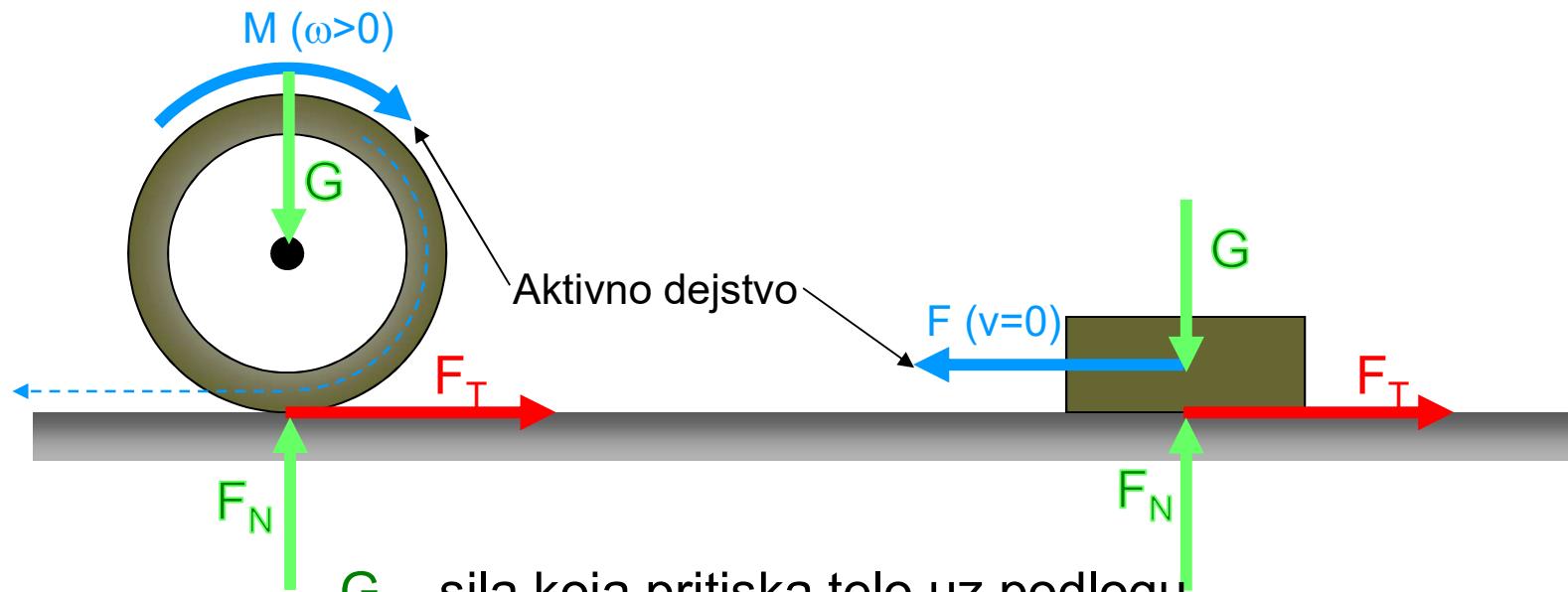


# Pojam prijanjanja

## Efekti dejstva trenja:



$G$  – sila koja pritiska telo uz podlogu

$F_N = G$  – normalna reakcija podlage

$M$  i  $F$  – aktivno dejstvo koje teži da izazove pomeranje tela

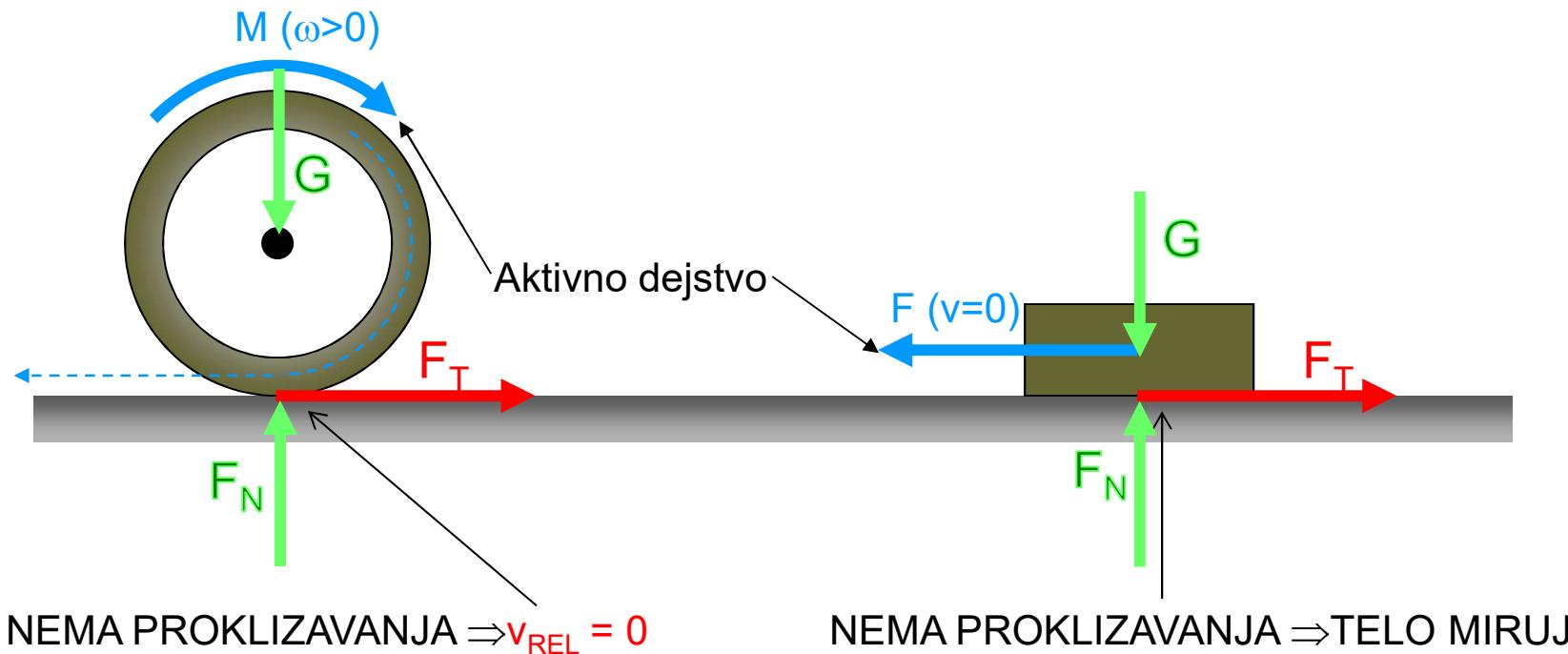
$F_T$  – tangencijalna reakcija podlage = sila trenja

$F_T < F_{TMAX} \Rightarrow$  NEMA PROKLIZAVANJA

$F_{TMAX} = \mu \cdot G$  – pri daljem povećanju  $M$  ili  $F$  počinje proklizavanje

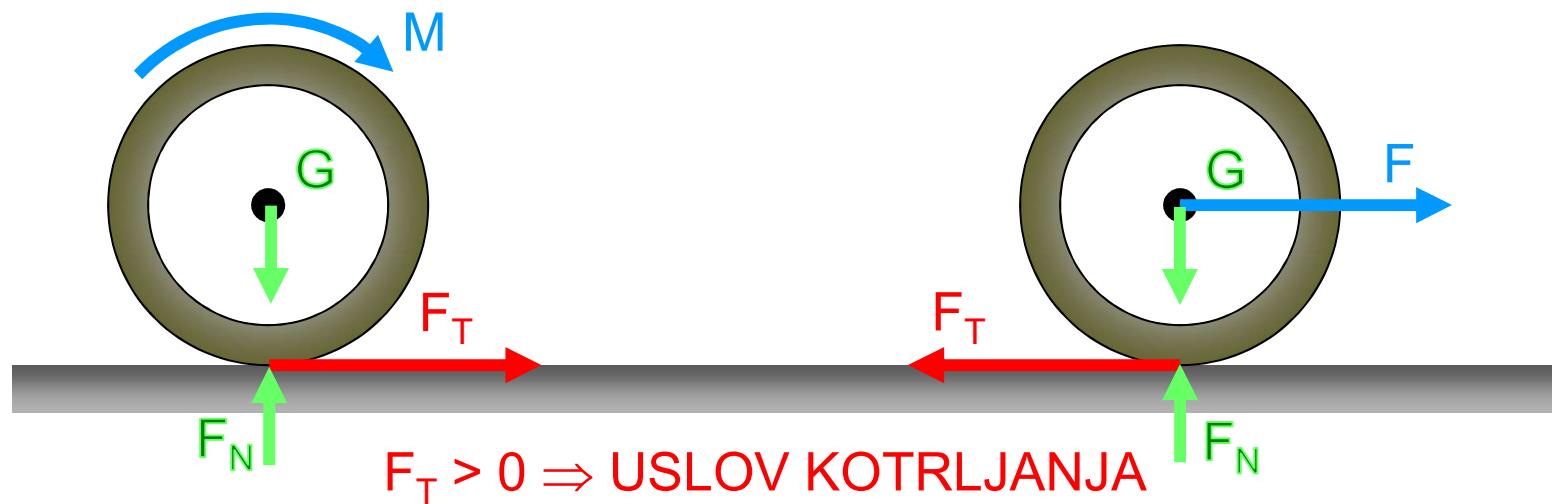
# Pojam prijanjanja

## Efekti dejstva trenja:



$$F_T < F_{T\text{MAX}} \Rightarrow \text{NEMA PROKLIZAVANJA}$$

# Pojam prijanjanja

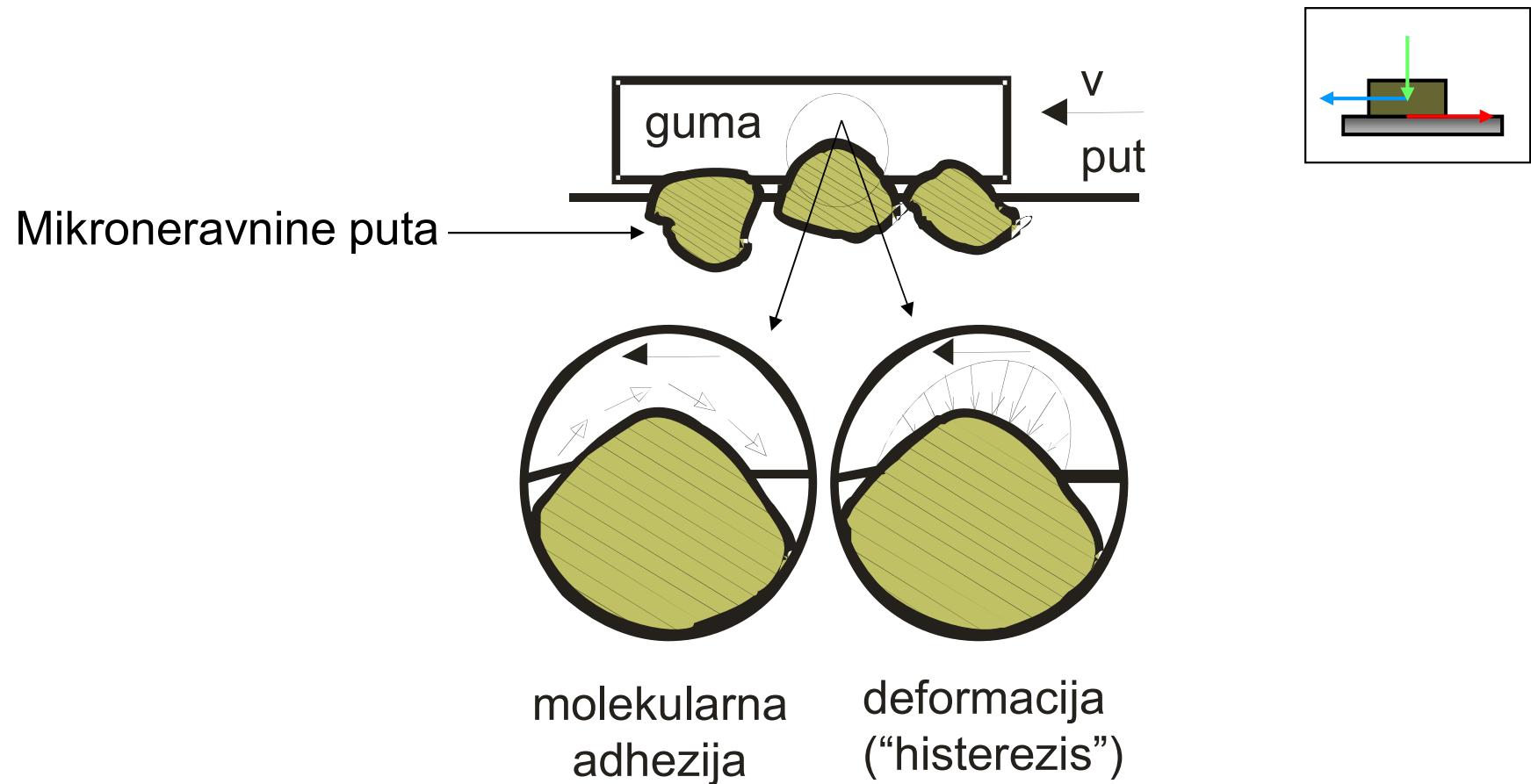


## TRENJE / PRIJANJANJE IZMEĐU TOČKA I PODLOGE

- Trenje → suprotstavljanje translatornom klizanju tela po podlozi
- “PRIJANJANJE” → suprotstavljanje proklizavanju točka koji se kotrlja, bazirano na trenju između gume i podloge
- Mehanizam trenja gume ne ponaša se prema zakonu Kulonovog trenja! [detaljnije u nastavku](#)

# Mehanizam trenja gume

Glavni mehanizmi koji se suprotstavljaju relativnom proklizavanju gumenog bloka u odnosu na podlogu

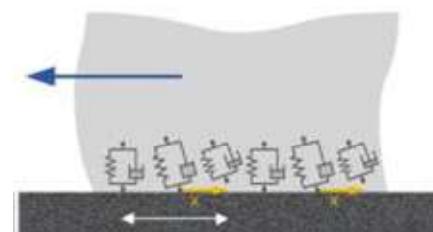


# Mehanizam trenja gume

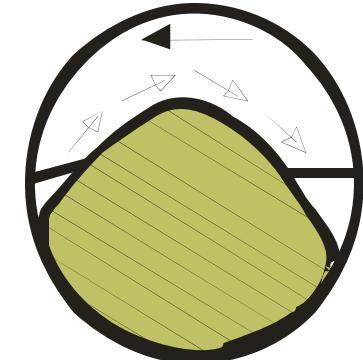
## 1. komponenta: molekularna adhezija

Sila međusobnog privlačenja molekula različitih materijala

*Dominantna na suvoj podlozi*



Izvor: Michelin

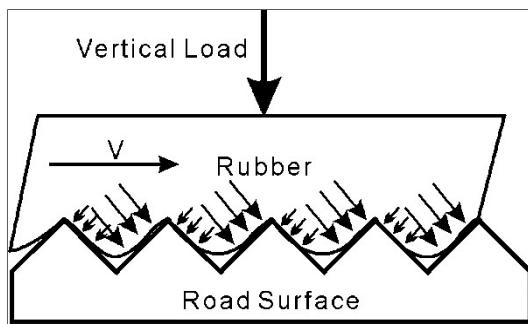
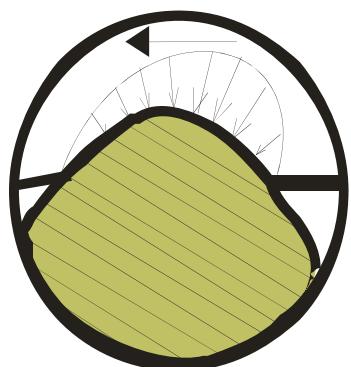


## 2. komponenta: histerezis

Sile pri nailasku na neravninu su zbog unutrašnjeg trenja veće nego pri silasku sa neravnine – rezultujuća reakcija podloge je usmerena suprotno od smera relativnog klizanja

Dolazi do deformacije i “zaklinjavanja” – suprotstavljanje unutrašnjeg trenja u materijalu (gumi) deformacijama pri relativnom klizanju

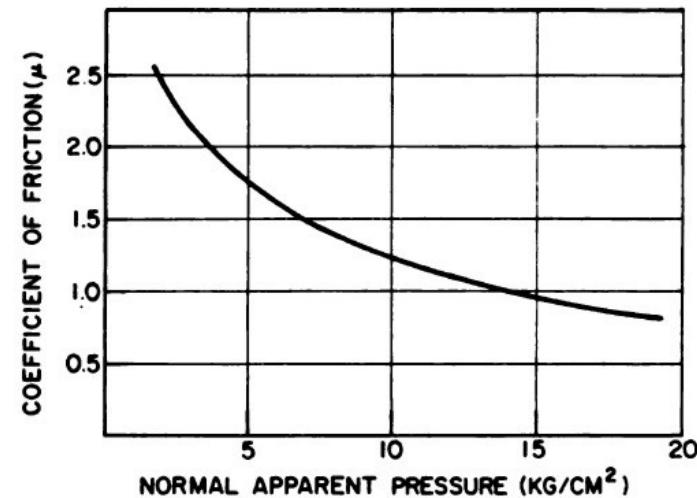
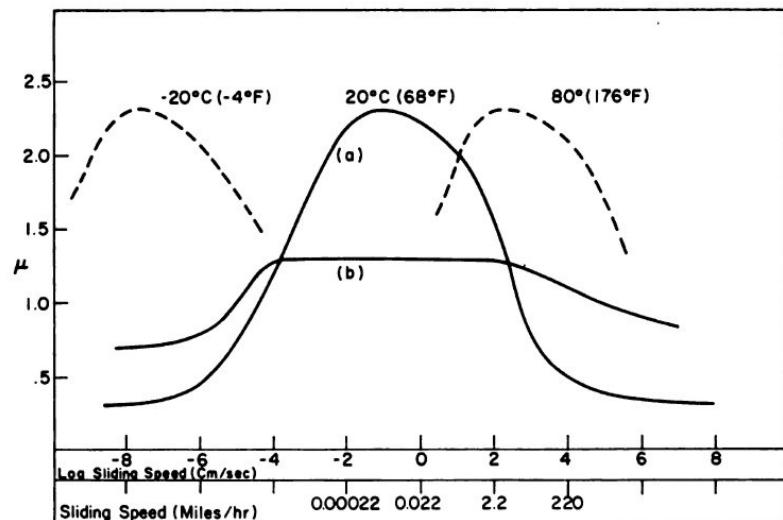
*Dominantna na vlažnoj podlozi*



Izvor: P. Haney: *The Racing & High-Performance Tire*

# Mehanizam trenja gume

Glavni uticajni faktori: površinski pritisak, relativna brzina klizanja, temperatura



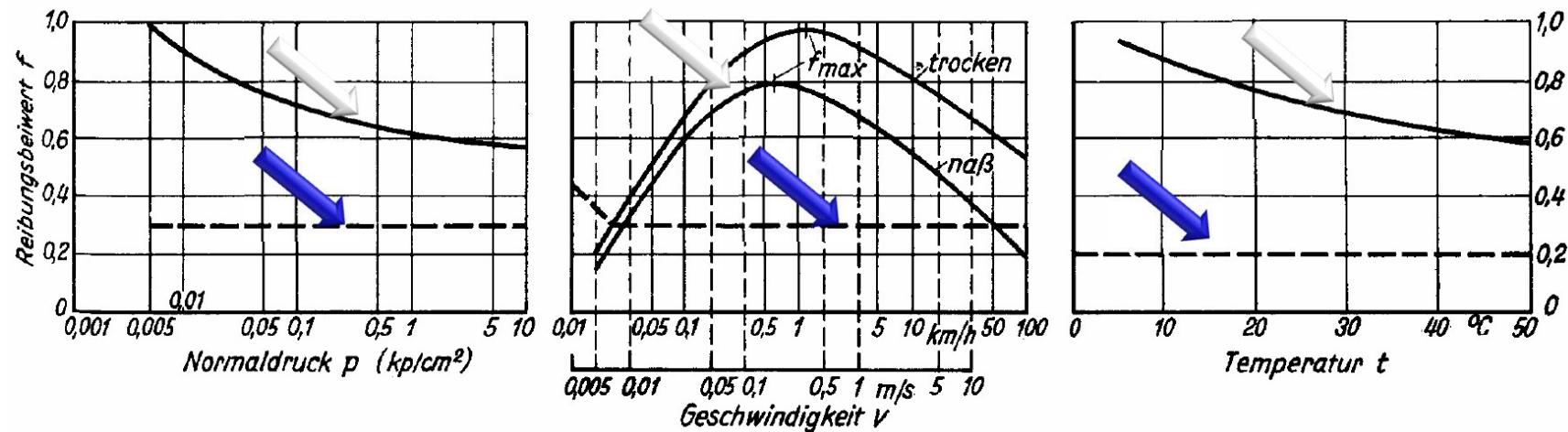
Izvor: Clark – Mechanics of Pneumatic Tires

Trenje gume tj. prijanjanje zavisi od kontaktnog pritiska tj. od velicine dodirne povrsine!

# Mehanizam trenja gume

Glavni uticajni faktori: površinski pritisak, relativna brzina klizanja, temperatura

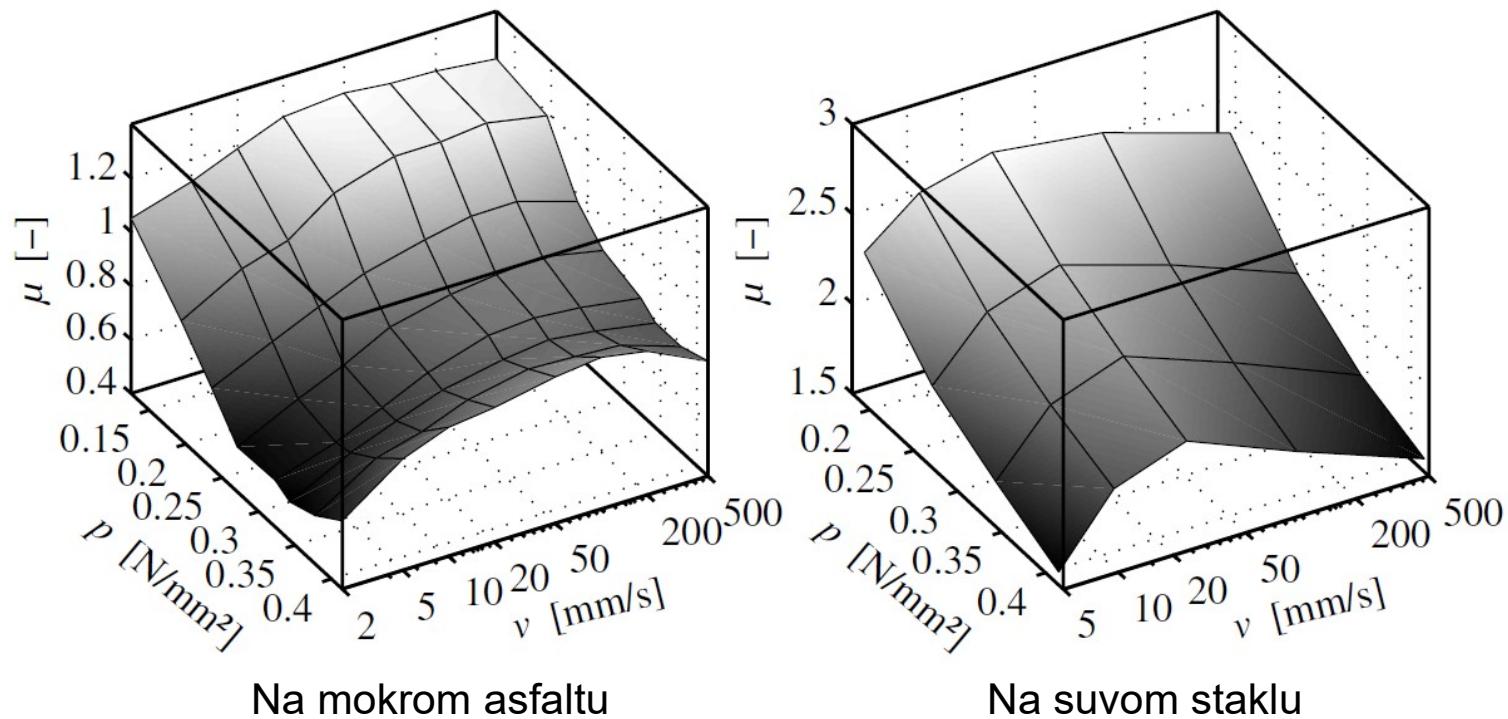
Poređenje trenja gume i Kulonovog trenja



Izvor: Lokale Effekte der Reibung zwischen Pkw-Reifen und Fahrbahn,  
disertacija, Markus Fach 1999 (prema: Meyer und Kummer [84])

# Mehanizam trenja gume

Koeficijent trenja gume



Izvor: Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Gummireibung an Profilklotzen und Dichtungen, disertacija, Markus Lindner 2005.

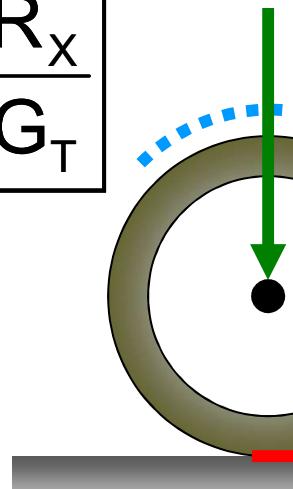
# Mehanizam trenja gume

Ključni parametri prijanjanja gume na tvrdoj podlozi:

- Sastav smeše u gazećem sloju
- Relativna brzina klizanja
- Vertikalno opterećenje i raspodela kontaktnog pritiska
- Temperatura
- Odnos dezena gazećeg sloja i mikroreljefa podloge

## Koeficijent prijanjanja – $\varphi$

$$\varphi = \frac{R_x}{G_T}$$



$G_T$  – vertikalno opterećenje točka

ISO 8855:2011

Road vehicles -- Vehicle dynamics and road-holding ability -- Vocabulary

"Koeficijent uzdužne sile"

"Maksimalni koeficijent uzdužne sile"

$R_x$  – stvarna tangencijalna reakcija

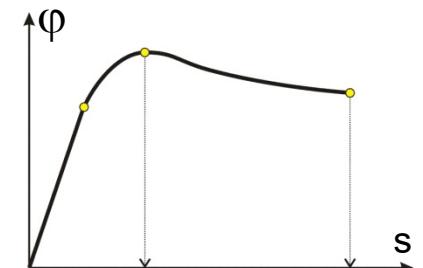
Koeficijent prijanjanja  $\varphi$  - mera iskorišćenja raspoložive normalne sile za realizaciju tangencijalne.

$\varphi$  – u toku eksploatacije se može menjati u relativno širokim granicama

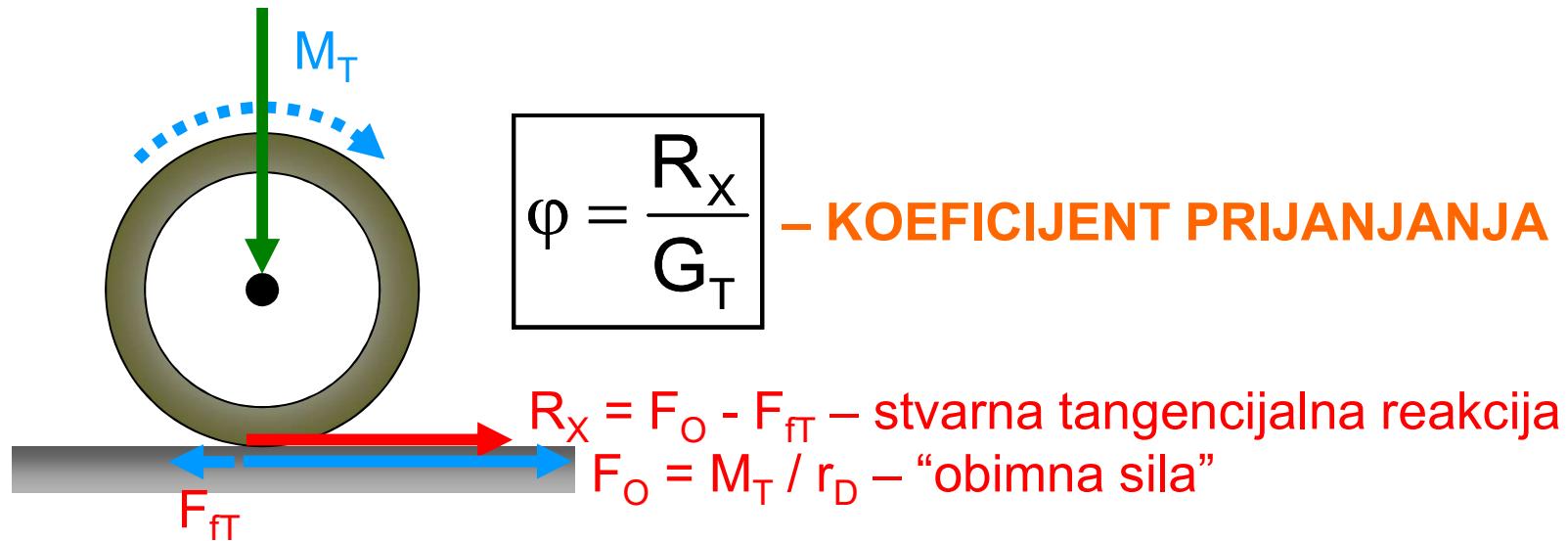
$R_x = \varphi \cdot G_T$  – tekuća vrednost t. r.

$R_{XMAX} = \varphi_{MAX} \cdot G_T$  – maksimalna moguća vrednost t. r.

$\varphi_{MAX}$  – maksimalna vrednost koeficijenta prijanjanja



## Koeficijent prijanjanja – $\varphi$

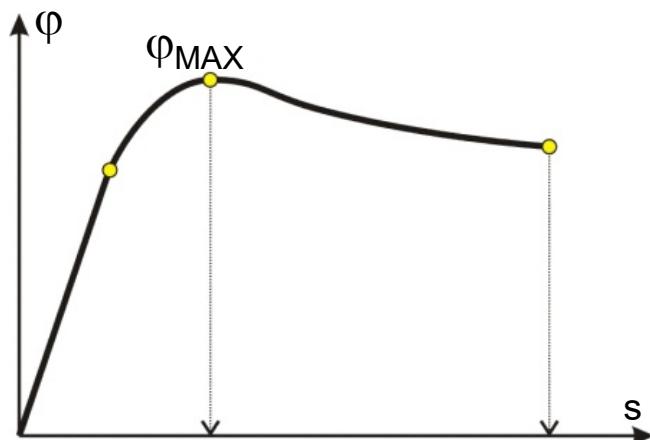


- Za velike obimne sile važi  $F_O \approx R_x$  ( $F_O \gg F_{fT}$ )  
⇒ U praksi se radi pojednostavljenja analize često usvaja:

$$F_{OMAX} \approx \varphi_{MAX} \cdot G_T$$

# Koeficijent prijanjanja – $\varphi$

Koeficijent prijanjanja je **funkcija klizanja točka ( $s$ )**.



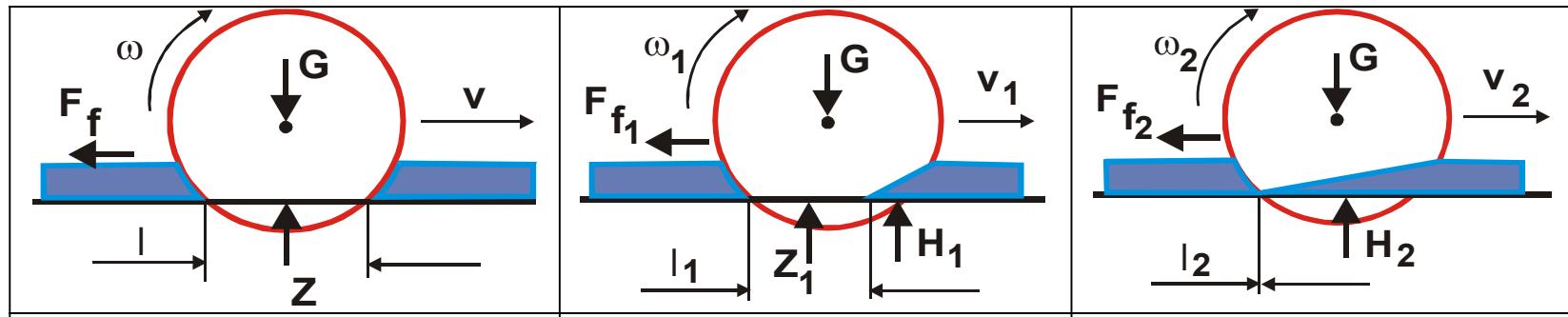
→ Detaljnije u nastavku

## Akvaplaniranje

Akvaplaniranje predstavlja gubitak kontakta između pneumatika i vlažne podloge usled formiranja hidrodinamičkog klina između njih

U tom slučaju gazeći sloj pneumatika kreće se po površini vodene podloge, u horizontalnom pravcu sile su isključivo viskozne  $\Rightarrow$  praktično potpuni gubitak prijanjanja

# Akvaplaniranje

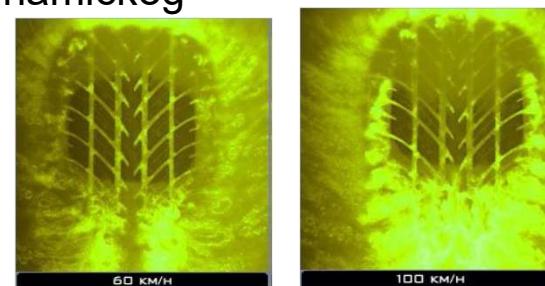


Izvor: V. Muzikravić

- Pritisak tečnosti se suprotstavlja ostvarivanju kontakta između pneumatika i podloge
- Inercijalne sile pri istiskivanju tečnosti pri većim brzinama kretanja (tj. većem ubrzaju tečnosti) otežavaju istiskivanje
- Porast brzine, porast debljine vodenog sloja  $\Rightarrow$  porast tendencije za akvaplaniranjem
- Nemogućnost istiskivanja vode  $\rightarrow$  formiranje hidrodinamičkog "klina"  $\Rightarrow$  dinamičko akvaplaniranje
- Slaba kiša - formiranje "podmazujućeg sloja" sa prašinom i uljem na podlozi  $\Rightarrow$  viskozno akvaplaniranje, brzine nastanka su manje nego kod dinamičkog

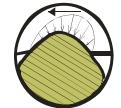
**80 km/h  $\Rightarrow$  25 l/s**

Izvor: khg-online.de

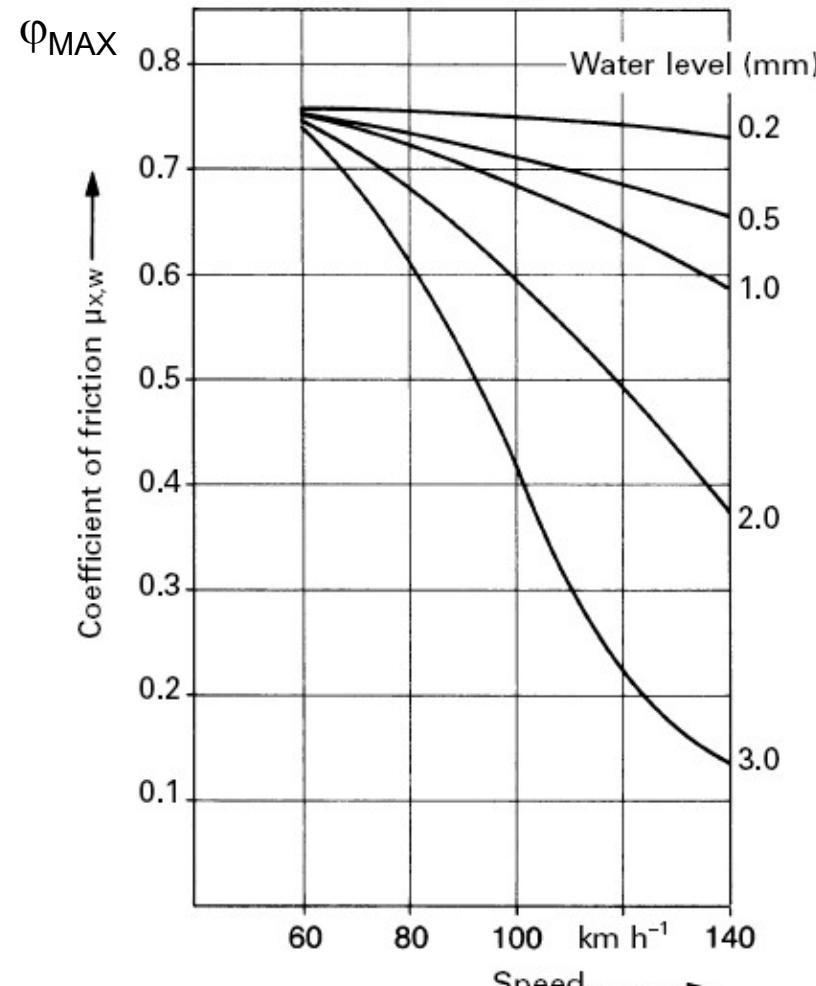


## Akvaplaniranje

- Prijanje na vlažnoj podlozi ostvaruje se pretežno putem histerezisne komponente (deformacija i zaklinjavanje gume u mikroprofil podloge)
- Povišenje pritiska u pneumatiku → bolje istiskivanje vode, veća histerezisna komponenta prijanjanja
$$v_{KR} = 6,34 \cdot \sqrt{p}$$
 – kritična brzina akvaplaniranja (empirijski)
- Što razuđeniji protektor - viši lokalni kontaktni pritisci raspoloživi za istiskivanje tečnosti + veći prostor za odvođenje tečnosti
- Uticaj mikroprofila podloge: prijanjanje, mogućnost drenaže
- Uži pneumatik: viši kontaktni pritisci ⇒ efikasnije savladavanje hidrostatičkog otpota istiskivanja vode; podsticaj mehanizma histerezisa



## Akvaplaniranje



Opasnost na kolotrazima!

Izvor: Reimpell

Uticaj brzine i debljine vodenog filma