

"Oporaba plastičnih materijala i ekstrudiranje"



up²date

centar za istraživanje,
edukaciju i primjenu novih znanja

Program stručnog osposobljavanja

Prof. dr. sc. Mladen Šercer



Europska unija
"Zajedno do fondova EU"



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDovi



E
S
F UČINKOVITI
LJUDSKI
POTENCIJALI

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.
Sadržaj ovog materijala isključiva je odgovornost Udruge VISOKI JABLANI.

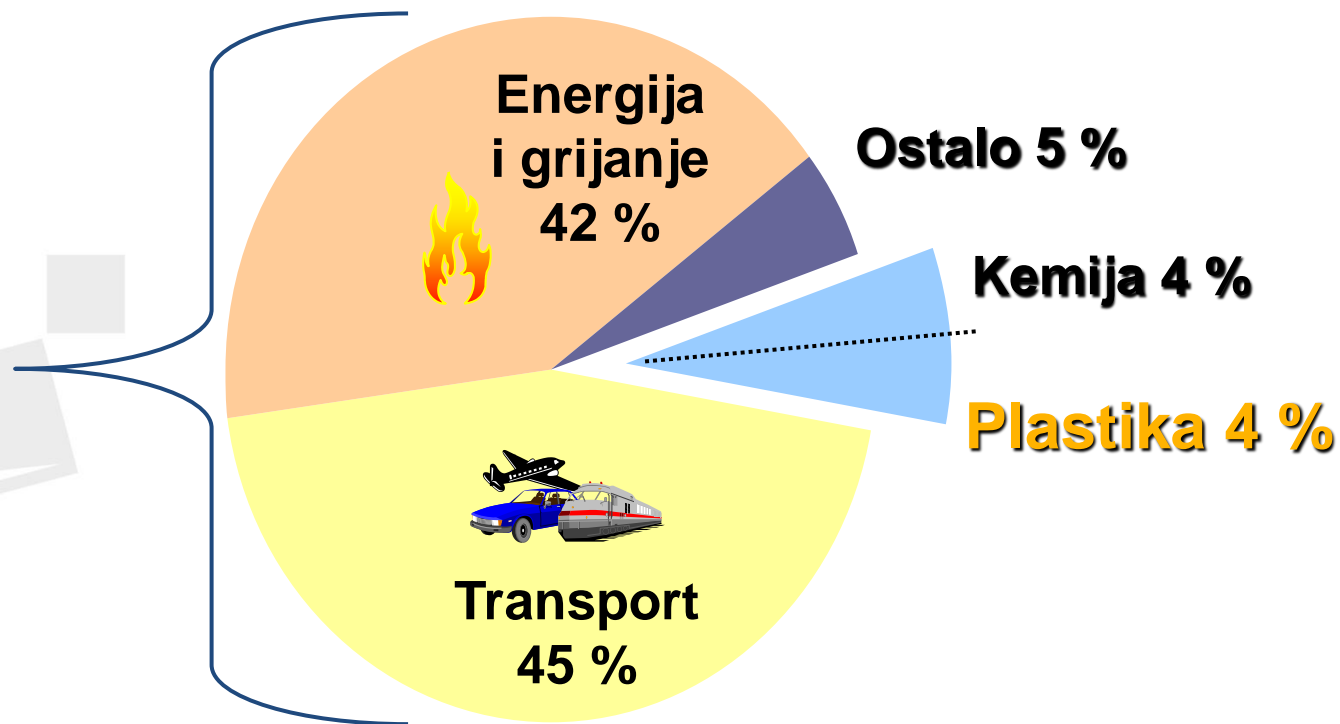


Sadržaj

- Uvod u postupke proizvodnje polimernih tvorevina
- Terijske osnove o polimernim materijalima
 - Mehanička svojstva
 - Kemijska svojstva

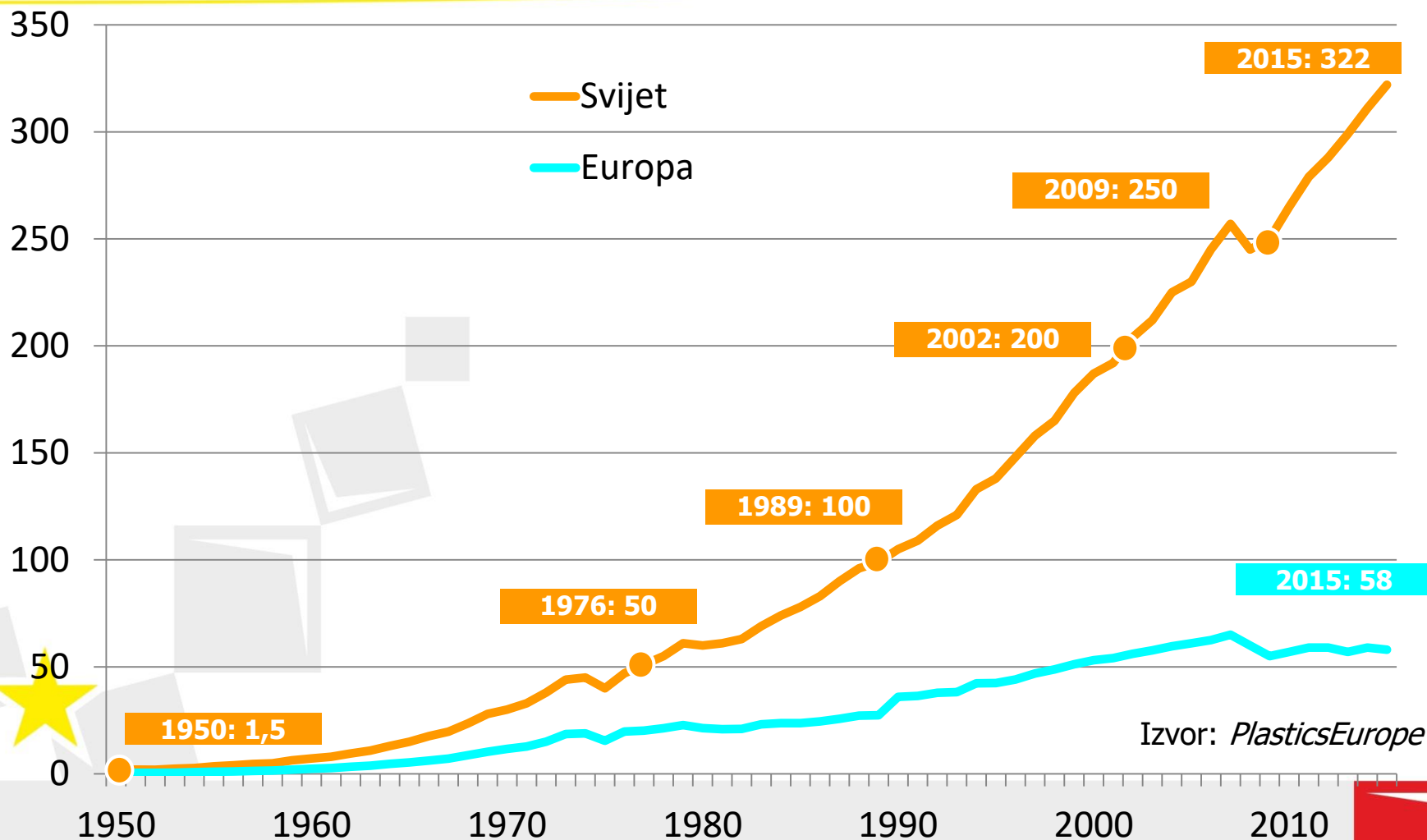


Potrošnja nafte po područjima



Svjetska proizvodnja pol. materijala 1950. – 2015.

Uključuje plastomere, poliuretane, duromere, elastomere, ljepila, prevlake, brtvila i PP vlakna. Nisu uključena PET, PA i poliakrilna vlakna.



SIROVINA



TVAR



MATERIJAL



PROIZVOD

**PRAVLJENJE
TVARI**

**OPLEMENJIVANJE
TVARI**

**IZRADBA
TVOREVINA**

PROIZVODNJA MATERIJALA

**PROIZVODNJA POLIMERNIH
TVOREVINA (PROIZVODA)**

Proizvodni lanac – od sirovine do gotovog proizvoda



Primjeri proizvodnje

SIROVINA



TVAR



MATERIJAL



PROIZVOD

**Željezna
ruda**



**Sirovo
željezo**



Čelik



Zupčanik

Nafta



**Poli-
merizat**



PET



**Coca-Cola
boca**



Klasifikacija izradbenih postupaka (DIN 8580)


PROMJENA	OBLIKA	STVORITI POVEZANOST	ZADRŽATI POVEZANOST	UMANJITI POVEZANOST	UMNOŽITI POVEZANOST	
		glavna skupina 1	glavna skupina 2	glavna skupina 3	glavna skupina 4	glavna skupina 5
	SVOJSTAVA	PRA – OBLIKOVANJE	PRE – OBLIKOVANJE	ODVAJANJE		POVEZIVANJE (SPAJANJE)
(STVARANJE PRAOBLIKA I PRASTRUKTURE)		glavna skupina 6 PROMJENA SVOJSTAVA IZRATKA (PRESTRUKTURIRANJE)				
			premještanjem čestica tvori	izlučivanjem čestica tvori	unošenjem čestica tvori	

POSTUPCI
STVARANJA OBLIKA

POSTUPCI PROMJENE OBLIKA i/ili SVOJSTAVA



Polimeri

- **Polimeri** su skupni naziv za *tvari* i *materijale* kojih je osnovni sastojak **sustav makromolekula**.
 - **Polimeri**  **Makromolekulni spojevi**
- Makromolekula je ona specifična razina strukturiranja koja polimere čini posebnom klasom tvari.
- Model i objašnjenje strukture polimera:
 - **Hermann STAUDINGER**
 - (1923. uveo pojam *makromolekule*, 1953. Nobelova nagrada)



Podjela polimera po postanku

- **PRIRODNI**

- npr. prirodni kaučuk
- drvena pulpa – celulozni nitrat

- **SINTETSKI**

- npr. PVC



Podjela polimera po kemijskom sastavu

- **ORGANSKI**

- npr. polistiren (PS)

- **ANORGANSKI**

- npr. silikonski kaučuk (SI)



Polimerne stvari

- Prirodna polimerna stvar: prirodni kaučuk
- Sintetska polimerna stvar: PVC polimerizat
- Polimerizati se proizvode od **monomera** načinjenih od sirovina (nafta, prirodni plin itd.) polimeriziranjem.
- **Polimerizacija**: postupak stvaranja strukture polimera lančanjem uz umreživanje ili bez njega.
- Vrste polimerizacije → polireakcije:
 - lančana i stupnjevita
 - kondenzacijska i adicijska



Polimerne tvari

- Polimerna tvar + dodatci → polimerni materijal
- Dodatci polimerizatima: različite visokomolekulne i niskomolekulne tvari, **bezoblične tvari** (zajednički naziv za tvari u obliku plina, kapljevina, praška, vlakana, strugotine, granulata, itd.)
- Dodatci za poboljšanje svojstava
- Dodatci za poboljšanje preradljivosti



Dodatci polimerizatima

- Dodatci za poboljšanje svojstava
 - modifikatori mehaničkih svojstava: omekšavala, ojačavala, dodatci za poboljšanje žilavosti
 - modifikatori površinskih svojstava: vanjska maziva, antistatici, dodatci za smanjenje sljublivanja
 - modifikatori optičkih svojstava: bojila, pigmenti
 - dodatci za produljenje trajnosti proizvoda: svjetlosni stabilizatori, antioksidanti, antistatici, biocidi



Dodatci polimerizatima

- Dodatci za poboljšanje svojstava
 - Ostali dodatci
 - Reakcijske tvari: pjenila, dodatci za smanjenje gorivosti, umreživala
 - Parfemi
 - Dezodoransi
 - Upijala vlage
 - Dodatci za poboljšanje preradljivosti
 - Maziva, odvajala, punila, toplinski stabilizatori, regulatori viskoznosti



Polimeri

- Podjela prema vrsti ponavljajućih jedinica
 - homopolimeri (jedna vrsta ponavljajućih jedinica)
 - kopolimeri (dvije ili više vrsta ponavljajućih jedinica)
- Podjela prema ponašanju pri povišenim temperaturama i vrsti veza između makromolekula
 - plastomeri
 - duromeri
 - elastomeri



Broj tipova mera u makromolekuli

- Podjela prema broju tipova mera
 - homopolimeri i kopolimeri

statistički



naizmjenični



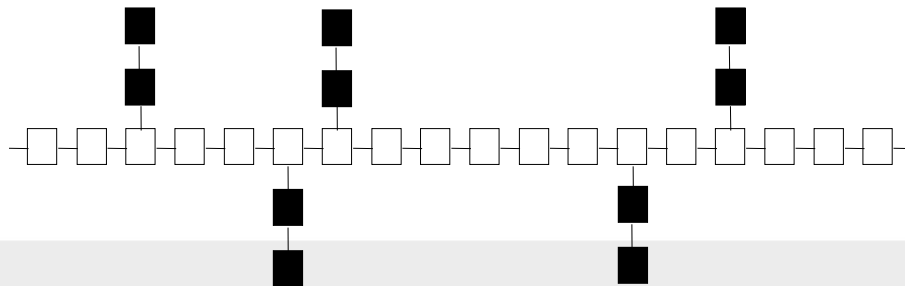
blok



□ mer A

■ mer B

 cijepljeni



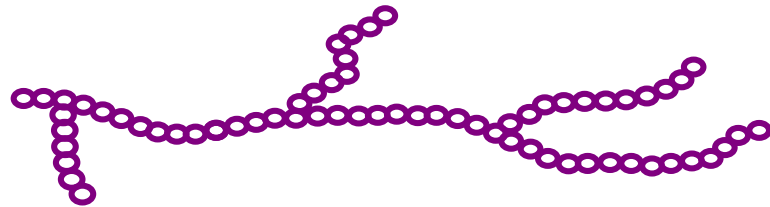
Opći izgled makromolekule

- Po općem izgledu makromolekule su linearne, granate ili umrežene.

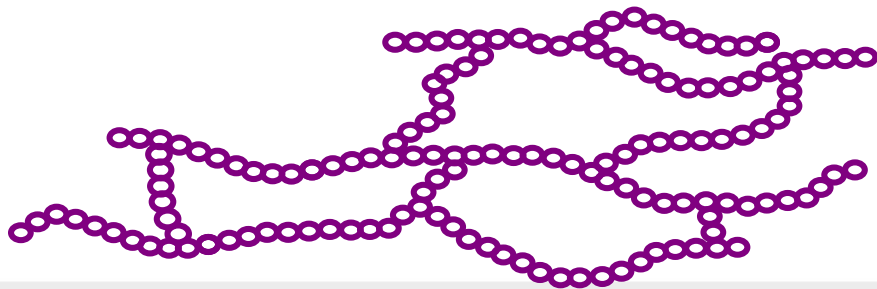
linearna



granata



umrežena



Vrste polimera

Vrsta polimera	Vrsta veze	Strukturni oblik	Ponašanje
Plastomeri	Fizičke	Linearni	Mekšaju, taljivi i topljivi
Elastomeri	Fizičke i kemijske	Rahlo umrežen	Kem. umreženi: netaljivi, netopljivi, Fiz. umreženi: taljivi
Duromeri	Kemijske	Potpuno umrežen	Ne mekšaju, netaljivi, netopljivi

Plastomeri

- Materijali linearnih i granatih makromolekula, taljivi i topljivi
- Pri zagrijavanju ne mijenjaju svoju kemijsku strukturu, preradba → reverzibilna promjena stanja
- Veze između makromolekula su **fizičke** i mogu se ponovo uspostaviti nakon prekida

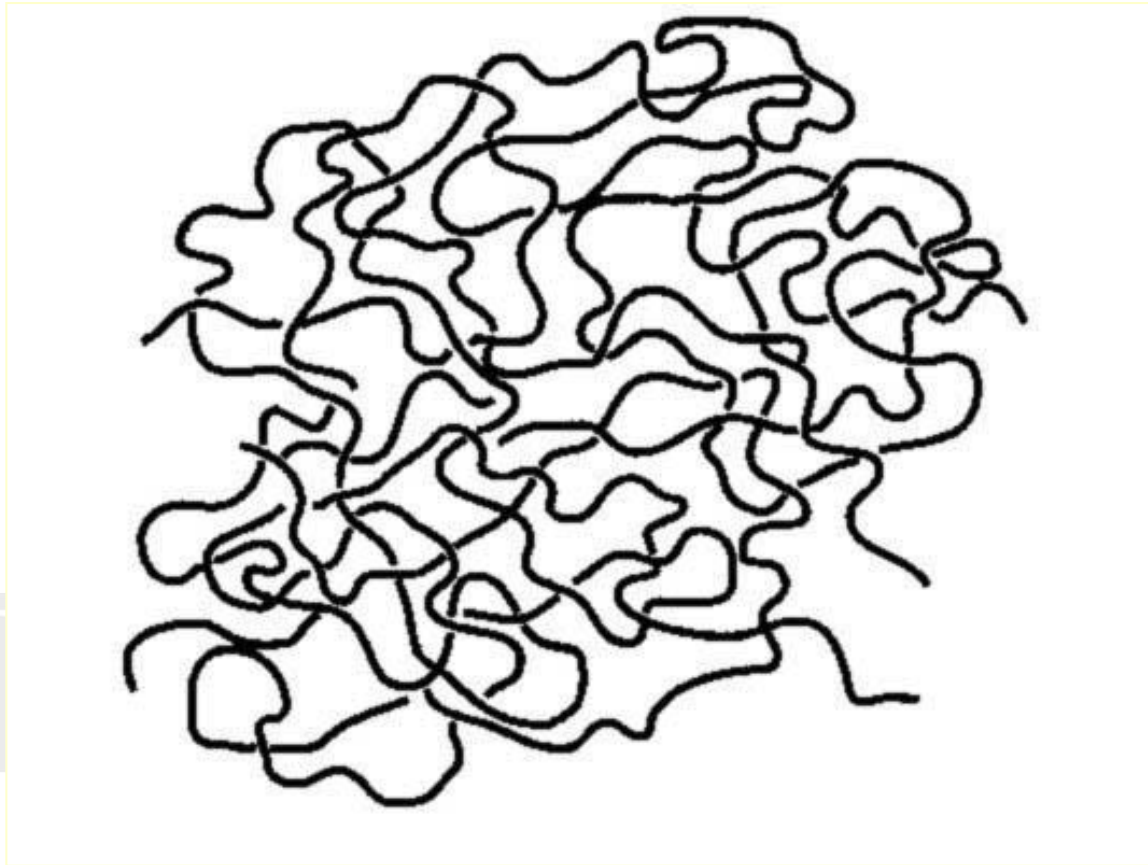


Plastomeri

- Najproširenija skupina polimernih materijala.
- Po stupnju uređenosti strukture postoje *amorfni* i *kristalasti*, a rjeđe i potpuno *kristalni* plastomeri (npr. aromatski poliamidi i visokomodulni polietilen)
- Sekundarne međumolekulne veze - djelovanjem topline postupno pucaju → plastomeri zagrijavanjem mekšaju (prelaskom područja staklastog prijelaza); daljnjim zagrijavanjem prelaze u stanje taljevine (prelaskom područja tečenja).



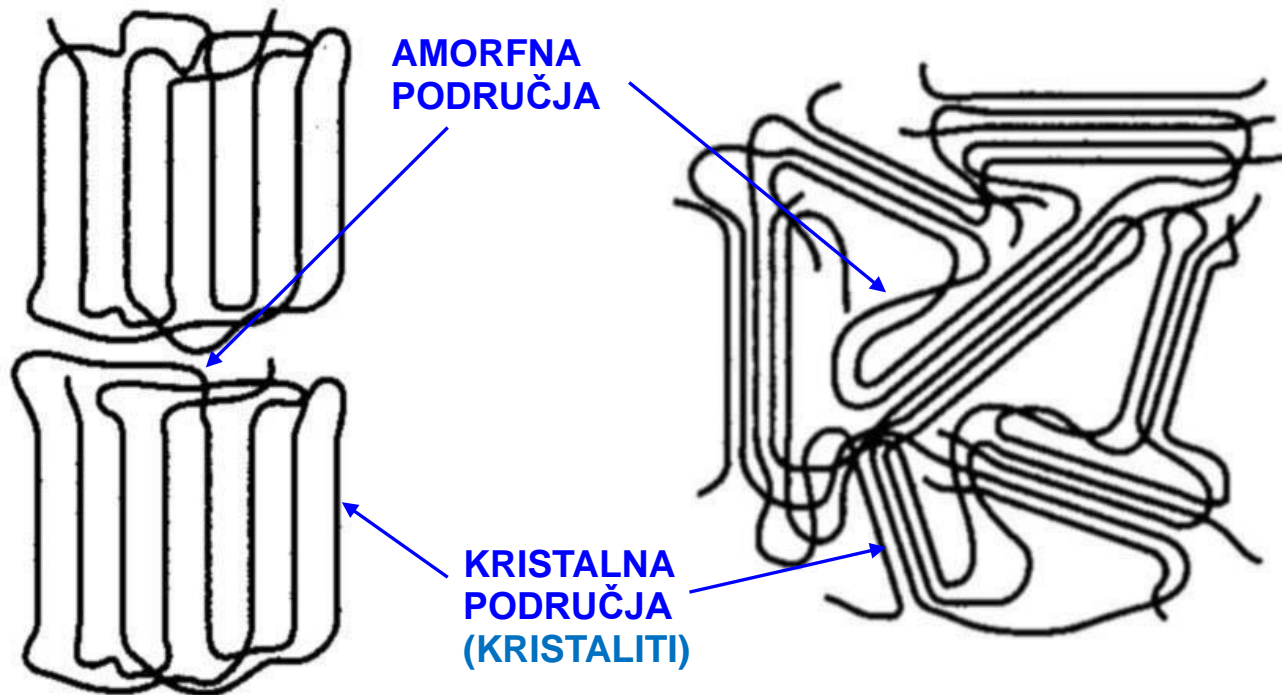
Fizička struktura



Amorfna struktura



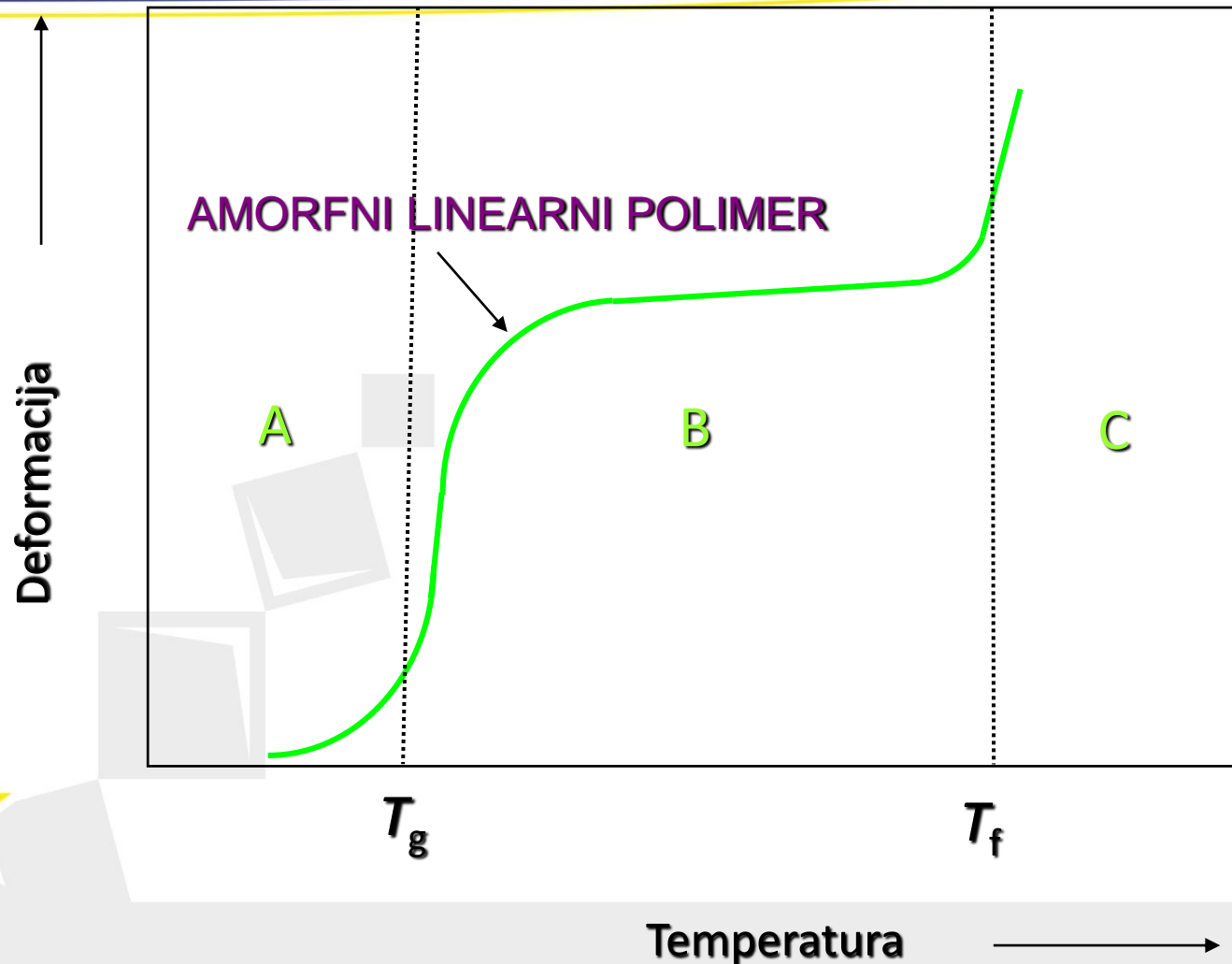
Fizička struktura



Kristalasta struktura



Termomehanička krivulja



Staklasto stanje

- Stanje amorfnih polimera u području ispod **staklišta**.
- **Elastična** deformacija
 - nastaje i trenutno nestaje,
 - ostvaruje se **promjenama valentnih veza i kutova**,
 - istog tipa kao deformacija stakla i keramike,
 - približno slijedi Hookeov zakon elastičnosti.
- Područje uporabe **amorfnih** plastomera (staklišta amorfnih plastomera su iznad sobnih temperatura).
- U području uporabe amorfnih plastomera su ukrućeni, krhki i vrlo malo deformabilni.



Gumasto stanje

- **Visokoelastična** deformacija
 - ostvaruje se promjenama konformacije makromolekule toplinskim gibanjem
 - na vanjsku silu odgovara makromolekula svojim **segmentom** (plato – maks. deformacija)
 - za nastanak i nestanak deformacije potrebno je konačno vrijeme.
- Gumasto stanje određeno je područjem temperature između **staklišta** i **tecišta**, odnosno **staklišta** i **tališta**.
- Područje uporabe **kristalastih** plastomera → amorfna područja su već omekšana, dok su kristalna još uvijek ukrućena → žilav i visokočvrst.

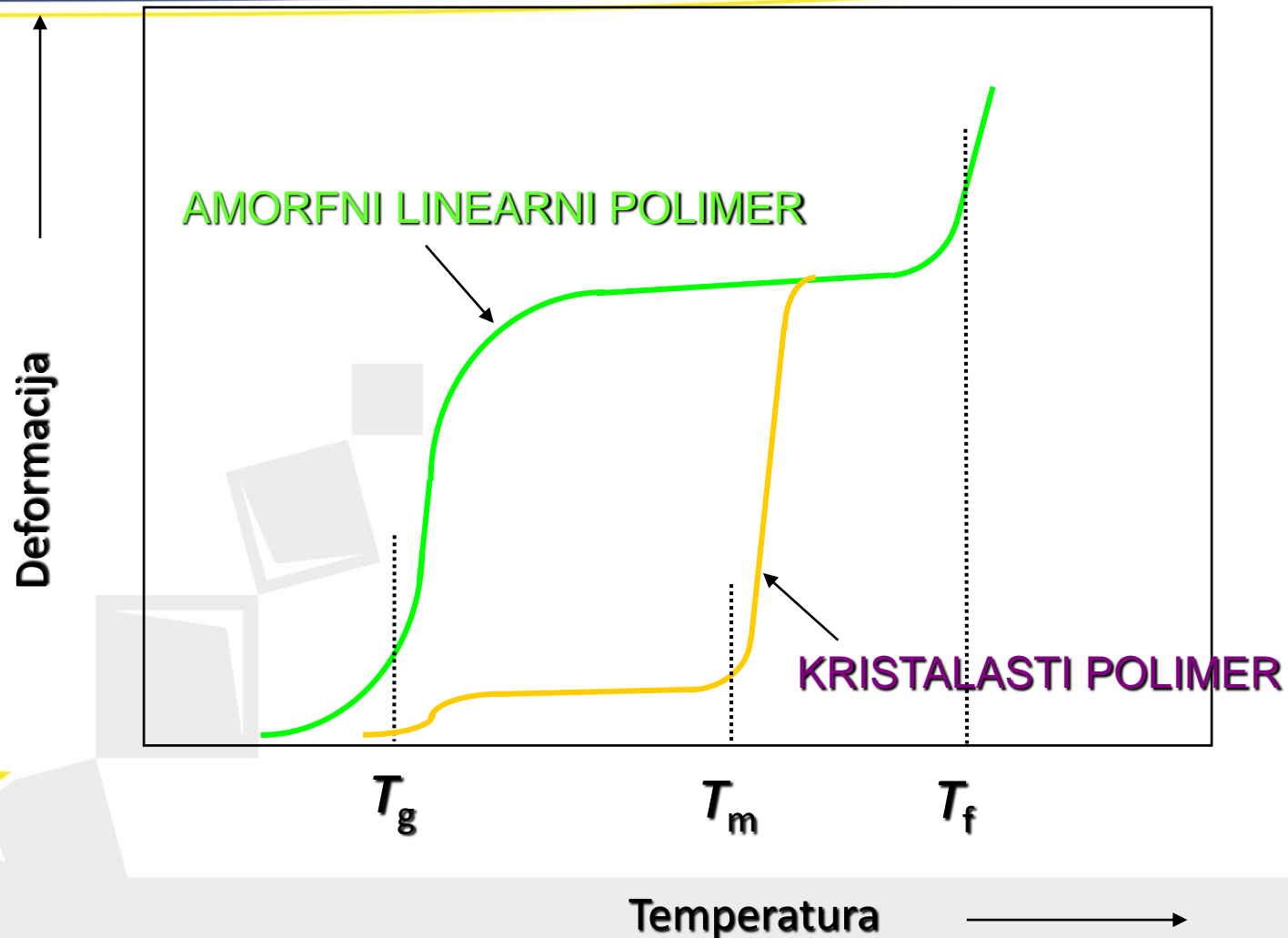


Kapljasto stanje

- **Visokofluidno stanje**
 - pokretljivost segmenata makromolekule velika → gibaju se u smjeru djelovanja opterećenja
 - premješta se centar masa makromolekula
 - nepovratljiva deformacija → tečenje (**kooperativno gibanje** segmenata lanaca) – poput gusjenice.
- iznad **tecišta**, odnosno **tališta** → između atoma ugljika nalaze se jake kovalentne veze koje se cijepaju uz dodatak visoke energije → što su jače međumolekulne sile, potrebno je dovesti više energije, čime se dobiva više talište.



Termomehanička krivulja



Karakteristike fizičkih prijelaza polimera

- **Kristalasti plastomeri**

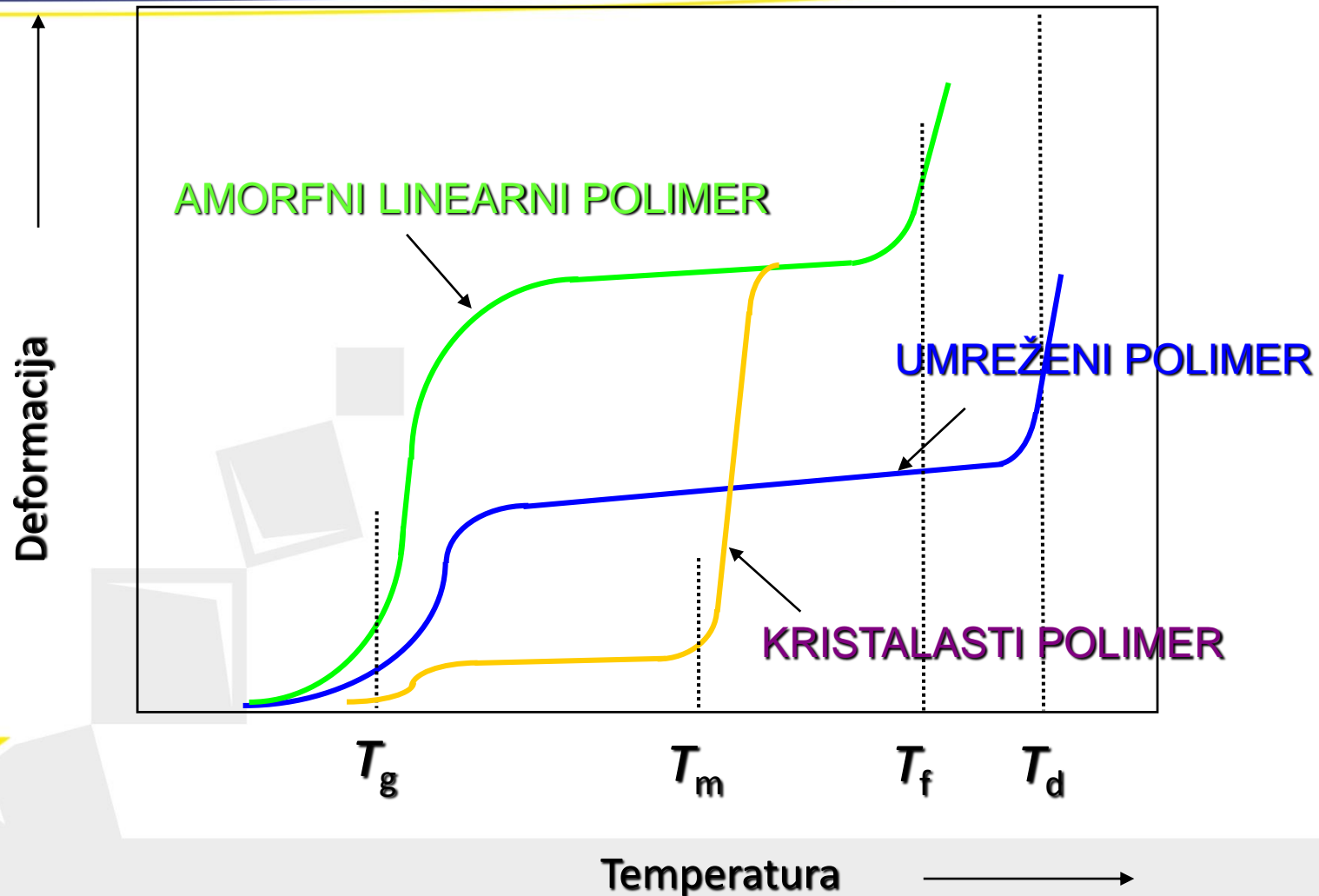
Prije nego se rastale (prijedu u kapljasto stanje) njihova fizička struktura mijenja se



- $T_m = T_f \rightarrow$ kristalasti polimer izravno prelazi u kapljasto stanje taljevine
- $T_m < T_f \rightarrow$ prije prijelaza u kapljasto stanje najprije postaju amorfni i ostvaruju visoke iznose gumaste deformacije



Termomehanička krivulja



Karakteristike fizičkih prijelaza polimera

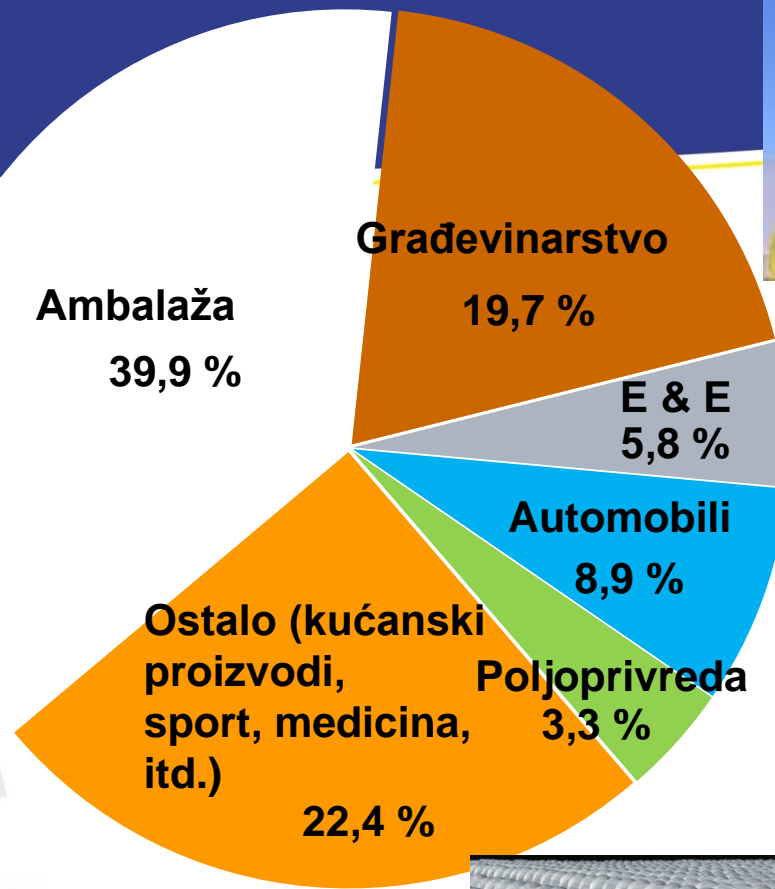
- Umreženi polimeri (duromeri i elastomeri)
 - ne mogu se rastaliti (nemaju **tecišta** T_f)
 - razgrađuju se pri temperaturi razgradnje, **razgradištu** (T_d)
 - pri istim uvjetima ostvaruju manju gumastu deformaciju od amorfnih polimera
 - područje prijelaznih temperatura iz staklasto u gumasto stanje redovito je mnogo šire



Karakteristike fizičkih prijelaza polimera

- Ostale opće karakteristike
 - Prijelazi između fizičkih stanja nisu skokoviti (diskretni) već se zbivaju u određenom temperaturnom području, koje se karakterizira dogovornom diskretnom temperaturom (T_g i T_f)
 - Staklište (T_g) nije fazni prijelaz, već prijelaz iz jednog u drugo fizičko (deformacijsko) stanje tvari
 - Polimeri ne mogu prijeći u plinovito stanje, tj. imaju samo jedan fazni prijelaz (tecište T_f)



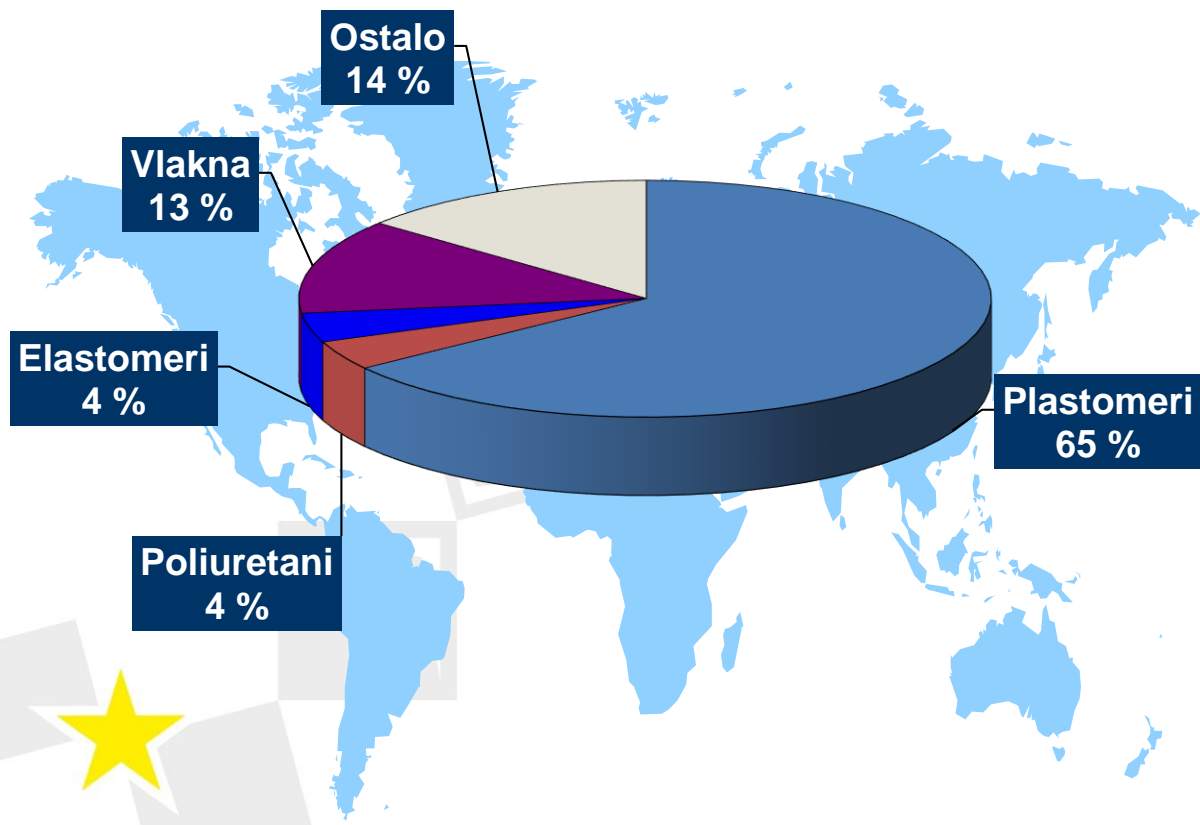


Potrošnja plastike u EU 2015. (49 mil. t)

Izvor: *PlasticsEurope*



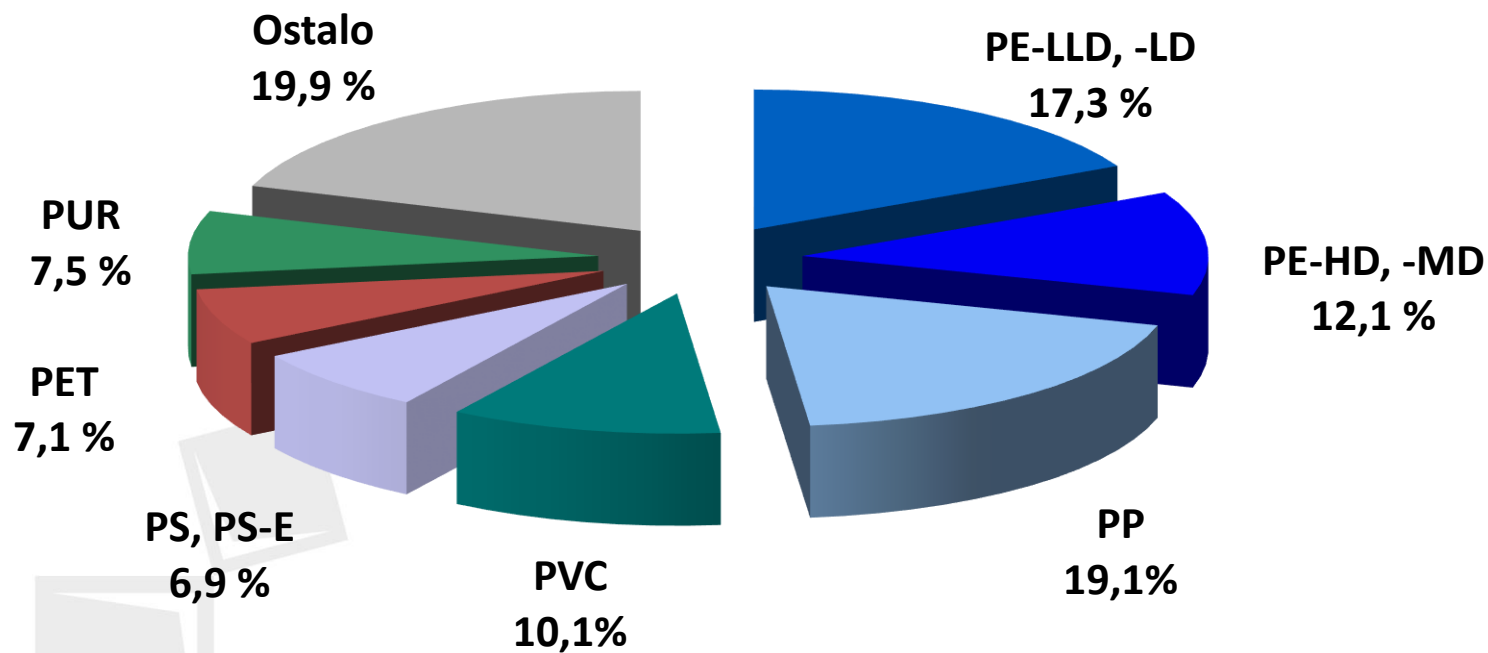
Proizvodnja sintetskih polimera



- Plastomeri – širokoprimjenjivi i konstrukcijski plastomeri
- Ostalo – duromeri, ljepila, prevlake, brtvila
- Elastomeri – sintetski elastomeri (SBR, IR, IIR, BR, NBR, CR, ostalo)
- Vlakna – PA, poliester, akrilici, ostala sintetska vlakna

Izvor: *PlasticsEurope*





Izvor: *PlasticsEurope*

Potražnja za polimernim materijalima, EU 28+N/CH, 2015.



Uporabna svojstva polimernih materijala

**VLASTITA
(INTRINZIČKA)
SVOJSTVA
POLIMERA**

The diagram consists of two overlapping circles. The left circle is red and contains the text 'VLASTITA (INTRINZIČKA) SVOJSTVA POLIMERA'. The right circle is green and contains the text 'PROIZVODNA (PRERADBENA) SVOJSTVA POLIMERA'. The overlapping area in the center is a darker shade of red and green, containing the text 'UPORABNA SVOJSTVA POLIMERA (PROIZVODA)'. A yellow star is located at the bottom left of the red circle.

**UPORABNA
SVOJSTVA
POLIMERA
(PROIZVODA)**

**PROIZVODNA
(PRERADBENA)
SVOJSTVA
POLIMERA**

Uporabna svojstva polimernih materiala

- Ovisi o:
 - vrsti opterećenja (kratkotrajna, dugotrajna),
 - načinu opterećivanja (statičko, dinamičko),
 - brzini opterećivanja,
 - temperaturi,
 - mediju (vlaga, kemikalije ...),
 - toplinsko-reološkoj prošlosti (način i uvjeti preradbe) i
 - mehaničkoj (deformacijskoj) prošlosti (uvjeti prethodnih opterećivanja).

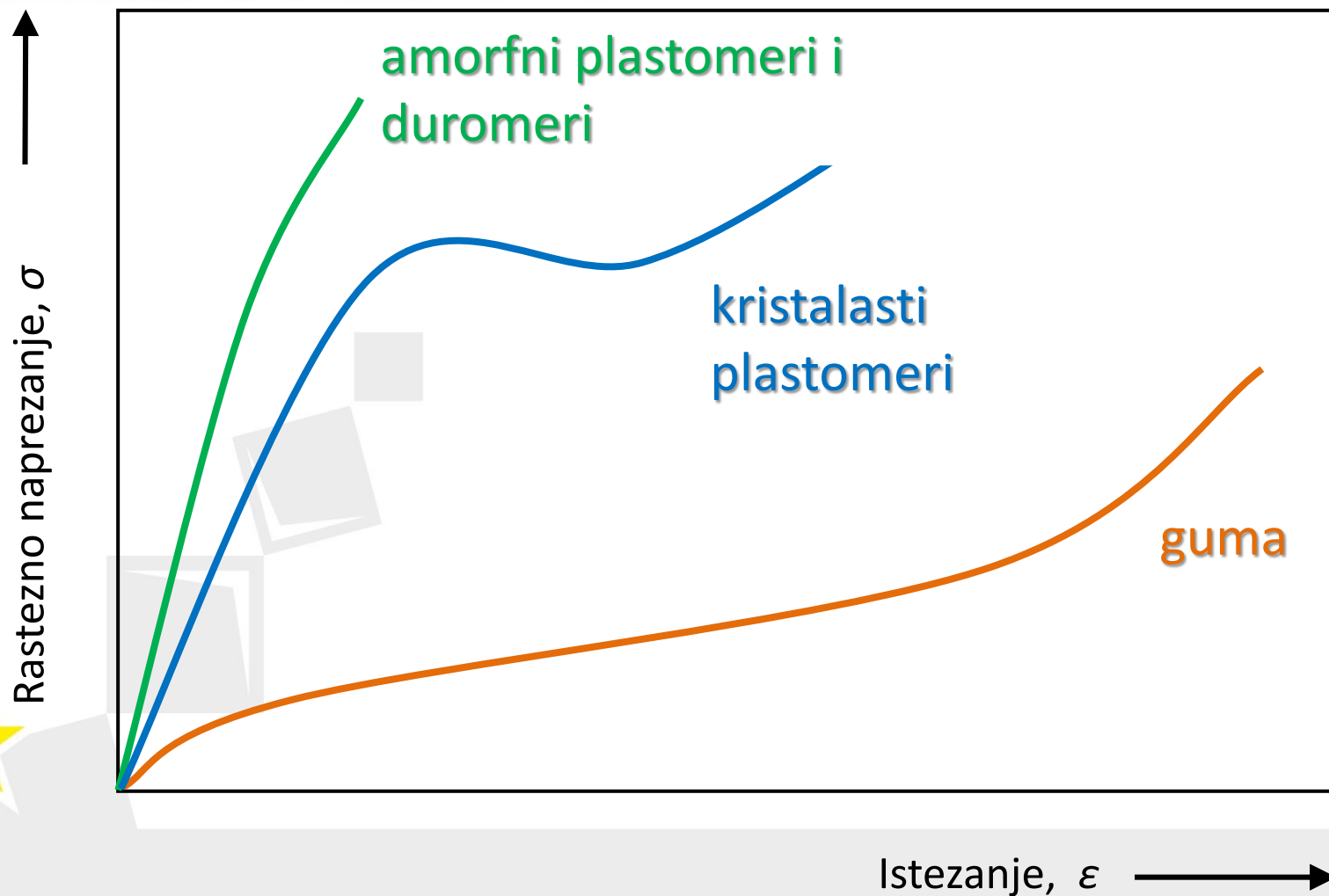


Mehanička svojstva polimera

- Na mehaničke karakteristike polimernih materijala najznačajnije utječu temperatura i vrijeme (sadržano u komponenti brzina opterećivanja i trajanja opterećenja).
- Ograničivši se u razmatranjima na statička opterećenja, polimerni materijali na sniženje temperature i povišenje brzine opterećivanja (tj. brzine deformiranja), odgovaraju povišenjem čvrstoće, odnosno krutosti.



Nominalni dijagram *rastezno naprezanje-istezanje*



Brojčani sustav za označavanje plastičnih pakovanja


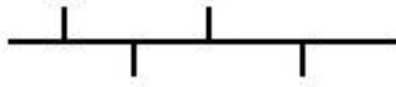
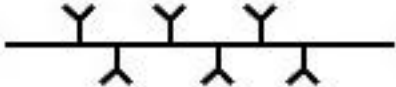
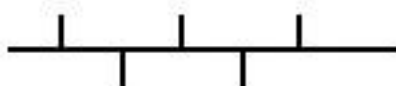
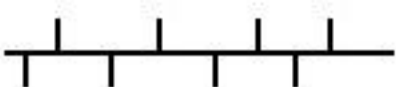


Polietilen - povijest

- 1898. – diazometan – polimetilen
- 1933. – prvi industrijski PE - Reginald Gibson i Eric Fawcett (Imperial Chemical Industries, ICI → vrlo visoki tlak na mješavinu etilena i benzaldehida → voskasti, bijeli materijal.
- 1939. – industrijska proizvodnja PE-LD
- jeftin, trajan, savitljiv, kemijski postojan.



Polietilen

Naziv	Struktura	Gustoća, g/cm 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



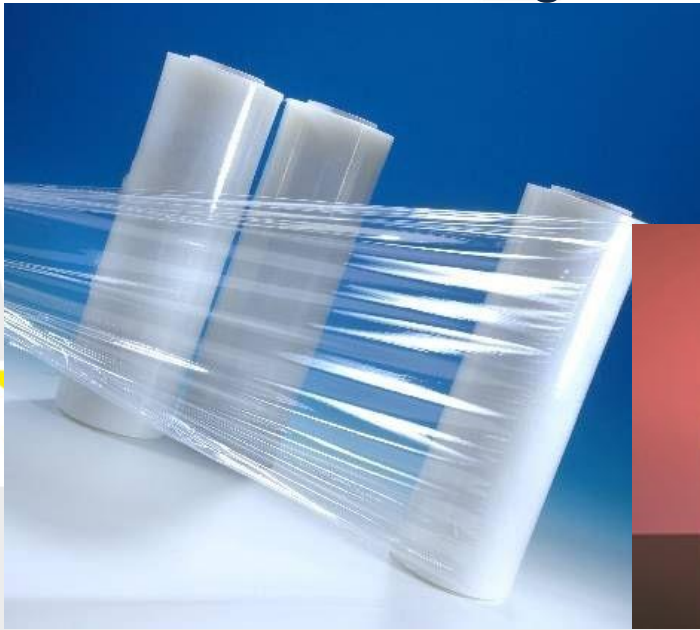
PE-HD

- ograničeno grananje lanaca – linearna struktura
→ visok stupanj kristalnosti (90 - 92 %) → za
proizvode visoke krutosti, žilavosti i visoke
kemijske postojanosti



PE-LD i PE-LLD

- PE-LD – niski stupanj kristalnosti (60 – 75 %) → za filmove debljine 10 – 250 mikrometara, visoke savitljivosti i prozirnosti
- PE-LLD – namjerno, kontrolirano uvođenje grana → linearni PE više gustoće



Polietilen

- Glavna svojstva polietilena:
 - otpornost na trošenje, kemijska postojanost i toplinska postojanost PE povisuju se s porastom gustoće, ali se ujedno smanjuje prozirnost
 - neprerađen je mliječno bijele boje, kod tankih folija je gotovo proziran
 - odlična elektro-izolacijska svojstva
 - podložan procesima kemijske ili toplinske razgradnje kada je izložen UV zračenju
 - nisko talište (<130 °C za PE-HD, <115 °C za PE-LD)

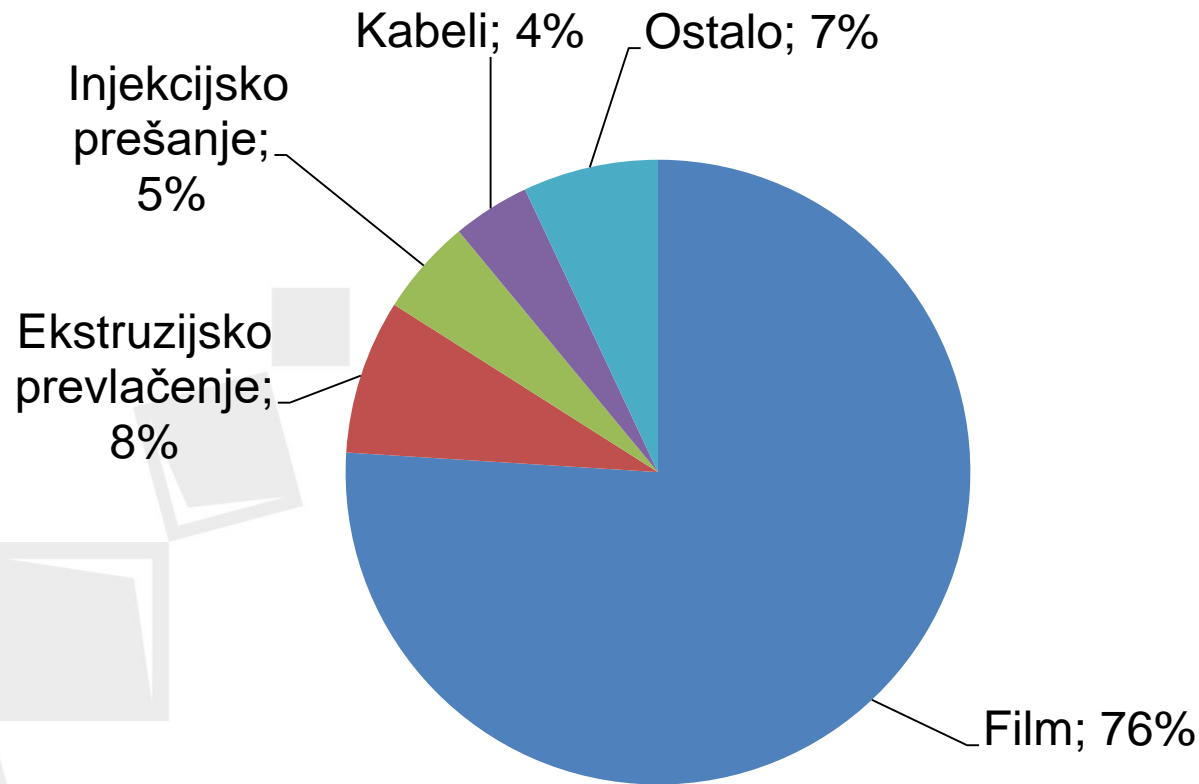


Polietilen

- Glavna svojstva polietilena:
 - zadržava gipkost i pri $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, pa se primjenjuje za pakiranje namirnica koje se zamrzavaju
 - postojan prema većini kemikalija i otapala, postojan prema vodi, alkoholu, ulju, a PE-HD i prema benzinu
 - nepostojan prema jakim oksidacijskim sredstvima
 - bez okusa i mirisa, te fiziološki inertan
 - dodatci:
 - toplinski stabilizatori (za sprječavanje razgradnje)
 - UV stabilizatori (za sprječavanje razgradnje pod utjecajem sunca)
 - sredstva protiv sljublivanja
 - antistatici.



PE-LLD/PE-LD – primjena



PE-LD – ambalažna primjena

- vrećice za nošenje
- vrećice za smrznutu hranu
- gnjetljive bočice (za med ili senf)
- stezljivi omoti
- spremnici i vrećice za hranu i odjeću



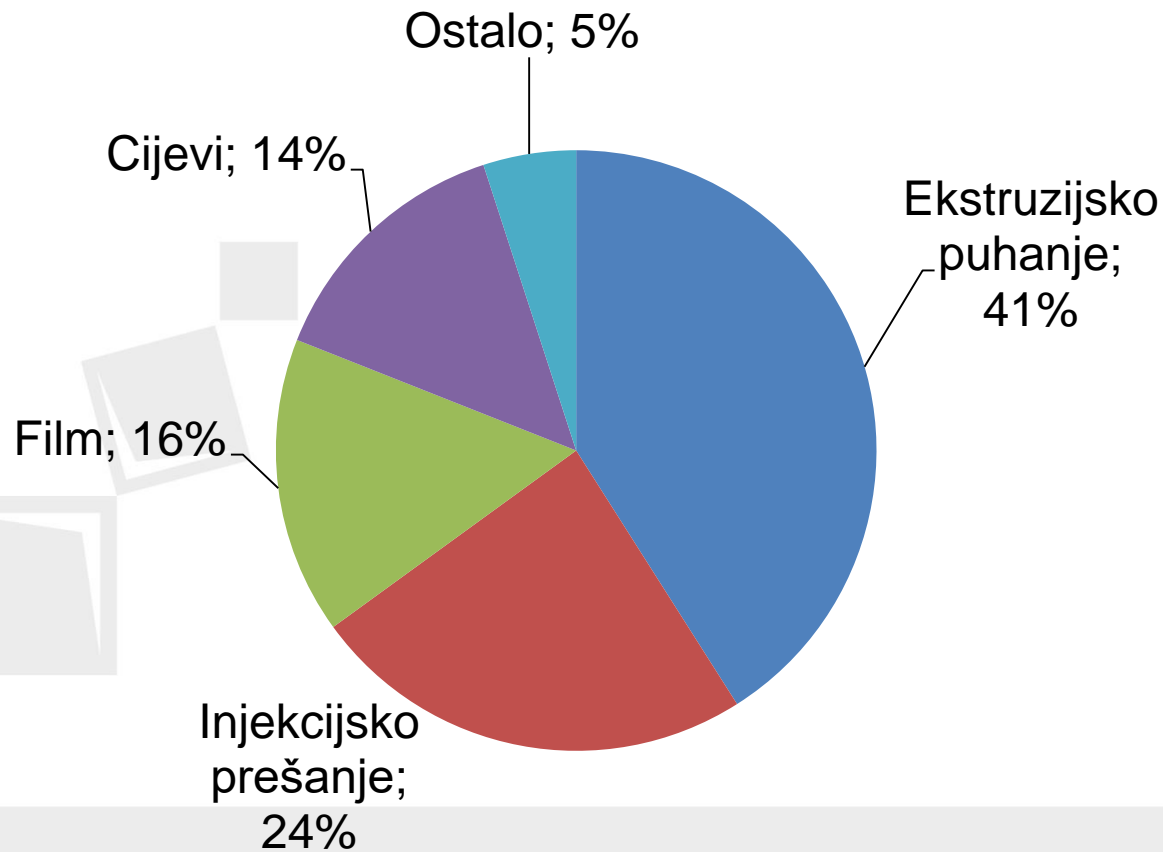
PE-LD – ambalažna primjena



networks



PE-HD – primjena



PE-HD – ambalažna primjena

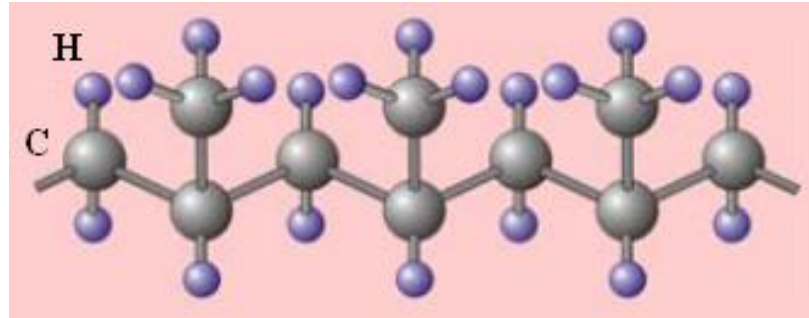
- spremnici za mlijeko, vodu i sokove
- čepovi za boce
- vrećice za smeće i maloprodaju
- boce za tekući deterdžent i šampon
- posudice za jogurt i margarin
- ekstrudirani filmovi za pakiranje hrane



PE-HD – ambalažna primjena



Polipropilen



- polimerni lanac ima metilnu grupu (CH_3) povezanu s polovicom ugljikovih atoma duž lanca (kod PE su samo H atomi vezani s C atomima)
- niske gustoće ($0,9 - 0,91 \text{ g/cm}^3$)
- ovisno o položaju metilne grupe:
 - izotaktni PP (metilna grupa na istoj strani polimernog lanca)
 - sindiotaktni PP (jedna i druga strana lanca)
 - ataktni PP (slučajni raspored)



Polipropilen

- svojstva mu se manje mijenjaju s porastom temperature u odnosu na PE (čvrstoća PP pri 100 °C jednaka je čvrstoći PE pri 40 °C)
- osjetljiv na niske temperature (već pri 0 °C postaje krhak) → kopolimerizacija s EPDM
- kopolimerizacija s etilenom (5-20 %) → smanjenje kristalnosti → prozirnost
- netoksičan, netopljiv, kemijski postojan prema sastojcima namirnica, uključujući i masnoće, čak i pri povišenoj temperaturi.

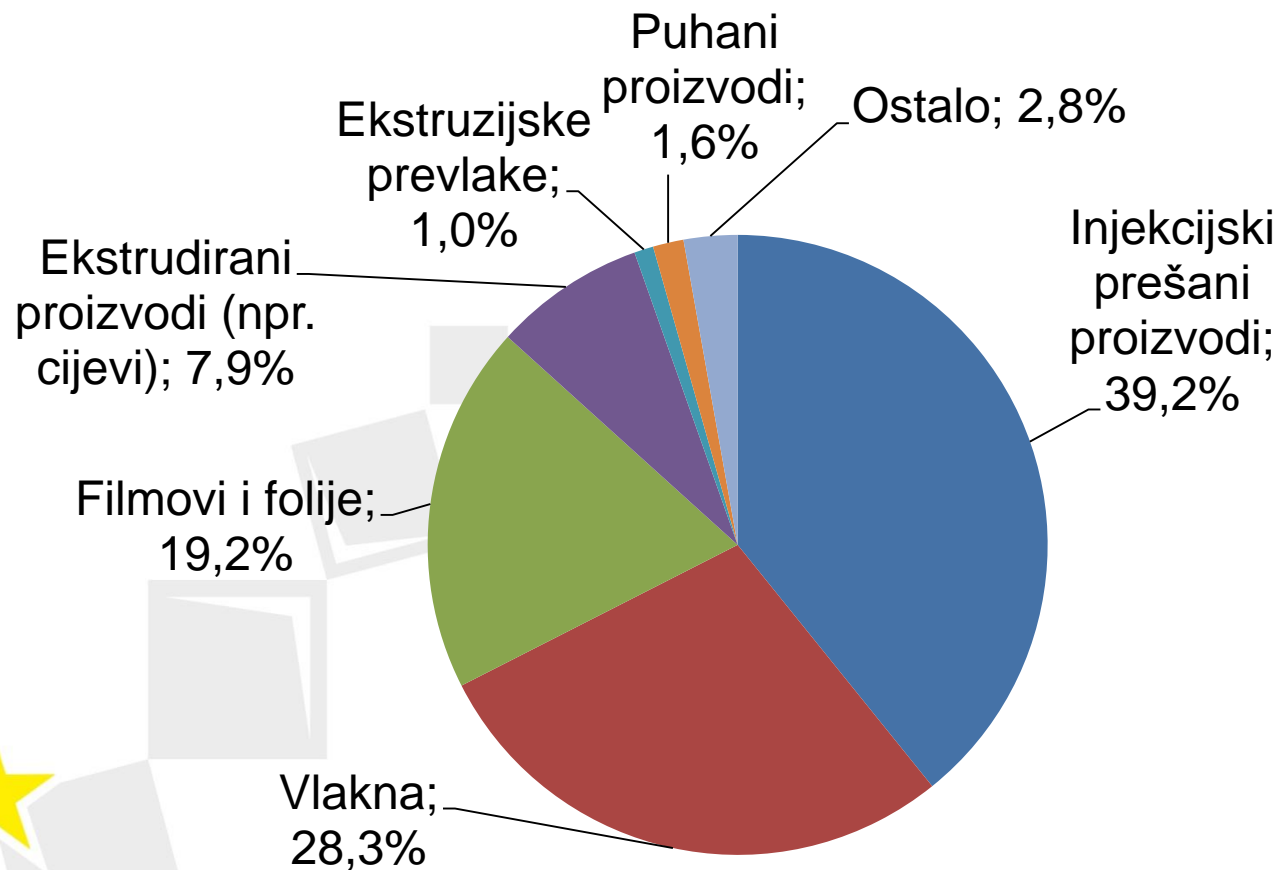


Polipropilen

Svojstvo	Homopolimer	Stat. kopolimer	Blok kopolimer
Transparentnost	Ne	Da	Ne
Niskotemperaturna postojanost	Ne	Ograničena	Da
Visokotemperaturna postojanost	Da	Ne	Ograničena



PP – primjena



PP – ambalažna primjena

- čašice za jogurt
- posudice za margarin
- medicinske bočice
- poklopci za boce
- spremnici za čuvanje u hladnjacima
- filmovi postojani na masti



PP – ambalažna primjena



PP – primjena



PET – povijest

- 1941. - John Rex Whinfield i James Tennant Dickson (Calico Printer's Association of Manchester) – patentirali su PET na temelju etilen-glikola i tereftalne kiseline
- komercijalna uporaba – 1953. kao tekstilno (poliestersko) vlakno, nedugo zatim u obliku filma (magnetska traka)
- biaksijalno orijentirani film – početkom 50-ih godina 20. stoljeća → savitljiva ambalaža za prehrambene proizvode
- 70-ih godina 20. stoljeća – primjena PET-a za proizvodnju boca za gazirana pića



Poli(etilen-tereftalat)

- zasićeni poliester
- dobra mehanička, kemijska i električna svojstva
- kristalnost se može mijenjati od 0 do 60 %
- lanci: mogu biti izotropno (slučajno) raspoređeni ili visoko orijentirani duž jedne (aksijalno) ili dvije (biaksijalno) osi → parametri preradbe određuju stupanj kristalnosti i orijentaciju (temperatura i brzina hlađenja).
- Strukturna ili intrinzička viskoznost (IV) → govori o duljini makromolekulnih lanaca (npr. za boce IV = 0,65 – 0,85 dL/g ili 100 – 155 ponavljajućih jedinica po lancu)
- vlaga → hidroliza → pad IV!

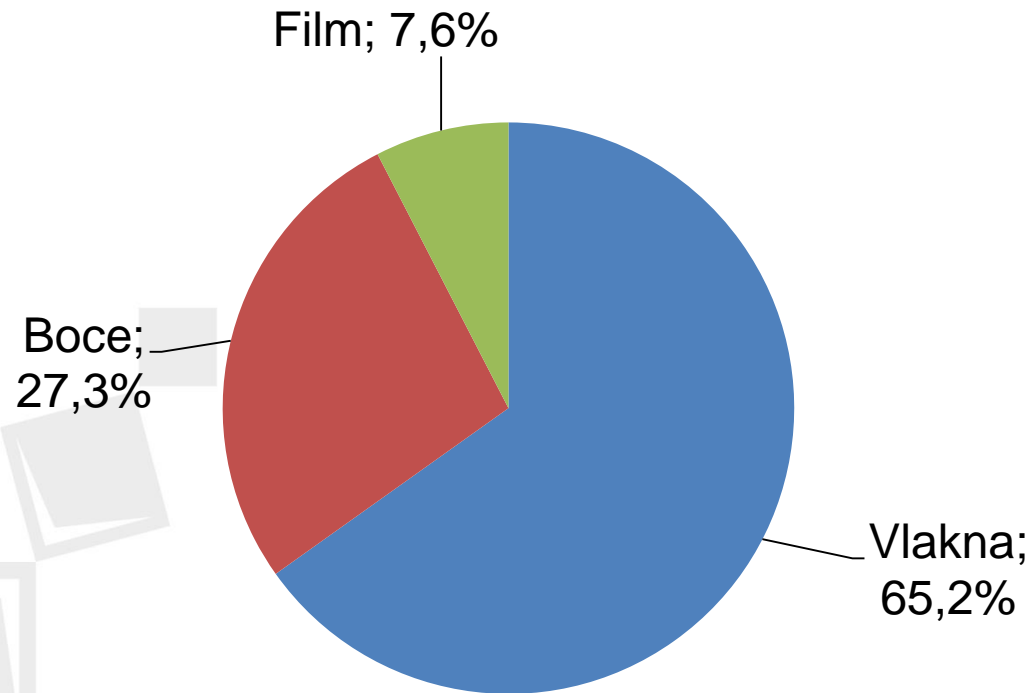


Poli(etilen-tereftalat)


- žilav, izvršne prozirnosti i sjaja
- lagan, postojan na napukline zbog naprezanja (tenzokoroziju)
- izvršne dimenzijske stabilnosti
- vrlo dobre nepropusnosti na vodenu paru, kisik i ugljikov dioksid
- postojanost PET-a na kemikalije i otapala poboljšava se povišenjem kristalnosti polimera



PET – potrošnja



PET – ambalažna primjena

- boce za bezalkoholna pića i vodu
- boce za pivo
- spremnici za začine za salatu
- toplinski postojani poslužavnici i filmovi za hranu za uporabu u mikrovalnim pećnicama
-  vrećice za medicinsku opremu koja se sterilizira zapakirana
- trake za zamatanje



PET – ambalažna primjena



Polistiren – povijest

- 1839. - Eduard Simon, ljekarnik iz Berlina → od storaksa, od drveta *Liquidambar orientalis* destilirao je uljnatu tvar, monomer – **stirol**.
- Nakon 80 godina → **polistiren**.
- 1931. – započela proizvodnja u tvrtki I. G. Farben, Ludwigshafen, Njemačka → zamjena lijevanog cinka.
- Oko 1949. - Fritz Stastny (BASF) – pjenasti PS, predstavljen 1952. na sajmu u Düsseldorfu – stiropor



Polistiren

- staklište 80 – 100 °C, gustoća 1,05 – 1,07 g/cm³
- temperatura uporabe do 75 °C
- podložan procesima fotokemijske razgradnje (stabilizator)
- potpuno postojan na utjecaj vode, izvrsna električna izolacijska svojstva
- lako se prevodi u pjenasti materijal niske gustoće, tada je najbolji izolator zvuka i topline



Polistiren opće namjene

- vrlo krt i krhak
- visoke prozirnosti
- visoke tvrdoće i krutosti
- vrlo niske žilavosti
- nisko omekšavalište
- tijekom proizvodnje se dodaju antistatici i maziva kojima se poboljšava tecljivost polistirenske taljevine
- idealan za proizvodnju ambalaže injekcijskim prešanjem
- relativno velika propusnost plinova i vodene pare





Polistiren visoke žilavosti (PS-HI)

- dvofazni sustav polistirena i fino dispergiranih čestica kaučuka (polibutadiena) – cijepljeni kopolimer
- PS → krutost i dobra preradbena svojstva, kaučukova faza → elastičnost i žilavost
- za izradu čaša, šalica, kutija i sanduka raznih oblika i dimenzija postupcima toplog oblikovanja, injekcijskog prešanja i puhanja
- proizvodi polistirena visoke žilavosti su neprozirni, mliječno bijele boje što predstavlja izvrsnu podlogu za ukrašavanje i lijepljenje naljepnica.





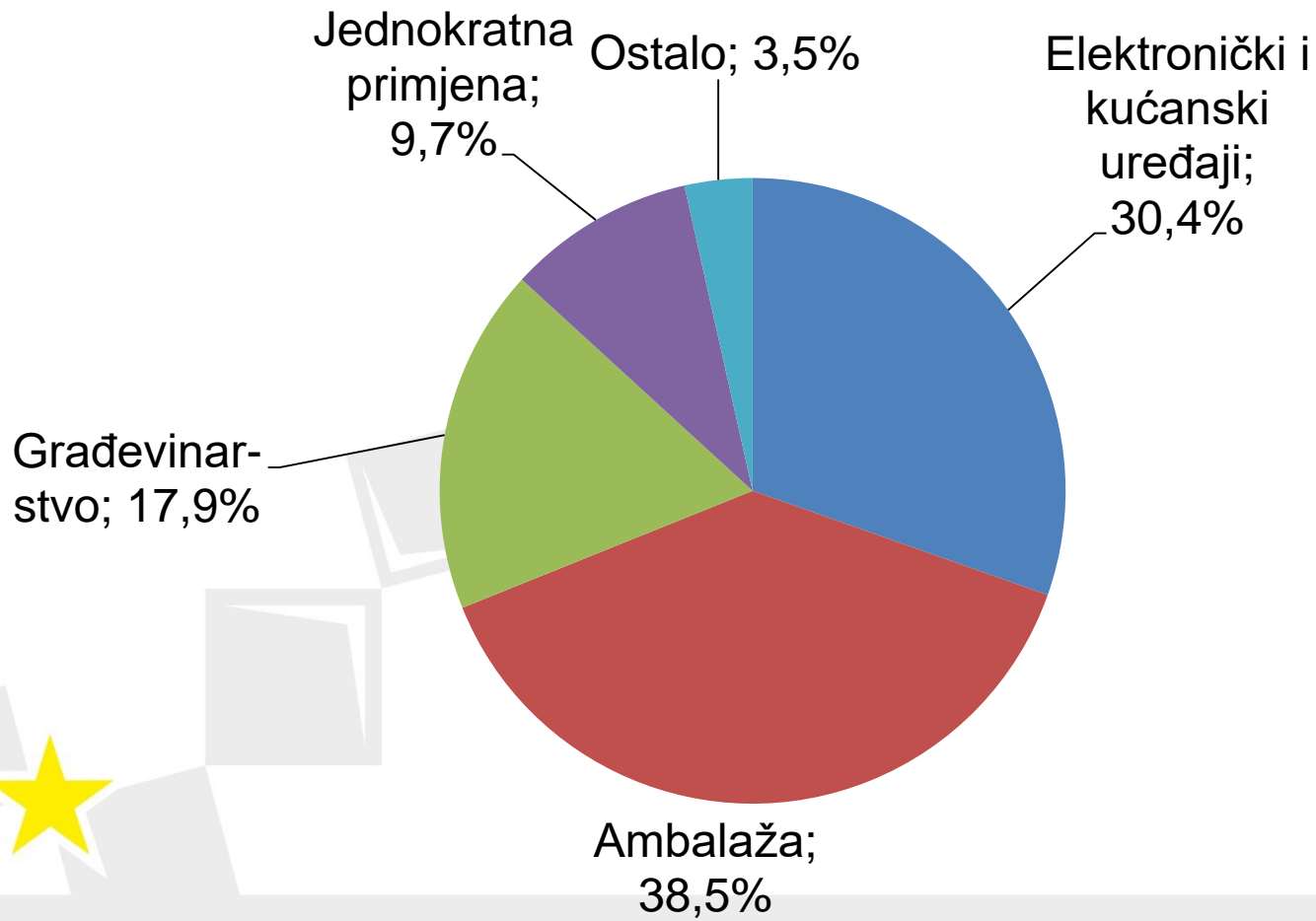


Pjenasti PS (PS-E)


- pjenasti polistiren (PS-E) - materijal dobiven fizičkim upjenjivanjem
- granulati sadrže pjenilo (oko 7 % hlapljivog ugljikovodika – pentan), pri zagrijavanju vodenom parom na oko 105 °C povećava volumen 20 do 50 puta
- vrlo mala masa, izvrsna izolacijska svojstva, trajnost i odlična preradljivost



PS – primjena



PS – ambalažna primjena

- omoti za CD
- poslužavnici za svježe meso
- kutije za jaja
- tankostijene čaše
- tanjuri
- bočice za tablete
- toplo oblikovani spremnici za mljekarske proizvode
-  zaštitna ambalaža za elektroničku robu



PS – ambalažna primjena



PVC – povijest

- 1838. i 1872. – vinil-klorid izložen sunčevoj svjetlosti → bijela krutina
- 1913. - Friedrich Klatte je patentirao metodu polimerizacije vinil-klorida uz pomoć Sunčeve svjetlosti → svrha?
- 1926. - Waldo Semon (B.F. Goodrich Company) – omekšani PVC → golf loptice i pete za cipele (zamjena za prirodni kaučuk); nepropusna prevlaka za vodu na tkaninama



Poli(vinil-klorid)

- PVC se dobiva polimerizacijom vinil-klorida (VC).
- VC je plin pri sobnoj temperaturi i normalnom tlaku te se ukapljuje prije transporta do proizvođača PVC-a.
- PVC tvorevine uz polimerizat sadržavaju različite vrste i različite količine dodataka → mogućnost modifikacije toplinskih, mehaničkih, reoloških i drugih svojstava.




PVC – dodatci

VRSTA DODATAKA
Omekšavala
Toplinski stabilizatori
Svjetlosni stabilizatori
Maziva
Dodaci za poboljšanje preradljivosti
Dodaci za poboljšanje savojne žilavosti
Punila i ojačavala
Pigmenti i bojila

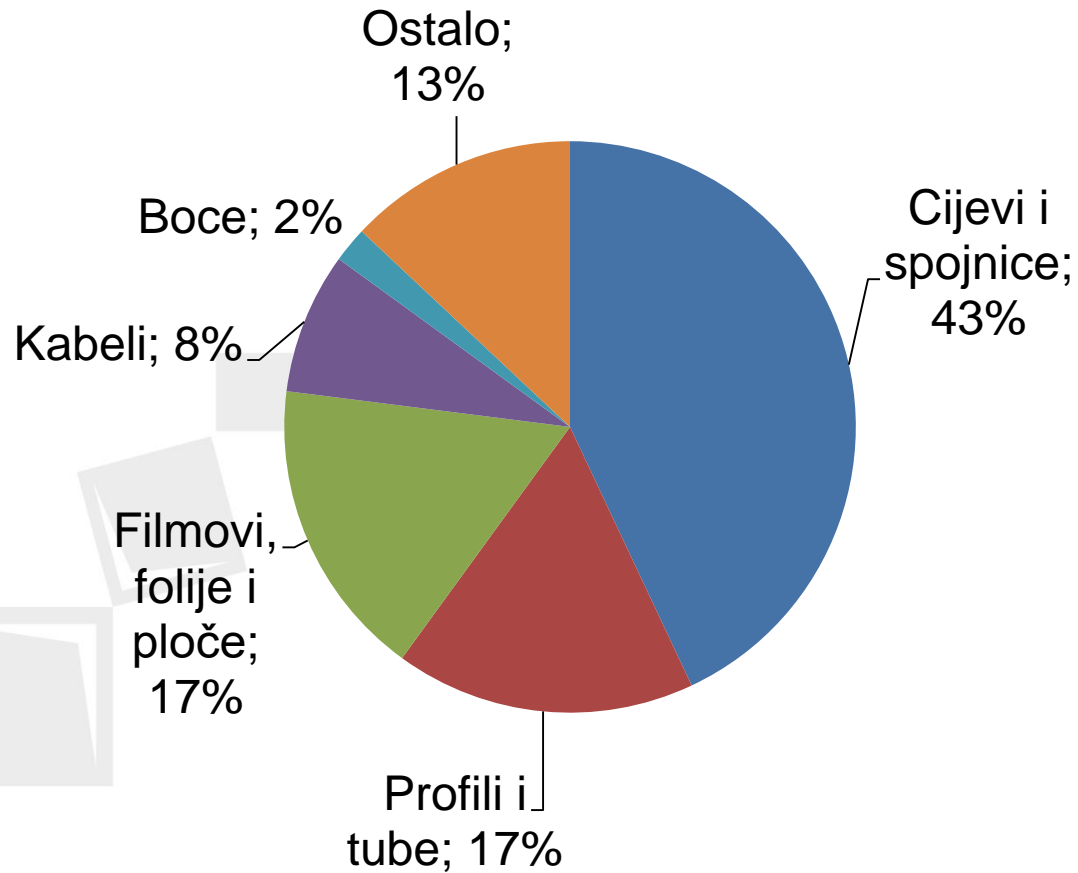


PVC – svojstva

- otporan na abraziju, odlične mehaničke čvrstoće i tvrdoće
- može se lagano rezati, oblikovati, zavarivati i spajati u različite oblike
- postojan na razgradnju, kemijsko truljenje, koroziju
- fizička i tehnička svojstva osiguravaju odličan omjer cijene i kvalitete
- srazmjerno se malo energije potroši tijekom proizvodnje PVC-a, a također i pri proizvodnji gotovog proizvoda
- niska toplinska postojanost, mogućnost uporabe do 70 °C
-  teško zapaljiv.



PVC – primjena



PVC – ambalažna primjena

- prozirni omoti za hranu
- boce za kozmetičke proizvode
- mjehurasta (*blister*) pakovanja za medicinske i farmaceutske proizvode
- filmovi za maslac, meso, ribu i ostalu svježnu hranu



PVC – ambalažna primjena




© CNET Networks



Ostalo



Gustoća

Skupina	I.	II.	III.	IV.	V.
Gustoća, g/cm ³	0,9-1	1-1,2	1,2-1,5	1,5-1,8	>1,8
Polimeri 	poliolefini prirodni kaučuk bez dodataka	PS ABS PC PA	POM PVC PET fenolna smola	melamin- ska smola	PTFE
				poliesterske ili epoksidne smole ojačane staklenim vlaknima	



Zahtjev	PE	PP	PET	PS
Čistoća/transparentnost	3	2	1	1
Žilavost	1	3	2	9
Apsorpcija vode	2	2	3	4
Propusnost vodene pare	2	2	4	5
Propusnost CO ₂	6	5	2	9
Propusnost O ₂	7	6	2	8
Postojanost na kiseline	2	2	4	4
Postojanost na lužine	2	2	3	2
Postojanost na ulja	4	3	2	4
Postojanost na otapala	3	3	2	6
Postojanost na vlagu	1	1	1	1
Postojanost na svjetlo	4	4	1	5
Postojanost na toplinu	3	2	3	5
Postojanost na hladnoću	1	4	2	5

1 – najbolje
9 - najgore



Hvala na pažnji!!!



Europska unija
"Zajedno do fondova EU"



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDovi



ESF
UČINKOVITI
LJUDSKI
POTENCIJALI

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.
Sadržaj ovog materijala isključiva je odgovornost Udruge VISOKI JABLANI.

