

# Primjena gume u poljoprivrednoj tehnici

---

**Božić, Ivica**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:413546>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivica Božić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

**Primjena gume u poljoprivrednoj tehnici**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivica Božić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

**Primjena gume u poljoprivrednoj tehnici**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Prof. dr. sc. Goran Heffer, mentor
2. Izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, član
3. Ivan Vidaković, mag. ing. mech., član

Osijek, 2020.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Mehanizacija

Završni rad

Ivica Božić

### **Primjena gume u poljoprivrednoj tehnici**

**Sažetak:** U ovom radu objašnjeno je što je guma, od čega se izrađuje, te njezina svojstva. Također su opisane vrste kaučuka od kojih se proizvodi guma te postupak proizvodnje gume – mastikacija, priprava smjese kaučuka i dodataka, oblikovanje poluproizvoda te vulkanizacija. Prikazani su najčešći primjeri primjene gume u izradi dijelova strojeva i uređaja u poljoprivrednoj proizvodnji.

**Ključne riječi:** guma, kaučuk, vulkanizacija, poljoprivredna tehnika

27 stranica, 19 slika, 21 literaturni navod

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Jurja Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Mehanization

BSc Thesis

Ivica Božić

### **Aplication of rubber in agricultural technique**

**Summary:** This paper explains what rubber is, what it is made of, rubbers properties, etc. Types of caoutchouc from which rubber is produced and the process of rubber production – mastication, preparation of mixture of rubber and additives, shaping of semi-finished products and vulcanization. The most common examples of rubber application in the manufacture of machine parts and devices in agricultural production are presented.

**Key words:** rubber, caoutchouc, vulcanization, agricultural techniques

27 pages, 19 figures, 21 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

# SADRŽAJ

---

1. UVOD .....	1
2. KAUKČUK I PROIZVODNJA GUME .....	2
2.1. Kaučuk .....	2
2.2. Proizvodnja gume .....	4
2.2.1. Mastikacija .....	5
2.2.2. Priprema kaučukove smjese .....	7
2.2.3. Oblikovanje proizvoda prije vulkanizacije .....	8
2.2.4. Vulkanizacija .....	10
3. SVOJSTVA GUME .....	11
3.1. Mehanička svojstva gumenih tvorevina .....	11
3.1.1. Tvrdoća .....	11
3.1.2. Rastezna i prekidna čvrstoća .....	11
3.1.3. Otpor paranju .....	11
3.1.4. Otpornost na trošenje .....	11
3.2. Toplinska svojstva gumenih tvorevina .....	12
3.2.1. Toplinska provodnost .....	12
3.2.2. Toplinska rastezljivost .....	12
3.2.3. Jouelov efekt .....	12
3.2.4. Ovisnost mehaničkih svojstava o temperaturi .....	12
3.3. Električna svojstva gumenih tvorevina .....	13
3.4. Kemijska svojstva gumenih tvorevina .....	13
3.5. Utjecaj okoline na svojstva gumenih tvorevina .....	14
4. PRIMJENA GUME U POLJOPRIVREDNOJ TEHNICI .....	15
4.1. Pneumatici .....	15
4.1.1. Svojstva pneumatika .....	16
4.2. Gumena crijeva .....	19
4.2.1. Svojstva gumenih crijeva .....	20
4.2.2. Primjena gumenih crijeva u poljoprivrednoj tehnici .....	20
4.3. Gumene brtve .....	20
4.4. Gumeno remenje .....	22

4.5. Gumene transportne trake .....	22
4.6. Gumene podne obloge .....	23
4.7. Elementi za ublažavanje buke i vibracija .....	24
4.8. Specifični gumeni dijelovi poljoprivredne tehnike .....	24
5. ZAKLJUČAK .....	25
6. LITERATURA .....	26

## 1. UVOD

Guma je elastični produkt, koji se dobije prevođenjem prirodnog ili sintetskog kaučuka u umreženu strukturu. To je materijal koji se može reverzibilno deformirati u širokom temperaturnom intervalu. Povezivanje makromolekula kaučuka naziva se vulkanizacija. Guma je specifičan materijal. Niti jedan drugi materijal ne pokazuje toliko izraženo svojstvo elastičnosti. Zbog toga se gumeni materijali nazivaju i elastomeri.

Danas je teško zamisliti neku ljudsku djelatnost gdje se guma ne koristi. Put od otkrića gume do njezine komercijalne upotrebe bio je vrlo dug i često praćen velikim zabudama i greškama, a također i političkim igrama te ratovima. No, paradoks je u tome što su ratovi, praćeni ogromnim patnjama i razaranjima, ustvari bili glavni poticaj za razvoj pojedinih industrijskih grana te, između ostalog, i proizvodnju gumenih tvorevina.

Guma se danas rabi u svim granama industrije – poljoprivredi, medicini, zrakoplovstvu, itd. Proizvodnja i potrošnja gume, kaučuka i gumenih tvorevina, iz godine u godinu raste. Kontinuirani rast proizvodnje i potrošnje dovodi do potrebe za osmišljavanjem novih i boljih proizvoda od gume, te razvijanjem novih smjesa sa što boljim svojstvima, zbog mogućnosti daljnje prerade i šire upotrebe. Pri tome se, kao glavna sirovina za proizvodnju gume, koristi prirodni ili sintetski kaučuk.

Cilj ovog rada je analizirati strukturu i svojstva gume te njezinu primjenu u poljoprivrednoj tehnici.

## 2. KAUČUK I PROIZVODNJA GUME

### 2.1. Kaučuk

**Prirodni kaučuk** osušeni je mliječni sok (lateks) tropskog drveća iz roda kaučukovca. Najveći prinos lateksa daje plantažni uzgoj biljke *Hevea brasiliensis* (slika 1.), koja potječe iz doline Amazone, a od početka XX. st. uzgaja se pretežito na plantažama jugoistočne Azije. Lateks se dobiva urezivanjem kore kaučukovca, odakle on lagano istječe i stalno se skuplja. Njegov sastav i količina ovise ponajprije o vrsti drveta, sezoni i uzgoju. Osnovni je sastojak lateksa i prirodnoga kaučuka cis-1,4-poliizopren, polimer izoprena, s velikim lančastim makromolekulama, koje se pri istezanju razvlače i tvore vrlo dugačke paralelne snopove, što je osnova velike elastičnosti proizvoda na bazi kaučuka (LZMK, 1976.).



Slika 1. Plantažni uzgoj kaučukovca (*Hevea brasiliensis*)

(Izvor: <https://herbspeak.com/hevea-brasiliensis/>)

Proizvodnja prirodnoga kaučuka počinje koagulacijom lateksa dodatkom razrijeđenih kiselina (mravlja, octena). Stajanjem nastaje talog kaučuka, koji se odvaja, ispire vodom i obrađuje prolaskom kroz sustav dvovaljaka, suši toplim zrakom i izvlači u vrpce ili preša u bale. Kaučuk je amorfne strukture, na hladnoći je krhak, a na temperaturi višoj od 100 °C ljepljiv i mekan poput voska.



Obradom (gnjetenjem) na zagrijanim dvovaljcima ili u miješalicama (mastikacija) kaučuku se smanjuje molekularna masa pa postaje plastičan i prikladan za daljnju preradu. Kaučuku se zatim primješavaju sredstva za vulkanizaciju (ponajprije sumpor) i drugi dodatci, pa se tako priređena kaučukova smjesa vulkanizacijom prerađuje u gumene proizvode. Dio lateksa koncentrira se na 63 do 70 % suhe tvari i izravno upotrebljava u različite svrhe: višekratnim uranjanjem prikladnih kalupa nastaju tanki filmovi, koji se suše, vulkaniziraju i odvajaju (rukavice, baloni), a koncentrirani lateks služi i za impregnaciju tekstila, papira ili kao ljepilo. Najveća je primjena lateksa u izradbi pjenastih (spužvastih) polimernih materijala (LZMK, 1976.).

**Sintetski kaučuk** naziv je za mnoge polimerne materijale s elastomernim svojstvima. Proizvode se sintetski, polimerizacijom prikladnih organskih spojeva, monomera (npr. butadiena, stirena, izobutilena, etilena, propilena, akrilonitrila i dr.). Sintetski kaučuci pokazuju svojstva slična svojstvima prirodnoga kaučuka, nemaju tako pravilnu molekularnu građu ni tako dobra elastomerna svojstva, ali se zbog dostupnosti i niže cijene mnogo više upotrebljavaju. U gumu se prerađuju kao i prirodni kaučuk, pripravom smjese s dodacima i vulkanizacijom. Među najvažnijim su sintetskim kaučucima stiren-butadienski, butilni, etilen-propilenski, polibutadienski, poliizoprenski, polikloroprenski, silikonski. Manje su zastupljeni nitrilni, polisulfidni, poliuretanski, fluorirani, poliakrilni i dr. (LZMK, 1976.).

**Stiren-butadienski kaučuk (SBR)** kopolimer je stirena (25 do 30 %) i butadiena, najvažniji i najviše upotrebljavani sintetski kaučuk. Proizvodi se polimerizacijom u vodenoj emulziji, od nedavno uspješno i u otopini. SBR dobiven emulzijskim postupkom po svojstvima se približava prirodnomu, otporniji je prema djelovanju kisika i ozona, lakše se prerađuje i fleksibilniji je, posebno na vrlo niskim temperaturama, no njegovi vulkanizati manje su otporni na habanje. Polimerizacijom u otopini dobiva se termoplastični stiren-butadienski kaučuk, koji nije pogodan za izradu automobilskih guma; rabi se u izradi gumene obuće, a zbog posebnih svojstava nalazi mnoge druge primjene, posebice u smjesama s drugim polimernim materijalima, kojima povećava udarnu čvrstoću (LZMK, 1976.).

**Butilni kaučuk** nastaje polimerizacijom izobutilena uz mali udio izoprena, što olakšava vulkanizaciju. Brzina prolaska plinova i para kroza nj oko osam je puta manja od brzine prolaska kroz prirodni kaučuk, pa je to glavni materijal za izradu unutrašnjih guma

(zračnica), a služi i za izradu pneumatskih i toplovodnih cjevovoda, membrana, zračnih jastuka i sl (LZMK, 1976.).

**Etilen-propilenski kaučuk** kopolimer je etilena i propilena, koji se kopolimeriziraju uz Ziegler-Nattin katalizator. Vulkanizacija je moguća uz perokside, a uz sumpor samo nakon dodatka nekog diena. Njegove makromolekule ne sadrže dvostruke veze, pa su vulkanizirani proizvodi izvanredno postojani prema starenju zbog djelovanja kisika ili ozona. Primjenjuje se u proizvodnji spremnika za kemikalije, brtvila za prozore vozila, toplovodnih cjevovoda, u oblaganju kabela i kao dodatak SBR-u i prirodnomu kaučuku (LZMK, 1976.).

**Regenerirani kaučuk** dobiva se od otpadaka stare gumene robe (automobilskih guma, gumene obuće i ostalih gumenih izradaka). Ti se otpatci toplinom i sredstvima za bubrenje regeneriraju, tj. pretvaraju u polimerni materijal koji se može oblikovati kao i sirova kaučukova smjesa. Visokovrijedni regenerati mogu se upotrijebiti kao samostalne sirovine, a regenerati manje vrijednosti kao jeftini omekšivači i punila (LZMK, 1976.).

## 2.2. Proizvodnja gume

Sirovina za proizvodnju gume je prirodni (slika 2.) ili sintetski kaučuk, koji zbog svojih nepovezanih lančastih makromolekula zagrijavanjem postaje mekan i ljepljiv, a na nižim temperaturama tvrd i lomljiv. Međutim, dodatkom prikladnih tvari, ponajprije sumpora, makromolekularni se lanci međusobno povezuju u procesu vulkanizacije. Tako se dobiva guma, materijal velike elastičnosti, savitljivosti i žilavosti te dobre vlačne čvrstoće i otpornosti prema abraziji i bubrenju, koji ta svojstva zadržava i na niskim temperaturama, a zagrijavanjem ne omekša (LZMK, 1976.).



Slika 2. Prirodni kaučuk (Izvor: <https://liszt.hr/prirodni-kaucuk/>)

Kaučuk se mora podvrgnuti mnogim procesima da bi se dobio produkt relativno velike elastičnosti – guma. Kaučuku se dodaju različita punila i smjesa, te se podvrgava termičkoj obradi (<https://www.fkit.unizg.hr/>).

Proces proizvodnje gume iz kaučuka sastoji se od sljedećih faza:

1. Mastikacija,
2. Priprava smjese kaučuka i dodataka,
3. Oblikovanje poluproizvoda,
4. Vulkanizacija.

### 2.2.1. Mastikacija

Mastikacija je operacija kojom se kaučuku povećava plastičnost, a time i mogućnost postizanja veće homogenosti prilikom primješavanja različitih dodataka i punila.

Prirodni i sintetski kaučuk doprema se u tvornice u velikim balama i komadima koje je, prije dalje obrade, potrebno smanjiti pomoću posebnih strojeva s noževima. Tijekom mastikacije provodi se intenzivna mehanička obrada kaučuka uz istodobno zagrijavanje, pri čemu se kaučuk (polimer velike molekulske mase) razgrađuje. Dugačke lančane molekule cijepaju se i molekulska se masa smanjuje. Da bi se taj proces mogao provesti, potrebni su katalizatori – kemijska sredstva za plastificiranje koji ubrzavaju mastikaciju samo uz prisutnost kisika. Mastikacija se provodi pomoću posebnih uređaja, dvovaljaka, koji su prikazani na slici 3.



Slika 3. Dvovaljci

(Izvor: <https://gumiimpex.hr/mjesaona-sirove-gumene-smjese/>)

Prvi su u upotrebi bili dvovaljci, koji mogu služiti osim za mastikaciju i za primješavanje dodataka kaučuku i za stvaranje homogene smjese prije vulkanizacije. To je uređaj s dva valjka smještena u horizontalnoj ravnini, koji se okreću jedan prema drugome. Otvor između valjaka postavi se na početku rada tako da rotirajući valjci mogu uhvatiti i povući komade kaučuka. Nakon što komadi prođu između valjaka, radnik koji rukuje uređajem vraća ih i tjera ponovno kroz otvor između valjaka. Pri tome se razmak između valjaka može prema potrebi proširivati. Nakon nekoliko prolazaka pojedini se komadi združuju i čine jednoliku masu koja stvara prevlaku oko prednjeg valjka te nakupinu materijala pred otvorom valjka. Da bi masa postala što jednoličnija, režu se povremeno dijelovi mase, skidaju s valjaka i ponovno ubacuju među njih. Dvovaljci moraju imati vrlo tvrdi površinu zbog rezanja traka kaučuka jer tada nož za rezanje upire u površinu valjka. Valjci se po potrebi hlade vodom ili se zagrijavaju parom, uljem ili, vrlo rijetko, električnom energijom. Oba se valjka pokreću istim motorom i međusobno su povezani zupčanicima s dugačkim zupcima. Da bi se povećala djelotvornost uređaja, prednji se valjak obično okreće nešto sporije od stražnjeg. Kada se prerađuje materijal koji izaziva vrlo veliko trenje, svaki se valjak pokreće zasebno (<https://www.fkit.unizg.hr/>).

Osim na dvovaljcima, mastikacija se, kao i miješanje smjese kaučuka i dodataka, provodi u miješalici (mikseru) koja je prikazana na slici 4. Taj se uređaj sastoji od zatvorene komore s dva rotora nepravilnog, kruškolikog oblika. Rotori se okreću jedan prema drugom i tom prilikom tiskaju i miješaju kaučuk između valjaka, ali i između pojedinog valjka i stijenke komore. Proces se odvija mnogo djelotvornije i u većem prostoru pa je za mastikaciju u miješalici potrebno mnogo manje vremena nego za mastikaciju između valjaka. Rad miješalice može se mehanizirati i osoblje nije u direktnom kontaktu sa strojem - time se izbjegavaju nesreće. Da bi se povećala djelotvornost miješanja, rotor se okreću različitim brzinama. Nakon završetka mastikacije, kaučuk se ispušta otvaranjem dna miješalice. Cjelokupna smjesa odvodi se u stroj s dvovaljcima koji je homogeniziraju i oblikuju ploče prikladne za daljnju obradu (<https://www.fkit.unizg.hr/>).



Slika 4. Mješalica za miješanje smjese kaučuka i dodataka

(Izvor: <http://ba.rubberplasticsmachinery.com/rubber-machine/banbury-mixer/china-s-leading-x-s-m-series-plastics-and.html>)

### 2.2.2. Priprema kaučukove smjese

Osnovni sastojak svake smjese koja se dalje prerađuje u gumu je kaučuk, ali smjesa mora sadržavati i sredstvo za vulkanizaciju, najčešće sumpor te ubrzivač vulkanizacije i aktivator ubrzivača. Pored glavnih sastojaka, smjesa sadrži različite dodatke čija je zadaća olakšavanje prerade, snižavanje cijene gotovog produkta i postizanja željenih svojstava budućeg produkta ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

Kao sredstvo za vulkanizaciju najčešće se upotrebljava sumpor koji mora biti relativno čist (> 95% ), bez kiselina te samljeven na određenu veličinu zrna da bi se mogao što jednoličnije razdijeliti u kaučuku. U smjesi za vulkanizaciju moraju biti prisutni i ubrzivači. Vulkanizacija je bez njih spora, potrebno je puno sumpora i visoke temperature, a produkt je slabe čvrstoće i otpornosti prema starenju ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

Starenje - podrazumijeva štetne promjene koje se tijekom vremena zbivaju na površini ili u čitavoj gumi. Štetni utjecaji mogu se izbjeći ili smanjiti pomoću sredstava protiv starenja, a to su antioksidansi ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

Zadaća punila je ne samo da snize udio kaučukove mase, a time i njegovu cijenu, već i da djeluju na svojstva proizvoda. Njihov je utjecaj na čvrstoću i otpornost prema habanju neobično velik. Najvažnije punilo kaučukovih smjesa je čađa. Izbor čađe, koja se s

obzirom na veličinu čestica i na svojstva proizvodi u vrlo mnogo različitih vrsta, ovisi o željenoj kvaliteti i namjeni gumenih proizvoda. Čađa čini oko 30% težine automobilske gume i deseterostruko povećava njeno trajanje. Osim čađe, kao punila upotrebljavaju se kaolin, kreda, različiti silikati, metalni oksidi i karbonati itd ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

Smjesa se može pripremiti na istim strojevima koji služe i za mastikaciju. Ponekad to i nisu odvojene operacije, već se kaučuk masticira uz istodobno dodavanje i primješavanje potrebnih komponenata. Strojevi s valjcima rijetko se upotrebljavaju za pripremu smjesa. Sve velike tvornice guma upotrebljavaju isključivo miješalice. Pojedine komponente dodaju se automatski i određenim redoslijedom. U miješalicu se prvo stavlja kaučuk, kratko vrijeme miješa, a zatim slijedi dodatak punila, omekšivača i dodataka za poboljšavanje svojstava gume. Temperatura smjese naglo raste pa se rotori intenzivno hlade vodom. Rijetko se, zbog opasnosti od prerane vulkanizacije, istodobno dodaju sredstvo za vulkanizaciju, ubrzivač i aktivator. To se provodi tek nakon što je osnovna smjesa već stvorena, obično na dvovaljcima ili u drugoj miješalici ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

### *2.2.3. Oblikovanje proizvoda prije vulkanizacije*

Dobro izmiješana smjesa kaučuka mora se oblikovati, formirati u predmete ili materijal iz kojeg će nakon vulkanizacije nastati konačni gumeni proizvodi: automobilske gume, gumeni prostirači, gumene cijevi, itd.

Glavni postupci kojima se oblikuju poluproizvodi prije vulkanizacije su ekstrudiranje, kalandriranje te oblikovanje u kalupima.

Ekstrudiranje je proces kontinuiranog potiskivanja polimerne taljevine kroz mlaznicu i njezinog skraćivanja u zadani oblik proizvoda (ekstrudata). Ekstrudiranje je kontinuirani proces koji se odvija u jednopužnom (slika 5.) ili dvopužnom ekstruderu ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).



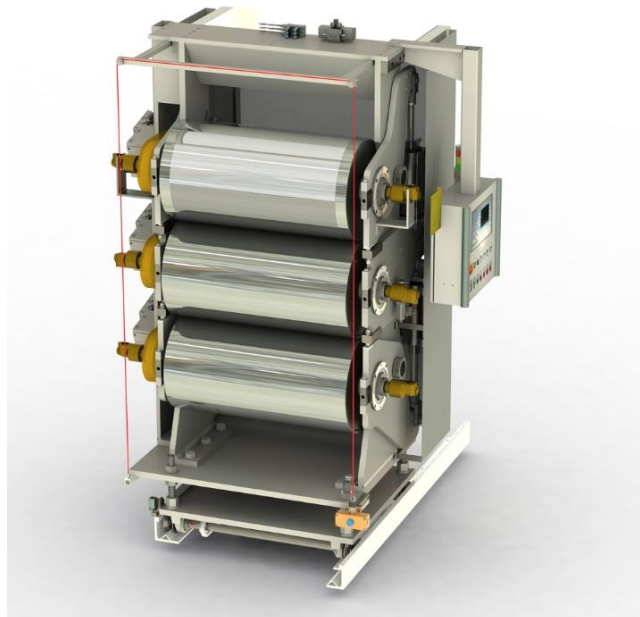


Slika 5. Jednpužni ekstruder

(Izvor: <https://docplayer.gr/54355830-Sl-2-cilindar-ekstrudera-sa-grejacima.html> )

Kalandriranje je kontinuirani postupak proizvodnje beskonačnih traka provlačenjem omekšane polimerne smjese između parova valjaka (kalandra) i njezinog skraćivanja u zadani oblik proizvoda (kalandrata).

Kalander (slika 6.) je stroj koji smjesu kaučuka i dodataka formira u ploče željene debljine. Stroj se sastoji od 2 do 4 valjka koji se mogu zagrijavati i hladiti i kojima se međusobni razmaci mogu mijenjati ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).



Slika 6. Kalander

(Izvor: <https://www.schneidemaschinen-sondermaschinen.de/3-walzen-kalander.html> )

U kalupima se izrađuju mnogi gumeni predmeti široke potrošnje, npr. čepovi, brtve, ali i složeniji i veći predmeti kao na primjer automobilske gume. Postoji nekoliko načina oblikovanja u kalupima i tom se prilikom predmeti odmah i vulkaniziraju, takvi predmeti su uvijek nešto manji od dimenzija kalupa, a uzrok tome je razlika u toplinskom širenju između kaučuka i metala od kojeg je građen kalup ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

#### *2.2.4. Vulkanizacija*

Vulkanizacija se u velikim postrojenjima i tvornicama gume i gumenih proizvoda provodi na nekoliko načina ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)):

- vulkanizacija u autoklavima,
- kontinuirana vulkanizacija,
- vulkanizacija uz prešanje.

Vulkanizacija uz pomoć vodene pare koja se provodi u cilindričnim autoklavima koji mogu biti vertikalni ili horizontalni. Prednost vulkanizacije pomoću vodene pare je što ne postoje hladniji dijelovi ili površine pa se predmeti zagrijavaju vrlo jednoliko. U autoklavima se može vulkanizirati i uz pomoć vrućeg zraka. Loša strana tog postupka je što kaučuk na zraku lako oksidira pa se taj postupak koristi samo kad nije moguća vulkanizacija vrućom parom ili kada se vulkanizacija može provesti u vrlo kratkom vremenu ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

Kontinuirana vulkanizacija se najčešće nadovezuje na ekstrudiranje ili kalandriranje. Npr. cijevi, profili, kaučukom izolirana žica i kabeli se nakon izlaska iz ekstrudera ili kalandera kontinuirano provode kroz uređaj za vulkanizaciju. Vulkanizacija u tunelima s vrućim zrakom rijetko se provodi zbog malog prijelaza topline i zbog moguće deformacije ekstrudiranih profila i proizvoda. Vulkanizacija u tunelima s vrućom parom omogućuje kontinuiranu vulkanizaciju kabela i izolirane žice ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).

Vulkanizacija uz prešanje sastoji se od oblikovanja proizvoda u kalupima prešanjem uz istodobno zagrijavanje. Uglavnom se provodi u jakim hidrauličnim prešama. Kalupi se u prešama zagrijavaju najčešće vodenom parom, a za vulkanizaciju na visokim temperaturama i električnom energijom ([www.fkit.unizg.hr](http://www.fkit.unizg.hr)).



### **3. SVOJSTVA GUME**

Svojstva gumenih tvorevina mogu se podijeliti u ove najvažnije skupine:

- mehanička
- toplinska
- električna.

#### **3.1. Mehanička svojstva gumenih tvorevina**

Od brojnih mehaničkih svojstava najvažnija su sljedeća: tvrdoća, rastezna čvrstoća, prekidno istežanje, otpor paranju i otpornost na trošenje (Burcar, 2008.).

##### *3.1.1. Tvrdoća*

Pod tvrdoćom se razumijeva otpor jednog tijela prodiranju drugog, tvrdog tijela određenog oblika pri zadanoj pritisknoj sili. Tvrdoća gume mjeri se tvrdomjerima, a rezultat mjerenja izražava se u Shore ili RHD (rubber hardness degree) jedinicama. Skala je podijeljena od 0 do 100, pri čemu 0 odgovara najnižoj, a 100 najvišoj tvrdoći (Burcar, 2008.).

##### *3.1.2. Rastezna i prekidna čvrstoća*

Rastezna čvrstoća je naprezanje koje izaziva maksimalna sila na početnu ploštinu presjeka. Prekidna čvrstoća je naprezanje koje izaziva prekidna sila na početnu ploštinu presjeka. Vrijednosti čvrstoća izražavaju se u  $\text{N/mm}^2$  (Burcar, 2008.).

##### *3.1.3. Otpor paranju*

Sila kojom se gumeno tijelo sa zarezom opire daljnjem paranju označava se kao otpor paranju. Izražava se prema dvije norme po DIN-u, pokus sa vrpcom (DIN 53507) i pokus pod kutom prema Gravesu (DIN 53515). Metode se razlikuju prema obliku ispitne epruvete (Burcar, 2008.).

##### *3.1.4. Otpornost na trošenje*

Trošivost jest otpornost gumenog tijela prema odnošenju čestica površine tarnog para zbog trošenja. Ispitno se tijelo opterećuje masom od 1 kg i naliže na valjak obložen brusnim

papirom. Put trošenja zbog trenja iznosi 40 m. Mjeri se volumen odnešenih čestica koji služi kao mjera trošenja, a izražava se u mm (Burcar, 2008.).

### **3.2. Toplinska svojstva gumenih tvorevina**

Od brojnih toplinskih svojstava gumenih tvorevina najvažnija su slijedeća: toplinska provodnost, toplinska rastezljivost i Jouelov efekt. Za primjenu je važno poznavanje ovisnosti mehaničkih svojstava o temperaturi (Burcar, 2008.).

#### *3.2.1. Toplinska provodnost*

Toplinska provodnost gumenih tvorevina različita je, a ovisi o količini i provodnosti pojedinih sastojaka kaučukove smjese. Općenito se može kazati da je guma loš vodič topline. Posljedica akumulacije topline može bitno pogoršati svojstva gume u tolikoj mjeri koja dovodi do njene neupotrebljivosti, stoga toplinu koja nastaje pri vibracijama, savijanju ili trenju gumenih tvorevina treba stalno odvoditi (Burcar, 2008.).

#### *3.2.2. Toplinska rastezljivost*

Toplinska rastezljivost ovisna je o svojstvima kaučukove smjese, prvenstveno o punilima i ojačalima. Posljedica je toga skupljanje gumene tvorevina tijekom hlađenja, što treba uzeti u obzir pri konstruiranju kalupa (Burcar, 2008.).

#### *3.2.3. Jouelov efekt*

Optereti li se gumena traka utegom i zatim zagrije, ona se skuplja i podiže uteg. Ta je pojava poznata pod nazivom entropijska elastičnost ili Jouelov efekt. Nasuprot tome, zagrije li se neopterećena gumena traka, ona se rasteže. Jouelov efekt javlja se samo onda kada je gumena tvorevina opterećena i potom se zagrije (Burcar, 2008.).

#### *3.2.4. Ovisnost mehaničkih svojstava o temperaturi*

Okoline znatno utječe na mehanička svojstva gumenih tvorevina. Pri niskim temperaturama gumena tvorevina otvrdnjava i znatno gubi na elastičnosti. Pri vrlo niskim temperaturama, ovisno o vrsti kaučuka i dodacima pri temperaturama obično od -10 do -90 °C, gumena tvorevina postaje krta poput stakla. Povišenjem temperature gumena tvorevina ponovno poprima gumasto-elastična svojstva. Zagrije li se gumena tvorevina kratkotrajno

do temperature od 100 °C, postaje mekša i elastičnija, a hlađenjem na sobnu temperaturu zadržava prvobitna svojstva. Ako se gumena tvorevina nalazi dulje vrijeme na povišenoj temperaturi dolazi do ireverzibilnog otvrdnjavanja, koje je posljedica mijenjanja mehaničkih svojstava. Posljedica su toga i maksimalne uporabne temperature gumenih tvorevina pojedinih vrsta kaučukovih smjesa (Burcar, 2008.).

### **3.3. Električna svojstva gumenih tvorevina**

Samo su polimeri velike električne otpornosti, npr. od  $10^{15}$  do  $10^{16}$   $\Omega\text{cm}$ , pogodni za električnu izolaciju. Električna svojstva gumenih tvorevina ne ovise samo o vrsti upotrijebljenog kaučuka već i o vrsti i količini dodataka, u prvom redu omekšavala i punila. Pri izboru omekšavala prednost se daje jako viskoznim mineralnim uljima umjesto esterskim omekšavalima koja znatno snižuju električnu otpornost gumenih tvorevina. Dodatak većih količina poluvodljivih čađa opravdan je samo onda kada se želi načiniti poluvodljiva gumena tvorevina. Poluvodljive gumene tvorevine postižu se i upotrebom polarnih kaučuka, npr. NBR i CR. Porastom temperature opada električna otpornost gumenih tvorevina (Burcar, 2008.).

### **3.4. Kemijska svojstva gumenih tvorevina**

Veći broj gumenih tvorevina, npr. brtve, cijevi, kabeli i sl. dolaze tijekom uporabe u dodir s najrazličitijim medijima. Između ostalih to su:

- mineralna ulja,
- silikonska ulja,
- masti za podmazivanje,
- teško zapaljive hidraulične tekućine,
- pogonska goriva,
- organska otapala i dr.

Dodirni mediji, bez obzira na to jesu li to plinovi, pare ili kapljevine, na gumenu tvorevinu mogu djelovati fizički ili kemijski. Tijekom fizičkog djelovanja zbivaju se istovremeno upijanje medija u gumenu tvorevinu i izlučivanje topivih sastojaka iz gumene tvorevine. Rezultat je tih zbivanja bubrenje odnosno skupljanje gumene tvorevine. Pri tom valja imati na umu da je posljedica svake promjene volumena promjena mehaničkih svojstava gumene tvorevine. Pod kemijskim djelovanjem razumijeva se kemijska reakcija medija s gumenom

tvorevinom koja pri tome ili povisuje stupanj umreženja ili se razgranjuje. Postojanost gumene tvorevine na utjecaj medija prvenstveno ovisi o vrsti upotrijebljenog kaučuka (Burcar, 2008.).

### 3.5. Utjecaj okoline na svojstva gumenih tvorevina

Tijekom skladištenja ili uporabe gumenih tvorevina može doći do njihovih strukturnih promjena, posljedica čega može biti i daljnja neupotrebljivost. Te promjene obuhvaćene su zajedničkim pojmom „starenje gume“. Pod time se podrazumijeva postupna razgradnja gumene tvorevine zbog djelovanja kisika, ozona, svjetla, topline, vlage i sl.

Posljedica svih tih pojedinačnih ili najčešće kombiniranih djelovanja jest snižavanje uporabnih svojstava gumene tvorevine. Istovremena izloženost gumene tvorevine statičkom ili dinamičkom naprezanju ubrzava proces starenja. Tijekom uporabe gumene tvorevine mogu biti izložene i utjecaju mikroorganizama i makroorganizama. Starenje gumenih tvorevina, prikazano na slici 7., karakteriziraju:

- pojava orijentalnih napuklina na površini,
- pojava neorijentiranih napuklina i smežuranost površine,
- kretanje i gubljenje površinskog sjaja,
- ljepljivost površine,
- omekšavanje ili otvrdnjavanje,
- sniženje prekidne čvrstoće, istezanja, žilavosti i sl.

Sve navedene promjene izrazitije su kod gumenih tvorevina na osnovi kaučuka koji u svom polimernom lancu posjeduju dvostruke veze (Burcar, 2008.).



Slika 7. Tekstura ostarjele gume

(Izvor: <https://www.textures.com/download/rubber0036/13496>)

## 4. PRIMJENA GUME U POLJOPRIVREDNOJ TEHNICI

Guma je materijal koji je vrlo zastupljen u poljoprivrednoj tehnici. Najvažniji proizvodi izrađeni od gume su pneumatici kotača traktora te drugih samokretnih poljoprivrednih strojeva i priključnih uređaja. Ostali proizvodi od gume u poljoprivredi su opći dijelovi poljoprivrednih strojeva (gumena crijeva, brtve, remenje, trake, gumene podne obloge, elementi za ublažavanje buke i vibracija i sl.) te specifični dijelovi poljoprivrednih strojeva (dijelovi berača plodina, odbojnici i amortizeri, zaštitne membrane i manžete, itd.)

### 4.1. Pneumatici

Pneumatici se neprekidno usavršavaju, obzirom na specifične zahtjeve za razna vozila, uvjete rada, brzine i opterećenja, a posebno u veličini prenesene sile vuče, trajnosti i drugo. Na slici 8. Prikazane su različite tipove traktorskih pneumatika.



Slika 8. Različiti tipovi traktorskih pneumatika  
(Izvor: <http://www.semepromet.rs/proizvodi.html> )

Kotači s pneumaticima imaju, u odnosu na metalne kotače, sljedeće prednosti:

- osiguravaju veće brzine kretanja
- lakše su izvedbe
- amortiziraju udarna djelovanja
- ergonomski su povoljniji.

Nedostaci pneumatika su sljedeći:

- lakše se oštećuju i brže troše

- rade s većim otporima kotrljanja.

Dijelovi kotača s pneumatikom su: naplatak, disk i pneumatik koji se sastoji od unutarnje gume ili zračnice i vanjske gume. Pneumatici se kod traktora različitih kategorija razlikuju obzirom na: broj i funkciju kotača, broj pogonskih osovina, odnos polumjera prednjih i stražnjih kotača, izvedbe pneumatika (Brkić i sur., 2005.).

#### *4.1.1. Svojstva pneumatika*

Značajna svojstva pneumatika su: parametri pneumatika, konstrukcija, tlak, nosivost, oblik i dizajn protektora. Navedena svojstva imaju utjecaj na veličinu otpora kotrljanja, proklizavanje, zbijanje tla, vučno-adhezivna svojstva traktora i drugo (Brkić i sur., 2005.).

Parametri pneumatika su tehnički i statički promjer, statička spljoštenost pneumatika, širina i visina, te odnos visine i širine, promjer diska kotača, dimenzije naplatka i drugo.

Osnovni podaci o pneumatiku nalaze se u katalozima proizvođača pneumatika i neke su označene na njemu. Danas je način prezentiranja osnovnih podataka o pneumatiku standardiziran SI sustavom. Pored toga, velikom utjecaju proizvođača, još uvijek su dimenzije kod američkih i engleskih proizvođača u inčima, a ne u milimetrima. Gume se nadalje označavaju prema namjeni kao prednje – za upravljanje, stražnje pogonske, terra gume ili „plivajuće“ i gume za priključne strojeve i prikolice.

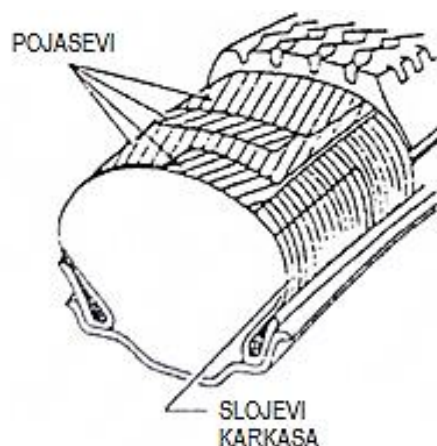
Dimenzije pneumatika imaju značajan utjecaj na primjenu, vučna svojstva te veličinu otpora kotrljanja. Dvije ključne veličine dimenzija pneumatika su promjer i širina kotača.

Prema konstrukciji pneumatika razlikuju se:

- dijagonalni,
- pojasno - dijagonalni i
- radijalni pneumatik.

Tipove pneumatika možemo vidjeti na slici broj 10. Skelet je sastavljen od određenog broja fleksibilnog korda različitog sastava. Kod dijagonalnog pneumatika niti korda se sijeku pod kutom od 45°, a kod radijalnog pod kutom od 90°. Dijagonalni pneumatik ima dobre karakteristike bokova i dosta dobru karakteristiku „tvrđosti“. Radi intenzivnog trenja između postavljenih platna radijalni pneumatik ima na svojoj površini ispod protektora nekoliko slojeva pojaseva što smanjuje relativno gibanje slojeva korda, pa to produžuje vijek trajanja (Brkić i sur., 2005.).

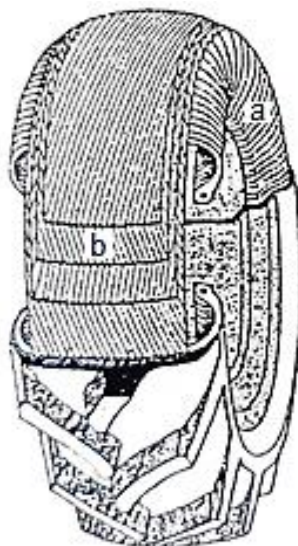
Slika 9. Prikazuje shemu konstrukcije pneumatika.



Slika 9. Shema konstrukcije pneumatika

(Izvor: Brkić i sur., 2005.)

Radijalni pneumatik (slika 10.) ima veću širinu gazeće površine, a time i manje otpore kotrljanja i bolja vučna svojstva u odnosu na dijagonalne pneumatike. Radijalni pneumatici potrebni su strojevima na sve pogone te posebno strojevima s teškim vučenim strojevima s prednje i stražnje strane, ali i strojevima koji se voze cestom brzinom do 70 km/h (Brkić i sur., 2005.).



Slika 10. Izvedba radijalnog pneumatika (a – slojevi skeleta, b – slojevi pojasa)

(Izvor: Brkić i sur., 2005.)

Dijagonalne gume namijenjene su manjim traktorima za slabije i neopterećene strojeve s lakšim vučenim strojevima. Prema širini, pneumatici se dijele na uske, normalne, široke i jako široke – terra pneumatike (Brkić i sur., 2005.).





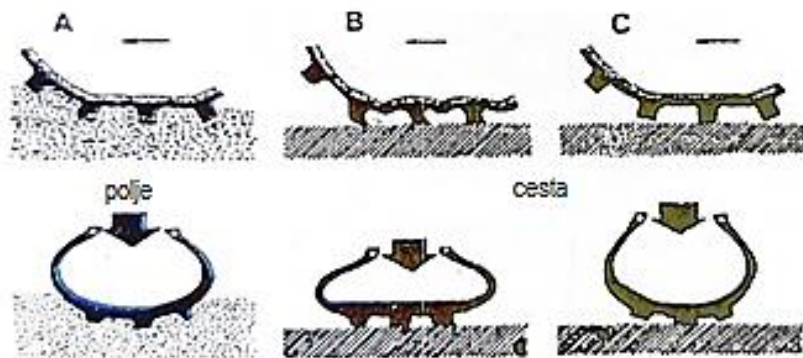
Slika 11. Osnovni tipovi pneumatika (Izvor: Brkić i sur., 2005.)

Širina pneumatika ovisi o primjeni traktora kao i od tehnoloških zahtjeva pri radu. Kod međuredne obrade radi širine međureda, kod berbe nekih usjeva iz istih razloga ili kod oranja obzirom na širinu brazde. Pneumatici se razlikuju i prema visini profila. Profil je omjer visine boka i širine gume. Normalni pneumatici imaju visok profil u omjeru 0,9:1, široki 0,7:1, a terra pneumatici 0,5-0,6:1 (Brkić i sur., 2005.).

Karakteristike gazeće vanjske površine (protektora) karakterizirane su konfiguracijom rebara pneumatika. Na gazećoj površini nalaze se ispusti ili rebra. Oblik, veličina i kut zakošenosti rebara ima veliki utjecaj na vučna svojstva koja se mogu postići na nekom tlu (podlozi) s traktorom. Utjecaj rebara je tim veći što je tlo manje nosivo. Pneumatici cestovnih vozila razlikuju se od pneumatika traktora prema izvedbi profila ispusta. U praksi se kod traktora sreću srednje duboki i duboki profili. Srednje dubok profil povoljniji je pri manjoj raskvašenosti, a duboki pri većoj. Zakošenost rebara može biti u odnosu na poprečnu ravan  $50^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  i  $23^\circ$ . Pneumatici sa zakošenjem rebara od  $50^\circ$  i  $45^\circ$  u vlažnim uvjetima imaju mogućnost samočišćenja, pa zato imaju veliki koeficijent vuče dok  $30^\circ$  i  $23^\circ$  nemaju (Brkić i sur., 2005.).

Tlak u pneumaticima traktora se kod stražnjih kotača kreće od 0,8 do 1,3 bara, kod terra pneumatika 0,4-0,6 bara, kod prednjih ne pogonskih kotača 0,9-2,8 bara, kod kotača vučenih strojeva 0,8-4,0 bara, a prikolica 2-4 bara. Radni tlak ovisi o stanju podloge. Kod tvrde podloge-cesta tlak u pneumatiku je veći, a kod meke podloge pri radu u polju treba biti manji, u slučaju smanjenja tlaka povećava se koeficijent kotrljanja i dolazi do bržeg oštećenja pneumatika na tvrdoj podlozi. Na mekoj podlozi povećanje tlaka uvjetuje povećanje dubine kolotraga, povećava koeficijent kotrljanja i smanjuje vučna svojstva. Na slici 12. možemo vidjeti izgled kontakta pneumatika s različitim podlogama pri različitim tlakovima (Brkić i sur., 2005.).





Slika 12. Izgled kontakta pneumatika s različitim podlogama pri različitim tlakovima  
( Izvor: Brkić i sur., 2005.)

Trošenje pneumatika nastaje uslijed nepravilne eksploatacije, ne pridržavanja preporuka proizvođača pneumatika dužim korištenjem i postupno mu se smanjuju funkcionalne karakteristike (Brkić i sur., 2005.).

#### 4.2. Gumena crijeva

Gumeno crijevo je vrsta šuplje gumene cijevi cilindričnog oblika koja je dizajnirana za prijenos fluida s jednog mjesta na drugo. Gumena crijeva koriste se u vodi ili drugim tekućim sredinama za prijenos zraka ili drugih plinova, ili se koriste u zraku ili drugim plinovitim sredinama za prijenos tekućina (<http://www.industrialrubbergoods.com/>).

Slika 13. Prikazuje primjere različitih gumenih crijeva.



Slika 13. Gumena crijeva

(Izvor: <https://tehnoguma-zg.hr/gumene-cijevi/gumene-cijevi/>)

#### *4.2.1. Svojstva gumenih crijeva*

Zahtjevi za gumu u crijevima su različiti, ovisno o vrsti crijeva, nosivosti proizvoda i zahtjevima za slojeve i poklopce punila. Svako crijevo može imati više od jednog tipa gumene smjese, ovisno o njegovoj konstrukciji, posebno formulirano da bi dalo potrebna svojstva sloju. Ključna svojstva crijeva su: otpornost na ulje ili fluid, visoka otpornost na arome, otpornost na temperaturu, otpornost na zamor i otpornost na ozon (<http://www.industrialrubbergoods.com/>).

#### *4.2.2. Primjena gumenih crijeva u poljoprivrednoj tehnici*

- Crijeva za gorivo – moraju imati iznimno nisku propusnost za gorivo kako bi regulirala i smanjila emisije ugljikovodika. Miješana goriva poput etanola, metanola itd. zahtijevaju crijeva s visokom otpornošću na polarna otapala. Dodavanje čađe gumenim crijevima smanjuje propusnost benzina i bubrenje otapala.
- Crijeva hladnjaka – otporna na rashladna sredstva na povišenim temperaturama.
- Industrijska crijeva – razne vrste industrijskih crijeva, uključujući crijeva za vodu i paru, crijeva za zrak, crijeva za ulje i naftu, crijeva za rashladno sredstvo i kemijska crijeva. I ovdje su čvrstoća i otpornost na otapala i kemikalije ključni zahtjevi.
- Vrtne crijeva – za zalijevanje biljaka u vrtu ili na travnjaku ili za transport vode u prskalice i sl..
- Crijeva za zrak – transport zraka iz spremnika ili kompresora.

### **4.3. Gumene brtve**

Guma se u velikom broju slučajeva može koristiti kao samostalno brtvilo. Glavne odlike su joj vrlo lako elastično deformiranje i samim time prilagodba obliku brtvene površine pri malim tlakovima. U pogledu kemijske otpornosti gume kao brtvila, može se razlikovati otpornost gume prema djelovanju derivata nafte (otporne i neotporne), a pod toplinski otporne gume pripadaju one koje su otporne na srednje temperature. Gume dobivene od silikonskih kaučuka imaju izraženu toplinsku otpornost i postoje su od -90 °C do +250 °C. Guma ima i važan zadatak kao sastojak drugih brtvila. Može se inkorporirati u brtvila impregnacijom tih brtvila kaučukom i zatim vulkanizacijom, ali i kao posebna obloga (LZMK, 1976.).

U izradi brtvila koriste se različite vrste guma, ovisno o zahtjevanim svojstvima i radnoj temperaturi brtvljenja (<http://www.dihta.com/express-service/materijali-smjese/>):

- Prirodna guma (NR)
- Izopren guma (IR)
- Butadien guma (BR)
- Stiren-butadien guma (SBR)
- Etilen-propilen-dien guma (EPDM)
- Kloropren guma (CR)
- Akrilonitril-butadien guma (NBR)
- Hidratizirana akrilonitril-butadien guma (HNBR)
- Poliakrilatna guma (ACM)
- Etilen-akrilna guma (AEM)
- Epiklorohidrijska guma (ECO)
- Silikonska guma (VMQ/LSR)
- Fluor-silikonska guma (FVMQ)
- Fluor guma (FPM/FKM)
- Perfluor guma (FFKM)

Slika 14. Prikazuje različite tipove gumenih brtvi za poljoprivredne traktore.



Slika 14. Gumene brtve za traktor

(Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/hindustan-tractor-rubber-oil-seals-7466571662.html>)

#### 4.4. Gumeno remenje

Gumeni remen bitan je dio remenskog prijenosnika. Remenski prijenosnici omogućavaju prijenos i transformaciju gibanja i okretnog momenta između vratila na većem rastojanju. Obzirom na tehniku prenošenja snage, odnosno gibanja, prijenosnici se mogu podijeliti na one koji prijenos vrše trenjem (remenski prijenos plosnatim i klinastim remenom) i na one koji prijenos vrše oblikom (remenski prijenos zupčastim remenom) (Krčelić, 2018.).

Poljoprivredna tehnika veliki je korisnik različitih tipova i dimenzija gumenog remenja.



Slika 15. Gumeno remenje za kombajne

(Izvor: <https://astra-prom.hr/novosti/astraprom-d-o-o-distributer-za-pix-transmissions/>)

#### 4.5. Gumene transportne trake

Transporteri s gumenom trakom pojavljuju se kao osnovno sredstvo kontinuiranog transporta u procesnoj i građevinskoj industriji, rudnicima, vanjskom kopnu, itd. Trakasti transporteri se primjenjuju za transport rasute i komadne robe u horizontalnom ili kosom transportu s manjim nagibnim kutom od 10 do 30°. Kod transportera s gumenom trakom, traka je najskuplji i najosjetljiviji dio. Ona je radni dio transportera, koji je u isto vrijeme i vučni i noseći organ za teret koji se transportira. Izbor trake ovisi o vrsti transportiranoga materijala, temperaturi, utjecaju ulja i masti, higijene i trošenja. Utovarni profil elastične trake može biti ravan ili koritasti. Gumena traka sastoji se iz nekoliko slojeva (2 do 12 slojeva), od kojih je gornji nosi materijal, tj. noseći i donji dio koji klizi preko potpornih valjaka i bubnjeva, klizni. Broj slojeva je zavisna od širine trake jer je širina zavisna od kapaciteta transportera i od krupnoće transportiranog materijala (Vuljanković, 2018.).



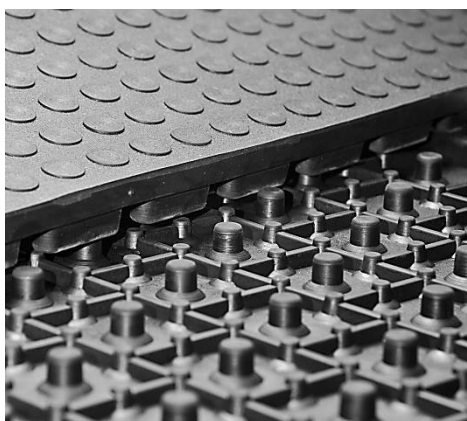


Slika 16. Gumena traka transportera za krumpir (Izvor:

[https://grapak.hr/prodajni\\_program/mehanizacija\\_za\\_proizvodnju\\_voca\\_i\\_povrca/mehanizacija\\_za\\_obradu\\_voca\\_i\\_povrca/transportne\\_trake/618/transportna\\_traka\\_grimme\\_lc/](https://grapak.hr/prodajni_program/mehanizacija_za_proizvodnju_voca_i_povrca/mehanizacija_za_obradu_voca_i_povrca/transportne_trake/618/transportna_traka_grimme_lc/))

#### 4.6. Gumene podne obloge

Primjenom gumenih podnih obloga (slika 17.) u stajama poboljšava se proizvodnja mlijeka i prirodan prirast te zdravlje stada. To je svakako i aktivna primjena načela dobre poljoprivredne prakse za dobrobit životinja. Kako bi se izbjegla stalna opterećenja papaka i kopita, dugogodišnja istraživanja pokazala su da podne površine trebaju biti mekanije, gipkije i popustljivije – što sličnije prirodnim podlogama. Podloga obložena gumenim oblogama pogodnija je za papke i kopita jer oni lagano uranjaju u podlogu. Mekoća i toplinska ugodna ležanja na gumenoj podlozi smanjuje stres životinjama te one povećavaju svoja kondicijska svojstva: pokretljivost, zdravije noge i papke i više mlijeka, što rezultira s manje veterinarskih intervencija (<https://gumiimpex.hr/gumene-obloge-staje/>).



Slika 17. Gumene podne obloge (Izvor: <https://gumiimpex.hr/gumene-obloge-staje/>)

#### 4.7. Elementi za ublažavanje buke i vibracija

Elementi za ublažavanje buke i vibracija služe kako bi ublažili buku i vibracije u kabini traktora ili nekog poljoprivrednog stroja tijekom rada. Izrađuju se od gume veće tvrdoće i prekidne čvrstoće. Slika 18. prikazuje primjere različitih elemenata za ublažavanje buke i vibracija.



Slika 18. Elementi za ublažavanje buke i vibracija  
(Izvor: <http://www.dihta.si/ublazivaci-i-podlozne-gume/>)

#### 4.8. Specifični gumeni dijelovi poljoprivredne tehnike

Osim prethodnih primjera općih elemenata poljoprivrednih strojeva i uređaja, u poljoprivrednoj tehnici postoje i brojni primjeri specifičnih dijelova koji su vezani uz određenu poljoprivrednu proizvodnju. Tako se od gume izrađuju različiti dijelovi strojeva za berbu plodina (valjci i zvijezde berača kukuruza, prikazani na slici 19., prsti berača voća i povrća, itd.), dijelovi koji služe za ublažavanje udara (odbojnici, amortizeri i sl.), dijelovi za zaštitu od vlage i nečistoća (membrane, manžete i sl.), te drugi specifični dijelovi koji se primjenjuju na brojnim vrstama i tipovima poljoprivrednih strojeva i uređaja.



Slika 19. Gumeni dijelovi berača kukuruza (Izvor: <http://kord2.com/wp/proizvodi/delovi-i-gume-za-berac-kukuruza-zmaj-i-sip-sempteper/>)

## 5. ZAKLJUČAK

Danas se guma uglavnom proizvodi na umjetan način. Vulkanizacija omogućava proizvodnju sintetičke gume koja je kao materijal sve više zastupljena u izradi različitih predmeta. To je postupak kombiniranja gume sa sumporom u procesu zagrijavanja, a rezultat je jači i elastičniji proizvod pogodan za proširenu komercijalnu uporabu. Tijekom proizvodnje guma se može i obojiti što joj daje i estetska svojstva.

S obzirom na povoljna svojstva gume, prvenstveno njezinu elastičnost, te povoljne cijene na tržištu i sigurnu primjenu, ona postaje sve upotrebljiviji materijal u proizvodnji različitih proizvoda koji imaju široku primjenu u svim granama industrije.

Guma se vrlo često koristi i u poljoprivrednoj proizvodnji. Najvažniji proizvodi koji se proizvode od gume i imaju primjenu u poljoprivredi su pneumatici poljoprivrednih strojeva (traktori, kombajni, priključna oruđa, itd.). Također, vrlo je rasprostranjena primjena različitih općih dijelova poljoprivrednih strojeva (koji se mogu koristiti na različitim vrstama i tipovima strojeva), poput gumenih crijeva, brtvi i remenja različitih strojnih sustava, transpornih traka, elemenata za ublažavanje buke i vibracija, itd. U tu kategoriju spadaju i gumene podne obloge, koje se mogu koristiti u različitim tipovima objekata za uzgoj stoke ili drugih proizvodnih objekata. Osim toga, od gume se izrađuju i brojni specifični strojni dijelovi, koji su vezani isključivo uz određene vrste i tipove poljoprivrednih strojeva, poput gumenih dijelova za berbu plodina (valjci, zvijezde i prsti berača), elemenata za ublažavanje udara (odbojnici i amortizeri), itd.

S obzirom na sve navedeno, s pravom se može zaključiti da je danas teško naći bilo koji moderni poljoprivredni stroj ili uređaj, koji u svom sastavu ne sadrži nekakav proizvod izrađen od gume.

## 6. LITERATURA

1. Astraprom d.o.o. (2020.): PIX Power Transmission Solutions. <https://astraprom.hr/novosti/astraprom-d-o-o-distributer-za-pix-transmissions/> (06.08.2020.)
2. Brkić, D; Vujčić, M; Šumanovac, L; Lukač, P; Kiš, D; Jurić, T; Knežević, D. (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. Poljoprivredni fakultet, Osijek
3. Burcar, D. (2008.): Ispitivanje svojstava gumenih tvorevina. Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
4. Dihta d.o.o. Materijali/smjese. <http://www.dihta.com/express-service/materijali-smjese/> (19.07.2020.)
5. Dihta. d.o.o. Ublaživači i podložne gume. <http://www.dihta.si/ublazivaci-i-podlozne-gume/> (06.08.2020.)
6. Docplayer. Ekstruzija. <https://docplayer.gr/54355830-S1-2-cilindar-ekstrudera-sa-grejacima.html> (08.07.2020.)
7. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT). Obrada kaučuka i proizvodnja gume. [https://www.fkit.unizg.hr/\\_download/repository/7\\_predavanje%5B3%5D.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/7_predavanje%5B3%5D.pdf) (10.07.2020.)
8. Grapak d.o.o. Transportna traka Grimme LC. [https://grapak.hr/prodajni\\_program/mehanizacija\\_za\\_proizvodnju\\_voca\\_i\\_povrca/mehanizacija\\_za\\_obradu\\_voca\\_i\\_povrca/transportne\\_trake/618/transportna\\_traka\\_grimme\\_lc/](https://grapak.hr/prodajni_program/mehanizacija_za_proizvodnju_voca_i_povrca/mehanizacija_za_obradu_voca_i_povrca/transportne_trake/618/transportna_traka_grimme_lc/) (10.08.2020.)
9. Guldenring GmbH. Glättwerk / 3-Walzen-Kalander. <https://www.schneidemaschinen-sondermaschinen.de/3-walzen-kalander.html> (16.07.2020.)
10. Gumiimpex GRP d.o.o. Gumene podloge za staje. <https://gumiimpex.hr/gumene-obloge-staje/> (09.08.2020.)
11. Gumiimpex GRP d.o.o. Mješaona za sirove gumene smjese. <https://gumiimpex.hr/mjesaona-sirove-gumene-smjese/> (09.08.2020.)



12. Hall, D.K. (2019.): Hevea Brasiliensis – The Plants of the Amazon. HerbSpeak. <https://herbspeak.com/hevea-brasiliensis/> (06.07.2020.)
13. Indiamart. Hindustan tractor rubber oil seals. <https://www.indiamart.com/proddetail/hindustan-tractor-rubber-oil-seals-7466571662.html> (19.07.2020.)
14. KORD2. Proizvodi. <http://kord2.com/wp/proizvodi/delovi-i-gume-za-berac-kukuruza-zmaj-i-sip-sempteper/> (12.08.2020.)
15. Krčelić, M. (2018.): Primjena lančanog ili remenskog prijenosa za pogon uređaja za razminiranje. Završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
16. Leksikografski zavod Miroslav Krleža - LZMK (1976.): Tehnička enciklopedija. 5. svezak, 302-308.
17. Liszt d.o.o. Prirodni kaučuk. <https://liszt.hr/prirodni-kaucuk/> (09.07.2020.)
18. Rubber plastic machinery. X(S)M Series Plastic And Rubber Banbury Mixer. <http://ba.rubberplasticsmachinery.com/rubber-machine/banbury-mixer/china-s-leading-x-s-m-series-plastics-and.html> (29.07.2020.)
19. Seme promet DOO. Proizvodi. <http://www.semepromet.rs/proizvodi.html> (03.08.2020.)
20. Tehnoguma d.o.o. Gumene cijevi. <https://tehnoguma-zg.hr/gumene-cijevi/gumene-cijevi/> (22.07.2020.)
21. Vuljanković, T. (2018.): Transport u industriji – trakasti transporter. Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Strojarski odjel, Specijalistički diplomski stručni studij strojarstva