno o vanjskoj klimi, ali sa zakašnjenjem
- temperatura može biti viša ili niža od vanjske
- relativna vlažnost obično je viša od vanjske
- roba utječe svojom temperaturom i vlažnošću

3.1.2.1. Utjecaj vode i elemenata iz zraka

- prodiranje vode u ambalažu u tekućem ili plinovitom agregatnom stanju
 - na mjestu spajanja dijelova ambalaže
 - kroz higroskopi materijal
- **vlaga** → ovisi o relativnoj vlažnosti i temperaturi zraka
 - minerali, metali, staklo → ovlaže se samo površinski
 - higroskopi materijali: papir, karton, tekstil, praškasti materijali

RAVNOTEŽNA VLAŽNOST → u materijalu ostane
određena količina vlage

- hlađenjem vanjskog zraka ili zraka u ambalaži ispod
temperature rosišta → orošavanje
- voda iz robe → proizvodi u kojima se odvijaju
biokemijski procesi
- voda iz aerobnih mikrobioloških procesa

elementi iz zraka

- kisik, CO_2 , SO_2 , vodena para
- uzrokuju kemijska oštećenja
- djelovanje CO_2 i SO_2 u prisustvu vlage →
ugljična i sumporasta kiselina

- industrijski plinovi, prašina, kuhinjska sol
- uzrokuju kemijska i fizička oštećenja

3.1.2.2. Korozija metalne ambalaže

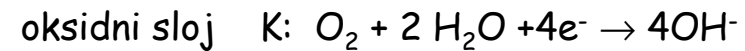
KOROZIJA - kemijski ili elektrokemijski proces razaranja površine

- metalna ambalaža → proces sličan galvanskom članku: dva metala + elektrolit
- elektrokemijska korozija
 - limovi spojeni zakovicama
 - dijelovi spajani lemljenjem

Funkcije ambalaže

- atmosferska korozija → oblik korozije u vlažnom zraku

- u **suhom** zraku → metal prekriva tanki sloj oksida koji usporava djelovanje nove količine kisika → brzina oksidacije se smanjuje



- u **vlažnom** zraku

→ sloj oksida higroskopian

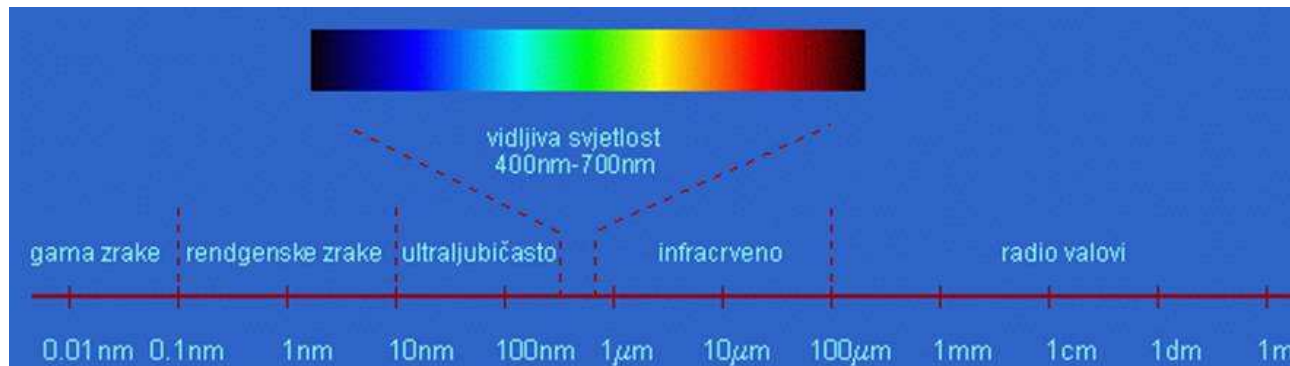
→ uspostavlja se ravnotežna vlažnost

→ u oksidnom sloju nastaje članak

→ sloj korozije sve deblji i porozan, kisik se brzo nadoknađuje

3.1.3. Zaštita od elektromagnetskog zračenja (svjetla)

- UV, VIS, IR dio sunčevog zračenja



$$E = E_r + E_p + E_a$$

3.1.4. **Zaštita od topline**

- izmjena topline između robe i okoline kroz stjenku ambalažnog materijala
 - kondukcijom
 - konvekcijom
 - zračenjem

3.1.5. Zaštita od mikroorganizama

- za rast i razmnožavanje bakterije i gljivice (kvasci i plijesni) koriste gotovu organsku tvar
- vlažna podloga i temperatura 20 - 40 °C
- oštećenje zbog same fizičke prisutnosti mikroorganizama
- kvarenje zbog razaranja supstance robe
- kvarenje zbog nusproizvoda metabolizma mikroorganizama koji ulaze u sastav robe

3.2. Skladišno-transportna funkcija ambalaže

- skladištenje i transport - posebne faze procesa proizvodnje, odnosno prometa roba
 - skladištenje vremenski povezuje faze proizvodnje, proizvodnju s potrošnjom
 - transport prostorno povezuje faze proizvodnje, proizvodnju s potrošnjom
 - unutarnji i vanjski transport
- usklađenost oblika i dimenzija robe i ambalaže

Funkcije ambalaže

pakiranje robe na palete

PALETA - drvena podloga normiziranih dimenzija

preporuka: brutto masa robe do 1 t

visina složene robe oko 1 m



Drvena euro paleta (najčešće dimenzije 1200 x 800mm)

3.3. Prodajna funkcije ambalaže

- racionalizacija prodaje
- pakovanje količine robe koja odgovara potrebama kupca
- povećanje opsega prodaje
- garancija kvantiteta i kvalitete robe

3.4. Uporabna funkcije ambalaže

- olakšavanje uporabe robe
- ukrasno djelovanje ambalaže
- uporaba ispražnjene ambalaže

3.5. Ekološka funkcija ambalaže

- pakiranje u ambalažu od recikliranog materijala
- uporaba povratne ambalaže
- smanjivanje broja omota oko prodajne jedinice proizvoda
- prodaja većeg broja prodajnih jedinica u skupnoj ambalaži
- uporaba biorazgradljivih materijala i jestive ambalaže za prehrambene proizvode

4. VRSTE I KARAKTERISTIKE ROBE

Ambalaža mora biti usklađena:

- s vrstom robe
- sa svojstvima materijala od kojeg je roba izrađena
- s pojavnim oblicima robe i njihovim svojstvima

4.1. Vrste robe

O vrsti robe ovisi:

- hoće li se roba pakirati
- na koji način će se roba pakirati
- koje funkcije ambalaže imaju prioritet

Podjela robe s obzirom na ambalažu:

1. Investicijske robe
2. Potrošne robe

1. Investicijske robe

(sredstva rada, osnovna sredstva)

- za proizvodnju drugih roba ili obavljanje usluga
- većih dimenzija - pojedinačno pakiranje
- naglašena zaštitna, transportna, skladišna funkcija ambalaže

2. Potrošne robe

a) robe proizvodne potrošnje (predmeti rada, sirovine i pomoćni materijali)

- preradom se dobivaju nove robe višeg stupnja prerade
- jeftinije i postojanije sirovine i pomoćni materijali - ne pakiraju se
- skuplje sirovine i pomoćni materijali - pakiraju se u transportnu ambalažu
- naglašena zaštitna, transportna, skladišna funkcija ambalaže

b) robe široke potrošnje

- služe za podmirenje potreba stanovništva
- ako se troše jednim činom uporabe (prehrambeni proizvodi, sredstva za čišćenje) - pakiraju se u prodajnu ambalažu (više prodajnih jedinica u skupnu i/ili transportnu ambalažu)
- naglašena prodajna i uporabna funkcija ambalaže

4.2. Svojstva materijala od kojeg je izrađena roba

- izbor materijala i kreiranje ambalaže u prvom redu ovisi o svojstvima materijala od kojeg je roba izrađena

4.2.1. Robe osjetljive na mehanička naprezanja

vrsta deformacije materijala:

- trajne, prolazne
 - deformacije oblika, deformacije strukture
- ovisi o svojstvima materijala robe
(elastičnost, žilavost, krtost)

4.2.2. **Biološki osjetljive robe**

robe organskog porijekla (prehrambeni proizvodi,
tekstil od prirodnih vlakana, krzno, koža)

veći sadržaj vode → veća mikrobiološka osjetljivost

4.2.3. Robe osjetljive na svjetlost

- svjetlo uzrokuje, inicira ili olakšava oksidaciju i razgradnju organskih materijala
- štetno djelovanje svjetla na namirnice: kvarenje ulja i masti i masnih namirnica
- autooksidacija masnih kiselina i nastajanje peroksida masnih kiselina
- razgradnja bjelančevina uzrokuje nepovratnu koagulaciju ili porast viskoznosti topljivih bjelačevina
- vrlo brza razgradnja nekih vitamina (askorbinska kiselina, riboflavin, tiamin, provitamin karotin)

4.2.4. Robe osjetljive na promjenu temperature

- robe čiji dijelovi imaju različiti koeficijent toplinskog rastezanja
- razlaganje složene robe odvajanjem nekih njenih sastojaka (povišenjem temperature)
- nepovratna promjena agregatnog stanja, konzistencije i viskoznosti robe
- zamućenje jestivog ulja hlađenjem
- zagrijavanje smrznutih roba

4.2.5. Robe osjetljive na promjenu vlažnosti

fizikalne promjene:

- smanjenje mase robe gubitkom vlage
- nabiranje površine ili uvenuće svježeg voća i povrća
- kristalizacija zasićenih otopina
- površinsko sušenje smrznutih roba
- prekrystalizacija

kemijske promjene:

- hidroliza
- stvaranje ili raspadanje hidrata

promjena vlažnosti stvara uvjete za djelovanje drugih činilaca

- mikrobiološke promjene - razvoj mikroorganizama
- biokemijske promjene - klijanje žitarica
- korozija metala

4.2.6. Robe osjetljive na djelovanje kisika

- oksidacija organskih i anorganskih materijala kisikom iz zraka
- smanjenje kvalitete i hranjivih vrijednosti namirnica (oksidacija ulja i masti, razaranje vitamina, smanjenje biološke vrijednosti bjelančevina, promjena boje, okusa i mirisa)

4.2.7. Robe osjetljive na koroziju

metalna roba (osobito željezo) - vlažna atmosfera ubrzava koroziju

4.2.8. Robe osjetljive na promjenu mirisa

- **miris** - aromatični lako hlapivi sastojci (terpeni, terpenski alkoholi, aldehidi, esteri) - visok tlak para na sobnoj temperaturi
- **roba osjetljiva na promjenu mirisa** - oksidacija aromatičnih sastojaka (pr. svježi maslac - užegli maslac (akrolein-produkt oksidacije masti))
- **roba bez mirisa** - poprima miris drugih roba (praškaste, higroskopne tvari) (pr. brašno lako poprima miris benzina, petroleja ili plijesni)

- roba može poprimiti miris ambalaže:
 - papirna ambalaža - miris **tiskarske boje**
 - miris **klor** i **fenol** iz sredstva za dezinfekciju
 - miris **NH₃** i **H₂S** iz mikrobiološke razgradnje **proteinskih ljepila**
- miris **truleži** ili **plijesni** nastaje mikrobiološkim raspadanjem papira i drvene ambalaže u vlažnim skladištima

4.2.9. Robe opasne za okolinu

- **eksplozivne** robe - eksplozivi, robe punjene eksplozivom i komprimirani plinovi
- **samozapaljive** robe - npr. bijeli fosfor, ulja i masti na zamašćenim krpama
- **lako zapaljive** robe
- **otrovne i radioaktivne** robe
- **agresivne** robe - kiseline, lužine i neke soli
- robe **neugodnog mirisa** i robe u **procesu truljenja**
- **organski peroksidi**

4.3. Pojavni oblici robe

Podjela prema stabilnosti prostornog oblika:

1. robe bez oblika

apsolutna nestabilnost oblika, lako difundiraju u okolinu

- plinovi pri normalnom tlaku
- komprimirani i ukapljeni plinovi
- tekućine i neki dvofazni sustavi (otopine plinova pod normalnim ili povišenim tlakom)
- otopine, emulzije ili suspenzije tekućina ili čvrstih tvari u ukapljenom plinu i tekućini

2. sipke robe

- prašci, krupica, granule, zrnaste i krupno zrnaste sipke robe
- imaju karakteristike **disperzija**:
 - roba - dispergirana faza
 - plin (zrak) - disperzno sredstvo
- visoka koncentracija dispergirane faze u malo disperznog sredstva \Rightarrow velika unutrašnja površina robe
- **nasipna masa** ili **nasipna gustoća** - omjer mase i volumena sipke robe
 - ovisi o: gustoći čvrste faze
 - veliçini i obliku čestica
 - dimenzijskoj raspodjeli čestica
 - adheziji između čestica

3. pastozne robe

- paste, kreme, masti, želei, pjene i sl.
- **disperzni sustavi** sastavljeni od čvrste dispergirane faze u obliku praha i tekuće neprekidne faze kao disperznog sredstva
- **pjene** imaju uklopljenu i plinovitu disperznu fazu
- karakteristična mehaničko-deformacijska svojstva
u stanju mirovanja - stabilan oblik
uz mali tlak deformacije - elastične
povećanjem tlaka iznad *graničnog tlaka tečenja* -
plastične

4. robe stabilnog oblika

- veliki otpor prema promjeni oblika i volumena

4.4. Pakiranje robe

- složeni radni proces koji se sastoji od niza jednostavnih radnih operacija
- ovisi o pojavnom obliku robe i odabranoj ambalaži

Slijed radnih operacija

1. pripremanje ambalaže za pakiranje

- opseg pripreme ovisi o konstrukciji ambalaže i stupnju mehanizacije procesa pakiranja
- mogućnost istodobne proizvodnja ambalaže i pakiranja
- neke robe (prehrambeni proizvodi, lijekovi) zahtijevaju pranje, čišćenje ili sterilizaciju ambalaže
- povratna ambalaža - pranje i čišćenje

2. odmjeravanje robe i punjenje ambalaže

- odmjeravanje robe na osnovi volumena, mase, broja komada i odgovarajućeg tlaka
 - **komprimirani plinovi** - odgovarajući tlak
 - **tekućine** - volumno
 - **sipke robe** - volumno (količina robe ovisi o nasipnoj gustoći) i maseno
 - **pastozne robe** - volumno (problem zbog konzistencije)
 - **robe stabilnog oblika** - komadno

3. zatvaranje ambalaže

- ovisi o vrsti ambalaže, osjetljivosti i pojavnim oblicima robe
- zatvarači ili poklopci od istog materijala kao i ambalaža
 - poklopci za limenke
- zatvarači ili poklopci od različitog materijala - za staklenke ili plastične boce
- zatvaranje lijepljenjem posebnih dijelova ambalaže

4. završne radne operacije

- kontrola pakiranja: količina spakirane robe, kvaliteta zatvaranja ambalaže
- deklariranje i označavanje proizvoda
- deklariranje prehrambenih proizvoda

5. AMBALAŽNI MATERIJALI

Ambalažni materijal - osnovni element kreiranja ambalaže

- za realizaciju zaštitnih funkcija \Rightarrow postojanost i nepropustljivost ambalažnog materijala
- ambalažni materijal mora biti postojan: mehanički
kemijski
biološki
(toplinski)
(optički)

- **mehanička postojanost** - otpor ambalažnog materijala kojim se suprotstavlja deformacijama ili oštećenjima pod utjecajem vanjskih mehaničkih sila
- najvažnija mehanička svojstva ambalažnog materijala:
 - **čvrstoća** (rastezna ili vlačna čvrstoća, savojna čvrstoća)
 - **tvrdća**
 - **otpor na habanje**

- **kemijska postojanost** važna je zbog
 - mehaničke postojanosti
 - izgleda ambalaže
- vanjska površina ambalaže - kontakt sa zrakom - kemijska postojanost prema komponentama zraka
- unutrašnja površina - u izravnom dodiru s robom - kemijska postojanost prilagođena robi

- izbor ambalažnog materijala za pakovanje namirnica:
 - netoksičnost
 - neutralnost okusa i mirisa
- **biološka postojanost** amb. mat. \Rightarrow postojanost prema djelovanju mikroorganizama i štetočina

- **nepropustljivost** ambalažnog materijala
 - a) mehanička: - gubitak robe ili njezinih sastojaka
 - prodiranje komponenata zraka u ambalažu
 - b) optička (realizacija zaštitne i prodajne funkcije):
 - na svjetlu nepostojane robe \Rightarrow neprozirni ambalažni materijal
 - problem prezentacije robe kupcu

- **vodljivost** ambalažnog materijala:

a) **toplinska** vodljivost

- materijali koji dobro vode toplinu:

- za robe koje treba toplinski obraditi prije otvaranja ambalaže

- za robe koje se steriliziraju

- materijali koji loše vode toplinu - za robe kod kojih izmjena topline s okolinom oštećuje robu

b) **električna** vodljivost \Leftrightarrow električna otpornost

\Rightarrow realizacija prodajnih funkcija ambalaže

- amb. mat. koji ne vode struju \Rightarrow statički elektricitet \Rightarrow sakupljanje prašine

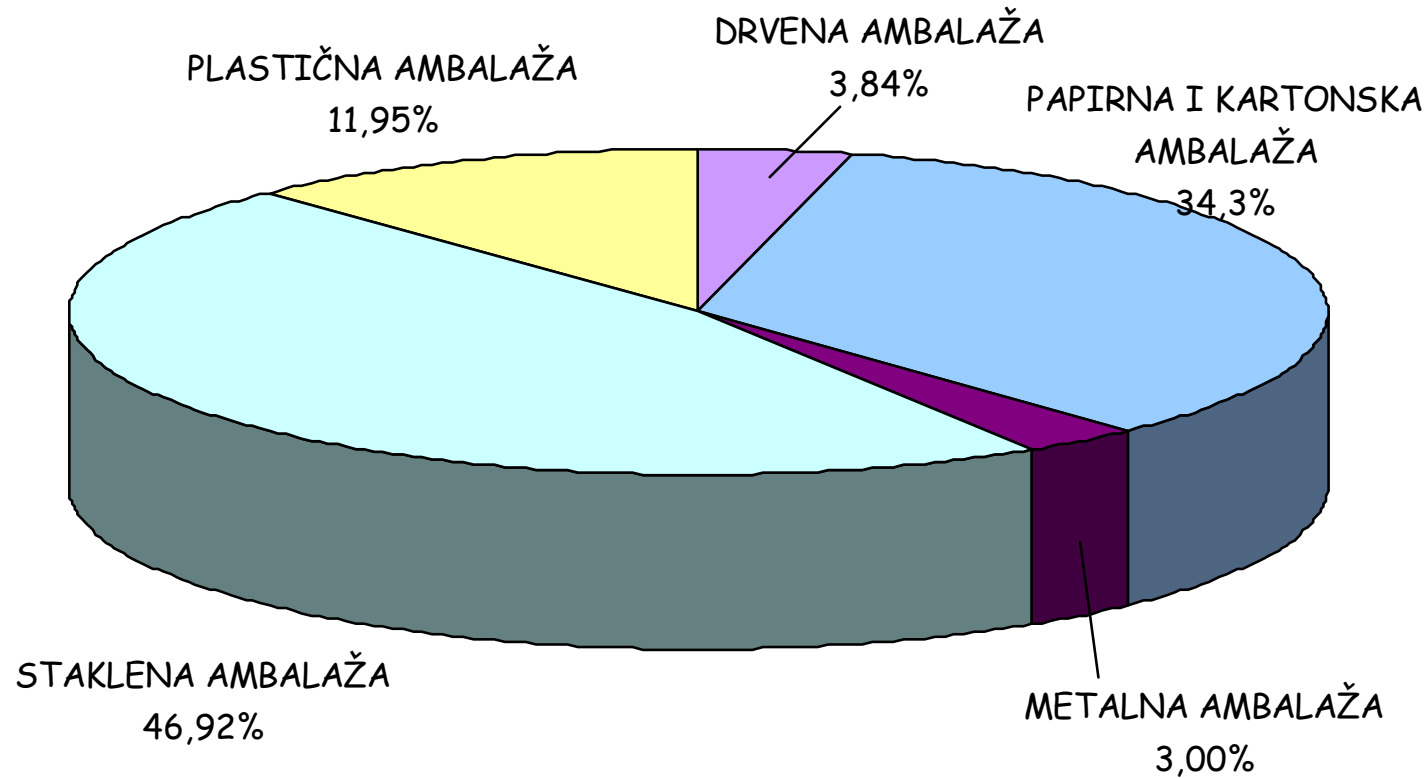
- **tehnološka svojstva** ambalažnog materijala:
 - izbor postupka proizvodnje ambalaže
 - konstantnost dimenzija ambalaže
 - brzina proizvodnje
 - izbor oblika ambalaže
 - izbor postupka grafičkog oblikovanja i kvalitete obrade
 - troškovi prostornog i grafičkog oblikovanja

- **troškovi** proizvodnje ambalaže:

trošak amb. mat. = masa potrebnog materijala x cijena
materijala

količina materijala = f(gustoća, debljina stijenke, mehanička
svojstva)

Ambalažni materijali



Udio pojedine vrste ambalaže u Hrvatskoj prema masi

5.1. Drvo

- najstariji ambalažni materijal
- zamjenjuje se suvremenijim materijalima (karton, valovita ljepenka, metali, polimerni materijali)
- upotrebljava se:
 - za izradu **transportne** ambalaže raznih oblika i veličina
 - u obliku **letvi** za poboljšavanje mehaničkih svojstava transportne ambalaže
 - u obliku **gredica** i **greda** za učvršćivanje teških i glomaznih investicijskih roba u transportu
 - za izradu **kalema** raznih dimenzija

Fizička svojstva drva

- **prostorna masa** (masa jediničnog volumena drva kao poroznog materijala)
- **higroskopnost** (afinitet vode prema celulozi i velika unutrašnja površina drva)

Mehanička svojstva drva

- zbog nehomogene, vlaknaste građe drva mehanička svojstva u uzdužnom, radijalnom i tangencijalnom smjeru znatno se razlikuju
- mehanička svojstva važna za ambalažu: elastičnost, tvrdoća i čvrstoća
- podjela drva prema tvrdoći:
 - vrlo meko drvo ($< 35 \text{ Nmm}^{-2}$) - smreka, crna topola, kanadska topola, lipa, bor, vrba i jela
 - meko drvo ($35 - 50 \text{ Nmm}^{-2}$) - omorika, ariš i joha
 - srednje tvrdo drvo ($50 - 65 \text{ Nmm}^{-2}$) - pitomi kesten, crni orah, brijest, čempres i bijeli dud
 - tvrd drvo ($65 - 100 \text{ Nmm}^{-2}$) - hrast, javor, orah, klen, jasen, tisa, bukva, badem, grab
 - vrlo tvrdo drvo ($100 - 150 \text{ Nmm}^{-2}$) - svib, crnika, badem

Ambalažni materijali

- za proizvodnju ambalaže - piljena građa i furnir

piljena građa

- prema vrsti drva: jelovina, smrekovina, bukovina, hrastovina, topolovina
- prema obliku poprečnog presjeka:
 - a) četvrtače - piljena građa s kvadratnom ili pravokutnom površinom presjeka
 - prema dimenzijama: grde, gredice, letve i letvice
 - b) piljenice - piljena građa čiji je omjer širine prema debljini veći od 20
 - prema debljini: listovi, daske i planke

furnir

- tanki drveni listovi debljine 0,3 - 4 mm
- proizvode se piljenjem, rezanjem ili ljuštenjem
- upotrebljavaju se: za oblaganje jeftinih vrsta drva koja nemaju lijepu teksturu
 - plemeniti furniri
 - za šper-ploče i panel-ploče - konstrukcijski furniri

5. 2. PAPIR, KARTON I LJEPENKA

- dobra svojstva - niska cijena
- **papir i karton** → dvodimenzijske tvorevine nastale ukrštanjem, preplitanjem i međusobnim povezivanjem vlakana uglavnom biljnog porijekla
 - razlikuju se po debljini i gramaturi
- **ljepenka** → višeslojni karton, ne može se savijati, svi su slojevi iste kvalitete
 - proizvodi se od mokrih listova papira koji se slažu jedan preko drugog, prešaju i suše
 - dobra mehanička svojstva
- **valovita ljepenka** → više slojeva papira međusobno slijepljenih, neki ravni, a neki valoviti
- gramatura = masa 1 m² papira ili kartona
 - < 150 gm⁻² → papir ← debljina < 0,3 mm
 - 150 - 450 gm⁻² → karton
 - > 450 gm⁻² → ljepenka

VRSTE PAPIRA I KARTONA

1. Bezdrveni papiri i kartoni

- ne sadrže drvenjače i poluceluloze
- proizvode se iz celuloze uz eventualni dodatak tekstila
- **sulfitna celuloza** → za proizvode kojima su boja i svojstva površine važniji od čvrstoće i žilavosti
- **sulfatna celuloza** → proizvod dobrih mehaničkih svojstava (prekidna čvrstoća)

Natron-papir

- iz nebijeljene sulfatne crnogorične celuloze (duga vlakna)
- velika otpornost na kidanje i probijanje
- papir smeđe boje
- višeslojne transportne vreće (natron - vreće)
- za ravni sloj valovite ljepenke
 - jedna strana glatka → grafička obrada
 - druga strana hrapava → za lijepljenje

Kromo papir

- kvalitetan papir s licem oslojenim mineralnim pigmentima i naknadno satiniran (poseban postupak glačanja papira)
- iz bijeljene sulfitne celuloze uz dodatak manje količine bijele drvenjače
- za najkvalitetniji tisak

Kromo-nadomjestak

- lice od bijeljene sulfitne celuloze
- ostali slojevi od lošije i jeftinije sirovine
- za složive kutije (prodajna ambalaža)

Pergament i pergamin papir

- **pergament** papir → dobiva se kemijskom preradom bezdrvnog papira koji ne sadrži punila i ljepila
 - obradom papira 50 %-tnom sulfatnom kiselinom, celulozna vlakna nabubre → vlaknasta struktura papira prelazi u kompaktnu
 - svojstva: velika čvrstoća, prozirnost, ne kvasi ga voda, ne omekšava i ne razvlaknjuje se ni u vrućoj vodi, ne propušta masnoće
- **pergamin** papir → dobiva se iz bijeljene sulfitne celuloze bez upotrebe punila
 - celuloza se dugo melje pa se vlakna skrate
 - papir staklasta izgleda, proziran, slabo propušta masnoće, ima vlaknastu strukturu i manje je otporan prema vodi od pergamenta

2. Papiri i kartoni od drvenjače

Novinski papir ili roto-papir

- za zamatanje roba
- sirovina: 82 - 85% bijele drvenjače
15-18% nebijeljene celuloze

3. Papiri i kartoni od starog papira

- proizvode se od nesortiranog starog papira uz dodatak celuloze, drvenjače i jeftinih punila

Šrenc-papir

- jeftini omotni papir
- proizvodi se od sortiranog starog natron-papira uz dodatak sulfatne celuloze → za ravni sloj valovite ljepenke

Sivi karton

- za izradu složivih kutija lošije kakvoće
- kao unutrašnji sloj stabilnih kutija (pr. kutije za cipele)

VALOVITA LJEPENKA

- ambalažni materijal sastavljen od više slojeva međusobno slijepljenih od kojih su neki valoviti
- vrlo dobra mehanička svojstva u odnosu na gramaturu i cijenu
- **ravni sloj** ljepenke → papir velike vlačne (rastezne) čvrstoće
- **valoviti sloj** ljepenke → krut i žilav papir, lako se oblikuje bez oštećenja
- ljepila - utječu na kakvoću ljepenke
 - čvrstoća slijepljenog mjesta veća je od čvrstoće papira
 - ne smiju duboko prodirati u papir, niti se razlijevati po papiru
- oblik i dimenzije vala definiraju čvrstoću i elastičnost
- val oblika sinusoide- A-val (veliki)
 - B-val (mali)
 - C-val (srednji)

- vrste valovite ljepenke

dvoslojna



- za zamatanje roba osjetljivih na dimanička naprezanja

troslojna



- za transportne i prodajne kutije
s valom A → bolje amortizira udarce
s valom B → veća rastezna čvrstoća

peteroslojna



- transportne kutije većih dimenzija

5.3. METALI

- **prednosti:**
 - nepropusni za tekućine, plinove i svjetlo
 - velika mehanička čvrstoća (ambalaža za komprimirane i ukapljene plinove i ambalaža velikih dimenzija)
 - dobra toplinska provodnost (ambalaža za proizvode koji se toplinski steriliziraju)
- **nedostaci:**
 - korozivnost u prisustvu kisika i lužina
 - toksičnost
- izbor metala za ambalažu: željezo (čelik), aluminij, kositar, cink, olovo (samo za radioaktivne robe)

5.3.1. ČELIK

- tehničko željezo s manje od 1,7% ugljika
- **mehanička svojstva**
 - modificiraju se:
 - promjenom sadržaja ugljika
 - dodavanjem drugih metala
 - primjenom različitih postupaka proizvodnje i prerade
 - vrlo velika rastezna (vlačna) čvrstoća
- **tehnološka svojstva:**
 - dobro se prerađuje kovanjem, valjanjem, izvlačenjem, prešanjem, savijanjem (lijevanjem)
 - dobro se spaja zavarivanjem, lemljenjem i zakovicama
- nedostatak:
 - loša otpornost na koroziju
 - lako se otapa i u slabim kiselinama
- zaštita od korozije: premaznim sredstvima i zaštitnim slojevima legiranjem → nerđajući čelik

- podjela prema kemijskom sastavu:

1. UGLJIKOVI ČELICI

- osim Fe sadrže još samo C i svojstva im ovise samo o sadržaju C
 - prateći sastojci Fe: mangan, silicij, fosfor i sumpor
- strukturna građa ugljikovih čelika i mehanička svojstva ovise samo o udjelu ugljika
 - a) meki čelik $< 0,65\% C$
 - b) žilavi čelik $0,85 - 0,95\% C$
 - c) polutvrđi čelik $0,9 - 1,2\% C$
 - d) tvrdi čelik $> 1,4\% C$

2. LEGIRANI ČELICI

- pored Fe i C sadrže jedan ili više metala koji određuju svojstva
- nerđajući čelici - 0,1 - 0,2% C

- krom ili krom i nikal → kemijska postojanost

čelik - standardni tip čelika za ambalažu prehrambenih i kemijskih proizvoda

- otporan prema octenoj i dušičnoj kiselini

- sastav: C - 0,1%

- Cr - 18,5%

- Ni - 8,0%

- Mo - 1,2%

- legirani čelici otporni prema klorovodičnoj i sumpornoj kiselini - povećanjem sadržaja Cr, Ni, Co

Ambalažni materijali

- podjela prema namjeni: konstrukcijski (obični, kvalitetni, plemeniti)
alatni

OBIČNI KONSTRUKCIJSKI ČELICI

u obliku debljih limova

- za cisterne - transport sipkih roba u rasutom stanju, tekućina, ukapljenih i komprimiranih plinova
- zaštićuju se s vanjske strane bojama i lakovima s unutrašnje strane bojama i lakovima, plastičnim masama, gumom, postojanijim metalom

u obliku tanjih limova

- manje posude, boce za pakiranje ukapljenih i komprimiranih plinova
- s vanjske strane zaštićuju se bojama i lakovima
- bez unutrašnje zaštite

PLEMENITI KONSTRUKCIJSKI ČELICI

- sadrže vrlo malo P i S ($< 0,035\%$) → legirani čelici → nerđajući čelici
 - cisterne za transport kiselih proizvoda, kiselih voćnih sokova (npr. sok od limuna i voćni poluproizvodi konzervirani sa SO_2)
- za izradu jeftinije željezne ambalaže manjih dimenzija (sitna, limena, nepovratna ambalaža za pakiranje toplinski steriliziranih namirnica) → pokositreni ili pocinčani čelični limovi (konstrukcijski čelik s vrlo malim sadržajem C)

5.3.2. KOSITAR

- metal, srebrnasto bijele boje, mek, duktilan, može se izvaljati u vrlo tanke listove (staniol)
- postojan na vlažnom zraku, prema slabim i razrijeđenim jačim kiselinama
- otapaju ga jače kiseline i lužine
- netoksičan
- pogodan za pakiranje namirnica, lijekova, kozmetičkih sredstava, sredstava za osobnu higijenu
- zbog cijene zamijenjen staniol → Al folijom
lim od kositra → bijelim limom

5.3.3. **BIJELI LIM**

- tanki čelični lim od mekog običnog konstrukcijskog čelika s malim sadržajem C i zaštićen s obje strane tankim slojem kositra
- ima rastezljivost i čvrstoću čelika, otpornost na koroziju kao kositar
- može se spajati lemljenjem

- upotrebljava se: najviše za proizvodnju limenki za pakiranje toplinski steriliziranih namirnica
za proizvodnju pomoćnog materijala za pakiranje
(zatvarači, poklopci, metalne trake i sl.)

Ambalažni materijali

- **bijeli lim za pakiranje namirnica** obavezno se lakira
 - najvažniji tzv. zlatni lak - na bazi fenolnih i epoksidnih smola
 - očvršćava zagrijavanjem lima na 190-210°C
 - postojan prema sastojcima proizvoda, ne smije mijenjati organoleptička svojstva namirnica
 - postojan pri temperaturi sterilizacije
 - elastičan, pri oblikovanju limenki ne puca
 - pri dubokom vučenju limenki (pr. limenke za pakiranje ribljeg mesa i jetrene paštete) ne postaje porozan
 - lak s dodatkom ZnO kao pigmenta otporan na sumpor i njegove spojeve → za pakiranje namirnica koje sadrže dosta bjelančevina (prilikom sterilizacije nastaju tamna obojenja na unutrašnjoj strani limenke)

5.3.4. **POCINČANI LIM**

- Zn nije dobar za zaštitu željeza kao Sn
- na vlažnom zraku brzo gubi sjaj jer se prevlači tankim, kompaktnim slojem bazičnog karbonata (sprječava daljnju koroziju, ali za ambalažu nepovoljno)
- Zn se lako otapa u slabim i razrijeđenim kiselinama i lužinama
- nedostatak - toksičnost Zn soli, premda je Zn fiziološki element
- za proizvodnju bačvi i metalnih posuda za pakiranje nekorodirajućih neutralnih proizvoda
- danas ga zamjenjuju polimerni materijali i aluminij

5.3.5. ALUMINIJ

- **fizička** svojstva
 - metal srebrnasto-bijele boje sa slabim plavkastim odsjajem
 - mala gustoća
 - neznatno omekšava zagrijavanjem, na niskom temperaturama ne postaje krhak → pogodan za pakiranje namirnica koje se toplinski steriliziraju ili zamrzavaju
 - Al i njegove legure ne propuštaju vodu, masnoće, vodenu paru i druge plinove → za pakiranje higroskopskih, aromatičnih i drugih proizvoda koji ne smiju stupati u interakcije s okolinom

- kemijska svojstva

- Al je amfoteran, Al i njegovi oksidi topljivi su u jačim kiselinama i jačim lužinama
- Al se lako spaja s kisikom stvarajući na površini zaštitni sloj Al_2O_3 ili hidratiziranog $Al_2O_3 \cdot H_2O$; debljina sloja ovisi o uvjetima oksidacije
 - sloj oksida ne otapa se u vodi
 - otporan je prema svim otopinama pH 4,5 - 8,5
- topljivost Al u kiselinama ovisi o njegovoj čistoći, vrsti kiseline i njezinoj koncentraciji

- **tehnološka** svojstva

- Al i njegove legure pogodni su za obradu plastičnim deformacijama (valjanje, prešanje, izvlačenje)
- Al limovi → transportna ambalaža (bačve)
- tanje Al trake → poklopci za staklene boce, staklenke, čaše
- deblje Al trake → razne posude za pakiranje
- folije → za zamatanje (sir, maslac, margarin, čokolada)
za proizvodnju laminiranih ambalažnih materijala
- profili različitog oblika (npr. cijevi) → ekstruzijom
- Al dijelovi ambalaže spajaju se savijanjem, zavarivanjem, lemljenjem

- **mehanička** svojstva
 - ovise o čistoći, odnosno sastavu Al legura
 - mek, žilav, niske savojne čvrstoće, nije elastičan
- **fiziološka** svojstva
 - netoksičnost
 - nalazi se u živežnim namirnicama biljnog porijekla u znatnim količinama
- **zaštita Al**
 - stvaranjem umjetnog zaštitnog sloja Al_2O_3 → eloksiranje
(elektrolitički postupak oksidacije; Al anoda, Pb katoda; elektrolit otopina sulfatne, oksalne ili kromne kiseline)
 - lakiranjem

7.4. POLIMERNI MATERIALI

- zamjena za klasične materijale
- novi materijali specifičnih svojstava

SVOJSTVA POLIMERNIH MATERIJALA

Fizička svojstva

- mala gustoća
- netopljivost
- optička propustljivost
- toplinska nepostojanost

Ambalažni materijali

- **starenje** → promjene svojstava polimernog materijala utjecajem elemenata klime
 - uzrokuje slabljenje fizičkih i mehaničkih svojstava materijala
 - vrlo spor proces
 - proces oksidacije, ubrzava se djelovanjem svjetla i povišene temperature
- **stabilizatori** → tvari koje usporavaju razgradnju polimernih materijala
- **toplinska razgradnja** pri povišenoj temperaturi (uglavnom iznad 200 °C)
- dobra kemijska otpornost prema djelovanju kiselina, lužina i soli (slabe kiseline i lužine bez obzira na konc.; razrijeđene jake kiseline i lužine)

Ambalažni materijali

Tehnološka svojstva

- polimerni materijali vrlo se lako mehanički oblikuju uz mali utrošak rada, energije i vremena
- nema naknadne površinske obrade
- bojenje se izvodi dodavanjem bojila "u masu"
- nije potrebna površinska zaštita
- zahvaljujući plastičnosti moguće je proizvesti proizvode vrlo različitih oblika i svojstava uz primjenu velikog broja postupaka prerade
- mogućnost proizvodnje vrlo tanke folije, nanošenja u tankom sloju na drugi materijal, itd.

Ambalažni materijali

Fiziološka svojstva

- polimerni materijali koriste se za pakiranje namirnica, lijekova, higijenskih i kozmetičkih proizvoda → važnost interakcije robe i ambalaže zbog utjecaja na ljudsko zdravlje
- **polimer** → fiziološki neškodljiv
- **toksičnost** polimernih materijala može isključivo potjecati od aditiva omekušavala → nisu kemijski vezani s polimerom, mogu migrirati na površinu (iznožavanje)
 - bojila → ne smiju migrirati iz polimernog materijala
 - ne smiju sadržavati teške metale (Pb, Hg, Cd, Be, Se) iznad dopuštenih granica
 - ne smiju sadržavati aromatske amine

Ambalažni materijali

PODJELA I VRSTA POLIMERA

1. prema podrijetlu

A) prirodni polimeri: celuloza, škrob, kaučuk, svila, vuna, pamuk, biopolimeri

B) sintetični polimeri

a) prema reakcijskom mehanizmu nastajanja

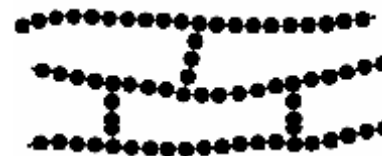
- stupnjeviti (postupni, kondenzacijski)
- lančani (adicijski)

b) prema vrsti ponavljanih jedinica

- homopolimeri
- kopolimeri

c) prema oblicima makromolekula

- linearni
- granati
- umreženi
- trodimenzijski



2. prema ponašanju pri povišenim temperaturama

- poliplasti (plastični materiali): **plastomeri** (*termoplastične mase*)
(*plastične mase, plastika*) **duromeri** (*termoreaktivne plastične mase*)
- elastomeri

Ambalažni materijali

Važniji plastomeri:

celulozni - poliesteri (celulozni acetat, nitrat, propionat, acetobutirat)
- polieteri (etilceluloza)

poliolefini - polietilen (visokotlačni i niskotlačni)
- polipropilen

vinilni - poli(vinil-klorid)
poli(viniliden-klorid)
poli(vinil-acetat)
poli(vinil-alkohol)
polistiren (kopolimeri stirena → akrilonitril/stiren kopolimer (AS),
akrilonitril/butadien/stiren kopolimer (ABS), pjenasti
polistiren)
poliamidi
poliacetali (poliformaldehid)
poliesteri (polikarbonat, poliesteri ftalne kiseline)
poliuretani

Ambalažni materijali

Važniji duromeri:

fenol-formaldehidne smole

urea-formaldehidne

melamin-formaldehidne smole

epoksidne smole

nezasićeni poliesteri

Za proizvodnju ambalaže → **PE, PP, PVC, PS, PET** (65% ukupne proizvodnje polimera)

Ambalažni materijali

MATERIJALI NA BAZI CELULOZE

Celuloza - prirodni polikondenzat glukoze (sadrži dvije sekundarne i jednu primarnu hidroksilnu grupu)

- u kemijskim reakcijama ponaša se slično alkoholima
 - s kiselinama daje estere
 - s alkoholima etere

Od celuloznih derivata kao ambalažni materijal upotrebljavaju se
(samo za specifične primjene, visoka cijena)

celulozni acetat (npr. u obliku folije velike prozirnosti, ne skupljaju prašinu)

celulozni propionat i **acetobutirat** (npr. u obliku meke folije za kaširanje papira → ambalažni materijal nepropustan za miris)

Ambalažni materijali

- Celofan** → ambalažni materijal koji se dobiva kemijskom preradom celuloze, tj. regeneracijom celuloze iz nekih topljivih celuloznih derivata
- nema vlaknastu strukturu poput papira
 - sličan po svojstvima poliplastima, ali se ne ponaša poput njih pri zagrijavanju
 - za pakiranje luksuzne robe široke potrošnje, pakiranje prehrambenih proizvoda, duhanskih proizvoda

Ambalažni materijali

- **nelakirani** celofan - providan, savitljiv, gladke i sjajne površine
 - ne propušta prašinu ni mikroorganizme
 - postojan prema organskim otapalima, slabim anorganskim kiselinama i lužinama
 - dobro prima tisak
 - higroskopian, propušta vodenu paru
 - ne može se spajati zavarivanjem
- **lakirani** celofan - lakiranjem se otklanjaju nedostaci celofana, propustljivost vodene pare i nepostojanost prema vodi
 - sloj laka može se nanositi samo na jednu ili na obje strane, može biti termozavarljiv, pa se lakirani celofan može spajati postupkom zavarivanja
 - nitrocelulozni i polimerni lakovi (poli(viniliden-kloridni) lak)

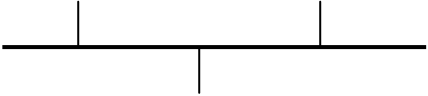
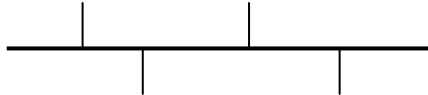
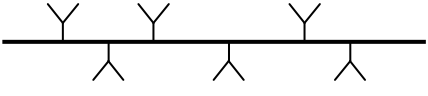
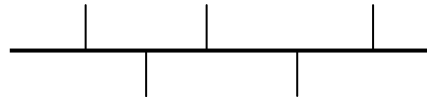
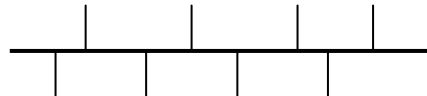
Ambalažni materijali

POLIETILEN, *kratica* **PE** → polimerizacijom etilena

- **visokotlačna** (100 - 300 MPa) uz kisik kao katalizator → PE-LD
(molekule u obliku razgranatog lanca, mek ili polutvrd, manje gustoće)
- **niskotlačna** (Zieglerovi kat. ili na bazi aluminijske) → PE-HD
(linearne molekule, veća gustoća, veća čvrstoća na kidanje, bolja postojanost pri povišenim temp.)

Ambalažni materijali

Shematski prikaz strukture i gustoće temeljnih vrsta PE

| Naziv | Kratica | Struktura | Gustoća /gcm ⁻³ |
|---|---------|---|----------------------------|
| Polietilen visoke gustoće | PE-HD |  | 0,941-0,960 |
| Polietilen srednje gustoće | PE-MD |  | 0,926-0,940 |
| Polietilen niske gustoće | PE-LD |  | 0,910-0,925 |
| Linearni polietilen niske gustoće | PE-LLD |  | 0,925-0,940 |
| Polietilen vrlo niske gustoće | PE-VLD |  | < 0,910 |

Ambalažni materijali

- temperatura mekšanja 127°C (PE-HD), odnosno $85-87^{\circ}\text{C}$ (PE-LD) \Rightarrow najviša temperatura uporabe PE proizvoda
- postojan na veliki broj kemikalija, osim oksidirajućih kiselina, halogenih elemenata i malog broja ketona
- pri sobnoj temperaturi netopljiv u svim otapalima, iznad 60°C otapa se u toluenu, ksilenu, tetralinu i ugljičnom tetrakloridu.
- potpuno je postojan na utjecaj i apsorpciju vode

Ambalažni materijali

- pod utjecajem UV zračenja podložan je kemijskoj i toplinskoj razgradnji
- razgradnja se potpuno sprječava dodatkom 1% antioksidansa (supstituirani fenoli i aromatski amini)
- prerađuje se svim osnovnim postupcima prerade plastomera, ali najviše ekstrudiranjem, puhanjem, injekcijskim prešanjem
- PE-LD upotrebljava se za proizvodnju tuba i druge fleksibilne ambalaže za pakovanje vrlo viskoznih ili pastoznih roba koje se zbog svoje konzistencije moraju prilikom vađenja istisnuti iz ambalaže

Ambalažni materijali

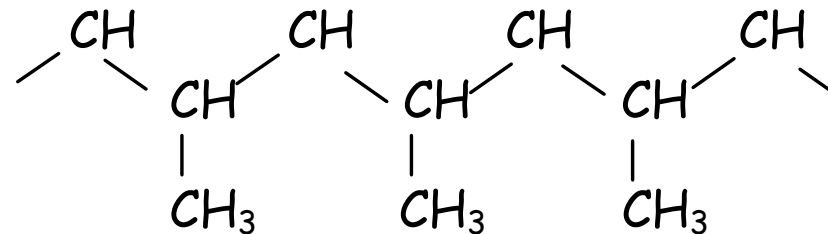
Polietilenske folije

- najveća količina PE-LD koristi se za proizvodnju folija različite namjene
- PE folije loše primaju tisak → obrada površine posebnim postupcima (kloriranje, oksidacija ili utjecaj tihog električnog izbijanja)
- vrlo meke, gipke i rastezljive, transparentne
- zadržavaju gipkost i pri -50°C → za pakiranje namirnica koje se zamrzavaju
- ne sadrže omekšavala, fiziološki inertne
- za izradu vreća, vrećica i za proizvodnju laminata
- termoskupljajuće folije → za pojedinačno ili skupno pakiranje različitih roba
- PE-HD folije - mliječno bijele, čvrste i krute, postojane do 110°C
- PE-LD se, zbog veće čvrstoće, postupno zamjenjuje PE-LLD posebno za izradu ambalažnih filmova

Ambalažni materijali

POLIPROPILEN → katalitičkom, niskotlačnom polimerizacijom propilena

kratica **PP**



Strukturna formula izotaktnog polipropilena

- vrlo niska gustoća ($0,9-0,91 \text{ gcm}^{-3}$), visoko talište ($160-170^\circ\text{C}$)
- svojstva slična svojstvima PE
 - razlike sa stajališta pakiranja:
 - nema voštani opip kao PE
 - ima veću čvrstoću
 - svojstva mu se manje mijenjaju s porastom temperature (čvrstoća PP pri 100°C jednaka je čvrstoći PE pri 40°C)
 - osjetljiv na niske temperature (već pri 0°C postaje krhak)

Ambalažni materijali

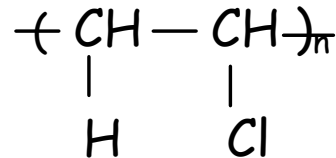
- netoksičan, netopljiv, kemijski postojan prema sastojcima namirnica, uključujući i masnoće, čak i pri povišenoj temperaturi, ne dodaju se omekšavala, ni stabilizatori
- PP folije su bezbojne, providne kao staklo, glatke i sjajne površine, otporne na povišenu temperaturu (za pakiranje robe u vrućem stanju i za robu koja se mora naknadno sterilizirati)
- istezanjem zagrijanih folija poboljšavaju im se mehanička svojstva, a osobito postojanost pri niskoj temperaturi (podnose temperature do -50°C → pakiranje namirnica koje se zamrzavaju)
- najveći dio PP folija → za proizvodnju laminata i transportnih vreća

Ambalažni materijali

POLI(VINIL-KLORID)

→ polimerizacijom vinil-klorida u suspenziji, emulziji, u otopini ili u masi

kratica **PVC**



Strukturna formula PVC-a

- svojstva osnovnog polimera lako se modificiraju dodatkom različitih aditiva (poznato je više od stotinu vrsta plastomernih materijala na osnovi vinil-klorida)
- aditivi: stabilizatori, omekšavala, maziva, pigmenti, itd.

Ambalažni materijali

Kruti PVC

- tvrd, krt, proziran, teško preradljiv, postojan na utjecaj atmosferilija, vlage i kemikalija, slabo gori
- pogodan za pakiranje namirnica → fiziološki inertan, ne propušta plinove i pare organskih materija (toksičnost može potjecati od aditiva)
- slabije propušta UV zračenje od stakla, uporaba odgovarajućih pigmentata propustljivost na UV zrake se smanjuje a dodatkom bijelog pigmenta i potpuno sprječava (bijelo pigmentirani PVC → za namirnice osjetljive prema svjetlu, margarin, maslac)
- niska toplinska postojanost, mogućnost uporabe do 70 °C

- za proizvodnju ambalaže stabilnog oblika
- folije se proizvode s debljinom od 0,6 - 0,8 mm
- folije od suspenzijskog PVC-a i PVC-a u masi su providne i lako lomljive
- folije od emulzijskog PVC-a su mutnije i žilavije

Ambalažni materijali

Savitljivi PVC

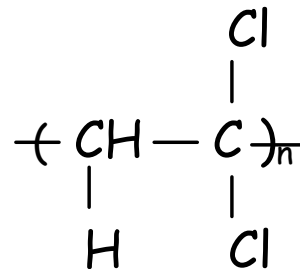
- osnovni polimer modificiran omekšavalima (20-50%)
- lako se prerađuje, slabijih mehaničkih svojstava, manje postojan prema djelovanju topline i atmosferilija
- PVC s 50% omekšavala → samo za proizvodnju fleksibilne ambalaže (vreće, vrećice, tube)
- folije se proizvode s debljinom 0,08 - 0,5 mm
 - za proizvodnju vrećica i druge fleksibilne ambalaže
 - za proizvodnju laminata

Ambalažni materijali

POLI(VINILIDEN-KLORID)

→ polimerizacijom viniliden-klorida postupcima u suspenziji i emulziji

kratica **PVDC**



Strukturna formula PVDC-a

- molekula ima simetričnu građu → veća sklonost kristalizaciji → PVDC omekšava tek na 200°C (na 180°C počinje toplinska razgradnja)
- netopljiv u svim hladnim otapalima, na 100°C topljiv samo u cikloheksanonu i dimetilformamidu

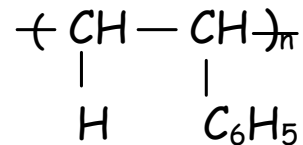
Ambalažni materijali

- teško se prerađuje → kopolimerizacijom s vinil-kloridom, vinil-acetatom, akrilonitrilom, akril i metakril esterom poboljšava se preradljivost
- kopolimer s 15% vinilklorida → za proizvodnju folija (kristalno bistre, transparentne, sjajne, vrlo gipke i podatne, dobro se grafički obrađuju, na njih se mogu lijepiti etikete, spajaju se lijepljenjem ili zavarivanjem
- biaksijalno orijentirane folije odlikuju se visokim koeficijentom skupljanja
 - za pakiranje nedozrelog sira bez kore koji tako zapakiran u foliji dozrijeva
 - za pakiranje voća i druge robe
 - za učvršćivanje i zaštitu od atmosferskih utjecaja robe složene na paletama
- zbog velike nepropustljivosti za plinove i vodenu paru → vrlo nepropusni laminati

Ambalažni materijali

POLISTIREN → polimerizacijom stirena

kratica **PS**



Strukturna formula PS

- temperatura mekšanja oko 100°C, gustoća 1,05 - 1,07 gcm⁻³
- temperatura uporabe do 75°C
- podložan procesima fotokemijske razgradnje (stabilizator 0,5% t-butil katehol)
- potpuno postojan na utjecaj vode, izvrsna električna izolacijska svojstva
- lako se prevodi u pjenasti materijal niske gustoće, tada je najbolji izolator zvuka i topline

- pod imenom polistiren dolaze na tržište različiti materijali koji se međusobno razlikuju po sastavu i svojstvima
- za pakiranje najvažniji **standardni polistiren, kopolimer stirena s polibutadienom i pjenasti polistiren**

Ambalažni materijali

Standardni PS

- providan kao staklo, tvrd, glatke i sjajne površine
- dobro prima tisak

- idealan za proizvodnju ambalaže tehnikom injekcijskog prešanja (nije potrebna nikakva dorada)

- folije se upotrebljavaju za proizvodnju ambalaže postupkom dubokog izvlačenja, za pakiranje voća, povrća, sira, svježe ribe i duboko smrznutih kašastih namirnica

- nedostatci: krhkost, niska temperatura mekšanja, relativno velika propustljivost za plinove i vodenu paru i neotpornost prema aromatskim ugljikovodicima, benzinu, eteru, aldehidima i ketonima, eterima i kloriranim ugljikovodicima

Polistiren visoke udarne žilavosti (PS-HI)

- dvofazni sustav polistirena i finodispergiranih čestica kaučuka (polibutadiena) → PS smjesi daje umjerenu krutost i dobra preradbena svojstva, a kaučukova faza povisuje elastičnost i žilavost
- koristi se za izradu čaša, šalica, kutija i sanduka raznih oblika i dimenzija, postupcima dubokog izvlačenja, brizganjem ili puhanjem

Ambalažni materijali

Pjenasti (celularni, ekspandirajući) PS

- za proizvodnju pjenastog PS-a mogu se upotrijebiti svi kopolimeri PS-a, ali se obično rabi standardni PS → tvrdi pjenasti materijal
- porozan plastomerni materijal, ćelijaste strukture i niske gustoće
- dobiva se impregniranjem PS-a pogodnim, kemijski neutralnim plinom ili lako hlapljivim kapljevinama, koji zagrijavanjem ekspandiraju materijal do željene gustoće i oblika
- pjenasti PS sa zatvorenim porama daje vrlo laganu ambalažu stabilnog oblika s relativno dobrim mehaničkim svojstvima
- zbog velikog modula elastičnosti dobro amortizira dinamička naprezanja robe, sam se ne mijenja pa ostaje djelotvoran i nakon čestih ponavljanja naprezanja

Ambalažni materijali

- ima izvrsna izolacijska svojstva
- koristi se za izradu ambalaže i jastuka za pakiranje robe vrlo osjetljive na dinamička naprezanja i za izradu ambalaže namijenjene robi osjetljivoj na promjene temperature
- ambalaža od pjenastog PS-a može se koristiti u temperaturnom području od -200°C do $+90^{\circ}\text{C}$, proizvodi se postupkom dubokog izvlačenja
- duboko vučena ambalaža od pjenaste PS folije upotrebljava se za pakiranje svježeg mesa, svježe ribe, mesnih preradevina, smrznute hrane, voća i jaja, konditorskih proizvoda, nakita, laboratorijskog i medicinskog pribora i dr.

POLIESTERI

- velika grupa materijala koji u temeljnim makromolekulnim segmentima sadrže esterske skupine - CO·O-

POLI(ETILEN-TEREFTALAT)

kratica **PET**

- plastomerni linearni poliester visoke molekulske mase, relativno visokog tališta i stupnja kristalnosti, odličnih mehaničkih svojstava, te kemijske i toplinske postojanosti
- poliester tereftalne kiseline i etilen glikola
- koristi se za izradu vlakana, monofilamenata visoke čvrstoće, za izradu filmova, folija i kao konstrukcijski materijal

Ambalažni materijali

- od PET-a se izrađuje transparentna ambalaža za hranu, kozmetiku, lijekove, boce za gazirana pića
- osnovni nedostatak mu je otežana prerada zbog relativno spore kristalizacije iz taljevine, što zahtijeva održavanje temperature prerade u uskim granicama
- s obzirom na namjenu proizvoda od PET-a i vrlo stroge norme kojima ti proizvodi moraju udovoljavati, pri preradi nastaju relativno velike količine tehnološkog otpada → važnost uporabe PET-a

POLIKARBONATI

kratica **PC**

- esteri karbonatne kiseline i polivalentnih alkohola ili fenola
- bezbojni, prozirni (90% prozirnosti stakla), amorfni materijali visoka sjaja površine, relativno visoke temperaturne postojanosti (mogu se rabiti do 120°C), vrlo žilavi i dimenzijski stabilni
- zbog visoke cijene primjena u proizvodnji ambalaže ograničena samo za rješavanje specifičnih problema pakiranja

VODOTOPLJIVI POLIMERI

POLI(VINIL-ALKOHOL) i POLI(ETILEN-OKSID)

kratica **PVAI**

kratica **PEO**

- dobro se otapaju u vodi
- za proizvodnju ambalaže upotrebljavaju se u obliku folija koje se proizvode ekstruzijom ili lijevanjem
- gipke su, dovoljno čvrste, mogu se spajati lijepljenjem i dobro primaju tisak
- upotreba ovih folija za pakiranje temelji se na njihovoj topljivosti u vodi, za pakiranje roba opasnih po okolinu, koje ne smiju doći u dodir s ljudskom kožom a upotrebljavaju se u obliku otopina (npr. insekticidi, fungicidi, sredstva za bijeljenje, detergents)

POLIAMIDI

- poliamidi (PA) su plastomeri koji se dobivaju polikondenzacijom alifatskih diamina s dvobaznim organskim kiselinama
- pretežno se upotrebljavaju za izradu umjetnih vlakana
- imaju izvanredna mehanička svojstva, osobito veliku žilavost i otpornost na trenje
- zbog visoke cijene primjena u proizvodnji ambalaže ograničena samo za rješavanje specifičnih problema pakiranja
- upotrebljavaju se za izradu laminata u kombinaciji s drugim plastomerima, Al folijom ili papirom, zbog dobrih mehaničkih svojstava, male propustljivosti za kisik, dobrom primanju tiska i velikoj čvrstoći šava dobivenog postupkom zavarivanja

Ambalažni materijali

POLIURETANI *kratica* PUR

- dobivaju se stupnjevitom polimerizacijom diizocijanata i diola, u temeljnim lancima makromolekule sadrže karakterističnu uretansku skupinu -NH-CO-O-
- izborom pogodnih diizocijanata i diola mogu se dobiti materijali vrlo različitih svojstava i namjene

Pjenasti poliuretani

- pjenasti PUR može se proizvesti s vrlo različitim stupnjem krutosti, od vrlo mekog i podatnog do vrlo krutog
 - mogućnost reguliranja krutosti osnovna prednost u odnosu na druge pjenaste materijale → mehanička svojstva materijala za jastučenje optimalno se prilagode zahtjevima robe koja se pakira

BIORAZGRADLJIVI POLIMERI - BIOPOLIMERI

- biološki razgradljivi polimeri čija je razgradnja rezultat djelovanja mikroorganizama (bakterije, gljivice, alge) i ima za posljedicu mineralizaciju do CO_2 i H_2O u aerobnim, odnosno do CO_2 i CH_4 u anaerobnim uvjetima
- prednosti:
 - biorazgradljivost
 - proizvodnja iz obnovljivih izvora
 - tijekom proizvodnje nema otpadnih tvari opasnih za okoliš
 - biokompatibilnost
 - razgradnjom se zatvara kružni ciklus CO_2

POLILAKTID (PLA)

- biorazgradljivi termoplastični linearni poliester
- po svojstvima sličan polistirenu
- potencijalna uporaba: boce, vrećice, filmovi za pakiranje
- sirovina je mliječna kiselina dobivena fermentacijom glukoze iz škroba ili iz drugih izvora
- u aerobnim uvjetima potpuno se razgrađuje preko mliječne kiseline u vodu i ugljični dioksid
- biorazgradnja u povoljnim uvjetima traje 3 - 4 tjedna

Ambalažni materijali

POSTUPCI PRERADE POLIMERNIH MATERIJALA

- s obzirom na oblik sirovine i oblik i namjenu proizvoda mogu se svrstati u tri grupe:

1. postupci za neposrednu proizvodnju ambalaže

sirovina → granulat ili prah

proizvod → gotova ambalaža, nije potrebna dorada

postupci → injekcijsko prešanje, puhanje i lijevanje

2. postupci za proizvodnju poluproizvoda

sirovina → granulat ili prah

proizvod → poluproizvod: cijevi, crijeva, folije, ploče i pjenasti blokovi

postupci → ekstruzija, kalandriranje i lijevanje

3. postupci za proizvodnju ambalaže od poluproizvoda

sirovina → poluproizvod

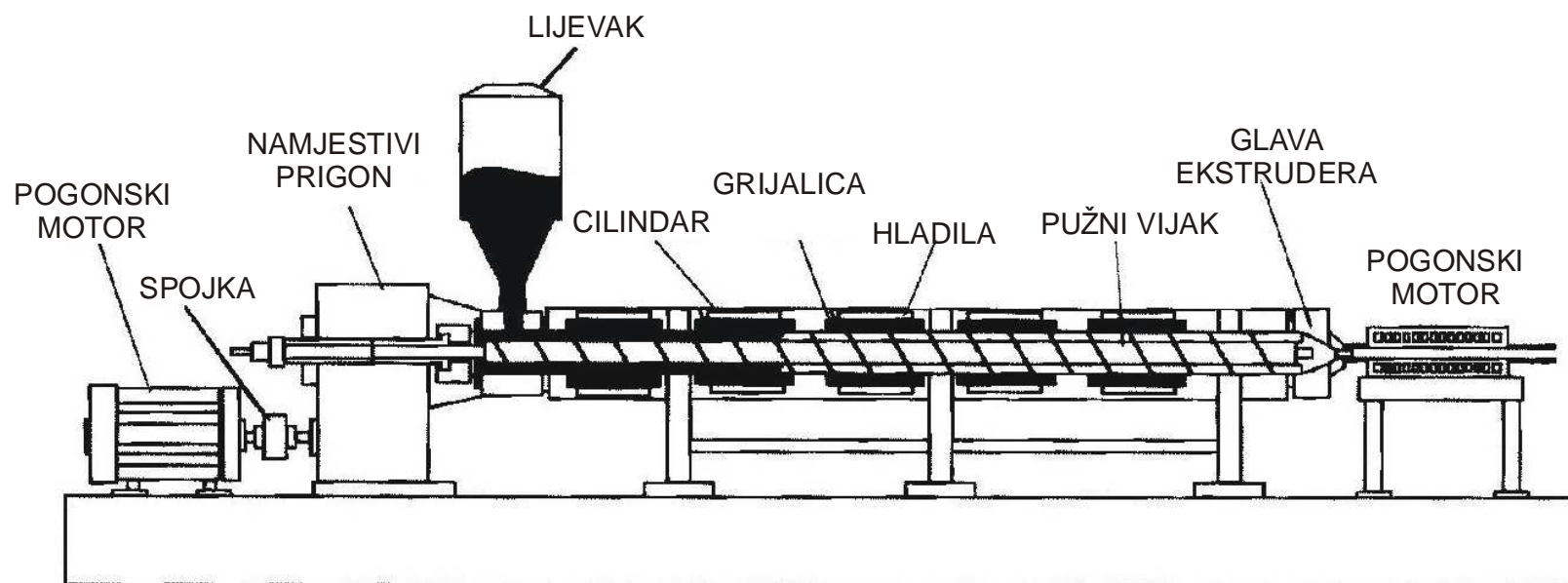
proizvod → gotova ambalaža

postupci → puhanje, duboko izvlačenje, krojenje i spajanje skrojenih dijelova

Ambalažni materijali

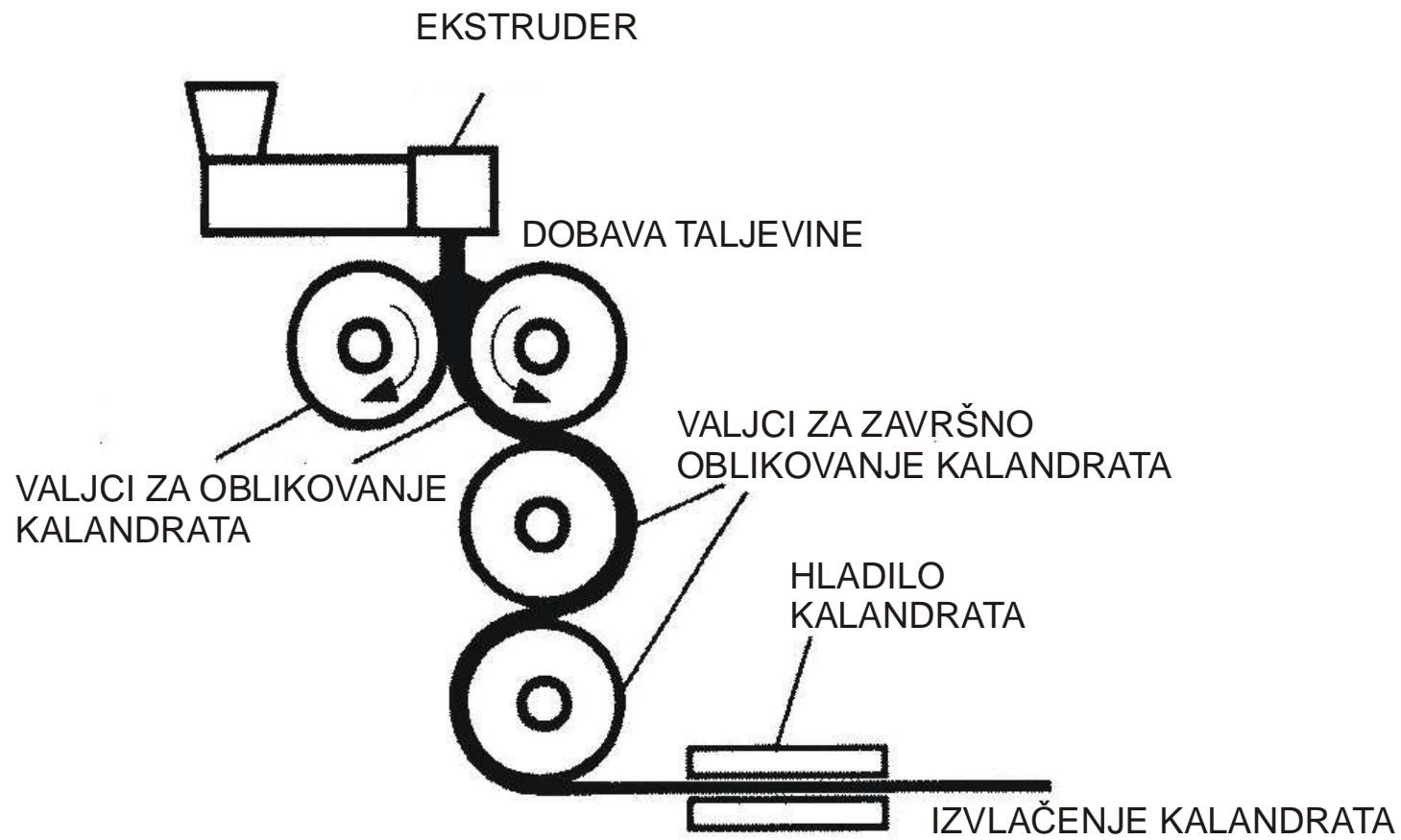
Ekstrudiranje

- postupak kojim se proizvode poluproizvodi (cijevi, crijeva, razni profili, folije, ploče)
- polimerni materijal (prah ili granulat) zagrijava se u cilindru stroja
- materijal u plastičnom stanju istiskuje se kroz mlaznicu na vrhu ekstrudera
- proizvod se hladi, reže ili namotava u svitak



Kalandriranje

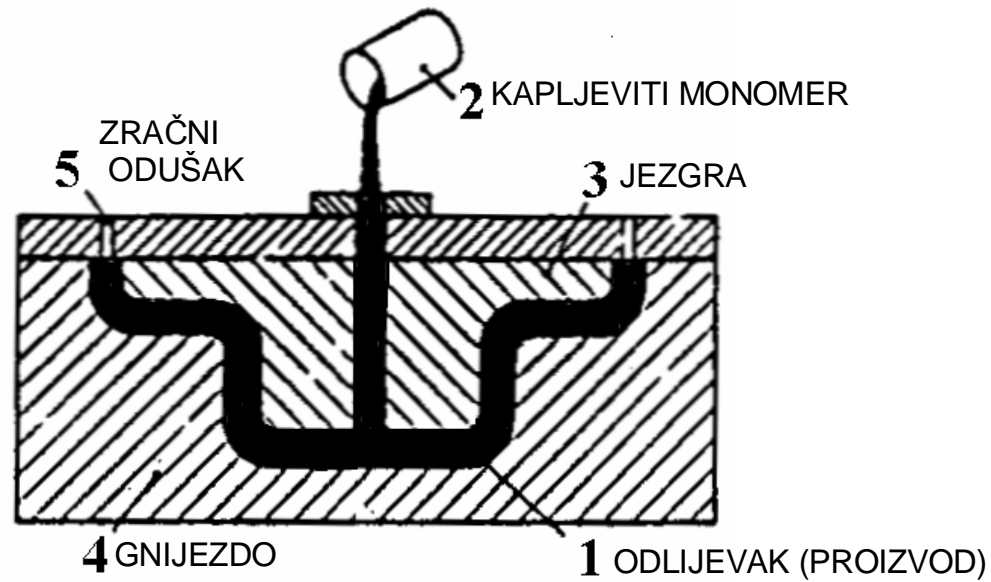
- za proizvodnjo folija
- kalandar: stroj s 2-5 valjaka
- visokoviskozni kapljasti polimer propušta se između parova valjaka kalandra s podesivim rasporom, pri čemu valjci pritišću polimerni materijal



Shema četverovaljčanog kalandra

LIJEVANJE

ciklički postupak praoblikovanja



Lijevanje kapljevutih monomera

PREŠANJE

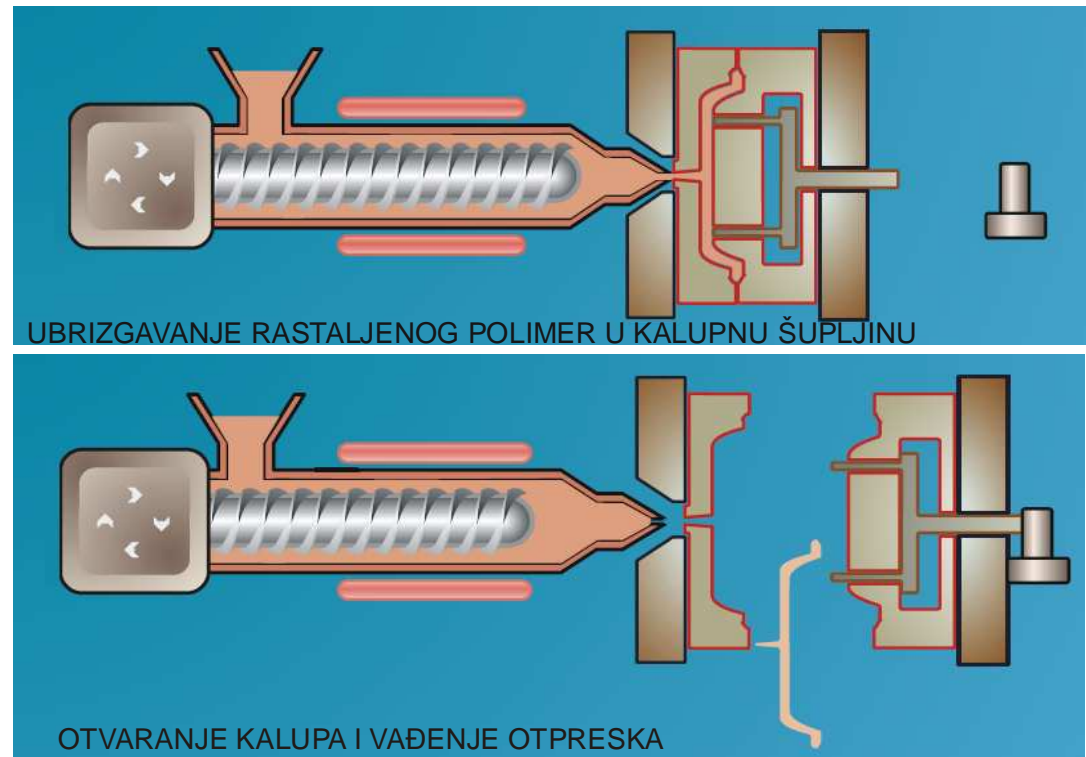
ciklički postupak praoblikovanja polimera:

- izravno
- posredno
- injekcijsko

Ambalažni materijali

Injekcijsko prešanje (brizganje)

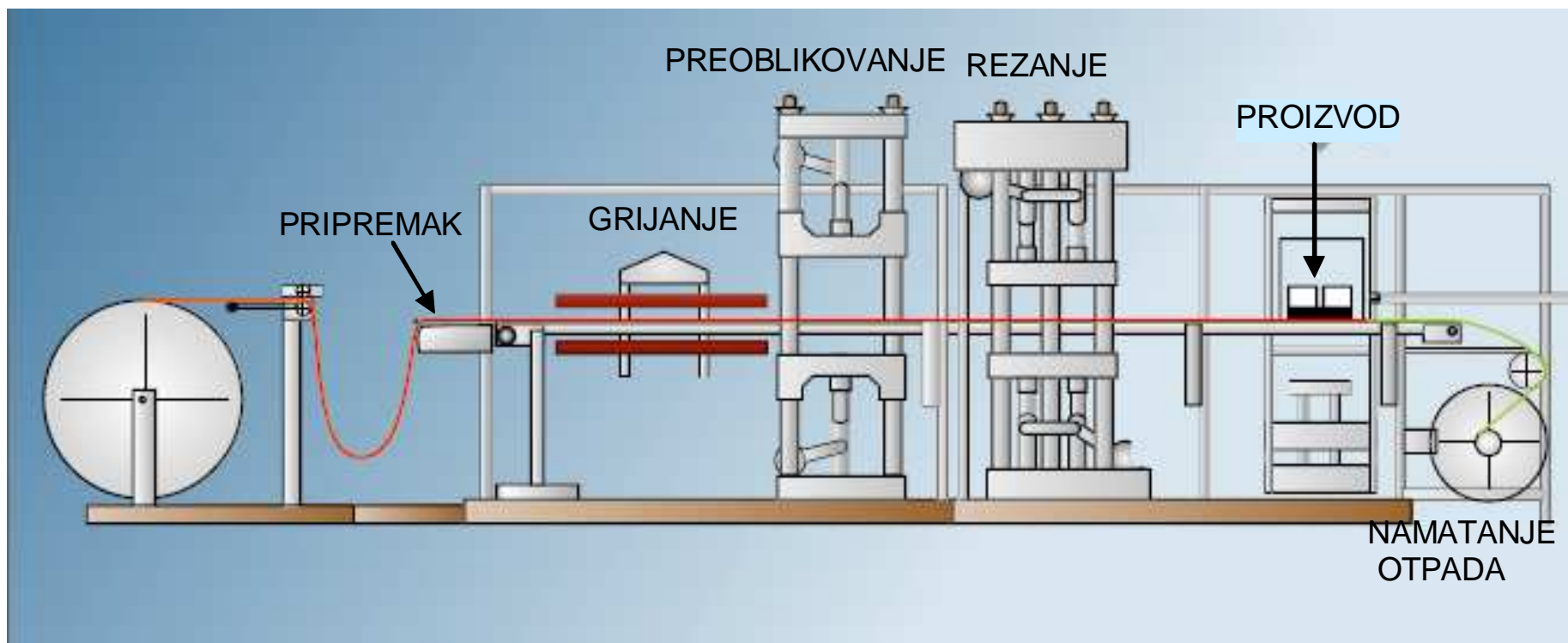
- polimerni materijal (granulat ili prah) rastali se u cilindru stroja
- kroz mali otvor u glavi stroja rastaljeni materijal ubrizga se pod visokim tlakom u hladni kalup
- kalup se otvara i proizvod vadi



OBLIKOVANJE

ciklički postupak preoblikovanja polimera:

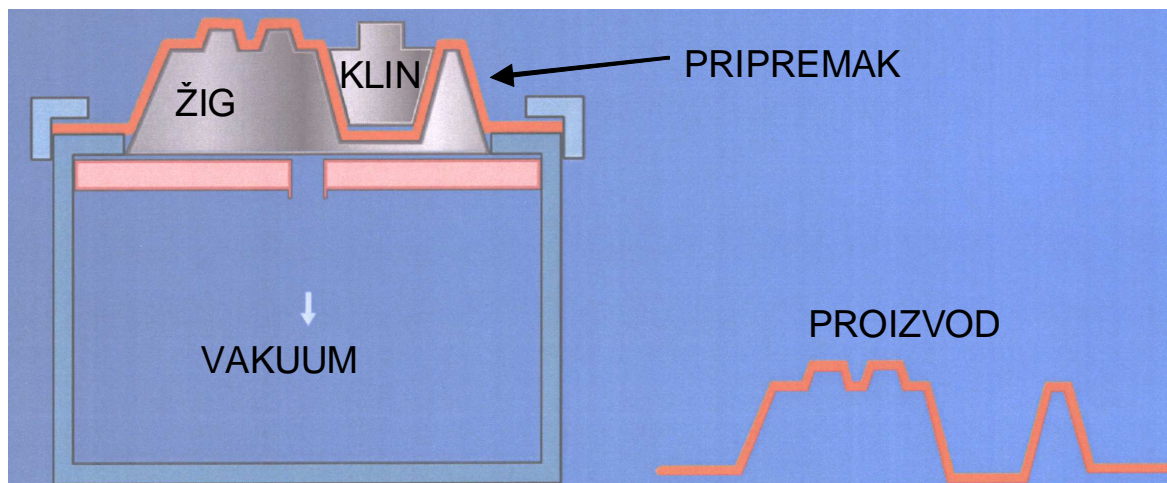
- toplo
- hladno



Linija za toplo oblikovanje



Toplo oblikovana ambalaža



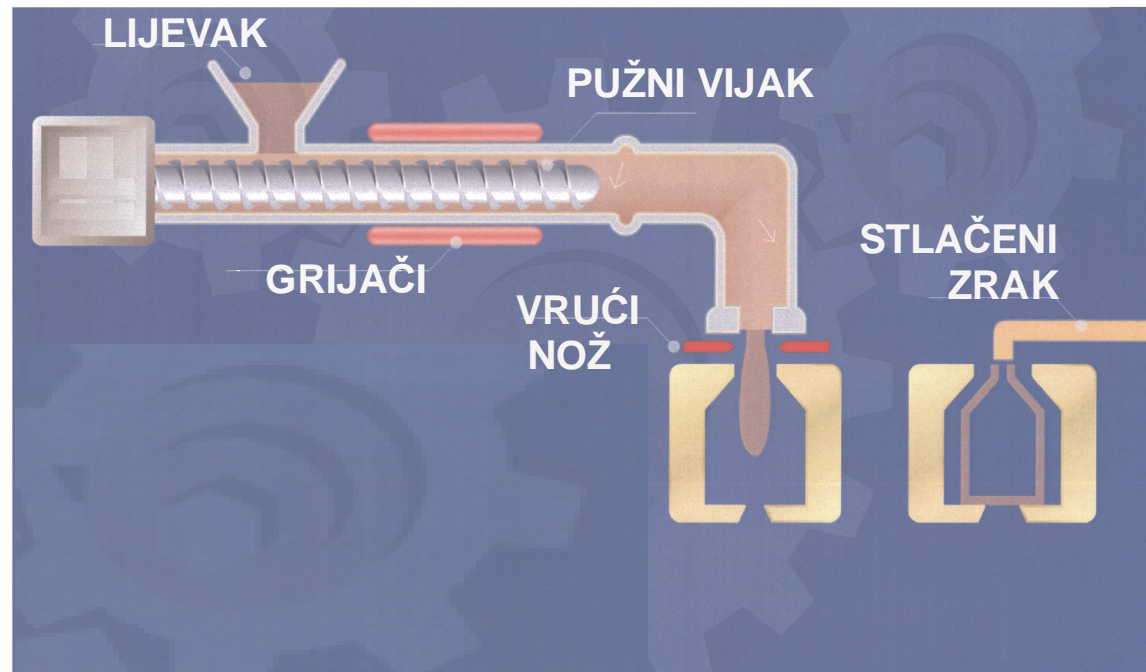
Toplo oblikovanje uz vakuum

PUHANJE ŠUPLJIH TIJELA

ciklički postupak preoblikovanja poluproizvoda:

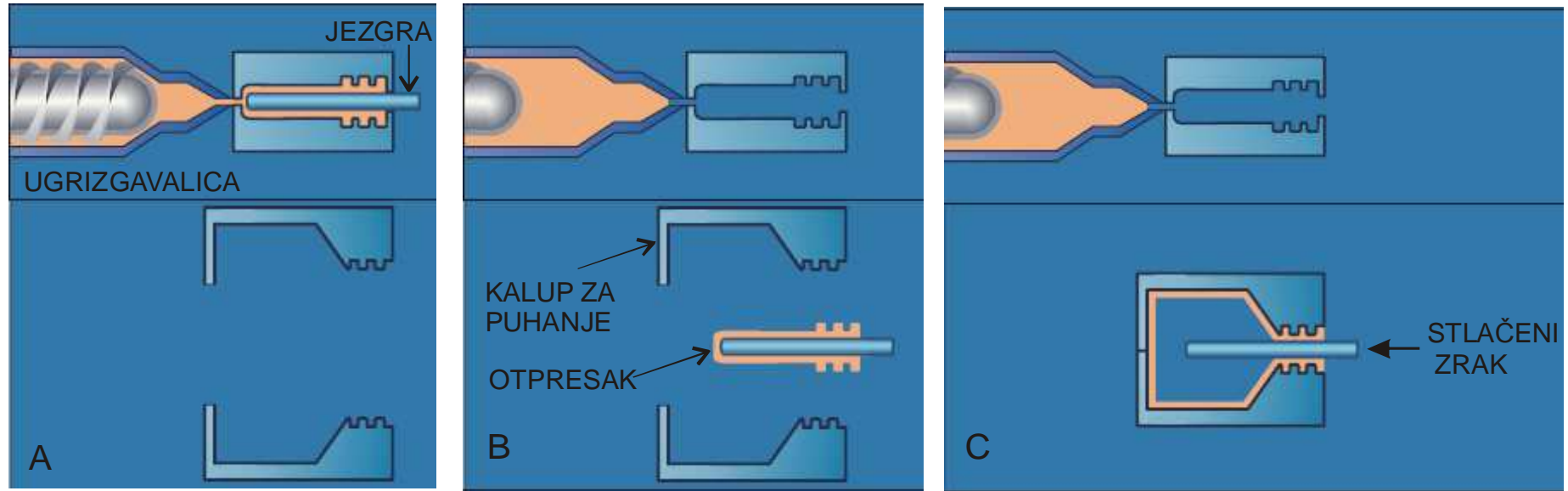
- ekstruzijsko puhanje
- injekcijsko puhanje

Ekstruzijsko puhanje



Ambalaža proizvedena ekstruzijskim puhanjem

Injekcijsko puhanje



Ambalaža proizvedena injekcijskim puhanjem

5.3. VIŠESLOJNI MATERIJALI (LAMINATI)

- materijali sastavljeni od više međusobno čvrsto spojenih ambalažnih materijala u obliku folija
- za slojeve laminata → manje ili više fleksibilni materijali, kao što su razne vrste papira, tanji kartoni, aluminijske folije i folije raznih polimernih materijala
- pravilnim izborom pojedinih slojeva dobije se laminat čija svojstva najbolje odgovaraju određenoj robi i zahtjevima tržišta uz minimalnu cijenu

Ambalažni materijali

- princip izbora folija → pozitivna svojstva jedne folije trebaju nadopunjavati negativna svojstva druge folije uzimajući pritom u obzir cijenu pojedine folije i troškove spajanja
- najprije se bira ona folija koja laminatu daje osnovna mehanička svojstva i koja određuje cijenu laminata
 - za neprozirne laminate → papir ili tanji karton
 - za prozirne laminate → PE ili PP folija

Ambalažni materijali

- **redoslijed slojeva** u laminatu određuje se prema svojstvima robe i zahtjevima tržišta
- za **vanjski sloj** → folija koja ima dobra grafička svojstva i ona svojstva o kojima ovisi estetski izgled ambalaže (glatka površina, visoki sjaj)
- za **unutrašnji sloj** → folija koja ima najmanju propustljivost za plinove i vodenu paru
 - za namirnice → folija od netoksičnog materijala, bez vlastitog mirisa i okusa
 - za pakiranje kemijskih agresivnih roba → materijal koji je otporan na agresivnost robe
 - folija koja se može zatvarati zavarivanjem ili folija oplemenjena lakovima ili voskovima koji omogućuju zavarivanje

Ambalažni materijali

TRIPLEKS I KVADRIPEKS FOLIJE

POLIESTER
 BOJA
 LJEPILO
 ALUMINIJ
 LJEPILO
 POLIETILEN

POLIESTER / aluminij / polietilen
 polipropilen / aluminij / polietilen
 papir / aluminij / polietilen
 aluminij / papir / polietilen
 polipropilen / papir / polipropilen

POLIESTER
 BOJA
 LJEPILO
 PAPIR
 LJEPILO
 ALUMINIJ
 LJEPILO
 POLIETILEN

poliester / aluminij / polietilen
 polipropilen / papir / aluminij / polietilen

Osnovni podaci o materijalima:

| | |
|--------------|----------------------------------|
| POLIPROPILEN | debljine 20 - 50 μ |
| POLIESTER | debljine 12 - 20 μ |
| POLIETILEN | debljine 18 - 200 μ |
| ALUMINIJ | debljine 7 - 12 μ |
| PAPIR | težine 40 - 150 g/m ² |

Papir: tiskani i netiskani
tiskani i oslojeni ljepljivom za hladno varenje
obostrano tiskani i termolakirani

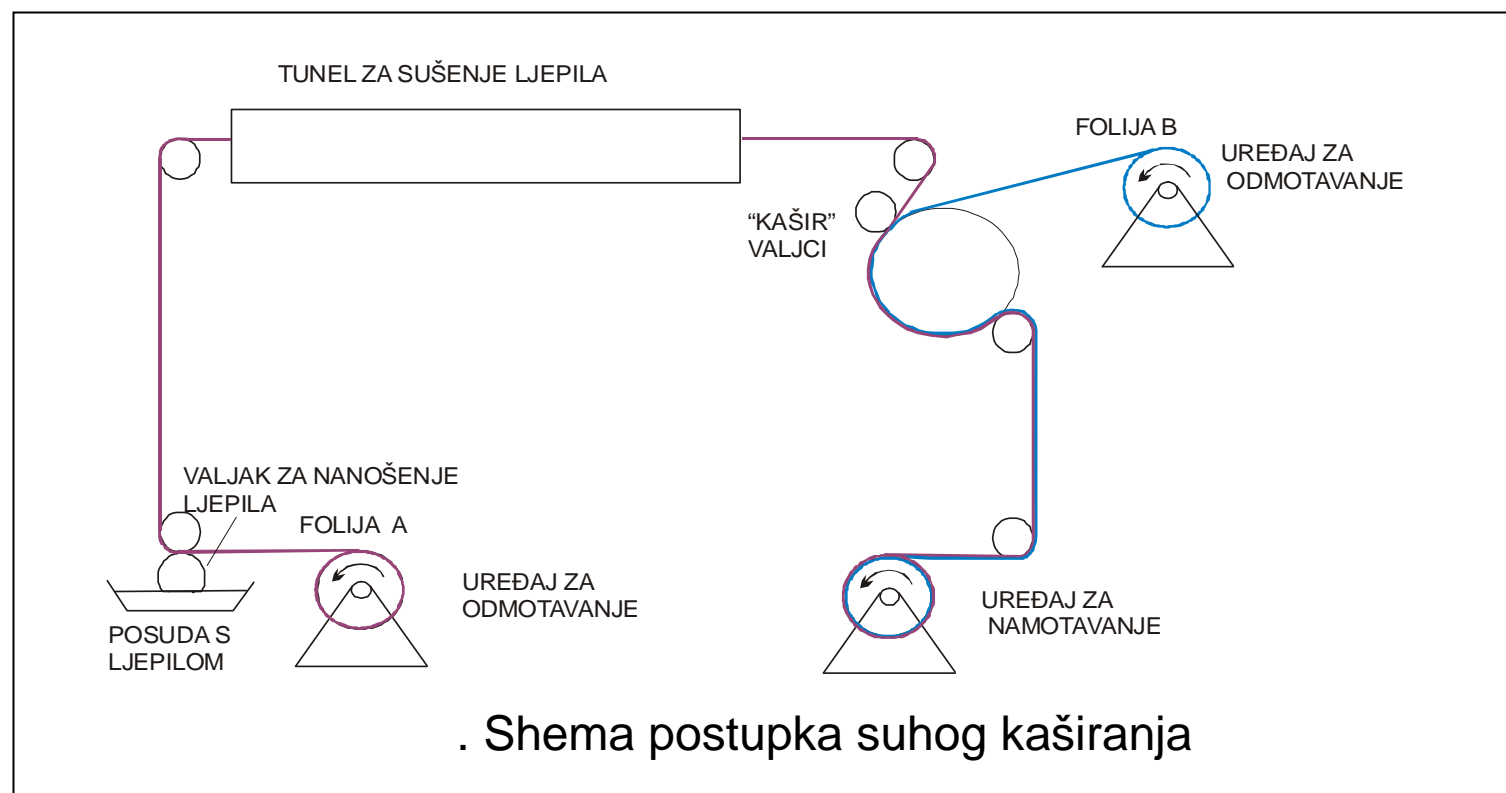
Polipropilen: koekstrudirani
lakirani
metalizirani
perlitni
cast

Dupleks vrećice
različitih dimenzija
i namjene

5.5.1. POSTUPCI PROIZVODNJE LAMINATA

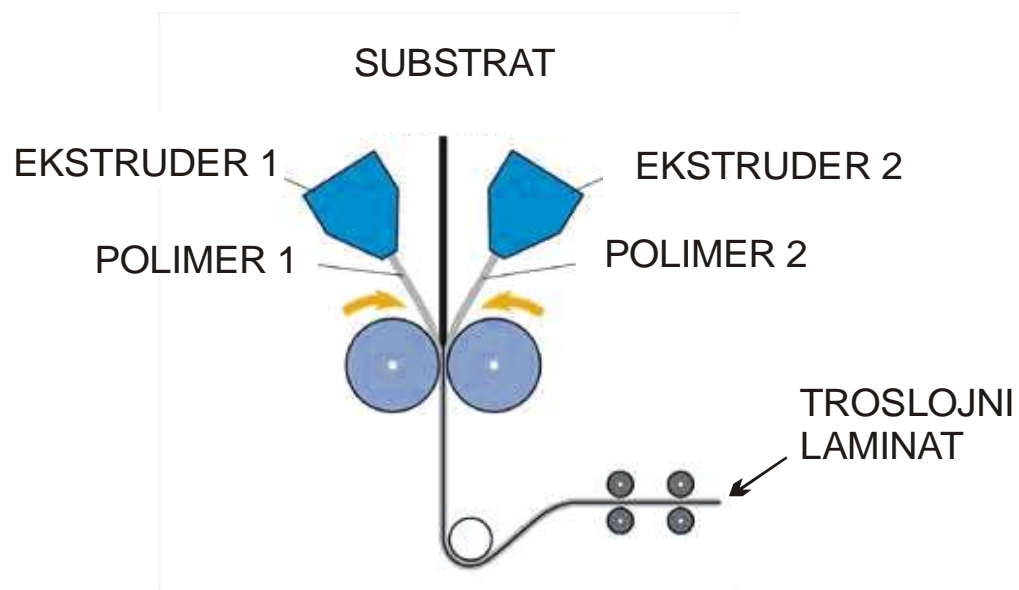
Spajanje folija u kompaktnu cjelinu

- **kaširanjem** - postupak spajanja dviju folija uz upotrebu adheziva
 - adhezivi → dvokomponentna ljepila, prirodna ljepila i voskovi
 - postupci kaširanja prema vrsti adheziva: suhi, mokri i toplinski



Ambalažni materijali

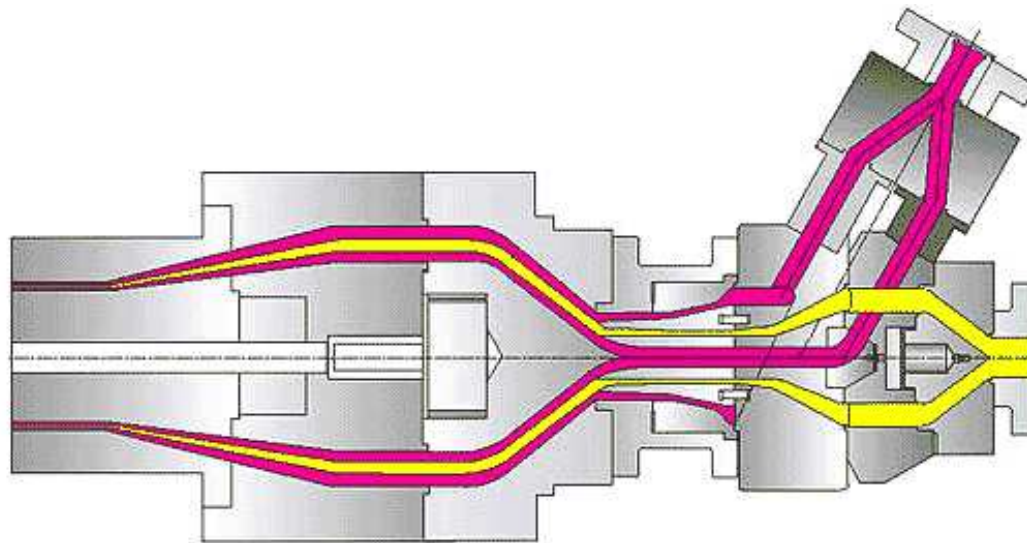
- **ekstruzijsko oslojavanje** - postupak proizvodnje laminata po kojem se folija od plastomera proizvodi postupkom ekstruzije i odmah nakon izlaska iz mlaznice još vruća nanosi na drugu foliju s kojom se tlačenjem i hlađenjem spoji



Obostrano ekstruzijsko oslojavanje

Ambalažni materijali

koekstrudiranje → dvoslojni ili troslojni laminati u obliku crijeva



Koekstrudiranje troslojnog laminata (presjek mlaznica ekstruderâ)

silikonizacija - postupak nanošenja sloja silicijeva dioksida na foliju od polimernog materijala

metalizacija - postupak nanošenja sloja aluminijske folije na foliju od polimernog materijala

4.5. STAKLO

- smjesa međusobno otopljenih silikata bogatih silikatnom kiselinom
- **tehničko staklo** → građeno od najmanje tri oksida iz tri različite grupe oksida (svaka grupa oksida ima drukčiju funkciju i utjecaj na svojstva stakla)

- kemijski sastav stakla masovne proizvodnje:

| | |
|---|-----------|
| SiO ₂ | 70 - 76% |
| Na ₂ O + K ₂ O..... | 13 - 18 % |
| CaO + MgO..... | 6 - 14 % |

za proizvodnju ambalaže najvažnije:

- **natrijevo** staklo → natrij-kalcij-silikat približnog sastava
$$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$$
- **olovno** staklo → sadrži kalijev oksid, olovni oksid i silicijev dioksid u različitim omjerima
- **aluminijsko** staklo → sadrži natrijev oksid, kalcijev oksid, silicijev dioksid i 10 % aluminijeva oksida

Ambalažni materijali

svojstva stakla:

- za proizvodnju i uporabu staklene ambalaže posebno su važna:
 - mehanička** svojstva → ovise o režimu hlađenja staklene taljevine
 - toplinska** i **električna** vodljivost → slaba
 - optička** svojstva → propuštanje svjetla i boja stakla
 - kemijska** svojstva → postojanost prema većini kiselina, lužina i soli i prema svim organskim materijama, jače ga razaraju samo taljevine alkalija i fluoridna kiselina
 - grafička** svojstva → loše prima tisak
- za proizvodnju su osobito važna toplinska svojstva staklene taljevine

Prednosti stakla pred drugim ambalažnim materijalima:

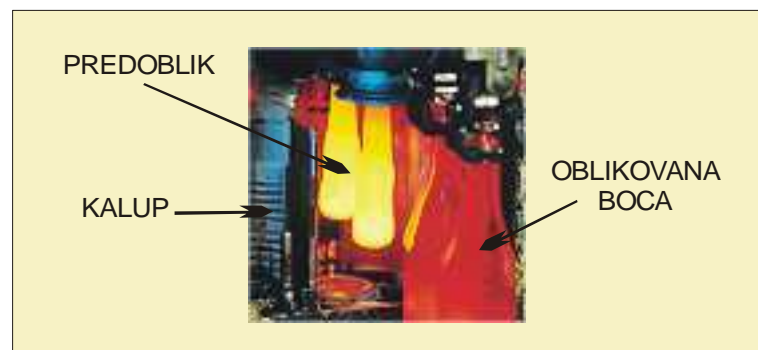
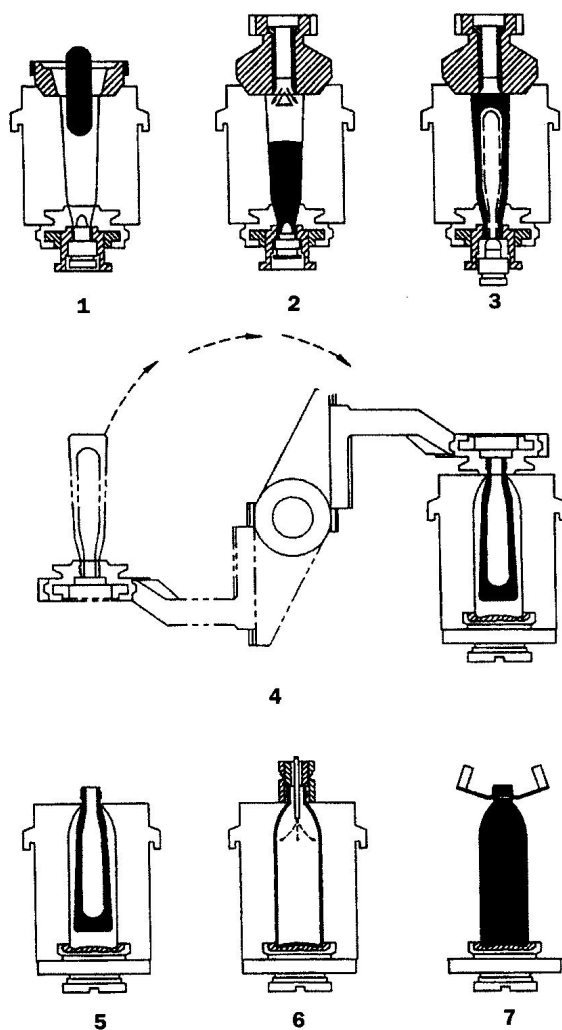
- ne propušta plinove i paru, što omogućava održavanje proizvoda svježim dulje vrijeme bez promjene arome proizvoda
- postojano je pri temperaturama sterilizacije hrane
- čvrsto je, dobar je izolator i može se proizvoditi u vrlo različitim oblicima
- prozirnost stakla omogućava kupcu uvid u sadržaj
- može se reciklirati

Nedostatci stakla pred drugim ambalažnim materijalima:

- osjetljivost na pucanje djelovanjem unutarnjeg tlaka, udarca ili temperaturnog šoka
- velika masa (poskupljuje transportne troškove)

Ambalažni materijali

Shema proizvodnje staklene ambalaže puhanjem



- 1- ulaz kapi stakla u predkalup
- 2- zatvaranje predkalupa
- 3- upuhivanje zraka i oblikovanje predoblika
- 4- prebacivanje predoblika u kalup
- 5- zatvaranje kalupa
- 6- konačno oblikovanje ambalaže ponovnim upuhivanjem zraka
- 7- vađenje ambalaže iz kalupa

6. AMBALAŽNI OBLICI

- važan element kreiranja ambalaže o kojem ovisi realizacija mnogih funkcija ambalaže



©2005. BOX embalaža. Sva prava pridržana.



6.1. Omoti

- vrlo jeftina i jednostavna prostorno neoblikovana ambalaža u koju se zamata roba stabilnog pojavnog oblika
- tanki, fleksibilni ambalažni materijali (papiri različite gramature i kvalitete, metalne folije i folije od polimernih materijala, laminati i tkanine)
- ako jedan omot ne udovoljava svim funkcijama ambalaže, roba se pakira u više omota načinjenih od različitih ambalažnih materijala

- posebna svojstva ambalažnog materijala za omote:
 - dovoljna krutost
 - glatka površina
 - mala sklonost za nabijanje statičkim elektricitetom
 - dobra sposobnost za zatvaranje omota

Ambalažni oblici

- prema obliku:

zatvoreni (zaštićuju robu od vlage, mikroorganizama i prašine, neprozirni i od utjecaja svjetla)

otvoreni (oblik crijeva navučen na robu)

- kombinacija otvoreni + zatvoreni (pr. čokolada)



Ambalažni oblici

- prema funkciji:

prodajna → grafički obrađeni

transportna → folije polim. materijala, laminati, deblji papir

dodatna:

- **vanjski** (prozirne folije visokog sjaja, dodatna zaštita, poboljšava opći izgled, pr. keksi)

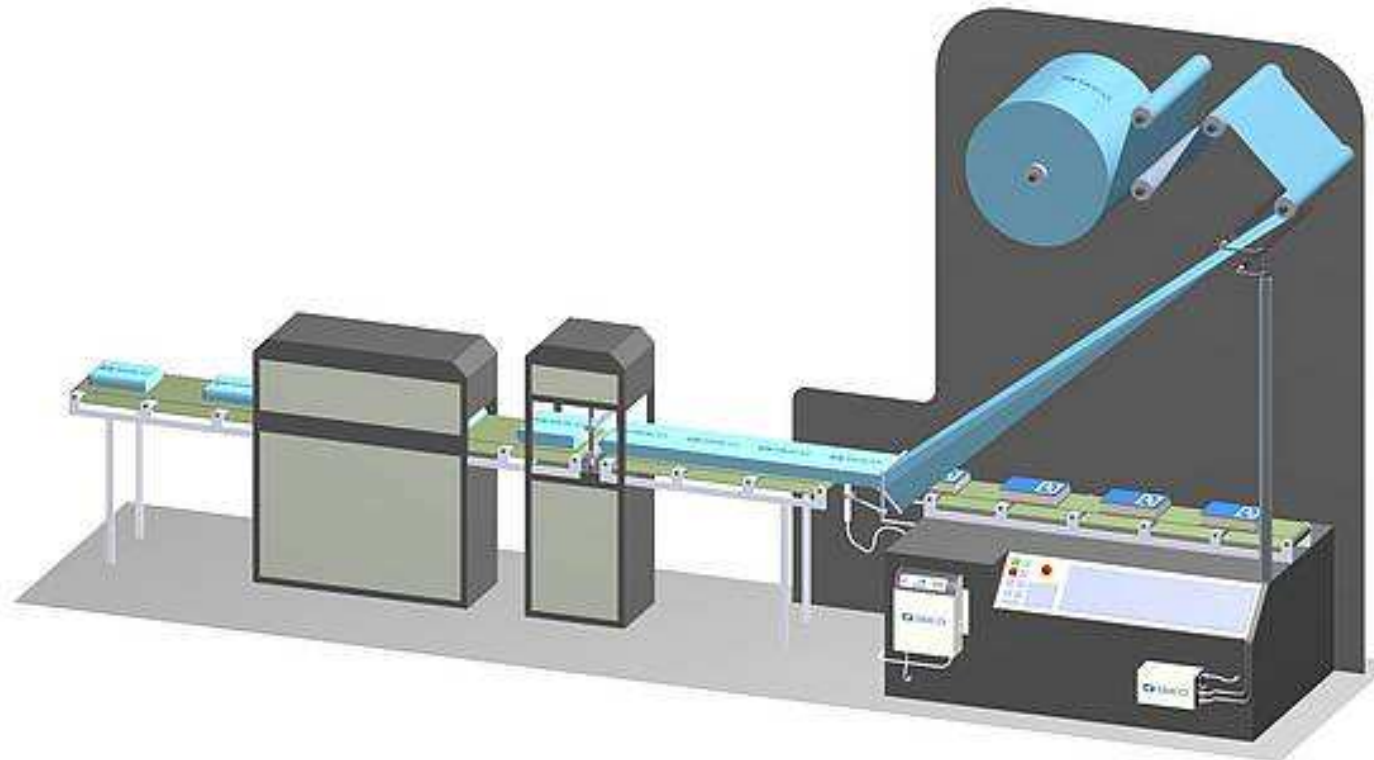
- **unutrašnji** (pojedinačno pakiranje robe, pr. plemenito voće, bomboni)



skupljajući omoti

- oblikuje se od termoskupljajućeg polimernog crijevnog filma
- aksijalno ili biaksijalno orijentirane folije (PE, PVC, PVDC)
- film se navuče na robu, kratko vrijeme zagrijava vrućim zrakom kako bi se folija skupila oko robe i čvrsto je obuhvatila
- roba je vidljiva sa svih strana
- omogućava pakiranje više prodajnih jedinica zajedno

termoskupljajući omoti



6.2. Kutije



©2005. BOX ambalaža. Sva prava pridržana.

- stabilna ambalaža → za pakiranje roba stabilnog oblika, ali i sipkih i pastoznih roba
- proizvode se: → od kartona, ljepenke, valovite ljepenke, drva, metala, plastike, laminata
→ postupkom krojenja i spajanja krojenih dijelova

Ambalažni oblici

- prema obliku u kojem se isporučuju:

složive (grafički obrađene, spojenog oplošja, prostorno se oblikuju neposredno prije korištenja)

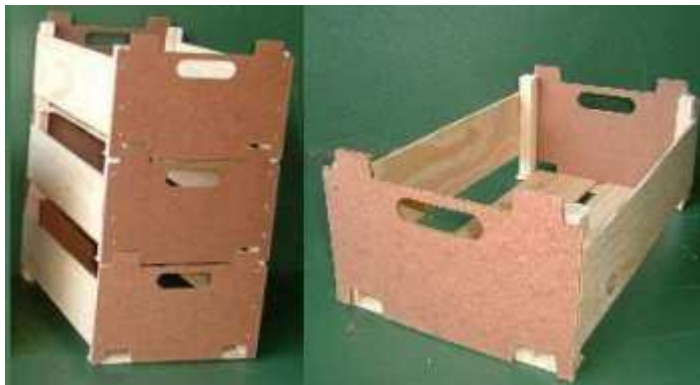
nesložive (imaju isti oblik i zauzimaju isti skladišni i transportni prostor prije i poslije punjenja)

- prema osnovnoj funkciji: transportna, prodajna, skupna ambalaža

6.3. Sanduci



- transportna ambalaža
- proizvode se → od drva, šperploče, furnira, kartona, valovite ljepenke, metala, plastike



6.4. Bačve, kante, vjedra

- ambalaža većeg volumena → cilindričnog oblika →
direktna transportna ambalaža
- za pakiranje robe raznih pojava oblika
(naročito za pakiranje roba opasnih za okolinu)

Ambalažni oblici

- proizvode se od:

drva → za tekućine (alkoholna pića)

kartona → sipke i pastozne robe

plastike → bojila, otapala, ljepila, ulja itd.

metala → tekućine

vjedra → uglavnom od plastike

kante → metalne ili plastične



6.5. BOCE

- tipična ambalaža za tekućine
- cilindrični oblik, okrugli, ovalni ili četverokutni presjek
- volumen od nekoliko mL do nekoliko L (uvijek veći od nominalnog)
- proizvode se uglavnom od jednog komada ambalažnog materijala plastičnim deformacijama

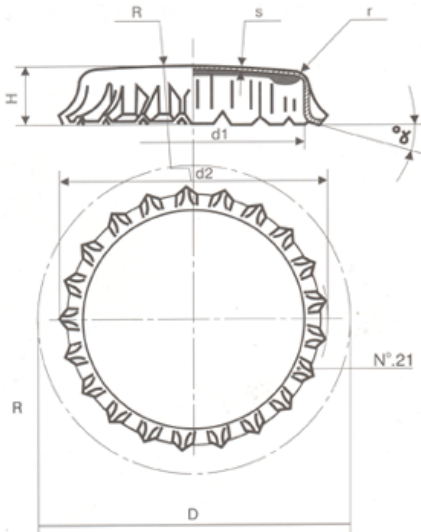
Ambalažni oblici

- **staklene boce** - zbog kemijske postojanosti pogodne za pakiranje čak i najagresivnijih roba
- zbog netoksičnosti pogodne za pakiranje kapljevih namirnica i lijekova
- otporne na unutrašnji tlak → pakiranje lakohlapljivih tekućina i plinskih otopina (pića s većim sadržajem CO_2)



Ambalažni oblici

- nedostatci - krhkost, velika masa, loše korišćenje skladišnog i transportnog prostora
- zatvaranje staklenih boca: - čepovi
 - zatvarači bez navoja
 - zatvarači s navojem



krunski čep



čep s navojem

- **plastične boce** - PET, PVC, PE, PP
 - oblikuju se postupkom injekcijskog prešanja s puhanjem
 - svojstva boce ovise o polimernom materijalu i namjeni



PE boca

PET boca



Ambalažni oblici

- **metalne boce** - od bijelog, crnog i aluminijskog lima
 - prema konstrukciji: dvodjelne, trodjelne i monoblok boce
 - za pakiranje komprimiranih i ukapljenih plinova
- **ambalaža za aerosole** - za robe koje se mogu koristiti u finodispergiranom stanju



6.6. Limenke

- prodajna ambalaža od bijelog, crnog i aluminijskog lima
- cilindričnog oblika (mogu imati i ovalni i četverokutni poprečni presjek),
(odnos dimenzija vrlo različit)



Ambalažni oblici

- prema konstrukciji i načinu zatvaranja :

1. **otvorene limenke** - poklopac se ne oštećuje pri otvaranju

- šavne → od bijelog lima

prije krojenja lim se grafički obradi

sastavljene iz tri dijela: plašt, dno i poklopac

oplošje se sastavlja dvostruko presavijenim šavom (zadebljanje se nalazi s unutrašnje strane)

zatvaraju se frikcijskim poklopcima koji se proizvode dubokim izvlačenjem

za pakiranje pastoznih i sipkih roba



Ambalažni oblici



- bešavne → od bijelog lima postupkom dubokog izvlačenja, poklopci se proizvode od istog materijala na isti način
- za pakiranje pastoznih roba koje nemaju lakohlapljive komponente

2. **poluzatvorene limenke** - od bijelog lima

prije krojenja lim se grafički obradi
isključivo cilindričnog oblika, visina im je
veća od promjera

izrađuju se samo u šavnoj izvedbi

za pakiranje boja i lakova, ljepila i
konzistentnih masti





Ambalažni oblici

3. **zatvorene limenke** - od bijelog i aluminijskog lima

poklopac se na njih trajno učvrsti nakon što se u njih stavi roba

mogu biti šavne i bešavne

limenke za pivo i osvježavajuća pića s većim sadržajem CO_2 → limenke s bešavnim tijelom u kojih je poklopac učvršćen za oplošje dvostruko presavijenim šavom



Ambalažni oblici



limenke za sterilizirane i pasterizirane namirnice

→ od bijelog i aluminijskog lima

mogu biti šavne i bešavne

dna i poklopci moraju biti elastični

6.7. Staklenke



- staklene boce širokog grla
- za pakiranje pastoznih i sipkih roba, tekuće robe velike viskoznosti i robe nehomogenog sastava (npr. kompot)
- prema području uporabe, prema načinu zatvaranja i osobito prema zahtjevima koji se postavljaju u pogledu efikasnosti zatvaranja, staklenke se mogu svrstati u dvije grupe:

1. staklenke za toplinski konzervirane namirnice

- imaju malu visinu i kratak vrat
- zatvaranje staklenki → poklopci različite izvedbe i karakteristika
- moraju hermetički zatvarati staklenku
- sustavi zatvaranja koji omogućavaju snižavanje tlaka u napunjenoj i zatvorenoj staklenci



2. **ostale staklenke** - za pakiranje sipkih i pastoznih roba koje se ne konzerviraju

(farmaceutski proizvodi, kemikalije za laboratorijske analize, praškaste namirnice)



6.8. Plastenke

- alternativna prodajna, nepovratna ambalaža koja zamjenjuje limenke i staklenke
- proizvode se od PE-HD, PVC-a i PS-a

Ambalažni oblici

polietilenske plastenke

- od PE visoke gustoće, postupkom puhanja
- za sipke i pastozne robe (umjesto poluotvorenih i otvorenih limenki)
- plastenke s perforiranim čepom (za praškaste robe)



poli(vinil-kloridne) plastenke

- od tvrdog PVC-a postupkom puhanja, prozirne, slične staklenkama
- za praškaste robe



polistirenske plastenke

- isključivo postupkom injekcijskog prešanja
- za farmaceutске i kozmetičke proizvode u obliku tableta i granula i u pastoznom obliku



6.9. Čaše

- jeftina, nepovratna prodajna ambalaža kružnog poprečnog presjeka, oblika krnjeg stožca
- za pakiranje vrlo viskoznih i praškastih roba

papirne čaše

- od kvalitetnog papira gramature 125 - 150 gcm⁻³
- papir oslojen voskom ili laminiran polimernim materijalom
- prije oblikovanja ambalažni materijal grafički se obradi

Ambalažni oblici

staklene čaše

- rijetko se upotrebljavaju kao ambalaža
(npr. za senf, slatke kreme i sl.)
- skuplje su, zauzimaju veliki skladišni i transportni prostor



plastične čaše

- jeftine, male mase, mogu se slagati jedna u drugu
(zauzimaju mali skladišni i transportni prostor)
- za pakiranje pastoznih i tekućih namirnica
- teško se grafički obrađuju pa se grafički elementi nanose na poklopac



Ambalažni oblici

- duboko vučene čaše - od folija PS-a, tvrdog PVC-a, PE-LD, PP-a, PC-a

- za pakiranje jogurta i ostalih mliječnih proizvoda, jestivih masnoća, itd.

zatvaranje: - poklopci za zubom

- zavareni poklopci

- alu-poklopci

- brizgane čaše - uglavnom od PS-a

- imaju deblje stijenke i stabilniji oblik

zatvaranje: - poklopac sa zubom ili frikcijski poklopac



6.10. Tube



- fleksibilna, nepovratna, prodajna ambalaža
- cilindričnog oblika, na jednom kraju naglo prelaze u kratki vrat na kojem se nalazi grlo (otvor za vađenje robe)
na drugom kraju je otvor kroz koji se puni roba i nakon toga se zatvara ravnim šavom
- za pakiranje pastoznih roba i roba koje sadrže lako hlapljive sastojke

Ambalažni oblici

Al-tube - vrat tube je od plastike

- za zatvaranje isključivo plastični čepovi

- tube bez otvora, s Al membranom

- dobro se grafički obrađuju

- mehanički osjetljive, pakiraju se pojedinačno, a zatim u skupnu ambalažu

- za pakiranje kozmetičkih proizvoda (pasta za zube), proizvoda kemijske industrije (ljepila, brzo sušivi kitovi), farmaceutskih proizvoda, prehrambenih proizvoda



Ambalažni oblici

plastične tube - izbor polimernog materijala ovisi o vrsti robe koja će se pakirati

- prema mehaničkim svojstvima dijele se na:
 - polukrute
 - meke
- stojeće tube → mogu stajati vertikalno na širokom poklopcu
- ne moraju se pakirati pojedinačno u kartonske kutije



6.11. Mjehurasta (blister) ambalaža

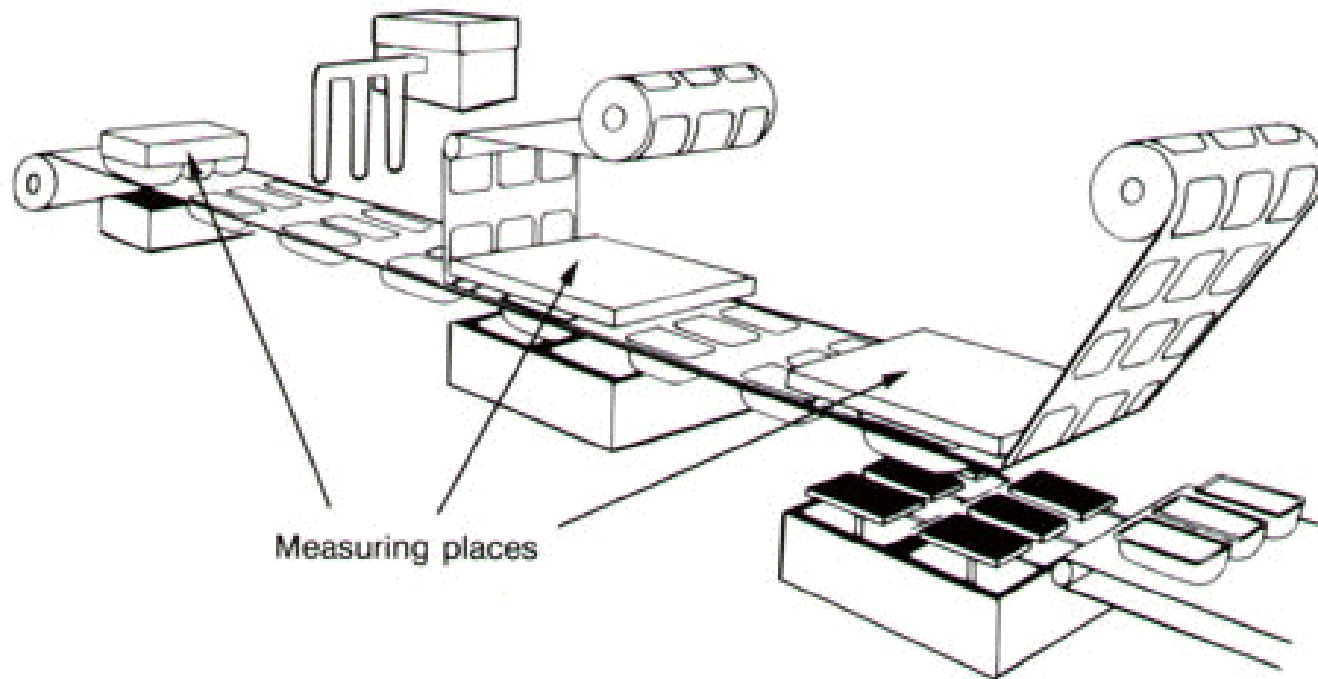
- jeftina, jednostavna, praktična i funkcionalna ambalaža
- ambalaža koja se proizvodi u trenutku pakiranja
- vrlo dobro riješene prodajne funkcije ambalaže
- sastoji se iz dva dijela → gornji od prozirne folije (PVC, PS) oblika sličnog obliku robe
- podloga od neprozirnog materijala (karton, valovita ljepenka, laminat ili Al-folija)



Ambalažni oblici

- roba se postavlja na podlogu a gornji dio, koji je zavaren na podlogu, pokriva robu kao mjehur (blister - mjehur)
- robu štiti od prašine, mehaničkih naprezanja, a ako je roba osjetljiva na vlagu i sastojke zraka podloga i mjehur rade se od materijala manje propustljivosti (podloga od laminata na bazi kartona ili Al-folije, a mjehur od PVC-a oslojenog PVDC-om)
- služi za pakiranje vrlo različitih roba stabilnog oblika i za pakiranje kolača i peciva

Ambalažni oblici



shema linije za proizvodnju blister ambalaže



Ambalažni oblici

- nedostatak - teško se otvara, pri tome se uništi
- posebna izvedba blister ambalaže sa žlijebom - lako se otvara i može se ponovo zatvoriti - pruža lošu zaštitu od vlage i ostalih sastojaka zraka
- blister ambalaža za farmaceutske proizvode (tablete, dražeje, ampula i sličnih lijekova), vrlo je higijenska, lako se otvara
 - podloga od Al-folije s vanjske strane lakirana i grafički obrađena, s unutrašnje oslojena tankim slojem PE-a
 - gornji dio oblikuje se od PVC-a postupkom dubokog izvlačenja

6.12. Pakiranje prijanjajućim filmom (skin-ambalaža)

- slična mjehurastoj ambalaži
- oblikuje se tijekom samog pakiranja, ali se gornji dio ne oblikuje u kalupu, već na samoj robi koja se pakira, pa potpuno naliježe na tijelo (skin - koža)
- za gornji dio → PVC folija, biaksijalno orijentirana PS folija, celuloznoacetatna folija



VC999 Packaging Systems



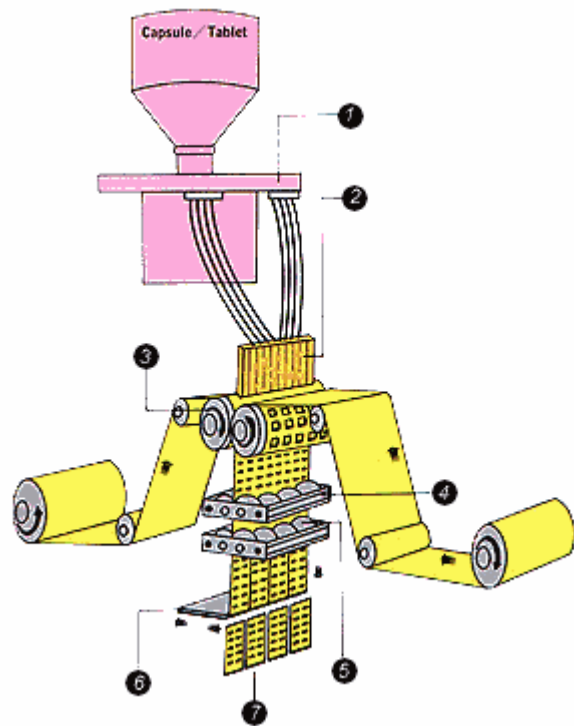
- oblikovanje - folija se zagrije
 - postavi se preko kartonske podloge na kojoj se nalazi roba
 - vruća folija se isteže i čvrsto obujmi robu sa svih strana
 - folija se učvrsti na robu zavarivanjem, može i ljepljenjem ili čeličnim spajalicama
- pogodna za pakiranje mehanički postojanih roba, neosjetljivih na temperaturne promjene

6.13. Strip-ambalaža



- specijalna ambalaža za pakiranje lijekova u obliku tableta i dražeja
- oblikuje se od dvije trake laminata između kojih se stavlja lijek i zatim se toplinski zavare
- najčešće se koristi aluminijsko-polietilenski laminat

Ambalažni oblici



7. AMBALAŽA PREHRAMBENIH PROIZVODA

7.1. Interakcije u ambalažnom sustavu

osnovna funkcija pakiranja → sprječavanje reakcija koje utječu na stabilnost upakiranog sadržaja

Ambalažni sustav (packaging system)

- **proizvod** (u krutom, tekućem, pastoznom obliku...)
- **ambalaža** (metal, staklo, polimerni materijali.....) u kontaktu s namirnicom
- **okolina** (temperatura, vlažnost, kisik.....)

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Interakcije ambalažnog sustava:

- transport mase
- razmjena energije
- biološke interakcije

transport mase → razmjena mase unutar ambalažnog sustava od trenutka kad se proizvod stavi u ambalažu do trenutka kad se ambalaža otvori ili ošteti

- hlapljive komponente unutar ambalažnog sustava (voda, CO_2 , arome)

Ambalaža prehrambenih proizvoda

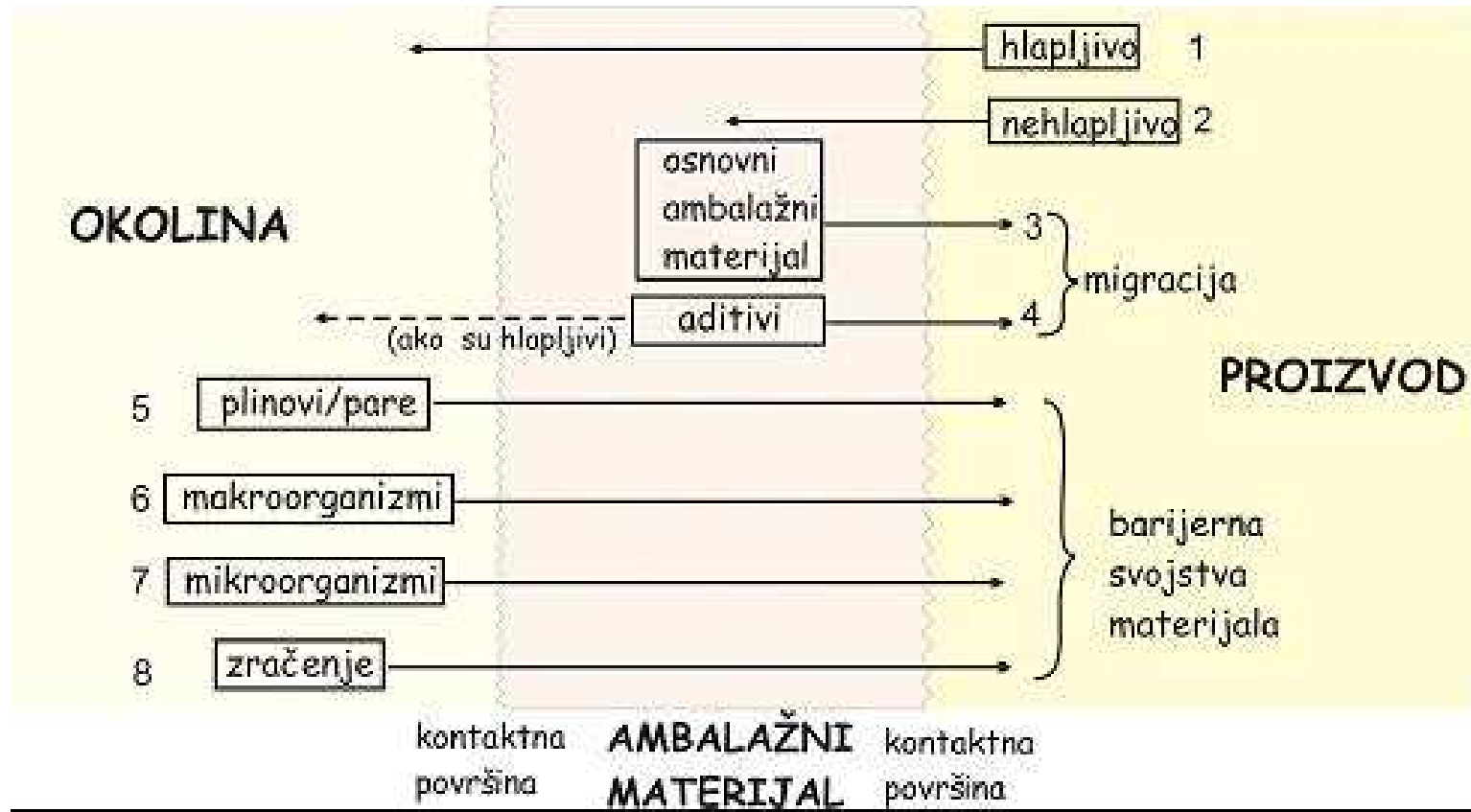
- procesi permeacije, apsorpcije i migracije

Permeacija → razmjena molekula male molekulske mase difuzijom između proizvoda i okoline kroz homogenu stjenku ambalaže

Apsorpcija → prijelaz komponenti iz namirnice na ambalažni materijal

Migracija → prijelaz komponenti iz ambalaže u namirnicu

Ambalaža prehrambenih proizvoda



Slika 7-1. Komponente koje mogu stupiti u interakcije unutar ambalažnog sustava

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.2. Interakcije u sustavu "polimerna ambalaža-hrana"

Potencijalni migranti iz polimernih materijala:

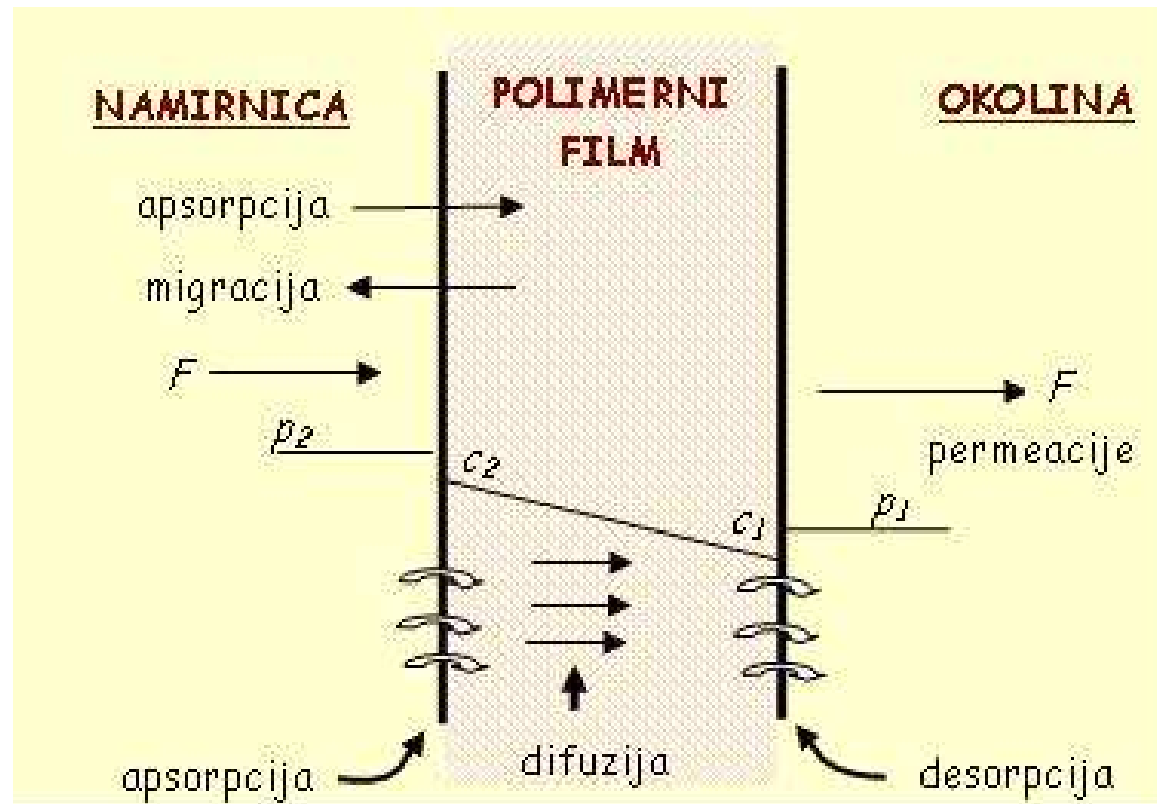
- ostatci monomera
- omekšavala
- ostatci katalizatora
- stabilizatori
- antioksidansi
- antistatici itd.

Procesi permeacije, apsorpcije i migracije opisuju su Fickovim zakonom

$$J = -D \frac{\partial c}{\partial x}$$

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.2.1. Permeacija



Slika 7-2. Shema transporta mase kroz polimerni film.

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Karakteristike permeabilnosti polimernog filma koji se nalazi u stacionarnom stanju i u uvjetima kontrolirane difuzije mogu se izraziti različitim fizikalnim veličinama.

$$\text{Permeabilnost, } R \rightarrow R = \frac{Q}{At\Delta p}$$

$$\text{Koeficijent permeabilnosti, } P \rightarrow P = \frac{Ql}{At\Delta p}$$

$$\text{Brzina protoka mase, } F \rightarrow F = \frac{Q}{At}$$

$$\text{Brzina protoka mase normalizirana prema debljini, } N \rightarrow N = \frac{Ql}{At}$$

gdje je: Q - količina tvari (izražena kao masa ili volumen) koja prolazi kroz ambalažni materijal

l - debljina ambalažnog materijala

t - vrijeme kontakta

A - veličina promatrane površine

Δp - razlika parcijalnih tlakova tvari kroz materijal

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Metode za određivanje permeabilnosti polimernih filmova mogu se podijeliti na:

- metode pri promjenjivom tlaku
- metode pri promjenjivom volumenu
- izostatske metode ($p, V = \text{konst.}$)

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Za mjerenje je potrebno raspolagati:

- izvorom tvari koja prolazi kroz ambalažni materijal
- jedinicom za ispitivanje
- instrumentom za identifikaciju tvari koja je prošla kroz ambalažni materijal
- atmosferom s kontroliranom temperaturom

Jedinica za ispitivanje može se sastojati od:

- jedne ćelije s dvije komore
- ćelije s jednom komorom
- vrećice izrađene od ispitivanog filma

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Sustav za identifikaciju - dovoljno precizan i osjetljiv

Analitički senzori za analizu plinova mjere

- topljinsku provodljivost
- kulometrijske efekte
- elektrokemijski gradijent

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.2.2. **Apsorpcija i migracija**

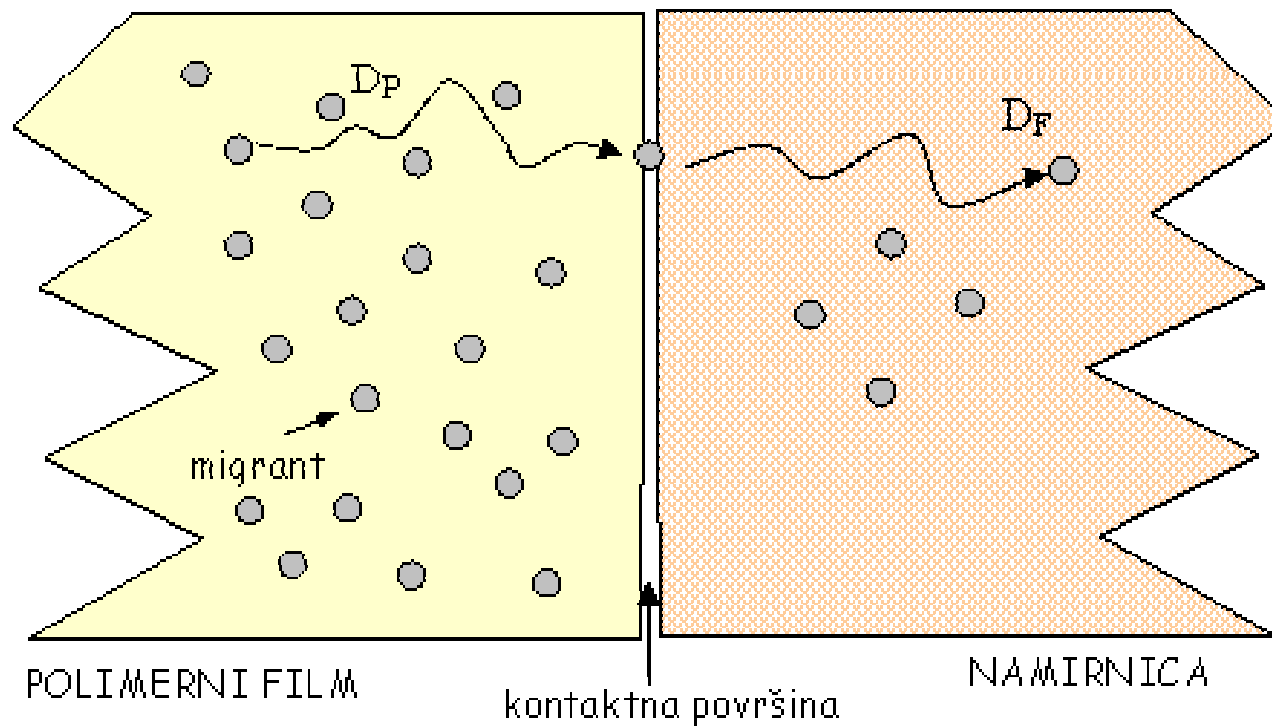
→ transport mase u ambalažnom sustavu u kojem se namirnica nalazi u izravnom kontaktu s polimernim materijalom

Migracija \Rightarrow "normalna" migracija

Apsorpcija \Rightarrow "negativna" migracija

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Migracija tvari iz ambalaže



Slika 7-3. Shema procesa migracije u sustavu "hrana - ambalaža"

D_p - koeficijent difuzije migrirajuće tvari u polimernom filmu

D_f - koeficijent difuzije migrirajuće tvari u namirnici

Ambalaža prehrambenih proizvoda

sastav faza u ambalažnom sustavu
termodinamička ravnoteža

za tekuće i polukrute proizvode

$$K = \frac{\text{koncentracija tvari u ambalažnom materijalu}}{\text{koncentracija tvari u namirnici}}$$

za plinove

$$S = \frac{\text{koncentracija tvari u ambalažnom materijalu}}{\text{parcijalni tlak u prostoru ambalaže}}$$

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Simulanti hrane su tekućine visoke čistoće svojstvima slični odgovarajućim namirnicama.

Tablica 1. Simulanti hrane

| | | |
|---|--|---|
| A | Destilirana voda | za namirnice čija je pH vrijednost $> 4,5$ |
| B | 3% otopina octene kiseline | za namirnice čija je pH vrijednost $< 4,5$ |
| C | 15% otopina etanola | za namirnice koje sadržavaju alkohol |
| D | Rafinirano maslinovo ulje, suncokretovo ulje ili smjesa sintetičkih triglicerida | za ulja i masti i za namirnice s više od 5% masti |

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Tablica 2. Odabir vremena (t) i temperature (T) u skladu s uvjetima u stvarnoj uporabi

| Uvjeti u stvarnoj uporabi | Uvjeti ispitivanja |
|--|----------------------------------|
| 1. Vrijeme dodira | |
| $t > 24 \text{ h}$ | |
| $T \leq 5^{\circ}\text{C}$ | 10 dana pri 5°C |
| $5^{\circ}\text{C} < T \leq 40^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$ | 10 dana pri 40°C |
| 2. Vrijeme dodira | |
| $2 \text{ h} < t \leq 24 \text{ h}$ | |
| $T \leq 5^{\circ}\text{C}$ | 24 h pri 5°C |
| $5^{\circ}\text{C} < T \leq 40^{\circ}\text{C}$ | 24 h pri 40°C |
| $T > 40^{\circ}\text{C}$ | u skladu s državnim zakonom |
| 3. Vrijeme dodira | |
| $t < 2 \text{ h}$ | |
| $T \leq 5^{\circ}\text{C}$ | 2 h pri 5°C |
| $5^{\circ}\text{C} < T \leq 40^{\circ}\text{C}$ | 2 h pri 40°C |
| $40^{\circ}\text{C} < T \leq 70^{\circ}\text{C}$ | 2 h pri 70°C |
| $70^{\circ}\text{C} < T \leq 100^{\circ}\text{C}$ | 1 h pri 100°C |
| $100^{\circ}\text{C} < T \leq 121^{\circ}\text{C}$ | 30 min pri 121 |
| $T > 121^{\circ}\text{C}$ | u skladu s državnim zakonom |

^a uvjeti ispitivanja od 10 dana pri 20°C primjenjuju se za polimerne materijale u kojima se čuva hrana pri temperaturi nižoj od 20°C

Ambalaža prehrambenih proizvoda

globalna migracija → ukupna migracija svih tvari male molekulske mase, iz ambalažnog materijala u hranu, pri točno određenim uvjetima

specifična migracija → migracija jedne ili dviju komponenata iz ambalaže u upakiranu hranu

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Uobičajene metode koje se koriste za kvantificiranje procesa apsorpcije i/ili migracije u sustavima za pakiranje hrane:

- gravimetrijska analiza
 - kromatografske metode
 - ekstrakcija superkritičnim fluidima
 - ekstrakcija tekuće-tekuće
 - ekstrakcija kruto-tekuće
 - mikroekstrakcija u krutoj fazi
-
- plinska kromatografija/masena spektrometrija
 - metoda radio markera C-14 i mjerenje izotopa

Tablica 3. Vrijednosti globalne migracije u test otopinama dobivene analizom komercijalnih ambalažnih materijala namijenjenih za pakiranje hrane.

| Polimerni materijal | Debljina / mm | Migracija / mg dm ⁻² | |
|---------------------------|---------------|---------------------------------|--------|
| | | Maslinovo ulje | Etanol |
| Linearni PE-LD | > 500 | 6,7 | 8,5 |
| | 30 | 5,0 | 3,5 |
| PE-HD | 400 | 8,3 | 5,5 |
| Polipropilen | > 500 | 1,4 | 2,4 |
| | 180 | 0,8 | 2,2 |
| Polipropilen (s tiskom) | 40 | 12,6 | 10,9 |
| Polistiren | 370 | 5,1 | 2,5 |
| PVC kruti | 410 | -0,1 | 0,8 |
| | 150 | 4,2 | 3,4 |
| Polikarbonat | > 500 | 3,7 | 1,8 |
| PET | 400 | -2,7 | 0,4 |
| | 12 | 1,4 | 1,6 |
| Poliamid/polietilen | 150 | 0,5 | 3,4 |
| | 90 | 0,6 | 1,6 |
| PVC kruti/PE (neprozirni) | 640 | 2,4 | 1,9 |
| PVC/PE (prozirni) | 500 | 0,8 | 1,8 |

Ambalaža prehrambenih proizvoda

→ zbog svoje potencijalne toksičnosti velika pažnja posvećuje se migraciji monomera (stiren, vinil-klorid), omekšavala i antioksidansa

Tablica 4. Sadržaj stiren-monomera u prehrambenim proizvodima

| Proizvod | Početna konc. stirena u ambalaži / ppm | Vrijeme čuvanja / dani | Konc. stirena u proizvodu / ppb |
|------------------------|--|------------------------|---------------------------------|
| Krema s maslacem | 1219 ± 57 | 24 | 59,2 ± 40,4 |
| Mazivi sir | 1315 ± 210 | 27 | 9,0 ± 3,4 |
| Kiselo vrhnje | 859 ± 87 | 27 | 24,0 ± 17,8 |
| Jogurt (obični) | 887 ± 75 | 36 | 13,0 ± 4,1 |
| Jogurt (okus maline) | 2589 ± 161 | 56 | 77,0 ± 9,8 |
| Homogenizirano mlijeko | 821 ± 40 | 19 | 17,2 ± 9,8 |
| Med | 1313 ± 140 | 120 | 22,7 ± 5,1 |

Tablica 5. Migracija di-(2-etilheksil) adipata (DEHA) iz PVC filma u hranu

| Vrsta hrane | % DEHA u PVC filmu | Migracija DEHA | |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | mg kg ⁻¹ | mg dm ⁻² |
| Svježe meso | | | |
| Goveđi odrezak | 22 | 2,6 | 0,8 |
| Svinjska koljenica | 22 | 1,8 | 0,4 |
| Odrezak od ovčjeg buta | 22 | 10,6 | 2,8 |
| Pileći karabatak | 21 | 8,5 | 8,1 |
| Sirevi | | | |
| Meki sir | 18 | 135,0 | 12,8 |
| Tvrđi sir | 15 | 27,8 | 2,3 |
| Brie sir | 22 | 114,0 | 9,5 |
| Voće i povrće | | | |
| Jabuka | 22 | 0,6 | 0,4 |
| Brokule | 21 | 0,5 | 0,1 |
| Pekarski proizvodi | | | |
| Voćni kolač | 13 | 54,0 | 2,7 |
| Uštipci s džemom | 12 | 74,9 | 4,3 |
| Biskvit | 15 | 69,4 | 5,4 |
| Kolač s višnjama | 13 | 79,0 | 7,2 |

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.2.3. Interakcije u sustavu "metalna ambalaža-hrana"

ovise o različitim faktorima:

- vrsti i kvaliteti ambalaže (željezo, kositar, aluminiij)
- kemijskom sastavu i pH namirnice
- aditivima koji se dodaju namirnici i mijenjaju joj kemijski sastav (kuhinjska sol, šećer, nitrati, nitriti, polifosfati)
- prisutnosti kisika u ambalaži
- uvjetima skladištenja itd.

Ambalaža prehrambenih proizvoda

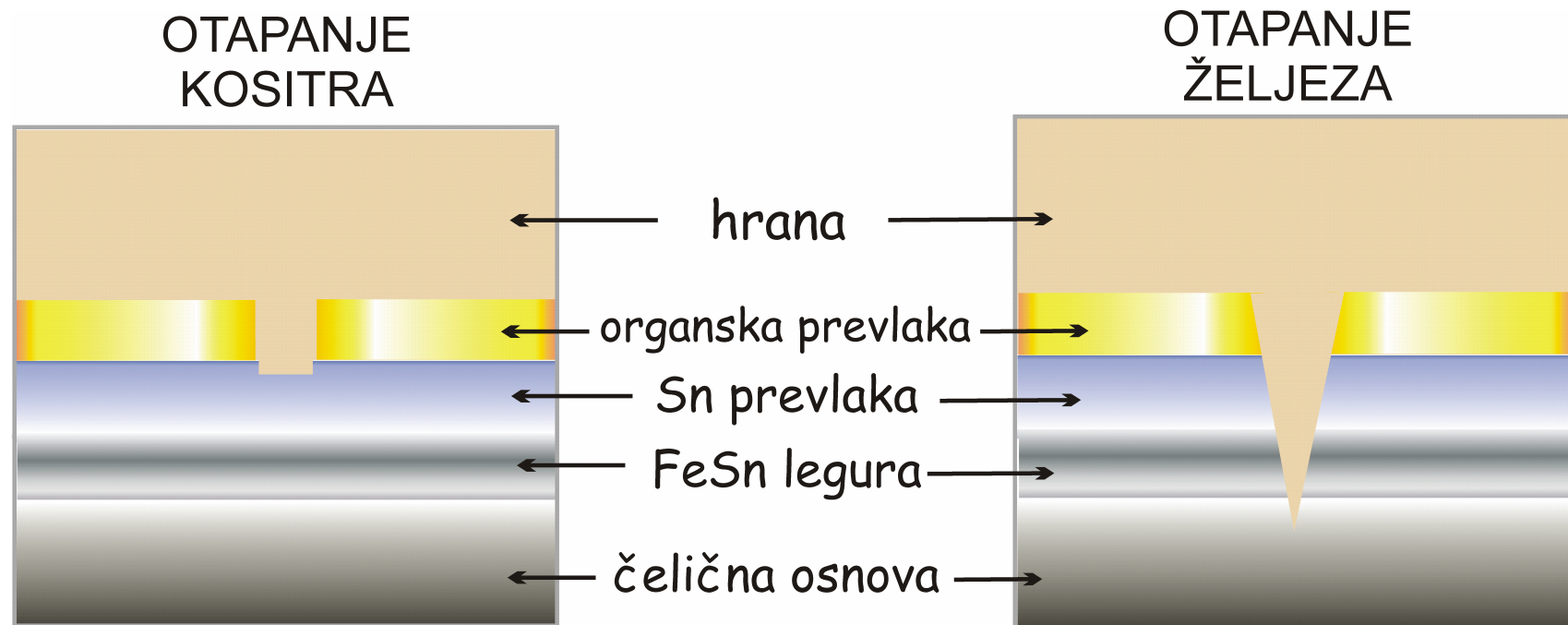
BIJELI LIM

- **kositrena prevlaka** → štiti čeličnu osnovu od korozije
→ vrlo tanki sloj → postojanje pora → čelična osnova izložena koroziji

vrsta procesa ovisi o karakteristikama namirnice:

- pH namirnice manji od 4 - 4,5 (sadrže kiseline) → pojava "točkaste" korozije (perforacija limenke i propadanje namirnice)
- pH namirnice veći od 5 i bogate bjelančevinama → pojava obojenosti limenke (mramoriranje)

Ambalaža prehrambenih proizvoda



Slika 7-4. Interakcije hrane i ambalaže od bijelog lima kroz pore u zaštitnoj prevlaci

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- da bi se izbjegla preuranjena perforacija limenke neophodno je, prilikom punjenja kiselih proizvoda, spriječiti pristup O_2
 - isto vrijedi i za gazirana bezalkoholna pića
- normalnom prehranom (ne uključujući hranu i pića u metalnoj ambalaži) u organizam se unosi oko 0,2 mg Sn na dan
- prema Codexu iz 1998. maksimalna dozvoljena količina Sn koja može prijeći iz ambalaže u proizvod iznosi:
 - 250 mg kg^{-1} → za čvrstu hranu
 - 200 mg kg^{-1} → za tekuće proizvode

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Tablica 6. Sadržaj metala u prehrambenim proizvodima punjenim u limenkama

| Proizvod | Limenka | Sadržaj metala /mg kg ⁻¹ | | |
|--------------------------------|------------|-------------------------------------|-----|-------|
| | | Pb | Sn | Fe |
| Voćni sirup u limenkama | | | | |
| Grejp | Nelakirana | 0,18 | 75 | 5,3 |
| Šljive | Nelakirana | 0,15 | 55 | 5,3 |
| Kruške | Nelakirana | 0,15 | 130 | 5,0 |
| Breskve | Nelakirana | 0,13 | 35 | 1,8 |
| Rabarbara | Lakirana | 0,16 | 20 | 3,0 |
| Crni ribizl | Lakirana | 1,00 | 45 | 130,0 |
| Malina | Lakirana | 0,07 | 10 | 2,0 |
| Ogrozd | Nelakirana | 0,08 | 95 | 3,0 |
| Jagode | Lakirana | 0,05 | 5 | 4,2 |
| Trešnje | Lakirana | 0,04 | 5 | 3,2 |
| Marelice | Nelakirana | 0,09 | 100 | 3,1 |
| Ananas | Nelakirana | 0,12 | 55 | 31 |

Ambalaža prehrambenih proizvoda

| Proizvod | Limenka | Sadržaj metala /mg kg ⁻¹ | | |
|--|------------|-------------------------------------|----|-----|
| | | Pb | Sn | Fe |
| Tekući medij povrća u limenkama | | | | |
| Zelena mahuna | Lakirana | 0,10 | 5 | 2,8 |
| Bob | Nelakirana | 0,06 | 5 | 6,8 |
| Obradene leguminoze | Lakirana | 0,22 | 10 | 9,9 |
| Gljive | Nelakirana | 0,01 | 15 | 5,1 |
| Srčika celera | Lakirana | 0,13 | 10 | 4,0 |
| Slatki kukuruz | Lakirana | 0,04 | 10 | 1,0 |
| Šparoge | Lakirana | 0,21 | 25 | 57 |

Ambalaža prehrambenih proizvoda

ALUMINIJSKA AMBALAŽA

- **čisti Al:**
 - a) aluminijske folije
 - b) zdjelice od Al-folije (za pakiranje smrznute hrane, pekarskih proizvoda, brzo pripremljene hrane)
 - c) omotna ambalaža (laminat s papirom ili polimernim materijalom)
- **Al zaštićen prevlakom** (lakovima, polimernim filmom, papirom, kartonom) → sadržaj ne dolazi u izravni dodir s Al

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- sadržaj Al u neobrađenoj hrani iznosi 0,1 mg kg⁻¹ (jaja, jabuke, svježi kupus, kukuruz, krastavac)
- u procesiranoj hrani su znatno više vrijednosti zbog dodatka Al soli u obliku aditiva
 - u terapijske svrhe 5 g/osoba/dan
- sadržaj Al u hrani neznatno poraste nakon zamrzavanja, pečenja ili kuhanja u aluminijskoj ambalaži
- otapanje Al iz Al ambalaže uzrokuje hrana kiselog karaktera (rajčice, kupus, bezalkoholna pića)

Ambalaža prehrambenih proizvoda

Tablica 7. Sadržaj Al u hrani prije i nakon kuhanja u aluminijskim posudama

| Proizvod | Nekuhana hrana | Kuhana hrana |
|---------------|---------------------------------------|--------------|
| | $\mu\text{g Al} / \text{g}$ proizvoda | |
| Govedina | 0,19 | 0,85 |
| Piletina | 0,47 | 1,00 |
| Šunka | 0,85 | 1,00 |
| Zelena mahuna | 3,80 | 3,80 |
| Riža | 1,50 | 1,70 |
| Tjestenina | 1,70 | 0,78 |
| Jabučni umak | 0,13 | 7,10 |
| Mlijeko | 0,18 | 0,23 |
| Krumpir | 0,20 | 1,10 |

**7.3. AMBALAŽA PROIZVODA OD ŽITARICA,
PEKARSKIH I KONDITORSKIH PROIZVODA**

ŽITARICE

1. Proizvodi koji sadržavaju cijelo zrno
2. Proizvodi od mljevenog zrna
3. Toplinski obrađeni proizvodi

Ambalaža prehrambenih proizvoda

1. PROIZVODI KOJI SADRŽAVAJU CIJELO ZRNO

(uklonjena samo ljuska zrna)

- oljuštena riža:

→ kartonska ambalaža s celofanskim "prozorom", PE vrećice, laminati papir/PE/Al folija/PE

→ zaštita od vlage i insekata

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- **prekrupljeno zrno žitarica:**

- jutene, papirne ili plastične vreće (transportna ambalaža)
- ambalaža postojana na vlagu
- zaštita od insekata i glodavaca: vreće se posipaju kemijskim sredstvima ili se tretiraju gama zrakama

- **kokice, sirove sjemenke:**

- kartonske kutije, limenke od bijelog lima
- zaštita od vlage i kisika

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- **cerealije za pripravo toplog obroka:**

→ karonske kutije s papirnom oblogom (da bi se spriječio gubitak mase prosijavanjem)

voštani papir \Leftrightarrow PVDC folija (omogućava toplo zavarivanja, ne propušta plinove i vodenu paru)

→ zaštita od vlage, insekata, prašine

Ambalaža prehrambenih proizvoda

2. PROIZVODI OD MLJEVENOG ZRNA

(pšenično brašno, posebno obrađeno kukuruzno brašno, prekrupljeno zrno žita, rižino i raženo brašno, ugušćivači za juhe i umake i sl.)

- papirne vrećice → zaštita od zagađenja i vlage

Ambalaža prehrambenih proizvoda

3. TOPLINSKI OBRADENI PROIZVODI

(proizvodi od brašna: kruh s kvascem, pečeni/prženi proizvodi od tijesta bez kvasca, biskviti, kolači, keksi, masna tijesta, tjestenina)

- **proizvodi od žitarica za brzu pripremu hladnog obroka:**

→ kartonske kutije koje omogućavaju "disanje" proizvoda

→ vosak/PE/VAc na sjajnom papiru

→ papir/PVDC

- **tjestenine** (udio vlage < 13%)

→ kartonske kutije s "prozorom", PE i PP vrećice

→ ambalažni materijal mora omogućiti disanje proizvoda bez apsorpiranja dodatne vlage i spriječiti kondenzaciju vlage na površini proizvoda

Ambalaža prehrambenih proizvoda

PEKARSKI I KONDITORSKI PROIZVODI

KRUH → voštani papir

- može se dobro zatvoriti, dobro zadržava vlagu
- nije transparentan, povećana propusnost pri gužvanju
- **celofan** - nepropustan za vodenu paru, mehanički postojan, sprječava raskvašivanje kore, omogućava pakiranje u higijenskim uvjetima
- **PE** - savitljiv, rastezljiv, pogodan za grafičku obradu
- **PP** - čvršći od PE-a, moguća toplinska sterilizacija kruha (talište 160°C), nepropustan za vodenu paru, ali ne i mirise i plinove
- **PVDC i E/VAI (etilen/vinil alkohol)** - izvanredna nepropustnost za plinove i paru, lako se laminiraju s drugim polimerima

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- pakiranje pekarskih proizvoda u ambalažu nepropusnu za vodenu paru sprječava isušivanje kore kruha
- problem: ta ambalaža potpomaže rast plijesni, zadržava se vlaga na površini proizvoda
- **kontaminacija kruha** - tijekom hlađenja ili pakiranja
- pakiranje toplog (70°C) ili vrućeg (90°C) kruha u sterilnu ambalažu (za crni kruh i kruh od cjelovitog zrna)
 - biaksijalno razvučena tvrda PVC folija (15 μm)
 - PE (30 - 35 μm)
 - PP perforirana folija (15 μm)

Ambalaža prehrambenih proizvoda

SMRZNUTI PEKARSKI PROIZVODI

dodatni zahtjevi → postojanost na niskim temperaturama
i na utjecaj masti

- voštani papir i karton, celofan, PE i laminati

Ambalaža prehrambenih proizvoda

KEKSI

(niski sadržaj vlage) → ambalaža postojana na vlagu i masnoće i na utjecaj svjetla

- lakirani celofan
- laminat: lakirani orjantirani PP/Al folija/PS

Ambalaža prehrambenih proizvoda

ČOKOLADA

- Al folija i omot od papira s grafičkom obradom
- **punjeni čokoladni deserti** → pojedinačno u čašice izrađene od sjajnog papira ili PVC filma → kartonska kutija → omot od transparentnog filma (zaštita od onečišćenja)
- "cvjetanje" čokolade (e. blooming chocolate) → površina čokolade poprima bijeli boju → promjena temperature ili značajan gubitak vlage

Ambalaža prehrambenih proizvoda

TVRDI ILI ŽELE BOMBONI

(proizvod s visokim udjelom šećera)

- plastične vrećice, laminati Al folija/papir
 - pojedinačno omatanje u celofan, PP ili voštani papir
- ambalaža mora štiti proizvod od povećanog gubitka ili vezivanja vlage

KAVA

- hermetički zatvorene limenke pod vakuumom
- staklenke s dodatnom zaštitom od voštanog papira ispod čepa
- vrećice poliester/Al folija /PE

Ambalaža prehrambenih proizvoda

PAKIRANJE U MODIFICIRANOJ ATMOSFERI

- produžuje trajnost pekarskih proizvoda
- kombinacija dviju metoda:
 1. vakuum pakiranje
 2. zamjena sa smjesom plinova (jeftini, fungicidni, nezapaljivi, netoksični i bez utjecaja na senzorska svojstva proizvoda)
 - smjesa dušika i ugljikova dioksida
- ambalaža → nepropusna za plin i vodenu paru
- količina zaostalog kisika mora biti manja od 2%

Ambalaža prehrambenih proizvoda

METODA tzv. "GENERACIJE KESICA" (e. sachet generation)

- unutar jediničnog pakiranja nalazi se kesica s apsorberom kisika (željezov prah ili spoj željezo (II) iona)
- kesice su od materijala koji izrazito propušta kisik i vodenu paru → nastaje netoksični željezov oksid
- ambalaža koja sadržava takve kesice mora imati vrlo nisku propusnost kisika → PVDC → konc. kisika se smanjuje na 100 ppm unutar 1-2 dana i ostaje takva tijekom cijelog razdoblja predviđenog za održivost proizvoda

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- drugi tip "generacije kesica" - tijekom skladištenja oslobađaju se plinovi ili pare etanola unutar pakiranja
- etanol adsorbiran na prahu SiO_2 , a kesica je od papira i etilen/vinil acetat kopolimera
 - ambalaža od lakiranog PVDC-a, poliesterske folije lakirane s PE-om ili s obje strane lakirane s PVDC lakom

Ambalaža prehrambenih proizvoda

AKTIVNO PAKIRANJE (e. Active Packaging)

- neželjene promjene hrane sprječavaju se uporabom kemijskih agenasa (antioksidansi i UV stabilizatori) ugrađeni u ambalažni materijal
- pr. za produženje trajnosti kruha: prevlaka karboksi metil celuloze (CMC), koja sadržava sorbinsku kiselinu, na papiru postojanom na masnoće

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.4. AMBALAŽA ZA PAKIRANJE VOĆA I POVRĆA

- voće i povrće nastavlja "živjeti" i nakon berbe (proces respiracije → troši kisik, otpušta CO_2 , vodu i energiju)
- svježe voće i povrće sadrži 80 - 90 % vode ⇒ relativna vlažnost unutar pakiranja treba biti oko 96 - 98 % pri konstantnoj temperaturi
- ambalažni materijal s relativno velikom propusnošću na vodenu paru ili perforirani materijali odgovarajuće poroznosti
- brzina respiracije kontrolira se količinom kisika u ambalažnoj jedinici ⇒ usporavanje proizvodnje energije i procesa dozrijevanja proizvoda
 - konc. kisika ispod 3 % → anaerobna fermentacija
 - rješenje: polimerni film s perforacijom promjera 0,38 cm
omekšani PVC, PE, celulozni Ac, PP, PS

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- nema jedinstvenog rješenja, ovisi o osjetljivosti proizvoda

1. **meko voće** → osjetljivo, anerobno kvarenje

→ polučvrsta ambalaža s poklopcem od celofana, celuloznog Ac, PS

2. **čvrsto voće** → mala brzina respiracije

→ kartonski podložak preko kojeg dolazi polimerni film

3. **proizvodi sa stabljikom** → izrazito skloni kvarenju

→ celofan postojan na vlagu ili perforirani PE film koji tijesno prijanja na podlogu

4. **korjenasto povrće** → nije lako pokvarljivo

krumpir → zaštita od svjetla primjenom obojenog filma

5. **zeleno povrće** → velika brzina respiracije i osjetljivost na anaerobno kvarenje - ambalaža nepropusna na vodenu paru

Ambalaža prehrambenih proizvoda

SMRZNUTO VOĆE I POVRĆE

- ambalažni materijal mora spriječiti gubitak vlage i hlapljivih aromatskih spojeva, spriječiti utjecaj kisika i svjetla
- skupljajući filmovi (PE) (smanjenje zračnog prostora) i Al folije (zdjelice različitih oblika i dimenzija)
- postojanost pri vrlo niskim temperaturama

Ambalaža prehrambenih proizvoda

SUŠENO VOĆE I POVRĆE

- ambalaža koja sprječava gubitak vlage i arome iz proizvoda

→ laminati dobrih barijernih svojstava

PE/Al folija/papir

celofan/PE/Al folija/PE

papir/PE/Al folija/PE

→ metalna ambalaža (bijeli lim) → za voće u sirupu i povrće u rasolu

Ambalaža prehrambenih proizvoda

PAKIRANJE VOĆA I POVRĆA U KONTROLIRANOJ (CA) I MODIFICIRANOJ (MA) ATMOSFERI

- zajedničko: smanjena koncentracija kisika i povećana CO_2 , moguća prisutnost drugih plinova
- razlika: u preciznosti kontroliranja parcijalnog pritiska plina
- CA se koristi za dugotrajnije skladištenje proizvoda
- MA se primjenjuje tijekom transporta, u prodajnom lancu ili za kratkotrajno skladištenje hrane
- polimerni materijali → monofilmovi PP
 - laminati na osnovi PET-a
 - peteroslojni koekstrudirani filmovi uključujući E/VAc

Ambalaža prehrambenih proizvoda

AKTIVNA MODIFIKACIJA ATMOSFERE

- vakuumiranje i zamjena atmosfere unutar pakovanja željenom kombinacijom plinova ili dodatkom tvari koje:
 - vežu kisik
 - reguliraju sadržaj ugljikova dioksida
 - kontroliraju sadržaj etilena
 - reguliraju sadržaj vlage
 - oslobađaju pare etanola

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.5. AMBALAŽA ZA PAKIRANJE MESA I RIBE

- biološka aktivnost svježeg mesa
- ambalaža mora zaštititi meso od vanjskih utjecaja (prašine i rukovanja), gubitka vlage i održati boju svježeg mesa
- kontaminacija bakterijama sprječava se primjenom niskih temperatura (ispod 10°C)
- ambalažni materijal dobrih barijernih svojstava → sprječava apsorpciju mirisa iz okoline

Ambalaža prehrambenih proizvoda

- kontrola propusnosti kisika: kompromis između postizanja idealne boje mesa i sprječavanja reakcije oksidativne degradacije
 - kisik → potreban za održavanje crvene boje mesa
 - dovodi do užeglosti masti
- transparentni materijali → zahtjev potrošača za potpuni pregled upakiranog svježeg mesa
 - propusnost kisika od $5000\text{mL/m}^2\text{ dan}^{-1}\text{bar}^{-1}$, pri $23,8^\circ\text{C}$ i s relativnom vlagom od 100% unutar ambalaže i 52 % izvan ambalaže
 - celofan s jedne strane presvučen nitroceluloznim lakom (propusan za kisik ali ne i za vodenu paru), PVDC, PE-LD s mikroporama, PE modificiran VAc-om
 - način pakiranja u maloprodaji: zdjelica od pjenastog PS s transparentnim omotnim filmom

Ambalaža prehrambenih proizvoda

SVJEŽA RIBA

- plitki podložak od pjenastog ili prozirnog PS i pokrov od PVC-a

VAKUUM PAKIRANJE SVJEŽE RIBE I MESA

- materijal visokih barijernih svojstava poput PVDC-a

Ambalaža prehrambenih proizvoda

SMRZNUTO MESO I RIBA

- zaštita od gubitka vlage, promjene temperature, utjecaja kisika i svjetla → PE, PP, karton presvučen voskom i laminati za vakuum pakiranje

PROCESIRANA RIBA

- losos, tuna, sardina → metalna ambalaža od bijelog lima
- zaštitna prevlaka koja sadržava ZnO (sa sumporovim spojevima iz hrane → ZnS → sprječava "mramoriranost" limenke → Al ambalaža

Ambalaža prehrambenih proizvoda

PAKIRANJE U MODIFICIRANOJ ATMOSFERI

- nedostatak povećane koncentracije CO_2 i smanjene konc. O_2 je nastajanje smeđeg pigmenta na površini svježeg mesa
- visoki udio CO_2 nepovoljan za pakiranje ribe zbog velike topljivosti plina u ribljem tkivu

Smjese plinova u modificiranoj atmosferi za neke proizvode

| PROIZVOD | SASTAV PLINOVA (%) | | |
|-------------------|--------------------|--------|-------|
| | O_2 | CO_2 | N_2 |
| Crveno meso | 70 | 30 | - |
| But | 80 | 20 | - |
| Odrešci | 69 | 20 | 11 |
| Bijela riba | 30 | 40 | 30 |
| Masna riba | - | 60 | 40 |
| Perad | - | 75 | 24 |
| Mesne preradevine | - | - | 100 |

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.6. AMBALAŽA ZA PAKIRANJE MLIJEKA I MLIJEČNIH PROIZVODA

- kompleksan sustav (vodene otopine soli, laktoze, i laktoalbumina) izrazito podložan razvoju mikroorganizama
- pakiranje u izrazito higijenskim uvjetima uz zaštitu od kontaminacije, bakterija, utjecaja svjetla, kisika i temperaturnih oscilacija
- za pakiranje: - različite izvedbe kartona prevučene voskom ili PE-om ("Tetra-pak", "Tetra-brick")
- plastične boce od PE, PP, PS, PET i PC
- sterilizirano mlijeko pakira se u potpuno sterilnim uvjetima u ambalažu koja sadrži Al foliju → osigurava dobra barijerna svojstva na svjetlo i plinove

Ambalaža prehrambenih proizvoda

MLIJEČNI PROIZVODI

(maslac, sir, margarin, jogurt, vrhnje, sladoled)

- laminati na osnovi kartona
- toplo preoblikovana ambalaža od PE-LD, PS, PP s lakoskidajućim poklopcima
- za sladoled: laminati postojani na niskim temperaturama
- za jogurt: posuđe od PS-a s poklopcem od Al folije
 - naglašen problem migracije komponenata iz ambalaže u hranu - stiren monomer u fermentiranim mliječnim proizvodima

Ambalaža prehrambenih proizvoda

SIR

- zaštita od vlage i kisika → PVDC, sam ili u kombinaciji s PE-om
- procesirani sirevi → laminati PE/celofan, voskom prevučeni celofan
- mazivi sirevi → laminati s Al folijom, voskom prevučene kartonske kutije, PS posuđe
- narezani sirevi - u atmosferi CO_2 u laminatima visokih barijernih svojstava

Ambalaža prehrambenih proizvoda

7.7. AMBALAŽA ZA ALKOHOLNA I BEZALKOHOLNA PIĆA

ALKOHOLNA PIĆA

- proizvodi fermentacije žitarica i voća
- staklena i metalna ambalaža (Al limenke - pivo)

VINO

- staklena boca s plutenim čepom
- pokušaji zamjene plutenih čepova novim materijalima

Ambalaža prehrambenih proizvoda

VOĆNI SOKOVI

- nutritivna vrijednost ovisi o sadržaju vitamina → (odabir ambalažnog materijala i uvjeti skladištenja)
- prirodni sokovi i voćni napitci → pri temp. hladnjaka u staklenoj ambalaži, PET ambalaži ili ambalaži izrađenoj od laminata
- pasterizirani sokovi → pune se u vrućem stanju u lakiranu metalnu ambalažu ili staklenke
 - savitljiva ambalaža od PVDC ili laminat Al folija/ PE
- koncentrirani voćni sokovi → limenke, plastične i staklene boce

Ambalaža prehrambenih proizvoda

GAZIRANA BEZALKOHOLNA PIĆA

- staklena, plastična i metalna ambalaža
- metalna ambalaža - bijeli lim, nelakirane limenke → interakcija s potencijalno korozivnim agensima (kiseline, bojila, otopljeni kisik i dr.)

8. ODBAČENA AMBALAŽA I OKOLIŠ

Paralelno s razvojem ambalažne industrije i sve većom zastupljenošću ambalaže u svakodnevnom životu, javlja se problem kako zbrinuti ambalažu nakon uporabe proizvoda.

Odbačena ambalaža

1. industrijski otpadak
2. otpadak u trgovini
3. sastavni dio kućnog otpada

Odbačena ambalaža i okoliš

1. **industrijski otpadak**

- najveći dio transportne i prodajne povratne odbačene ambalaže
- homogenog je sastava
- recikliranje ili uništavanje ne predstavlja problem

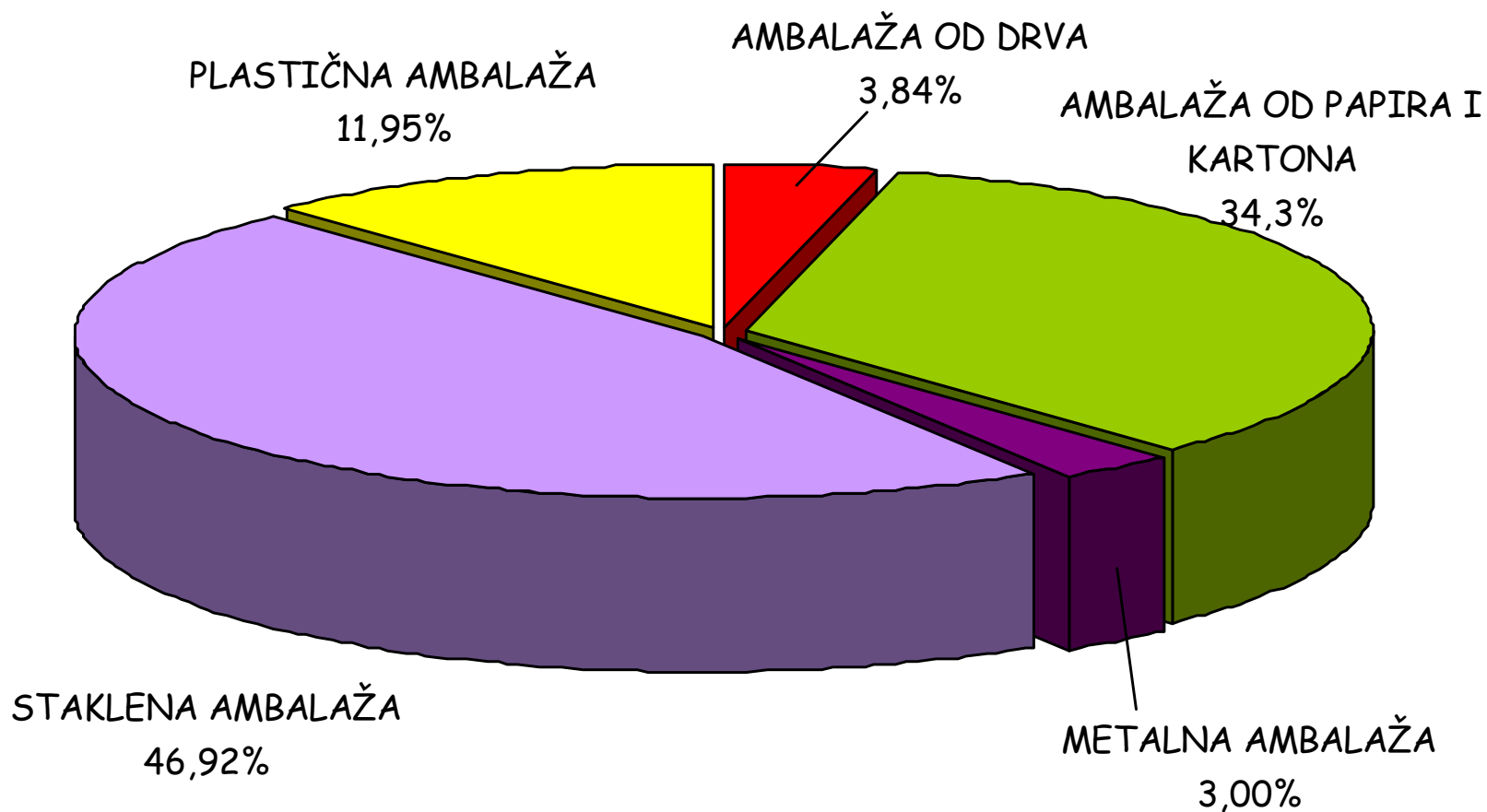
2. **otpadak u trgovini**

- nepovratna transportna ambalaža
- uglavnom homogenog sastava

3. sastavni dio kućnog otpada

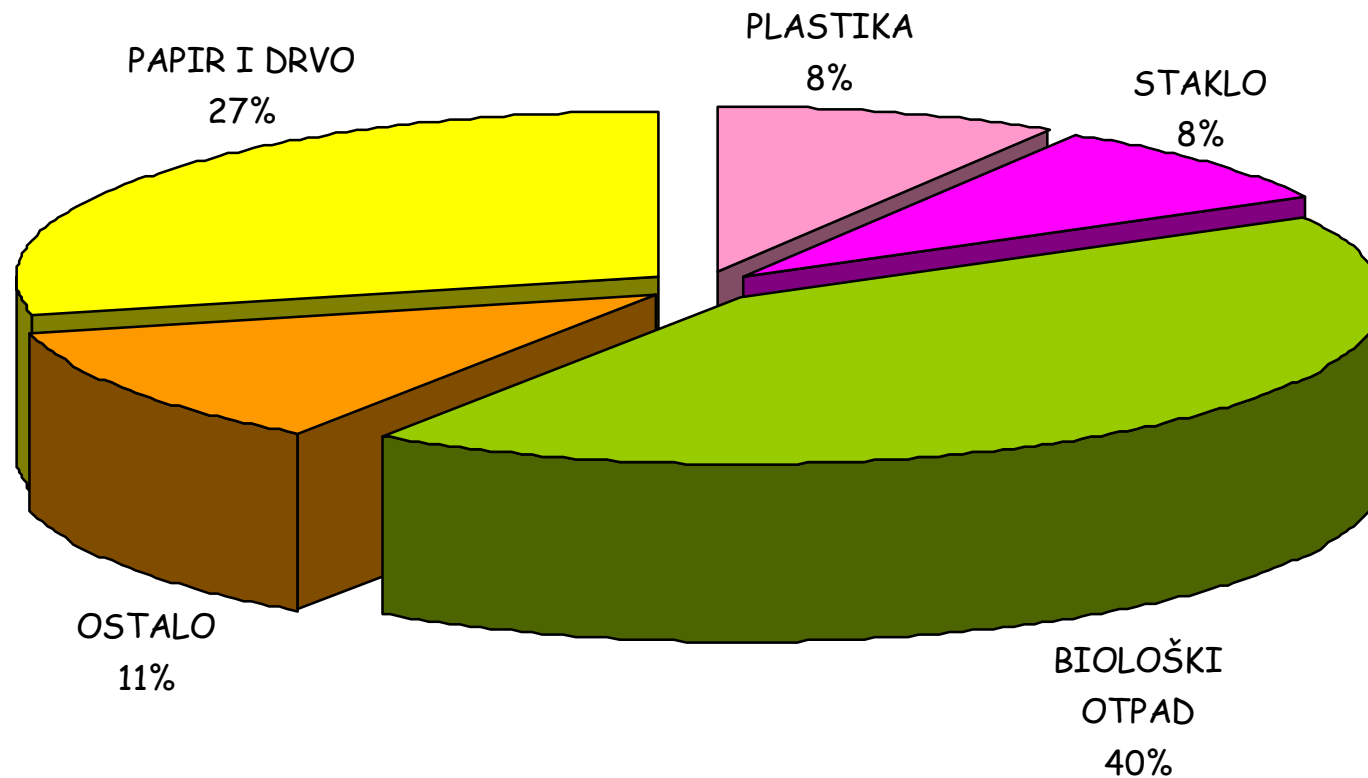
- nepovratna prodajna i transportna ambalaža izmiješana s drugim čvrstim otpacima
- ambalaža raznih ambalažnih materijala - vrlo heterogeni sastav
- u industrijski razvijenim zemljama odbačena ambalaža sudjeluje u kućnom otpadu s preko 60 %

Odbačena ambalaža i okoliš



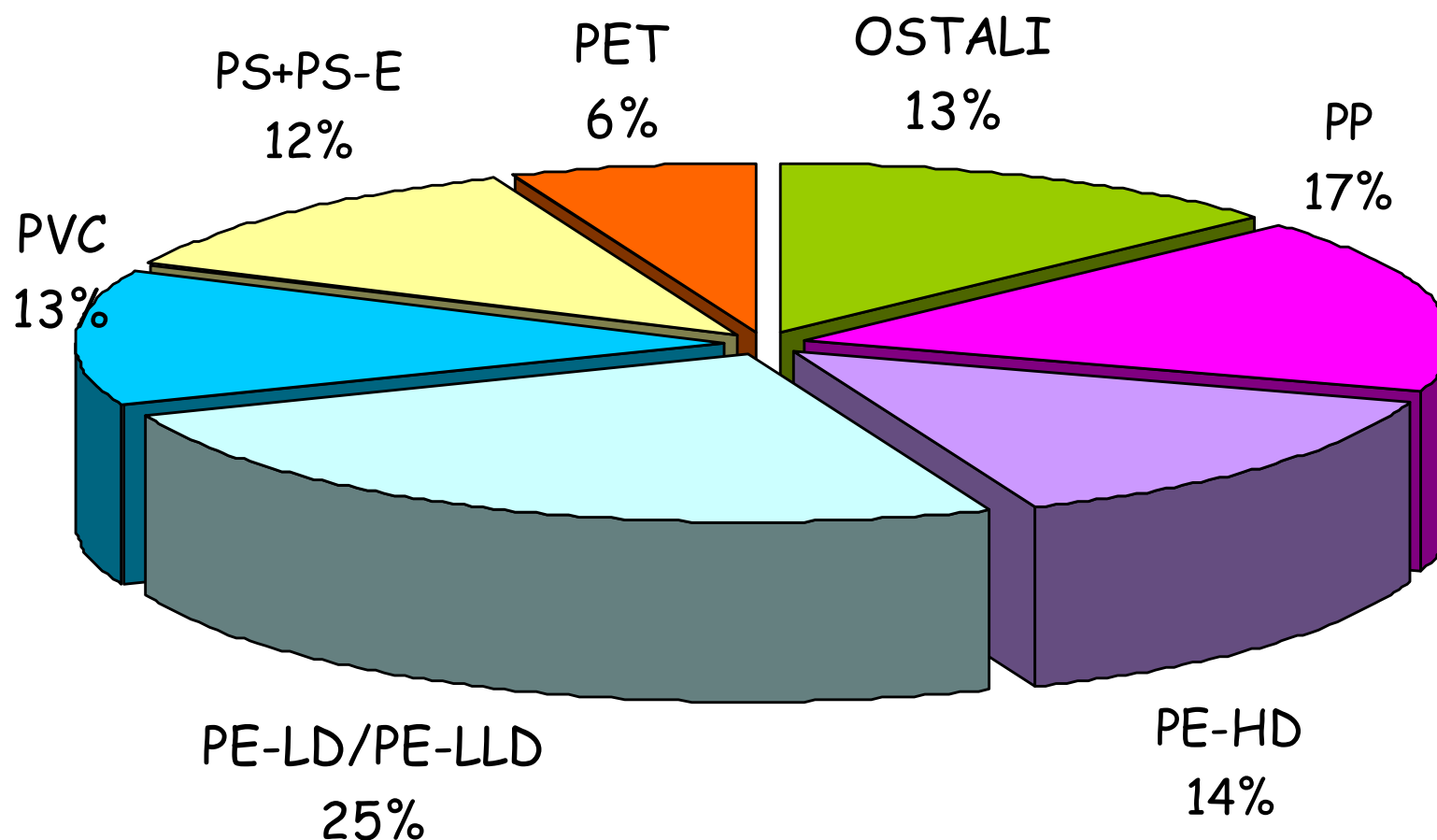
Slika 8-1. Udio pojedine vrste ambalaže u Hrvatskoj prema masi

Odbačena ambalaža i okoliš



Slika 8-2. Sastav kućnog otpada

Odbačena ambalaža i okoliš



Slika 8-3. Vrste i udjeli polimernih materijala u kućnom otpadu

Odbačena ambalaža i okoliš

- kriteriji za procjenu ekološke prihvatljivost ambalaže
- cjelovito sagledavanje utjecaja ambalaže na okoliš tijekom njenog životnog ciklusa od proizvodnje, tijekom primjene i nakon uporabe
- dominantan faktor pri procjeni ekološkog statusa je količina energije potrebne za proizvodnju

Odbačena ambalaža i okoliš

Za usporedbu:

za 1 000 **plastenki** od 1 litre treba **100kg** nafte (sirovina i energija)

za 1 000 **staklenki** od 1 litre treba **230 kg** nafte (samo energija)

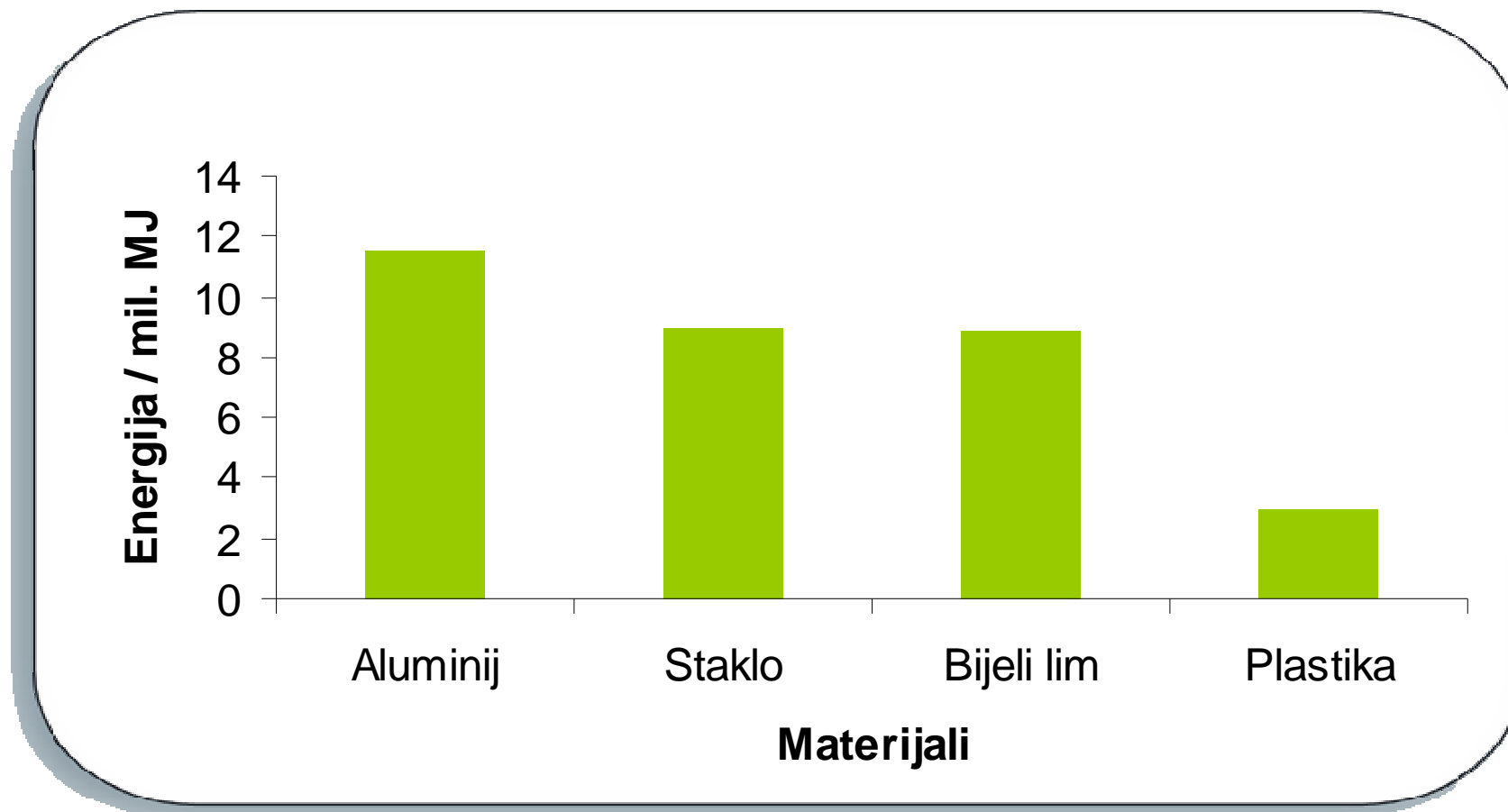
za 1 000 **plastičnih** vrećica treba **32 kg** nafte (sirovina i energija)

za 1 000 **papirnatih** vrećica treba **47 kg** nafte (samo energija)

za 1 tonu papira potrebna su 2 stabla i 260 lit vode

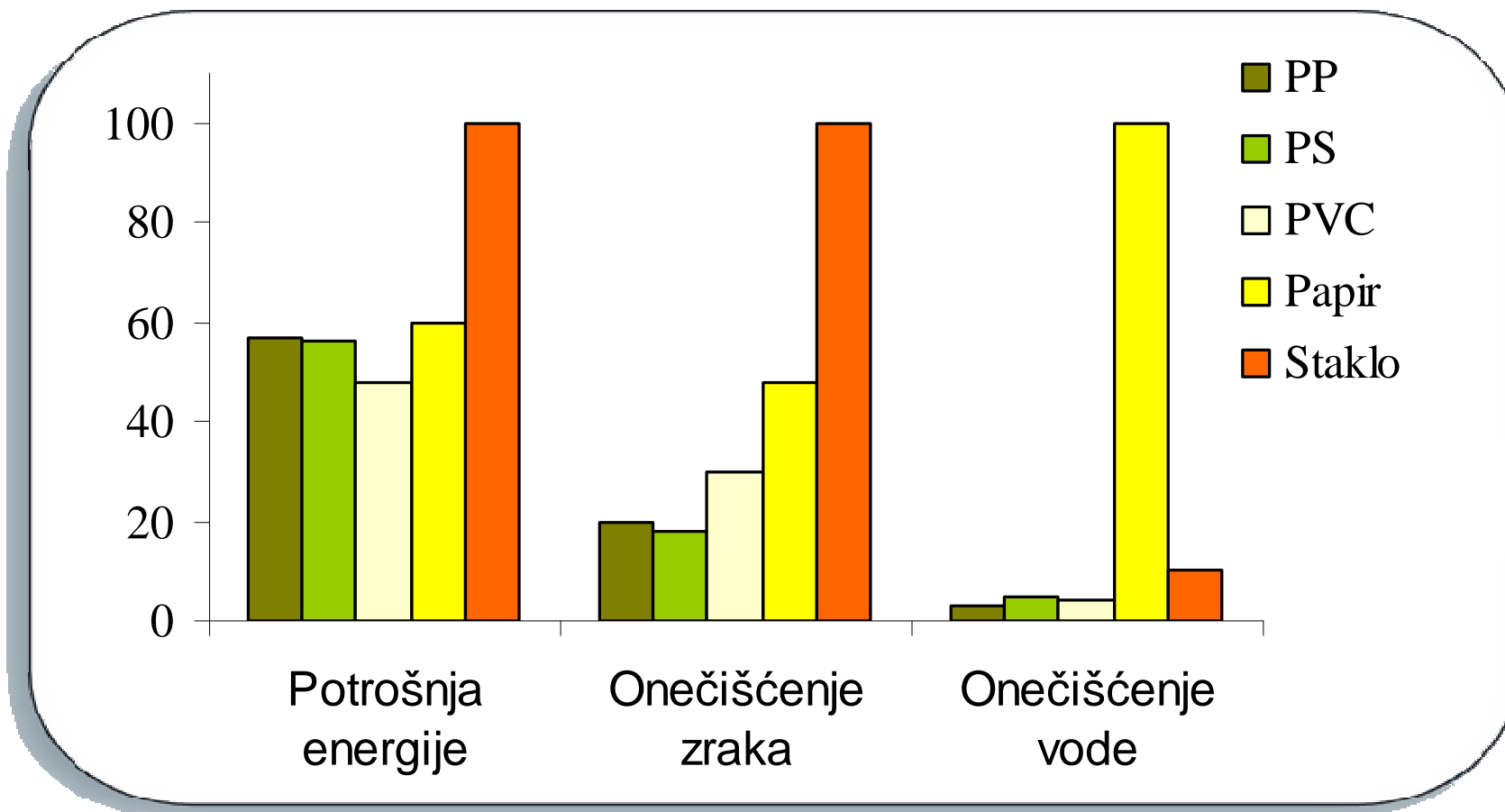
1 tona plastike zamjenjuje 3 tone drva

Odbačena ambalaža i okoliš



Slika 8-4. Energija za proizvodnju ambalaže za 1 000 L napitaka

Odbačena ambalaža i okoliš



Slika 8-5. Usporedba ekobilanca ambalaže od različitih materijala

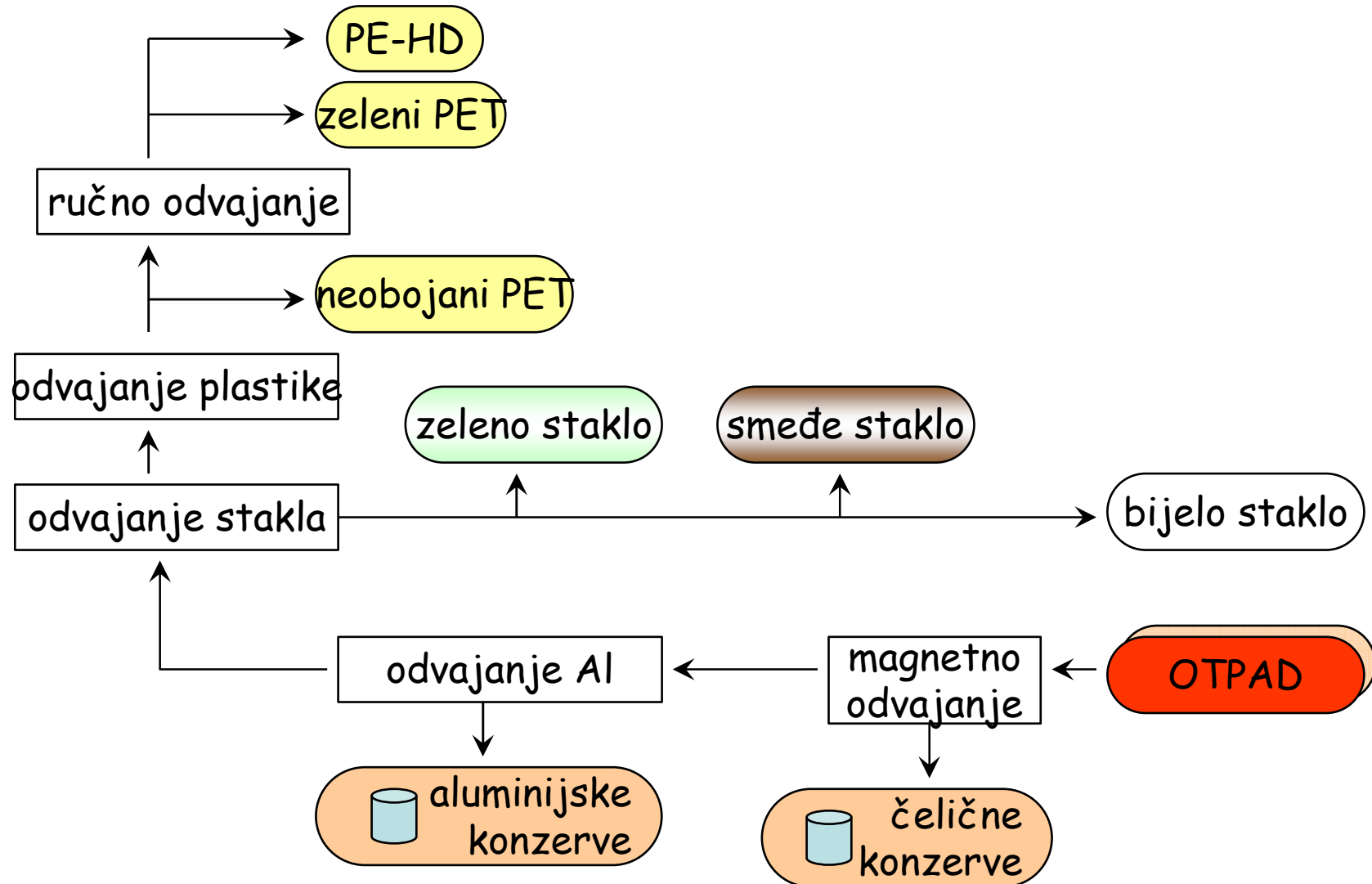
8. 1. Oporaba ambalažnih materijala

Iskorištena i odbačena ambalaža vrlo je vrijedna sekundarna sirovina koja se može oporabiti:

- materijalno (reciklirati)
- kemijski
- energijski

Pri korak u procesu oporabe materijala je **razvrstavanje** različitih vrsta ambalažnih materijala.

Odbačena ambalaža i okoliš



Slika 8-6. Shema poluautomatiziranog postupka odvajanja otpada

Odbačena ambalaža i okoliš

papirna ambalaža → sirovina za proizvodnju papira lošije kvalitete
(šrenc-papir, sivi karton)

tekstilna ambalaža → cijenjena sirovina za proizvodnju
najkvalitetnijih vrsta papira

limenke - od bijelog lima → kositar
- željezni lim → proizvodnja čelika
- aluminijske → regeneracija aluminijske

staklena ambalaža → novi ciklus proizvodnje

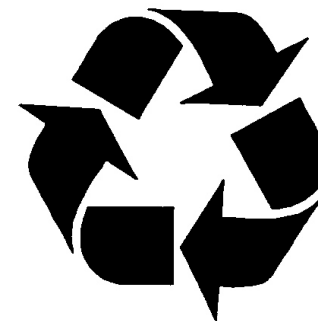
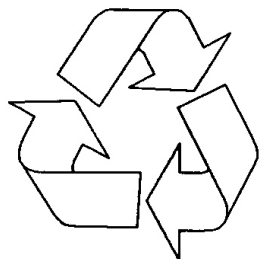
drvena ambalaža → jeftino čvrsto gorivo

polimerni materijali → problem sortiranja, odvajanja
različitih vrsta polimera

Odbačena ambalaža i okoliš

etiketiranje kodom za recikliranje

oznake su propisane *Pravilnikom o ambalaži i ambalažnom otpadu*



Slika 8-7. Oznaka da je materijal moguće reciklirati

Odbačena ambalaža i okoliš



PET



PE-HD



PVC



PE-LD



PP



PS

Oznake za polimere

01 PET

02 PE-HD

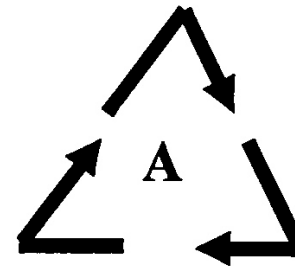
03 PVC

04 PE-LD

05 PP

06 PS

Odbačena ambalaža i okoliš



RECYCLABLE STEEL

ALL ALUMINIUM CAN

Oznake za recikliranje čeličnih i aluminijskih limenki

Odbačena ambalaža i okoliš



Oznaka za odlaganje staklene ambalaže

Odbačena ambalaža i okoliš



Simbol za reciklažu koji je međunarodno standardiziran (ISO simbol 7000 -1135) već ga upotrebljavaju u EU, SAD, Kanadi, Australiji i drugim zemljama. Prikazuje povezan krug strijelica koje pokazuju da je ambalaža prikladna za reciklažu ili da je izrađena iz recikliranog materijala.



Simbol za reciklažu koji je međunarodno standardiziran (ISO simbol 7000 -1135) već ga upotrebljavaju u EU, SAD, Kanadi, Australiji i drugim zemljama. Prikazuje da je ambalaža prikladna za reciklažu ili da je izrađena iz recikliranog materijala.



Međunarodno standardizirani simbol koji znači da je proizvod moguće reciklirati. Unutar znaka i ispod znaka često su upisani brojevi, a ispod znaka slovne kratice koje označavaju vrstu materijala. Oznake se odnose na različite vrste plastičnih materijala koje služe u sustavu sakupljanja materijala.



Simbol (znak) koji upućuje da se nakon upotrebe ambalažu može presaviti i kao takva zauzima manje prostora u otpadu.



Međunarodni simbol (znak) koji upućuje da se uporabljena ambalaža ne razbacuje po okolišu već se ubacuje na za to određeno mjesto u koš za otpatke.

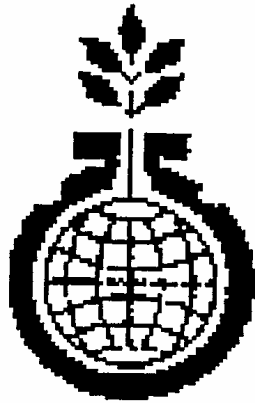


Ambalaža koja je proizvedena od materijala koja se može reciklirati na sebi ima ovakav simbol (znak), a ispod znaka je natpis **RECYCLING**.



Međunarodni simbol koji se stavlja na ambalažu za prehrambene proizvode i upućuje nas da je ambalaža uporabljiva za izravni dodir sa proizvodom za jelo i piće. Primjere takvih simbola možemo vidjeti na tetra paku, tetra briku, folijama za zamatanje hrane, posudama itd.

Odbačena ambalaža i okoliš



Međunarodni znak za polietilensku foliju prihvatljivu za okoliš. Umjetna masa koja pri gorenju u smeću *ne* izaziva toksične posljedice. Možemo ga naći na mnogim vrećicama.

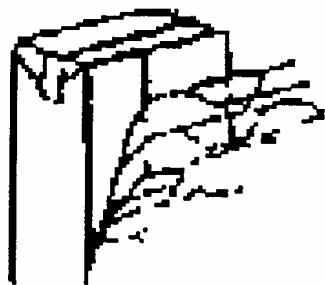


Ovaj simbol (znak) govori da za vrećicu iz polietilena nisu posjekli niti jedno drvo, zato je prijatelj okoliša.

Odbačena ambalaža i okoliš



Međunarodni standardizirani simbol za proizvode koji ne ugrožavaju sigurnost i zdravlje (nema otrovnih ni opasnih sastojaka, ne može uzrokovati ozljede zbog oštrih djelova i sl.). Znak možemo vidjeti na mnogim proizvodima



Međunarodni simbol koji upućuje da je proizvod pakovan u višeslojnu ambalažu (kao npr. tetra pak, tetra brik i sl.).