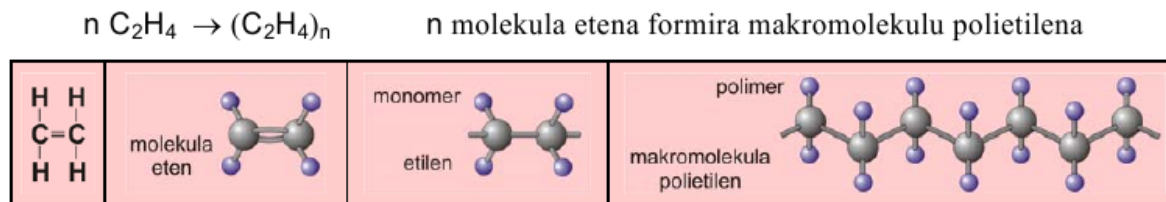


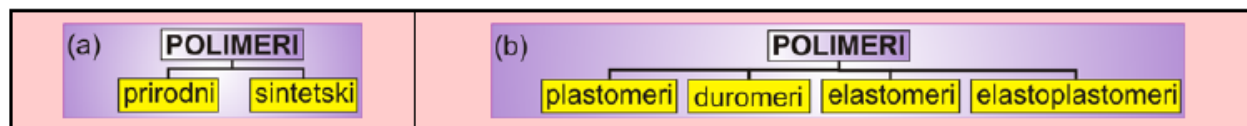
Polimeri

Riječ polimer je složenica koja potječe od grčkih riječi: πολυ (poli) – mnogo i μέρος (meros) – dio.

Polimerima se nazivaju materijali formirani od organskih makromolekula, koji se dobivaju uspostavljanjem kemijskih veza jednostavnijih molekula organskih spojeva – monomera. Na primjer, makromolekula polietilena dobiva se spajanjem molekula etena (etilena):



Polimeri se mogu sistematizirati s obzirom na (a) formiranje te (b) ponašanje pri zagrijavanju i elastičnim svojstvima:



Prirodnim polimerima pripadaju proteini, enzimi, škrob i celuloza. Oni su biljnog (kaučuk, pamuk) i životinjskog porijekla (koža, svila). Danas se prirodni polimeri, ali i polimeri koji ne postoje u prirodi, sintetiziraju spajanjem jednostavnih malih organskih molekula (monomera). Najčešće su korišteni sintetski polimerni materijali: polietilen i poli(vinil-klorid).

Plastomeri pri rastu temperature omekšavaju (formiran komad se može zagrijati i preoblikovati) te se potom, pri opadanju temperature skrućuju. Duromeri pri rastu temperature ne omekšavaju (formiran komad se ne može preoblikovati). Elastomeri imaju izražena elastična svojstva. Elastoplastomeri imaju elastična svojstva kao elastomeri, a pri rastu/opadanju temperature se omekšavaju/skrućuju kao plastomeri. Često se duromeri i plastomeri nazivaju plastičnim masama, a elastomeri i elastoplastomeri gumama.

Od danas korištenih polimernih materijala (preko 10 000 komercijalnih), s masenim udjelom od 80 %, dominira grupa s četiri "masovna" plastomera: PE, PP, PS i PVC. Slijedi skupina konstrukcijskih polimera PA, PC i ABS, a širi se i primjena polimernih smjesa.

U odnosu na druge konstrukcijske materijale polimeri imaju niz prednosti i nedostataka:

Prednosti	Nedostaci
male ρ	mali E
male λ i e_0	male tvrdoća
deformabilne su pri povišenim temperaturama	male λ i e_0
dobro gušenje vibracija	velike α
dobra kemijska postojanost	utjecaj prerade na svojstva
mali faktori trenja	ovisnost svojstava o vanjskim utjecajima
dobra otpornost na trošenje	podložnost starenju
ekonomična serijska izrada proizvoda	neekonomična izrade manjeg broja proizvoda

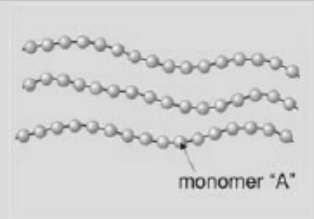
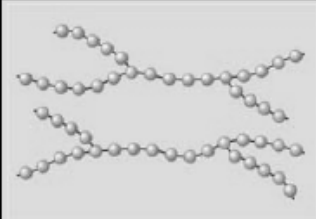

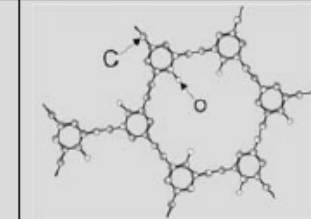
Građa polimera

Polimeri formirani od samo jedne vrste monomera nazivaju se homopolimerima, a polimeri formirani od dvije ili više vrsta monomera – kopolimeri. U pravilu se u nazivima polimera podrazumijevaju homopolimeri (PVC – poli(vinil-klorid)), dok se kopolimeri naglašavaju (PVC – poli(vinil-klorid)-kopolimer).

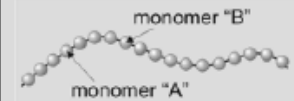



Monomeri i makromolekule

Makromolekule su polimera formirane od monomera:

PE $\begin{array}{c} \text{H H} \\ \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H H} \end{array}$	PP $\begin{array}{c} \text{H H} \\ \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H CH}_3 \end{array}$	PS $\begin{array}{c} \text{H H} \\ \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H } \bigcirc \end{array}$	PVC $\begin{array}{c} \text{H H} \\ \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H Cl} \end{array}$	PTFE $\begin{array}{c} \text{F F} \\ \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{F F} \end{array}$	PMMA $\begin{array}{c} \text{H CH}_3 \\ \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H C-O-CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	PF $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$
PA $\begin{array}{c} \text{H H H H H H H H H H H O} \\ \\ -\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{H H H H H H H H H H H} \end{array}$			PET $\begin{array}{c} \text{O O} \\ \\ -\text{C}-\bigcirc-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{O}- \\ \\ \text{H H} \end{array}$		PF $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ O} \\ \\ -\text{O}-\bigcirc-\text{C}-\bigcirc-\text{O}-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	

linearni polimeri	granati polimeri	poprečno vezani polimeri	umreženi polimeri
			

Svojstva se polimera mogu prilagoditi zahtjevima kopolimerizacijom:

nasumični kopolimeri	naizmjenični kopolimeri	blok-kopolimeri	cijepljeni kopolimeri
			

Dalja prilagodba svojstava polimera može se postići miješanjem različitih vrsta polimera, na primjer, PC i ABS.

Dodaci polimerima

Jednokomponentni polimeri rijetko se primjenjuju u tehnici. U pravilu, radi bolje prilagodbe svojstava polimera zahtjevima, te smanjenja cijene i produljenja vijeka trajanja proizvoda, osnovna se komponenta miješa s pogodnim dodacima. Na primjer, za poboljšanje savitljivosti dodaju se osnovnoj komponenti omekšala – teško hlapiva organska otapala.

Naziv skupine dodataka	Primjeri
reakcijske tvari	umrežavala, pjenila, dodaci za smanjenje gorivosti
modifikatori mehaničkih svojstava	dodaci za povećanje: žilavosti, čvrstoće i modula elastičnosti, omekšavala
modifikatori površinskih svojstava	dodaci za smanjivanje neravnina, regulatori adhezivnosti, antistatici
modifikatori optičkih svojstava	bojila, pigmenti
poboljšavači preradljivosti	regulatori viskoznosti, toplinski stabilizatori, odvajala
poboljšavači postojanosti	svjetlosni stabilizatori, antioksidansi, biocidi
dodaci za smanjivanje cijene	punila (drvno i kameno brašno)
ostali dodaci	mirisi, dezodoransi

Osnovna svojstva polimera

Za konstruktore je značajan niz različitih svojstava polimera:

Grupa svojstava	Svojstva
mehanička	čvrstoća, istezljivost, modul elastičnosti, tvrdoća, žilavost, faktor trenja
toplinska	toplinska vodljivost, toplinska rastezljivost, temperatura omekšavanja (plastomeri), postojanost oblika pri povišenoj temperaturi (duromeri)
električna	električna vodljivost, električni otpor, čvrstoća proboja, faktor dielektričnih gubitaka, relativna dielektričnost
postojanost	kemijska postojanost, otpornost na trošenje, temperaturna granica kratkotrajne izloženosti, temperaturna granica dugotrajne primjene
ostala	gustoća, propusnost svjetla, indeks loma, udjeli dodataka

Fizikalna svojstva polimera ovise o njegovom kemijskom sastavu, strukturi (oblik makromolekula) i građi (raspored makromolekula i dodaci). Utjecanjem na vrijednost molekulske mase, granatost makromolekula i uređenost građe mogu se u velikoj mjeri mijenjati svojstva polimera.

Izrada proizvoda od polimera

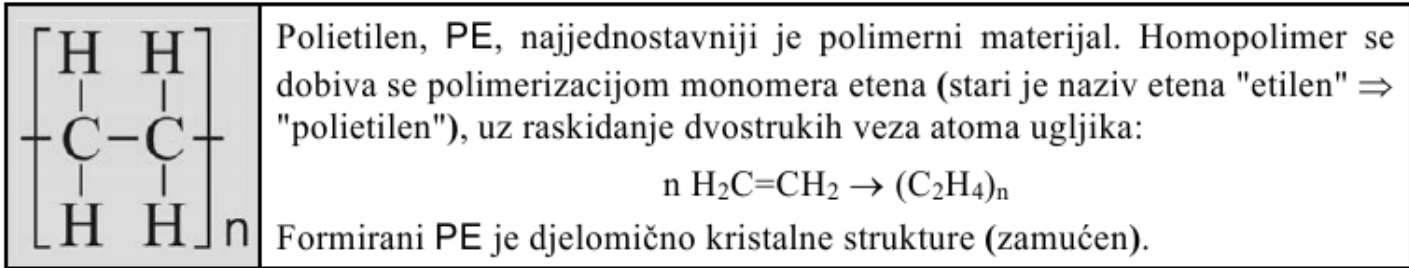
Najčešći su postupci prerade polimernih materijala:

Naziv postupka prerade	Primjena	Naziv postupka prerade	Primjena
injekcijsko prešanje	P i D *	ekstrudiranje	P
prešanje	D	višekomponentno prešanje	P
puhanje	P	injekcijsko puhanje	P
rotacijsko lijevanje	P i D	kalandriranje	P
toplo oblikovanje	P	završna obrada	P i D

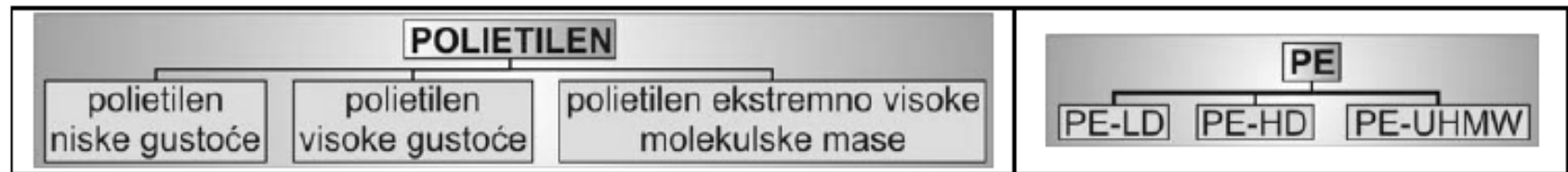
* P – plastomeri D – duromeri

Plastomeri

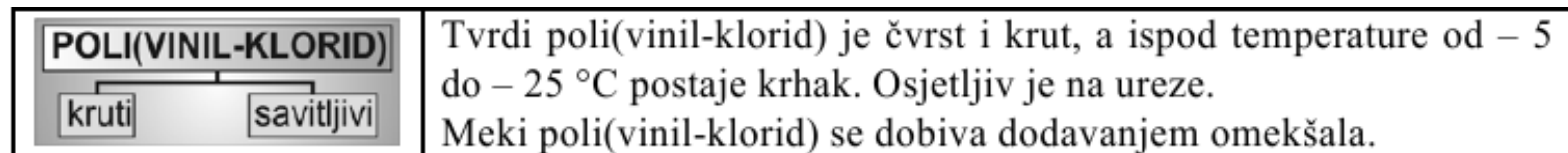
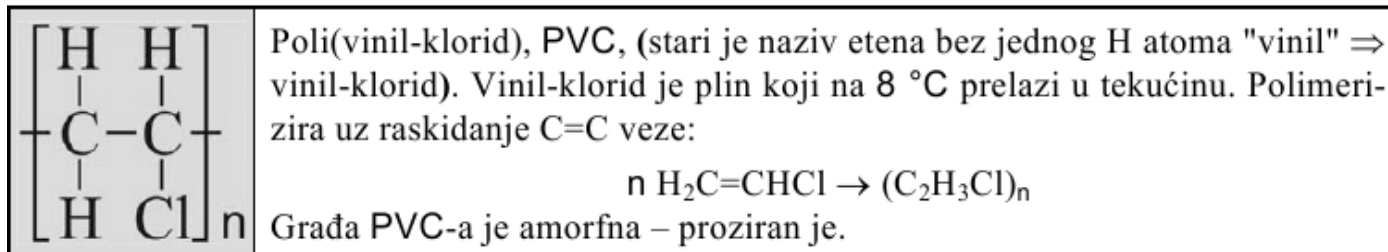
Polietilen – PE



Odgovarajućim se tehnologijama proizvodi više vrsta polietilena, a najvažniji su:

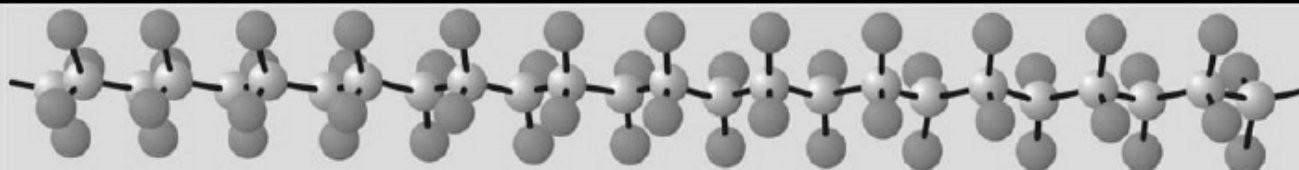
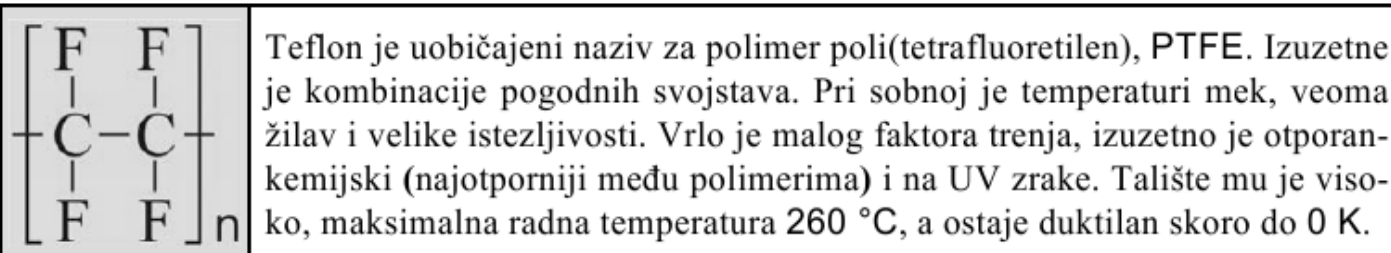


Poli(vinil-klorid) – PVC



Svim PVC-ima se moraju dodavati stabilizatori, koji je čine otpornima na UV zrake i toplinu. PVC se dodaju i punila i ojačala kako bi se postigla željena svojstva. PVC je moguće obojiti.

Teflon – PTFE

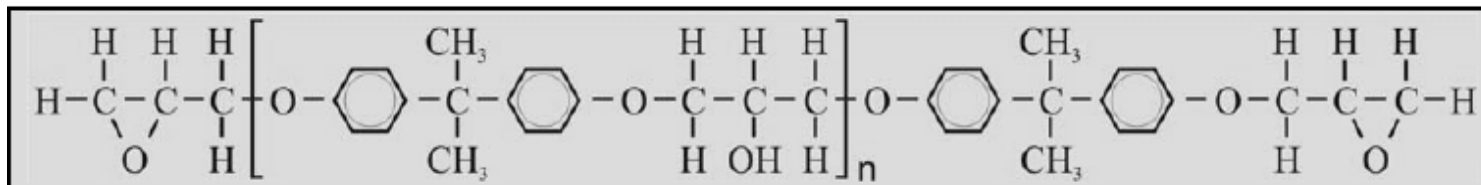


Veliki dio svojstva PTFE je posljedica njegovog kemijskog sastava – kemijske su veze ugljika i fluora, te ugljika i ugljika među najjačim vezama u organskoj kemiji.

PTFE se koristi za izradu samopodmazivih kliznih ležaja, brtvi i brtvila, klipnih prstena, spremnika, cijevi i ventila za opasne kemikalije, električnih izolatora vodiča izloženih djelovanju visokih temperatura, prevlaka unutarnjih dijelova kuhinjskog posuđa i dijelova stroja za pranje suđa, zamjenskih dijelova ljudskog tijela.

Duromeri

Epoksid – EP



Epoksidne smole, EP smole, duromeri su s epoksidnim grupama. Skrućivanje se odvija na sobnoj temperaturi i atmosferskom tlaku uz vrlo mali postotak skupljanja.

EP smole imaju izuzetno izražena svojstva lijepljenja i zbog toga se koriste kao lijepljenje dijelova i oblaganje površina. Formirane su obloge žilave i otporne na kemikalije. Koriste se za izradu lakova i otopina za električnu izolaciju dijelova oblaganjem.

Elastomeri

Visoko elastičnim se nazivaju materijali koji pod vlačnim opterećenjem mogu povećati dužinu najmanje dvostruku i to bez zaostalih deformacija po prestanku vlačnog opterećenja. Elastični se materijali često nazivaju **gumama**.

Postoji samo mali broj makromolekularnih materijala s visokom elastičnošću. Da bi materijal bio visoko elastičan, međumolekulske veze ne smiju biti prejake i ne smiju se formirati kristalna zrna.

Prirodni kaučuk

$\left[\begin{array}{cccc} \text{H} & & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ -\text{C} & - & \text{C} = & \text{C} - & \text{C}- \\ & & & \\ \text{H} & \text{CH}_3 & & \text{H} \end{array} \right]_n$	Molekule su u prirodnom kaučuku formirane polimerizacijom izoprena (2-metil-1,3-buten – C ₅ H ₈). Prirodni se kaučuk dobiva zasijecanjem tropskog drva kaučukovca (latinski je naziv Hevea braziliansis, a domorodački naziv "ka hu či" znači drvo koje plače) i prikupljanjem mliječnog soka – lateksa, koji istječe iz zasjeka.
---	---

Danas se izrađuju sintetički kaučuci ili umjetne gume, koje se po svojstvima u potpunosti usporedive s prirodnim. Sirovine za izradu su ugljen, vapnenac, krumpir i sirova nafta.