



FLEKSIBILNA EMBALAŽA

PLASTIČNI EMBALAŽNI MATERIALI

- Plastični embalažni materiali so skupina polimernih sintetičnih materialov, ki so sestavljeni iz ponavljajočih strukturnih enot (monomerov). Plastika kot taka se uporablja v številnih gospodarskih panogah, med drugim tudi pri proizvodnji embalažnih materialov za živila in druge izdelke. Polimerni materiali zajemajo preko sto po kemijski strukturi različnih sintetičnih snovi.

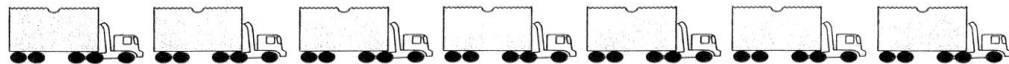
POLIMERNA PLASTIČNA EMBALAŽA

Prednosti:

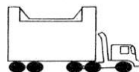
Pomanjkljivosti:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• nizka gostota, | <ul style="list-style-type: none">• večinoma nezadovoljive zapome lastnosti, |
| <ul style="list-style-type: none">• velika prilagodljivost za oblikovanje, | <ul style="list-style-type: none">• zelo slaba odpornost na vlago, |
| <ul style="list-style-type: none">• visoke proizvodnosti, | <ul style="list-style-type: none">• toplotna nestabilnost, |
| <ul style="list-style-type: none">• možnost prilagajanja mnogim sistemom izdelave embalaže in kombiniranje z drugimi embalažnimi materiali, | <ul style="list-style-type: none">• različna obstojnost proti agresivnim medijem in topilom, |
| <ul style="list-style-type: none">• sorazmerno nizka cena, | <ul style="list-style-type: none">• toplotnomehanska razgradnja pri reciklaži, |
| <ul style="list-style-type: none">• sorazmerno velika obstojnost proti kemikalijam in zunanjim vplivom, | <ul style="list-style-type: none">• pri veliko različnih vrstah polimerov zelo oteženi postopki reciklaže zaradi nemešljivosti, |
| <ul style="list-style-type: none">• prosojnost, | <ul style="list-style-type: none">• možna fiziološka oporečnost nezreagiranih monomerov. |
| <ul style="list-style-type: none">• možnost pestrih dekorativnih učinkov, | |
| <ul style="list-style-type: none">• dobre mehanske lastnosti, | |
| <ul style="list-style-type: none">• možnost kakovostnega tiska. | |

PLASTIČNI EMBALAŽNI MATERIALI



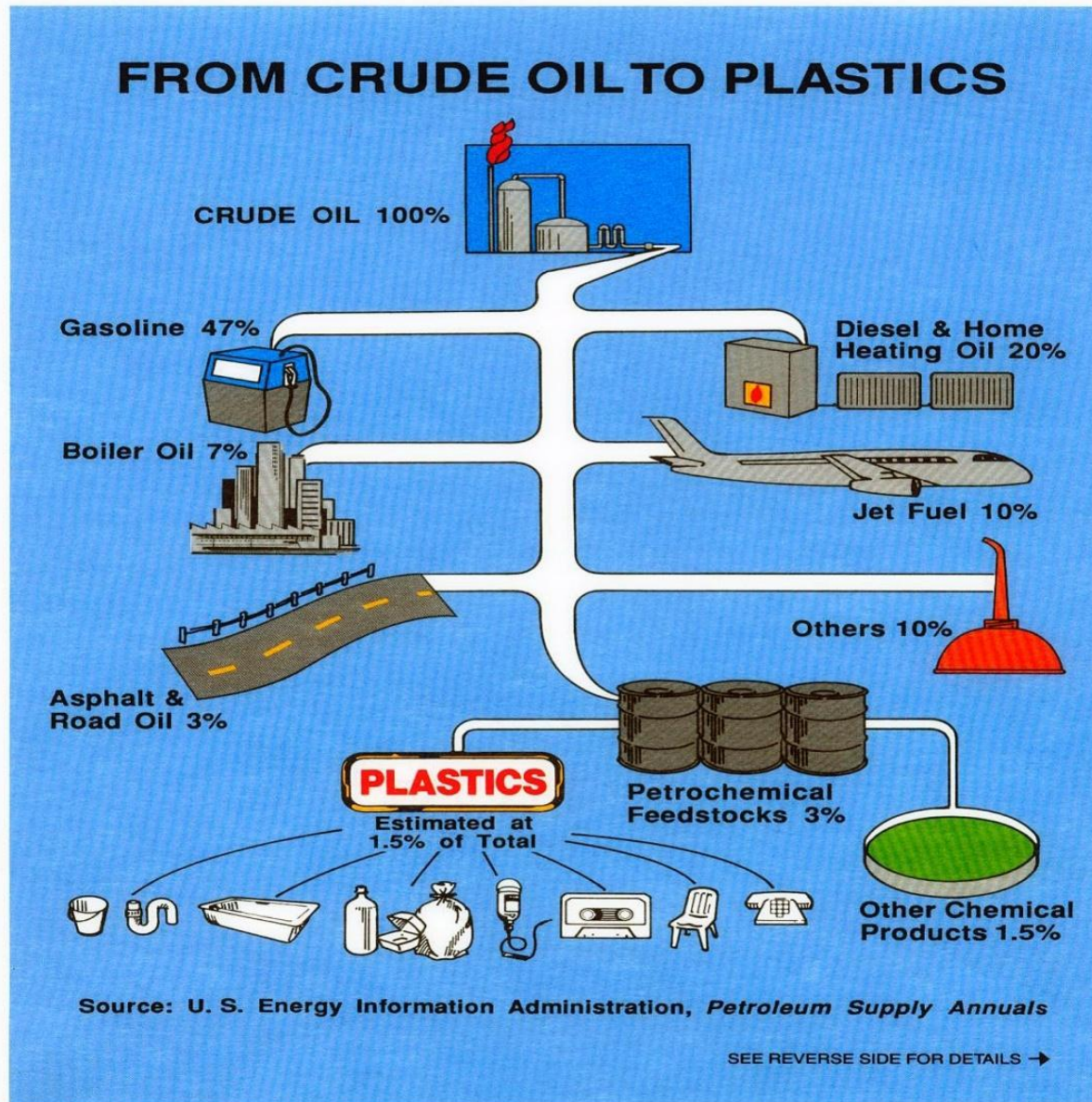
It takes seven trucks to deliver the quantity of paper bags contained in one truckload of plastic bags.



PLASTIČNI EMBALAŽNI MATERIALI

- Polimere lahko delimo na :
 - homopolimeri (samo ena ponavljajoča strukturna enota) in kopolimeri (dve ali več strukturnih enot).
- Glede na obnašanje pri povišani temperaturi jih delimo na:
 - plastomere (termoplaste), ki se pri segrevanju omehčajo in preidejo v plastično-tekoče stanje in se tako lahko oblikujejo; pri ohlajanju zadržijo obliko,
 - duromere (duroplaste), ki so prostorsko zamreženi in se pri povišani temperaturi ne talijo,
 - elastomeri, ki so elastični na sobni temperaturi.
- Najpomembnejša skupina polimerov za uporabo v proizvodnji embalažnih materialov so termoplasti.

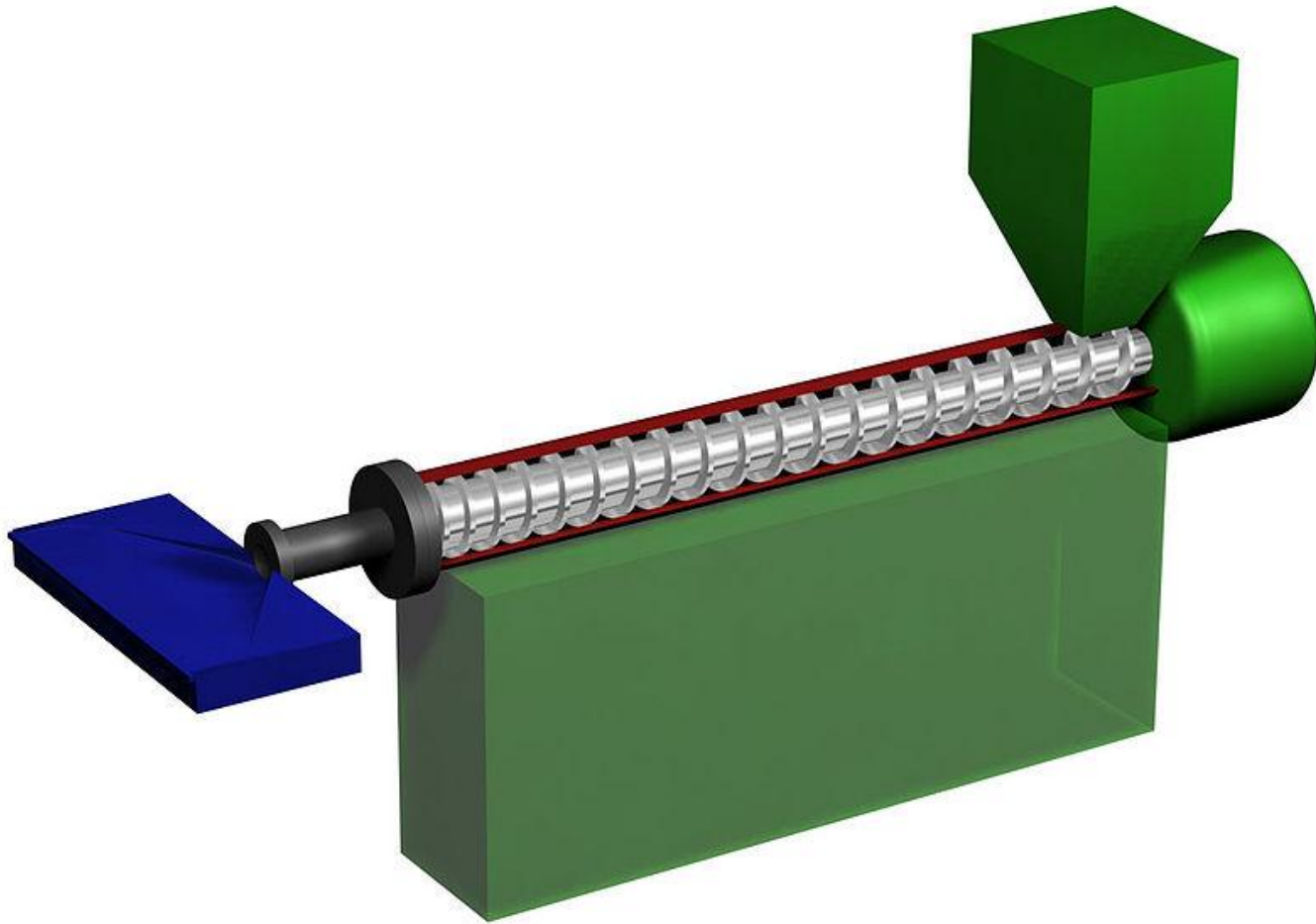
PLASTIČNI EMBALAŽNI MATERIALI

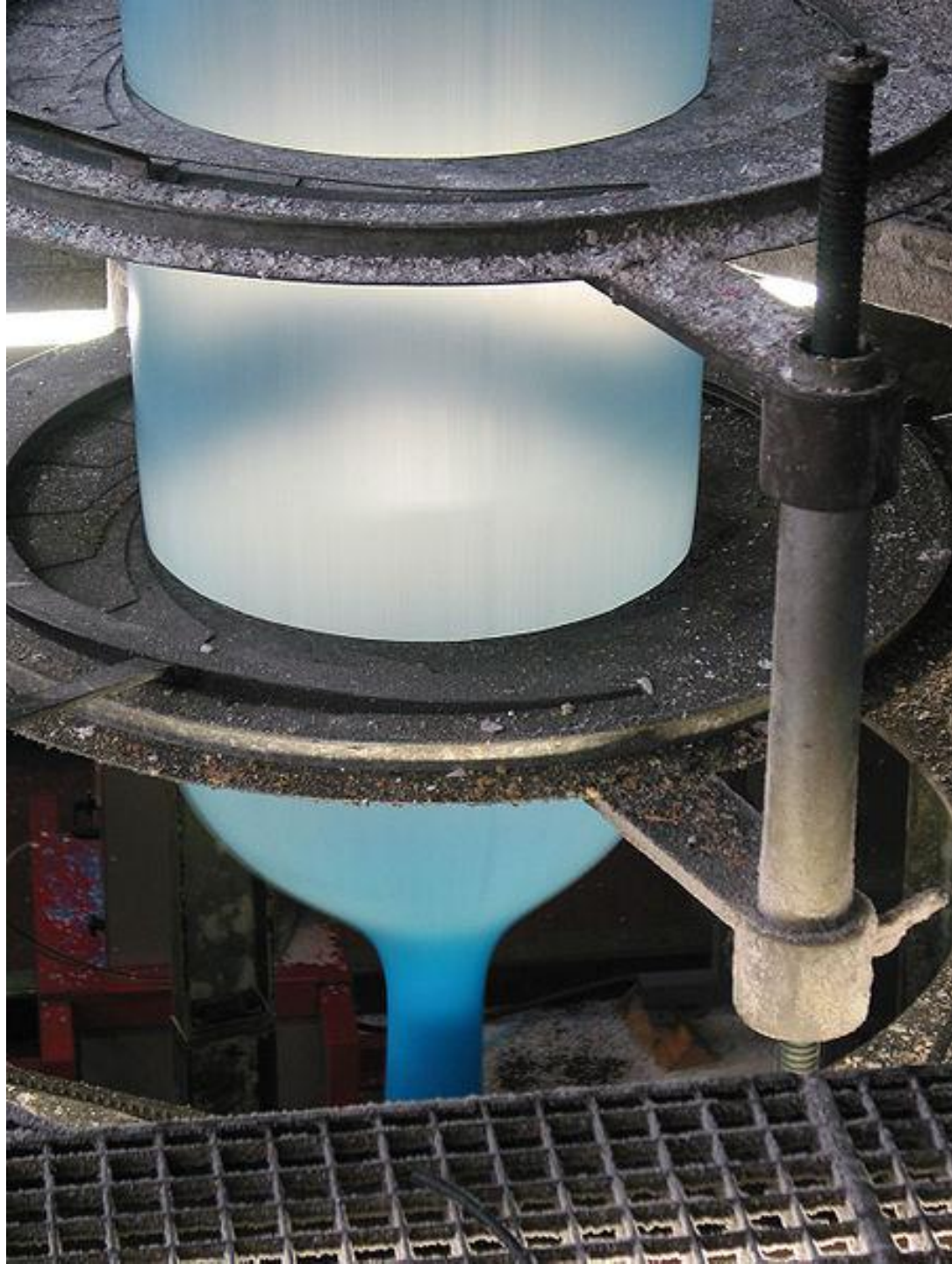


PLASTIČNI EMBALAŽNI MATERIALI

- Proizvodnja embalažnih materialov se začne v kemijski industriji, od koder pridejo materiali v obliki prahu ali granul. Za vse postopke predelave polimernih plastičnih materialov (ekstrudiranje, pihanje, toplotno oblikovanje...) je značilno, da materiale najprej stalijo, jih v orodjih oblikujejo in na koncu ohladijo, da ohranijo obliko.

EKSTRUDOR

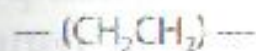




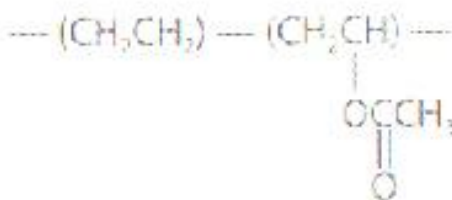
PLASTIČNI EMBALAŽNI MATERIALI

- Pri proizvodnji plastičnih embalažnih materialov se uporabljajo različni aditivi, ki lahko bistveno spremenijo lastnosti materialov in olajšajo njihovo predelavo in uporabo. Uporabljamo antioksidante, sredstva za penjenje, UV absorberje, antistatike, sredstva proti blokiranju, sredstva proti oroševanju, sredstva za lažje drsenje, pigmente, polnila, dodatke proti gorljivosti, plastifikatorje...

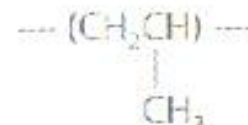
Tabela 4: Sintetični polimeri za embalažne namene in njihove ponavljajoče se strukturne cnote (meri).



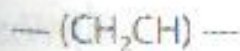
polietilen



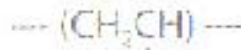
etilen/vinil-acetat kopolimer



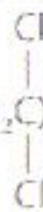
polipropilen



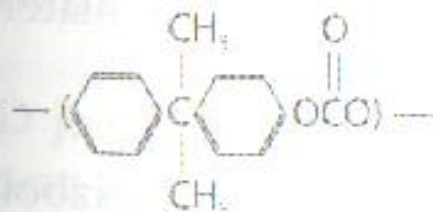
polistiren



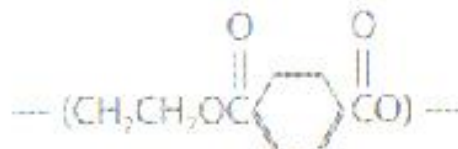
poli(vinil-klorid)



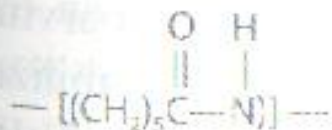
poli(viniliden-klorid)



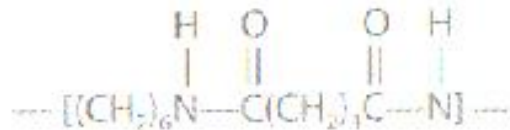
polikarbonat



poli(etilen-tereftalat)

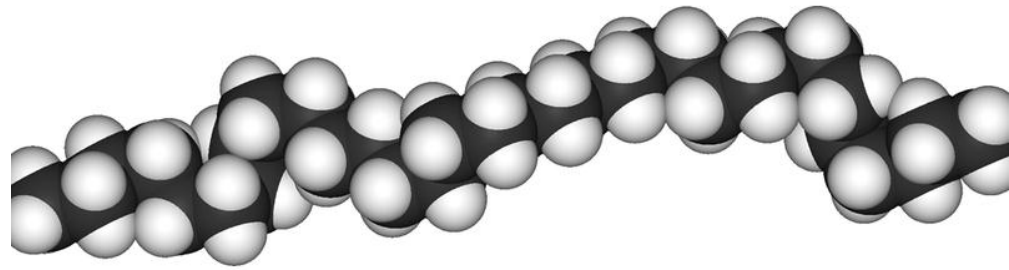


poliamid 6



poliamid 6,6

POLIETILEN

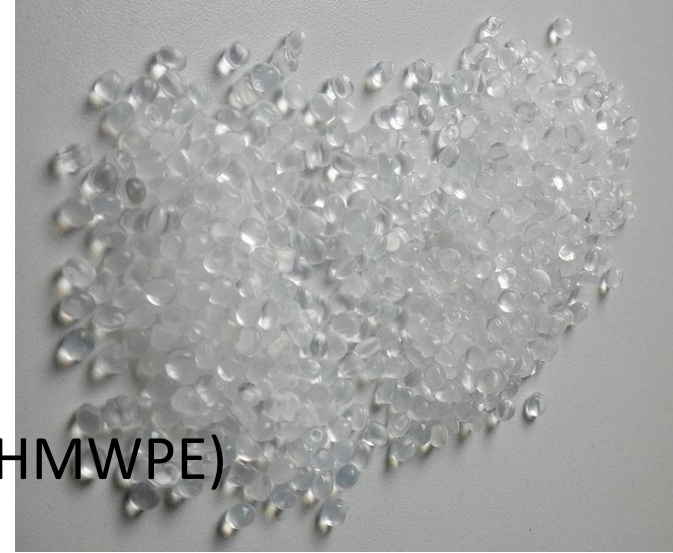


- Polietileni in polipropileni sestavljajo zelo pomembno skupino termoplastičnih materialov, ki jim pravimo olefini.
- PE je najenostavnejša makromolekula ogljikovodikov in predstavlja enega najpomembnejših polimernih materialov.
- Lastnosti materiala so odvisne od strukture, dodatkov in pogojev polimerizacije.
- V glavnem gre za materiale, ki so zelo žilavi, elastični, nepopolne prozornosti, s slabšimi bariernimi lastnostmi, manj toplotno obstojni... PE se uporablja pri proizvodnji najrazličnejših vrst embalaže, lahko kot samostojen embalažni material ali v kombinaciji z drugimi materiali.
- Zaradi nizke temperature taljenja je primeren za notranje plasti različnih vrst embalaže, saj omogoča varjenje; pri kontroliranem raztezanju med proizvodnjo pa lahko zaradi orientiranosti makromolekul dobimo termokrčljive folije.

POLIETILEN

Poznamo različne vrste polietilenov:

- High molecular weight polyethylene (HMWPE)
- High density polyethylene (HDPE)
- High density cross-linked polyethylene (HDXLPE)
- Cross-linked polyethylene (PEX or XLPE)
- Medium density polyethylene (MDPE)
- Linear low density polyethylene (LLDPE)
- Low density polyethylene (LDPE)
- Very low density polyethylene (VLDPE)
- Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE)
- Ultra low molecular weight polyethylene (ULMWPE or PE-WAX)



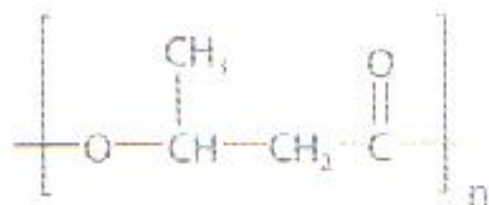
POLIPROPILEN



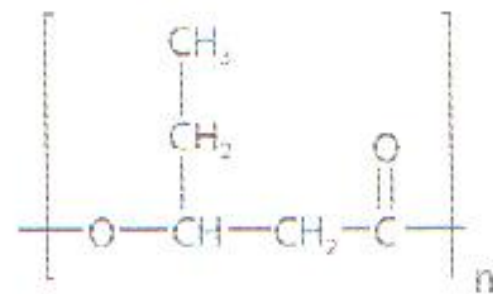
- Polipropilen ima izredno dobre lastnosti, ki jih z izboljšavami še spreminjajo. Je eden najlažjih polimernih materialov, v primerjavi s PE pa ima višjo trdnost in sijaj, višje tališče in dobre optične lastnosti, ima solidne zaporne lastnosti...
- Uporaben je za najrazličnejše embalažne materiale, podobno kot PE kot samostojen polimer ali v kombinaciji z drugimi.

- PVC se počasi umika PE in PP, problematičen zaradi migracij monomerov in plastifikatorjev v hrano,
- EVOH ima odlične barjerne lastnosti za pline in arome in se ga pogosto vgrajuje v laminate,
- PET je poliester, pomemben za embaliranje pijač in kot film z bariernimi lastnostmi v laminatih
- PS ekspanziran je zelo dober zvočni in toplotni izolator
- PC so brezbarvi, prosojni, toplotno obstojni, zato primeren za zamrzovanje ali sterilizacijo
- PA je trden in žilav material, prenese višje temperature in se ga uporablja v laminatih

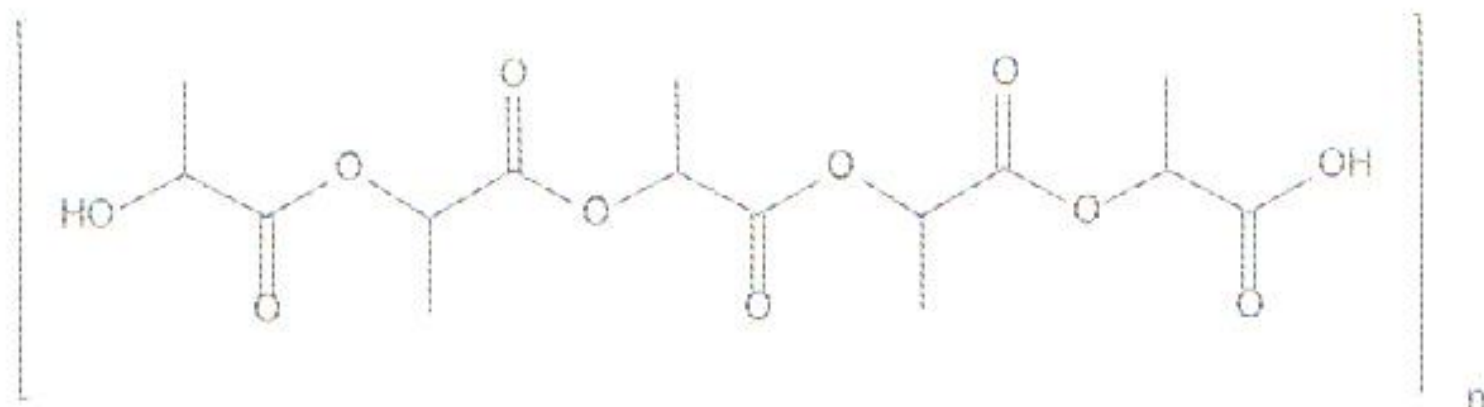
Slika 18: Kemijska struktura nekaterih biorazgradljivih polimernih materialov.



Poli-3-hidroksibutirat (PHB)



Poli-3-hidroksivalerat (PHV)



Polimlečna kislina (PLA)

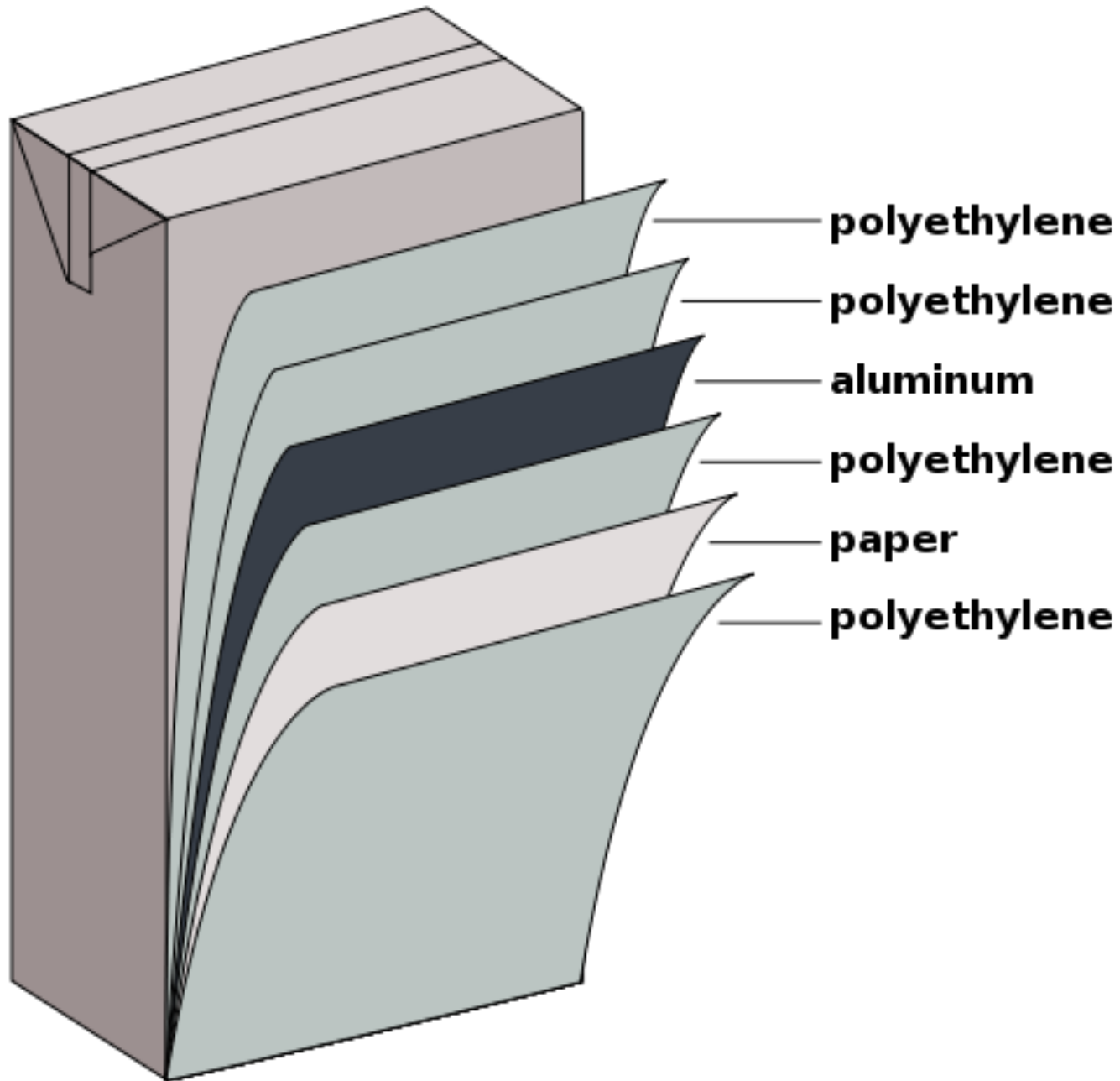
Tabela 5: Primerjava lastnosti biopolimerov z lastnostmi polietilena in polistirena (Petersen in drugi 1999).

Polimer	Prepustnost vlage	Prepustnost za kisik	Mehanske lastnosti
Celuloza/celofan	visoka/srednja	visoka	dobre
Celulozni acetat	zmerna	visoka	zmerne
Škrob/PVOH	visoka	nizka	dobre
PHB/PHV	nizka	nizka	dobre
Polilaktat	zmerna	visoka/zmerna	dobre
PE-LD	nizka	visoka	dobre
PS	visoka	visoka	slabe/zmerne

SESTAVLJENI EMBALAŽNI MATERIALI

- Večslojna embalaža ali laminati predstavljajo posebno skupino fleksibilne embalaže, ki je sestavljena iz različnega števila plasti embalažnih materialov različnih vrst.
- S kombiniranjem različnih materialov želimo, da bi imela končna embalaža skupne lastnosti vseh uporabljenih materialov.

Tetra Brik Aseptic (TBA) Packaging Components



MODIFICIRANA ATMOSFERA

- Namen pakiranja v modificirano (spremenjeno) atmosfero je zaščita živila pred procesi, ki znižujejo kakovost in krajšajo uporabnost. Modificirana atmosfera je prilagojena živilu in njegovim kemijskim, mikrobiološkim in fizikalnim značilnostim. Pri modificirani atmosferi uporabljamo predvsem kombinacije treh plinov (CO_2 , O_2 in N_2) ter alternativnih plinskih mešanic. Najpomembnejši parameter za embalažne materiale je prepustnost za pline.

PREPUSTNOST EMBALAŽNIH MATERIALOV ZA PLINE IN VODNO PARO

Polimerni materiali	N ₂	O ₂	CO ₂	H ₂ O
LDPE	70000	200 000	1 000 000	100
HDPE	20000	75000	300 000	40
PC	11 000	67000	430 000	1 500
PP	16000	75000	250 000	70
OPP	9000	36 000	130 000	25
OPET		1 800		550
PA	250	900	5000	900
OPA	90	450	2400	600
PVDC (lak)	6	20	100	8
PVDC(koeks)	10	4	-	-
EVOH	<1	4		
OPVOH	<<1	<1	1,5	150

$$P = \left[\frac{cm^3 \mu m}{m^2 danbar} \right]$$

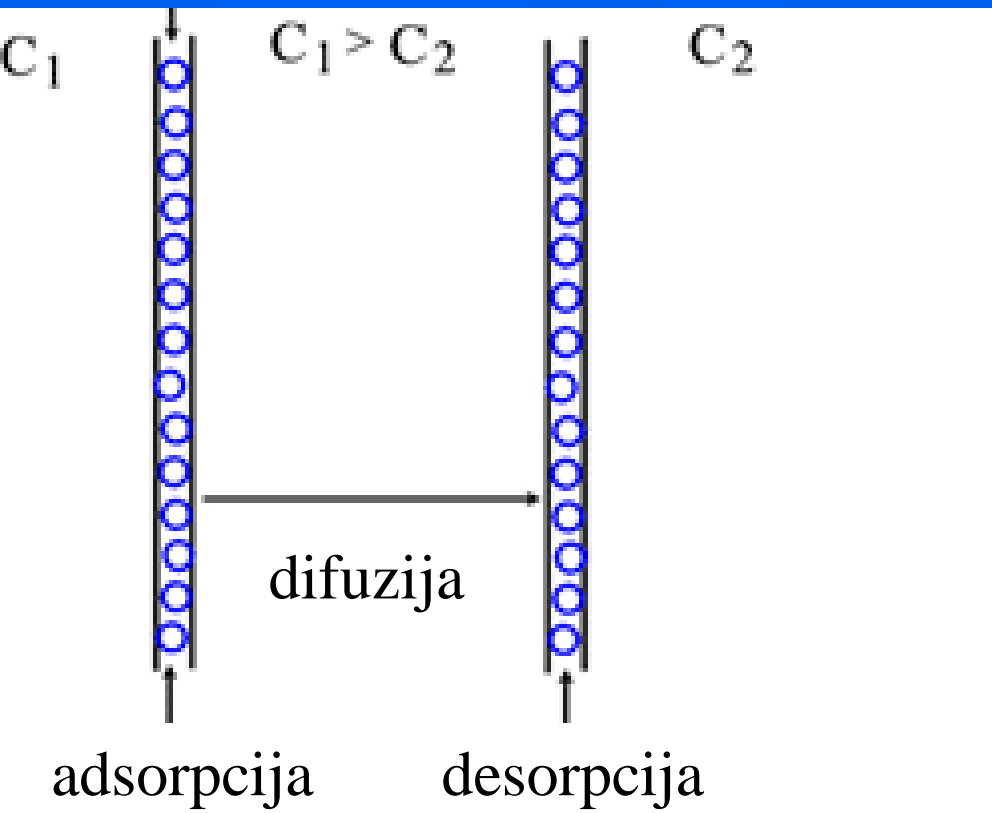
za pline pri 23°C, 0% RV

$$P = \left[\frac{g \mu m}{m^2 dan} \right]$$

za H₂O pri 23°C, 85% RV

Preglednica: Konstanta prepustnosti (P) različnih polimernih materialov za kisik, dušik, CO₂ in vodne pare (Delventhal, 1991)

PREPUSTNOST EMBALAŽNIH MATERIALOV ZA PLINE IN VODNO PARO



Prehajanje plinov skozi embalažni material je odvisno od:

- konstante prepustnosti
 - orientiranost, polarnost, kristaliničnost idr.
- temperature
- debeline embalažnega materiala
- površine embalažnega materiala
- razlik parnih tlakov posameznih plinov

AKTIVNO IN INTELIGENTNO PAKIRANJE

SUMMARY FIGURE
GROWTH OF ACTIVE, CONTROLLED, AND INTELLIGENT PACKAGING FOR THE FOOD
AND BEVERAGE INDUSTRY, 2004-2013
(\$ MILLIONS)

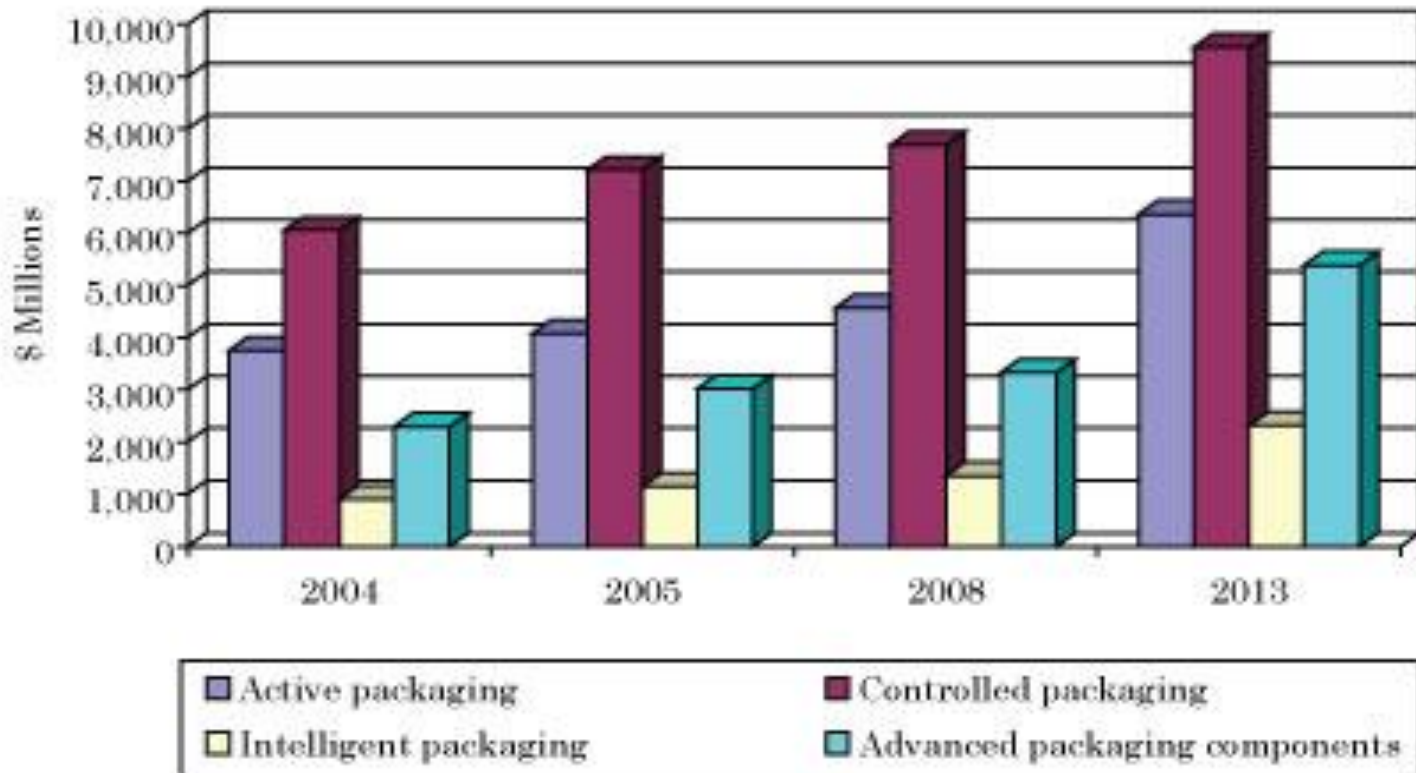




Tabela 6: Primeri aktivne embalaže za živila.

Funkcija embalaže	Aktivne sestavine	Živila
Absorpcija kisika	železo/železove soli	riž, jedi iz testa, siri, meso, kava, začimbe, pivo, vino
	kovine (npr. platina)	
	askorbati/kovinske soli	
	encimi	
Absorpcija/oddajanje CO ₂	železov oksid/Ca(OH) ₂	kava, meso, ribe, orehi, slani prigrizki
Absorpcija etilena	kalijev permanganat	sadje in zelenjava
	aktivno oglje	
	zeoliti	
Oddajanje etanola	etanol – napršen	pekovski izdelki, pice
	etanol – kapsuliran	
Absorpcija vlage	folija iz PVA in propilenglikola	meso, ribe, zelenjava, sadje
Absorpcija vonjav	celulozni triacetat	meso, sadni sokovi
	citronska kislina	
	železova sol/askorbati	
	aktivno oglje/zeoliti	
	natrijev bikarbonat	
Oddajanje konzervansov/ antioksidantov	organske kisline	meso, siri, kruh
	BHA/BHT	
	encimi (npr. lizin)	
	tokoferol (vitamin E)	
	vitamin C	