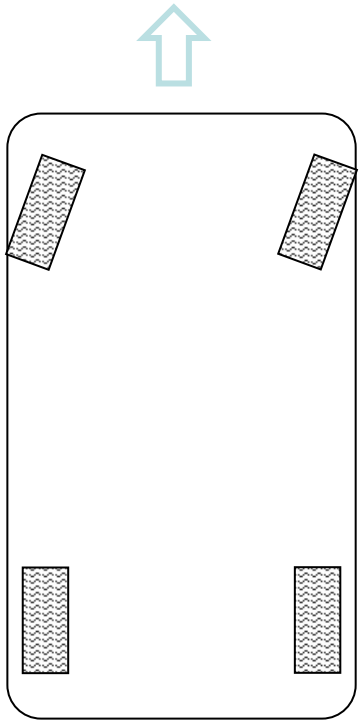
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Směrové řízení vozidla

Ing. Pavel Brabec, Ph.D.
Ing. Robert Voženílek, Ph.D.

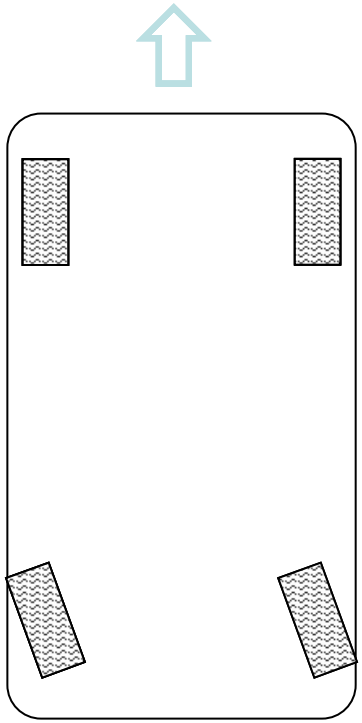
Možnosti směrového řízení u vozidel

- zatáčející kola přední nápravy (klasická koncepce u rychle jedoucích vozidel)



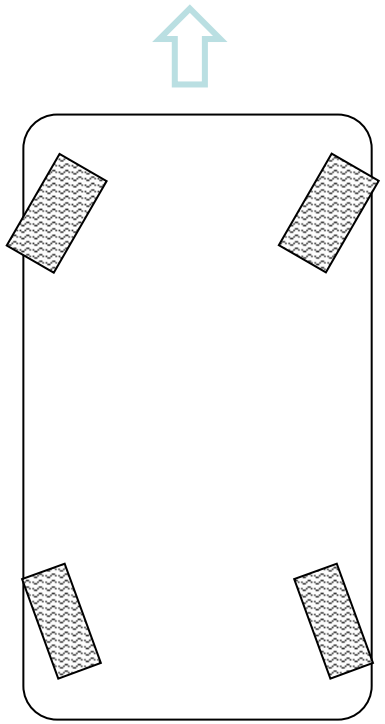
Možnosti směrového řízení u vozidel

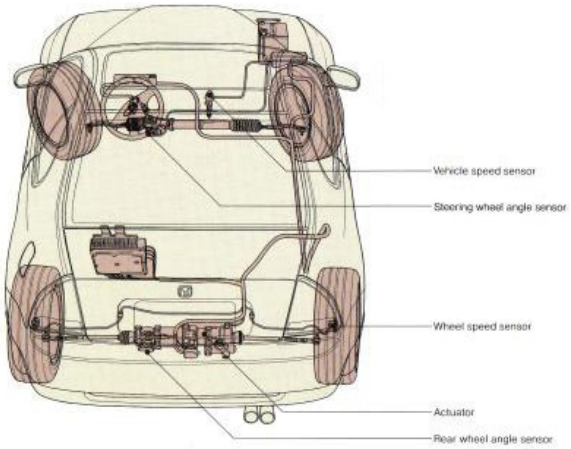
- zatáčející kola zadní nápravy (pomalu jedoucí stroje – vysokozdvižné vozíky)



Možnosti směrového řízení u vozidel

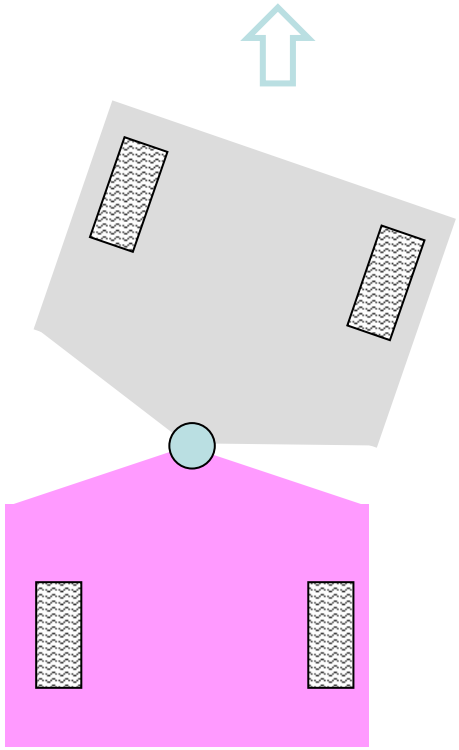
- zatáčející kola na obou nápravách (systém 4WS – osobní automobily, autobusy, …)





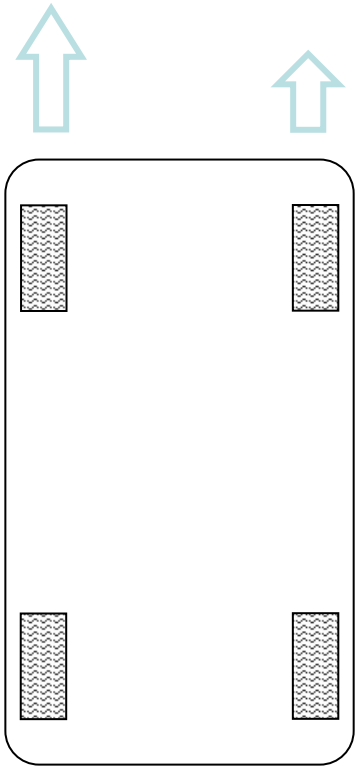
Možnosti směrového řízení u vozidel

- kloubový rám (pracovní stroje - kolové nakladače)

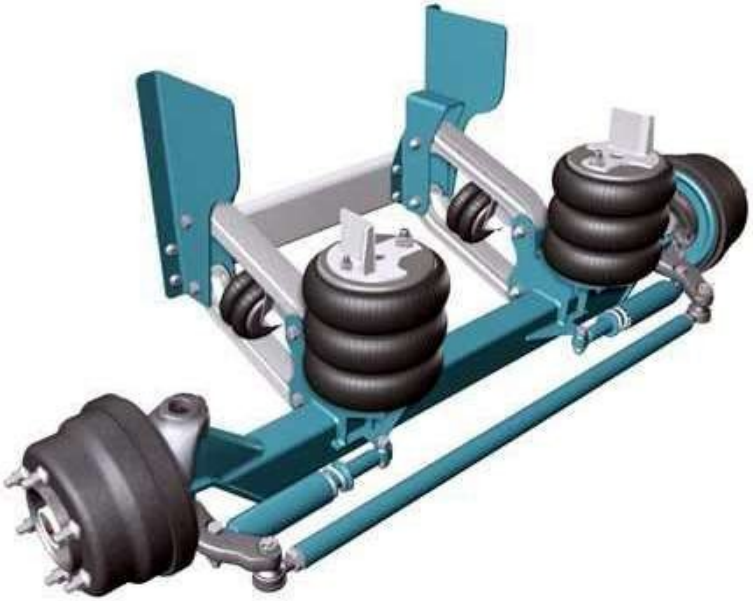


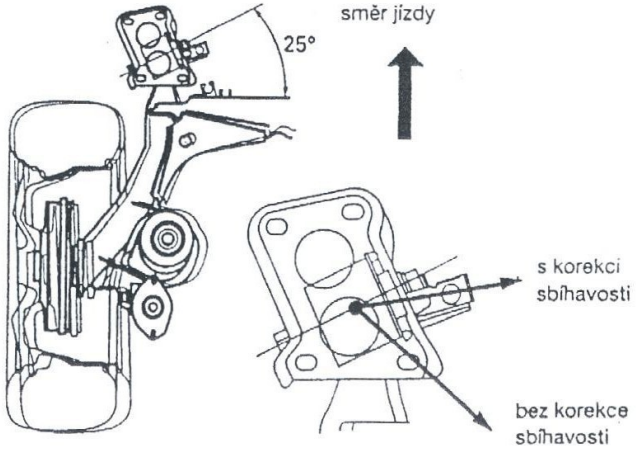
Možnosti směrového řízení u vozidel

- nezávislý pohon levých a pravých kol (kolové pracovní stroje, pásové vozidla)

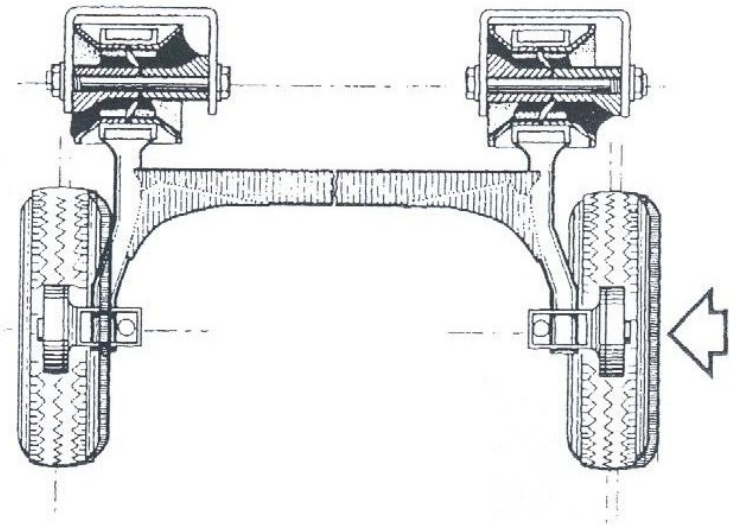


Aktivní a pasivní směrové řízení u náprav





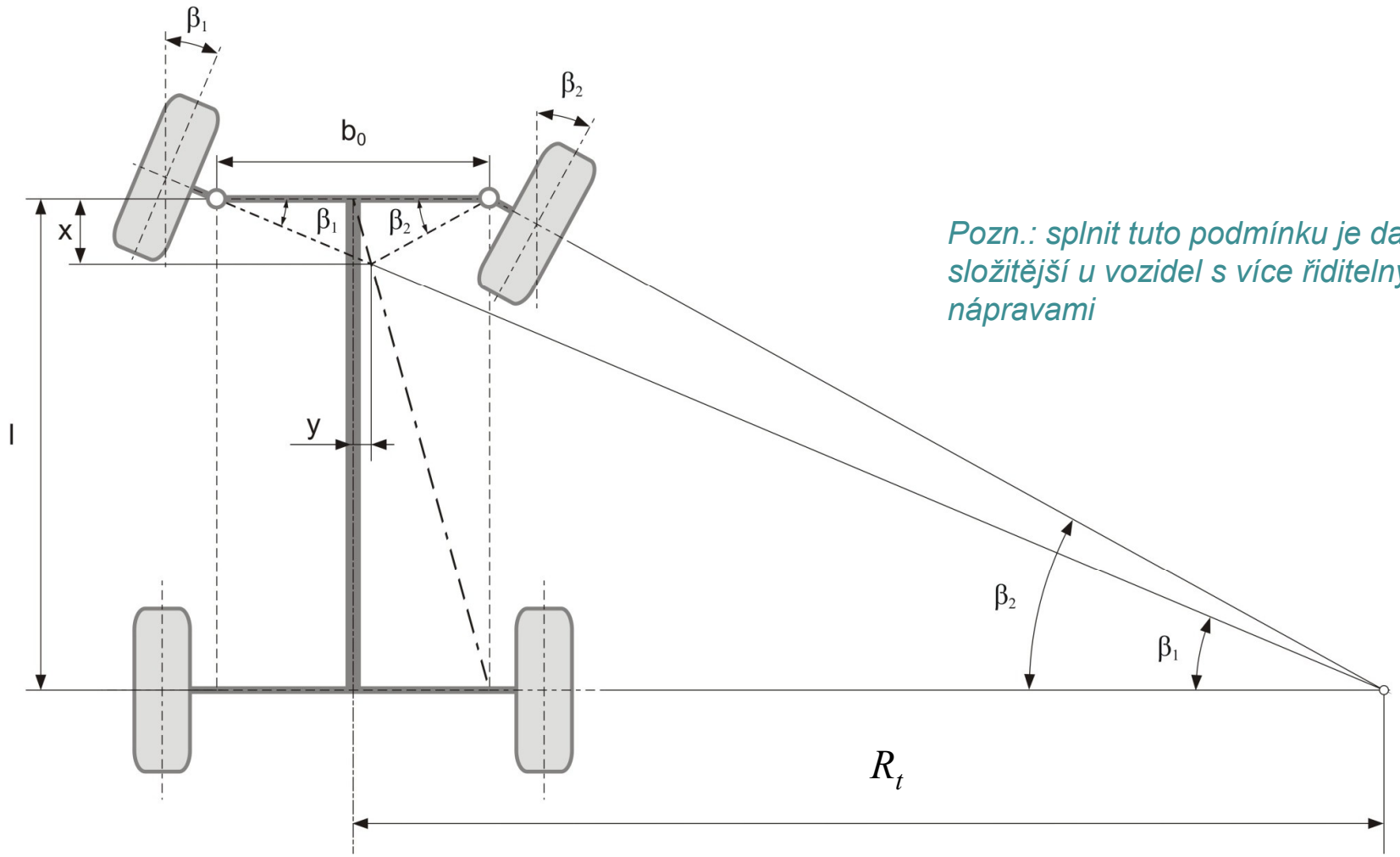
Obr. *Vliv boční síly na sbíhavost zadní nápravy Škoda Octavia, VW Golf IV*



Obr. *Spřažená náprava vozu VW Passat*

Ackermannova podmínka (teorie řízení)

- aby v zatáčce nedocházelo k prokluzu kol (jen odvalování), musí být úhel natočení (zatočení) kol rozdílný – mají jeden společný střed zatáčení (pól)

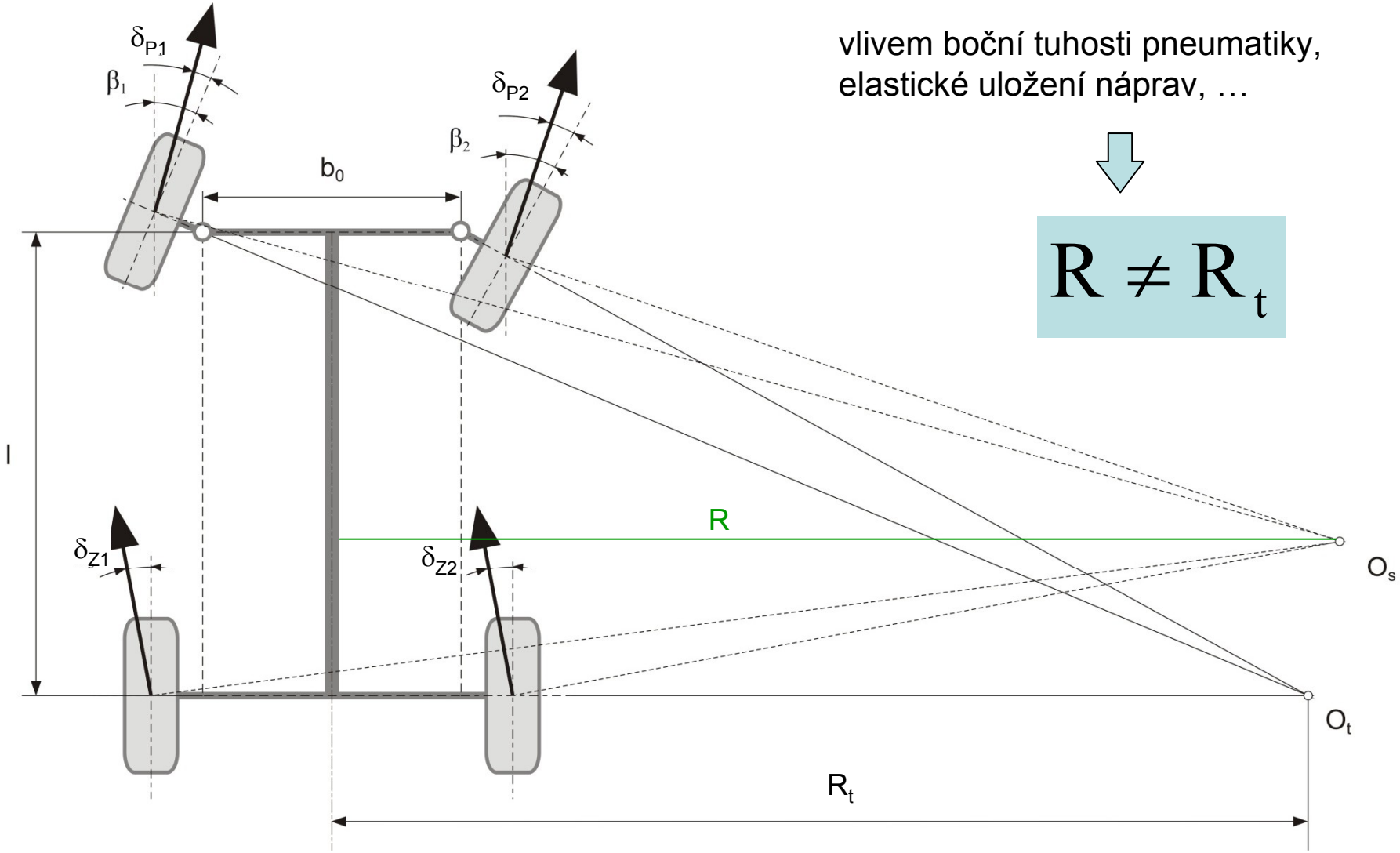


Pozn.: splnit tuto podmínku je daleko složitější u vozidel s více řiditelnými nápravami

Dynamika jízdy v zatáčce – teoretický a skutečný poloměr zatáčení

vlivem boční tuhosti pneumatiky, elastické uložení náprav, …

$$R \neq R_t$$



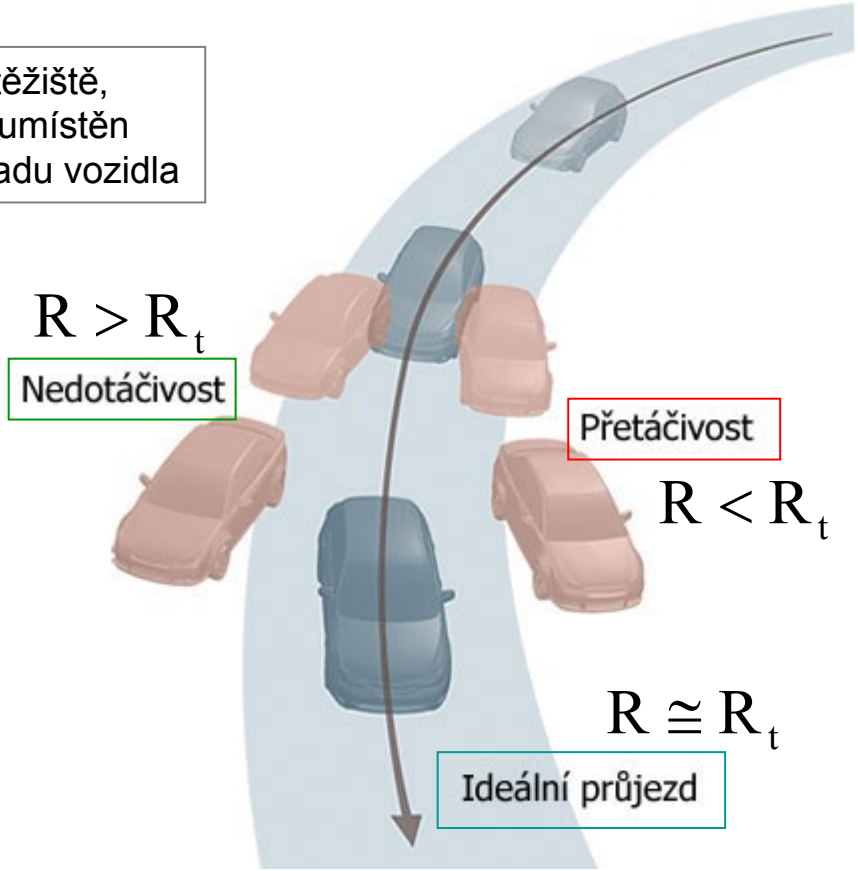
Dynamika jízdy v zatáčce – vozidlo nedotáčivé a přetáčivé

- velikost úhlu δ mezi rovinou otáčení a valení kola můžeme ovlivnit velikostí boční síly nebo boční tuhostí pneumatiky

např.:

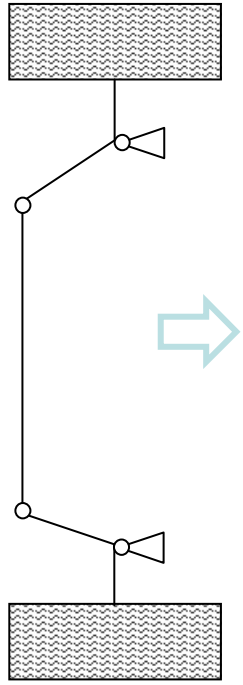
- přední pneumatiky radiální, zadní diagonální = přetáčivé
- snížení tlaku v zadních pneumatikách = přetáčivé

podélná poloha těžiště, např. agregát je umístěn vpředu, nebo vzadu vozidla



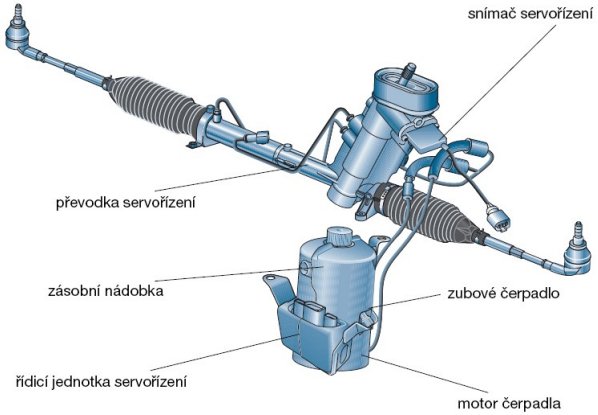
Vozidlo by mělo být mírně nedotáčivé !!!

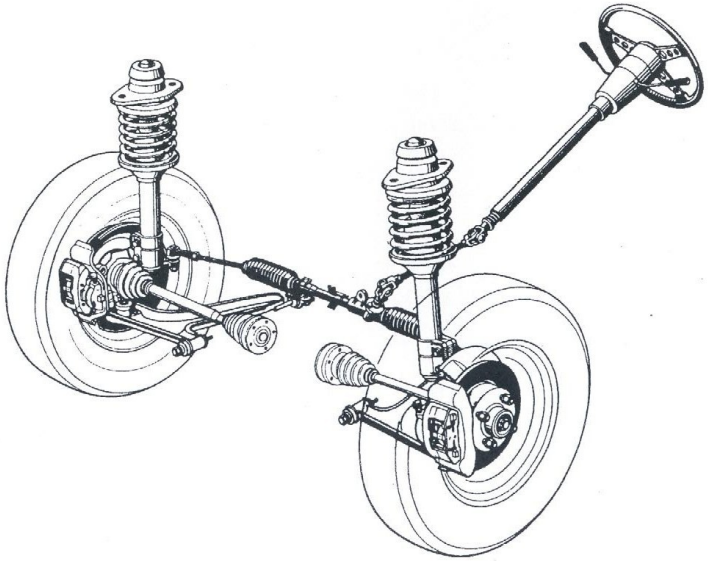
Současné konstrukce směrového řízení u vozidel



Osobní automobily (rychle jedoucí vozidla)

- zatáčející kola přední nápravy
- klasický mechanismus řízení (Ackermannova podmínka se může přibližně splnit pomocí kloubového lichoběžníkového řízení) + převodka řízení (šnekový nebo hřebenový převod)
- dnes skoro již standard posilovač řízení (hydraulický, elektrohydraulický nebo elektromechanický systém)



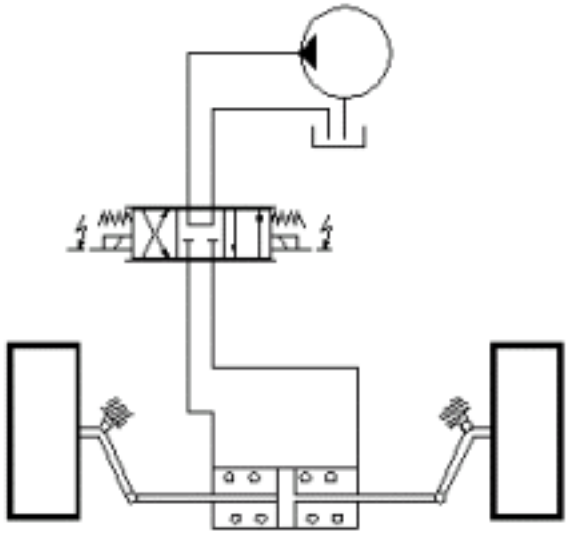


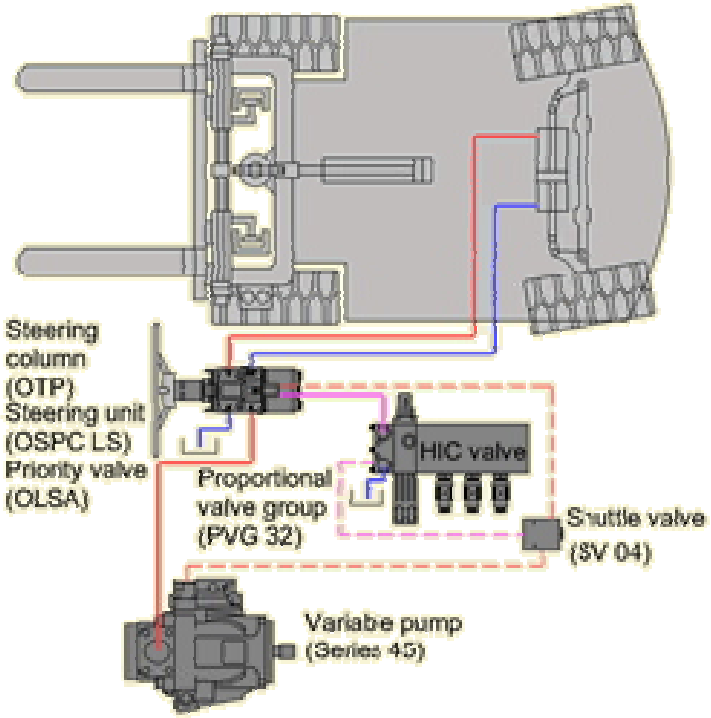
Obr. Přední náprava McPherson automobilu VW Scirocco - řídící tyče jsou připevněny ke koncům hřebene

Současné konstrukce směrového řízení u vozidel

Nákladní automobily, pracovní stroje, …

- klasický mechanismus řízení s posilovačem řízení
- nepřímé řízení = není použita pevná vazba mezi ovládacím členem (volantem) a řídící tyčí kola /Steer By Wire/ - *např.:elektrohydraulický systém řízení vozidla*

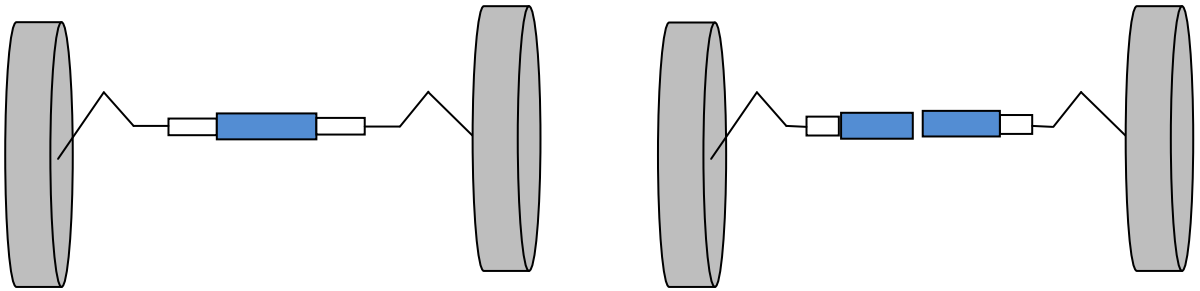




Současné konstrukce směrového řízení u vozidel

Nákladní automobily, pracovní stroje, …

- klasický mechanismus řízení s posilovačem řízení
- nepřímé řízení = není použita pevná vazba mezi ovládacím členem (volantem) a řídící tyčí kola /Steer By Wire/ - *např.:elektrohydraulický systém řízení vozidla*
- tato koncepce umožňuje směrové řídit každé kolo zvlášť (zaručení dodržení Ackerman. podmínky)



Moderní systémy směrového řízení u vozidel

Aktivní řízení u osobních vozidel (dynamické řízení PN)

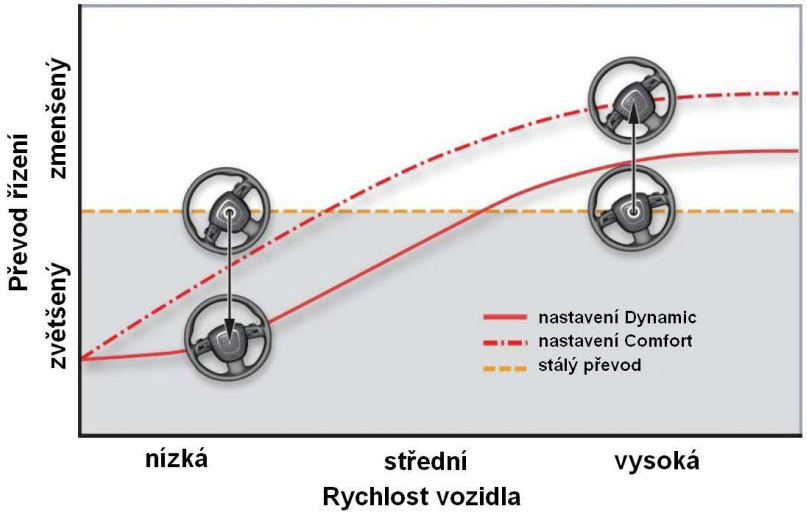
- tento systém sériově používá např. BMW, Audi, Honda…
- má přerušenou tyč řízení a do tohoto místa vsazen planetový převod, který je zapojen jako diferenciál s dvěma vstupy (volant + akční člen) a jedním výstupem k vlastnímu řízení.
- tato koncepce splňuje zákonnou podmínku pevné mechanické vazby volant-kola a zároveň umožňuje měnit převodový poměr řízení a tím vlastní natočení kol od natočení volantu
- v podstatě lze s tímto systémem natočit kola aniž by se volant pohnul a naopak, tato vlastnost se používá jednak pro zvýšení komfortu, ale hlavně pro zvýšení stability v mezních situacích jako doplněk k ESP.

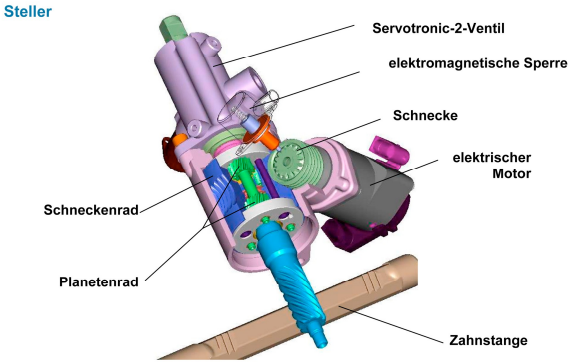
Moderní systémy směrového řízení u vozidel

Aktivní řízení u osobních vozidel (dynamické řízení PN)

možnosti systému:

- např. využití pro automatické zaparkování vozidla
- proměnný převodový poměr řízení
- bezpečnost (zvýšení stability) - natočit kola aniž by řidič pohnul volantem

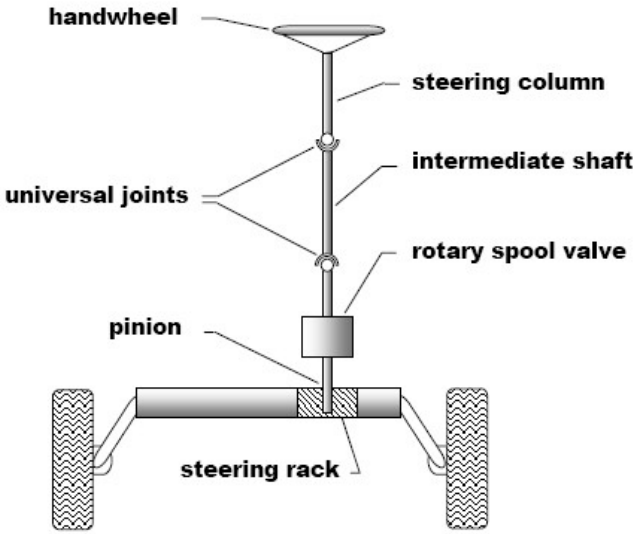




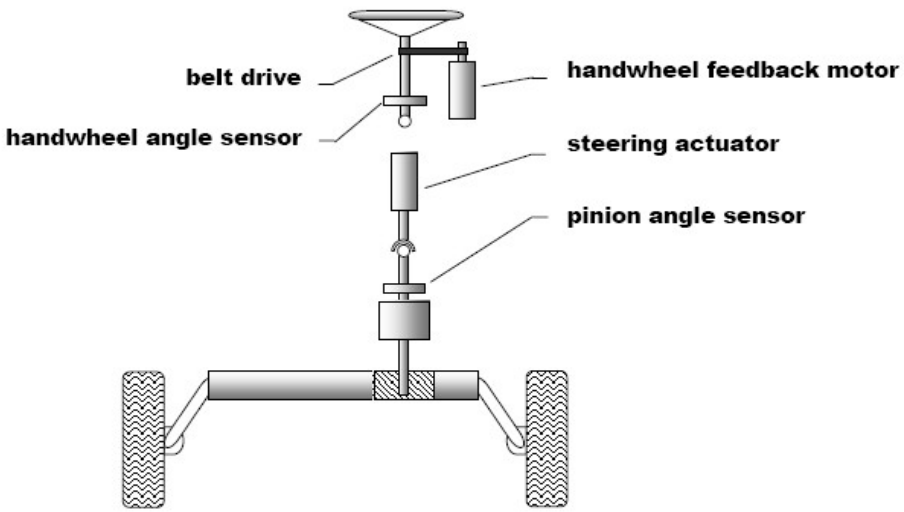
Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení SBW

Steer By Wire - není použita pevná vazba mezi ovládacím členem (volantem) a řídící tyčí kola

- Tento systém se již běžně používá v letecké technice a u různých prototypů vozidel, kde k jeho sériovému nasazení zatím brání legislativa.
- Velice vhodnou se nabízí kombinace systému steer-by-wire se systémy ESP.
- Uvolnění „tuhého“ spojení předních kol automobilu by mohlo vytvořit podmínky pro optimalizaci kinematických vazeb a tím potom zdokonalit systém směrového řízení.

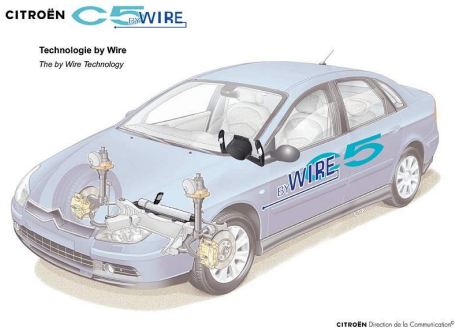


Conventional steering system

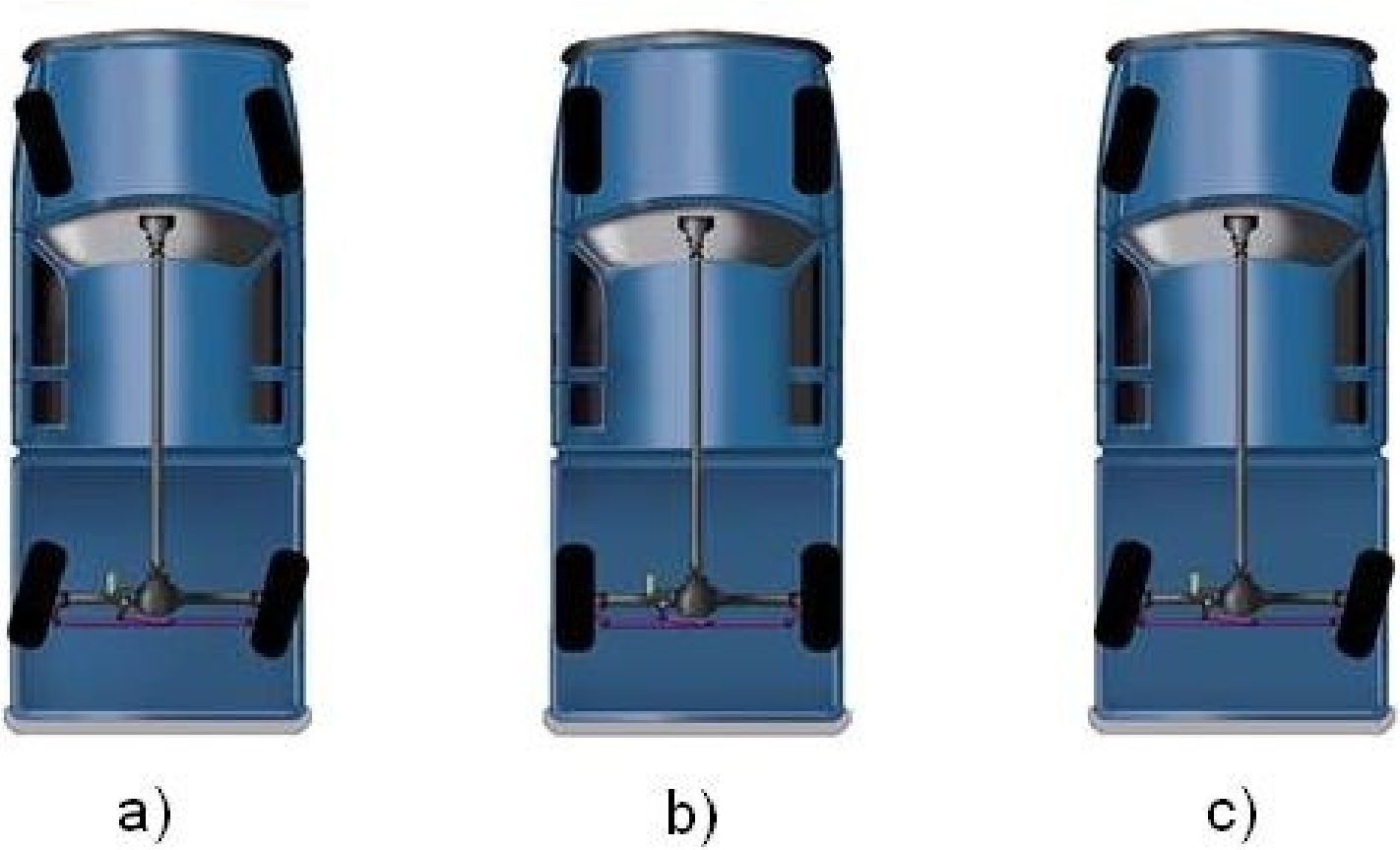


Steer-by-wire system

Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení SBW

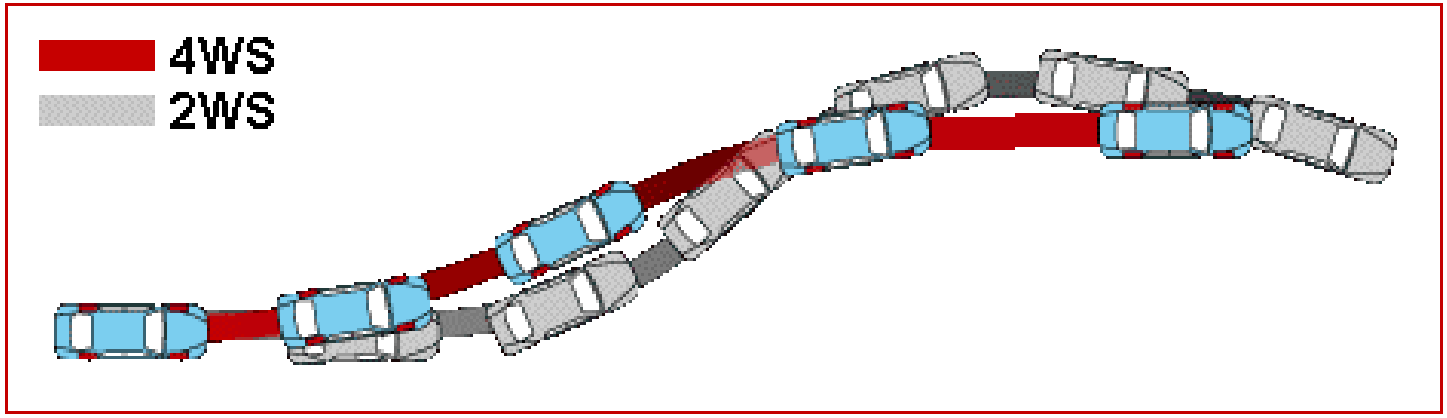


Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení 4WS

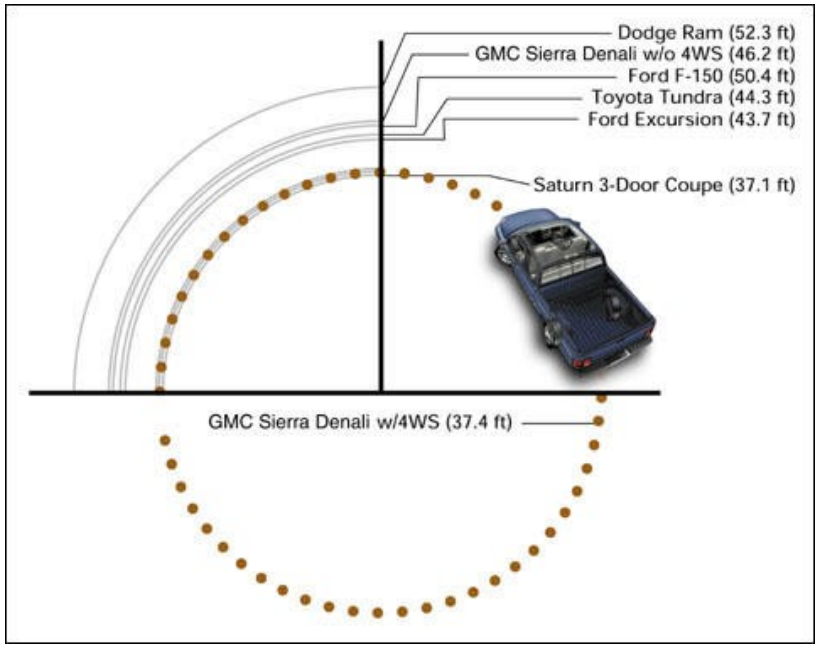


Obrázek - Způsoby řízení zadních kol
a) nesouhlasné řízení, pro pohyb velmi nízkou rychlostí, pomoc při parkování (přibližně do 40 km/h); **b)** konvenční řízení, kola zadní nápravy se nevychylují; **c)** souhlasné řízení, pro zvýšení stability při rychlé jízdě.

Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení 4WS



Zdroj: Mazda



Zdroj: DELPHI QUADRASTEER (fa GM)

Systém 4WS

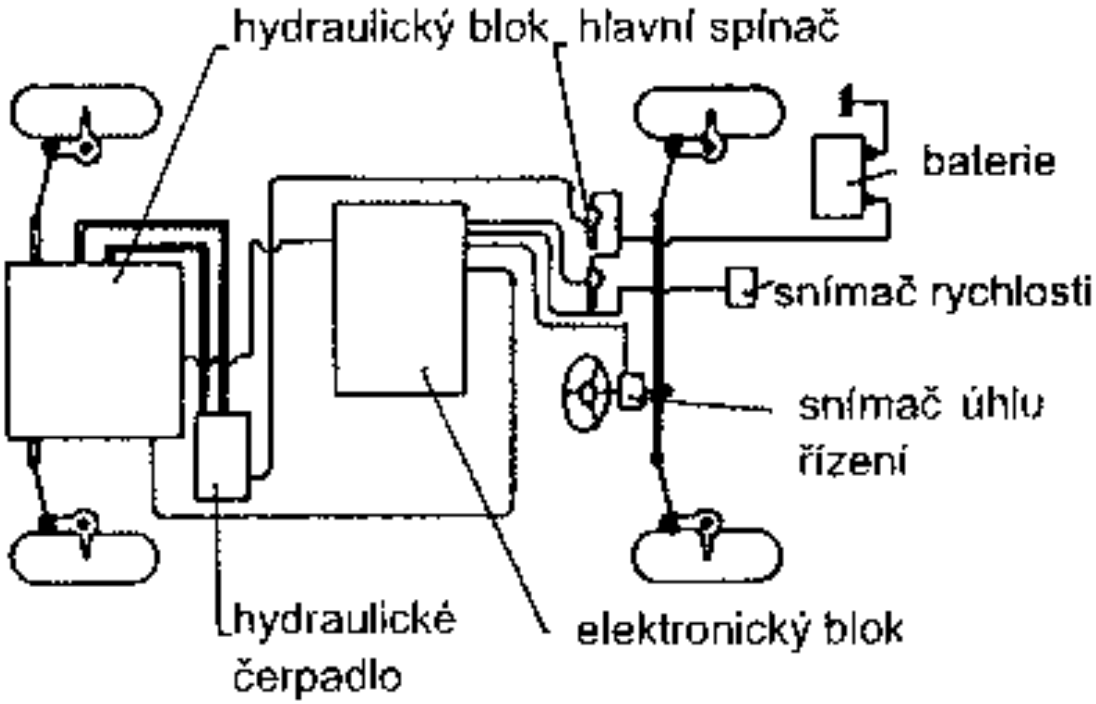
Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení 4WS

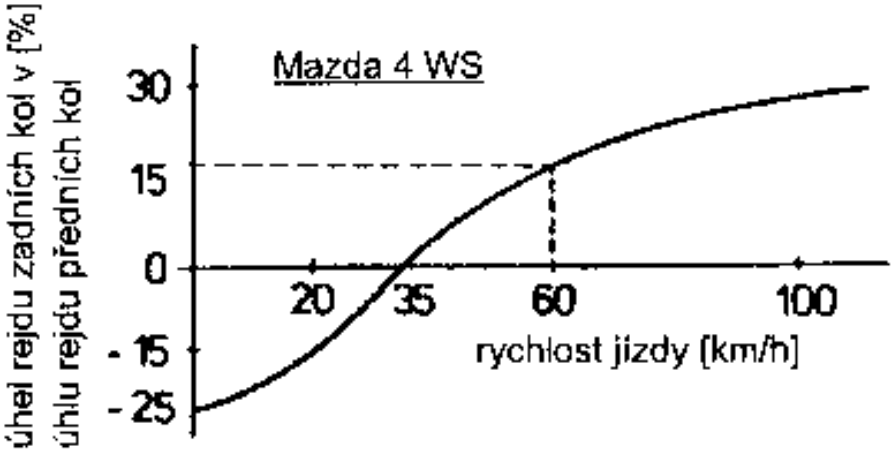
- Nejčastěji se aplikují tři systémy pro ovládání zadních kol:

- mechanický systém (např. Honda 4WS)
- elektrohydraulický systém (např. Mazda 626, BMW, Nissan, Mitsubishi Sigma)
- elektromechanický systém (např. Honda E-4WS, Delphi Quadrasteer, Continental, Renault)

Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení 4WS

elektrohydraulický systém Mazda



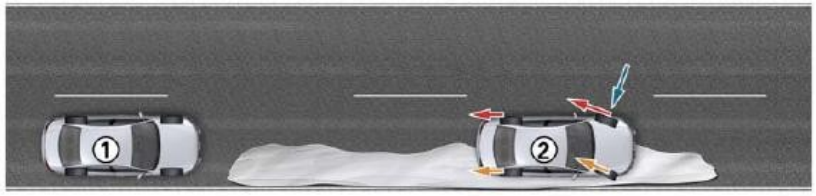


Moderní systémy směrového řízení u vozidel - Systém řízení 4WS

video

Možné přínosy moderního směrového řízení - SBW:

- aktivní prvek v oblasti zvýšení bezpečnosti vozidla
- spolupráce s dnes již běžně používané systémy (ESP – Electronic stability program, ACC – Adaptive Cruise Control, DSC – Driver Status Monitoring)
- možnost řídit každé kolo zvlášť = definovat přesně jen jeden pól zatáčení pro všechny situace (jízdní i provozní)
- autonomní systém, který by mohl eliminovat některé jízdní stavy bez zásahu řidiče (předcházelo by se vzniku nebezpečné situace)
- eliminace poddajnosti pneumatiky a elastického uložení při použití snímače skutečného natočení kola
- …



TUL – zkušební stanoviště

Na našem pracovišti vzniklo experimentální laboratorní stanoviště pro měření a optimalizaci **elektrohydraulického systému steer-by-wire**.

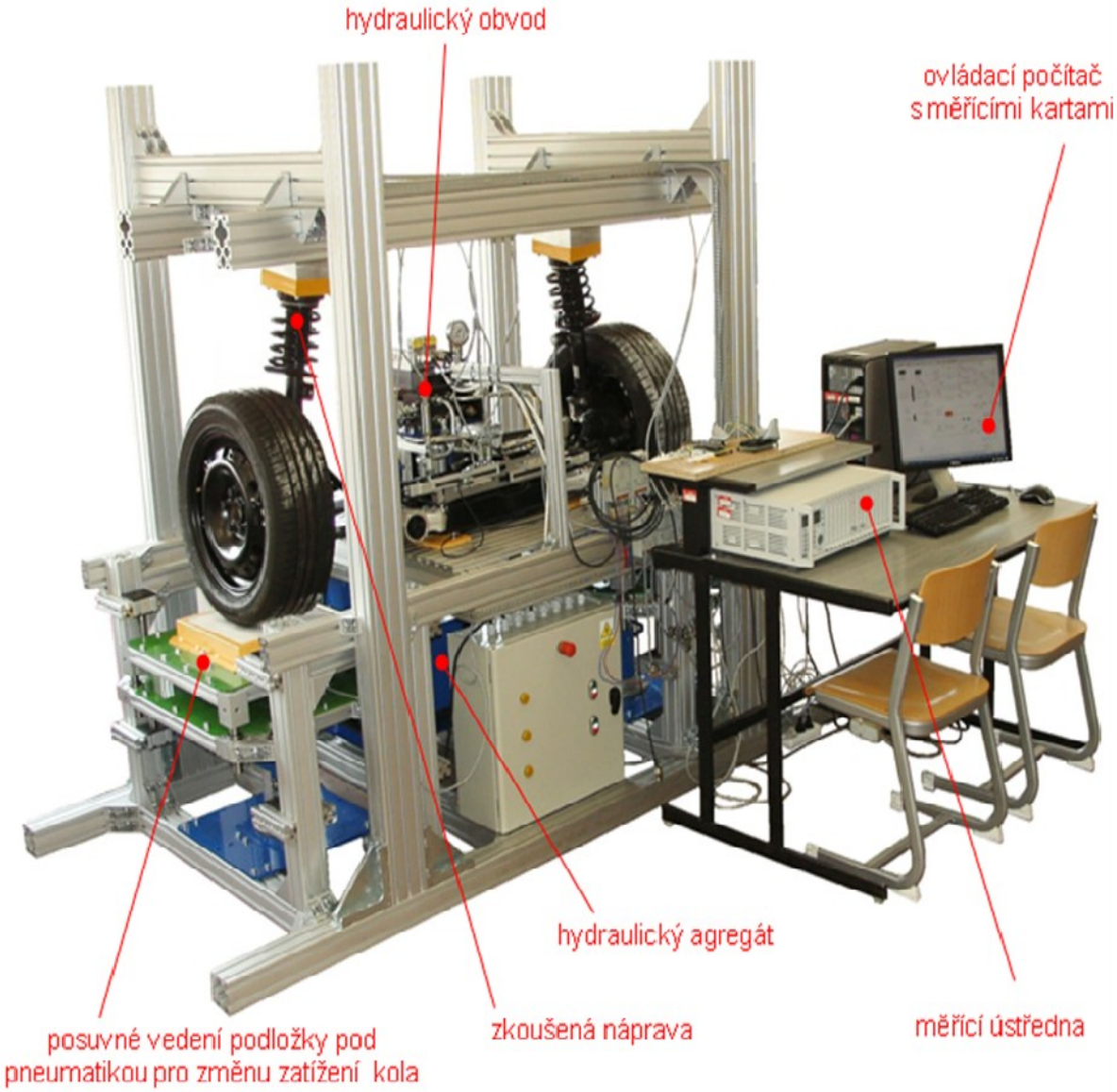
Zkušební zařízení je navrženo:

- pro zkoušení systému při nulové rychlosti – situace při parkování,
- umožní rychlé přizpůsobení stanoviště pro použití různých náprav automobilů a pneumatik,
- umožní simulaci chování systému pro různé typy povrchů s rozdílným součinitelem adheze,
- umožní vytvářet změnu zatížení nápravy např. v závislosti na obsazení vozu.

Cíl do budoucna:

- stanoviště s elektromechanickým systémem
- použití v automobilu

TUL – zkušební stanoviště



Obrázek - Laboratorní model (speciální zkušební zařízení v laboratoři katedry vozidel a motorů) – k ovládání každého z kol je užito mechanismu s lineárními hydromotury. Pro řízení a sběr dat byla použita multifunkční karta MF624 a software Matlab/Simulink a rovněž i měřicí ústředna MGCplus (Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH), software catman®Easy.

TUL – zkušební stanoviště / elastokinematika nápravy

video

Děkuji za pozornost.