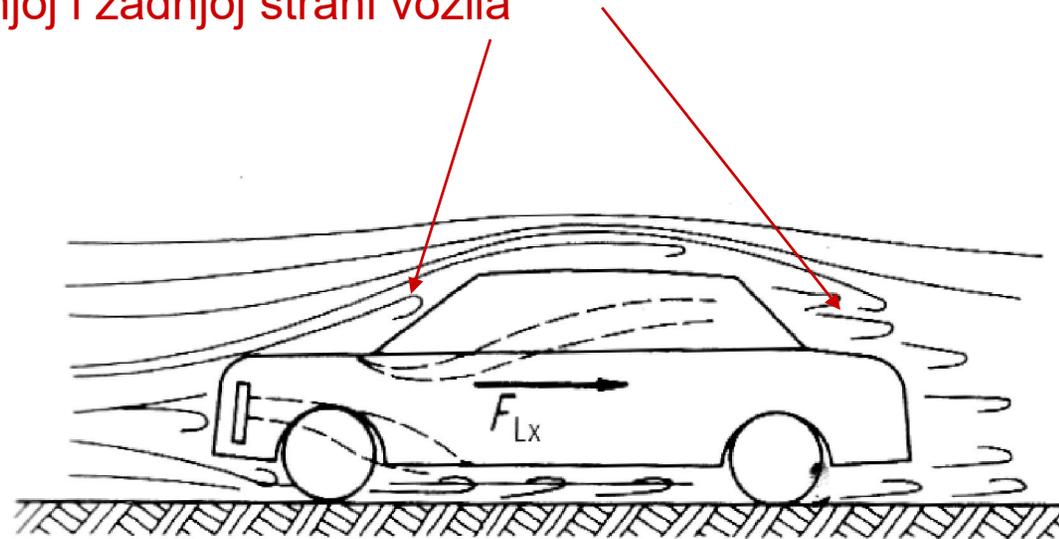


# Otpor vazduha

Lokalno odvajanje graničnog sloja vazduha (pojava vrtloženja)  
Manifestuje se razlikom veličina površina izloženih pritisku na prednjoj i zadnjoj strani vozila

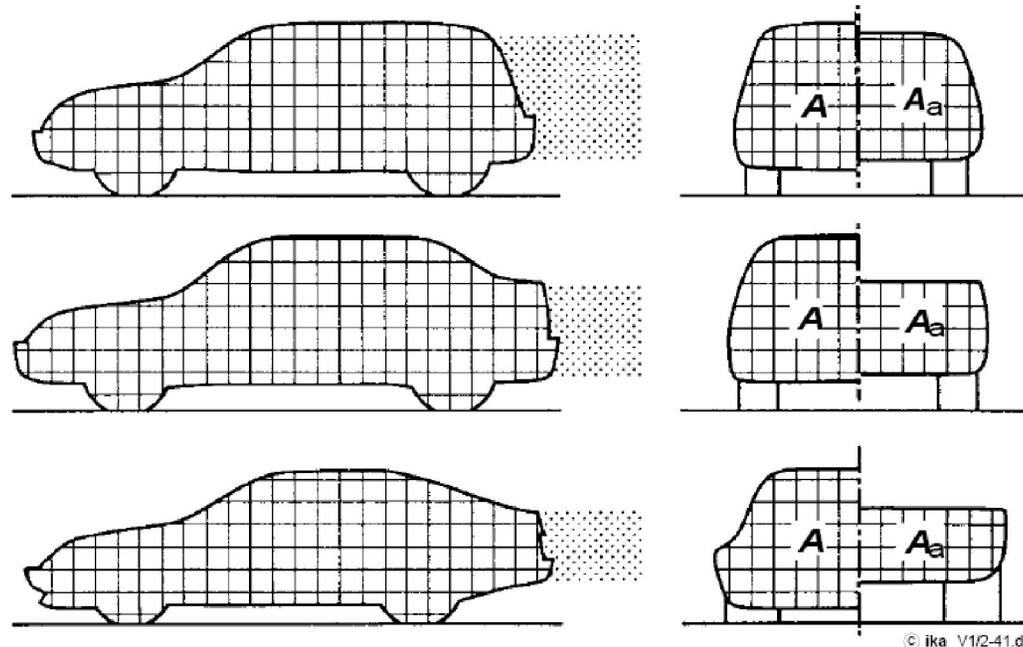


Izvor: Mitschke

## Strujanje vazduha oko vozila

Odvajanje je u najvećoj meri izraženo na zadnjem delu vozila!

# Otpor vazduha



Razlika u veličinama površina izloženih pritisku

Izvor: *Walentowitz*

⇒ **Sila pritiska ( $p \cdot A$ ) je veća na prednjoj nego na zadnjoj strani vozila**

⇒ **Rezultanta je usmerena unazad – otpor vazduha! (→ otpor oblika)**

Dodatni uzrok otpora vazduha je viskozno trenje.

OTPOR OBLIKA – dominantni uzročnik otpora vazduha (~90%)

OTPOR TRENJA – dodatni uzročnik otpora vazduha (~ 10%)

# Otpor vazduha - izračunavanje

$$p_{\text{DIN}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad - \text{DINAMIČKI PRITISAK VAZDUHA}$$

$$F_W = c_W \cdot A \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad \rightarrow \text{VAŽI ZA VELIČINE U OSNOVNIM SI JEDINICAMA}$$

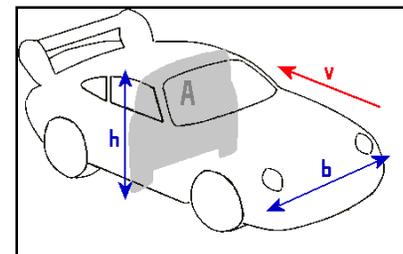
$c_W$  – koeficijent OTPORA OBLIKA vozila

(ali uzima u obzir i otpor trenja! – zbog eksperimentalnog načina određivanja)

$$F_W = 0,0473 \cdot c_W \cdot A \cdot v^2$$

za:  $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$ ,  $w = 60 \%$ ,  $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$F_W(\text{N})$ ,  $c_W(-)$ ,  $A(\text{m}^2)$ ,  $v(\text{km/h})$



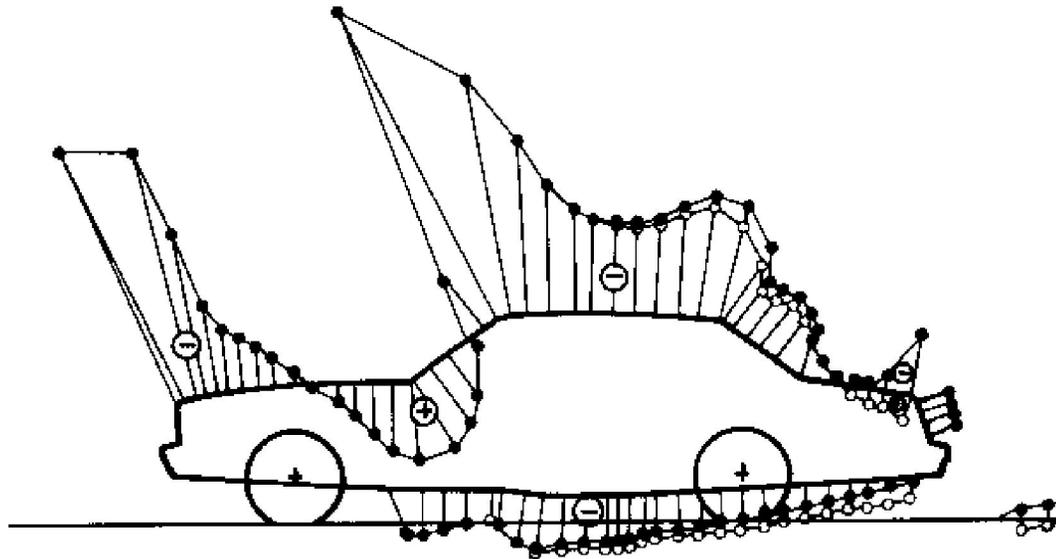
# Otpor vazduha

## ORIJENTACIONE VREDNOSTI $C_w$

- Današnja putnička vozila  $\sim 0,3$
- Dostavna vozila  $\sim 0,4 \div 0,6$  (zatvorena ili otvorena karoserija?)
- Kamioni  $\sim 0,6 \div 1$  (spojleri, različite forme tovarnog prostora)
- Bicikli, motocikli  $\sim 0,5 \div 0,9$  (uticaj oklopa i položaja vozača)
- Formula 1  $\sim 0,7 \div 1,1$  (podešenost spojlera)

# Aerodinamičke sile izdizanja

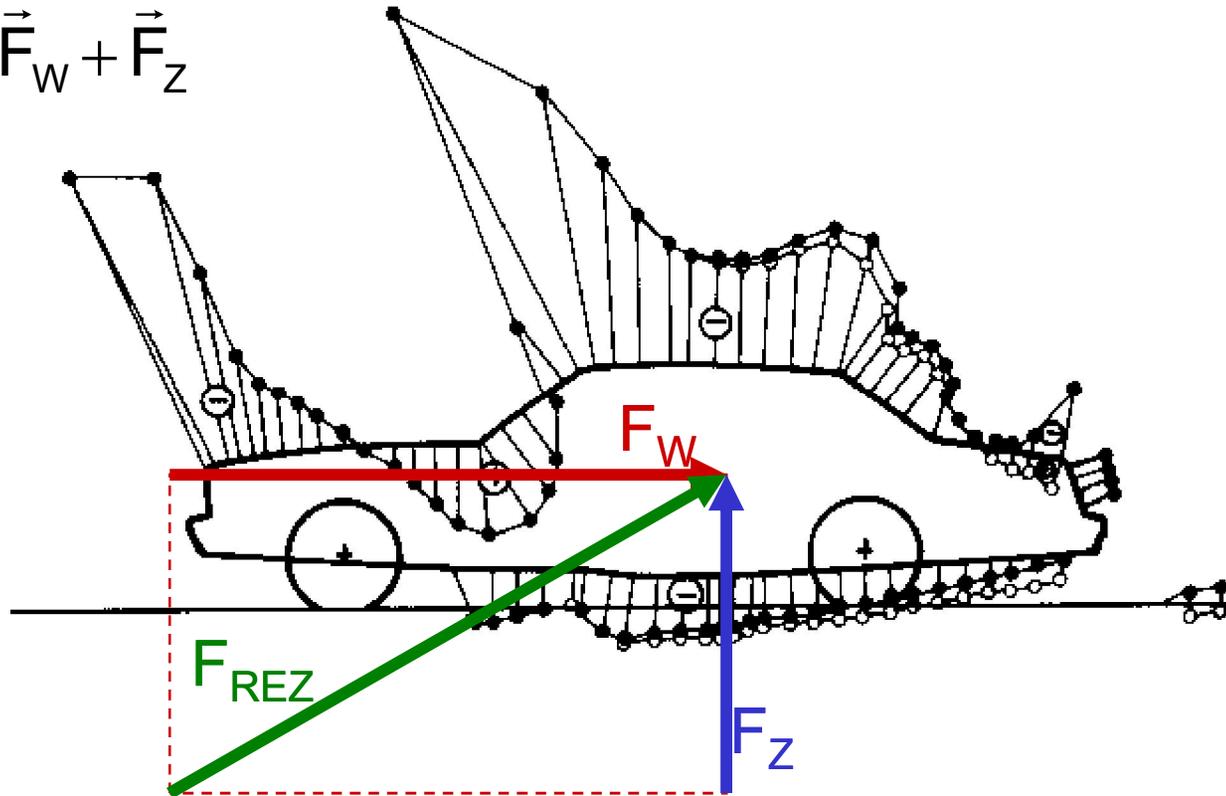
Zakon raspodele pritiska duž vozila



**REZULTANTA NIJE HORIZONTALNA!**

# Aerodinamičke sile izdizanja

$$\vec{F}_{\text{REZ}} = \vec{F}_W + \vec{F}_Z$$



$F_W$  – OTPOR VAZDUHA

$F_Z$  – IZDIZANJE VOZILA (→smanjenje osovinskih opt.)

# UTICAJ AERODINAMIČKIH SILA NA OSOVINSKA OPTEREĆENJA

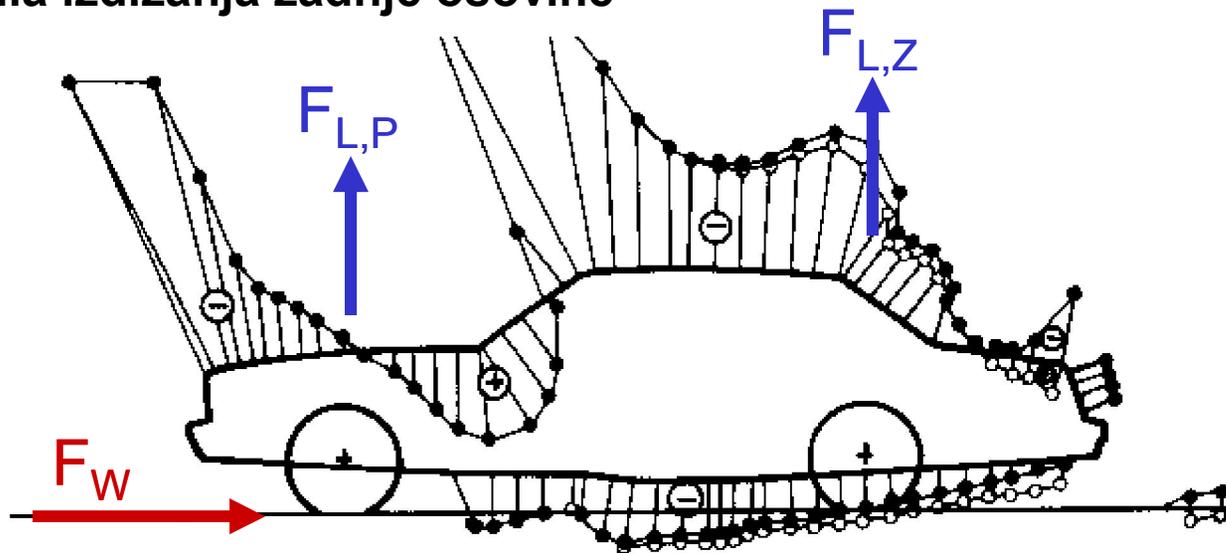
PRISTUP PRI ANALIZI AERODINAMIČKIH DEJSTAVA:

- **REDUKCIJA SILA NA NOVE NAPADNE LINIJE (ekvivalentno dejstvo!)**
- **UPOTREBA EKSPERIMENTALNIH KOEFICIJENATA** (poput  $c_w$ )

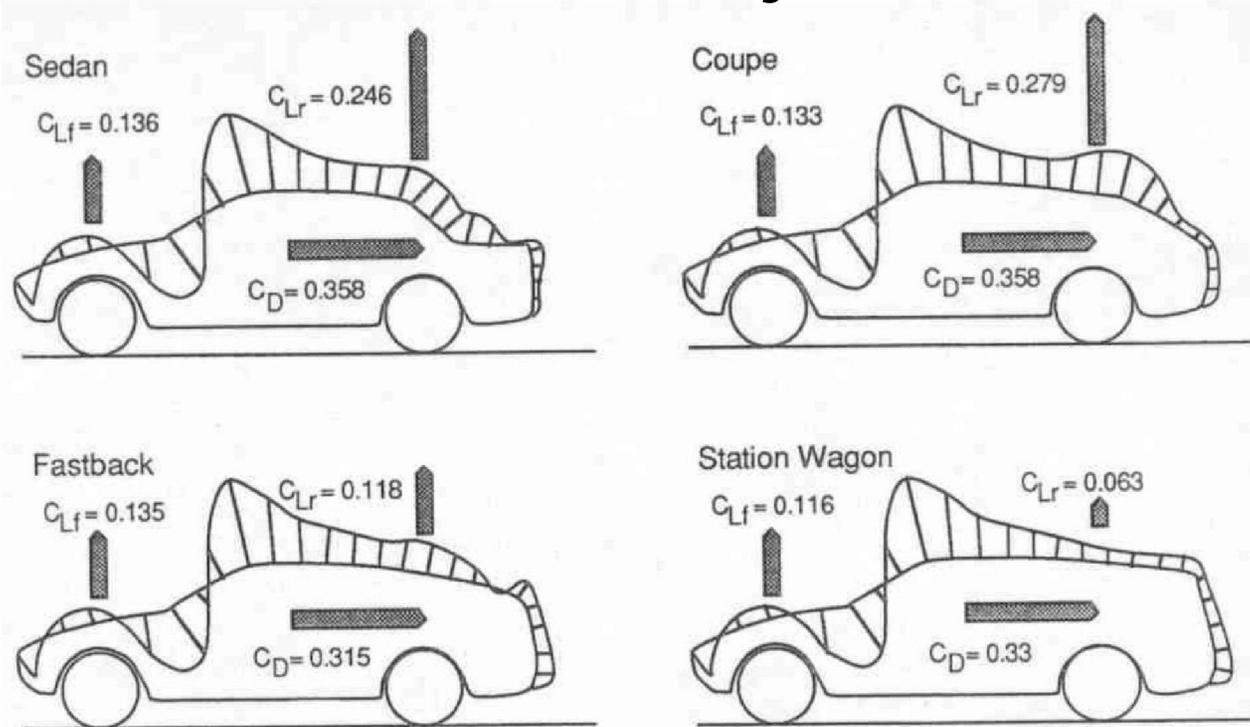
$F_w$  – sila otpora vazduha

$F_{L,P}$  – sila izdizanja prednje osovine

$F_{L,Z}$  – sila izdizanja zadnje osovine



# Aerodinamičke sile izdizanja

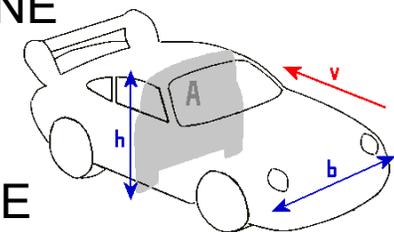


$$F_{LP} = c_{LP} \cdot A \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

– SILA IZDIZANJA PREDNJE OSOVINE

$$F_{LZ} = c_{LZ} \cdot A \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

– SILA IZDIZANJA ZADNJE OSOVINE



# Aerodinamičke sile izdizanja

## Upotreba spojlera:

Preraspodela dejstva pritiska vazduha  $\Rightarrow$

Dodatni pritisak umesto izdizanja  $\Rightarrow$

Bolji kontakt sa podlogom  $\Rightarrow$

Bolje performanse u uzdužnom i poprečnom pravcu

**Pri tome obično  $c_w$  raste!**

