

---

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
TECHNICKÁ FAKULTA**



**Cvičení z dopravních motorových vozidel**

**Ing. Jakub Mařík, Ph.D.**

---

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**TECHNICKÁ FAKULTA**



**Cvičení z dopravních motorových vozidel**

**Ing. Jakub Mařík, Ph.D.**

Určeno pro posluchače Technické fakulty

Tato publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou

---

**© Ing. Jakub Mařík, Ph.D.**

**Vydala Česká zemědělská univerzita ve svém nakladatelství**

**ISBN**

## Obsah

# Moment setrvačnosti

Moment setrvačnosti je fyzikální veličina, která vyjadřuje míru setrvačnosti tělesa při otáčivém pohybu. Její velikost závisí na rozložení hmoty v tělese vzhledem k ose otáčení. Body (části) tělesa s větší hmotností a umístěné dál od osy mají větší moment setrvačnosti.

Vypočítejte moment setrvačnosti velkého a malého kola vozidla z naměřených hodnot.

## 2. Pomůcky:

1. stopky pro měření doby kmitu
2. trifilární závěs (tři řetězy)
3. vysokozdvihný vozík

## 3. Postup:

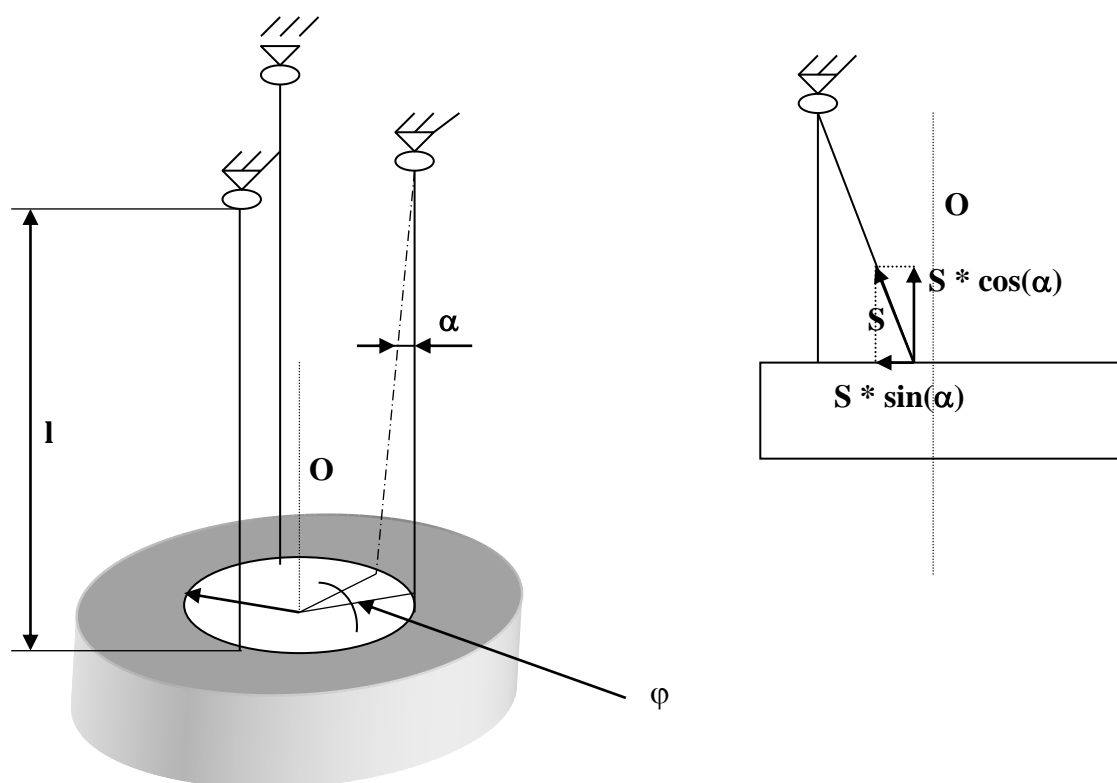
Kolo upevníme na trifilární závěs a zdvihneme vysokozdvihným vozíkem do volné polohy. Poté kolo kolem jeho osy rozkýváme a měříme čas kmitu. Toto měření opakujeme alespoň pětkrát. Výslednou hodnotu vždy přepočteme na jeden kmit a statisticky zprůměrujeme z pěti naměřených hodnot. Tuto hodnotu kmitu dosadíme do vzorce a dostaneme moment setrvačnosti.

Moment setrvačnosti:  $I_0 = \frac{T^2 * G * r^2}{4 \pi^2 * l}$

#### 4. Zadané hodnoty:

$l = 1375 \text{ mm}$   
 $r = 165 \text{ mm}$   
 $m_1 = 94 \text{ kg}$   
 $m_2 = 145 \text{ kg}$

Trifilární závěs:



#### 5. Naměřené a vypočtené hodnoty:

Doba 5-ti kmitů  $T_1$  (s)

Doba kmitu  $T$  (s)

Moment setrvačnosti  $I_0$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{kg}$ )

menší kolo $m_1 = 94 \text{ kg}$			
č. měření	$T_1$ [s]	$T$ [s]	$I_{01}$ [ $\text{m}^2 \cdot \text{kg}$ ]
1	30	6,00	
2	31	6,20	

1	30	6,00	
2	31	6,20	

3	30	6,00	
4	33	6,60	
5	30	6,00	
Průměr	30,8	6,16	

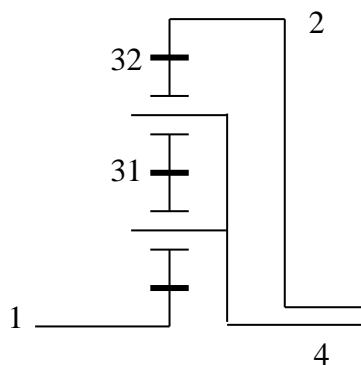
Velké kolo $m_2 = 145 \text{ kg}$			
č. měření	T1 [s]	T [s]	$I_{02} [\text{m}^2 \cdot \text{kg}]$
1			
2			
3			
4			
5			
Průměr			

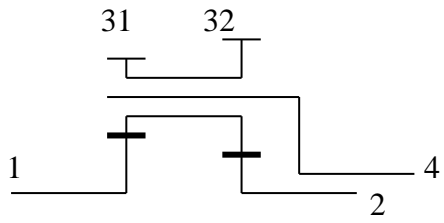
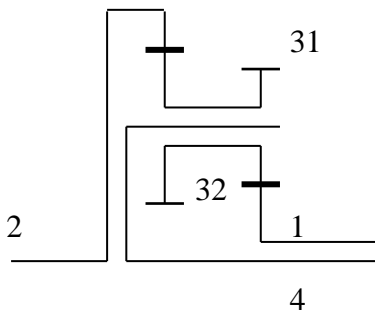
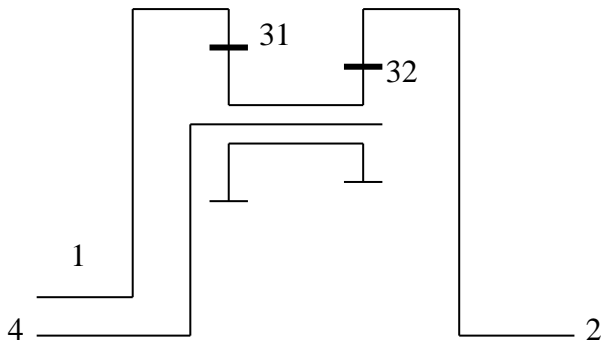
## Planetové převody

### Zadání:

1. Odvoďte obecné vztahy pro výpočet převodových poměrů planetových převodovek z obrázků. Z výsledků vytvořte tabulku.

A



**B****C****D**

<b>Přívod Mt</b>	1	2	4	2	1	4
<b>Zastaveno</b>	4	4	1	1	2	2
<b>Odvod Mt</b>	2	1	2	4	4	1
<b>A</b>						
<b>B</b>						



<b>C</b>						
<b>D</b>						

ZADÁNÍ: Odvoďte obecné vztahy pro výpočet převodových poměrů zadaných převodů při všech kombinacích pohonu.

**A)**

$$n_1 \cdot z_1 + n_2 \cdot z_2 = -n_4 (z_1 + z_2)$$

$$n_4 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \qquad \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

$$n_1 = 0 \Rightarrow \frac{n_4}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1 + z_2} \qquad \frac{n_2}{n_4} = -\frac{z_1 + z_2}{z_2}$$

$$n_2 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_4} = -\frac{z_1 + z_2}{z_1} \qquad \frac{n_4}{n_1} = -\frac{z_1}{z_1 + z_2}$$

**B)**

$$n_1 \cdot z_1 \cdot z_{32} - n_2 \cdot z_2 \cdot z_{31} = n_4 (z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31})$$

$$n_4 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}} \qquad \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$$

$$n_1 = 0 \Rightarrow \frac{n_4}{n_2} = \frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_2}{n_4} = \frac{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$$

$$n_2 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_4} = \frac{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_4}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}$$

**C)**

$$n_1 \cdot z_1 \cdot z_{32} - n_4 \cdot z_1 \cdot z_{32} = -n_2 \cdot z_2 \cdot z_{31} + n_4 \cdot z_2 \cdot z_{31}$$

$$n_1 \cdot z_1 \cdot z_{32} + n_2 \cdot z_2 \cdot z_{31} = n_4 (z_1 \cdot z_{32} + z_2 \cdot z_{31})$$

$$n_4 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_2}{n_1} = -\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$$

$$n_1 = 0 \Rightarrow \frac{n_4}{n_2} = \frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_2 \cdot z_{31} + z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_2}{n_4} = \frac{z_2 \cdot z_{31} + z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$$

$$n_2 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_4} = \frac{z_1 \cdot z_{32} + z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_4}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_1 \cdot z_{32} + z_2 \cdot z_{31}}$$

**D)**

$$n_1 \cdot z_1 \cdot z_{32} - n_4 \cdot z_1 \cdot z_{32} = n_2 \cdot z_2 \cdot z_{31} - n_4 \cdot z_2 \cdot z_{31}$$

$$n_1 \cdot z_1 \cdot z_{32} - n_2 \cdot z_2 \cdot z_{31} = n_4 (z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31})$$

$$n_4 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$$

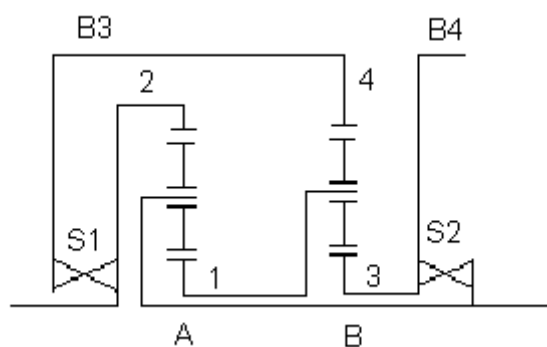
$$n_1 = 0 \Rightarrow \frac{n_4}{n_2} = \frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_2}{n_4} = \frac{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$$

$$n_2 = 0 \Rightarrow \frac{n_1}{n_4} = \frac{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}} \quad \frac{n_4}{n_1} = \frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}$$

Vstup $M_t$	1	2	4	2	1	4
Zastaveno	4	4	1	1	2	2
Výstup $M_t$	2	1	2	4	4	1
Převod $i$	$n_1/n_2$	$n_2/n_1$	$n_4/n_2$	$n_2/n_4$	$n_1/n_4$	$n_4/n_1$
$i_A$	$\frac{z_2}{z_1}$	$\frac{z_1}{z_2}$	$\frac{z_2}{z_1 + z_2}$	$\frac{z_1 + z_2}{z_2}$	$-\frac{z_1 + z_2}{z_1}$	$-\frac{z_1}{z_1 + z_2}$
$i_B$	$\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$	$\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}$
$i_C$	$-\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}}$	$-\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$	$\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_2 \cdot z_{31} + z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_2 \cdot z_{31} + z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32} + z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_1 \cdot z_{32} + z_2 \cdot z_{31}}$
$i_D$	$\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$	$\frac{z_2 \cdot z_{31}}{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_2 \cdot z_{31} - z_1 \cdot z_{32}}{z_2 \cdot z_{31}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}{z_1 \cdot z_{32}}$	$\frac{z_1 \cdot z_{32}}{z_1 \cdot z_{32} - z_2 \cdot z_{31}}$

### Výpočet převodů DYNASHIFT

$$z_1 = 30 \quad z_2 = 50 \quad z_3 = 30 \quad z_4 = 50$$



	S1	S2	B3	B4	$i$
1.			*	*	1,6
2.		*	*		1,375
3.	*			*	1,164
4.	*	*			1

$$n_1 \cdot z_1 + n_2 \cdot z_2 = n_A (z_1 + z_2)$$

$$n_3 \cdot z_3 + n_4 \cdot z_4 = n_B (z_3 + z_4)$$

1)

$$n_1 = 0 \Rightarrow \frac{n_2}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_2} = \frac{30 + 50}{50} = 1,6$$

2)  $n_4 = 0 \quad n_3 = n_A$

$$\frac{n_2}{n_A} = \frac{z_1 + z_2 - \frac{z_1 \cdot z_3}{z_3 + z_4}}{z_2} = \frac{30 + 50 - \frac{30 \cdot 30}{30 + 50}}{50} = 1,375$$

**3)**      $n_3 = 0$       $n_2 = n_4$

$$\frac{n_2}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{\frac{z_1 \cdot z_4}{z_3 + z_4} + z_2} = \frac{30 + 50}{\frac{30 \cdot 50}{30 + 50} + 50} = 1,164$$

**4)**  
přímý převod

**Vzorce**

Rychlostní charakteristika a rozjezd vozidla

odpor valení  $F_r$

$$F_r = G * \psi * \cos(\beta)$$

odpor stoupání  $F_\beta$

$$F_\beta = G * \sin(\beta)$$

odpor vzduchu  $F_v$

$$F_v = 0,5 * c_x * \rho_{vz} * S * v^2$$

síla pro zrychlení  $F_a$

$$F_a = m_{red} * a$$

hnací síla  $F_h$

$$F_h = F_r + F_v + F_\beta + F_a + F_{tx}$$

redukce hmotnosti  $\Delta m$

$$\Delta m = I_i * \frac{i_i^2}{r_d^2}$$

$$m_{\text{red}} = m + \Delta m$$

$G$  – tíha vozidla

$\beta$  - úhel stoupání

$\psi$  - součinitel odporu valení

$S$  – čelní plocha vozidla

$c_x$  – součinitel odporu vzduchu

$m_{\text{red}}$  – redukovaná hmotnost

$a$  – zrychlení vozidla

$v$  – rychlost vozidla

$i$  – převodový poměr

$r_a$  – poloměr kola

$I$  – moment setrvačnosti

$\rho_{\text{vz}}$  - hustota vzduchu

rychlost vozidla  $v$  ( $\text{kmh}^{-1}$ )

$$v = n * \frac{0,377 * r_h}{i}$$

hnačí síla vozidla  $F_h$

$$F_h = M * \frac{i * \eta}{r_h}$$

hnačí výkon vozidla  $P_h$

$$P_h = F_h * v$$

$v$  – rychlost vozidla

$i$  – celkový převodový poměr

$M$  – moment motoru

$r_h$  - poloměr kola

$\eta$  - mechanická účinnost

$n$  – otáčky motoru

Zrychlení při rozjezdu

$$a = \frac{1}{m_{\text{red}}} \cdot (F_h - F_r - F_v)$$

Zrychlení při dojezdu

$$a = \frac{1}{m_{\text{red}}} \cdot (-F_r - F_v)$$

$m_{red}$

Čas rozjezdu

$$t = \frac{v}{a}$$

Pokles rychlosti

$$\Delta v = -a \cdot \Delta t$$

**Určete kritérium rozjezdu** vozidla kategorie N<sub>3</sub> včetně grafického znázornění.

**Zadané hodnoty:**

- otáčky motoru při rozjezdu..... $n_m = 1200 \text{ min}^{-1}$
- točivý moment motoru při rozjezdu..... $M_m = 1,5 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- součinitel bezpečnosti spojky..... $k = 2$
- moment setrvačnosti motoru redukovaný na spojkový hřídel.. $I_m = 4 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
- moment setrvačnosti jednoho kola..... $I_k = 15 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
- celková hmotnost vozidla..... $m_v = 40\,000 \text{ kg}$
- moment setrvačnosti převodů redukovaný na hřídel spojky.... $I_p = 7 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
- převod převodovky na první převodový stupeň..... $i_1 = 16,47$
- převod zadní nápravy..... $i_z = 3,31$
- poloměr pneumatiky..... $r_d = 0,5 \text{ m}$
- součinitel valení..... $\psi = 0,02$
- pro výpočet je 6 pneumatik na tahači a 6 pneumatik na návěsu

Zjistěte, jak se změní graf, je-li na motoru lehčí setrvačník  $I_m = 3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  a je-li zvětšený součinitel bezpečnosti spojky  $k = 4$ . Zkreslete do grafu.

Uhlová rychlost motoru:

$$\omega_m = \frac{\pi * n_m}{30}$$

Odpor valení:

$$F_r = m_v * g * \psi$$

Moment spojky:

$$M_s = M_m * k$$

Redukce posuvných hmot na rotační:

$$I_{red} = m * \frac{r_d^2}{i^2}$$

Redukce rotačních hmot na rotační:

$$I''_{red} = I_k * (1/i)^2$$

Moment setrvačnosti vozidla:

$$I_v = I_p + I_{red} + I''_{red}$$

Moment vozidla na spojce:

$$M_v = \frac{F_r * r_d}{i}$$

Uhlové zrychlení motoru:

$$\varepsilon_m = \frac{M_m - M_s}{I_m}$$

Uhlové zrychlení vozidla:

$$\varepsilon_v = \frac{M_s - M_v}{I_v}$$

Uhlové zrychlení spojených rotačních hmot motoru a vozidla:

$$\varepsilon_z = \frac{M_m - M_v}{I_v + I_m}$$

Střední uhlové zrychlení:

$$\varepsilon_s = \frac{M_m - M_v}{I_v}$$

Uhlová rychlost:

$$\omega_z = \varepsilon_v \cdot t_p$$

Doba prokluzu spojky:

$$t_p = \frac{\omega_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m}$$

Doba sepnutí spojky:

$$t_s = \frac{\omega_m}{\varepsilon_z} \cdot \frac{-\varepsilon_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m}$$

Celková doba:

$$t_c = t_p + t_s$$

**Úkol:** Určete a graficky znázorněte kritérium rozjezdu vozidla kategorie vozidla N3 pro dané hodnoty. Určete jak se změní graf je-li na motoru menší setrvačnick a jak se změní zvýší-li se součinitel bezpečnosti spojky

**Zadání:**

a) Otáčky motoru při rozjezdu  $n_m = 1200$  min

Moment motoru  $M_{tm} = 1500$  Nm

Moment motoru redukových na spojku  $I_M = 4$  kgm<sup>2</sup>

Moment setrvačnosti kola  $I_K = 15$  kgm<sup>2</sup>

Moment setrvačnosti převodů redukových na spojkový hřídel  $I_P = 7$  kgm<sup>2</sup>

Převod na 1 stupeň  $i_1 = 11,27$

Převod zadní nápravy  $i_z = 3,31$

Poloměr pneu  $r_d = 0,5$  m



Součinitel odporu valení  $\psi = 0,2$

Součinitel bezpečnosti spojky  $k = 2$

Počet kol  $y = 8$

b) zmenšíme moment setrvačnosti motoru  $I_A = 2 \text{ kgm}^2$

c) zvětšíme bezpečnost spojky  $k = 5$

**Výpočet:**

**a)**

úhlová rychlost  $\omega_m = \frac{\pi \cdot n_M}{30}$      $\omega_m := \frac{\pi \cdot 1200}{30}$      $\omega_m := 125.664 \cdot \text{s}^{-1}$

odpor valení  $F_v = m \cdot g \cdot \psi$      $F_v := 25000 \cdot 9.81 \cdot 0.02$      $F_v := 4.905 \cdot \text{kN}$

moment spojky  $M_s := k \cdot M_{tM}$      $M_s = 2 \cdot 1500$      $M_s = 3 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}$

redukce posuvných hmot na rotační

$$I_{1\text{red}} := m_t \cdot \left( \frac{r_d}{i} \right)^2 \quad I_{1\text{red}} = 25000 \cdot \left( \frac{0.5}{37.304} \right)^2 \quad I_{1\text{red}} = 4.491 \text{ kg m}^2$$

redukce rotačních hmot na rotační

$$I_{2\text{red}} := n \cdot I_K \cdot \frac{1}{i^2} \quad I_{2\text{red}} = 8 \cdot 15 \cdot \frac{1}{37.304^2} \quad I_{2\text{red}} = 0.086 \text{ kg m}^2$$

moment setrvačnosti vozidla redukovaných na spojku

$$I_v := I_P + I_{1\text{red}} + I_{2\text{red}} \quad I_v = 7 + 4.491 + 0.086 \quad I_v = 11.578 \text{ kg m}^2$$

moment vozidla na spojce

$$M_V := \frac{F_V \cdot r_d}{i} \quad M_V = \frac{4905 \cdot 0.5}{37.304} \quad M_V = 65.744 \text{ N}\cdot\text{m}$$

úhlové zpomalení motoru

$$\varepsilon_m := \frac{M_{tM} - M_s}{I_M} \quad \varepsilon_m = \frac{1500 - 3000}{4} \quad \varepsilon_m = -375 \text{ s}^{-2}$$

úhlové zrychlení vozidla

$$\varepsilon_v := \frac{M_s - M_V}{I_V} \quad \varepsilon_v = \frac{3000 - 65.744}{11.578} \quad \varepsilon_v = 253.443 \text{ s}^{-2}$$

úhlové zrychlení vozidla + motoru

$$\varepsilon_z := \frac{M_{tM} - M_V}{I_M + I_V} \quad \varepsilon_z = \frac{1500 - 65.744}{4 + 11.578} \quad \varepsilon_z = 92.072 \text{ s}^{-2}$$

doba prokluzu

$$t_p := \frac{\omega_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m} \quad t_p = \frac{125.664}{253.443 - (-375)} \quad t_p = 0.2 \text{ s}$$

úhlová rychlost spojených rotačních částí a vozidla

$$\omega_2 := \varepsilon_v \cdot t_p \quad \omega_2 = 92.072 \cdot 0.2 \quad \omega_2 = 50.679 \text{ s}^{-1}$$

doba sepnutí

$$t_s := \frac{\omega_m}{\varepsilon_z} \cdot \frac{-\varepsilon_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m} \quad t_s = \frac{125.664}{92.072} \cdot \frac{-375}{253.443 - 375} \quad t_s = 0.814 \text{ s}$$

doba celková

$$t_c := t_p + t_s \quad t_c = 0.2 + 0.814 \quad t_c = 1.014 \text{ s}$$

## b) změnění se

úhlové zpomalení motoru

$$\varepsilon_m := \frac{M_{tM} - M_s}{I_M} \quad \varepsilon_m = \frac{1500 - 3000}{2} \quad \varepsilon_m = -750 \text{ s}^{-2}$$

úhlové zrychlení vozidla + motoru

$$\varepsilon_z := \frac{M_{tM} - M_V}{I_M + I_V} \quad \varepsilon_z = \frac{1500 - 65.744}{2 + 11.578} \quad \varepsilon_z = 105.634 \text{ s}^{-2}$$

doba prokluzu

$$t_p := \frac{\omega_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m} \quad t_p = \frac{125.664}{253.443 - -750} \quad t_p = 0.125 \text{ s}$$

úhlová rychlost spojených rotačních částí a vozidla

$$\omega_2 := \varepsilon_v \cdot t_p \quad \omega_2 = 253.443 \cdot 0.125 \quad \omega_2 = 31.739 \text{ s}^{-1}$$

doba sepnutí

$$t_s := \frac{\omega_m}{\varepsilon_z} \cdot \frac{-\varepsilon_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m} \quad t_s = \frac{125.664}{105.634} \cdot \frac{-750}{253.443 - 750} \quad t_s = 0.889 \text{ s}$$

### c) změnění se

$$\text{moment spojky } M_s := k \cdot M_{tM} \quad M_s = 2 \cdot 1500 \quad M_s = 7.5 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$$

úhlové zpomalení motoru

$$\varepsilon_m := \frac{M_{tM} - M_s}{I_M} \quad \varepsilon_m = \frac{1500 - 7500}{4} \quad \varepsilon_m = -1.5 \times 10^3 \text{ s}^{-2}$$

úhlové zrychlení vozidla

$$\varepsilon_v := \frac{M_s - M_v}{I_v} \quad \varepsilon_v = \frac{7500 - 65.744}{11.578} \quad \varepsilon_v = 642.125 \text{ s}^{-2}$$

doba prokluzu

$$t_p := \frac{\omega_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m} \quad t_p = \frac{125.664}{642.125 - -375} \quad t_p = 0.059 \text{ s}$$

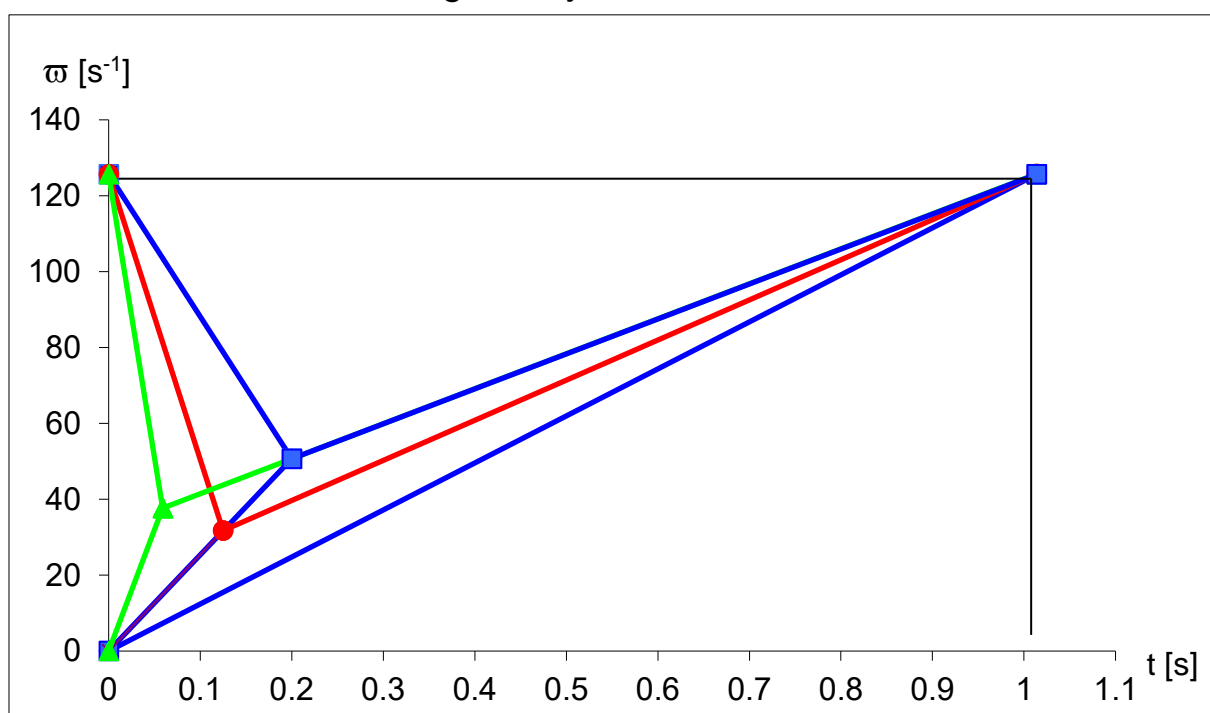
úhlová rychlost spojených rotačních částí a vozidla

$$\omega_2 := \varepsilon_v \cdot t_p \quad \omega_2 = 642.125 \cdot 0.059 \quad \omega_2 = 37.669 \text{ s}^{-1}$$

doba sepnutí

$$t_s := \frac{\omega_m}{\varepsilon_z} \cdot \frac{-\varepsilon_m}{\varepsilon_v - \varepsilon_m} \quad t_s = \frac{125.664}{92.072} \cdot \frac{-375}{642.125 - 375} \quad t_s = 0.956 \text{ s}$$

graf rozjezdu vozidla



**Závěr:** Z grafu je patrné, že při snížení setrvačnosti motoru se zkrátí doba prokluzu, zvýší se decelerace motoru a zrychlení vozidla je stejné. Při zvětšení součinitele bezpečnosti spojky se zkrátí doba prokluzu, zvýší se decelerace motoru a zrychlení vozidla.

### Rychlostní charakteristika a rozjezd vozidla

Graficky znázorněte rychlostní charakteristiku  $F_h = f(v)$  vozidla kategorie  $N_3$  s návěsem na rovině. Dále znázorněte graf rozjezdu vozidla  $v = f(t)$ . Vozidlo se pohybuje na dvanácti pneumatikách 315/80 R22,5.

#### Zadané parametry

tíha soupravy	$G = 393\,675,3 \text{ N}$
počet kol	$n = 12$
dynamický poloměr pneumatiky	$r_d = 0,5 \text{ m}$
výkon motoru při $1900 \text{ min}^{-1}$	$P_{\text{MAX}} = 368 \text{ kW}$
maximální otáčky motoru	$n_{\text{MAX}} = 2380 \text{ min}^{-1}$
točivý moment při $1000 - 1500 \text{ min}^{-1}$	$M_{\text{tMAX}} = 2130 \text{ Nm}$
točivý moment při $1600 \text{ min}^{-1}$	$M_t = 2060 \text{ Nm}$

točivý moment při 1800 min <sup>-1</sup>	$M_t = 1920 \text{ Nm}$
točivý moment při 1900 min <sup>-1</sup>	$M_t = 1850 \text{ Nm}$
převod zadní nápravy	$i_z = 3,4$
čelní plocha	$S = 7 \text{ m}^2$
součinitel odporu vzduchu	$c_x = 1$
hustota vzduchu	$\rho_{vz} = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$
součinitel valení	$\psi = 0,02$
mechanická účinnost převodů	$\eta = 0,9$
moment setrvačnosti kola	$I_K = 15 \text{ kgm}^2$
moment setrvačnosti motoru redukováný na spojku	$I_M = 4 \text{ kgm}^2$
moment setrvačnosti převodovky redukováný na spojku	$I_P = 7 \text{ kgm}^2$
čas na přerážení	$\Delta t = 1,5 \text{ s}$

převody – 11,27 – 9,14 – 7,17 – 5,81 – 4,62 – 3,75 – 3,01 – 2,44 – 1,91 – 1,55 1,23 – 1,00

### Vzorce

#### odpor valení $F_r$

$$F_r = G * \psi * \cos(\beta)$$

#### odpor stoupání $F_\beta$

$$F_\beta = G * \sin(\beta)$$

#### odpor vzduchu $F_v$

$$F_v = 0.5 * c_x * \rho_{vz} * S * v^2$$

#### síla pro zrychlení $F_a$

$$F_a = m_{red} * a$$

#### hnací síla $F_h$

$$F_h = F_r + F_v + F_\beta + F_a + F_{tx}$$

#### redukce hmotnosti $\Delta m$

$$\Delta m = I_i * \frac{i_i^2}{r_d^2}$$

$$m_{\text{red}} = m + \Delta m$$

*G – tíha vozidla*

$\psi$  - součinitel odporu valení  
 $c_x$  – součinitel odporu vzduchu  
 $a$  – zrychlení vozidla  
 $i$  – převodový poměr  
 $I$  – moment setrvačnosti

*$\beta$  - úhel stoupání*

$S$  – čelní plocha vozidla  
 $m_{\text{red}}$  – redukovaná hmotnost  
 $v$  – rychlost vozidla  
 $r_d$  – poloměr kola

rychlost vozidla  $v$

$$v = \frac{\pi * r_d * n}{30 * i}$$

hnací síla vozidla  $F_h$

$$F_h = M * \frac{i * \eta}{r_h}$$

hnací výkon vozidla  $P_h$

$$P_h = F_h * v$$

$v$  – rychlost vozidla  
 $M$  – moment motoru  
 $\eta$  - mechanická účinnost

$i$  – celkový převodový poměr  
 $r_h$  - poloměr kola  
 $n$  – otáčky motoru

Zrychlení při rozjezdu

$$a = \frac{1}{m_{\text{red}}} * (F_h - F_r - F_v)$$

Zrychlení při dojezdu 
$$a = \frac{1}{m_{\text{red}}} \cdot (-F_r - F_v)$$

Čas rozjezdu 
$$t = \frac{v}{a}$$

Pokles rychlosti 
$$\Delta v = -a \cdot \Delta$$

### Protokol III.

**Úkol :** Graficky znázorněte rychlostní charakteristiku  $F_h = f(v)$  vozidla Scania s návěsem na rovině a dále znázorněte graf rozjezdu vozidla  $v = f(t)$ .

#### Zadání :

Hmotnost soupravy

Počet kol

Poloměr pneu

Výkon

Maximální otáčky

Točivý moment

**$m = 40130 \text{ kg}$**

$n_k = 12$

$r_d = 0,5 \text{ m}$

$P_m = 368 \text{ kW}$  při  $n = 1900 \text{ min}^{-1}$

$n_{\text{max}} = 2300 \text{ min}^{-1}$

$M_{t\text{max}} = 2130 \text{ Nm}$  od  $1000\text{-}1500 \text{ min}^{-1}$

$M_t = 2060 \text{ Nm}$  při  $1600 \text{ min}^{-1}$

$M_t = 1920 \text{ Nm}$  při  $1800 \text{ min}^{-1}$

$M_t = 1850 \text{ Nm}$  při  $1900 \text{ min}^{-1}$

$M_t = 0 \text{ Nm}$  při  $2300 \text{ min}^{-1}$

Zadní náprav

Čelní plocha

Souč odporu valení

Hustota vzduchu

Souč odporu

Momenty setrvačnosti

**$i_z = 3,4$**

$S_z = 7 \text{ m}^2$

$\psi = 0,02$

$\rho = 1,23 \text{ kgm}^{-3}$

$c_x = 0,95$

$I_k = 15 \text{ kgm}^2$

Čas na přeřazení

Převodové stupně

$I_m = 4 \text{ kgm}^2$

$I_p = 7 \text{ kgm}^2$

$t_r = 1,5 \text{ s}$

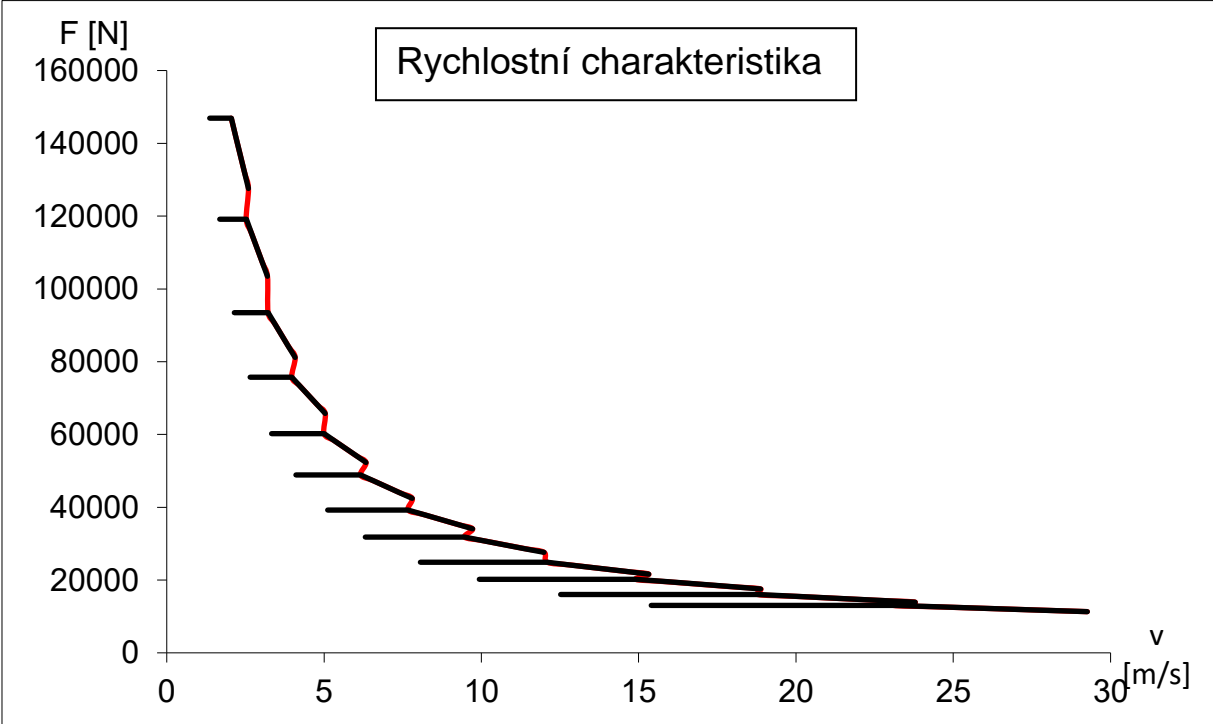
11,27

9,14

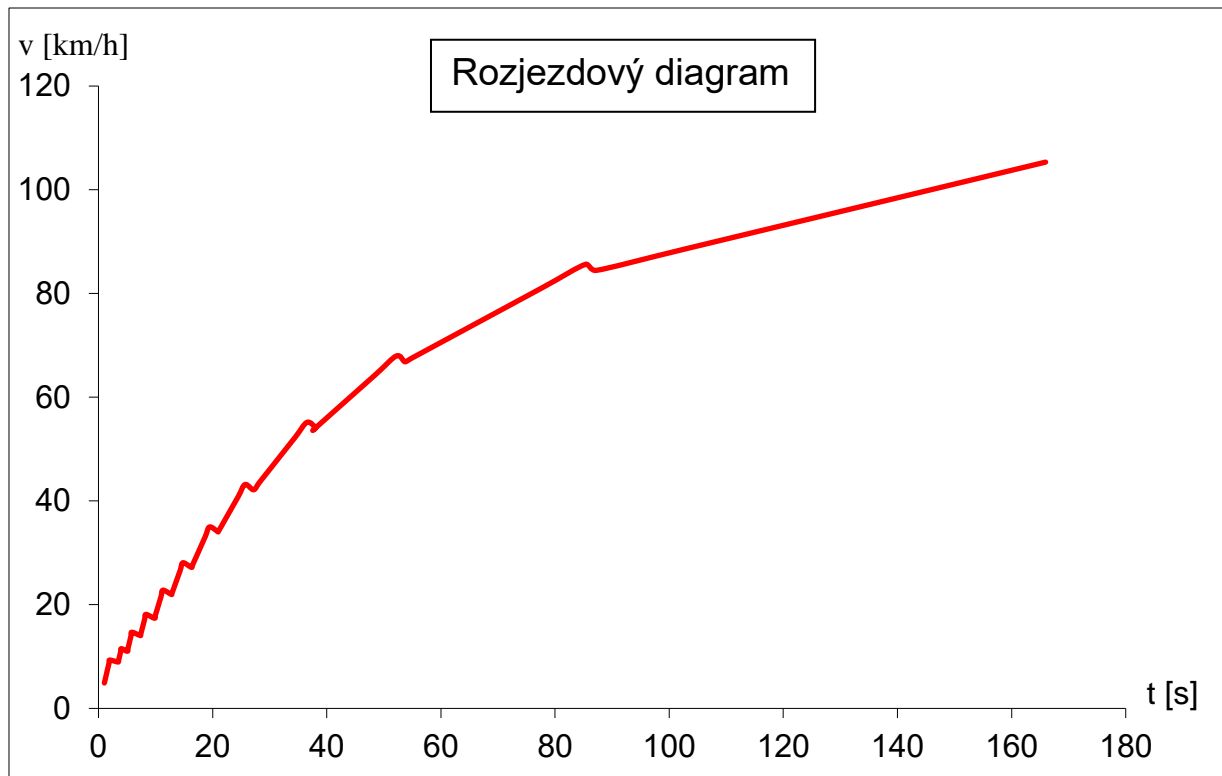
7,17

5,81

4,62







**Závěr:** Z rychlostní charakteristiky můžeme určit závislost tahové síly na rychlosti a naopak. Rozjezdový diagram nám ukazuje závislost rychlosti na době rozjezdu

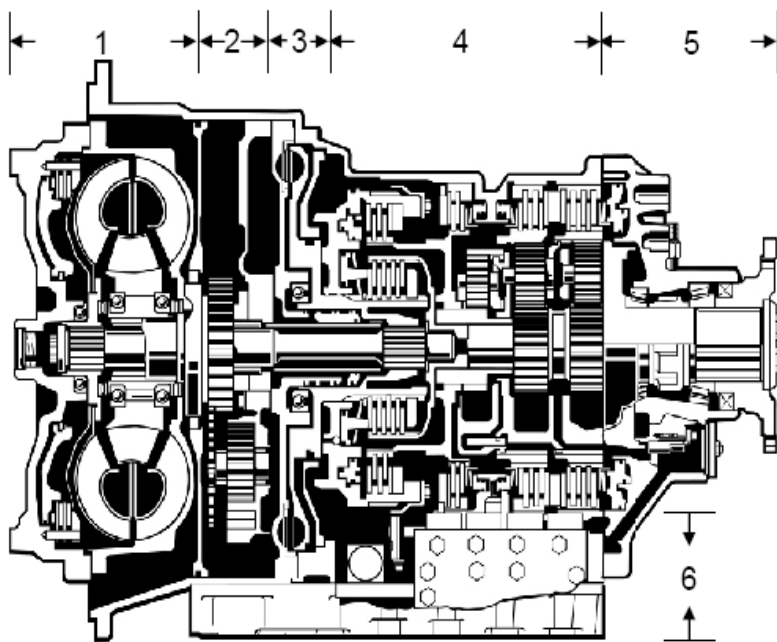
## Hydromechanické převodovky

- Hydrodynamický měnič točivého momentu
- + mechanická převodovka řazená pod zatížením nebo planetová převodovka
- Předpoklad pro plnou automatizaci
- S rozvojem elektroniky se využívá málo účinný hydrodynamický měnič jen při rozjíždění, popojíždění a couvání - při jízdě je překlenut a vyřazen z činnosti – toto vede ke snížení spotřeby paliva
- Lamelové spojky ovládané tlakovým olejem

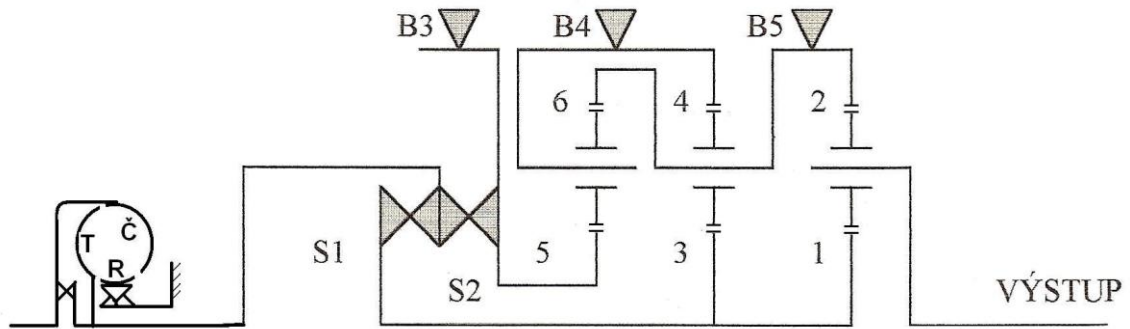
## Převodovky ZF Ecomat:

Převodovka ZF ecomat  
4-stupňová

# ZF-ECOMAT 2 Modulová konstrukce

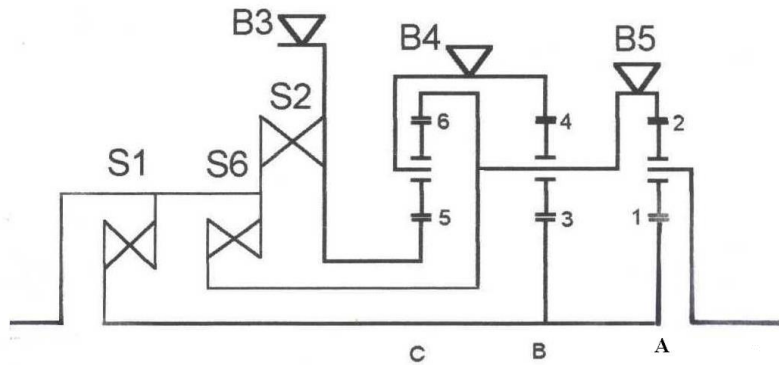


- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| → 1 Modul měniče                | → 4 Modul s planetovou převodovkou |
| → 2 Modul pro zásobování olejem | → 5 Hnací modul                    |
| → 3 Modul s retardérem          | → 6 Modul řízení převodovky        |



	S1	S2	B3	B4	B5
Z		*			*
IV	*	*			
III	*		*		
II	*			*	
I	*				*

Vypočítejte převodové poměry všech 6. převodových stupňů.



Počty zubů jednotlivých kol:

$$z_1 = 32$$

$$z_4 = 78$$

$$z_2 = 78$$

$$z_5 = 29$$

$$z_3 = 32$$

$$z_6 = 71$$

	S1	S2	B3	B4	B5	S6
I.	X				X	
II.	X			X		
III.	X		X			
IV.	X					X
V.			X			X
VI.				X		X
N					X	
Z		X			X	

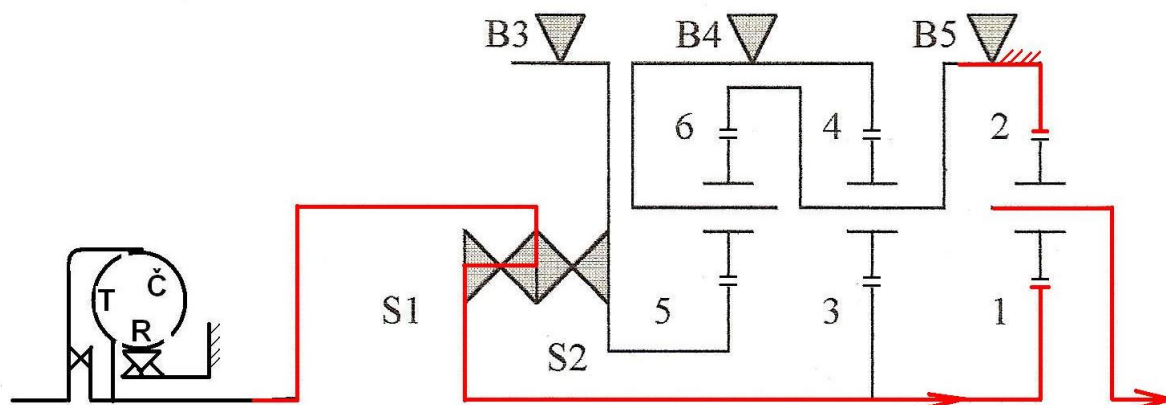
$$n_2 = n_6 = n_B$$

$$n_4 = n_C$$

$$n_3 = n_1$$

**I. stupeň:**  $n_2 = n_6 = n_B = 0$

$$n_1 \cdot z_1 = n_A \cdot (z_1 + z_2) \Rightarrow \frac{n_1}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_1} = \frac{32 + 78}{32} = 3,438$$

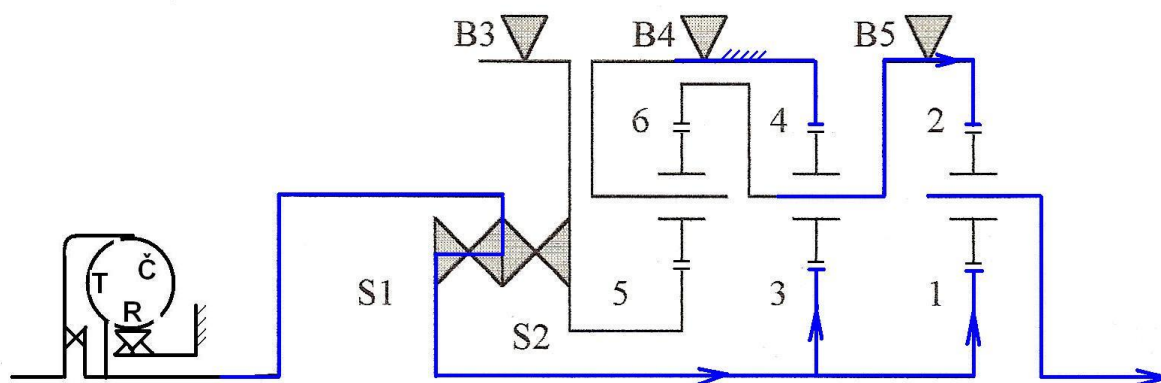


Přenos výkonu - 1. stupeň

**II. stupeň:**  $n_4 = n_C = 0$

$$n_3 \cdot z_3 = n_B \cdot (z_3 + z_4) \Rightarrow n_1 \cdot z_3 = n_2 \cdot (z_3 + z_4) \Rightarrow n_2 = \frac{z_3}{z_3 + z_4} \cdot n_1$$

$$n_1 \cdot z_1 + \frac{z_3 \cdot z_2}{z_3 + z_4} \cdot n_1 = n_A \cdot (z_1 + z_2) \Rightarrow \frac{n_1}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_1 + \frac{z_3 \cdot z_2}{z_3 + z_4}} = \frac{32 + 78}{32 + \frac{32 \cdot 78}{32 + 78}} = 2,011$$



Přenos výkonu - 2. stupeň

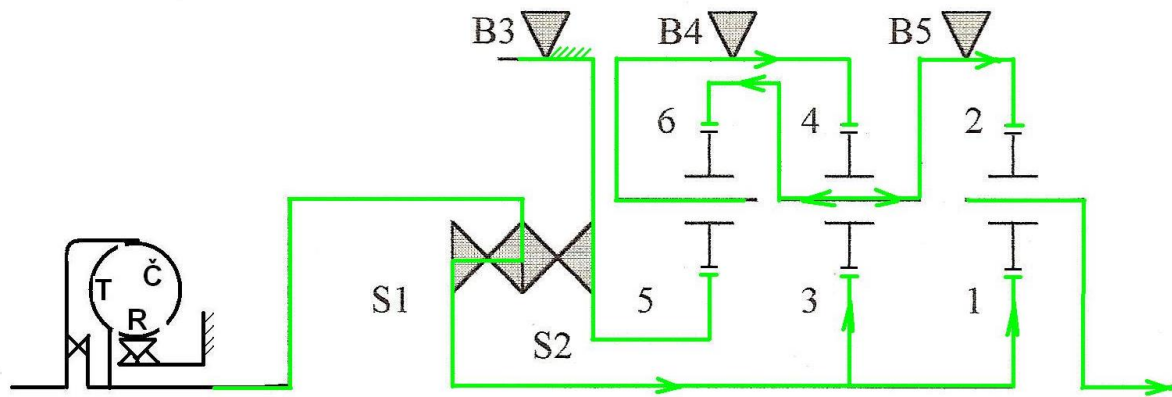
**III. stupeň:**  $n_5 = 0$

$$n_6 \cdot z_6 = n_C \cdot (z_5 + z_6) \Rightarrow n_B \cdot z_6 = n_4 \cdot (z_5 + z_6) \Rightarrow n_4 = \frac{z_6}{z_5 + z_6} \cdot n_B$$

$$n_3 \cdot z_3 + \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6} \cdot n_B = n_B \cdot (z_3 + z_4) \Rightarrow n_1 \cdot z_3 + \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6} \cdot n_2 = n_2 \cdot (z_3 + z_4)$$

$$n_2 = \frac{z_3}{z_4 + z_3 - \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6}} \cdot n_1 \Rightarrow n_1 \cdot z_1 + \frac{z_3 \cdot z_2}{z_4 + z_3 - \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6}} \cdot n_1 = n_A \cdot (z_1 + z_2)$$

$$\frac{n_1}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_1 + \frac{z_3 \cdot z_2}{z_3 + z_4 - \frac{z_4 \cdot z_6}{z_5 + z_6}}} = \frac{32 + 78}{32 + \frac{32 \cdot 78}{32 + 78 - \frac{78 \cdot 71}{29 + 71}}} = 1,416$$



Přenos výkonu - 3. stupeň

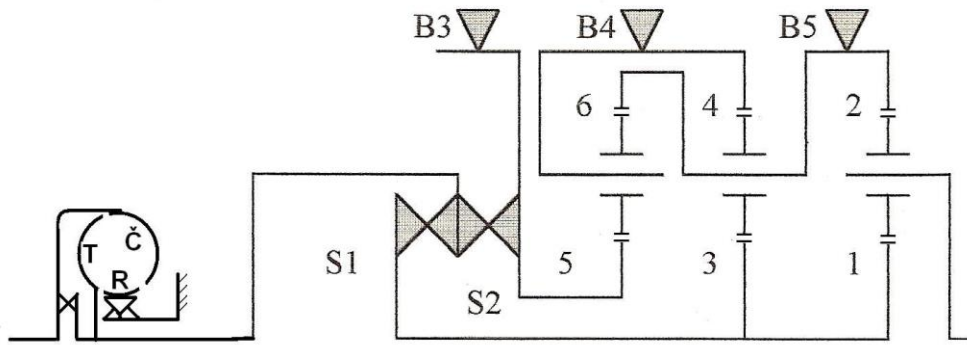
**IV. stupeň:**  $n_2 = n_6 = n_B; n_4 = n_C; n_3 = n_1 = n_5$

$$n_C = n_5 \cdot \frac{z_5}{z_5 + z_6} + n_6 \cdot \frac{z_6}{z_5 + z_6} \Rightarrow n_4 = n_1 \cdot \frac{z_5}{z_5 + z_6} + n_B \cdot \frac{z_6}{z_5 + z_6}$$

$$n_3 \cdot z_3 + n_1 \cdot \frac{z_5 \cdot z_4}{z_5 + z_6} + n_B \cdot \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6} = n_B \cdot (z_3 + z_4)$$

$$n_B = \frac{z_3 + \frac{z_5 \cdot z_4}{z_5 + z_6}}{z_3 + z_4 - \frac{z_4 \cdot z_6}{z_5 + z_6}} \cdot n_1 \Rightarrow n_1 \cdot z_1 + \frac{z_3 \cdot z_2 + \frac{z_5 \cdot z_4 \cdot z_2}{z_5 + z_6}}{z_3 + z_4 - \frac{z_4 \cdot z_6}{z_5 + z_6}} \cdot n_1 = n_A \cdot (z_1 + z_2)$$

$$\frac{n_1}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_1 + \frac{z_3 \cdot z_2 + \frac{z_5 \cdot z_4 \cdot z_2}{z_5 + z_6}}{z_3 + z_4 - \frac{z_4 \cdot z_6}{z_5 + z_6}}} = \frac{32 + 78}{32 + \frac{32 \cdot 78 + \frac{29 \cdot 78 \cdot 78}{29 + 71}}{32 + 78 - \frac{78 \cdot 71}{29 + 71}}} = 1$$



Přenos výkonu - 4. stupeň

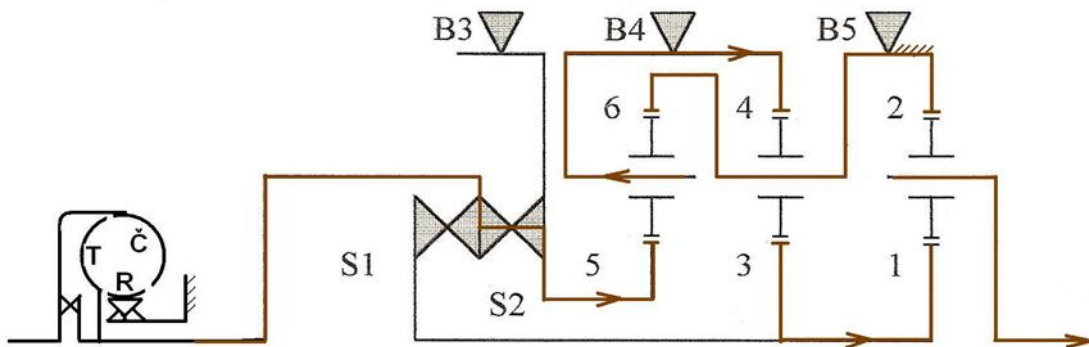
**Zpětný chod (Z):**  $n_2 = n_6 = n_B = 0$

$$n_5 \cdot z_5 = n_C \cdot (z_5 + z_6) \Rightarrow n_5 \cdot z_5 = n_4 \cdot (z_5 + z_6) \Rightarrow n_4 = n_5 \cdot \frac{z_5}{z_5 + z_6}$$

$$n_3 \cdot z_3 = -n_4 \cdot z_4 \Rightarrow n_1 \cdot z_3 = -n_4 \cdot z_4 \Rightarrow n_1 = -n_5 \cdot \frac{z_5 \cdot z_4}{(z_5 + z_6) \cdot z_3}$$

$$n_1 \cdot z_1 = n_A \cdot (z_1 + z_2) \Rightarrow -n_5 \cdot \frac{z_5 \cdot z_4 \cdot z_1}{(z_5 + z_6) \cdot z_3} = n_A \cdot (z_1 + z_2)$$

$$\frac{n_5}{n_A} = -\frac{(z_1 + z_2) \cdot z_3 \cdot (z_5 + z_6)}{z_1 \cdot z_4 \cdot z_5} = -\frac{(32 + 78) \cdot 32 \cdot (29 + 71)}{32 \cdot 78 \cdot 29} = -4,863$$



Přenos výkonu – zpětný chod

6 stupňová převodovka ZF ecomat, první č rychlosti jako u 4 stupňové

**Převodovka ZF – ECOMAT 6 HP 500**

řadící tabulka

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	i
--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---

VI				*	*	*	0,585
V			*			*	0,829
IV	*					*	1,000
III	*		*				1,416
II	*			*			2,011
I	*				*		3,438

**V. stupeň:**  $n_5 = 0$

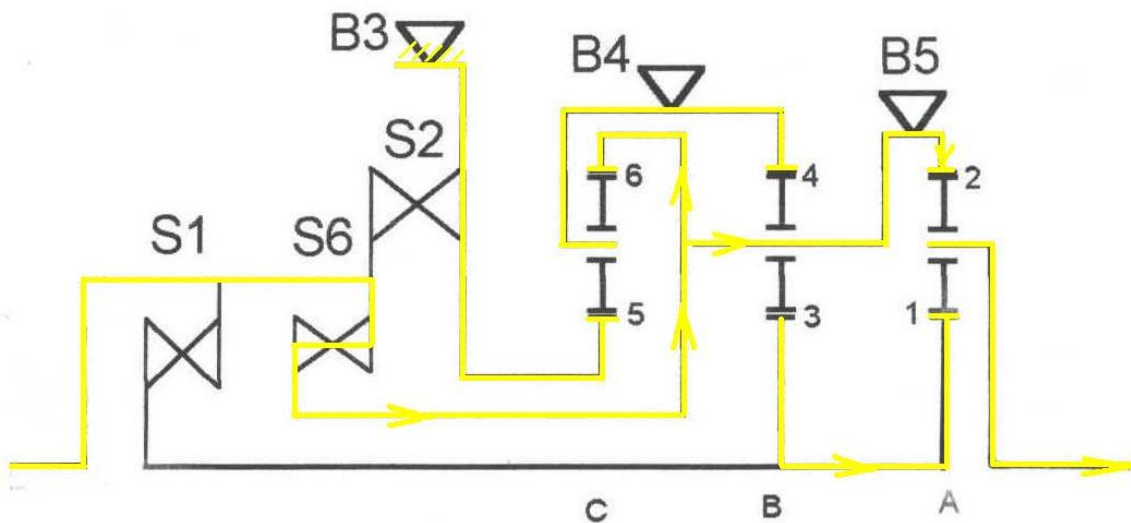
$$n_6 \cdot z_6 = n_C \cdot (z_5 + z_6) \Rightarrow n_B \cdot z_6 = n_4 \cdot (z_5 + z_6) \Rightarrow n_4 = n_B \cdot \frac{z_6}{z_5 + z_6}$$

$$n_3 \cdot z_3 + n_B \cdot \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6} = n_B \cdot (z_3 + z_4) \Rightarrow n_3 = n_1 = \frac{z_3 + z_4 - \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6}}{z_3} \cdot n_B$$

$$n_1 \cdot z_1 + n_2 \cdot z_2 = n_A \cdot (z_1 + z_2) \Rightarrow n_1 \cdot z_1 + n_B \cdot z_2 = n_A \cdot (z_1 + z_2)$$

$$\frac{\left( z_3 + z_4 - \frac{z_6 \cdot z_4}{z_5 + z_6} \right) \cdot z_1}{z_3} \cdot n_B + n_B \cdot z_2 = n_A \cdot (z_1 + z_2)$$

$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_2 + \frac{\left( z_3 + z_4 - \frac{z_4 \cdot z_6}{z_5 + z_6} \right) \cdot z_1}{z_3}} = \frac{32 + 78}{78 + \frac{\left( 32 + 78 - \frac{78 \cdot 71}{29 + 71} \right) \cdot 32}{32}} = 0,829$$



## Přenos výkonu - 5. stupeň

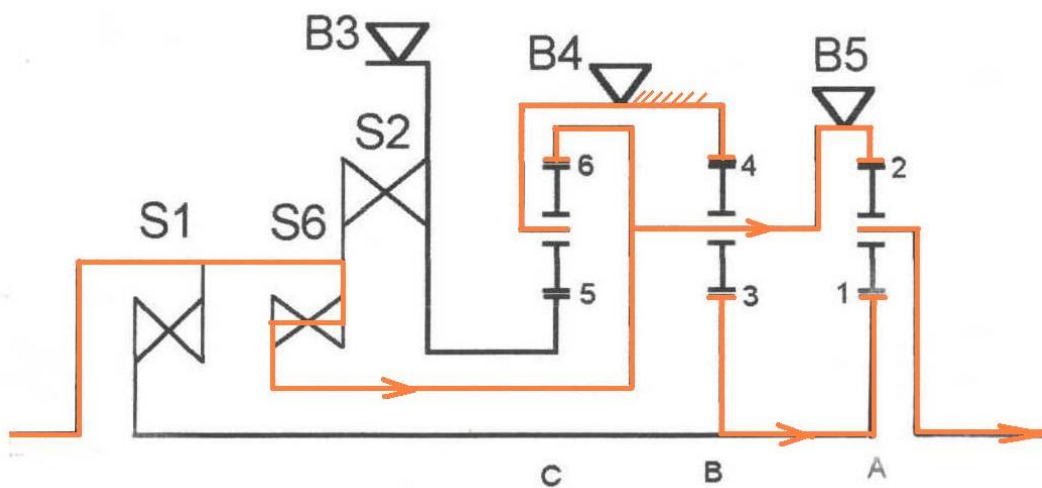
**VI. stupeň:**  $n_4 = n_C = 0$

$$n_3 \cdot z_3 = n_B \cdot (z_3 + z_4) \quad \Rightarrow \quad n_1 \cdot z_3 = n_B \cdot (z_3 + z_4) \quad \Rightarrow \quad n_1 = \frac{z_3 + z_4}{z_3} \cdot n_B$$

$$n_1 \cdot z_1 + n_2 \cdot z_2 = n_A \cdot (z_1 + z_2) \quad \Rightarrow \quad \frac{(z_3 + z_4) \cdot z_1}{z_3} \cdot n_B + n_B \cdot z_2 = n_A \cdot (z_1 + z_2)$$

$$\frac{n_2}{n_A} = \frac{z_1 + z_2}{z_2 + \frac{(z_3 + z_4) \cdot z_1}{z_3}} = \frac{32 + 78}{78 + \frac{(32 + 78) \cdot 32}{32}} = 0,585$$

## Přenos výkonu - 6. stupeň





## Odlehčovací brzdy

**Soustava pro odlehčovací brzdění (odlehčovací brzda):** soubor prvků, umožňující řidiči přímo i nepřímo ustálit nebo snížit rychlost vozidla, zejména na dlouhém svahu.

Kolové brzdy – krátkodobý provoz  
– tepelné přetížení a oslabení brzdícího účinku

Odlehčovací brzda – neopatřovatelný brzdový systém pro dlouhodobé použití  
– přeměna brzděné energie na tepelnou bez tření  
– použitelné je, když je vozidlo v pohybu

Legislativa: Předpis EHK č. 13  
Směrnice EHS/ES 71/320

„Systémem odlehčovacího brzdění“ se rozumí doplňkový brzdový systém, který má schopnost vyvodit a udržovat brzdny účinek po dlouhou dobu bez podstatnějšího zmenšení tohoto účinku.

„Systém odlehčovacího brzdění“ zahrnuje úplný systém, včetně ovládacího zařízení.

Systém odlehčovacího brzdění může obsahovat jednotlivé zařízení nebo kombinaci několika zařízení. Každé zařízení může mít svůj vlastní ovládací orgán.

Systém odlehčovacího brzdění musí obsahovat několik stupňů účinku, včetně dolního stupně vhodného pro nenaložený stav vozidla. Když je systém odlehčovacího brzdění motorového vozidla tvořen jeho motorem, pokládají se různé převodové stupně za stupně zajišťující různé stupně účinku.

Uspořádání ovládacího systému odlehčovacího brzdění:

„Nezávislým systémem odlehčovacího brzdění“ se rozumí systém odlehčovacího brzdění, jehož ovládací zařízení je odděleno od ovládacího orgánu provozního brzdění a od ovládacích zařízení pro ostatní brzdové systémy.

„Integrovaným systémem odlehčovacího brzdění“ se rozumí systém odlehčovacího brzdění, jehož ovládací zařízení je integrováno s ovládacím orgánem pro systém provozního brzdění, a to tak, že systém odlehčovacího brzdění i systém provozního brzdění se uvádějí do činnosti zároveň nebo s vhodným časovým odstupňováním při působení na kombinovaný ovládací orgán.

„Kombinovaným systémem odlehčovacího brzdění“ se rozumí integrovaný systém odlehčovacího brzdění, který má navíc zařízení ke svému vyřazení z činnosti a toto zařízení umožňuje ovládat kombinovaným ovládacím orgánem samotný systém provozního brzdění.

Zkouška typu IIA (účinek odlehčovacího brzdění)

Zkouška typu IIA se musí vykonat s vozidly následujících kategorií:

- vozidla kategorie M 3 náležející do tříd II, III nebo B
- vozidla kategorie N 3 určená k tažení přípojného vozidla kategorie O4 .
- vozidla, která jsou předmětem dohody ADR

Podmínky zkoušky a požadavky na účinek

Účinek systému odlehčovacího brzdění se zkouší při maximální hmotnosti vozidla nebo jízdni soupravy.

Naložená vozidla zkoušejí tak, aby se pohlcovala tatáž energie, jako vzniká za stejnou dobu u

**naloženého vozidla jedoucího střední rychlostí 30 km/h na 7% klesání na dráze 6 km dlouhé.**

Během zkoušky se nesmějí použít systémy provozního, nouzového a parkovacího brzdění. Zařazený převodový stupeň se musí zvolit tak, aby otáčky motoru nepřekročily nejvyšší hodnotu, kterou předepisuje výrobce. Může se použít integrovaný systém odlehčovacího brzdění, pokud je náležitě sfázován tak, že systém provozního brzdění nevstoupí do činnosti.

U vozidel, u nichž se energie pohlcuje pouze brzdým účinkem motoru, se připouští tolerance  $\pm 5$  km/h na střední rychlost, přičemž musí být zařazen převodový stupeň, který dovoluje na klesání o sklonu 7 % stabilizovat rychlost na hodnotě co nejbližší ke 30 km/h. Jestliže se brzdný účinek motoru stanoví měřením zpomalení, stačí, aby naměřené střední zpomalení činilo nejméně  $0,6 \text{ m/s}^2$ .

Odlehčovací brzdy

- motorové brzdové systémy
- retardéry

**Motorové brzdové systémy**

- zpomalení způsobí pasivní odpory v naprázdno běžícím motoru při zařazeném převodovém stupni (tzv. brzdění motorem – motor pracuje jako kompresor)
- výfuková brzda - zpomalení škracením výstupu výfukových plynů, přerušena dodávka paliva
- tlakový regulační ventil – by pass
  - stupňování brzdového výkonu
  - omezení nárůstu tlaku

## Retardéry

- bezotěrová dlouhodobá brzdová zařízení

použití: - střednětěžké a těžké nákladní automobily, vozidla pro ADR

- autobusy

- lehké NA (do 7,5 t) – začínají se používat

retardér primární – mezi motorem a převodovkou

- přednost při nižších rychlostech

- nevýhoda přerušování přenosu momentu v převodovce

retardér sekundární – mezi převodovkou a nápravou

- výhody pro vysoké rychlosti

### Hydrodynamický retardér

- obdoba kapalinové spojky – dvě lopatková kola – stator pevně spojen se skříní, rotor je spojen obvykle se spojovací kloubovou hřídelí nebo výstupní hřídelí převodovky

- brzdící energie se přeměňuje v teplo třením v kapalině v uzavřeném prostoru

- chlazení napojeno přes výměník na chlazení motoru

- brzdící výkon je řízen množstvím kapaliny v retardéru

- vhodný pro vozidla dálkové dopravy s vysokými rychlostmi

- přednosti – nízká hmotnost

- široký rozsah otáček s konstantním brzdícím momentem

- možnost zabudovat i do převodovky

- brzdící moment nezávisí na teplotě

- zápory - ztráty i při vypnutém retardéru – větrání

- při otáčkách pod 1000 ot/min brzdící moment prudce klesá

- vysokoučinný retardér – na převodovce převod 1:2

### Elektrodynamický retardér

Zpomalovacího účinku – působení magnetického pole na otáčející se kotouč

- stator – soustava elektromagnetů, pružně uchycen k podvozku
- rotor- poháněn spojovací kloubovou hřídelí, dva po obou stranách statoru
  - opatřen žebry pro zvýšení chl. účinku
- proud do cívek elektromagnetů statoru dodává akumulátor nebo generátor
- magnetické pole statoru vytváří vířivé proudy v rotoru
- brzdny moment řizen buzením statoru

přednosti: - vysoké brzdny výkony při nízkých otáčkách

- citlivé ovládání
- téměř bezúdržbový

zápory: - velká hmotnost (až 300 kg)

- potřeba velkého akumulátoru a generátoru
- teplo odváděno do okolí retardéru
- rotor se zahřívá na vysoké teploty – nad 400°C
- nutnost omezení proudu při určité teplotě
- zahřátím se snižuje brzdny moment

## I.Retardér:

**Úkol:** Zjistěte, zda retardér Floyd typ 133 je schopen zajistit konstantní rychlost 30 km/h soupravy tahače s návěsem o celkové hmotnosti 40t při sjíždění svahu 7%. Určete maximální možnou rychlost vozidla s ohledem na dovolené otáčky retardéru.

### Zadání:

0° - vypnuto

1° - režim udržení konstantní rychlosti

2° - brzdí na 25%  $M_b = 1000 \text{ Nm}$

3° - brzdí na 50%  $M_b = 2000 \text{ Nm}$

4° - brzdí na 75%  $M_b = 3000 \text{ Nm}$

5° - brzdí na 100%  $M_b = 4000 \text{ Nm}$

$n_{MAX} = 2500 \text{ min}^{-1}$

... maximální otáčky retardéru

$r_d = 0,5 \text{ m}$

... poloměr kola

$i = 3,4$  ... koncový převod  
 $\psi = 0,02$  ... součinitel valení  
 $v = 30 \text{ km/h}$  ... požadovaná rychlost  
 $G = 392400 \text{ N}$  ... tíha soupravy  
 $\text{tg } \alpha = 7\%$  ... klesání svahu ( $\alpha = 4^\circ$ )

### Výpočet:

$$F_r = G \cdot \cos \alpha \cdot \psi = 7829 \text{ N}$$

$$F_v = 0,63 \cdot c_x \cdot S \cdot v^2 = 0,63 \cdot 0,7 \cdot 8 \cdot (30/3,6)^2 = 245 \text{ N}$$

$$F_x = G \cdot \sin \alpha = 27372 \text{ N}$$

$$F_c = F_x - F_r - F_v = 27372 - 7829 - 245 = 19298 \text{ N}$$

$$M_B = F_c \cdot r_d / i = 19289 \cdot 0,5 / 3,4 = 2838 \text{ Nm}$$

Retardér je schopen udržet požadovanou rychlost na 4. a 5. stupeň.

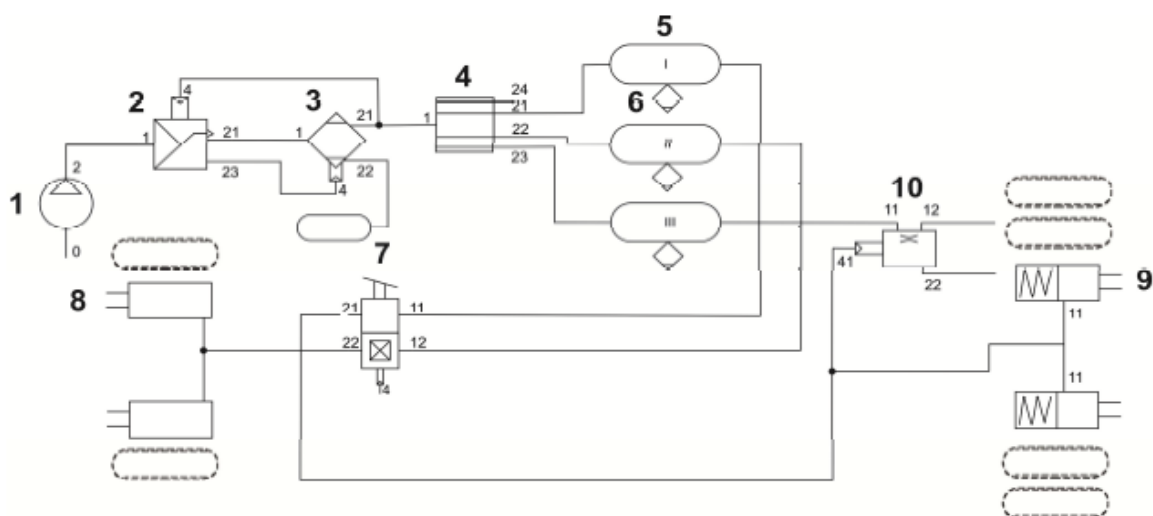
$$v = 0,377 \cdot r_d \cdot n_{MAX} / i = 0,377 \cdot 0,5 \cdot 2500 / 3,4 = 138,6 \text{ km/h}$$

Maximální rychlost soupravy může být 138,6 km/h.

**Závěr:** Retardér Floyd 133 je schopen udržet požadovanou rychlost na 4. a 5. stupeň. Maximální rychlost je 138,6 km/h.

### Uspořádání vzduchových brzd kolových vozidel

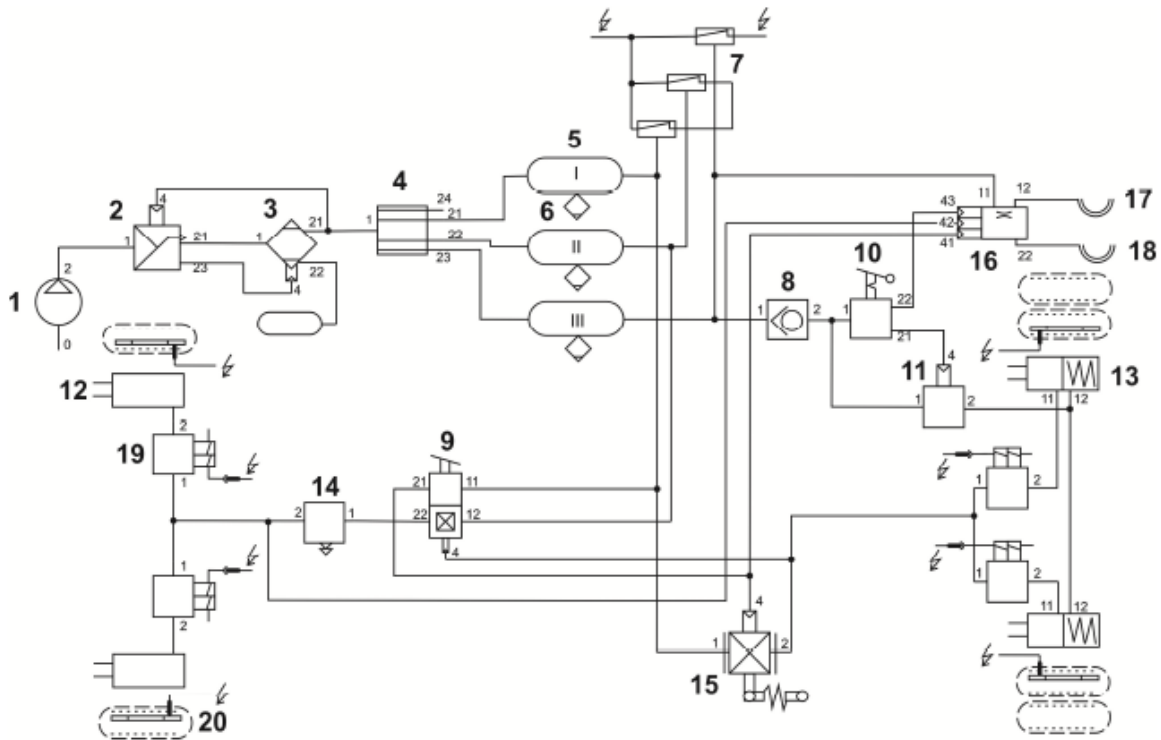
Schéma zapojení brzdové soustavy tažného vozidla při klasickém uspořádání vzduchových brzd bez moderních prvků



Popis: 1) kompresor; 2) regulátor tlaku a plnič pneu; 3) vysoušeč vzduchu;

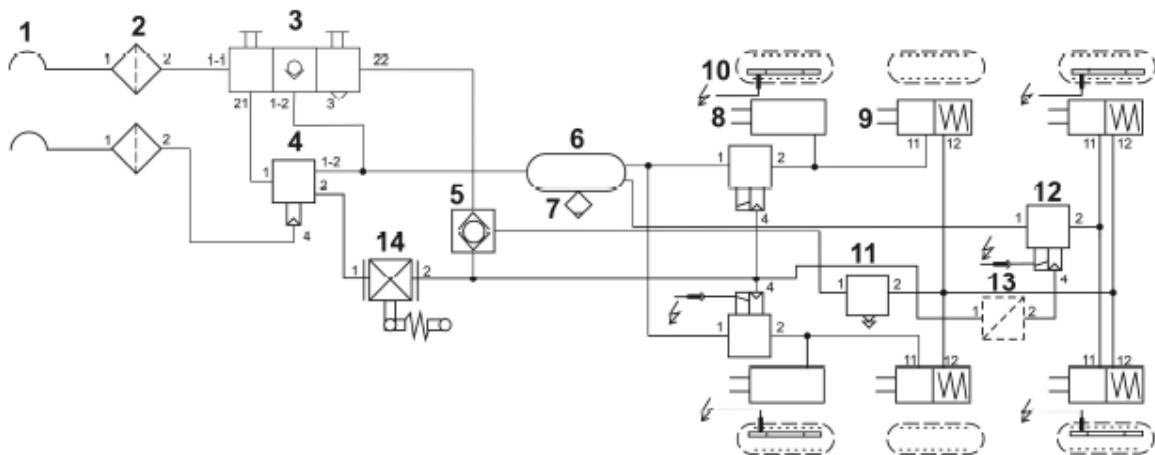
4) čtyřokruhový jisticí ventil; 5) vzduchojem; 6) odvodňovací ventil; 7) pedálový brzdíč; 8) membránový válec; 9) kombinovaný pružinový membránový válec; 10) brzdíč přívěsu;

### Schéma zapojení brzdové soustavy tažného vozidla se systémem ABS



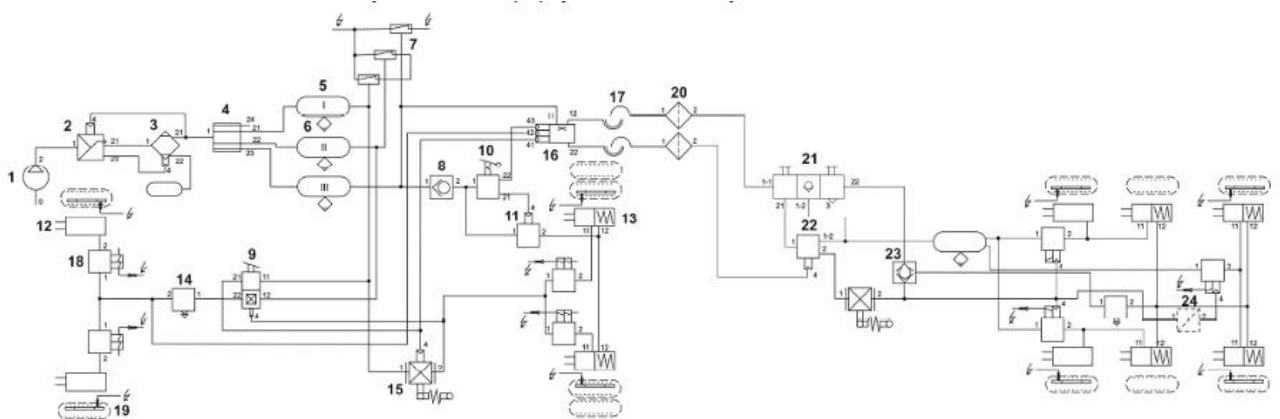
Popis: 1) kompresor; 2) regulátor tlaku a plnič pneu; 3) vysoušeč vzduchu; 4) čtyřokruhový jisticí ventil; 5) vzduchojem; 6) odvodňovací ventil; 7) tlakový spínač; 8) zpětný ventil; 9) pedálový brzdíč; 10) ventil ruční brzdy; 11) ventilové relé; 12) membránový válec; 13) kombinovaný pružinový membránový válec; 14) vyfukovací ventil; 15) zátěžový regulátor; 16) brzdíč přívěsu; 17,18) spojovací hlavice; 19) magnetický regulační ventil ABS; 20) snímač otáček;

## Schéma zapojení brzdové soustavy přípojného vozidla při uspořádání se systémem ABS



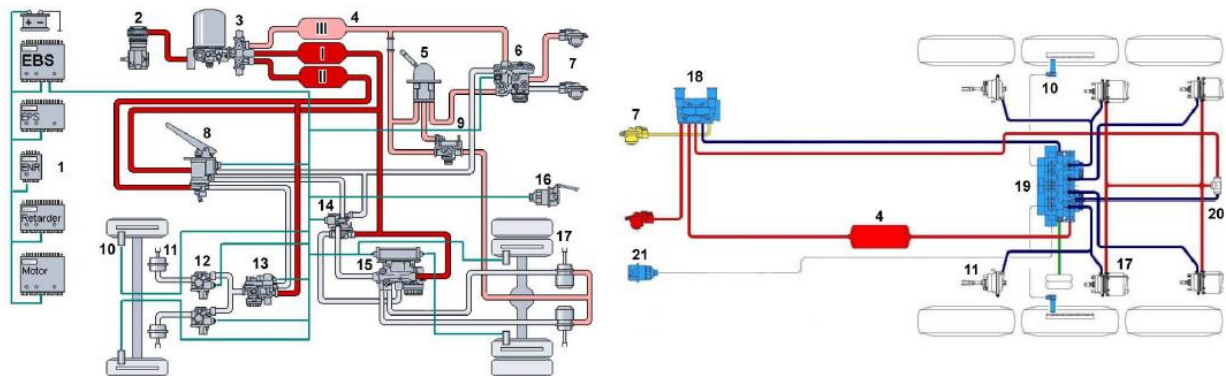
Popis: 1) spojovací hlavice; 2) potrubní filtr; 3) odbrzdňovací ventil přívěsu;  
 4) brzdový ventil přívěsu; 5) dvoucestný ventil; 6) vzduchojem; 7) Odvodňovací ventil; 8) membránový válec; 9) kombinovaný pružinový membránový válec;  
 10) snímač otáček; 11) vyfukovací ventil; 12) magnetický regulační ventil ABS;  
 13) korekční ventil;

## Schéma brzdové soustavy na tažném a přípojném vozidle se systémem ABS



Popis: 1) kompresor; 2) regulátor tlaku a plnič pneu; 3) vysoušeč vzduchu;  
 4) čtyřokruhový jisticí ventil; 5) vzduchojem; 6) odvodňovací ventil; 7) tlakový spínač;  
 8) zpětný ventil; 9) pedálový brzdič; 10) ventil ruční brzdy; 11) ventilové relé; 12) membránový válec; 13) kombinovaný pružinový membránový válec;  
 14) vyfukovací ventil; 15) zátěžový regulátor; 16) brzdič přívěsu; 17) spojovací hlavice; 18) magnetický regulační ventil ABS; 19) snímač otáček; 20) potrubní filtr;  
 21) odbrzdňovací ventil přívěsu; 22) brzdový ventil přívěsu; 23) dvoucestný ventil;  
 24) korekční ventil

## Schéma brzdové soustavy na tažném a přípojném vozidle se systémem EBS



Popis: 1) řídicí jednotky; 2) kompresor; 3) vysoušeč vzduchu s regulátorem tlaku a čtyřcestným ventilem; 4) vzduchojem; 5) ventil ruční brzdy; 6) brzdíč přívěsu; 7) spojovací hlavice; 8) pedálový brzdíč; 9) ventilové relé; 10) snímač otáček; 11) membránový válec; 12) magnetický regulační ventil ABS; 13) proporcionální reléový ventil; 14) redundanční ventil; 15) modulátor EBS zadní nápravy; 16) elektrická zásuvka na tažném vozidle; 17) kombinovaný pružinový membránový válec; 18) odbrzdňovací ventil přívěsu s brzdovým ventilem přívěsu; 19) modulátor EBS přípojného vozidla; 20) dvoucestný ventil; 21) elektrická přípojka přípojného vozidla

### ABS systémy:

#### Hlavní části systému ABS

##### **Snímač otáček**

Zjišťování počtu otáček jednotlivých kol probíhá pomocí indukčních snímačů, které vytvářejí střídavé napětí jehož frekvence je úměrná otáčkám impulsního kola. Impulsní kolo je umístěné na hlavě vozidlového kola a otáčí se tedy společně s ním.

##### **Elektronická řídicí jednotka**

Z otáček diagonálně umístěných kol vozidla určuje řídicí jednotka tzv. referenční rychlost vozidla, kterou porovnává se skutečnými otáčkami kol měřenými snímači otáček. Tímto porovnáváním řídicí jednotka neustále zjišťuje zpomalení, zrychlení a skluz každého kola vozidla. Tyto tři hodnoty stanovují regulační signály pro elektropneumatické řídicí ventily, které nastavují optimální brzdny tlak pro jednotlivé brzdové válce.

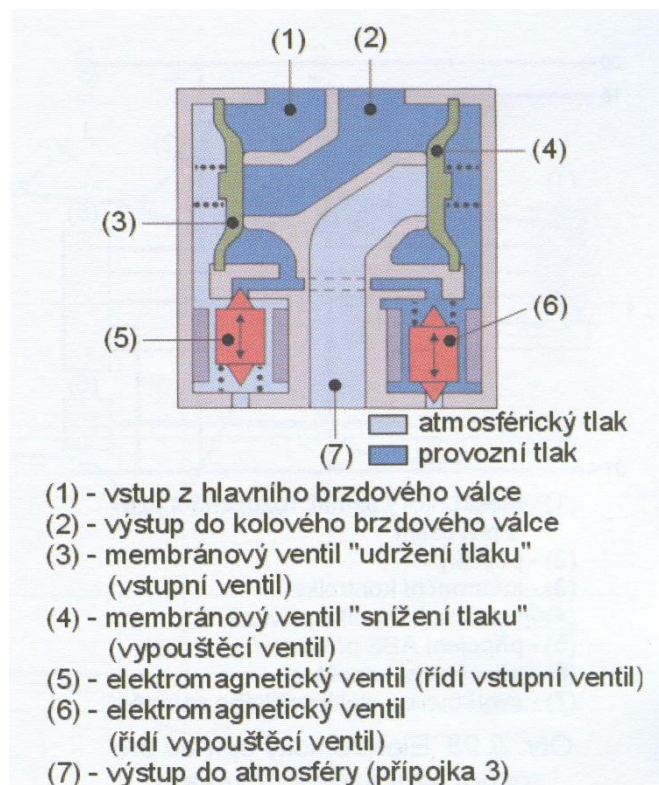


Jednotka obsahuje čtyři hlavní části [Automobily1]:

- 1 - vstupní zesilovač pro úpravu otáčkových signálů
- 2 - mikroprocesor pro zpracování signálů a určení řídicích povelů
- 3 - výkonový stupeň pro nastavení elektropneumatických řídicích ventilů
- 4 - bezpečnostní obvod pro kontrolu funkce ABS (v případě závady je ABS odpojeno a je o tom vyrozuměn řidič pomocí kontrolky na přístrojové desce)

### Elektropneumatický řídicí ventil

Každému regulovanému kolu přísluší jeden elektropneumatický řídicí ventil jehož pohled v řezu je obsahem obrázku 2. Tento ventil se skládá ze dvou membránových ventilů (vstupní - 3 a vypouštěcí - 4), které jsou řízeny elektromagnetickými ventily (5 a 6). Při normálním brzdění proudí stlačený vzduch bez překážky přes řídicí ventil (vstup 1) do kolového brzdového válce (výstup 2). Pokud má kolo snahu se zablokovat, řídicí jednotka nastaví oba elektromagnetické ventily (5 a 6) tak, aby se snížil tlak v brzdovém válci. Navazující fáze „udržení tlaku“ se dosáhne krátkodobým otevřením pouze elektromagnetického ventilu (5), který řídí činnost vstupního ventilu (3). Při zvyšování tlaku jsou oba elektromagnetické ventily (5 a 6) bez proudu a tím uzavřeny tlačnou pružinou.



## **Elektronický spínač pro rozpoznání jízdy s přívěsem**

Elektronický spínač pro rozpoznání jízdy s přívěsem má v tažném vozidle dvě kontrolky (červenou varovnou a žlutou indikační). Obě kontrolky se rozsvítí při poruše (odpojení) systému ABS přívěsu. Indikační kontrolka se rozsvítí při připojení přívěsu bez ABS nebo není-li zapojena zásuvka ABS a v tažném vozidle jsou sepnuty elektrické obvody ve spínací skřínce.

## **Zásuvka ABS pro přípojně vozidlo**

Jsou-li obě vozidla jízdní soupravy vybavena systémem ABS, jsou elektricky propojena přes pětipólovou zásuvku ABS.

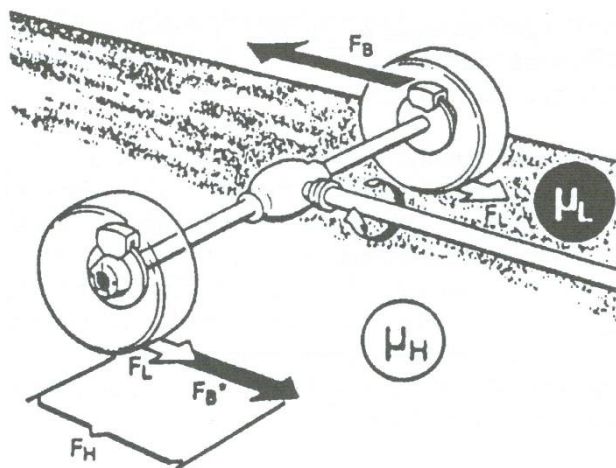
### *Zapojení vozidel do jízdních souprav s ohledem na ABS*

Vyjma kategorií O1 a O2 s nájezdovou brzdou je možné zapojení vozidel, podle vyhlášky č. 341/2002 Sb., v těchto kombinacích:

- Tažné vozidlo s ABS a přípojně vozidlo s ABS.
- Tažné vozidlo bez ABS a přípojně vozidlo bez ABS.
- Tažné vozidlo bez ABS a přípojně vozidlo s ABS za podmínky, že tažné vozidlo je vybaveno zařízením umožňujícím napájet a kontrolovat bezchybnou funkci ABS přípojně vozidla.

## **Protiprokluzový systém**

Protiprokluzový systém ASR (Anti Slip Regulation) rozšiřuje brzdový systém ABS a tím také využívá jeho komponenty, např. indukční snímače otáček kol. Tak jako při brzdění je i při akceleraci zapotřebí udržovat prokluz pneumatiky vůči vozovce na optimální hodnotě, při níž je zachována říditelnost vozidla, která závisí na přenosu bočních sil. K tomu slouží právě systém ASR jehož funkcí je regulace prokluzu hnacích kol. Tato regulace probíhá jednak přibrzděním kol pomocí kolových brzd a dále také regulací hnacího momentu motoru. Zásah pomocí brzd se používá při rychlostech do  $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a slouží jako samočinný omezovač účinnosti diferenciálu (nahrazuje uzávěrku diferenciálu), tj. pomáhá zvyšovat hnací sílu přenášenou kolem, které je na povrchu s lepší přilnavostí.



Obr. 5 - Účinek brzdného zásahu ASR

$F_B$  - brzdná síla,  $F_B'$  - brzdná síla vztažená na účinný poloměr kola,  $\mu$  - součinitel adheze ( $\mu_H > \mu_L$ ),  
 $F_H$  a  $F_L$  - maximálně přenositelné síly na vozovku se součiniteli adheze  $\mu_H$  a  $\mu_L$

## Elektronická brzdová soustava

Elektronická brzdová soustava (EBS) vznikla díky rozvoji elektroniky jako vývojový stupeň pneumatický brzd nákladních vozidel. Jak z názvu vyplývá jsou zde použity elektronické komponenty. Ty mají za úkol jednak snímat určité veličiny a dále na základě zpracování signálů od těchto snímačů upravovat tlak vzduchu pomocí akčních členů v brzdových válcích.

Řídící jednotka EBS vypočítává pomocí signálů z ventilu hlavního brzdíče, z modulů pro regulaci tlaku, ze snímačů zatížení a z dalších dat vozidla povel pro modulaci brzdného tlaku každého kola v tažném vozidle. Současně zajišťuje separátní řídicí modul přiměřený brzdný tlak pro přívěs. V případě nouze (např. výpadek proudu) se přechází na ovládání pomocí záložních pneumatických ovládacích okruhů. Za normální situace tedy talkový vzduch slouží pouze jako pracovní médium.

Elektronické ovládání brzdného účinku jednotlivých kol umožňuje jednak začlenit další systémy, které pro svou činnost využívají kolové brzdy, ale také spojit provozní a odlehčovací brzdy tak aby byl zachován maximální účinek brzdění v případě potřeby. Velkým přínosem je také podstatné zkrácení reakční doby brzdění což je zapříčiněno tím, že je tlakový vzduch přiveden až k modulům, které jsou umístěné co nejbližší brzdovým válcům.

Jednotlivé součásti systému jsou elektricky propojeny a komunikace probíhá formou výměny elektronických signálů po datové sběrnici CAN (Controller Area Network).

EBS využívá

- hlavní brzdový ventil se snímačem dráhy brzdového pedálu
- elektronickou řídicí jednotku
- moduly regulace tlaku s integrovaným snímačem tlaku
- snímač zatížení - u pneumatického odpružení snímá tlak vzduchu

- sedmipólovou zásuvku pro přívěs (ISO 7638)
- snímače otáček
- snímač pro měření opotřebení brzdového obložení

#### *Základní podsystémy*

- Elektronicky řízená provozní brzdová soustava (EPB)
- Protiblokovací systém brzd (ABS) - viz. výše
- Protiprokluzový systém (ASR) - viz. výše

#### *Nadstavbové podsystémy*

- Elektronický stabilizační systém (ESP) - viz. níže
- Řízení systému opotřebení obložení - vyrovnává rozdíly vzniklé různým opotřebením brzdového obložení u jednotlivých náprav - zajišťuje shodný servisní interval
- Kombinování brzd - automatické zapojování odlehčovacích brzd - nižší namáhání a pomalejší opotřebení
- Synchronizace uzávěrky diferenciálu - před aktivací uzávěrky diferenciálu jsou synchronizovány otáčky poháněných kol
- Pomoc při rozjezdu do kopce - brzdy se uvolní po dosažení nastaveného točivého momentu motoru nebo po uvolnění pedálu spojky u vozů s manuální převodovkou či přibližně jednu sekundu po uvolnění brzdového pedálu u vozů s automatickou převodovkou
- Asistence při nouzovém brzdění - zvyšuje brzdný tlak s cílem optimalizovat brzdění a zkrátit brzdnu dráhu
- Kontrola síly na spojovacím zařízení - systém, který při brzdění jízdní soupravy přizpůsobuje brzdný výkon přívěsu brzdnému výkonu tažného vozidla

#### *Synchronizace brzdění vozidel soupravy*

Systém EBS umí automaticky nastavovat brzdění vozidel v soupravě tak, aby byl rozdíl v teoretickém zpomalení jednotlivých vozidel této soupravy minimální což vede ke zmenšení sil působících mezi vozidly v podélném směru. Toto sladění má jednak vliv na vyrovnané namáhání (opotřebení) brzd obou vozidel, ale hlavně snižuje riziko ztráty stability soupravy. Tuto synchronizaci provádí řídicí jednotka automaticky úpravou

brzdného účinku přípojného vozidla, ale pouze v menším rozsahu. Pokud se jedná o větší rozdíly, které neumí systém sám vyrovnat může se provést synchronizace úpravou dat v řídicí jednotce EBS přípojného vozidla.

#### *Kombinace vozidel s absencí EBS*

- Tažné vozidlo s ABS a přípojně s EBS - Zde chybí signál předávaný přes CAN-Bus „přívěs“. Aby mohlo přípojně vozidlo i nadále brzdít prostřednictvím EBS, je pomocí snímače tlaku, integrovaného do řídicí jednotky EBS přípojného vozidla, měřen tlak vzduchu v brzdovém potrubí.
- Tažné vozidlo s EBS a přípojně s ABS - Tažné vozidlo je brzděno prostřednictvím EBS a přípojně vozidlo brzdný účinek je řízen pneumatickým ovládacím spojovacím vedením. Řídicí jednotka EBS tažného vozidla upravuje brzdný účinek přívěsu pomocí řídicího modulu přípojného vozidla, který je umístěn na tažném vozidle.

#### ➤ **Elektronický stabilizační systém**

- Elektronický stabilizační systém někdy také nazývaný jako elektronický stabilizační program (ESP) slouží jako podpora řidiče v kritických situacích, při kterých se vozidlo dostane do příčného skulzu a chová se nedotáčivě nebo přetáčivě podle toho u které z náprav dochází k větší směrové výchylce a nebo pokud hrozí převrácení vozidla. Na obrázku 9 je zobrazen regulační obvod řízení vozidla. Za normální situace řidič neustále upravuje pohyb vozidla podle okolního prostředí. U systému ESP řídicí jednotka zjišťuje informace o požadavku řidiče a zároveň o skutečném pohybu vozidla. Na základě porovnání těchto údajů pak rozhoduje zda se jedná o kritickou situaci a případně zasáhne za pomoci svých akčních členů. Ovládá jednak brzdy jednotlivých kol jejichž pomocí upravuje trajektorii pohybu a dále může také ovlivňovat výkon motoru čímž upravuje hnací sílu a rychlost vozidla.

Podle nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 661/2009 musí být vozidla kategorie N1 vybavena při schvalování nového typu od 1.11.2011 a při registraci nového vozidla od 1.11.2014 „Elektronickou kontrolou stability“, což je elektronická ovládací funkce vozidla, která zlepšuje dynamickou stabilitu vozidla. U kategorií N2, N3, O3 a O4 je to stanoveno podle určitých pravidel v rozmezí let 2011 až 2016. Přesné termíny jsou uvedeny v přílohách 7 a 8. Pro kategorie N2 a N3 existují výjimky na:

- vozidla s více než třemi nápravami
- tahače s hrubou hmotností 3 500 kg až 7 500 kg
- zvláštní vozidla

U kategorií O3 a O4 se pak tato povinnost vztahuje pouze na vozidla s pneumatickým odpružením a výjimku mají vozidla:

- s více než třemi nápravami
- pro přepravu mimořádných nákladů
- s prostorem pro cestující

Stabilitní funkce vozidla je podle předpisu EHK 13 elektronická řídicí funkce vozidla, která zlepšuje dynamickou stabilitu vozidla a obsahuje jednu nebo obě z následujících funkcí:

- Směrové řízení - Funkce, která pomáhá řidiči (v podmínkách nedotáčivosti nebo přetáčivosti a v mezích fyzikálních možností vozidla) udržet vozidlo ve směru zamýšleném řidičem v případě motorového vozidla a pomáhá udržet přípojně vozidlo ve směru tažného vozidla.
- Opatření proti převrácení - Funkce, která reaguje na hrozící převrácení tak, aby se v mezích fyzikálních možností stabilizovalo motorové vozidlo, jízdní souprava nebo přípojně vozidlo v průběhu dynamických manévrů.

### *Vlastnosti systému ESP*

Stabilitní funkce vozidla musí obsahovat nejméně následující vlastnosti [EHK 13]:

- Určení skutečného chování vozidla:
  - U směrového řízení z hodnot rychlosti stáčení, bočního zrychlení, otáček kol a z řídicích vstupu od řidiče do brzdového systému, systému řízení a do motoru.
  - U opatření proti převrácení z hodnot svíslé síly působící na pneumatiku (pneumatiky) nebo nejméně z hodnot bočního zrychlení a otáček kol a z řídicích vstupů od řidiče do brzdového systému a do motoru.
- Schopnost automaticky řídit otáčky levého a pravého kola na každé nápravě nebo na nápravě každé skupiny náprav selektivním brzděním (nezávislé zásahy do brzd jednotlivých kol), které je založeno na hodnocení skutečného chování vozidla v porovnání s chováním, jež je požadováno řidičem.
- Schopnost řídit výkon motoru.
- *Způsoby zásahů systému ESP*
- Na následujících obrázcích jsou vyznačeny způsoby jakým stabilizační systém zasahuje při kritických situacích. Červeně zvýrazněné části vyznačují zásah do brzd nebo motoru.

## **II. Vzduchové brzdy:**

**Úkol:** Zjistěte průběhy tlaku v brzdách traktorového přívěsu (jednohadicový systém). Ověřte vliv délky potrubí na průběhy tlaků a zhodnoťte, zda průběhy odpovídají vyhlášce 341/2002 Sb.

- Podmínky měření:
1. systém ve standardním provedení
  2. dlouhá hadice mezi brzdičem a rozváděčem
  3. dlouhá hadice mezi rozváděčem a brzdovým válcem

Pro měření byla použita tenzometrická čidla pracující v rozsahu 0 – 1,6 MPa.

## VÝPOČET: zadaná rychlost je 25 km/hod

$$s = 0,15 \cdot v_0 + v_0^2 / 116$$
$$s = 0,15 \cdot 25 + 25^2 / 116 = \mathbf{9,14 \text{ m}}$$

a) Z grafu byly odečteny hodnoty  $t_1 + t_2 / 2 = 75 \text{ ms}$

$$s_1 = (t_1 + t_2 / 2) \cdot v_0 / 3,6 + v_0^2 / 116$$
$$s_1 = 0,075 \cdot 25 / 3,6 + 25^2 / 116 = \mathbf{5,9 \text{ m} \text{ vyhovuje}}$$

b) Z grafu byly odečteny hodnoty  $t_1 + t_2 / 2 = 811 \text{ ms}$

$$s_1 = (t_1 + t_2 / 2) \cdot v_0 / 3,6 + v_0^2 / 116$$
$$s_1 = 0,811 \cdot 25 / 3,6 + 25^2 / 116 = \mathbf{11,02 \text{ m} \text{ nevyhovuje}}$$

c) Z grafu byly odečteny hodnoty  $t_1 + t_2 / 2 = 987 \text{ ms}$

$$s_1 = (t_1 + t_2 / 2) \cdot v_0 / 3,6 + v_0^2 / 116$$
$$s_1 = 0,987 \cdot 25 / 3,6 + 25^2 / 116 = \mathbf{12,24 \text{ m} \text{ nevyhovuje}}$$

**Závěr:** Systém s krátkými hadicemi vyhovuje výše uvedené podmínce vycházející z vyhlášky 341/2002 Sb. Oba systémy s dlouhými hadicemi dané vyhlášce nevyhovují.

## 1. Zadání:

Zjistěte závislost úhlu natočení kol u nákladního automobilu SCANIA, se dvěma řízenými nápravami ve dvou provedení,  $\alpha' = f(\alpha)$ .

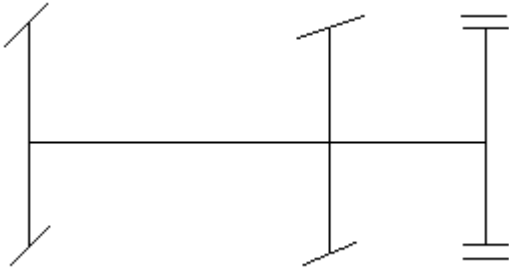
A)



$$B = 2180 \text{ mm}$$
$$L_{12} = 1570 \text{ mm}$$
$$L_{23} = 3100 \text{ mm}$$

$$L_{34} = 1370 \text{ mm}$$

**B)**



$$\begin{aligned} B &= 2180 \text{ mm} \\ L_{12} &= 2620 \text{ mm} \\ L_{23} &= 1290 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 2. Výpočet:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L}{R + \left(\frac{B}{2}\right)}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{L}{R - \left(\frac{B}{2}\right)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{L'}{R + \left(\frac{B}{2}\right)}$$

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{L'}{R - \left(\frac{B}{2}\right)}$$

natáčení kol.

B	2,18 mm
4 nápravy	
L12	1,57 mm
L23	3,1 mm
L34	1,37 mm
L	5,355 mm

	4 nápravy		3 nápravy	
R [m]	$\alpha$ [°]	$\alpha'$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha'$ [°]
10	25,8	18,8	19,4	6,6
15	18,4	13,2	13,7	4,6
20	14,2	10,2	10,5	3,5
25	11,6	8,3	8,5	2,8
30	9,8	6,9	7,2	2,4



L' 3,785 mm  
 3  
 nápravy  
 L12 2,62 mm  
 L23 1,29 mm  
 L 3,91 mm  
 L' 1,29 mm

35	8,4	6,0	6,2	2,0
40	7,4	5,3	5,4	1,8
45	6,6	4,7	4,8	1,6
50	6,0	4,2	4,4	1,4
55	5,5	3,9	4,0	1,3
60	5,0	3,5	3,7	1,2
65	4,6	3,3	3,4	1,1
70	4,3	3,0	3,1	1,0
75	4,0	2,8	2,9	1,0
80	3,8	2,7	2,8	0,9
85	3,6	2,5	2,6	0,9
90	3,4	2,4	2,5	0,8
95	3,2	2,3	2,3	0,8
100	3,0	2,1	2,2	0,7

### 3. Graf

viz příloha

### 4. Závěr:

Z grafů je patrné že při větší vzdálenosti říditelných náprav jsou větší rozdíly v úhlech natáčení kol.

### **Diferencial**

Jízda do pravé zatáčky:

$\alpha$

Přechodem ke kleci diferenciálu, levé kolo se točí dopředu a pravé kolo dozadu. U pravého kola souhlasí síla s rychlostí, levé kolo, tam je menší moment.

- Závěr: vnitřní kolo přenáší větší moment!!! (jev velice nepříznivý), rozdíl je tím větší, čím menší je účinnost diferenciálu.

$$M_1 = M_2 \cdot \eta_d$$

$$\text{Nízká účinnost ... 0,45} \quad \rightarrow M_1 = 121,1 \text{ Nm}$$

$$\text{Velká účinnost ... 0,9}$$

$$M_1 = \frac{M_2}{\eta_d} = \frac{50}{0,9} = 55,55 \text{ Nm} \rightarrow \text{pro kuželový diferenciál}$$

### Výsledná účinnost diferenciálu

$$\frac{\omega_2 - \omega_1}{\frac{B}{2}} = \frac{\omega_s}{R_s} \rightarrow u_2, u_1$$

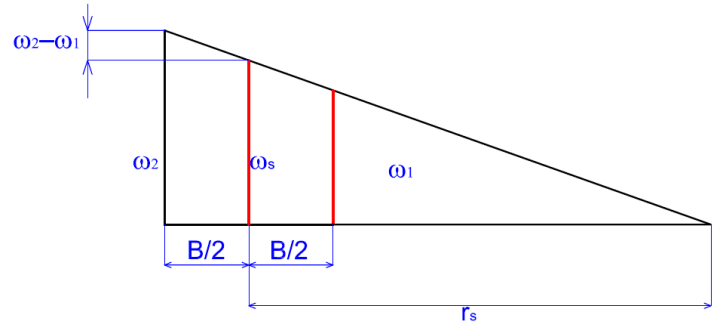
$$M_2 < M_1$$

$$M_2 = M_1 \cdot \eta_d$$

$$M_1 + M_2 = M_s$$

$$M_1 = \frac{M_s}{1 - \eta_d}$$

$$M_2 = \frac{M_s}{1 + \eta_d}$$



### Vstupní výkon:

$$P = M_s \cdot \omega_s$$

$$P_2 = M_2 \cdot \omega_2$$

$$\eta_v = \frac{P_1 + P_2}{P} = \frac{M_1 \omega_1 + M_2 \omega_2}{M_s \omega_s}$$

$$\eta_v = 1 - \frac{1 - \eta_d}{1 + \eta_d} = \frac{B}{2R_s}$$

$\eta_d$  - když se zmenšuje poloměr, když je  $R_s$  nekonečno tak  $\eta_d = 1$

$$\left. \begin{array}{l} \eta_d = 0,45 \\ \text{Rozchod } B = 1,6\text{m} \\ R_s = 8\text{m} \end{array} \right\} \rightarrow \eta_v = 0,962$$

## Zadání:

Vypočítat závislost výsledné účinnosti diferenciálu na vlastní účinnosti diferenciálu a poloměru zatáčení vozidla  $\eta_v = f(\eta_d; R_s)$

Graficky znázornit vypočtenou závislost.

Výpočet závislosti:

### Zadané hodnoty:

Rozchod kol:

$B = 1,6$  [m]

Poloměr zatáčení vozidla:

$r_s = 5 ; 10 ; 15$  [m]

Vlastní účinnost diferenciálu:

$\eta_d = 0 - 100$  [%]

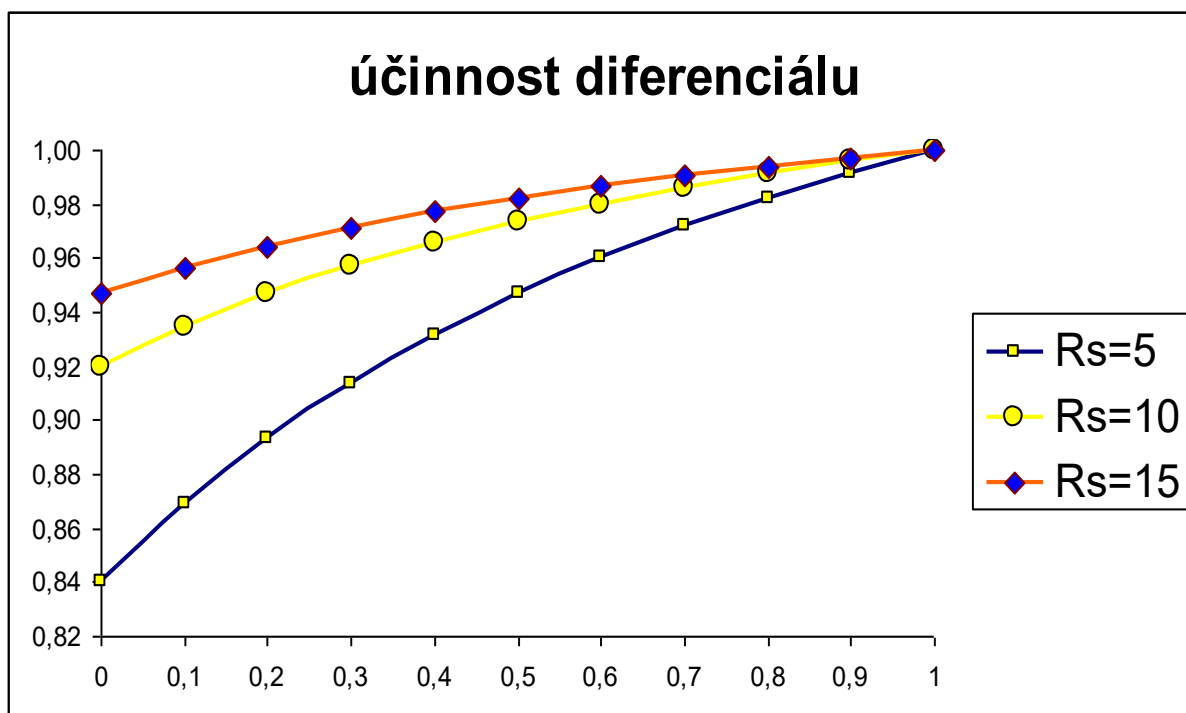
### Výpočet:

$$\eta_v = 1 - \frac{1 - \eta_d}{1 + \eta_d} \cdot \frac{B}{2 \cdot r_s} = 1 - \frac{1 - 0}{1 + 0} \cdot \frac{1,6}{2 \cdot 5} = 0,840 = 84$$
 [%]

$r_s$ [m]	5	10	15
$\eta_d$ [-]	$\eta_v$ [-]		
0	0.840	0.920	0.947
0.1	0.869	0.935	0.956

0.2	0.893	0.947	0.964
0.3	0.914	0.957	0.971
0.4	0.931	0.966	0.977
0.5	0.947	0.973	0.982
0.6	0.960	0.980	0.987
0.7	0.972	0.986	0.991
0.8	0.982	0.991	0.994
0.9	0.992	0.996	0.997
1	1.000	1.000	1.000

Graf:



## Druhy a kategorie vozidel

### Zákon č. 56/2001 Sb.a Vyhláška č. 341/2002 Sb.

Zákon č. 56/2001 Sb.

ze dne 10. ledna 2001 o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů

(1) Zákon upravuje tyto podmínky provozu vozidel na pozemních komunikacích:

a) registraci vozidel a vyřazování vozidel z registru,

b) technické požadavky na provoz silničních vozidel a zvláštních vozidel a schvalování jejich technické způsobilosti k provozu na pozemních komunikacích,

c) práva a povinnosti osob, které vyrábějí, dovážejí a uvádějí na trh

vozidla a pohonné hmoty,

d) práva a povinnosti vlastníků a provozovatelů vozidel,

e) práva a povinnosti stanice technické kontroly a stanice měření emisí,

f) kontroly technického stavu vozidel v provozu.

(2) Zákon upravuje výkon státní správy a státního dozoru v oblasti podmínek provozu vozidel na pozemních komunikacích.

(3) Zákon se nevztahuje na vojenská vozidla.^1)

## § 2

### Základní pojmy

(1) Silniční vozidlo je motorové nebo nemotorové vozidlo, které je vyrobené za účelem provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí.

(2) Zvláštní vozidlo je vozidlo vyrobené k jiným účelům než k provozu na pozemních komunikacích, které může být při splnění podmínek stanovených tímto zákonem k provozu na pozemních komunikacích schváleno.

(3) Přípojné vozidlo je silniční nemotorové vozidlo určené k tažení jiným vozidlem, s nímž je spojeno do soupravy.

(4) Historickým vozidlem je vozidlo, které je zapsáno v registru historických a sportovních vozidel a kterému byl vydán průkaz historického vozidla.

(8) Kategorie vozidla je skupina vozidel, která mají stejné technické podmínky stanovené prováděcím právním předpisem. Rozdělení vozidel do kategorií je uvedeno v příloze zákona.

### Druhy vozidel

(1) Silniční vozidla se rozdělují na jednotlivé druhy a kategorie. Rozdělení silničních vozidel do kategorií, technický popis jednotlivých kategorií silničních vozidel a jejich další členění se stanoví v příloze k tomuto zákonu.

### ***Druh vozidla je zařazení daného vozidla do skupiny z hlediska jeho účelu použití.***

(2) Silniční vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

a) motocykly,

b) osobní automobily,

c) autobusy,

d) nákladní automobily,

e) speciální vozidla,

f) přípojná vozidla,

g) ostatní silniční vozidla.

(3) Zvláštní vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

a) zemědělské nebo lesnické traktory a jejich přípojná vozidla,

b) pracovní stroje samojízdné,

c) pracovní stroje přípojně,

d) nemotorové pracovní stroje nebo nemotorová vozidla tažená nebo tlačena pěšky jdoucí osobou,

e) vozíky pro invalidy s motorickým pohonem, pokud jejich šířka nebo délka přesahuje jeden metr, jejich konstrukční rychlost převyšuje 6 km.h-1 nebo jejich maximální přípustná hmotnost převyšuje 450 kg.

Pro účely tohoto zákona se zvláštním vozidlem rozumí i mobilní stroj, průmyslové zařízení schopné přepravy nebo vozidlo bez karoserie, ve kterých je zabudován spalovací motor.

## KATEGORIE VOZIDEL

### Základní rozdělení vozidel do kategorií

<b>L</b>	motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly
<b>M</b>	motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu osob
<b>N</b>	motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu nákladů
<b>O</b>	přípojná vozidla
<b>T</b>	traktory zemědělské nebo lesnické
<b>S</b>	pracovní stroje
<b>R</b>	ostatní vozidla, která nelze zařadit do výše uvedených kategorií

### Kategorie vozidel L se člení

- L<sub>A</sub> moped** (dvoukolové) - zdvihový objem válců do 50 cm<sup>3</sup> (při pohonu spalovacím motorem) a maximální konstrukční rychlost do 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu
- L<sub>B</sub> moped** (tříkolka) - zdvihový objem válců do 50 cm<sup>3</sup> (při pohonu spalovacím motorem) a maximální konstrukční rychlost do 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu; s jakýmkoli uspořádáním kol  
**moped** (lehká čtyřkolka) - hmotnost v nenaloženém stavu je menší než 350 kg, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě el. vozidel, dále, maximální konstrukční rychlost je nižší než 45 km/h a zdvihový objem válců je menší než 50 cm<sup>3</sup> u zážehových motorů nebo pro jiné druhy motorů maximální čistý výkon nepřesahuje 4 kW
- L<sub>C</sub> motocykl** (dvoukolové) - zdvihový objem válců nad 50 cm<sup>3</sup> (při pohonu spalovacím motorem) nebo maximální konstrukční rychlost nad 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu
- L<sub>D</sub> motocykl s postraním vozíkem** (se třemi koly) - zdvihový objem válců nad 50 cm<sup>3</sup> (při pohonu spalovacím motorem) nebo maximální konstrukční rychlost nad 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu; se třemi koly uspořádanými nesouměrně vzhledem ke střední podélné rovině
- L<sub>E</sub> tříkolka** - zdvihový objem válců nad 50 cm<sup>3</sup> (při pohonu spalovacím motorem) nebo maximální konstrukční rychlost nad 45 km/h při jakémkoli druhu pohonu; se třemi koly uspořádanými souměrně vzhledem ke střední podélné rovině  
**čtyřkolka** - jiné než lehké tříkolky, jejichž hmotnost v nenaloženém stavu nepřesahuje 400 kg nebo 550 kg u vozidel určených k přepravě nákladů, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě el. vozidel a dále, u nichž maximální čistý výkon motoru nepřesahuje 15 kW

## Kategorie vozidel M se člení

- M<sub>1</sub>** vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, nebo víceúčelová vozidla
- M<sub>2</sub>** vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5000 kg
- M<sub>3</sub>** vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5000 kg

## Kategorie vozidel N se člení

- N<sub>1</sub>** vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500 kg
- N<sub>2</sub>** vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3500 kg, avšak nepřevyšuje 12000 kg
- N<sub>3</sub>** vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12000 kg

## Kategorie vozidel O se člení

- O<sub>1</sub>** přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg
- O<sub>2</sub>** přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, nepřevyšuje 3500 kg
- O<sub>3</sub>** přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3500 kg, nepřevyšuje 10000 kg
- O<sub>4</sub>** přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 10000 kg

Rozdělení vozidel do kategorií

A)

Základní kategorie vozidel

Kategorie L - motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly

Kategorie M - motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu osob

Kategorie N - motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu nákladů

Kategorie O - přípojná vozidla

Kategorie T - traktory zemědělské nebo lesnické

Kategorie S - pracovní stroje

Kategorie R - ostatní vozidla, která nelze zařadit do výše uvedených kategorií

B)

Členění některých kategorií vozidel

(1) Kategorie vozidel L se člení na

mopedy

a) dvoukolové mopedy jsou dvoukolová vozidla s objemem válců motoru nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup> v případě spalovacího motoru a s maximální konstrukční rychlostí nepřesahující 45 kmh<sup>-1</sup> při jakémkoli druhu pohonu,

b) tříkolové mopedy jsou tříkolová vozidla s jakýmkoli uspořádáním kol,

s objemem válců motoru nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup> v případě spalovacího motoru a s maximální konstrukční rychlostí nepřesahující 45 kmh-1 při jakémkoli druhu pohonu,

c) lehké čtyřkolky, jejichž hmotnost v nenaloženém stavu je menší než 350 kg, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě elektrických vozidel, dále, jejichž nejvyšší konstrukční rychlost nepřesahuje 45 kmh-1 a jejichž zdvihový objem motoru nepřesahuje 50 cm<sup>3</sup> u zážehových motorů nebo pro jiné druhy motorů maximální čistý výkon nepřesahuje 4 kW,

motocykly

a) motocykly jsou dvoukolová vozidla s objemem válců motoru přesahujícím 50 cm<sup>3</sup> v případě spalovacího motoru, nebo s maximální konstrukční rychlostí přesahující 45 kmh-1 při jakémkoli druhu pohonu,

b) motocykly s postranním vozíkem jsou vozidla s třemi koly uspořádanými nesouměrně vzhledem k střední podélné rovině, s objemem válců motoru přesahujícím 50 cm<sup>3</sup> v případě spalovacího motoru, nebo s maximální konstrukční rychlostí přesahující 45 kmh-1 při jakémkoli druhu pohonu,

motorové tříkolky

a) motorové tříkolky jsou vozidla s třemi koly uspořádanými souměrně vzhledem ke střední podélné rovině s objemem válců motoru přesahujícím 50 cm<sup>3</sup> v případě spalovacího motoru, nebo s maximální konstrukční rychlostí přesahující 45 kmh-1 při jakémkoli druhu pohonu,

b) čtyřkolky jiné než lehké tříkolky, jejichž hmotnost v nenaloženém stavu nepřesahuje 400 kg nebo 550 kg u vozidel určených k přepravě nákladů, do čehož se nezapočítává hmotnost baterií v případě elektrických vozidel a dále, u nichž maximální čistý výkon motoru nepřesahuje 15 kW,

motokolo

jízdní kolo s trvale zabudovaným motorem s objemem válců motoru nepřesahujícím 50 cm<sup>3</sup> v případě spalovacího motoru a s maximální konstrukční rychlostí nepřesahující 25 kmh-1 při jakémkoli druhu pohonu.

Vozidla zařazená podle EHK - OSN v kategoriích L1 a L2 s maximální konstrukční rychlostí 50 kmh-1 se považují za mopedy, vozidla kategorií L3 a L4 se považují za motocykly a vozidla kategorie L5 se považují za motorové tříkolky.

(2) Kategorie vozidel M se člení na

a) M1 - vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, nebo víceúčelová vozidla,

b) M2 - vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5 000 kg.

c) M3 - vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 5 000 kg.

(3) Víceúčelové vozidlo je vozidlo typem karoserie určené k přepravě osob a nákladu v jediném oddělení vozidla. Rozdělení vozidel podle typu karoserie a podmínky pro zařazení víceúčelového vozidla do kategorie vozidel M1 nebo N1 stanoví prováděcí právní předpis.

(4) Při rozhodování o zařazení vozidla do kategorie M a N se považuje za místo k přepravě osob místo pro osobu sedící, ležící, stojící nebo místo s trvalými úchyty ukotvení sedadla, přičemž není rozhodující, zda sedadlo na tomto místě je nebo není umístěno.

(5) Kategorie vozidel N se člení na

a) N1 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg,

b) N2 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg,

c) N3 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg.

(6) Terénní vozidlo je motorové vozidlo se zvýšenou průjezdností, které patří do vozidel kategorie M nebo N a splňuje další technické podmínky stanovené prováděcím právním předpisem. Terénní vozidlo příslušné kategorie se označuje doplňkovým písmenem G ke kategorii M nebo N, například M1G, N3G.

(7) Kategorie vozidel O se člení na

a) O1 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg,

b) O2 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg,

c) O3 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 10 000 kg,

d) O4 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 10 000 kg,

e) OT1 - přípojná vozidla traktorů, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 1 500 kg,

f) OT2 - přípojná vozidla traktorů, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 1 500 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg,

g) OT3 - přípojná vozidla traktorů, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 6 000 kg,

h) OT4 - přípojná vozidla traktorů, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 6 000 kg.

(8) Kategorie vozidel S se člení na

a) Ss - pracovní stroj samojízdný je zvláštní vozidlo s vlastním zdrojem pohonu, konstrukčně a svým vybavením určené pouze pro vykonávání určitých pracovních činností. Pracovní stroj samojízdný není určený zpravidla pro přepravní činnost,

b) Sp - pracovní stroj přípojný je zvláštní vozidlo bez vlastního



zdroje pohonu, konstrukčně a svým vybavením určené pouze pro vykonávání určitých pracovních činností. Pracovní stroj přípojný se připojuje k tažnému motorovému vozidlo, které je přizpůsobené pro jeho připojení. Pracovní stroj přípojný není určený zpravidla pro přepravní činnost. Pracovní stroje přípojné se dělí

1. Sp1 pracovní stroj přípojný s největší technicky přípustnou hmotností nepřevyšující 3 000 kg,
2. Sp2 pracovní stroj přípojný s technicky přípustnou hmotností převyšující 3 000 kg, avšak nepřevyšující 6 000 kg,
3. Sp3 pracovní stroj s technicky přípustnou hmotností převyšující 6 000 kg.

Druhem silničního vozidla se rozumí

- a) motocykl .....kategorie L
- b) osobní automobil .....kategorie M1
- c) autobus .....kategorie M2 a M3
- d) nákladní automobil .....kategorie N
- e) speciální automobil .....kategorie N
- f) přípojné vozidlo .....kategorie O
- g) ostatní vozidla .....kategorie R
  - jízdní kolo
  - potahové vozidlo

Druhem zvláštního vozidla se rozumí

- a) traktor .....kategorie T
- b) přípojná vozidla traktorů .....kategorie OT
- c) pracovní stroj .....kategorie SS,Sp,
- d) nemotorové vozidlo nebo nemotorový pracovní stroj tažení nebo tlačení pěšky jdoucí osobou
- e) ostatní vozidla kategorie R
  - vozík pro invalidy s ručním nebo motorickým pohonem, pokud jeho šířka nebo délka nepřesahuje 1,00 m, jeho konstrukční rychlost nepřevyšuje 6 km.h-1 nebo jeho maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 450 kg
  - rolba, jednonápravový traktor s přívěsem, čtyřkolka speciální a jiné

## **Rozdělení a charakteristika kategorií vozidel**

A) kategorie L

- dělí se na

- MOPED (zkratka LA)
- MOPED - TŘÍKOLKA NEBO LEHKÁ ČTYŘKOLKA (LB)
- MOTOCYKL (LC)
- MOTOCYKL S POSTRANNÍM VOZÍKEM (LD)
- TŘÍKOLKA NEBO ČTYŘKOLKA (LE)
- MOTOKOLO (LM)

druh Motocykl

- pro dopravu jedné nebo dvou osob sedících za sebou, s oporou pro kolena řidiče, bez šlapadel,
- se dvěma koly s pevnými stupačkami

druh Skútr (kategorie MOPED nebo MOTOCYKL)

- pro dopravu jedné nebo dvou osob sedících za sebou, bez opory pro kolena řidiče při jízdě a s prostorem pro jeho nohy v nosné části vozidla, bez šlapadel. Má obvykle ochranu dopravovaných osob zepředu a zespodu.

druh Mokik (kategorie MOPED)

- jeho nejvyšší konstrukční rychlost není větší než 45 km.h-1. Je-li poháněn spalovacím motorem, nesmí být jeho zdvihový, objem větší než 50 cm<sup>3</sup>,
- se stupačkami a nožním spouštěním motoru.

druh Moped (kategorie MOPED)

- jeho nejvyšší konstrukční rychlost není větší než 45 km.h-1. Je-li poháněn spalovacím motorem, nesmí být jeho zdvihový objem větší než 50 cm<sup>3</sup>,
- se šlapadly,
- pro dopravu jen jedné osoby.

druh Motocykl sportovní (soutěžní) (kategorie MOPED nebo MOTOCYKL)

- určen pro sportovní účely,
- zpravidla není kompletně vybaven jako Motocykl nebo Mokik a jeho provoz na komunikacích je podmíněn zvláštním omezujícím nebo upraveným režimem (sportovní licence apod.).

druh Motokolo (kategorie MOPED)

- jízdní kolo opatřené trvale připojeným hnacím motorem, jehož nejvyšší konstrukční rychlost nepřevyšuje 25 km.h-1

Poznámka: Pokud je jízdní kolo dodatečně vybaveno pomocným motorkem a přitom se nemění jeho původní charakter, jde o "jízdní kolo s pomocným motorkem", které se zařazuje do druhu "ostatní vozidla".

B) kategorie M, dělí se na M1, M2, M3

Ba) OSOBNÍ AUTOMOBIL - kategorie M1

druh Sedan

- karoserie - uzavřená, se stupňovitou zádí,
- střecha - pevná, tuhá - část střechy může být otvíratelná,
- 4 boční dveře, v zádi automobilu může být víko (dveře), zasahující až ke střechě, (v případě 2 bočních dveří se jedná o druh Tudor),
- dvě řady plnohodnotných sedadel, každá z nich po dvou popř. třech místech k sezení,
- oddělený zavazadlový prostor.

druh Hatchback

- tvar zadní části karoserie se vyznačuje splývavou zádí, otvíratelnou v celé nebo téměř celé ploše, závěsy zadních (pátých, resp. třetích) dveří jsou umístěny u střechy vozidla.

druh Liftback

- tvar zadní části karoserie se vyznačuje tím, že za spodní hranou okna zadních dveří je vodorovná nebo téměř vodorovná plocha (odsazení). Zád' je otvíratelná v celé nebo téměř celé ploše, závěsy zadních (pátých, resp. třetích) dveří jsou umístěny u střechy vozidla.

druh Limuzína

- karoserie - prostornější než sedan, uzavřená
- může mít dělicí stěnu mezi předními a zadními sedadly,
- střecha - pevná, tuhá - část střechy může být otvíratelná,
- počet míst k sezení - 4 nebo více nejméně ve dvou řadách, případná další sedadla mohou být sklápěcí,
- počet bočních dveří - 4 nebo 6,
- minimální délka vozidla je 5 400 mm.

druh Kupé

- karoserie - uzavřená, s obvykle omezeným možným zadním prostorem pro cestující,
- střecha - pevná, tuhá - část střechy může být otvíratelná,
- počet míst k sezení - 2 až 3 vpředu - případná zadní sedadla pevná nebo sklopná,
- počet bočních dveří - 2, v zádi automobilu může být víko (dveře), zasahující až ke střechě,

- oddělený zavazadlový prostor,
- střecha karoserie se zpravidla snižuje v zadní části pro cestující.

#### druh Kabriolet

- karoserie proměnlivá zpravidla bez pevného rámu bočních dveří, s pevnými sloupky čelního skla a nebo s ochranným zařízením pro cestující při převrácení vozidla,
- střecha poddajná, stahovací, popř. tuhá, odnímatelná nebo sklápěcí,
- počet míst k sezení - 4 nebo více nejméně ve dvou řadách,
- počet bočních dveří - 2 nebo 4.

#### druh Roadster

- karoserie proměnlivá, bez pevných rámu bočních dveří, s pevnými sloupky čelního skla, a nebo s ochranným zařízením pro cestující při převrácení vozidla, s omezeným možným zadním prostorem pro cestující,
- střecha poddajná, stahovací, popř. tuhá, odnímatelná nebo sklápěcí,
- počet míst k sezení - 2 až 3 vpředu - případná zadní sedadla pevná nebo sklopná,
- počet bočních dveří - 2,
- střecha karoserie se zpravidla snižuje v zadní části pro cestující.

#### druh Osobní kombi

- uzavřená karoserie, vzniklá zvětšením či prodloužením zadní části karoserie SEDAN, HATCHBACK, LIFTBACK nebo LIMUZÍNA,
- střecha pevná, tuhá - část střechy může být otvíratelná,
- počet míst k sezení - 4 nebo víc nejméně ve dvou řadách,
- zadní sedadla se sklopnými opěradly nebo vyjímatelná ke zvětšení ložné plochy,
- počet bočních dveří - 2 až 4 a jedny zadní dveře (víko),
- střecha rovná, zadní stěna v celé ploše mírně šikmá nebo kolmá.

#### druh Kombi

- karoserie uzavřená, velkoprostorová s jedním společným prostorem pro cestující a náklad,
- střecha pevná, tuhá - část střechy může být otvíratelná,
- počet míst k sezení - 4 nebo více, nejméně ve dvou řadách,
- zadní sedadla vyjímatelná nebo se sklopnými opěradly ke zvětšení ložné plochy,
- počet bočních dveří - 2 až 4 a jedny zadní dveře (víko),

- může být odvozen od skříňového nákladního automobilu, u každé řady sedadel musí být na obou stranách boční okno (popřípadě společné okno pro druhou a třetí řadu sedadel).

druh Sanitní

- vozidlo pro dopravu nemocných a raněných - DNR

- vozidlo rychlé zdravotnické pomoci - RZP

druh Pohřební

druh Obytný

druh Požární

druh Záchranářské

druh Montážní

druh Sportovní

druh Technický zásahový

druh Technický vyprošťovací

druh Technické pomoci

#### Bb) AUTOBUS - kategorie M2,M3

Vozidla kategorií M2 a M3 patří do jedné z následujících tříd

Vozidla s obsaditelností přesahující 22 cestujících mimo řidiče

- Třída I "MĚSTSKÝ autobus" vozidlo této třídy má sedadla a místa pro stojící cestující.

- Třída II "MEZIMĚSTSKÝ autobus" vozidlo této třídy může být zařízeno pro dopravu stojících cestujících, avšak jen v uličce.

- Třída III "DÁLKOVÝ autobus" vozidlo této třídy není nijak zařízeno pro dopravu stojících cestujících.

Vozidla s obsaditelností nepřesahující 22 cestujících mimo řidiče

- TŘÍDA A vozidlo této třídy má sedadla a může být vybaveno pro stojící cestující.

- TŘÍDA B vozidlo této třídy není vybaveno pro stojící cestující.

#### C) NÁKLADNÍ AUTOMOBIL - kategorie N1, N2, N3

Nákladní automobil je určen pro dopravu nákladu.

Druhy nákladních automobilů

CISTERNOVÝ

AUTODOMÍCHÁVAČ

DOUBLE CAB

MRAZÍRENSKÝ

CHLADÍRENSKÝ

ISOTERMICKÝ

KABELOVÝ

NOSIČ VÝMĚNNÝCH NÁSTAVEB

PANCÉŘOVANÝ

PICK UP

POHŘEBNÍ

PRO PŘEPRAVU BETONU

PRO PŘEPRAVU DŘEVA

PRO PŘEPRAVU LODÍ

PRO PŘEPRAVU ODPADU

PRO PŘEPRAVU VOZIDEL

PRO PŘEPRAVU ŽIVÝCH ZVÍŘAT

SKLÁPĚČKOVÝCH

SKŘÍŇOVÝ - do kolonky "druh karoserie" v tomto případě zapisujeme

- SKŘÍŇOVÁ, pokud kabina řidiče a prostor pro náklad tvoří jeden nedílný konstrukční prvek, přičemž prostor pro náklad je oddělen od prostoru pro osádku přepážkou

- FURGON, pokud kabina řidiče a prostor pro náklad tvoří jeden nedílný konstrukční prvek a mezi kabinou řidiče a prostorem pro náklad je v přepážce proveden průlez; průlez musí být opatřen dveřmi

- SAMOSTATNÁ SKŘÍŇ, pokud je samostatná oddělená skříň a samostatná kabina řidiče

VALNÍKOVÝ

TAHAČ NÁVĚSŮ

TAHAČ PŘÍVĚSŮ atd.

D) SPECIÁLNÍ AUTOMOBIL - kategorie N1, N2, N3

SPECIÁLNÍ PŘÍVĚS, NÁVĚS - kategorie 01, 02, 03, 04

Speciální vozidlo je vozidlo určené k provádění speciálních činností.

Speciální vozidlo není primárně určeno k přepravě osob nebo k přepravě nákladu, ale je konstruováno na podvozku automobilu nebo přípojného vozidla s pevnou nebo výměnnou nástavbou, určenou k provádění speciálních prací nebo přepravě speciálních pevně zabudovaných zařízení. Užitečná hmotnost je využita pro nástavbu a posádku.

Autojeřáb  
Autorýpadlo  
Čerpadlo betonu  
Drtič kamene  
Elektrocentrála  
Eskortní  
Požární  
Kompresor  
Komunální  
Laboratorní  
Montážní  
Obytný  
Pohřební  
Pojízdná dílna  
Pojízdná kuchyně  
Pojízdná prodejna  
Policejní  
Pontonový  
Pracovní plošina  
Rozhlasový  
Technické pomoci  
Televizní  
Vrtná souprava  
Vyprošťovací  
Zdravotnický  
Sportovní

## E) TRAKTORY - kategorie T

Motorová vozidla vybavená koly nebo pásy, jejichž hlavní funkcí je tažná síla a která jsou zvláště konstruována pro tažení, tlačení, nesení nebo pohon určitého nářadí, strojů nebo připojených vozidel, určených pro užití zejména v zemědělství nebo lesnictví. Mohou být vybavena pro přepravu nákladu a osob.

Kolové traktory se dále dělí

Kategorie T1 traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km.h-1, s nejméně jednou nápravou a s minimálním rozchodem větším než 1150 mm, s nenaloženou hmotností v provozním stavu větší než 600 kg a se světlou výškou nad vozovkou menší než 1000 mm. Do doby přijetí všech jednotlivých směrnic podle přílohy II směrnice 2003/37/ES lze do kategorie T1 řadit i traktory s maximální konstrukční rychlostí vyšší než 40 km.h-1, pokud budou splněny požadavky podle bodu 15 přílohy č. 3 k této vyhlášce.

Kategorie T2 traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km.h-1, s minimálním rozchodem menším než 1150 mm, s nenaloženou hmotností v provozním stavu větší než 600 kg a se světlou výškou nad vozovkou menší než 600 mm. Pokud je však výška těžiště traktoru podle ČSN ISO 789-6(30 0446), měřeno vůči vozovce, dělená střední hodnotou minimálního rozchodu všech náprav větší než 0,90, je maximální konstrukční rychlost omezena na 30 km.h-1.

Kategorie T3 traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km.h-1, a s nenaloženou hmotností v provozním stavu menší než 600 kg.

Kategorie T4 ostatní traktory s maximální konstrukční rychlostí nepřevyšující 40 km.h-1, (podle definice uvedené dále).

### T4.1 traktory s vysokou světlou výškou

Traktory konstruované pro práci s vysokými plodinami, např. s vínem. Jejich znakem je zvýšený podvozek nebo jeho část, což traktoru umožňuje pojíždět souběžně s plodinou s levými a pravými koly na každé straně jedné řady nebo více řad plodin. Tyto traktory jsou určeny k nesení, nebo k pohonu nářadí, které může být montováno na předku, mezi nápravami, na zádi nebo na nákladové plošině. Pokud je traktor v pracovní poloze, je jeho světlá výška kolmá na řady plodiny vyšší než 1000 mm. Pokud je výška těžiště traktoru podle ČSN ISO 789-6(30 0446), měřeno vůči zemi při užití normálně montovaných pneumatik, dělená střední hodnotou minimálního rozchodu všech náprav větší než 0,90, nesmí maximální konstrukční rychlost překročit 30 km.h-1.

### T4.2 zvláště široké traktory

Traktory, charakteristické svými velkými rozměry, přednostně určené k práci na velkých zemědělských plochách.

## F) TERÉNNÍ VOZIDLA - motorová vozidla se zvýšenou průjezdností, které patří do vozidel kategorie M nebo N, označuje se doplňkovým písmenem G ke kategoriím M nebo N, např. vozidlo kategorie N1, splňující podmínky zařazení do skupiny terénních vozidel, se označí jako N1G.

Vozidla kategorie N1 s největší technicky přípustnou hmotností



nepřevyšující 2,00 t a vozidla kategorie M1 se považují za terénní vozidla, pokud

- nejméně jedna přední náprava a nejméně jedna zadní náprava jsou současně poháněny, včetně vozidel, u kterých může být pohon jedné náprav odpojen,
- jsou vybavena nejméně jedním uzávěrem diferenciálu nebo nejméně jedním zařízením, kterým se dosáhne podobného účinku,
- pokud činí vypočtená stoupavost sólo vozidla nejméně 30%.

Z následujících šesti požadavků musí být dále splněno nejméně pět

- přední nájezdový úhel musí být nejméně 25 st.,
- zadní nájezdový úhel musí být nejméně 20 st.,
- přechodový úhel musí být nejméně 20 st.,
- světlá výška pod přední nápravou musí být nejméně 180 mm,
- světlá výška pod zadní nápravou musí být nejméně 180 mm,
- světlá výška mezi nápravami musí být nejméně 200 mm.

Vozidla kategorie N1 s největší technicky přípustnou hmotností převyšující 2,00 t nebo kategorie N2, M2 a M3 s největší technicky přípustnou hmotností nepřevyšující 12,00 t se považuje za terénní vozidla, pokud buď jsou všechna jejich kola poháněna, včetně těch vozidel, u kterých může být pohon jedné nápravy odpojen, nebo jsou-li splněny následující tři požadavky.

- nejméně jedna přední náprava a nejméně jedna zadní náprava jsou současně poháněny, včetně těch vozidel, u kterých může být pohon jedné nápravy odpojen,
- jsou vybavena nejméně jedním uzávěrem diferenciálu nebo nejméně jedním zařízením s podobným účinkem,

vypočtená stoupavost pro jednotlivé vozidlo je nejméně 25%.

Vozidla kategorie M3 s největší technicky přípustnou hmotností převyšující 12,00 t nebo vozidla kategorie N3 se považují za terénní vozidla, pokud buď jsou všechna jejich kola poháněna, včetně těch vozidel, u kterých může být pohon jedné nápravy odpojen, nebo jsou-li splněny následující požadavky

- a) nejméně polovina kol je poháněna,
  - b) vozidlo je vybaveno nejméně jedním uzávěrem diferenciálu nebo zařízením s obdobným účinkem,
  - c) vypočtená stoupavost pro jednotlivé vozidlo je nejméně 25%,
  - d) z následujících šesti požadavků jsou splněny nejméně čtyři
- přední nájezdový úhel musí být nejméně 25 st.,
  - zadní nájezdový úhel musí být nejméně 25 st., přední nájezdový úhel

musí být nejméně 25 st.,

- zadní nájezdový úhel musí být nejméně 25 st.,
- přechodový úhel musí být nejméně 25 st.,
- světlá výška pod přední nápravou musí být nejméně 250 mm,
- světlá výška mezi nápravami musí být nejméně 300 mm,
- světlá výška pod zadní nápravou musí být nejméně 250 mm.

#### Zatížení a podmínky ověření

- a) vozidla kategorie N1 o největší technicky přípustné hmotnosti nepřevyšující 2,00 t a vozidla kategorie M1 musí být v provozním stavu, zejména s chladicí kapalinou, mazivou, palivem, nářadím, náhradním kolem a řidičem,
- b) jiné automobily, než jsou uvedené v bodě a) musí být naloženy na největší technicky přípustnou hmotnost podle údaje výrobce,
- c) požadovaná stoupavost (25% a 30%) se ověří jednoduchým výpočtem. Ve výjimečných případech však může oprávněná zkušebna požadovat předání vozidla příslušného typu pro ověření zkouškou.
- d) při ověřování předního a zadního nájezdového úhlu se neuvažuje zařízení proti podjetí vozidel.

Definice a náčrtky světlých výšek (definice předního nájezdového úhlu, zadního nájezdového úhlu a přechodového úhlu jsou v normě ISO 612-1978, body č. 6.10, 6.11 a 6.9.).

"Světlá výška mezi nápravami" znamená nejkratší vzdálenost mezi rovinou vozovky a nejnižším pevným bodem vozidla. Skupina náprav se pokládá za jedinou nápravu.

"Světlá výška pod nápravou" znamená výšku, kterou má nad základnou vrchol kruhového oblouku procházejícího středem stop kol jedné nápravy na vozovce (při dvojité montáži kol se uvažují vnitřní kola) a dotýkající se nejnižšího bodu vozidla mezi koly.

Žádná pevná část vozidla nesmí zasahovat do šrafovaného pole na náčrtu. V případě potřeby se uvádí světlá výška pod několika nápravami podle jejich pořadí, od p

Zdroje:

Vyhláška č. 341/2002 Sb. - o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Vlk František Podvozky motorových vozidel. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, ISBN 80-239-6464-X

ŽDÁNSKÝ, J.. Automobily – Převodná ústrojí motorových vozidel (2). Brno: Nakladatelství Avid s.r.o., 2007, ISBN 978-80-87143-04-9.

**Název: Cvičení z dopravních motorových vozidel**

**Autor: Ing. Jakub Mařík, Ph.D.**

**Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Adresa vydavatele: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, Praha  
–Suchdol, 165 00**

**Pořadí vydání: 1. vydání**

**Rok vydání: 2024**

**ISBN**

**Vydala Česká zemědělská univerzita ve svém nakladatelství**