



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

ÚSTAV BEZPEČNOSTNÍCH
TECHNOLOGIÍ A INŽENÝRSTVÍ

FAKULTA DOPRAVNÍ

INTEGROVANÁ BEZPEČNOST A AUTONOMNÍ VOZIDLA

Ing. VÁCLAV JIROVSKÝ, Ph.D.

CO TVOŘÍ BEZPEČNOU DOPRAVU?



VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY

- 1500 – ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍ CESTY NA ČÁST PRO CHODCE A PRO DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY (ITÁLIE – LEONARDO DA VINCI)
- 1555 – *HIGHWAY ACT* (UK) – ZAVEDENÍ POVINNÉ SPRÁVY SILNIC
- 17. STOLETÍ – ZAVÁDĚNÍ JEDNOSMĚRNÝCH ULIC A ZÁKAZŮ STÁNÍ (EVROPA)
- 1861 – *THE LOCOMOTIVES ON HIGHWAYS ACT* (UK)
 - omezení rozměrů a hmotnosti parních vozidel – max. hmotnost 12 tun
- 1865 – *THE LOCOMOTIVE ACT* – TÉŽ ZNÁMÝ JAKO *RED FLAG ACT* (UK)
 - rychlostní limit 2 MPH ve městech, 4 MPH v extravilánu
 - tříčlenná posádka – řidič, topič a běžec s červenou vlaječkou 60 yardů před vozidlem

VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY

- 1500 –
A PRO
- 1555 –
- 17. ST
(EVRO
- 1861 –
 - ome



- 1865 – *THE LOCOMOTIVE ACT* – TÉŽ ZNÁMÝ JAKO *RED FLAG ACT* (UK)
 - rychlostní limit 2 MPH ve městech, 4 MPH v extravilánu
 - tříčlenná posádka – řidič, topič a běžec s červenou vlaječkou 60 yardů před vozidlem

VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY (2)

- **1878** – *HIGHWAYS AND LOCOMOTIVES (AMENDMENT) ACT* (UK)
 - snížení vzdálenosti běžce před vozidlem na 20 yardů
 - povinnost zastavit vozidlo a zákaz vypouštět kouř či páru v blízkosti koně
- **17. srpna 1896** – PRVNÍ DOPRAVNÍ NEHODA S OBĚTÍ NA ŽIVOTĚ (UK)
 - žena přecházející silnici byla smetena vozidlem jedoucí rychlostí 4,5 MPH
- **14. listopadu 1896** – *LOCOMOTIVES ON HIGHWAYS ACT* (UK)
 - nová kategorie lehkých vozidel do 3 tun
 - zvýšena max. rychlost na 14 MPH – ekvivalent rychlosti koně
- **1911** – PRVNÍ BEZPEČNOSTNÍ PRVEK VE VOZIDLE – ELEKTRICKÝ STARTÉR (CADILLAC)
- **1916** – *SAFETY FIRST* – INICIATIVA VLÁDY VELKÉ BRITÁNIE



VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY (3)

- 1922 – PRVNÍ ELEKTRONICKY ŘÍZENÉ SEMAFORY (HOUSTON, TEXAS, USA)
- 1923 – PRVNÍ KRUHOVÉ OBJEZDY (UK)
- 1924 – PRVNÍ DÁLNIČE SPOJUJÍCÍ MILANO A VARESE (ITÁLIE)
- 1934 – PRVNÍ PŘECHODY PRO CHODCE (UK)
- 1937 – POVINNÉ BEZPEČNOSTNÍ ČELNÍ SKLO A RYCHLOMĚR (UK)
- 1941 – *RoSPA* – ROYAL SOCIETY FOR THE PREVENTION OF ACCIDENTS
 - zaměřená na koexistenci vozidel, koní a lidí
- 1944 – VOLVO UVÁDÍ BEZPEČNOSTNÍ KLEC DO SÉRIOVÉ VÝROBY
- 1950 – PRVNÍ BEZPEČNOSTNÍ PÁSY
 - zajišťovaly zadržení pasažéra v sedačce v případě, že usne



VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY (3)

- 192
- 192
- 192
- 193
- 193
- 194
- 2
- 194
- 195
- 2



- Mild steel
- High strength steel
- Very high strength steel
- Extra high strength steel
- Ultra high strength steel
- Aluminium

zdroj: media.volvocars.com



VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY (4)

- 1974 – PRVNÍ AIRBAGY V SÉRIOVÝCH VOZIDLECH
- 1. ŘÍJEN 1995 – EHK 94 (ECE) – PŘEDPIS OSN PRO BEZPEČNOST PASAŽÉRŮ PŘI ČELNÍM NÁRAZU – PŘEDSAZENÝ ČELNÍ NÁRAZ
 - počátek nové éry bezpečnosti silničních dopravních prostředků
 - zkušební a certifikační metodiky lépe odpovídají realitě
- 1997 – EuroNCAP – EUROPEAN NEW CAR ASSESMENT PROGRAM
 - hodnocení pro uživatele vozidel > jednoduchý přehledný výsledek
 - inspirace americkým NHTSA NCAP (1979)
 - nejprve pasivní bezpečnost
 - od 2008 aktivní bezpečnost – primárně ESC, omezovač rychlosti...
 - od 2014 integrovaná bezpečnost – automatické brzdění, sledování slepého úhlu



VÝVOJ BEZPEČNOSTI DOPRAVY (4)

- 1974 –
- 1. ŘÍJEN
PASAŽÉ
 - počát
 - zkuš
- 1997 –
 - hodn
 - inspir
 - nejpr
 - od 20
 - od 20

2015 ★★★★★

Volvo XC90
Large Off-Road

DOWNLOAD REPORT (PDF) Share

Category	Score
Adult Occupant	97%
Child Occupant	87%
Pedestrian	72%
Safety Assist	100%

Specifications Safety Equipment Videos Annual Reviews & Facelifts

Tested Model Volvo XC90 D5 'Momentum', LHD

PEČNOST
NÁRAZ

dků

PROGRAM

sledek



osti...

lování slepého úhlu

SPOLEHLIVOST, BEZPEČNOST, BEZPEČÍ A ÚČINNOST

■ SPOLEHLIVOST (RELIABILITY)

- schopnost systému plnit požadované funkce při zachování hodnot stanovených provozních ukazatelů v daných mezích a v čase podle stanovených podmínek

■ BEZPEČNOST (SECURITY)

- souhrn opatření vedoucích k zajištění vnitřní nedotknutelnosti systému v případě nevhodných (silových) zásahů z vnějšího prostředí

■ BEZPEČÍ (SAFETY)

- schopnost systému udržet své životně důležité funkce v případě, kdy některé součásti systému selžou

■ ÚČINNOST (EFFICIENCY)

- definuje poměr mezi výstupy a vstupy stejného charakteru z/do systému



ROZDĚLENÍ BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMŮ

■ AKTIVNÍ BEZPEČNOST

- snižuje systémovou nestabilitu a náhodné změny
- omezuje kritické situace
- řidič aktivně ovládá vozidlo, interaguje se zásahy systémů aktivní bezpečnosti

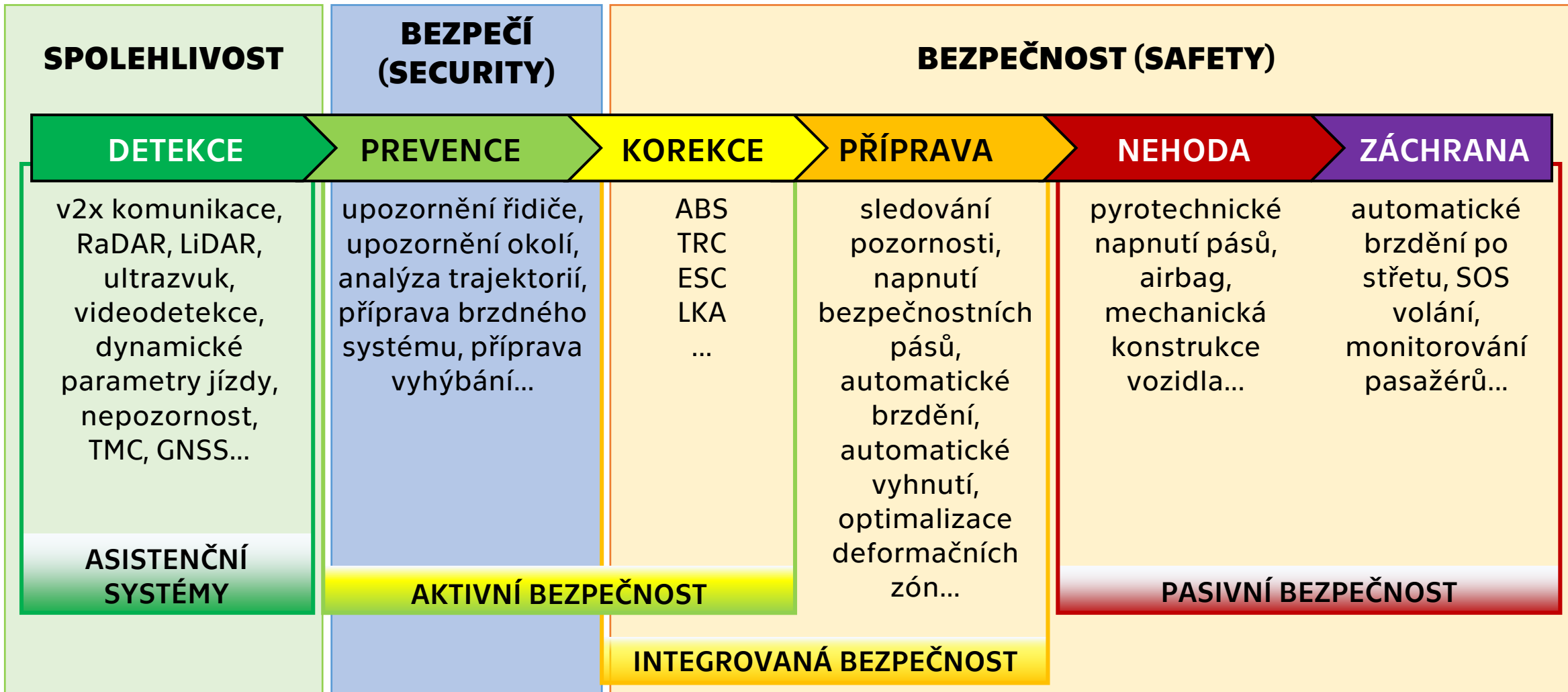
■ PASIVNÍ BEZPEČNOST

- minimalizuje poranění pasažérů, případně chodců apod.
- snižuje pravděpodobnost kontaktu s tuhými prvky v okolí vozidla
- snižuje škody na vybavení dopravní cesty
- řidič nemá na chování vozidla vliv, systémy pracují zcela autonomně

■ INTEGROVANÁ BEZPEČNOST

- kombinuje prvky aktivní a pasivní bezpečnosti
- zabraňuje dopravním nehodám nebo snižuje jejich následky

ČASOVÁ POSLOUPNOST ZÁSAHU SYSTÉMŮ



VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ

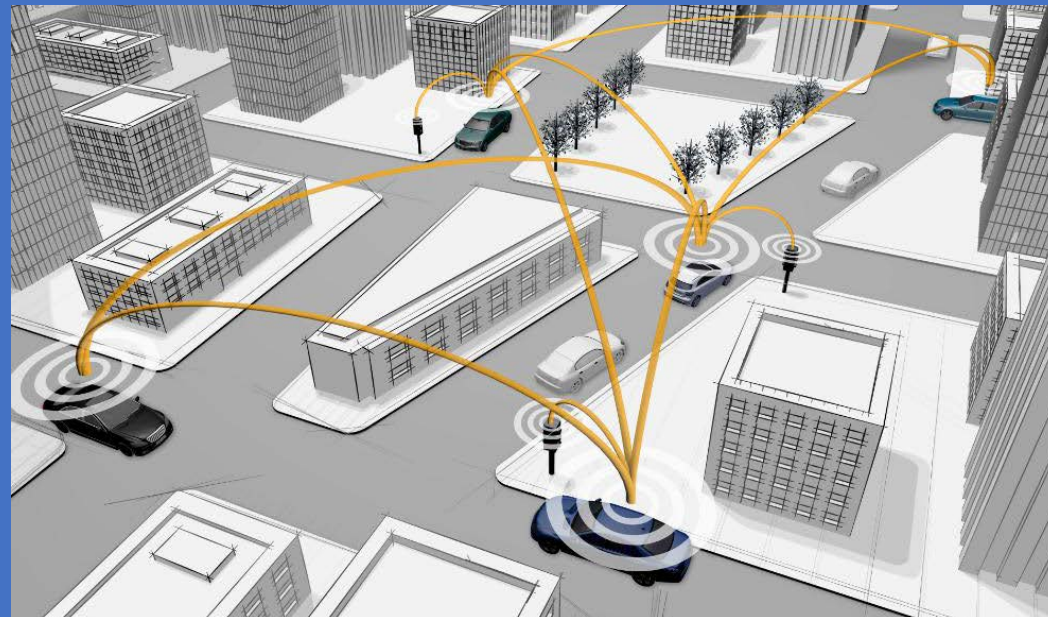
AUTONOMNÍ VOZIDLA



VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ

AUTONOMNÍ VOZIDLA

KOOPERATIVNÍ SYSTÉMY



VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ

AUTONOMNÍ VOZIDLA

KOOPERATIVNÍ SYSTÉMY

ASISTENČNÍ SYSTÉMY



VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ

AUTONOMNÍ VOZIDLA

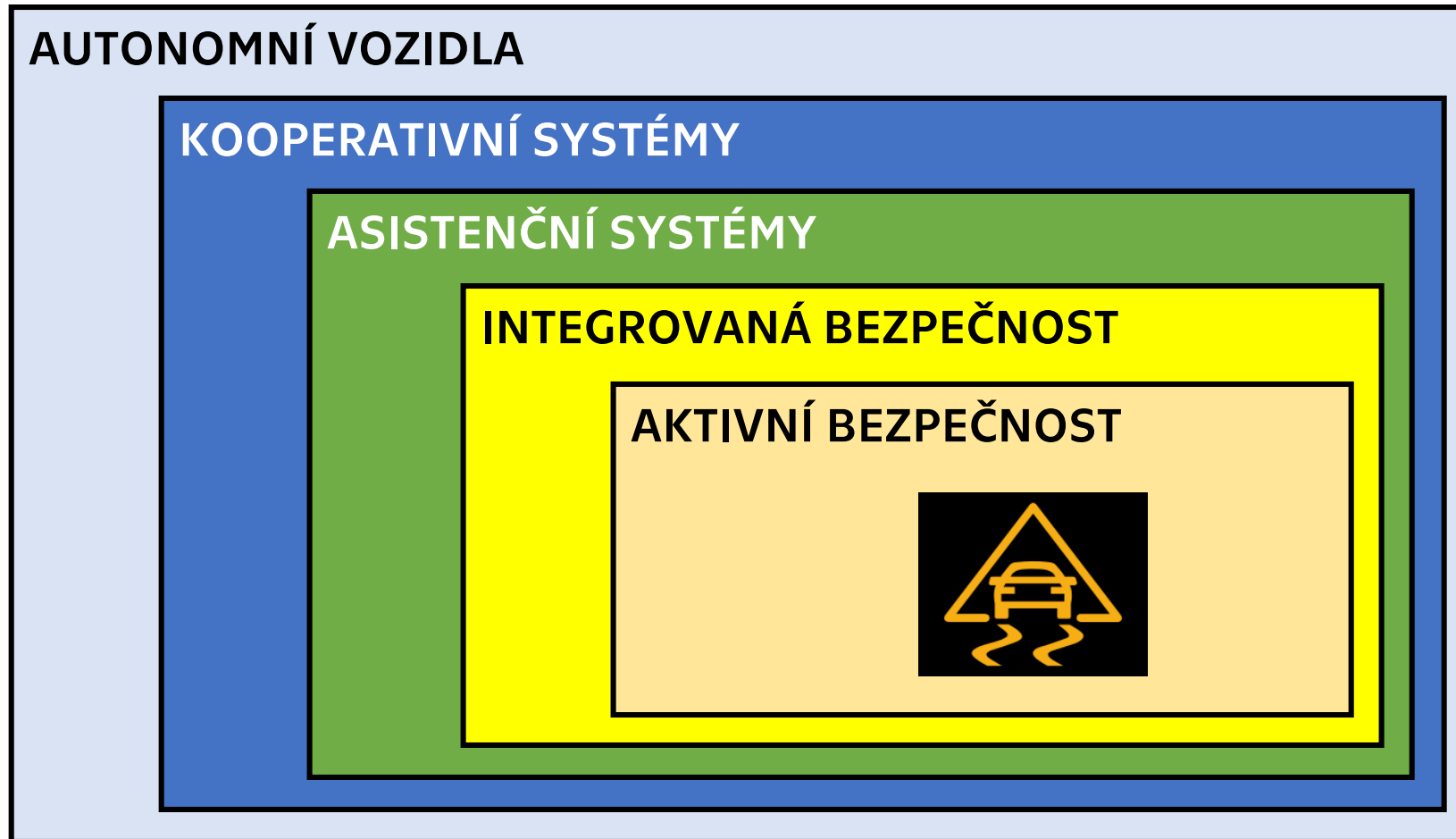
KOOPERATIVNÍ SYSTÉMY

ASISTENČNÍ SYSTÉMY

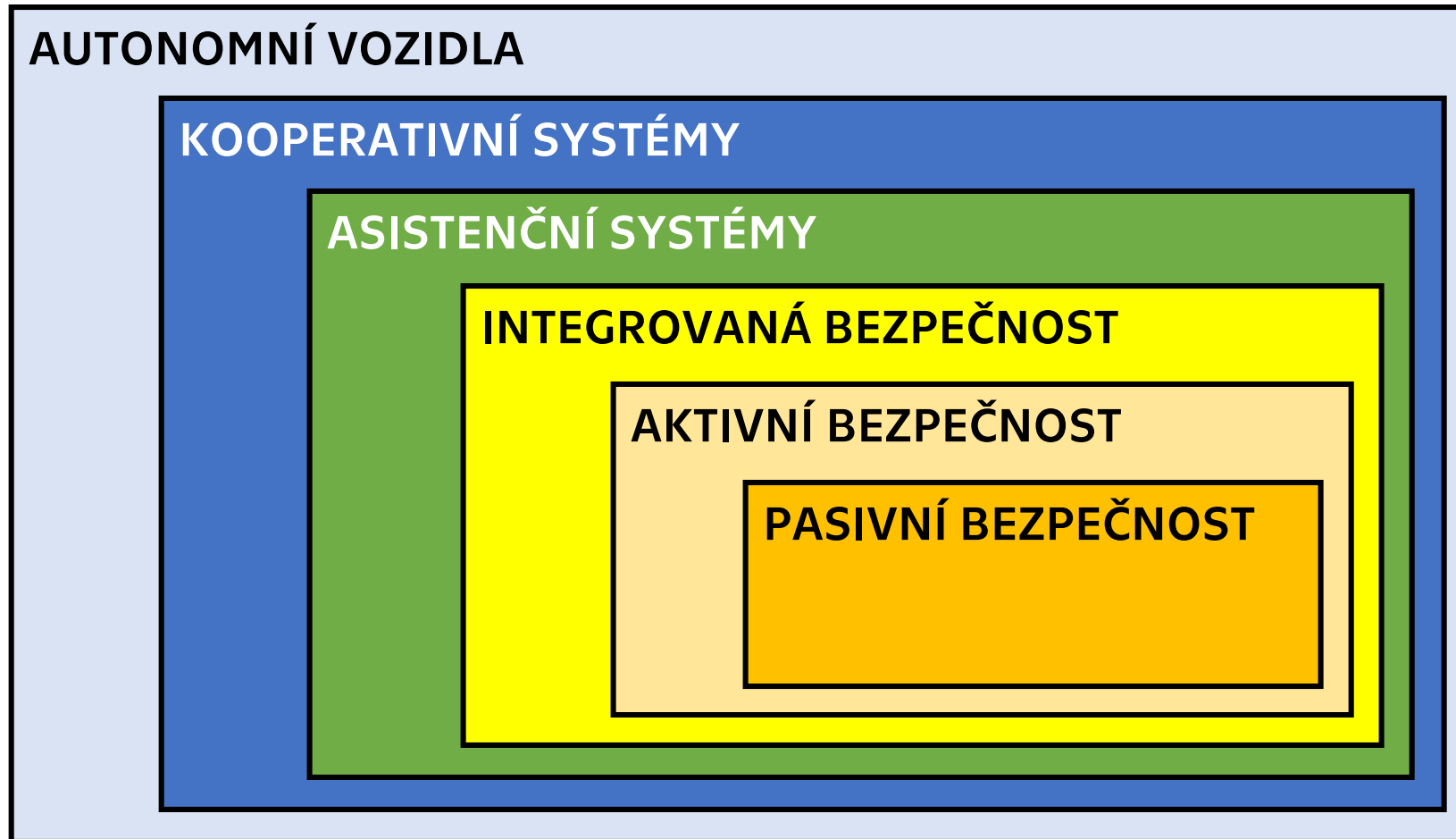
INTEGROVANÁ BEZPEČNOST



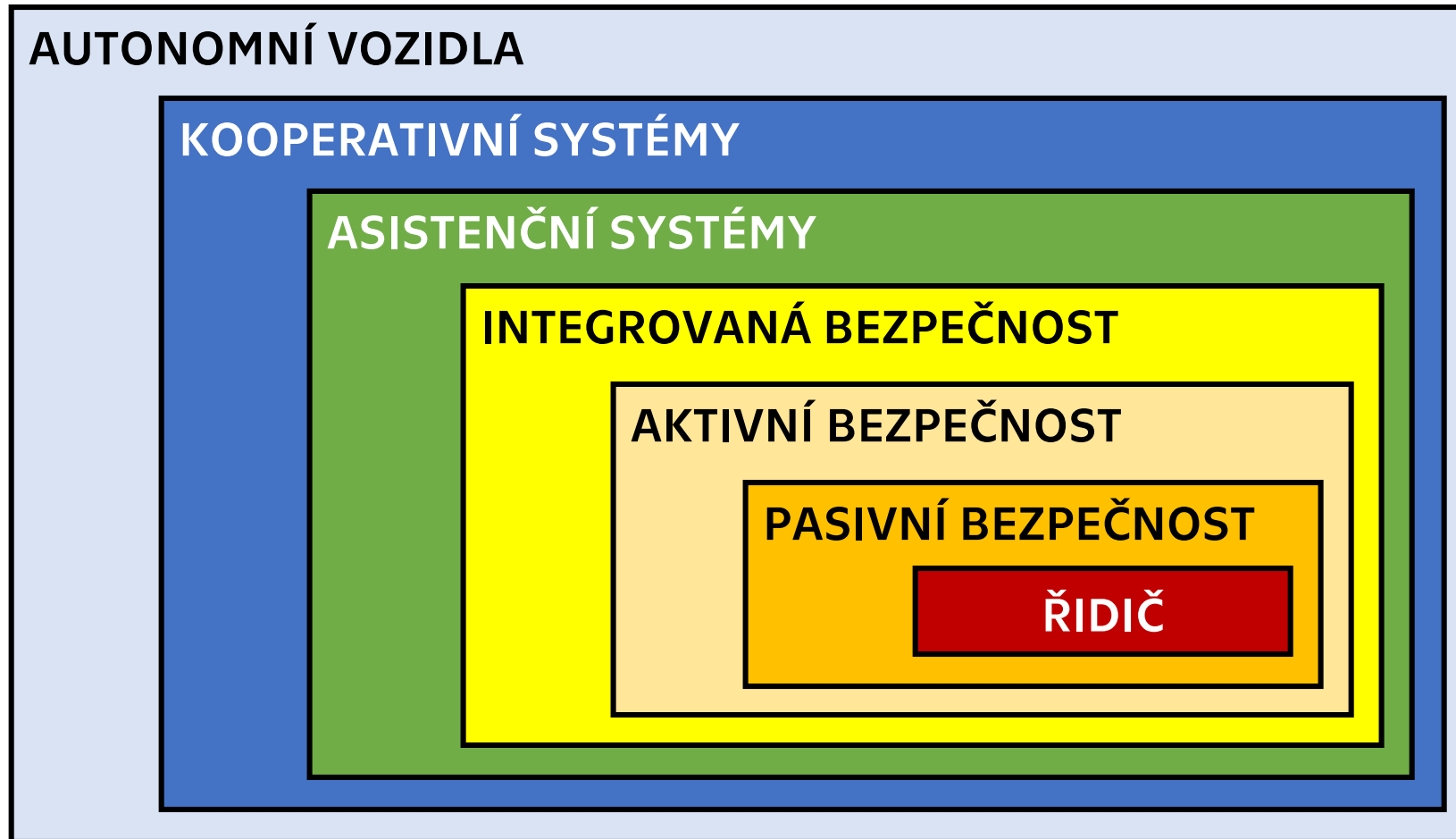
VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ



VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ



VRSTVY „BEZPEČNOSTNÍCH“ SYSTÉMŮ





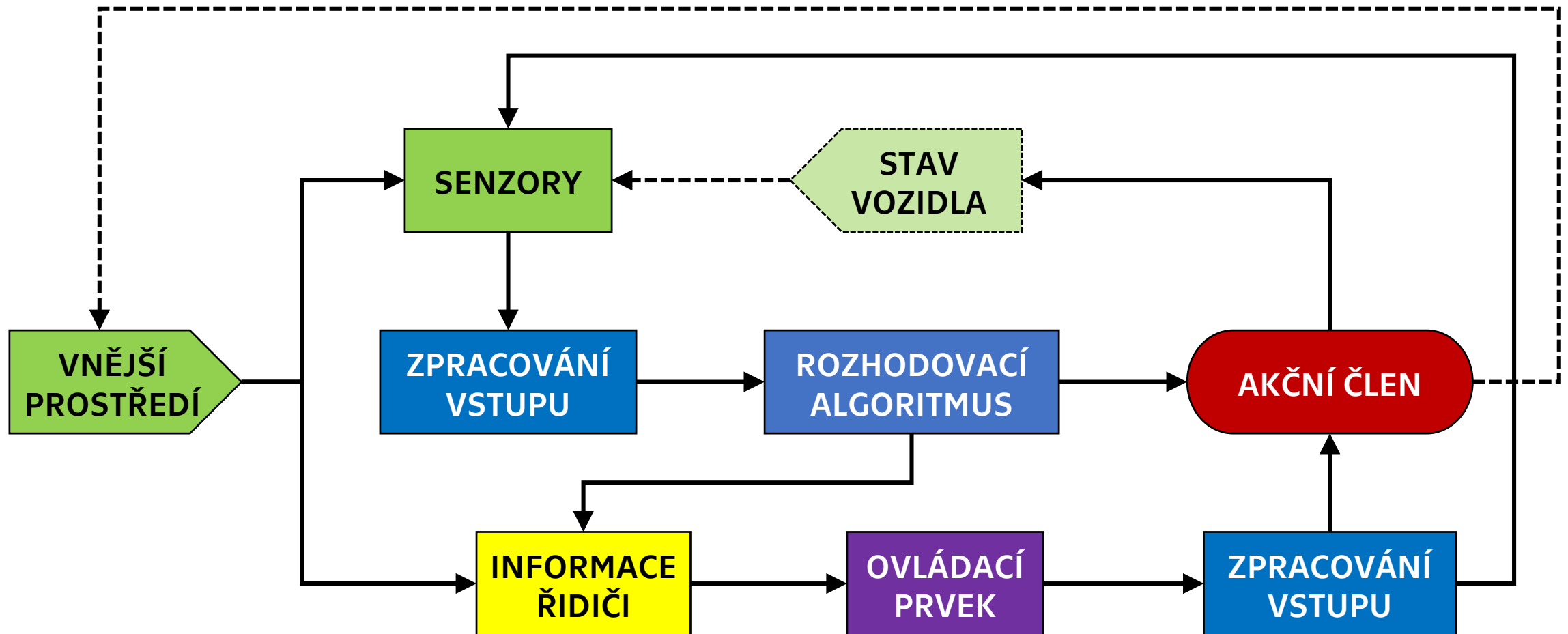
CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

SYSTÉMY INTEGROVANÉ BEZPEČNOSTI VOZIDEL

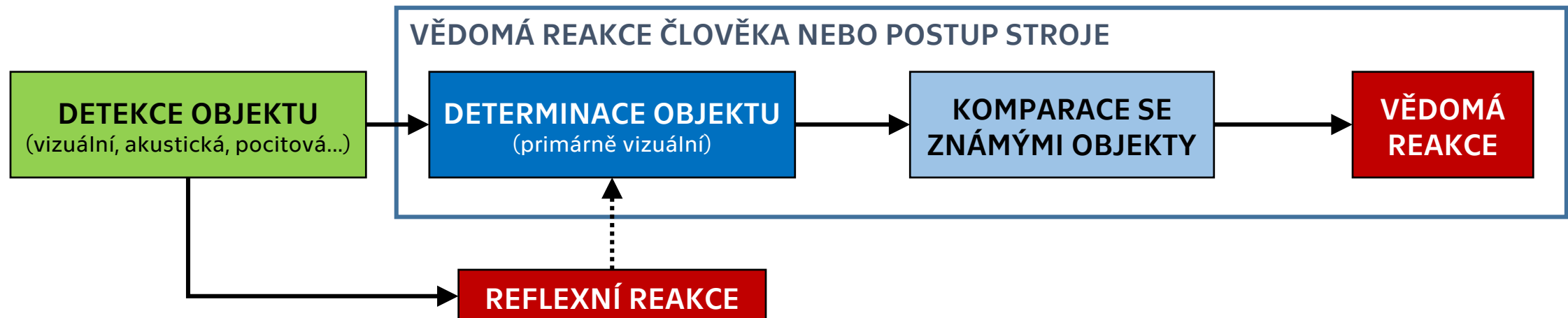
FUNKCE SYSTÉMŮ INTEGROVANÉ BEZPEČNOSTI

- ZASAHUJÍ SPOLEČNĚ S ČLOVĚKEM



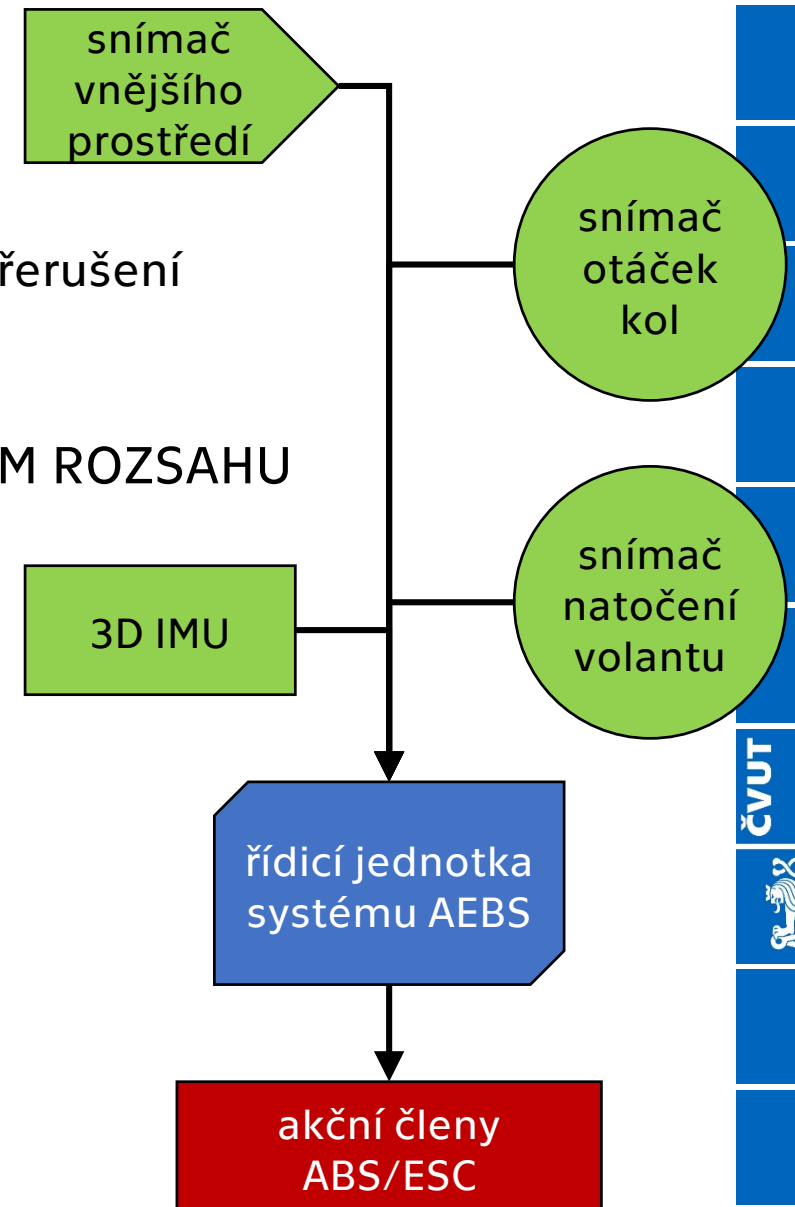
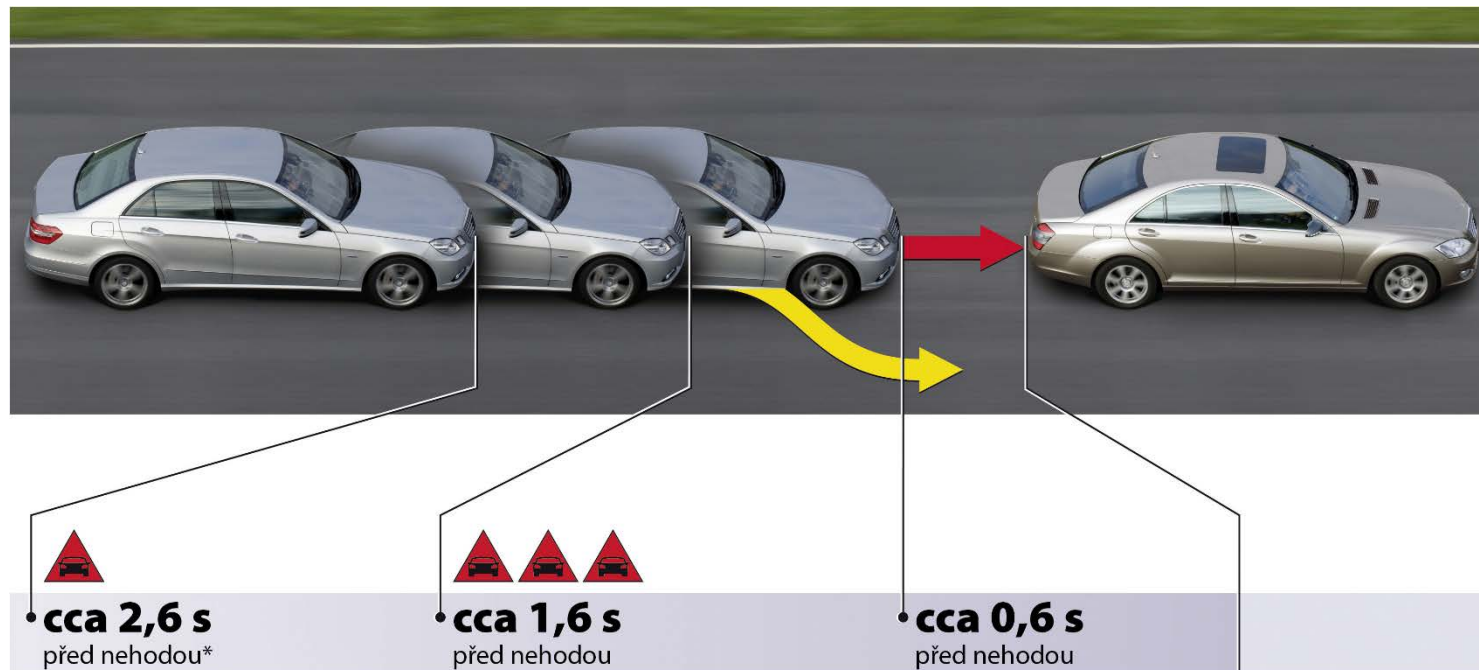
KOEXISTENCE S ČLOVĚKEM – REAKČNÍ DOBA

- MNOŽSTVÍ STUDIÍ ZJIŠŤUJÍCÍCH REAKCE V JEDNODUCHÝCH I KOMPLEXNĚJŠÍCH SITUACÍCH
- STATISTICKY NEVYPOVÍDAJÍCÍ MNOŽSTVÍ TESTOVANÝCH SUBJEKTŮ NEBO NEJEDNOTNÁ METODIKA
 - největší metodicky jednotná studie (1971) využila 321 subjektů reagujících brzděním na zatroubení
 - 98 % subjektů reagovalo v čase do 1,5 s
 - užívaná v normách a homologačních předpisech

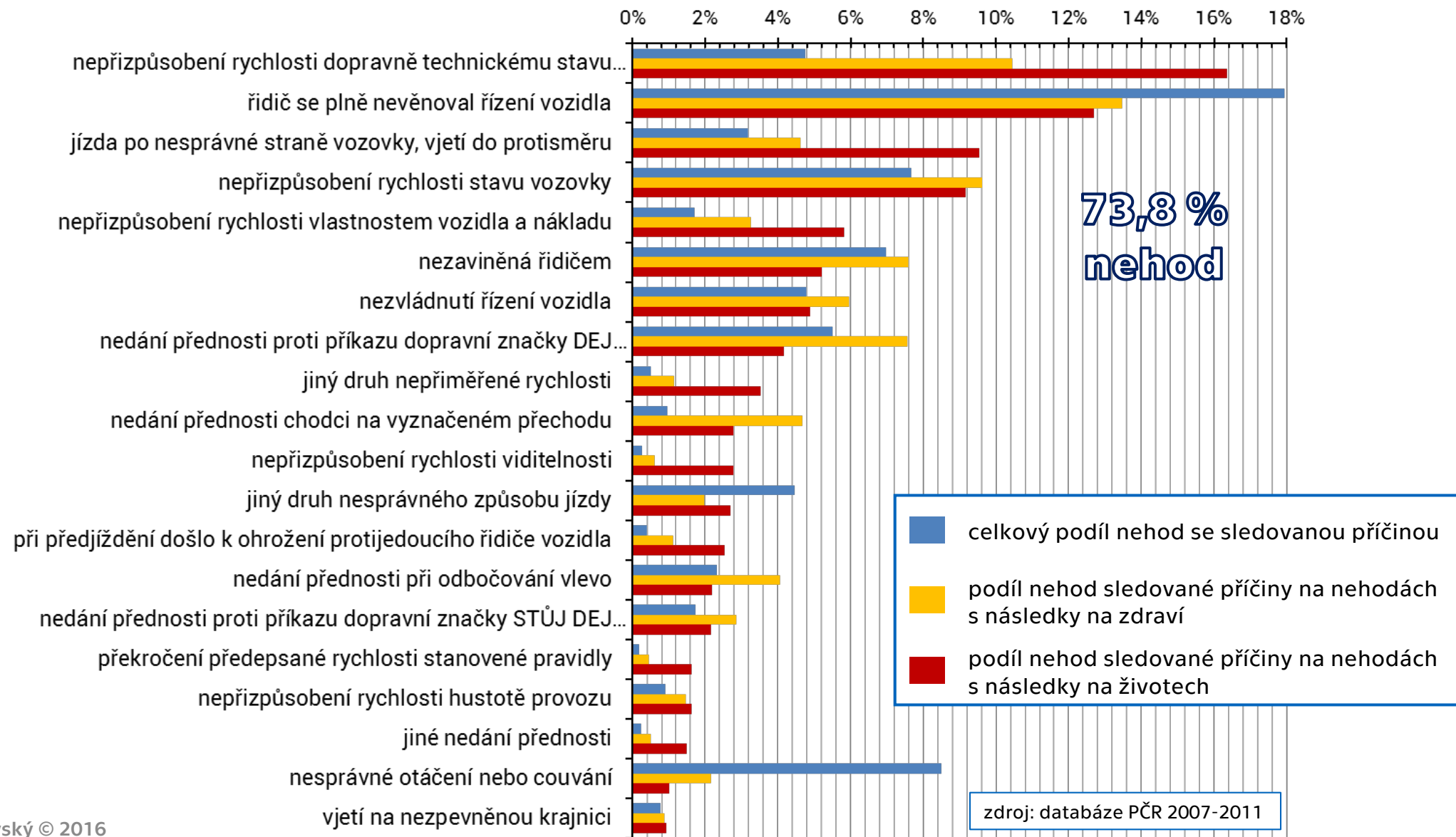


FUNKCE SYSTÉMU AEBS

- PRACOVNÍ FREKVENCE SYSTÉMU CCA 3 Hz
 - systémy mívají definovanou časovou smyčku a nereagují na přerušení
- MAX. RYCHLOST PRO ÚPLNÉ ZASTAVENÍ CCA 30 km/h
- NĚKTERÉ SYSTÉMY ČÁSTEČNĚ BRZDÍ V ÚPLNÉM RYCHLOSTNÍM ROZSAHU



DŮVODY PRO BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY





CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

AUTONOMNÍ VOZIDLA

CO JE AUTONOMNÍ VOZIDLO?

- MÍRU AUTONOMIE DEFINUJE NORMA SAE J3016
- „ŠEST“ ÚROVNÍ AUTOMATIZACE
 - 0 – žádná automatizace
 - 1 – asistenční systémy ovlivňující buď příčnou nebo podélnou dynamiku
 - 2 – asistenční systémy ovlivňující příčnou a podélnou dynamiku
 - 3 – podmíněná automatizace – řidič jako „pojistka“
 - 4 – vyšší automatizace – systém umí řídit v definovaných situacích
 - 5 – úplná automatizace – systém umí řídit kdekoliv a kdykoliv

ÚROVEŇ 0, 1, 2

- **ÚROVEŇ 0 – ŽÁDNÁ AUTOMATIZACE**
 - prakticky neexistuje cca 20 let
 - posilovač řízení, elektronický plyn, stabilizační systém...
 - oficiálně sem patří systémy parkovací asistent, LDW či upozornění na blízkost vpředu jedoucího vozidla
- **ÚROVEŇ 1 – AUTOMATIZACE PODÉLNÉ / PŘÍČNÉ DYNAMIKY**
 - adaptivní tempomat (ACC), udržování v jízdním pruhu (LKA)
 - automatické brzdění v kritické situaci
- **ÚROVEŇ 2 – AUTOMATIZACE PODÉLNÉ A PŘÍČNÉ DYNAMIKY**
 - queue assistance, Tesla Autopilot



ÚROVEŇ 3, 4, 5

- **ÚROVEŇ 3 – AUTOMATIZACE VŠECH ŘÍDÍCÍCH PROCESŮ**
 - zásadní problém – člověk v pozici „sledujícího dění“ chybuje mnohem více, než pokud je součástí řídicího řetězce
 - řidič není trénovaný, jako pilot nebo zkušební řidič
 - lze očekávat značný nárůst dopravních nehod
- **ÚROVNĚ 4 A 5 – AUTOMATIZACE VŠECH ŘÍDÍCÍCH PROCESŮ BEZ NUTNOSTI ZÁSAHU ČLOVĚKA**
 - L4 – pouze ve specifických prostředích (dálnice, parkoviště...)
 - L5 – na všech silnicích mimo specifikovaných případů (vánice...)

