



# ELASTOMERI

ak. god. 2024./2025.

**Ljerka Kratofil Krehula**

*krehula@fkit.hr*

T gume – sadrže S u polimernom lancu  
POLISULFIDNI KAUČUK (TM)

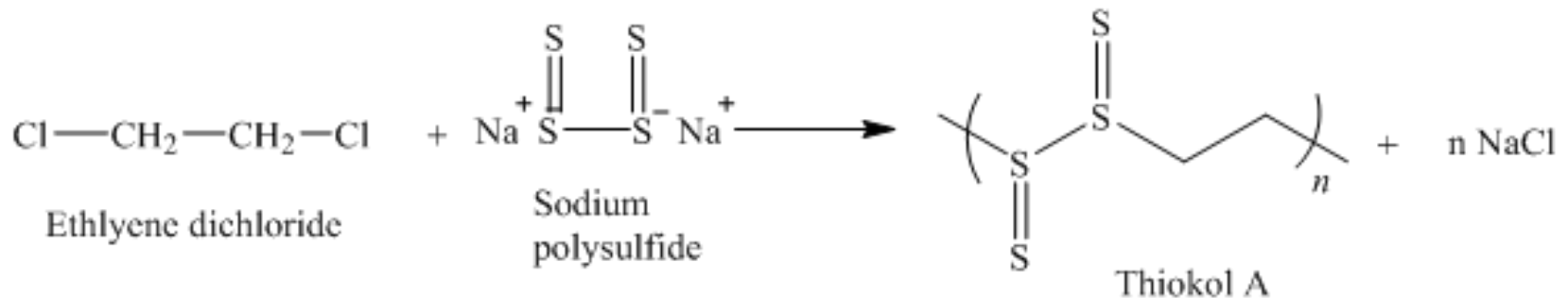
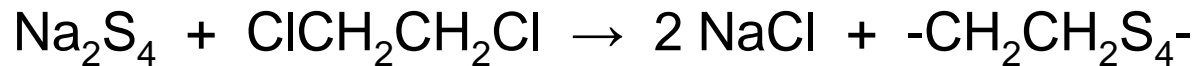
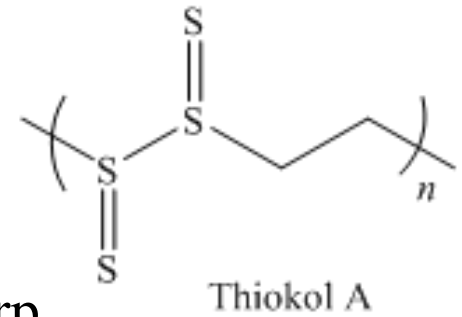
# POLISULFIDNI KAUČUK (TM)

❖ prvi sintetski kaučuk dobiven polikondenzacijom

❖ na tržište ga je plasirala tvrtka Thiokol Chemical Corp.  
zbog toga se ovaj kaučuk naziva THIOKOL

❖ priprema se polikondenzacijom organskih dihalogenida i polisulfida

❖ Thiokol A dobiva se reakcijom natrijevog tetrasulfida i 1,2 –dikloretana :



- reakcija se provodi uz snažno miješanje i polagano dodavanje diklorida vodenoj otopini natrijevog polisulfida na 70 °C.
  - kao disperzno sredstvo, koristi se magnezijev hidroksid, a polimer se dobiva u formi lateksa
  - nakon dovršene polikondenzacije, disperzija se dekantira i polimer koagulira kiselinom, pere, filtrira i suši.
- 
- ❖ polisulfidni kaučuk Thiokol A ima relativno visoku molekulsku masu
  - ❖ izborom vrste polisulfida i organskih dihalogenida mogu se pripremiti različiti tipovi polisulfidnih kaučuka

- Thiokol A plastificira se mastikacijom

Ovako dobiveni plastificirani polimer vulkanizira se cinkovim oksidom (10 phr) i uz stearinsku kiselinu (0,5 phr).

ZnO povećava toplinsku stabilnost vulkanizata. Vrijeme vulkanizacije je 40 min na 150 °C.

# Svojstva

- ❖ ima vrlo slaba mehanička svojstva (ojačava se čađom: do 60 phr)
- ❖ polisulfidni su kaučuci zasićeni i imaju odličnu otpornost na kisik, ozon i općenito na djelovanje atmosferilija
- ❖ polarnost polisulfidnih kaučuka razlog je njihove otpornosti na tekućine:
  - spojevi na bazi Thiokola A otporni su čak i na aromatska otapala
  - Nisu otporni na polarna otapala.
- ❖ ovi elastomeri imaju dobru otpornost na niske temperature
  - **upotreba u temperaturnom području: od -45 do 105 °C**

Svojstvo	
čvrstoća	slaba
otpornost na abraziju	dobra
otpornost na niske temperature	dobra
otpornost na atmosferske utjecaje	odlična
otpornost na ozon	odlična
otpornost na povišene temperature	dobra
otpornost na plamen	dobra

# Upotreba

- ❖ uglavnom se primjenjuju **za brtvila i ljepila za različite primjene:** u građevinarstvu i zrakoplovstvu te u automobilskoj industriji.
- ❖ **visokomolekulski polisulfidni kaučuk** vrlo je otporan prema djelovanju otapala i ulja - upotrebljava u proizvodnji brtvi, cijevi i predmeta koji dolaze u dodir s tekućim gorivima te različitim otapalima
- ❖ **polisulfidni kaučuk niske molekulske mase** upotrebljava se u građevinarstvu kao masa za ispunjavanje procijepa i pukotina

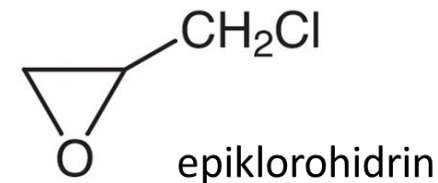
Glavni proizvođači: Zeon, PolySpec, BlueStar

O gume - sadrže O u polimernom lancu

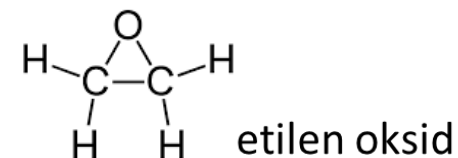
EPIKLOROHIDRINSKA GUMA (ECO)



# EPIKLOROHIDRINSKA GUMA (ECO)



- kopolimer epiklorohidrina i etilen oksida



## Svojstva

- ima svojstva slična nitrilnoj gumi, ali ima bolju otpornost na povišene temperature i ozon te bolju fleksibilnost na niskim temperaturama.
  - ova vrste guma ima vrlo nisku propusnost na plinove, dobru otpornost prema atmosferskim uvjetima
  - dobra otpornost na mineralna ulja i alkalije
  - slaba otpornost na jake kiseline te na mnoga polarna otapala kao što su alkoholi, amini, esteri i ketoni.
  - slaba otpornost na abraziju
- upotreba u temperaturnom području: od -35 do 120 °C  
(do 150 °C kratko)**

Svojstvo	
čvrstoća	dobra
otpornost na abraziju	slaba
otpornost na niske temperature	dobra
otpornost na atmosferske utjecaje	dobra
otpornost na ozon	odlična
otpornost na povišene temperature	dobra
otpornost na plamen	dobra

## Upotreba

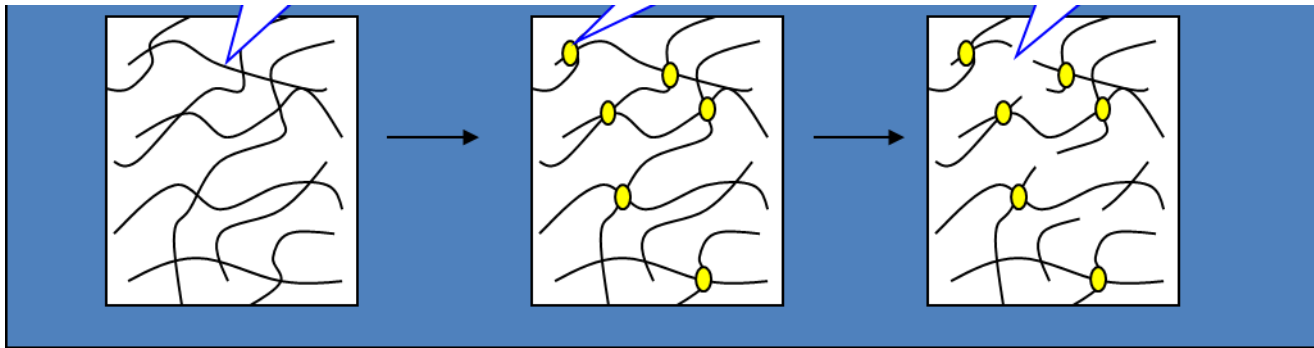
- izrada brtvi, crijeva, prstenova i remena
- važan su sastojak ljepila
- nisu prikladni za povezivanje gume i metala zbog **korozivnog djelovanje na metale**

Glavni proizvođači: Zeon, Osaka Soda.

# **RECIKLIRANJE GUME**

Guma - materijal dobiven vulkanizacijom kaučuka kod kojeg dolazi do kemijskog povezivanja polimernih lanaca pri čemu nastaje umreženje.

- gumu nije moguće taljenjem prevesti u novi proizvod jer se ne može rastaliti
- umreženi polimeri (gume) ne mogu se otopiti, samo bubre do određenog stupnja u odgovarajućem otapalu
- iz navedenih razloga, postupak **recikliranja gume zahtjevniji je** nego što je to slučaj kod plastike



Nastala umreženja onemogućuju taljenje i otapanje materijala stoga je potrebno provesti devulkanizaciju, tj. cijepanje umreženja (degradaciju) da bi se dobio kaučuk koji se ponovo može koristiti kao sirovina za dobivanje gumenih proizvoda.

# Zakonski okvir

- **Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama**
  - propisuje gospodarenje otpadnim gumama (skupljanje, skladištenje, oporavak)
  - osiguranje sredstava za gospodarenje otpadnim gumama (naknade)
  - način vođenja podataka o gospodarenju otpadnim gumama

[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016\\_12\\_113\\_2493.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_12_113_2493.html)

- **Otpadna guma - svaka vrsta otpadne gume koju posjednik radi oštećenja, istrošenosti ili drugih uzroka ne može upotrebljavati te je odbacuje ili namjerava odbaciti**
- **Otpadne gume moraju se reciklirati!**
- **Postupak recikliranja ima prednost u odnosu na energetski oporavak.**
- **Reciklažom otpadnih guma mora se obuhvatiti najmanje 70 % količine otpadnih guma (*određuje se na temelju uvezene količine u prethodnoj godini*)**

**Smatra se da se 70 % gume u upotrebi koristi za automobilske gume.**

## Otpadne gume čine:

- otpadne gume osobnih automobila
- autobusa
- teretnih automobila
- kombiniranih automobila
- mopeda, motocikala
- radnih strojeva
- radnih vozila i traktora
- aviona i drugih letjelica



## Prikupljanje:

- ovlašteni sakupljači za određeno područje (županija i šire)
- vulkanizeri, veliki prijevoznici, radionice i sl.
- **ako se ne zbrinu, odbačene otpadne gume predstavljaju i opasni otpad**

- **Recikliranje** gume podrazumijeva **recikliranje vulkanizirane** (umrežene) gume što iznosi 94 % od ukupne primjene, a ostalih 6 % odnosi se na neumrežene elastomere
- Uz gume za vozila, gumeni otpad čine: gumena crijeva, različite brtve te različiti gumeni proizvodi ojačani vlaknima.
- Recikliranje guma zahtjevan je i složen postupak pa se dio reciklira, a dio se spaljuje – energetska oporavlja.
- Upotreba **kompozitnih guma** u proizvodnji guma za vozila te njihovo *ojačavanje vlaknima i čelikom* otežava recikliranje i ponovnu upotrebu
- Nekontroliranim **spaljivanjem** guma dolazi do onečišćenja okoliša - kao produkti gorenja mogu nastati različiti aromatski spojevi (benzen, toluen), hlapljivi organski spojevi (VOCs) te drugi štetni produkti jer gume mogu sadržavati sumpor, klor i dušik.

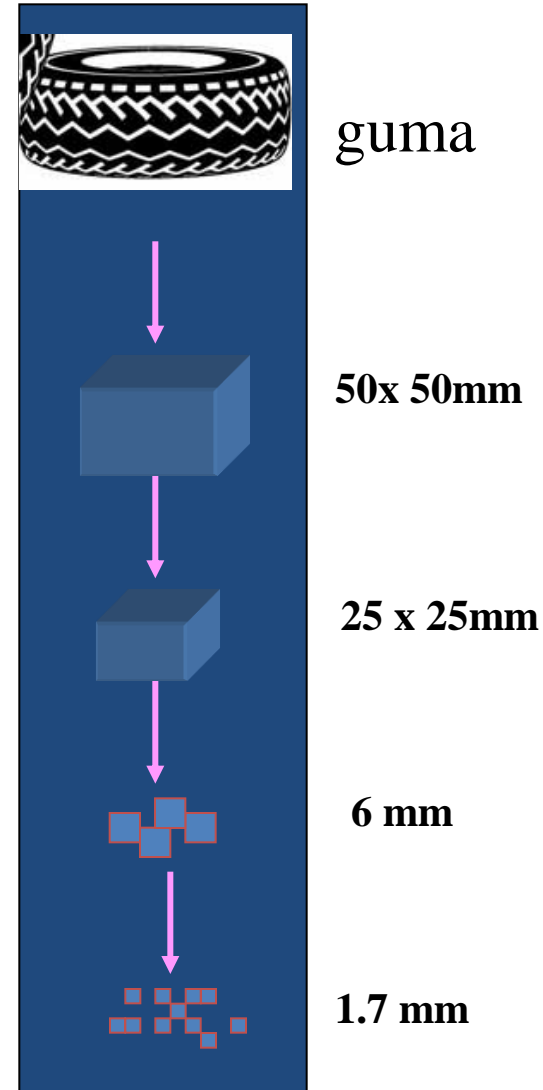


# Recikliranje odpadnih guma

- **Nekoliko tehnoloških postupka recikliranja gume što podrazumijeva ponovnu upotrebu gume:**
  - mehanički proces - mehaničko usitnjavanje gume – upotreba:
    - punila u novim gumama
    - čestice gume s vezivom
  - kemijski procesi
    - devulkanizacija
    - tretiranje površine gume
    - termokemijski proces
    - dobivanje goriva (ulja)
    - dobivanje plina –piroliza
  - proces uz primjenu mikrovalova
  - spaljivanje: dobivanje energije
  - biološki proces

# Mehanički proces

- Mehaničko usitnjavanje gume proces je koji se sastoji od 4 koraka:
  - mljevenja
  - razdvajanja
  - granuliranja
  - razdvajanja
- Ovim postupkom dobivaju se visokokvalitetne čestice gume (1,7 mm) čistoće 98-99 %, uklonjena vlakna i čelik
- ovako usitnjena guma koristi se kao punilo ili se proizvode novih proizvodi iz čestica gume povezanih vezivom



1. u **sjekaču** se gume usitnjavaju na veličinu **50 x 50 mm**
2. slijedi **razdvajanje vlakana i komada gume** koji se ujedno razvrstaju po veličini - veći se komadi vraćaju natrag u sjekač
3. komadići odgovarajuće veličine dalje se prenosi u „**finiji**” **sjekač** - usitne se na veličinu **25 x 25 mm**
4. potom guma prolazi preko magnetske trake gdje se ukloni **90-95 % čelika** iz guma
5. slijedi daljnje usitnjavanje u **granulatoru – do 6 mm**
6. ponovo se **odvaja metal** na magnetskoj traci te se **izdvajaju zaostale pahulje vlakana** ciklonom
7. gumene čestice dalje se usitnjavaju u **granulatoru – 1,7 mm**

**Zbog ojačanja čelikom, recikliranje gumom vrlo je zahtjevan proces koji zahtijeva posebnu opremu velike snage.**

Usitnjavanje gume može se provoditi na:

1. sobnoj temperaturi
2. niskim temperaturama (kriogeni postupak)
3. pod visokim tlakovima

Tijekom usitnjavanja nužno je hlađenje da bi se spriječilo spontano zapaljenje zbog razvijanja velikih količina topline tijekom procesa.

# Primjena mljevene gume

## 1. Punilo

- **U asfaltu: oko 20 %**
- **U proizvodnji gume – do 10 %** (*inertno punilo –povećava viskoznost, a smanjuje čvrstoću*)
- **U auto- gumama – do 1,5 %**

## 2. Čestice gume s vezivom

- **Vezivo: uretanske ili epoksi smole - različite podloge**  
(dječja igrališta, staze, prostirke, otirači, atletske staze)
- **Vezivo: termoplast – polietilen**  
**Porozna crijeva za natapanje**
  - takva crijeva sastoje se od 70 % čestica gume i 30 % polietilena
  - crijeva se proizvode ekstrudiranjem, a uslijed nemješljivosti dolazi do razdvajanja i nastajanja poroznih crijeva - navodnjavanje

## 3. Ploče za zvučnu izolaciju

## 4. Umjetni grebeni – kao staništa za ribe

## 5. Plivajući dokovi



Tyre turned ottoman



we love creative recycling!