

# Systemy ve vozidle

Měření a zpracování dat (MDS)

Ondřej Příbyl

Ústav aplikované matematiky  
ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

6. Přednáška



## Osnova

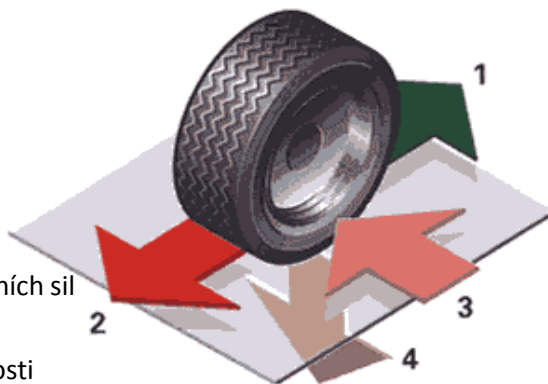
- Teorie jízdy vozidla
  - Jízdní stabilita
  - Kammova kružnice
- Systémy podporující stabilitu jízdy vozidla
  - ABS a navazující systémy
- Systémy podporující řidiče
  - Airbagy, natočení světel, ...
- Závěr

## Jízdní stabilita a dobrá ovladatelnost vozidla

### Stabilita jízdy

- Základní podmínkou je přilnavost kol k vozovce - adheze. Ta je dána silami působícími za jízdy na plochu styku kola s vozovkou.

1. hnací síla
2. brzdná síla, působící proti hnací síle
3. stranové vodící síly, zajišťují říditelnost vozu
4. tíha, spolu s třením umožňují působení ostatních sil



- a také momenty setrvačnosti

Ondřej Příbyl K611MDS 6. lekce

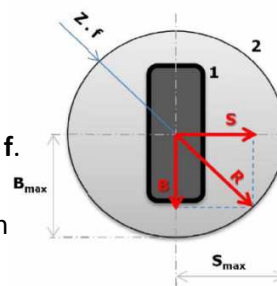
3

## Jízdní stabilita a dobrá ovladatelnost vozidla

### Kammova kružnice

#### Kammova (třecí) kružnice:

- Znázorňuje okamžité adhezní vlastnosti
- Poloměr je **úměrný přilnavosti kola k vozovce**.
- Maximální velikost adhezních sil závisí na hodnotě součinu **normálové síly Z** a **součinitele přilnavosti f**.
- Aby nedošlo ke ztrátě adheze mezi pneumatikou a vozovkou, **nesmí** výslednice podélných a příčných sil  $R$  překročit poloměr kružnice.
- **B - Podélné síly** (hnací moment motoru, brzděním)
- **S - Boční síly** (při jízdě v zatáčkách a také při bočním sklonu vozovky.)
- **R – výsledná přenesená síla**



$$R_k = B_{\max} = S_{\max} = \sqrt{B^2 + S^2} \leq Z \cdot f$$

Ondřej Příbyl K611MDS 6. lekce

4

Kammova kružnice

## Jízdní stabilita a dobrá ovladatelnost vozidla

Kammova kružnice

- Ztráta kontroly nad vozidlem ve 3 krocích ( $G=R$ ):
  - normální stav
  - zmenšování síly  $S$  vlivem zvětšování síly  $B$
  - síla  $S = 0$ , vozidlo ve smyku

1

2

3

**Brzdná síla  $B$ , stranová vodící síla  $S$ , Výsledná síla  $G(R)$**

Ondřej Příbyl K611MDS 6. lekce 5

## Osnova

- Teorie jízdy vozidla
- Systémy podporující stabilitu jízdy vozidla
- Systémy podporující řidiče
- Závěr

Ondřej Příbyl K611MDS 6. lekce 6

## Systémy podporující stabilitu jízdy vozidla

- **ABS** – protiblokovací brzdové systémy (Antiblockiersystem)
- **EDS** – elektronický závěr diferenciálu (Electronic Differential Slippery)
- **MSR** – Regulace brzdného momentu motoru (Engine drag torque control)
- **ASR** – protiprokluzové systémy (Anti-Slip Regulation)
- **EBD** – elektronická distribuce brzdné síly (Electronic Brakeforce Distribution)
- **ESP** – elektronická stabilizace jízdy (electronic stabilization programme)
- **BA** – brzdový asistent (zkratka: brake assistant)

Všechny systémy podporující stabilitu vozidla se řadí mezi aktivní bezpečnosti vozidla

## ABS - protiblokovací brzdové systémy

- 1929 – použití pro letadla, 1936 – patent BOSCH pro vozidla, 1966 – první zkušební vozidlo.

### Princip

- Neustále sleduje a vyhodnocuje otáčení **všech** kol.
- Při zjištění prokluzu kola (odvaluje se pomaleji než ostatní) snižuje tlak v brzdné soustavě (odbrzdí kolo) **zabraňuje** tak zablokování kola při brzdění a tím **ztrátě adheze** mezi kolem a vozovkou
- kolo má největší brzdný účinek, je-li ve skluzu asi 15% - optimalizace na tuto hodnotu skluzu

### Funkce

- k dosažení maximální brzdící síly a zároveň zachování stability a řiditelnosti vozidla v mezních situacích
- skluz znamená vysoké tření a tedy nadměrné opotřebení pneumatiky

## ABS - protiblokovací brzdové systémy

Délka brzdné dráhy na vozovce

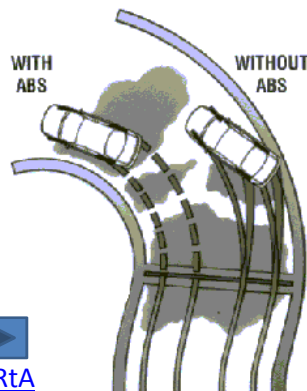
- Na suché vozovce může mít vozidlo s ABS **nepatrně** delší brzdou dráhu.
- Na vlhké vozovce se už rozdíly vyrovnávají.
- Na zledovatělém povrchu má vozidlo s ABS brzdou dráhu kratší.

### Stabilita

- vozidlo s ABS má každopádně větší stabilitu a říditelnost !!!

### Další zdroje

- [www.youtube.com/watch?v=mKiTAcXK6M4](http://www.youtube.com/watch?v=mKiTAcXK6M4)
- <https://www.youtube.com/watch?v=FO8L6R7VRtA>



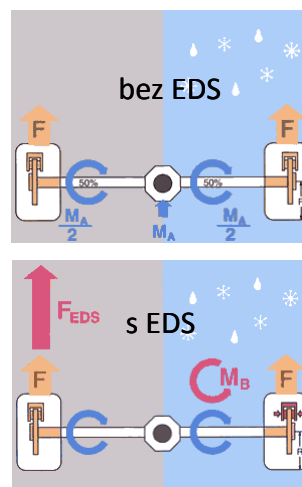
## EDS - Elektronický závěr diferenciálu

### Funkce:

- Neustále sleduje a vyhodnocuje otáčení hnacích kol (sensors z ABS)
- Pokud rozdíl odpovídá protáčení jednoho z kol, vyšle ECU signál a systém EDS protáčející kolo přibrzdí.
- Kolo, které je na povrchu s lepší adhezí pak začne přenášet hnací sílu.  $F_{eds} = M_B \cdot R$ .

- Umožňuje rozjezd na vozovce s rozdílnými koeficienty tření pod koly. **Funguje jen při malé rychlosti do 40 km/h**

- [www.youtube.com/watch?v=8rwbrQP6Nxc](http://www.youtube.com/watch?v=8rwbrQP6Nxc)



## MSR – Regulace brzdného momentu motoru

### Funkce:

- Během **decelerace** vytváří motor točivý moment, který působí na hnací kola vozidla v opačném směru a **brzdí** je (brzdění motorem)
- Na kluzké vozovce může dojít k tomu, že když řidič ubere razantně ubere plyn nebo podřadí, bude točivý moment vytvořený motorem natolik silný, že dojde k zablokování kol.
- Zjistí-li senzory ABS tendenci motorem brzděných hnacích kol ke smyku, vydá systém MSR pokyn řídicí jednotce motoru (po sběrnici), a ta mírně zvýší otáčky motoru.

### zdroje:

- <http://www.youtube.com/watch?v=XjMF-HnW7KY> 
- <http://cs.autolexicon.net/articles/msr-motor-schleppmoment-regelung/>

## ASR – Protiprokluzová soustava (TC, TCS)

### Princip:

- pokud **při akceleraci** přenášený kroutící moment překročí fyzikálně daný maximální přenositelný moment, kola začnou prokluzovat
- tím dochází ke ztrátě boční síly a vozidlo se stává směrově nestabilní
- Potřebuje systémy: ABS, EDS a MSR

### funkce

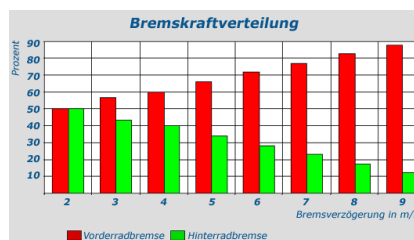
- Prokluz = rozdíl otáček kol poháněné a **nepoháněné nápravy**.
- dokáže regulovat prokluz obou hnacích kol, využívá nejen pasivního brzdění kol, ale zasahuje i do řízení motoru - sníží jeho otáčky.
- Tím se **zastaví prokluz kola**, obnoví se jeho odvalování a umožní se znovu přenos hnací síly na vozovku.

Video zdroje: <http://www.youtube.com/watch?v=jYEUpZhrpl>

## EBD - Elektronický rozdělovač brzdné síly

### Princip:

- Porovnáním zpoždění kol na přední nápravě s koly na zadní nápravě zjišťuje řídicí jednotka ABS rozdělení brzdných sil.
- Samočinně (elektromagnetickými ventily hydraulické jednotky) rozděluje intenzitu brzdného účinku mezi nápravy podle jejich okamžitého zatížení
- Optimálně snižuje brzdící tlak v zadní nápravě, která je při brzdění přirozeně odlehčována.
- Obě nápravy tak vždy nejlépe využívají svých brzdících možností.



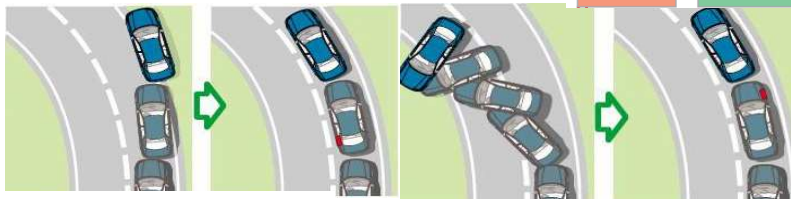
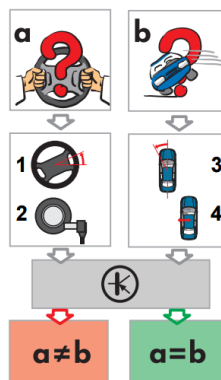
### Video zdroje:

- [www.youtube.com/watch?v=NwIEslnxyE](http://www.youtube.com/watch?v=NwIEslnxyE)



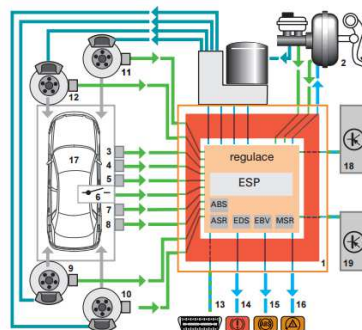
## ESP – elektronický stabilizační program

- Pokud nesouhlasí požadovaná dráha vozidla se skutečnou (podle: natočení volantu, směr jízdy, otáčky kol, příčné a podélné zrychlení, natáčení vozu, ...) systém zasáhne:
  - při nedotáčivém smyku systém přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky a sníží tah motoru
  - při přetáčivém průjezdu zatáčkou systém ESP přibrzdí kolo na vnější straně zatáčky a zasáhne do motoru



## Komponenty ESP

- Elektronická řídicí jednotka ECU
  - Společná i pro ABS, ASR, MSR a další systémy
  - Takt 7ms (reakce 143x za sekundu) – dobrý řidič má dobu reakce cca 0,3 s - 0,5 s
- Snímače
  - Snímač pro rozpoznání brzdění (převod na pohyb jezdce potenciometru na odporové dráze)
  - Snímač otáčení jednotlivých kol (rychlost otáčení – Hallova sonda, indukční snímač a další)
  - Snímač natočení volantu (snímače úhlu – (opticko-elektrický snímač)
  - Snímač příčného zrychlení (akcelerometr)
  - Snímač natáčení vozidla kolem svislé osy (akcelerometr)
  - Snímač brzdového tlaku (kapacitní snímač)
  - Snímač podélného zrychlení (akcelerometr)



<http://home.tiscali.cz/niceone/28%20ESP%20OCTAVIA.pdf>

## Backup

### Snímače a spínače

spínač ASR/ESP - E256-  
(ve střední části přístrojové desky)

spínač brzdových světel F

spínač pro rozpoznání brzdění ESP,  
v brzdovém posilovači -F83-  
(jen MK 20)

snímače otáček G44, G45, G46, G47

snímač úhlu natočení volantu G85  
(na hřídeli volantu)

snímač příčného zrychlení G200  
(na držáku ložiska hřídele volantu)

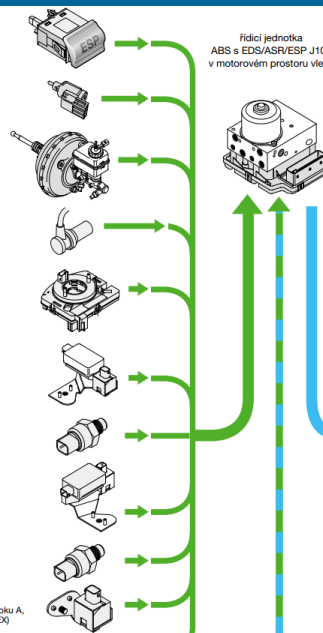
snímač tlaku brzdové kapaliny -1- G201  
(na hlavním brzdovém válci)

snímač rotační rychlosti G202  
(na držáku ložiska hřídele volantu)

snímač tlaku brzdové kapaliny -2- G214,  
(na hlavním brzdovém válci) - jen MK 20

snímač podélného zrychlení G251  
(na centrální trubce vpravo, poblíž pravého sloupku A,  
jen vozidla s pohonem všech kol systém HALDEX)

Řídicí jednotka  
ABS s EDS/ASR/ESP -J104  
v motorovém prostoru vlevo





## BACKUP

**Akční členy**

- hydraulické čerpadlo ABS -V64-
- napouštěcí ventily ABS N99, N101, N133, N134
- vypouštěcí ventily ABS N100, N102, N135, N136
- vypouštěcí ventili ESP -1- N225
- vypouštěcí ventili ESP -2- N226
- napouštěcí ventili ESP -1- N227
- napouštěcí ventili ESP -2- N228
- elektromagnetická cívka vytvoření brzdného tlaku v brzdovém posilovači N247 (jen MK 20)
- relé odpojování brzdových světel J508 (jen MK 20)
- kontrolka ABS K47
- kontrolka ruční brzdyl/hladiny brzdové kapaliny K14/33
- kontrolka ESP K155
- proces panelu přístrojů J218
- ovladač kontrolky ESP J535 (jen MK 20)

**další signály:**

- řídící jednotka motoru
- řídící jednotka převodovky
- řídící jednotka navigačního systému

Ondřej Příbyl
K611MDS
6. lekce
strana 17

## ESP – elektronický stabilizační program

**Jmenovci systému**

- ESP (Electronic Stability Programme) Mercedes-Benz, Škoda, VW, Peugeot a další
- AHS (Active Handling System) Chevrolet
- DSC (Dynamic Traction Control) BMW
- PSM (Porsche Stability Management)
- VDC (Vehicle Dynamics Control) Subaru
- VSC (Vehicle Stability Control) Lexus

**Video zdroje**

- <http://www.youtube.com/watch?v=AHvoPjrXIMU>
- <http://www.youtube.com/watch?v=h4C2FE8GZH4>
- <http://www.youtube.com/watch?v=TWdFXi83im4>


▶

Ondřej Příbyl
K611MDS
6. lekce
18

## BA - Brzdový asistenční systém

- **Monitoruje rychlost sešlápnutí** brzdového pedálu a jeho tlak. Existuje v elektronické, hydraulické nebo mechanické variantě.
- **dokáže zajistit okamžité zvýšení tlaku** v brzdové soustavě, čímž dojde ke zvýšení brzdného účinku a zkrácení brzdné dráhy až o 20%.
- V kritické situaci totiž méně zkušení řidiči sešlapují brzdový pedál buď pomalu a velkou silou, nebo příliš rychle a malou silou, což právě je impulsem pro aktivaci systému brzdového asistenta.

### Video zdroje:

- <http://www.youtube.com/watch?v=jSQSueFrzI&NR>
- <https://www.youtube.com/watch?v=-fAGGIVhRUk> 😊😊 

## Osnova

- Teorie jízdy vozidla
- Systémy podporující stabilitu jízdy vozidla
- Systémy podporující řidiče

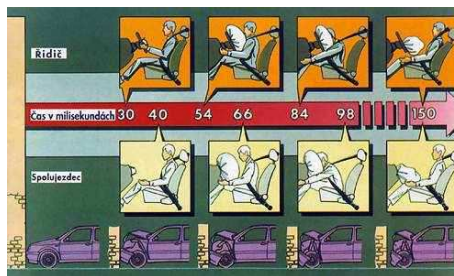
## Systemy podporující řidiče

- **Airbag** – součást **pasivní** bezpečnosti vozidla
- Natočení světel – natočení při zatáčení
- ACC – adaptivní tempomat (zkratka Adaptive cruise control) + FCW – varování před kolizí v předu (zkratka: Forward collision warning)
- LDW – systém varování při opuštění jízdního pruhu (zkratka: Lane departure warning)
- BSM – monitorování slepého úhlu (zkratka: Blind spot monitoring)
- Noční vidění – infračervená kamera
- APS – Parkovací asistenční systém (zkratka: advanced parking systém)
- GPS – navigační systém (zkratka: global positioning system)

## Airbagy

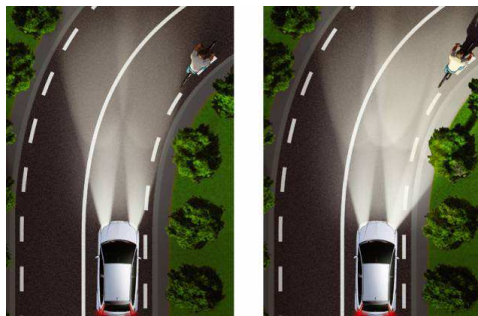
Vak zhotovený z polyamidové tkaniny a inflátor, což je plynový generátor v němž je vyvíjen plyn. Je aktivován nárazem

- 0 ms - náraz;
- 25 ms - senzor hlásí náraz, odpálení roznětky;
- 40 ms - vak se začíná plnit plynem a kryt se trhá;
- 60 ms - vak je naplněn a zachycuje cestujícího;
- 110 ms - cestující je "maximálně ponořen" do vaku a začíná se pohybovat zpět;
- 150 ms - cestující se pohybuje zpět do sedačky, airbagy se vyprazdňují.
- **Video:** <https://www.youtube.com/watch?v=ZEWCFjbqaaE>  
[http://www.youtube.com/watch?v=A2fAgW\\_1nD0](http://www.youtube.com/watch?v=A2fAgW_1nD0)



## Natočení světlometů

- Snímače analyzují v závislosti na poloze volantu úhel natočení kol
- a automaticky horizontálně natočí do tohoto směru i světlometry.



- **Video zdroje:**

- <http://www.youtube.com/watch?v=DjLCTpsUerk>

- <http://www.youtube.com/watch?v=lwGBamOKb9A>



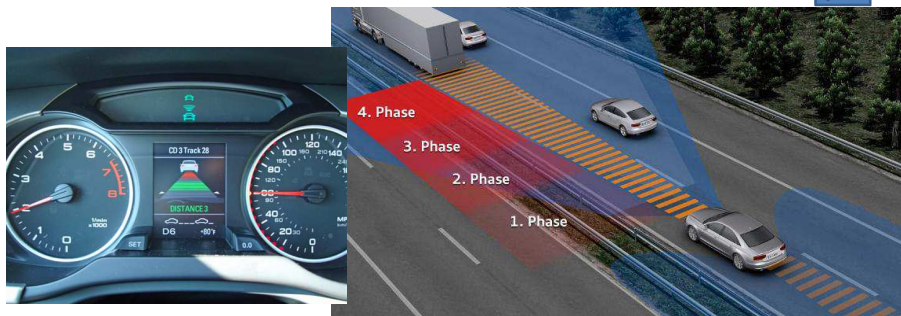
## ACC - Adaptivní řízení podélného pohybu vozidla

- **Pro úplné řízení podélného pohybu** vozidla při každé rychlosti, doplněné někdy pomocnou funkcí udržování vozidla v jízdním pruhu.

### Senzorika:

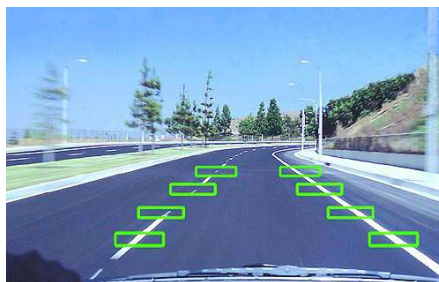
- LRR zjišťuje a vyhodnocuje překážky před vozidlem. SRR zjišťuje a vyhodnocuje překážky v blízkosti vozidla, po jeho stranách a vzadu.

Video zdroje: <http://www.youtube.com/watch?v=AU0g8p4X3Rg>



## LDW - Varování při vybočení z jízdního pruhu

- kamery zabudovaných ve voze neustále sledují pozici automobilu vzhledem ke krajům jízdního pruhu (podélnému značení)
  - 2 způsoby – sledují znační **pod** či **před** vozidlem
- Řidič je varován vibracemi ve volantu a zvukovým alarmem
- Nadstavba jsou systémy udržení v jízdním pruhu, které automaticky udržují vozidlo v jízdním pruhu – natočením volantu



## BSM - monitorování slepého úhlu

- Systém využívá ultrazvukové senzory namířené do „slepých“ úhlů.
- V případě přítomnosti vozidla ve slepém úhlu dává informaci řidiči indikací v bočním zrcátku.



### Video zdroje:

- <http://www.youtube.com/watch?v=rUAoVqk4OMs>



## Noční vidění – infračervená kamera

- infračervená kamera snímá prostor před vozidlem, rozpoznává překážky a informuje o nich řidiče, jejich zvýrazněním na display

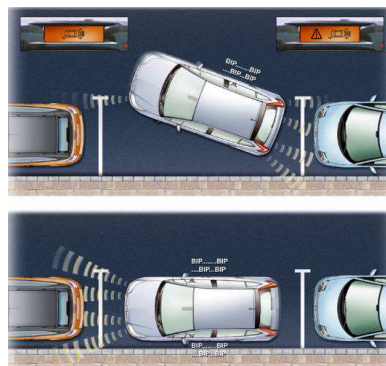


### Video zdroje:



- <http://www.youtube.com/watch?v=Z-kLT-pvbw0>
- <http://www.youtube.com/watch?v=l6DMidknVCo>

## APS - Asistence při parkování

- Automatické parkování, za pomoci video senzorů a radaru, bez zásahu řidiče, řidič ale může kdykoliv zasáhnout do řízení – někde kontroluje plynový pedál.

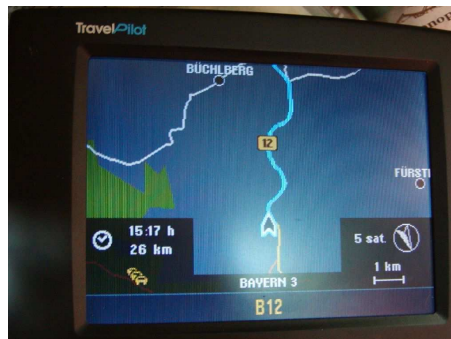


### Video zdroje:

- <http://www.youtube.com/watch?v=6QrpbzK9sf0> 
- Ne vždy je ale třeba: <https://www.youtube.com/watch?v=QrCwYVHC7yc> 
- ..

## Navigace

- Používá signál z družic systému GPS
- Propojen na otáčkoměr a v ideálním případě i na gyroskop.
- První navigační systémy neobsahovaly GPS
- K přesnému určení polohy je zapotřebí 4 a více družic
- Navigační systém lze propojit na automatizované systémy s dopravními informacemi (rds-tmc)



## Další systémy podpory řidiče

### Systém kontroly pozornosti řidiče

- monitorování pohybů očí a mrkání vyhodnocuje kondici řidiče, speciální kameru, umístěnou v interiéru vozu,
- Nebo monitorováním způsobu jízdy

### Zařízení pro sledování dopravního značení

- Systém využívá digitální displej, který řidiče neustále informuje o všech aktuálních dopravních příkazech a omezeních

### Sledování okolí vozidla 360°

- Systém využívá 4 širokouhlé kamery, obraz po korekcích zobrazuje řidiči (viz. [http://www.youtube.com/watch?v=JQ\\_1fqKbSv8](http://www.youtube.com/watch?v=JQ_1fqKbSv8))

## Děkuji za pozornost

### Zdroje:

- <http://cs.autolexicon.net/articles/kammova-kruznice-prilnavosti/>
- A mnoho dalších ...