

# SÍLY MEZI KOLEM A KOLEJNICÍ A JEJICH MĚŘENÍ

Zdeněk Moureček

VÚKV Praha a.s

[www.vukv.cz](http://www.vukv.cz)

[mourecek@vukv.cz](mailto:mourecek@vukv.cz)

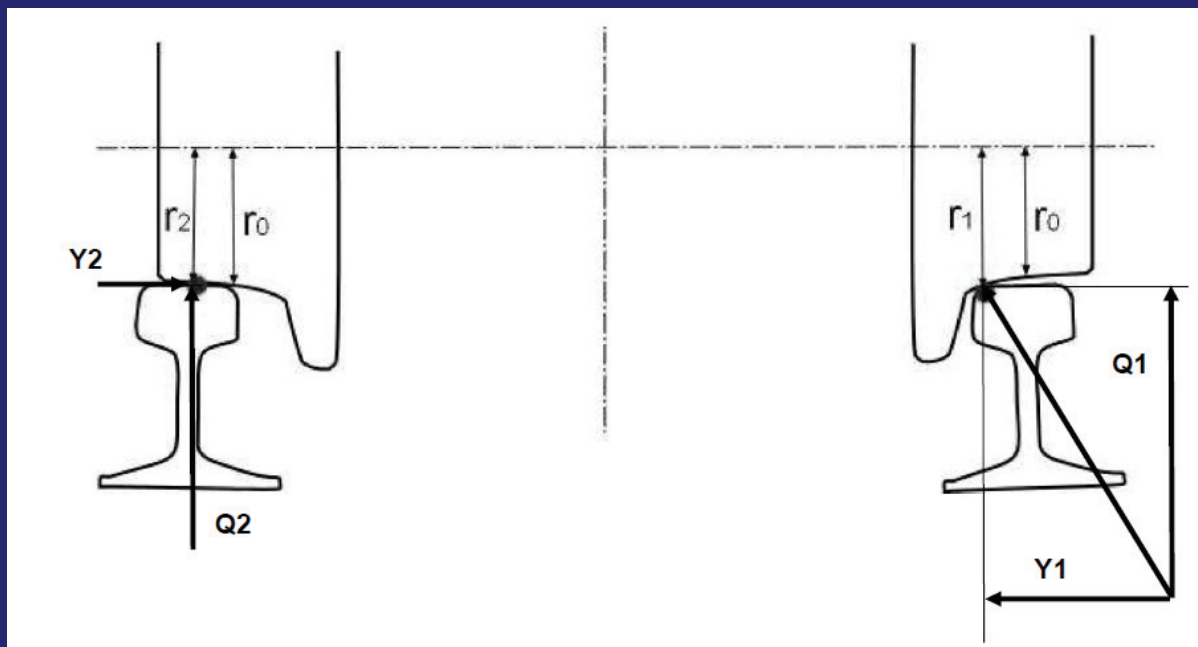
Radek Trejtnar

SZDC s.o.

[www.szdc.cz](http://www.szdc.cz)

[trejtnar@szdc.cz](mailto:trejtnar@szdc.cz)

## Síly mezi dvojkolím a kolejí



- $Y$  – příčná vodící síla
- $Q$  – svislá kolová síla
- $T_x$  či  $F_x$  – podélná síla

## Vzájemné působení vozidla a koleje rozhodující vlivy:

### Vozidlo:

- koncepce pojezdu
- způsob vedení dvojkolí
- moment odporu proti natočení podvozku
- vypružení a tlumení
- tvar jízdní plochy
- udržbový stav pojezdu

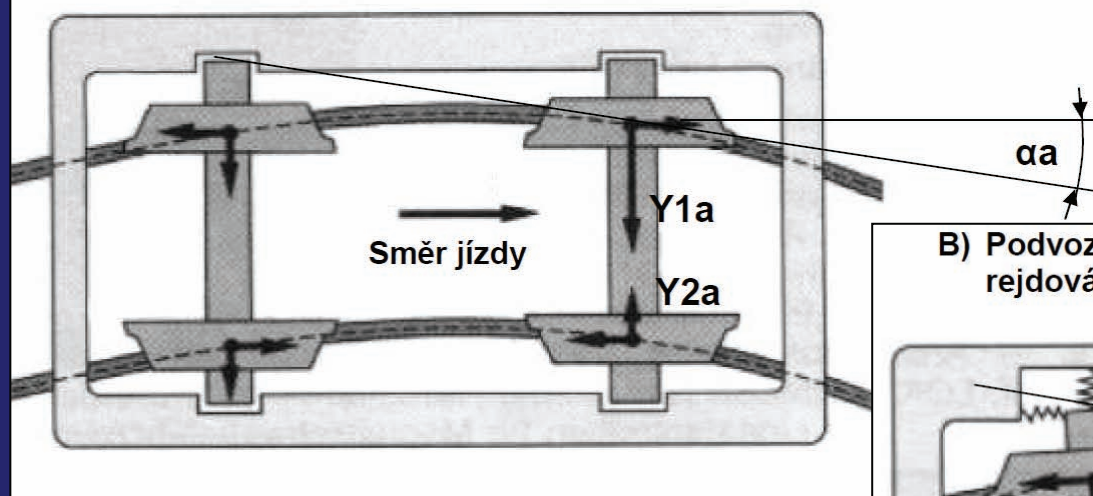
### Trat':

- trasování koleje
- (poloměr oblouku, nedostatek převýšení)
- rozchod
- kvalita svršku (odchyly od GPK)
- tvar hlavy kolejnice

- vliv především na velikost kvazistatických sil v oblouku (ojetí)
- vliv na stabilitu v přímé koleji
- vliv na velikost dynamických sil (význam údržby pojezdu i koleje – větší síly urychlují zhoršení kvality)

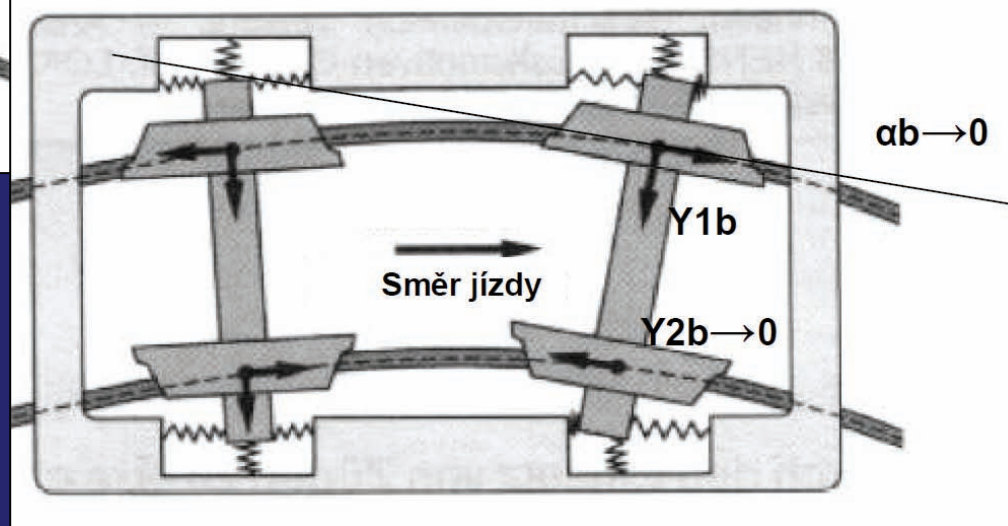
## Tuhé a rejdovné vedení dvojkolí

A) Podvozek s tuhým vedením dvojkolí



$\alpha$  – úhel náběhu

B) Podvozek s poddajným vedením dvojkolí umožňujícím rejdování

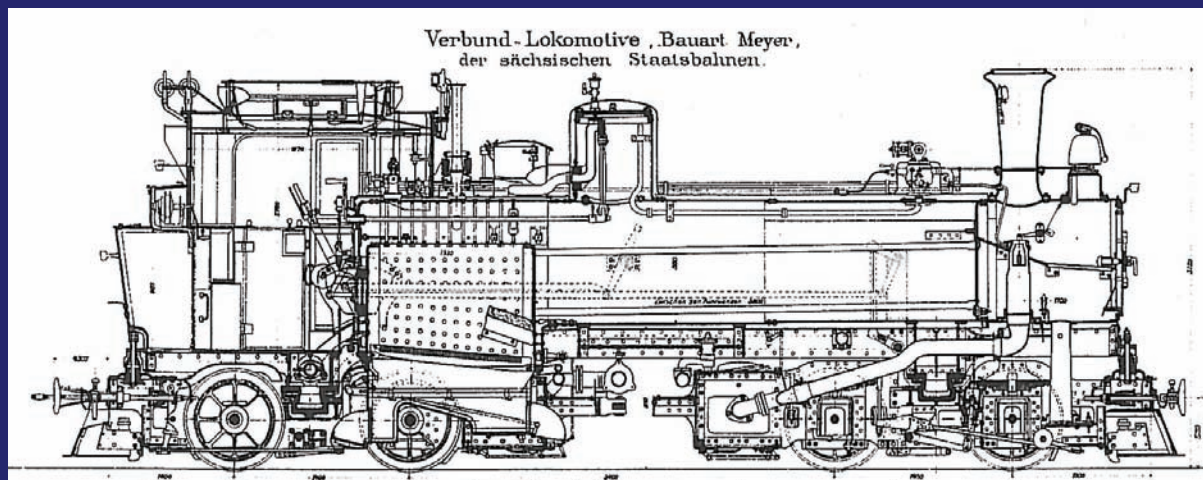


$\alpha_a \gg \alpha_b$

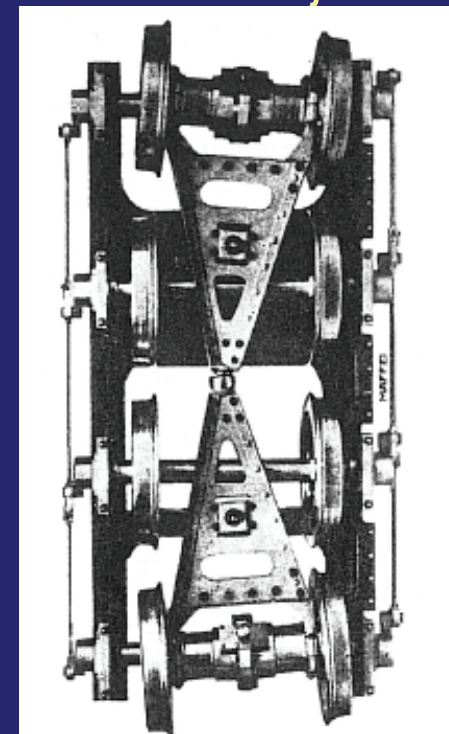
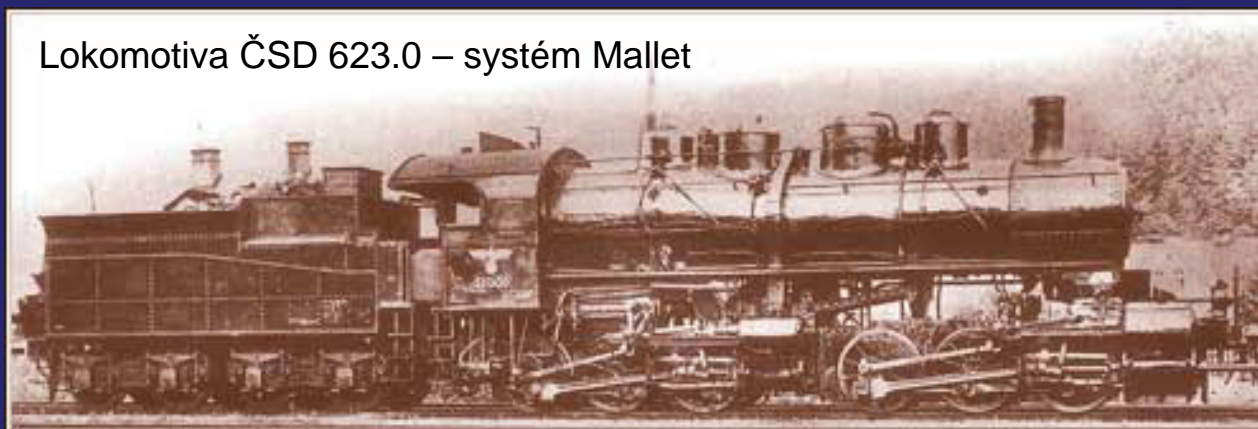
$Y_{1a} \gg Y_{1b}$

opotřebení kol a kolejnic (a)  $\gg$  opotřebení kol a kolejnic (b)

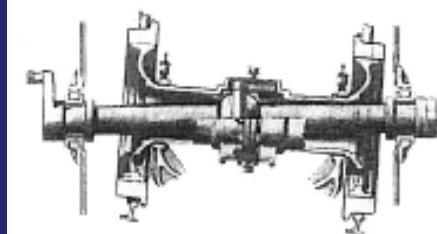
## Příklady pojezdů omezující silové působení mezi kolem a kolejnici



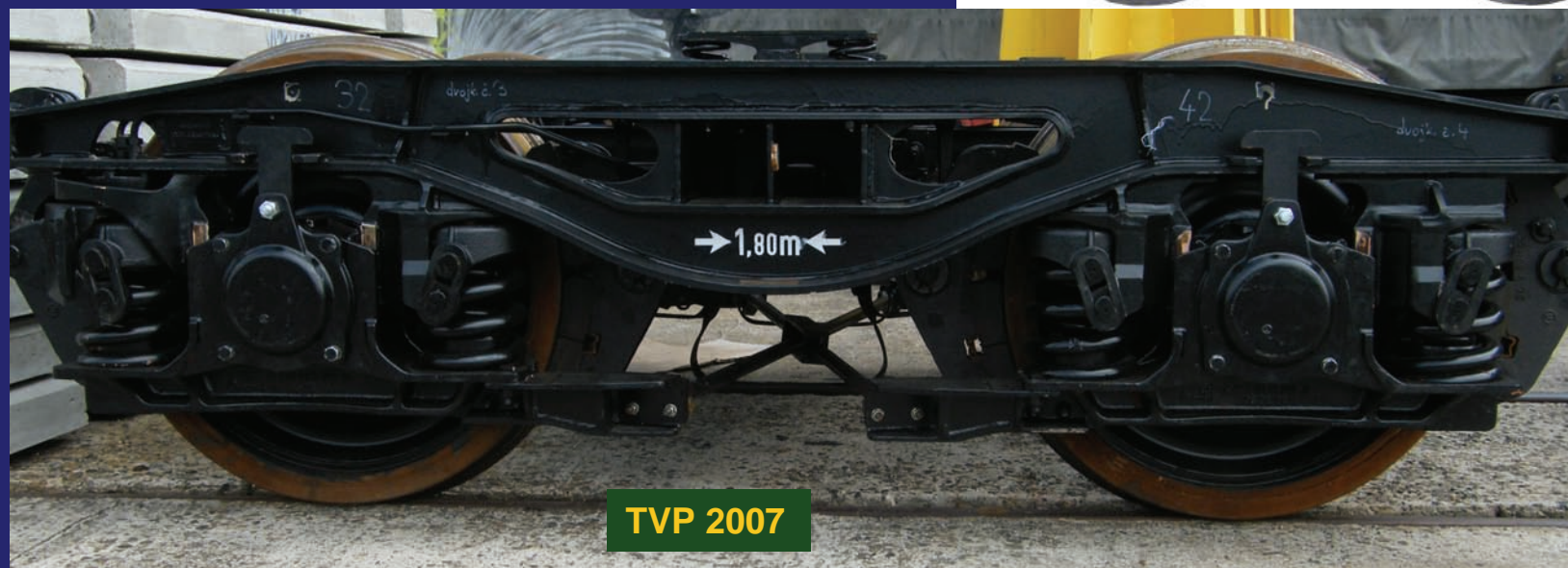
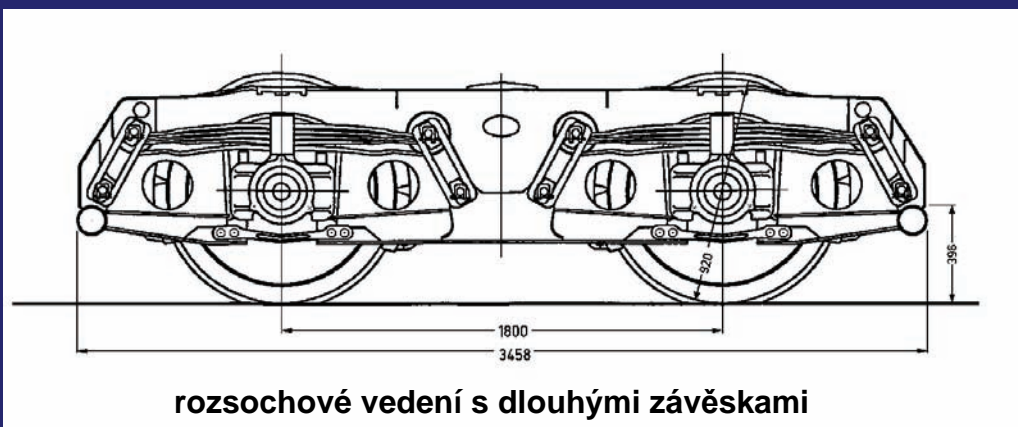
Lokomotiva ČSD 623.0 – systém Mallet



Posuvné nápravy „Klien-Lindner“, patent  
J. A. Maffei



## Příklady pojezdů omezující silové působení mezi kolem a kolejnici



## Měření silových účinků mezi vozidlem a kolejí

- Zvyšování rychlosti a hmotnosti na dvojkolí >> poruchy dvojkolí, podvozků, svršku
- 50. léta 20. století – vývoj prvních měrných dvojkolí
- zdokonalování metod za použití výkonné výpočetní techniky – výpočet kolových sil  $Y$ ,  $Q$  a příp. i  $F_x$  z napjatosti disku kola a příp. nápravy
- měření kolových sil umožňuje vývoj nových pojezdů s optimalizací silových účinků na kolej
- 90. léta 20. století – jízdní zkoušky s měřením kolových sil  $Y$  a  $Q$  se stávají součástí schvalovacího procesu vozidla (UIC 518)

## Jízdní zkoušky s měřením kolových sil

### Vývojové

Slouží pro optimalizaci jízdních vlastností nově vyvíjených podvozků.

Provádí se na traťových úsecích a za podmínek, které jsou předpokladem největšího projevu sledovaných vlastností.

### Pro schválení vozidla

(homologační)

EN 14363

UIC 518

(UIC 518-1, UIC 518-2)

TSI

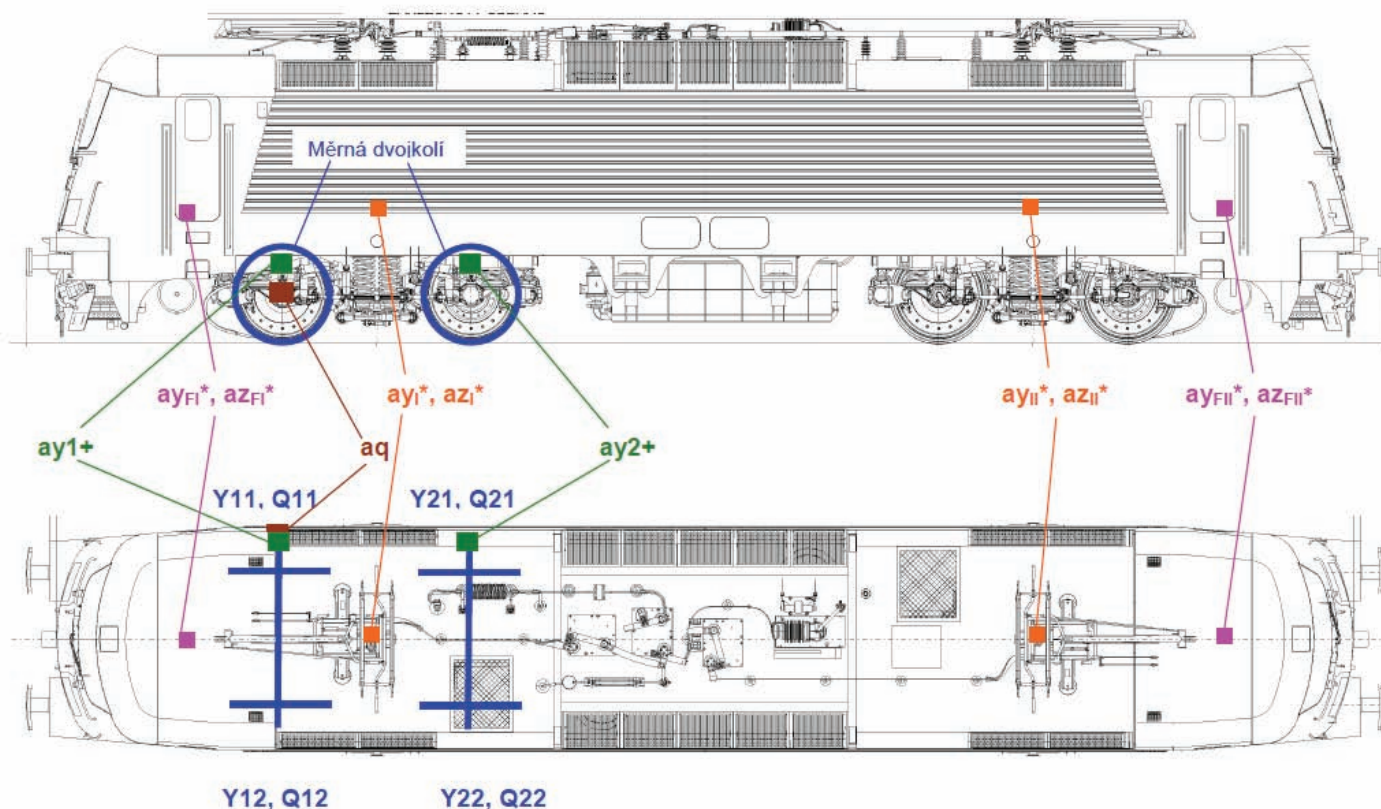


# Jízdní zkoušky pro schválení vozidla dle EN 14363 (UIC 518)

## Měřené veličiny – normální metoda

Schéma rozmístění snímačů

- - snímače zrychlení ve skříni lokomotivy (vyhodnocení jízdních vlastností)
  - - snímače zrychlení ve skříni lokomotivy (vyhodnocení bezpečnosti jízdy)
  - - snímače zrychlení na rámu podvozku
  - - snímač kvazistatického příčného nevyrovnaného zrychlení na ložiskové komoře (měření nedostatku převýšení)
- ay... – snímač příčného zrychlení; az... – snímače svislého zrychlení



## Jízdní zkoušky pro schválení vozidla dle EN 14363 (UIC 518) Limitní hodnoty pro síly mezi kolem a kolejnicí:

### Kritéria bezpečnosti jízdy:

- $(Y/Q)_{2m,lim} = 1.2$  – hodnotí možnost vyšplhání kola
- $(\sum Y)_{2m,lim} = k \cdot (10 + P_0/3)$  – měřítko bezpečnosti vůči posunutí kolejového roštu (Prud'hommeovo kritérium)  
 $P_0$  – statické nápravové zatížení     $k$  – koeficient závislý na typu vozidla

### Kritéria pro působení na trať:

(dle EN 14 363, pro vozidlo s hmotností na dvojkolí 22.5 t)

- $Y_{qst,lim} = 60 \text{ kN}$  – kvazistatická příčná kolová síla
- $Q_{qst,lim} = 145 \text{ kN}$  – kvazistatická svislá kolová síla
- $Q_{max,lim} = 200 \text{ kN}$  – maximální svislá kolová síla (pro max. provozní rychlosti 160 km/h)

## Jízdní zkoušky pro schválení vozidla dle EN 14363 (UIC 518)

### Zkušební úseky

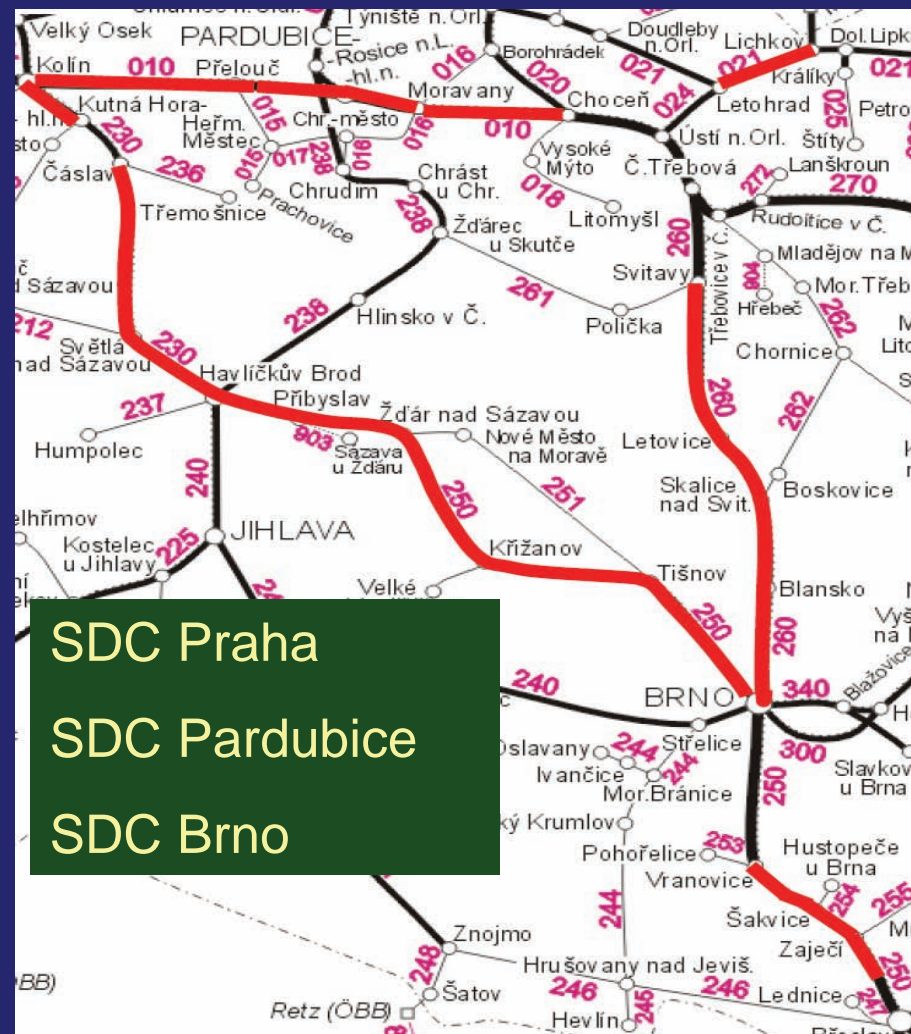
- 1) **Přímá kolej** - max. provozní rychlost vozidla + 10%  
celkem 10 km přímé koleje
- 2) **Oblouky velkých poloměrů** –  $R > 600\text{m}$ , max. provozní rychlost vozidla + 10%, celkem 10 km (5 km dle UIC 518)
- 3) **Oblouky malých poloměrů** –  $R$  400 až 600 m (50 úseků)
- 4) **Oblouky malých poloměrů** –  $R$  250 až 400 m (25 úseků)

### nedostatek převýšení pro oblasti 2, 3, 4:

- nákladní vozy, loko pro nákl. dopravu: 91 až 149.5 mm  
(20% úseků 136.5 až 149.5 mm)
- osobní a motorové vozy, lokomotivy : 105 až 172.5 mm  
(20% úseků 157.5 až 172.5 mm)

Dle EN 14363 celý rozsah zkoušek na sklonu upevnění kolejnic 1/20 i 1/40.

# Zkušební tratě



## Spolupráce VÚKV a SŽDC

Příprava jízdních zkoušek vyžaduje úzkou spolupráci vykonavatele zkoušky a správce infrastruktury:

- vykonavatel zkoušky potřebuje pro přípravu údaje o trasování koleje (vyhledání vhodných úseků)
- potřebný nedostatek převýšení při zkoušce dle EN 14363 >130 mm (horní rychlostníky) >>> zkušební rychlost je ve vybraných úsecích vyšší než traťová
- pro zkušební jízdy rychlosti vyšší než traťovou, či s vyšším nápravovým zatížením VÚKV objednává posouzení příslušnou SDC
- tyto jízdy vyžadují Rozhodnutí DÚ, v některých úkonech vůči DÚ je nezastupitelná činnost vlastníka infrastruktury
- zkušební vlaky vyžadují přípravu speciálních jízdních řádů a dopravních opatření

## Spolupráce VÚKV a SŽDC

### Spolupráce během zkoušky:

- v případě potřeby objednává VÚKV střežení přejezdů, přítomnost pracovníka SDC na hnacím vozidle

### Doložení parametrů zkušebních tratí:

- nákup dat z měřicího vozu GPK TÚDC

## Spolupráce VÚKV a SŽDC

### Možné výhody pro SŽDC:

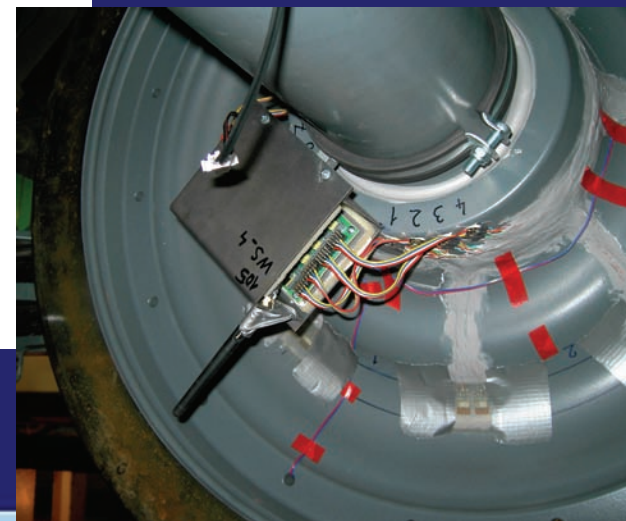
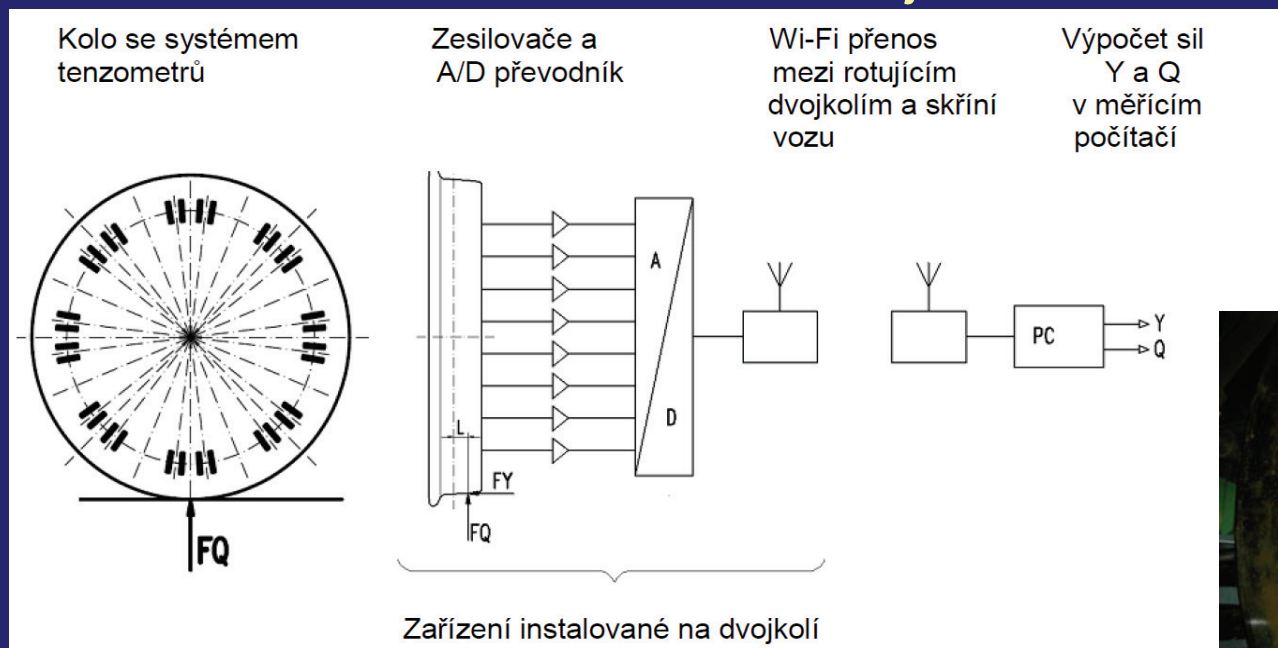
- informace o jízdním chování a působení na trať nových vozidel, ještě před jejich zařazením do provozu
- výsledky může správce infrastruktury zohlednit při stanovení podmínek přístupu nového vozidla na dopravní cestu
- naměřené kolové síly je možné použít pro verifikaci tratě a pro identifikaci problémových míst na trati

Jízdní zkoušky představují samozřejmě jistou komplikaci pro pracovníky SDC i pro vlastní provoz, jsou ale nezbytnou součástí schvalovacího procesu vozidel a nutnou podmínkou dalšího vývoje pojezdů. Definice a ověření silových účinků mezi vozidlem a kolejí je významná zvláště při majetkovém oddělení dopravců a infrastruktury.

## Měrná dvojkolí VÚKV

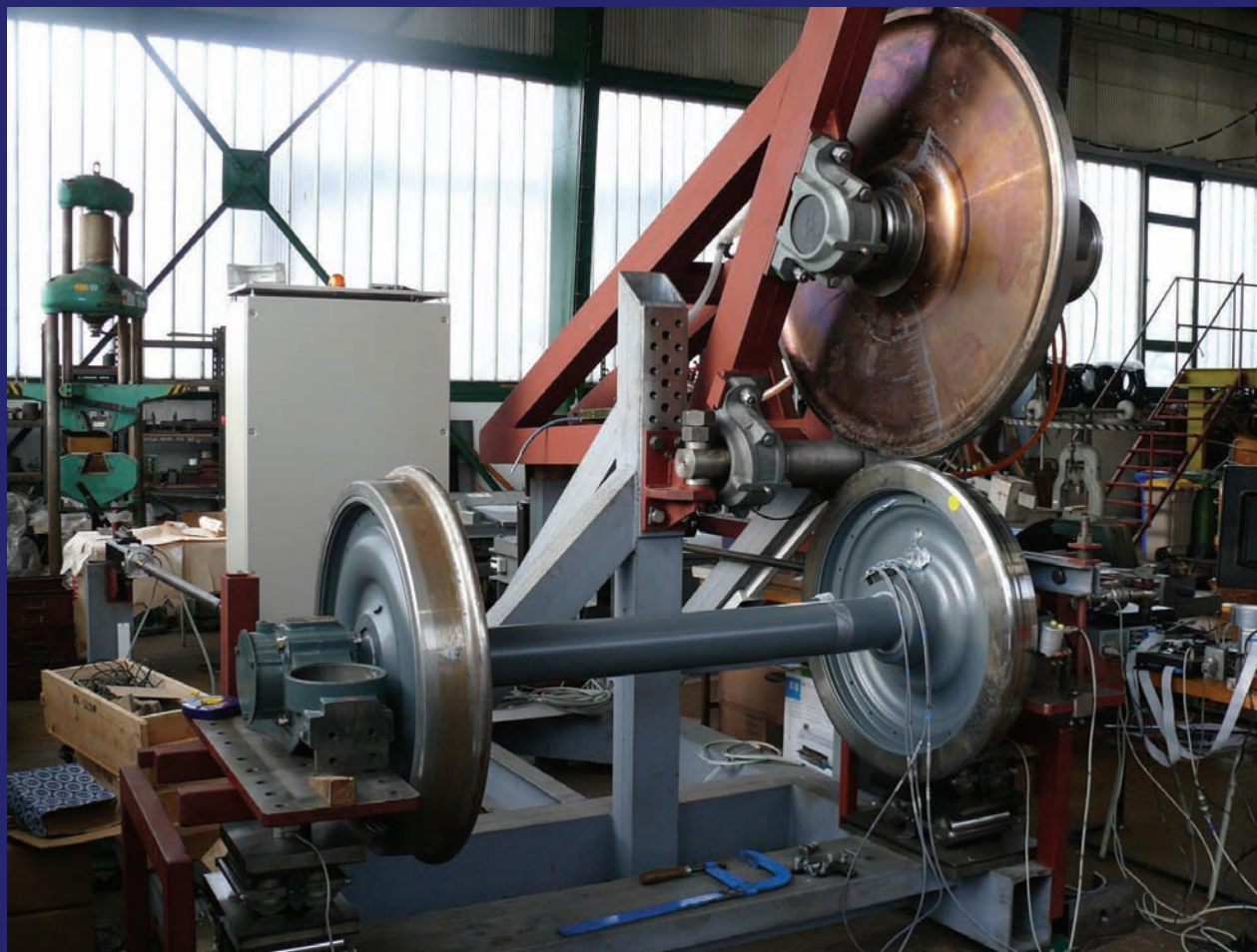
- měrné dvojkolí je VÚKV vyvíjeno od 90. let 20. století
- nyní jsou používána měrná dvojkolí 3. generace

### Schéma funkce měrného dvojkolí:

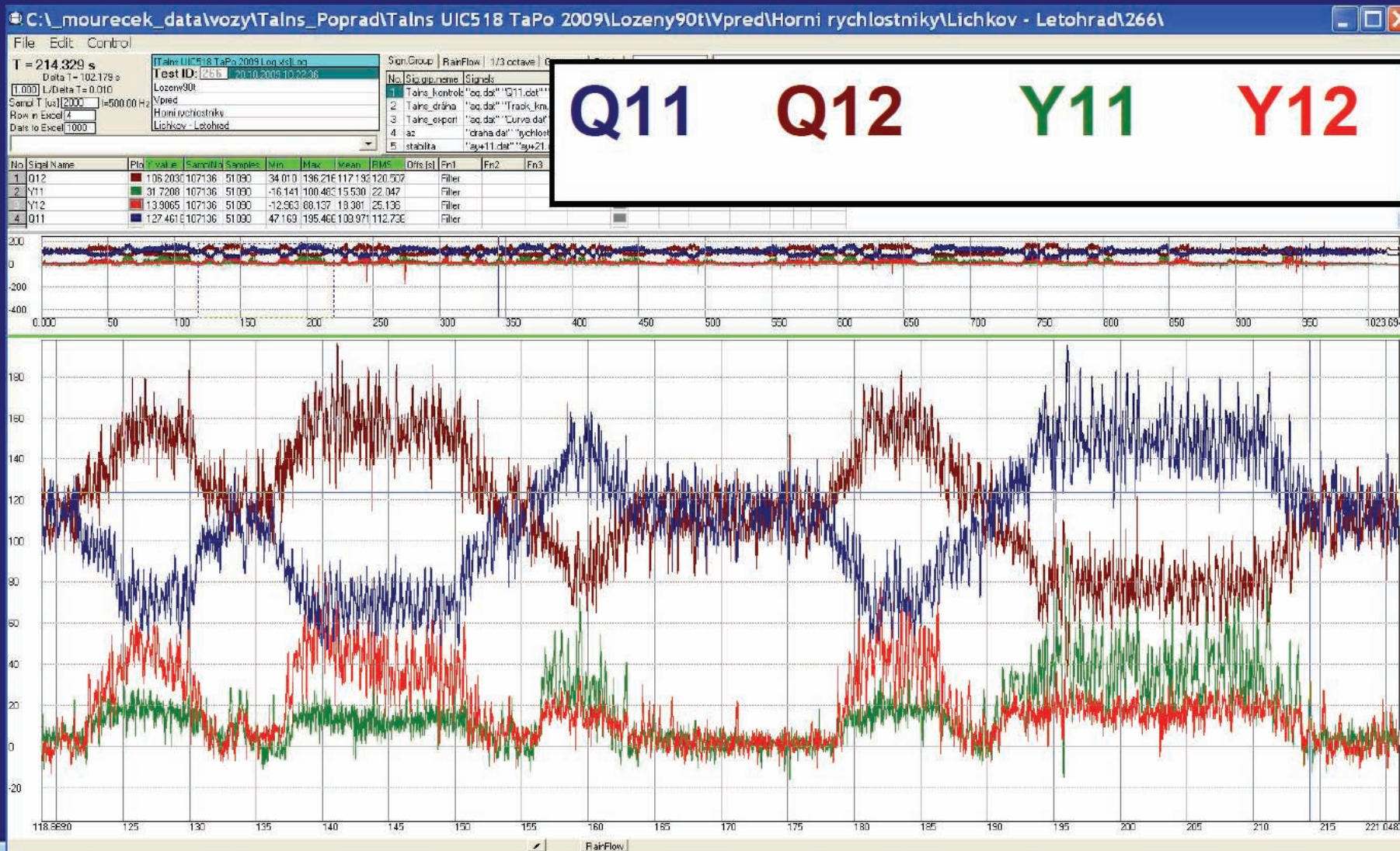




## Stav pro kalibraci zkušebních dvojkolí

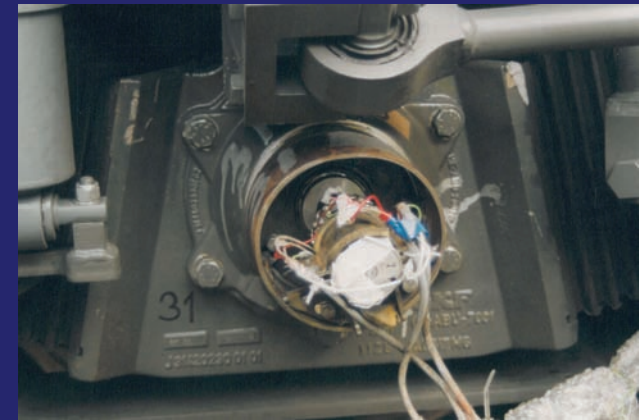


## Ukázka záznamů z měření



## Zkoušky prováděné VÚKV s měřením sil mezi kolem a kolejnicí

- 1. generace měrných dvojkolí – cca rok 1995 – např. zkoušky přípojných a řídicích vozů ř. 043 a 943 – ověření vlastností sunuté soupravy
- 2. generace měrných dvojkolí (měření sil  $Y$  a  $Q$  z deformace disku kola, přenos signálu kroužkovými hlavami), použití v letech 1995 až 2008), např.:
  - motorová jednotka Integral (výrobce Integral Verkehrstechnik AG Jenbach, zkoušky na tratích v Rakousku a SRN, 1998 - 1999), rozsáhlé vývojové zkoušky (ladění nastavení aktivních prvků ovlivňujících jízdní vlastnosti) a následné zkoušky pro schválení



## Zkoušky prováděné VÚKV s měřením sil mezi kolem a kolejnicí

- zkoušky pro schválení různých nákladních vozů, např.:

Hbbillnss – r. 2000, SRN a ČR



Tadnss – r. 2005 až 2006, ČR



Scmrs – r. 2006 až 2007, ČR



Fans – r. 2004 až 2005, ČR



## Zkoušky prováděné VÚKV s měřením sil mezi kolem a kolejnicí

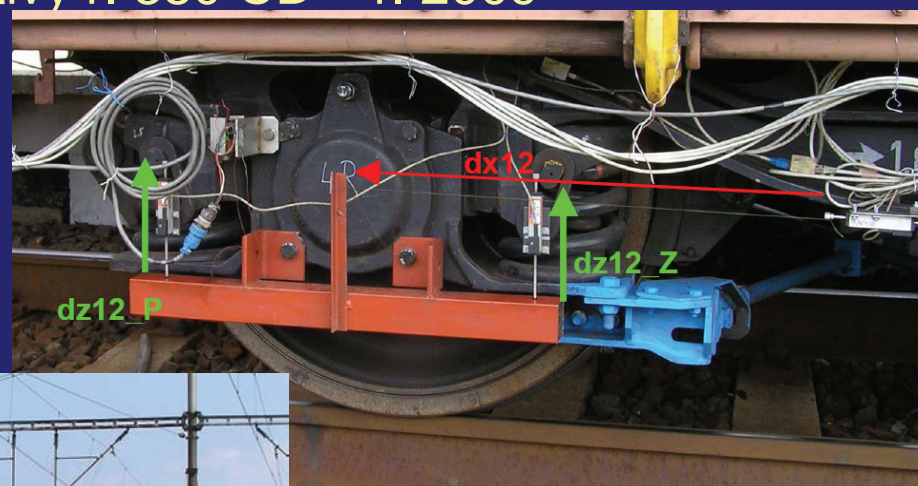
- zkoušky pro schválení vozů el. jednotky ř. 471 - r. 1999
- zkoušky pro schválení vozů M1 - metro Praha - r. 1999
- vývojové zkoušky nákladního podvozku ASB 1800 – r. 2005 až 2008



## Zkoušky prováděné VÚKV s měřením sil mezi kolem a kolejnicí

### 3. generace měrných dvojkolí – od roku 2008

- porovnávací jízdní zkoušky vozů pařížského metra - Paříž r. 2008
- vývojové zkoušky nákladního podvozku TVP 2007 - r. 2007 - 2010
- vývojové zkoušky el. lokomotivy ř. 380 ČD – r. 2009  
(pro schválení: 2010)



VÚKV děkuje všem pracovníkům SŽDC, zapojeným do přípravy a provádění jízdních zkoušek, za vstřícné jednání a velmi dobrou spolupráci.

**Děkujeme za pozornost.**

Ve VÚKV byl tento příspěvek zpracován za podpory projektu MŠMT 1M0519 – Výzkumné centrum kolejových vozidel.