

**ROZŠÍŘENÉ ASISTENČNÍ SYSTÉMY,  
POLO-AUTONOMNÍ/AUTONOMNÍ SYSTÉMY ŘÍZENÍ Z  
POHLEDU TECHNICKÝCH STANDARDŮ**

*Sdružení pro dopravní telematiku*

# ORGANIZACE PRO TVORBU NOREM

Normotvorné organizace z pohledu autonomních řídicích systémů

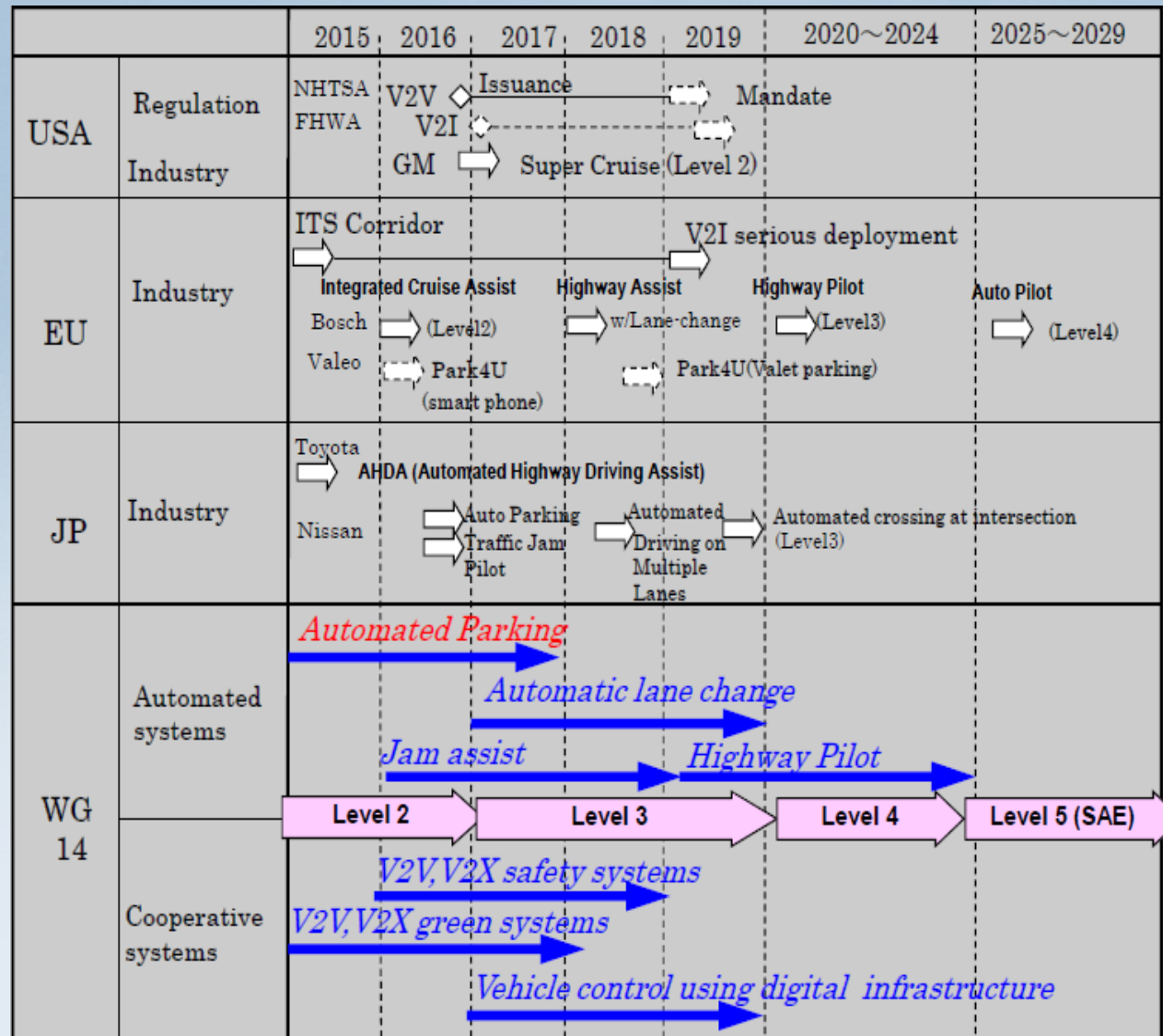
- Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO ([www.iso.org](http://www.iso.org))
  - ISO/TC204 (WG1, WG3, WG9, WG14, WG16, WG18)
  - ISO/TC22 (SC03, SC32, SC 33, SC39)
- Evropský ústav pro telekomunikační normy (ETSI)
- Society of Automotive Engineers (SAE) - Společnost automobilových inženýrů
- Evropský výbor pro normalizaci (CEN) spojující národní normalizační orgány 33 evropských zemí
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) - Ústav elektrických a elektronických inženýrů

# ÚROVNĚ AUTOMATIZACE PODLE SAE J3016

SAE úroveň	0	1	2	3	4	5
Označení	nes autonomní	asistence řidiče	částečně autonomní	podmíněně autonomní	vysoce autonomní	plně autonomní
Řízení / akcelerace/ decelerace	Nepřetržitá podpora řidiče u všech aspektů dynamických úloh	Specifický jízdní mód řízení nebo akcelerace/ decelerace realizován asistenčním systémem s ohledem na informace o jízdním prostředí	Specifický jízdní mód řízení a akcelerace/ decelerace realizován jedním nebo více asistenčními systémy s ohledem na informace o jízdním prostředí	Specifický jízdní mód realizován autonomním systémem ve všech aspektech dynamických úloh mimo stav, kdy je řidič vyzván k zásahu	Specifický jízdní mód realizován autonomním systémem ve všech aspektech dynamických úloh i v případě, že řidič náležitě nereaguje na výzvu	Nepřetržitá podpora autonomního jízdního systému za všech podmínek prostředí a podmínek na pozemní komunikaci
Monitorování prostředí	Human driver	Human driver and system	System	System	System	System
Zpětná vazba	řidič	řidič	řidič	Human driver	System	System
Dostupnost	n/a	některé módy řízení	některé módy řízení	některé módy řízení	některé módy řízení	veškeré módy řízení

# AUTONOMNÍ SYSTÉMY PODLE ISO

Přijetí jednotlivých kroků v oblasti autonomních systémů v různých zemích



# VÝVOJ AUTONOMNÍCH SYSTÉMŮ

- Předpokládá se, že vývoj v Evropě a Japonsku v této oblasti bude více řízený výrobci automobilů a jejich dodavateli, než tomu je v USA, kde už byly započaty regulační procesy, viz Cooperative intelligent transport systems (C-ITS) standards in Europe.
- V EU je očekáván podstatný rozvoj v oblasti V2I komunikace, jako základ pro Highway Pilot. Tento systém 3. úrovně automatizace je na trhu očekáván do roku 2020 a jeho plně automatizované funkce, jako je Auto Pilot do roku 2025. Naproti tomu v USA se očekává rozvoj systémů 2. úrovně; například od General Motors na začátku roku 2017. Ucelená V2X komunikace má být dostupná v polovině roku 2019. Tento termín je očekáván i pro Evropu. Japonsko plánuje zavedení 3. úrovně automatizace na silnicích s křižovatkami v polovině roku 2019.

# PŘEDPOKLADY – INICIALIZACE SYSTÉMU V ČASE

## Základní koncept

Načasování aktivace asistenčního systému by mělo odpovídat stavu, kdy řidič se již nemůže srážce vyhnout nebo kdy pravděpodobnost kolize je vyhodnocena jako příliš vysoká. V ostatních případech s ohledem na možnost ovlivnění manévru řidiče, by zásah systému do řízení neměl být aktivován.

## Posouzení případů, kdy aktivace systému není smysluplná

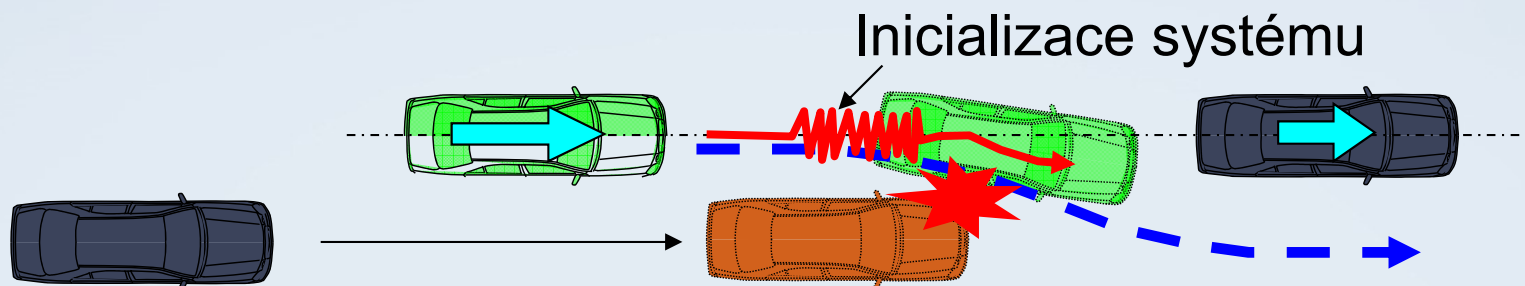
Zásah do zamýšleného manévru řidiče

=> nepřípustné zasahování systému

=> zabránění vyhýbacímu manévru řidiče

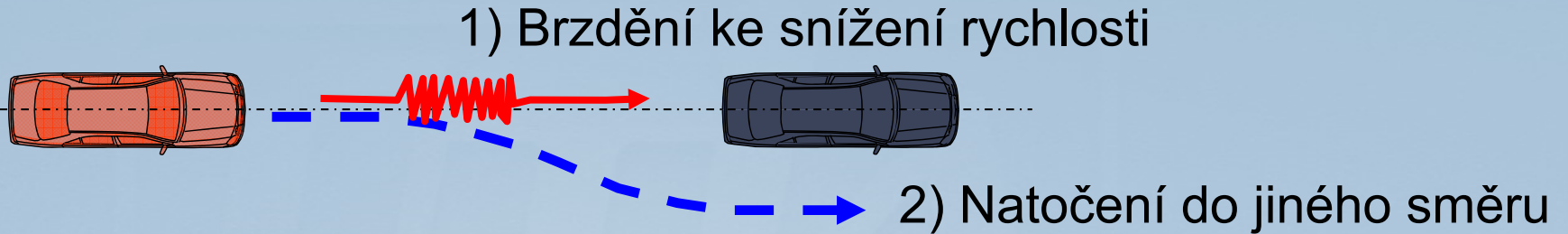
## Odhadovaný stav (příklad)

Pokud předmětné vozidlo předjíždí v předu jedoucí vozidlo změnou jízdního pruhu a při tom nemá dostatečnou rychlost, aktivuje se zpomalující brzdění a předmětné vozidlo nemůže v předu se nacházející vozidlo předjet.





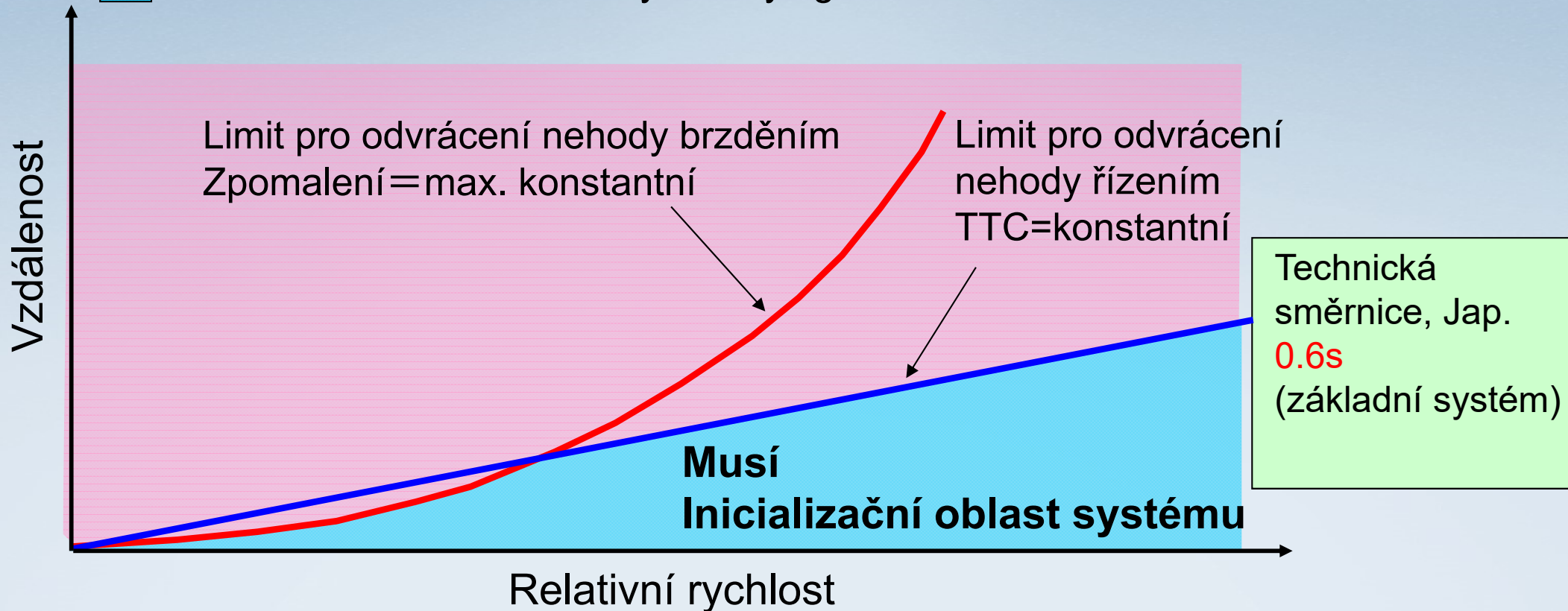
## Vyhýbací manévry řidiče

- 1) Brzdění
- 2) Řízení



## Doporučené inicializační oblasti

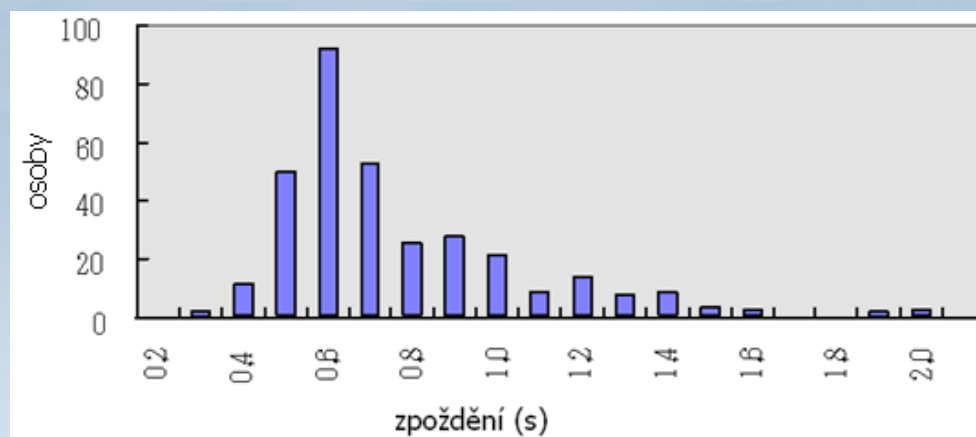
-  Zásah do manévru řidiče je možný
-  Zásah do manévru řidiče by měl být ignorován



# PŘEDPOKLADY – INICIALIZACE SYSTÉMU V ČASE

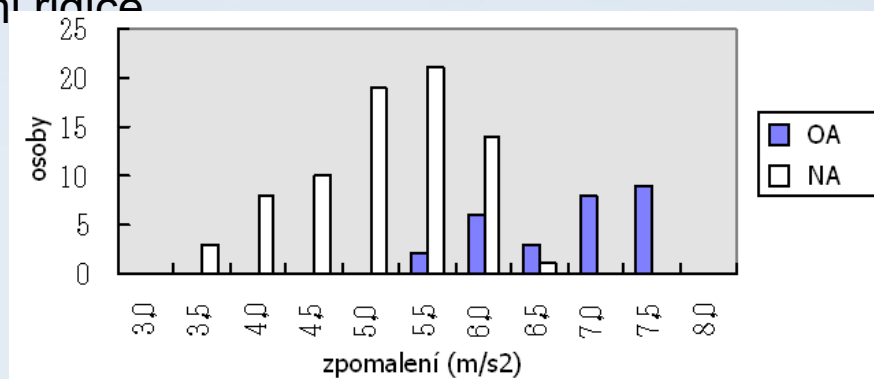
## Reakční čas řidičů, čas t

Test při uvolněním akceleračním pedálu, reakční čas řidičů se nachází v rozmezí 0.3 - 2.0 s, průměrná hodnota 0.66 s. Test byl uskutečněn na vzorku 321 osob. Bylo měřeno zpoždění brzdného účinku od okamžiku aktivace zvukového signálu. 98% testovaných osob reagovalo do 1.5 s.



## Zpomalení

Hodnota zrychlení byla měřena při podmínkách nouzového brzdění na PK s rovných a suchým povrchem. Hodnota brzdného zpomalení se nacházela v intervalu 3.6 - 7.9 m/s<sup>2</sup>. Průměrná hodnota u OA činila 7.0 m/s<sup>2</sup> a u NA 5.3 m/s<sup>2</sup>. Rozložení hodnot je velmi ovlivněno typem vozidla, druhem nákladu a reakčními charakteristikami řidiče

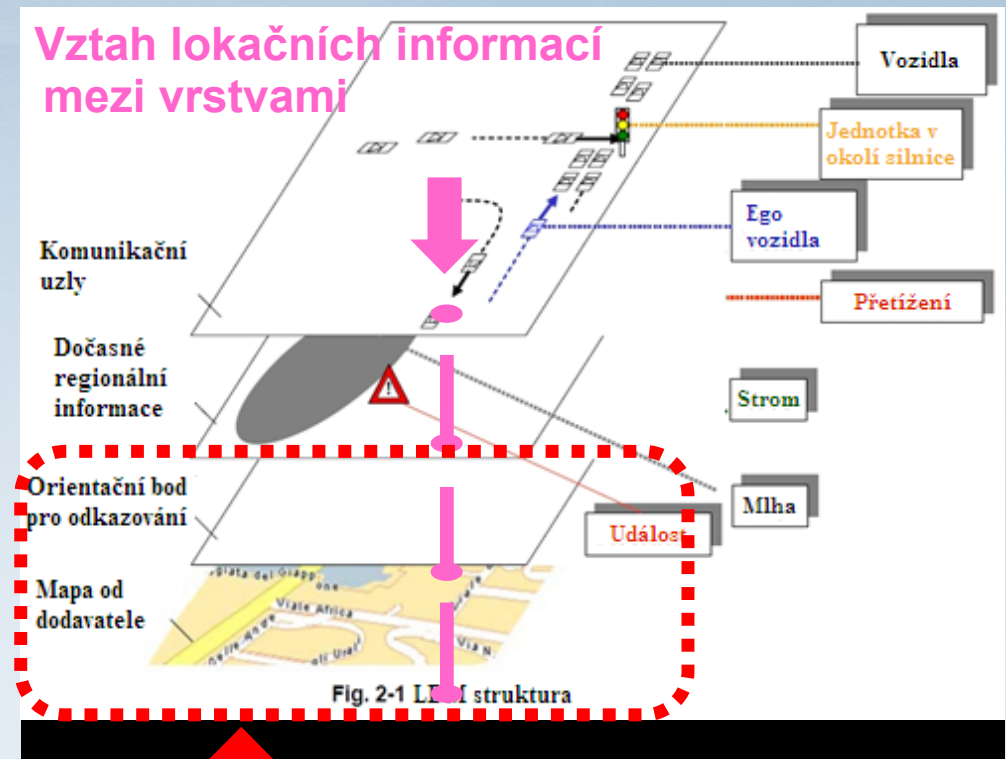




# LDM – Lokální dynamická mapa

Například v projektu SAFESPOT je LDM využívána jako mapový nástroj k organizování informace získané prostřednictvím komunikace mezi infrastrukturou a vozidlem.

- LDM je jednou z funkcí kooperativního systému infrastruktura-vozidlo a vozidlo-vozidlo.
- LDM mapuje informace získané pomocí komunikace mezi infrastrukturou a vozidlem a komunikací mezi vozidly. LDM je používána k predikci trasy a určení pozice překážky.



Zdroj: SAFESPOTwebsite ([http://www.safespot-eu.org/documents/D8.4.4\\_SAFESPOT\\_Applications.pdf](http://www.safespot-eu.org/documents/D8.4.4_SAFESPOT_Applications.pdf))

## 1) Předmět návrhu normy

# Informace o umístění značky STOP

## - Asistenční brzdový systém spojený s navigací

Prostřednictvím informací z navigačních map používá tento systém zobrazení na monitoru a akustické upozornění v okamžiku, kdy se vozidlo přiblíží ke značce STOP. Systém používá zadní kameru pro rozpoznání vodorovného dopravního značení, porovná je s informacemi z mapy a vypočítá vzdálenost ke stopčáře. Pokud řidič nesníží rychlost, systém varuje řidiče a aktivuje pomocný brzdový systém, který usnadní nouzové brzdění.

Příklad Tokia: Informace z mapy zahrnují data o křižovatkách se značkami STOP na silnicích se dvěma nebo více jízdními pruhy v každém směru ve 23 okrscích Tokia. To je upraveno nařízením japonské vlády.



## System nočního vidění s funkcí detekce chodců

- System nočního vidění usnadňuje rozpoznání obtížně viditelného chodce, překážky a stav vozovky před vozidlem v průběhu řízení za snížené viditelnosti. Světlo z dálkových světel je filtrováno a před vozidlo je promítáno pouze krátkodosahové infračervené světlo. Obrazy zachycené krátkodosahovou kamerou jsou poté zobrazeny na LCD monitoru. Jakmile je chodec detekován ve vzdálenosti 40 až 100 metrů před vozidlem, je obraz chodce na monitoru výrazně označen žlutou barvou.



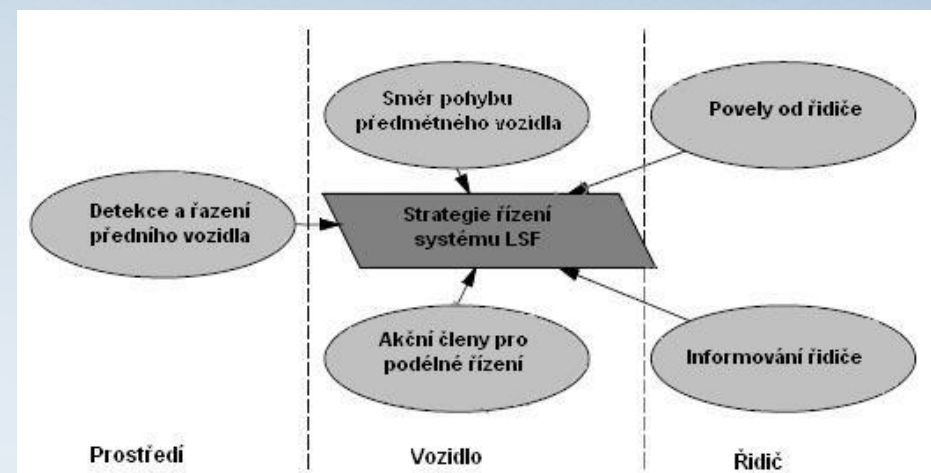
*Displej*



# PODPŮRNÉ SYSTÉMY POMALÉ JÍZDY V KOLONĚ (LSF)

Hlavní funkcí systému LSF (Low Speed Following) je adaptivní řízení (přizpůsobení) rychlosti vozidla vůči vozidlu jedoucímu před ním. Řízení je založeno na následujících informacích: odstupu od vpředu jedoucího vozidla, pohybu předmětného (vybaveného LSF) vozidla a příkazech od řidiče. Řídicí jednotka zasílá příkazy do ovládacích prvků, které následně uskutečňují samotnou strategii řízení podélného odstupu a paralelně zasílá stavové informace k řidiči

- LSF systém za běžných podmínek neposkytuje kontrolu regulace rychlosti. Systém umožňuje zachovávat optimální odstup předmětného vozidla od vpředu jedoucího vozidla a to řízením regulačních prvků motoru/přenášené hnací síly a brzdami.

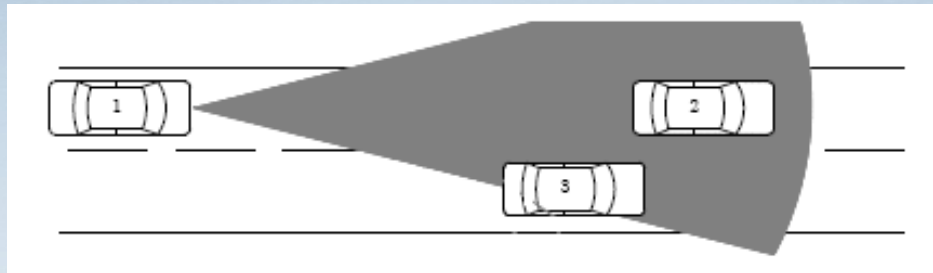


*Funkční prvky systému LSF*

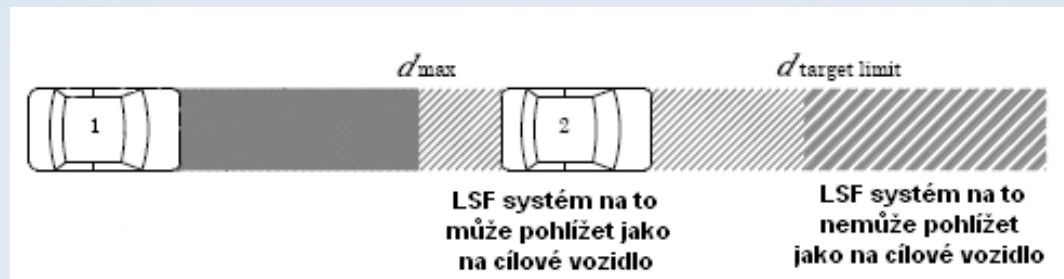
# PODPŮRNÉ SYSTÉMY POMALÉ JÍZDY V KOLONĚ (LSF)

## ROZLIŠENÍ CÍLOVÝCH VOZIDEL

V případě, že se před předmětným vozidlem (1) na rovné vozovce vyskytuje více než jedno vozidlo (2 a 3) bude systémem LSF vybráno jako cílové vozidlo to, které je blíže předmětnému vozidlu v jeho trajektorii pohybu. V případě, že cílové vozidlo (2) je dále než  $d_{\text{target limit}}$ , nebude systémem LSF vybráno jako cílové.



*Výběr cílových vozidel*



*Rozsah cílového vozidla (2)*

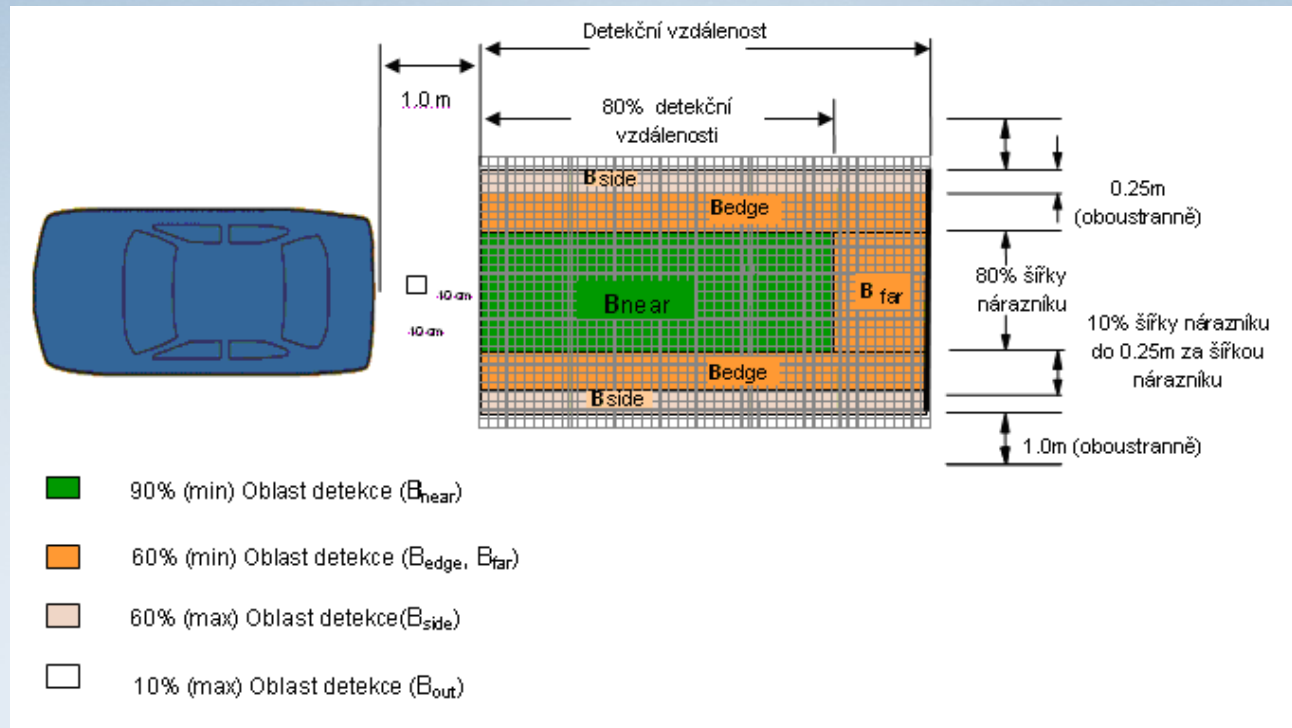
# PODPŮRNÉ SYSTÉMY SLEDOVÁNÍ PŘEKÁŽKY PŘI NIŽŠÍCH A STŘEDNÍCH RYCHLOSTECH PŘI COUVÁNÍ (ERBA)

- ERBA (Extended Range Backing Aid System) – je systém schopný včas varovat řidiče o přítomnosti překážky vyskytující se v oblasti za vozidlem a vydat varování požadující okamžitou reakci řidiče. Tyto systémy zahrnují detekční zařízení s bezkontaktními senzory, které pomáhají řidiči při nižších až středních rychlostech při couvání. Ve srovnání se zařízeními pro podporu jízdy jen při nízkých rychlostech, jejichž hlavním významem je asistence při parkovacích manévrech, je účelem ERBA pomoc při couvání při vyšších rychlostech na delší vzdálenosti. ERBA systémy využívají dynamický odhad nebezpečí kolize (například se jedná o algoritmy pro stanovení času do kolize) a varují řidiče, jehož okamžitá pozornost je vyžadována z důvodu předejití kolize s detekovanou překážkou.
- Systém se aktivuje automaticky jakmile, je zařazen zpětný rychlostní stupeň. Pro „neutrál“ je funkce systému rovněž povolena a to v případě, kdy se vozidlo pohybuje směrem dozadu.

# ERBA (Extended Range Backing Aid System)

ERBA systémy jsou zamýšleny jako doplněk vnitřních a vnějších zpětných zrcátek, ne však k eliminaci potřeby těchto zrcátek.

Minimálním požadavkem na tento systém, je podpora jízdnicích úkonů při přímém couvání. Sledovaná oblast definovaná příslušnou mezinárodní normou se primárně vztahuje k užitému případu znázorněnému na následujícím obrázku. ERBA systémy jsou schopny přizpůsobit úhel natočení kol za účelem lepší detekce překážky na dráze vozidla při průjezdu zatáčkou.




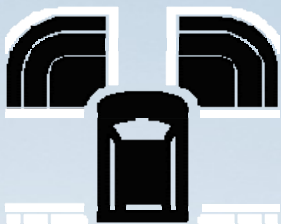



Sledovaná oblast

# ERBA (Extended Range Backing Aid System)

Pro rozhraní řiče budou přinejmenším využity alespoň akustické informační kanály. Vizuální informace a vizuální varování může být využito jako doplňkové. Mezi nejvýznamnější

informace pro řiči patří informace o vzdálenosti mezi vozidlem a překážkou s možností upřesnění polohy překážky vůči vozidlu. Chybové zprávy systému jsou řiči rovněž indikovány.

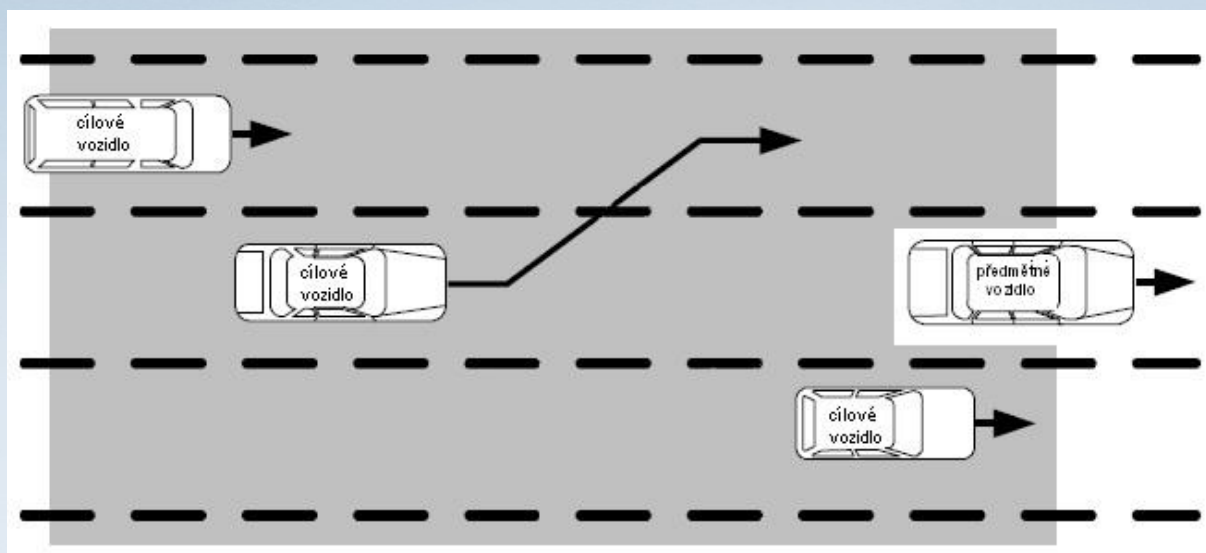


Příklady na trhu	úroveň 1 (bezprostřední hrozba kolize)	úroveň 2 (varování).
	plné 3 pruhy 	2 pruhy  1 pruh
	1 LED (červená) (spojité světlo)	1 LED (červená) (blikání)
	1 pruh (blikání)	2 pruhy 3 pruhy 4 pruhy (spojité světlo)



## Varovné systémy podpory sledování bočních překážek

- Varovné systémy podpory sledování bočních překážek (Lane Change Decision Aid Systems - LCDAS) varují řidiče před nehodou z důvodu změny jízdního pruhu. Záměrem systému LCDAS je doplnit vnitřní a vnější zpětná zrcátka vozidla, při zachování jejich významu a sledovat pohyb souběžně jedoucích vozidel.
- Pokud řidič předmětného vozidla signalizuje úmysl změnit jízdní pruh, systém situaci vyhodnotí a varuje řidiče v případě, že změnu nedoporučí.
- Samotný systém negeneruje žádné automatické zásahy pro odvrácení kolize, to je ponecháno na samotném řidiči. Úkolem je pouze informovat o případném nebezpečí.



*Koncepce systému LCDAS*

# Varovné systémy podpory sledování bočních překážek

- Systémy typu I

Systémy typu I poskytují pouze funkci varování slepého úhlu. Tyto systémy mají za úkol varovat řidiče předmětného vozidla před cílovým vozidlem vyskytujícím se v přilehlé zóně a nemají za úkol varovat řidiče předmětného vozidla pokud se k němu přibližuje cílové vozidlo zezadu.

- Systémy typu II

Systémy typu II poskytují funkci varování přibližujícího se vozidla. Tyto systémy mají za úkol varovat řidiče předmětného vozidla před cílovým vozidlem, které se přibližuje zezadu. Systémy nemají varovat řidiče předmětného vozidla před cílovým vozidlem, které by se vyskytovalo v přilehlé zóně. Proto se doporučuje systém pro vozidla, která mají boční zrcátka s horizontálním úhlem pohledu alespoň 45° na obou stranách vozidla.

- Systémy typu III

Tyto systémy poskytují jak funkci varování slepého úhlu, tak i funkci varování přibližujícího se vozidla. LCDAS systémy typu II a III jsou dále členěny podle maximální rychlosti přibližování cílového vozidla a minimálního poloměru zakřivení komunikace.

Typ	Maximální přibližovací rychlost cílového vozidla	Minimální poloměr zakřivení komunikace
A	10m/s	125m
B	15m/s	250m
C	20m/s	500m

*Klasifikace podle přibližovací rychlosti cílového vozidla*

# Varovné systémy podpory sledování bočních překážek

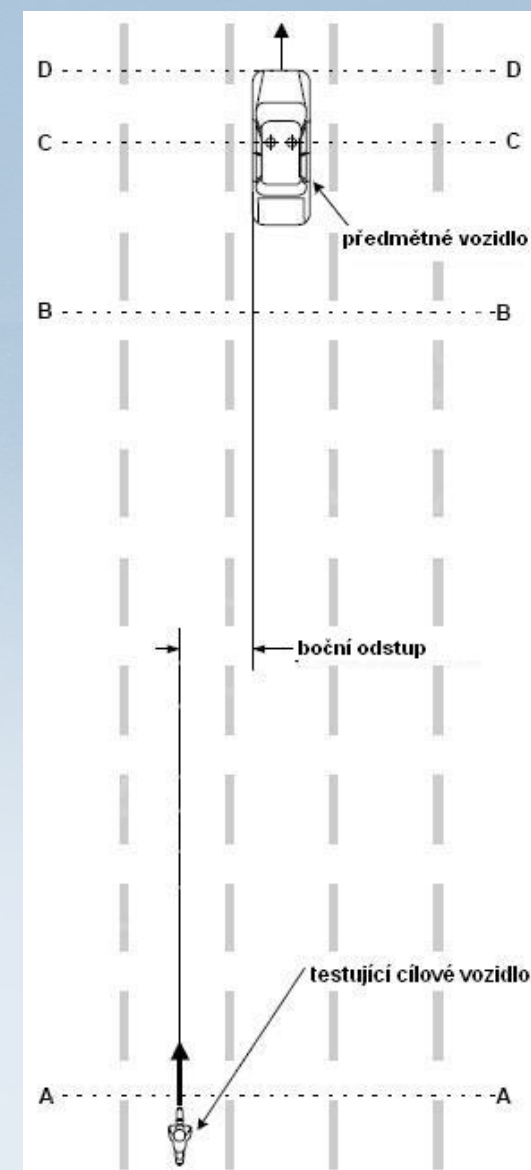
## Požadavky na testování

Testovací měřicí systém by měl splňovat:

- být zcela nezávislý na systému varování slepého úhlu
- být schopen měřit podélnou vzdálenost mezi zadní hranou předmětného vozidla a přední hranou testovacího cílového vozidla
- být schopen měřit příčnou vzdálenost mezi krajní levou hranou předmětného vozidla a pravou krajní hranou cílového vozidla
- být schopen měřit zpoždění od okamžiku, kdy cílové vozidlo splňuje podmínky pro varování do okamžiku, ve kterém je varování vydáno
- být schopen měřit zpoždění od okamžiku, ve kterém již není varování vyžadováno do okamžiku, ve kterém je varování ukončeno.

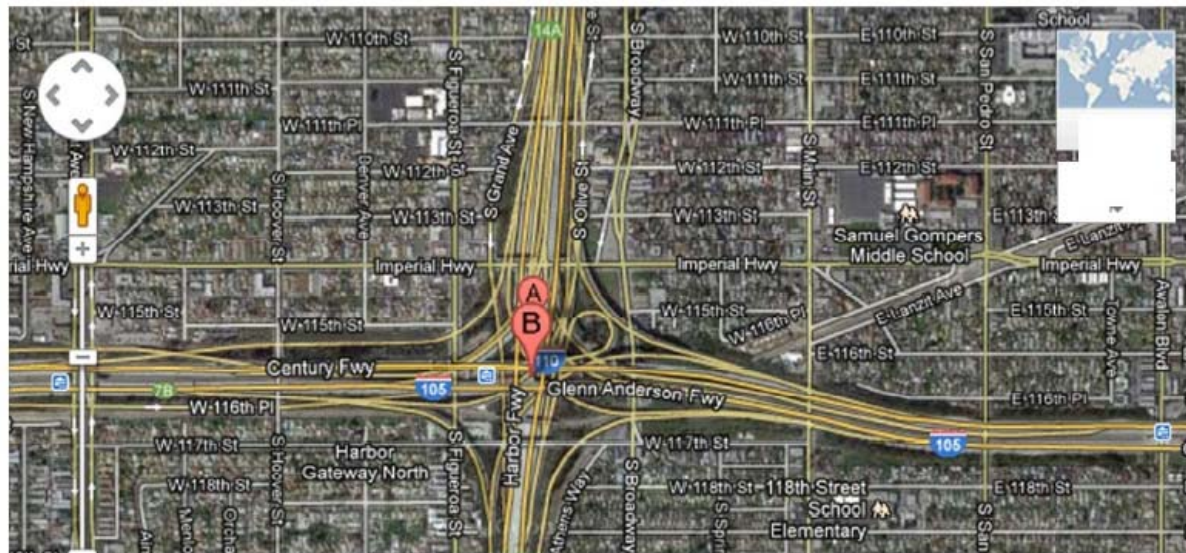
Pro všechny testovací postupy musí měřicí systém splňovat následující přesnosti:

- pro vzdálenosti menší než 2m by měla být přesnost 0,1m nebo vyšší
- pro vzdálenosti v rozmezí 2m až 10m by měla být přesnost 5% nebo vyšší
- pro vzdálenosti větší než 10m by měla být přesnost 0,5m nebo vyšší
- pro časy menší než 200ms by měla být přesnost 20ms nebo vyšší



## Topologická členění PK - příklady

- Harry Pregersonovo propojení, tvoří skupina čtyřúrovňových křížení, umožňující všesměrové propojení mezi I-105 a I-110, Los Angeles, Kalifornie, otevřeno do provozu 1993



## Topologická členění PK - příklady

- Bertholdův průsmyk, ve výšce 3446 n.m., je jedním z nejvyšších horských průsmyků ve Skalistých horách středního Koloráda, Spojené státy



**Děkuji za pozornost**