

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY PASIVNÍ A AKTIVNÍ BEZPEČNOSTI
V SILNIČNÍCH VOZIDLECH

Bakalářská práce

2021

Vojtěch Zimmer, DiS.

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Vojtěch Zimmer, DiS.**
Osobní číslo: **D18228**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě**
Téma práce: **ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY PASIVNÍ A AKTIVNÍ BEZPEČNOST V SILNIČNÍCH VOZIDLECH**
Zadávací katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

Zásady pro vypracování

Zpracování uceleného přehledu technických řešení a moderních trendů v oblasti elektronických systému aktivní a pasivní bezpečnosti silničních vozidel.

Základní požadavky:

- Přehled současných moderních prvků bezpečnosti a legislativních požadavků na vybavení vozidla
- Zahrnout do oblasti prvky osobních i nákladních vozidel.
- Vymezení pojmů a rozdělení bezpečnosti

Osnova:

- Bezpečnost silničních vozidel
- Rozdělení bezpečnostních prvků
- Pasivní bezpečnost
- Aktivní bezpečnost
- Trend vývoje nových systému bezpečnosti

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ULRICH, Seiffert. *Integrated Automotive Safety Handbook*. 1. SAE International, 2013, 214 s. ISBN 9780768064377.
SEIFFERT, U., WECH, L. *Automotive Safety Handbook*. Warrendale: SAE international, 2003. ISBN 978-0-7680-1798-4.
PETERS, G., A., PETERS, B., J. *Automotive vehicle safety*. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2002. ISBN 0-7680-1096-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václav Lenoč, Ph.D.**
Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací
techniky v dopravě

Datum zadání bakalářské práce: **28. ledna 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Dušan Čermák, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 8. března 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Elektronické systémy pasivní a aktivní bezpečnosti v silničních vozidlech jsem vypracoval(a) samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil(a), jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 16.5.2021

Vojtěch Zimmer v. r.

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Václavu Lenochovi, Ph.D. za ochotu a cenné rady při vedení mé bakalářské práce. Zároveň bych chtěl poděkovat mé rodině a přítelkyni za podporu během celého studia.

V Pardubicích dne 16.5.2021

Vojtěch Zimmer v. r.

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s elektronickými systémy aktivní a pasivní bezpečnosti, se kterými se mohou setkat v dnešních osobních a nákladních vozidlech. U jednotlivých systémů je vysvětlen princip jejich funkce, závěrem jsou mezi sebou systémy porovnány pro použití v nákladních a osobních vozidlech. V práci je také zmíněna legislativa řešící povinnosti výrobců pro možnost prodeje vozidel v Evropské unii.

KLÍČOVÁ SLOVA

aktivní bezpečnost, pasivní bezpečnost, osobní vozidla, nákladní vozidla, elektronické systémy

TITLE

Passive and active safety electronic systems in road vehicles

ANNOTATION

The aim of my bachelor thesis is to acquaint readers with active and passive safety electronic systems, which can be seen in modern passenger cars and trucks. There are explanations of functions of safety systems. At the end of the chapters about active and passive electronic systems I compare systems used in passenger cars versus systems used in trucks. I also deal with the legislation, which producers of vehicles must adhere to, thus passenger cars and trucks produced by them may be sold in the European Union.

KEYWORDS

active safety, passive safety, passenger cars, trucks, electronic systems

OBSAH

OBSAH.....	- 8 -
SEZNAM ILUSTRACÍ A GRAFŮ.....	- 10 -
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK.....	- 11 -
ÚVOD.....	- 12 -
1. BEZPEČNOST SILNIČNÍCH VOZIDEL.....	- 13 -
2. LEGISLATIVA.....	- 16 -
2.1. AKTUÁLNĚ PLATNÁ.....	- 17 -
2.2. CO NÁS ČEKÁ.....	- 18 -
3. ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY AKTIVNÍ BEZPEČNOSTI.....	- 20 -
3.1. SYSTÉMY V OSOBNÍCH VOZIDLECH.....	- 20 -
3.1.1. Protiblokovací systém ABS.....	- 20 -
3.1.2. Protiprokluzový systém ASR.....	- 22 -
3.1.3. Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS.....	- 23 -
3.1.4. Elektronický stabilizační systém ESP.....	- 24 -
3.1.5. Regulace točivého momentu MSR.....	- 27 -
3.1.6. Optimalizace brzdného účinku DSR.....	- 27 -
3.1.7. Systém kontroly tlaku v pneumatikách.....	- 28 -
3.1.8. Systém hlídání jízdních pruhů.....	- 29 -
3.1.9. Systém rozpoznání únavy řidiče.....	- 31 -
3.1.10. Systém nouzového brzdění.....	- 31 -
3.1.11. Asistent mrtvého úhlu.....	- 33 -
3.1.12. Adaptivní tempomat.....	- 34 -
3.1.13. Head-up displej.....	- 36 -
3.1.14. Systém nočního vidění.....	- 37 -
3.1.15. Systém proti vzniku aquaplaningu.....	- 39 -
3.1.16. Regulace rychlosti při sjíždění prudkého klesání.....	- 40 -

3.1.17.	Inteligentní přizpůsobení rychlosti	- 41 -
3.1.18.	Alkoholový zámek	- 42 -
3.2.	SYSTÉMY V NÁKLADNÍCH VOZIDLECH.....	- 44 -
3.2.1.	ESP vozidel s návěsem	- 44 -
3.2.2.	Nouzová brzda	- 44 -
3.2.3.	Asistent mrtvého úhlu	- 45 -
3.2.4.	Asistenční systém odbočování.....	- 46 -
3.2.5.	Elektronická zpětná zrcátka	- 47 -
3.2.6.	GPS tempomat	- 49 -
3.3.	POROVNÁNÍ	- 51 -
4.	ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI.....	- 52 -
4.1.	SYSTÉMY V OSOBNÍCH VOZIDLECH.....	- 52 -
4.1.1.	Bezpečnostní pásy.....	- 52 -
4.1.2.	Airbag	- 54 -
4.1.3.	eCall.....	- 57 -
4.1.4.	Aktivní opěrka hlavy	- 58 -
4.1.5.	Aktivní kapota.....	- 59 -
4.1.6.	Airbag pro chodce.....	- 60 -
4.1.7.	Systém pro odpojení baterie při nehodě	- 61 -
4.2.	SYSTÉMY V NÁKLADNÍCH VOZIDLECH.....	- 62 -
4.2.1.	Airbag	- 62 -
4.3.	POROVNÁNÍ	- 63 -
ZÁVĚR	- 65 -
POUŽITÁ LITERATURA	- 68 -

SEZNAM ILUSTRACÍ A GRAFŮ

Obr. 1 – Relativní četnost nehod dle směru střetu	- 14 -
Obr. 2 – Části systému ABS	- 21 -
Obr. 3 – Komponenty systému ABS/ASR od firmy BOSCH	- 22 -
Obr. 4 – Princip funkce EDS	- 24 -
Obr. 5 – Nedotáčivý smyk u vozidla bez a se systémem ESP	- 25 -
Obr. 6 – Přetáčivý smyk u vozidla bez a se systémem ESP	- 26 -
Obr. 7 – Vyhýbací manévry u vozidla bez a se systémem ESP	- 26 -
Obr. 8 – Porovnání chování vozidla s a bez systému DSR.....	- 28 -
Obr. 9 – Snímač tlaku v pneumatikách.....	- 29 -
Obr. 10 – Line Assist od Škoda Auto	- 30 -
Obr. 11 – Driver Alert ve vozidle Škoda	- 31 -
Obr. 15 – Systém Front Assist od Škoda Auto	- 32 -
Obr. 14 – Mrtvé úhly osobního automobilu	- 33 -
Obr. 12 – Adaptivní tempomat Distance Pilot DISTRONIC od Mercedes-Benz	- 35 -
Obr. 13 – Prediktivní adaptivní tempomat Škoda Auto.....	- 36 -
Obr. 16 – Head-up displej ve vozidle Škoda Octavia IV.....	- 37 -
Obr. 17 – BMW Night Vision se systémem Dynamic Light Spot	- 38 -
Obr. 18 – Systém AIS.....	- 40 -
Obr. 19 – Inteligentní přizpůsobení rychlosti	- 42 -
Obr. 20 – Alcoguard (Volvo).....	- 43 -
Obr. 21 – Mrtvé úhly u nákladních automobilů.....	- 45 -
Obr. 22 – Monitor systému kamer Mercedes-Benz.....	- 46 -
Obr. 23 – Asistenční systém odbočování od MAN	- 47 -
Obr. 24 – Kamera nahrazující boční vnější zrcátka.....	- 48 -
Obr. 25 – Monitory systému MirrorCam.....	- 49 -
Obr. 26 – Průběh zdolání kopce systémem I-See	- 50 -
Obr. 27 – Tříbodový bezpečnostní pás s mechanickým předpínačem	- 53 -
Obr. 28 – Elektrický předpínač pásů	- 54 -
Obr. 29 – Hybridní vyvíječ plynu.....	- 55 -
Obr. 30 – Situování airbagů v osobním automobilu.....	- 56 -
Obr. 32 – Princip komunikace systému eCall.....	- 57 -
Obr. 31 – Aktivní opěrka hlavy instituce CDV	- 59 -
Obr. 33 – Aktivní kapota po aktivaci.....	- 60 -
Obr. 34 – Airbag pro chodce na vozidle Volvo V40.....	- 61 -
Obr. 35 – Boční airbag v nákladním vozidle SCANIA	- 62 -
Graf 1 – Vývoj počtu nehod a jejich následků za rok v rámci České republiky (procentuální nárůst/pokles oproti roku 1961).....	- 15 -

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ABS	Anti-lock Brake System
ABS/ASR	společná řídicí jednotka Anti-lock Brake System a Anti Skid Regulation
ACC	Adaptive Cruise Control
AIS	Aquaplaning intelligent solution
ASR	Anti Skid Regulation
CAN	Controller Area Network
CDV	Centrum dopravního výzkumu
DDS	Deflation Detection System
DSC	Dynamic Stability Control
DSR	Drive Steering Recommendation
eCal	Emergency Call
EDS	Elektronische Differenzialsperre
EHK OSN	Předpisy Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů
EHS/ES/EU	Předpisy Evropského hospodářského společenství, Evropského společenství a Evropské Unie
ESP	Electronic Stability Program
ETSC	European Transport Safety Council
EuroNCAP	European New Car Assessment Programme
GPS	Global Positioning System
GSM	Groupe Spécial Mobile
HDC	Hill Descent Control
HUD	Head-up display
ISA	Intelligent Speed Assistance
IVS	In Vehicle System
LED	Light-Emitting Diode
M _B	brzdňý moment
MSC	Motorcycle Stability Control
MSD	Minimum set of data
MSR	Motor Schleppmoment Regelung
PPDB	Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet
PSM	Porsche Stability Managemnt
SOS	Save Our Souls

SRS	Supplementary Restraint System
SUV	Sport Utility Vehicle
TMPS	Tyre Pressure Monitoring Systeme
VIN	Vehicle identification number
VW	Volkswagen Group

g/l	gram na liter
GHz	gigahertz
km/h	kilometr za hodinu
m/s ²	metr sekunda na minus druhou
ms	milisekunda

ÚVOD

Tématem mé bakalářské práce jsou bezpečnostní systémy v silničních vozidlech. Jelikož ve vozidlech nalezneme mnoho bezpečnostních systémů, je tato bakalářská práce zaměřena na elektronické systémy, které jsou aktuálně dle legislativy povinné ve vozidlech, a systémy, které se v moderních vozidlech instalují.

Bakalářská práce je rozdělena celkem na čtyři části. Ačkoliv jsou tématem mé bakalářské práce elektronické bezpečnostní systémy, zmíním se i o všeobecné bezpečnosti vozidel a legislativě. V první části vymezím pojem bezpečnost v osobních a nákladních vozidlech a jaké jsou na ni kladeny požadavky. Dále popíši, jakým způsobem probíhají testy pro ověření bezpečnosti.

V druhé části se budu zabývat legislativou, tedy požadavky, které musí mít vozidla, které chce výrobce prodávat v České republice, potažmo v celé Evropské unii. Závěrem této části uvedu, jaké elektronické systémy budou nově povinné s příchodem nového nařízení Evropské unie.

Ve třetí části vymezím pojem aktivní bezpečnost a následně ve dvou kapitolách popíši systémy, se kterými se můžeme v dnešních osobních i nákladních vozidlech setkat. Závěrem této části porovnam zastoupení popsanych systémů aktivní bezpečnosti u osobních a nákladních vozidel.

V poslední, tedy ve čtvrté části, budu opět ve dvou kapitolách popisovat systémy pasivní bezpečnosti, které následně v další kapitole mezi sebou porovnam.

1. BEZPEČNOST SILNIČNÍCH VOZIDEL

Zvyšující se množství osobní i nákladní dopravy s sebou nese riziko zvyšujícího se počtu dopravních nehod. Výrobci vozidel se tedy musí při jejich vývoji čím dál více zabývat bezpečností svých vozidel. Navrhují tak stále robustnější a chytřejší vozidla, která jsou schopna nehodě předejít, nebo případně co nejvíce snížit její následky, a ochránit účastníky nehody jak ve vozidle, tak i mimo něj. Bezpečnost vozidel lze rozdělit do dvou základních skupin, a to na aktivní bezpečnost a pasivní bezpečnost. Prvky aktivní bezpečnosti jsou převážně systémy zvyšující jízdní stabilitu a ovladatelnost vozidla, a to mnohdy až na samotnou hranu fyzikálních zákonů. Prvky pasivní bezpečnosti jsou karosérie vozidla, dále bezpečnostní prvky či systémy, a to především zádržný systém.¹ Právě na elektrické bezpečnostní systémy se zaměřím v následujících kapitolách mé bakalářské práce.

Každé vozidlo, které je uvedeno na evropský trh, musí splňovat legislativní podmínky a požadovanou bezpečnost. O správné bezpečnosti vozidel se může výrobce přesvědčit pomocí numerických simulací, nebo nárazových zkoušek, které provádějí samotní výrobci a následně specializované firmy. V Evropě je to nezávislá organizace EuroNCAP (European New Car Assessment Programme).²

Nárazové zkoušky, takzvané crashtesty, jsou tedy nedílnou součástí bezpečnostních zkoušek vozidel. Zkouší se při nich především jak nehoda působí na lidské tělo a jak vozidlo či ochranné prvky lidské tělo ochrání. Při zkouškách se testuje:

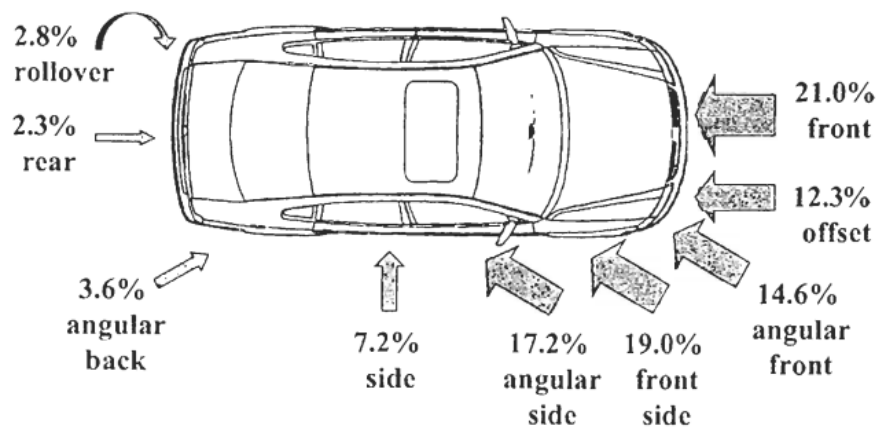
- i. Působení nehody na lidské tělo – cílem je ověření, zda došlo k odpovídající úrovni bezpečnosti cestujících. Je samozřejmé, že při zkouškách nemohou být ve vozidle lidé, jelikož by jim hrozilo vážné zranění. V sedmdesátých letech se ovšem využívala mrtvá lidská těla, čímž bylo možné dosáhnout nejlepšího napodobení chování lidského těla při nehodě. Tyto testy ale byly brzy zakázány kvůli nelidskému a nemorálnímu chování k lidským ostatkům. V dnešní době jsou využívány figuríny. Díky moderním materiálům dokáží dnes výrobci vyrobit figurínu jako velice věrnou kopii lidského těla, a to nejen velikostně, ale i po stránce strukturální. Nezbytnou součástí figurín je množství sensorů, které snímají sebemenší pohyb a zrychlení na specifických místech těla.

¹ KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016, s. vii. ISBN 978-80-01-05893-0.

² Tamtéž, s. vii.

- ii. Odolnost proti nárazu – testuje se především pohlcení energie v deformačních zónách s následným účinkem na vnitřní komponenty a cestující. Testy se provádějí v různých rychlostech a z různých stran, tedy zepředu, z boku, zezadu, při převrácení a dále tzv. pole test (test nárazu vozidla do stromu nebo telefonního sloupu, nejčastěji z boku). U speciální techniky, jako je zemědělská, vojenská či stavební, se provádějí navíc další specifické testy.
- iii. Testování shody – k prokázání souladu s bezpečnostními standardy v jednotlivých zemích.
- iv. Testování komponentů – jedná se o testování komponentů k včasnému odstranění závad a funkčních nedostatků.³

Faktor, který dále musí výrobci při návrhu vozidel zohlednit, je směr, v němž při nehodě dojde ke střetu. K tomu se využívají statistická data směru střetu při nehodě, která mohou být ve zjednodušeném stavu reprezentována podobně jako na obrázku 1. Tento obrázek vyplývá ze statistik nehod v Evropě.⁴



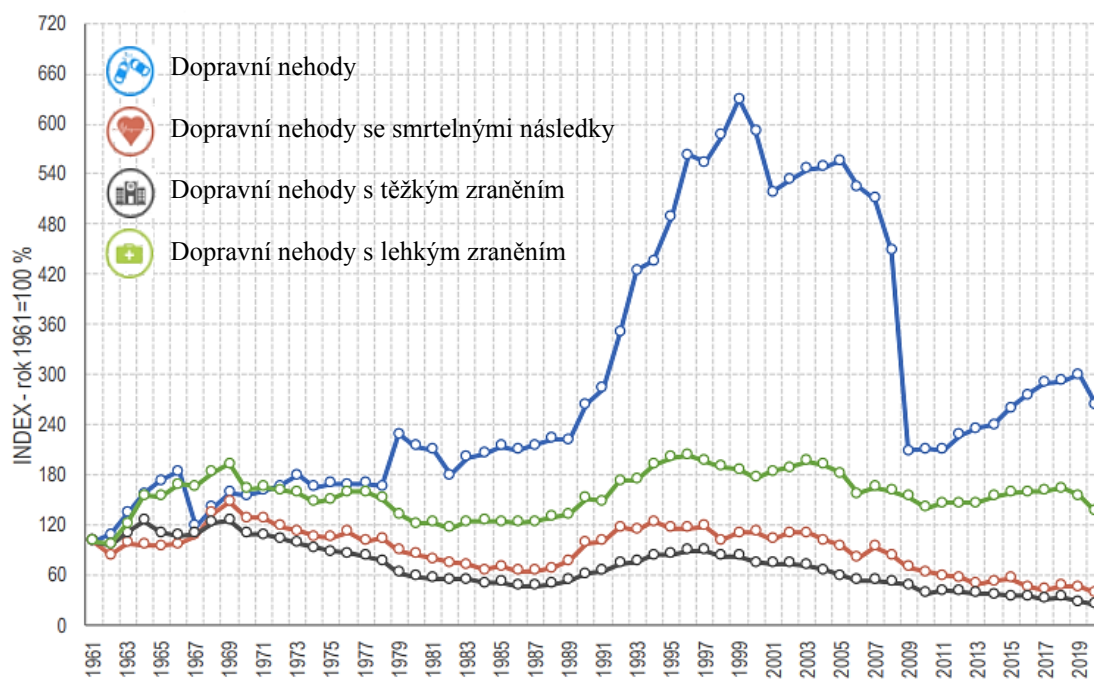
Obr. 1 – Relativní četnost nehod dle směru střetu⁵

³ PETERS, George A. a Barbara J. PETERS. *Automotive vehicle safety*. London, 2002, s. 131–141. ISBN 04-152-6333-6.

⁴ SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. *Automotive safety handbook*. 2nd ed. Warrendale: SAE International, c2007, s. 110–111. ISBN 978-0-7680-1798-4.

⁵ Tamtéž, s. 111.

Stále přísnější legislativní podmínky na bezpečnost a s tím související celkovou bezpečnost provozu, lze vysledovat například z grafu statistických údajů nehodovosti na území České republiky, které si vede Policie ČR již od rok 1961. Hodnoty v grafu nepředstavují konkrétní čísla, ale procentuální porovnání vůči roku 1961, který představuje 100 %. Lze tedy z grafu vyčíst, že v roce 2020 bylo, oproti roku 1961, přibližně 2,5krát více nehod, a přibližně 2krát méně smrtelných nehod. Razantní nárůst počtu nehod (modrý průběh) od roku 1989 koresponduje zřejmě se zvyšující hustotou dopravy. Zato razantní pokles nehod od roku 2004 může mít souvislost se vstupem České republiky do Evropské unie, čímž vstoupily v účinnost přísnější předpisy na nová vozidla především v oblasti aktivní bezpečnosti. Zároveň celkový trend nehod se smrtelnými následky (červený průběh) či nehod s těžkým zraněním (černý průběh) v posledních letech klesá. Nehody s lehkým zraněním (zelený průběh) doplňují zbytek nehod a korespondují tedy s celkovým počtem nehod.⁶



Graf 1 – Vývoj počtu nehod a jejich následků za rok v rámci České republiky (procentuální nárůst/pokles oproti roku 1961)⁷

⁶ Statistika nehodovosti [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>

⁷ Tamtéž.

2. LEGISLATIVA

Každé vozidlo, které je uvedeno na trh, musí být v souladu s legislativními požadavky. Legislativa určuje, jaké prvky aktivní a pasivní bezpečnosti musí osobní či nákladní vozidlo obsahovat, a dále také způsob provádění bezpečnostních testů. Legislativní pravidla stanovující povinné prvky aktivní a pasivní bezpečnosti ve vozidlech nově uváděných na trh nalezneme ve směrnicích EHS/ES/EU (bývalého Evropského hospodářského společenství, Evropského společenství a Evropské Unie) a předpisech EHK OSN (Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů).⁸ Právní předpisy EHK OSN stanovují jednotná ustanovení pro schvalování vozidel. Seznam jednotlivých směrnic EHS/ES/EU a předpisů EHK OSN nalezneme například v přílohách č. 1 a č. 5 vyhlášky Ministerstva dopravy č. 341/2014 Sb., O schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška byla přijata k provedení zákona č. 56/2001 Sb., O podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Ve vyhlášce se například můžeme dočíst, že předpisy Evropské unie se nevztahují na osobní, nákladní a přípojná vozidla určena pro použití ozbrojenými složkami, civilní ochranou, požárními složkami a složkami udržujícími veřejnou bezpečnost.

V rámci evropské legislativy jsou vyjma směrnic rovněž vydávána nařízení, která jsou přímo závazná jak pro členské státy, tak pro jednotlivé adresáty právních norem, přičemž v poslední době bylo evropskými institucemi přijato několik nařízení týkajících se aktivní a pasivní bezpečnosti osobních i nákladních vozidel, a to například nařízení týkající se systému eCall či nařízení z roku 2019, které blíže vymezím níže v textu bakalářské práce.

Základní předpisy, které stanovují, co musí každé osobní vozidlo pro homologaci splnit z hlediska aktivní i pasivní bezpečnosti, jsou předpis EHK OSN 94 a předpis EHK OSN 95. Předpis EHK OSN 94 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících při čelním nárazu, je tvořen zkouškou čelního nárazu vozidla v rychlosti 56 km/h do pevné bariéry. Při nárazu jsou ve vozidle minimálně dvě figuríny na předních sedadlech a jsou připoutány bezpečnostními pásy, které musejí splňovat směrnici EHK OSN 14 – Kotevní úchyty bezpečnostních pásů a kotevní úchyty ISOFIX, a směrnici EHK OSN 16 – Bezpečnostní pásy a zádržné systémy. Pomocí sensorů na figurínách jsou měřeny informace o pohybu částí figuríny (hlava, krk, hrudní a stehenní kost) a dle výsledků vyhodnocován test. Druhý předpis, EHK OSN 95 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících

⁸ KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016, s. 19-20. ISBN 978-80-01-05893-0.

při bočním nárazu, představuje boční náraz v rychlosti 50 km/h, kdy vozidlo stojí a narazí do něho mobilní bariéra o hmotnosti 950 kg. Stejně jako u testu dle předpisu EHK OSN 94 je test vyhodnocován na základě informací z čidel figurín.⁹

2.1. AKTUÁLNĚ PLATNÁ

V této kapitole uvádím některé systémy, které musí být povinně instalovány ve vozidlech. Jejich funkčnost je zkoušena v rámci homologace dle příslušného předpisu EHS/ES/EU nebo EHK OSN.

- i. Dle základní směrnice Evropské unie 91/671/EHS z 16. prosince 1991 je nařízeno povinné použití bezpečnostních pásů na předních sedadlech u vozidel do 3,5 t za předpokladu, že jsou sedadla bezpečnostním pásem vybavena. Následně prováděcí směrnicí 2014/37/EU z roku 2014 bylo stanoveno, že všechny osoby cestující v osobních i nákladních vozidlech musí během jízdy použít bezpečnostní pás.
- ii. Od roku 2004 musí mít všechna nově homologovaná osobní vozidla povinně protiblokový systém ABS. U nákladních vozidel je povinný již od 90. let.¹⁰
- iii. Od roku 2009 je povinná detekce zapnutého pásu na sedadle řidiče a následně od září roku 2019 je povinná ve všech nových vozidlech detekce zapnutého pásu na všech sedadlech.¹¹
- iv. Elektronický stabilizační systém ESP je povinný ve všech nově homologovaných nových vozidlech od 1. listopadu 2011, a od 1. listopadu 2014 i ve všech nových vozidlech, která byla homologována před rokem 2011.¹²
- v. Od 1. listopadu 2012 je povinný systém měření tlaku v pneumatikách ve všech nově homologovaných osobních a nákladních vozidlech a od 1. listopadu 2014 na všech nových vozidlech, která byla homologována před rokem 2012.¹³

⁹ KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016, s. 19-26. ISBN 978-80-01-05893-0.

¹⁰ SLOVÁČEK, Petr. *Evropská komise: Auta budou bezpečná, a basta!* AUTO.CZ [online]. 24. 10. 2012 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/evropska-komise-auta-budou-bezpecna-a-basta-70742>

¹¹ AMBROS, Jiří. *Detekce nepřipoutaných osob na všech sedadlech již od září 2019*. Observatoř bezpečnosti silničního provozu [online]. 6. 5. 2019 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/detekce-nepripoutanych-osob-na-vsech-sedadlech-jiz-od-zari-2019/?id=1730>

¹² *Vehicle Safety Systems*. European Commission [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/application_areas/vehicle_safety_systems_en

¹³ BUREŠ, David. *Od listopadu musí každý automobil hlídat tlak v pneumatikách. Povinně!* AUTO.CZ [online]. 21. 10. 2014 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/od-listopadu-musi-kazdy-automobil-hlidat-tlak-v-pneumatikach-povinne-83686>

- vi. Od 1. listopadu 2013 je povinný systém pokročilé nouzové brzdy a systém hlídání jízdních pruhů ve všech nově homologovaných nákladních vozidlech a od 1. listopadu 2015 na všech nových vozidlech, která byla homologována před rokem 2013.¹⁴
- vii. Dle nařízení Evropské komise 2017/79 ze dne 12. září 2016 se stanovila povinnost zavedení palubního systému eCall do všech osobních i nákladních vozidel od roku 2018.

2.2. CO NÁS ČEKÁ

V listopadu roku 2019 bylo Evropským parlamentem a Radou vydáno nové nařízení č. 2019/2144, které nabude účinnosti 6. července 2022 ve všech členských státech Evropské unie. Toto nařízení obsahuje mimo jiné i zavedení povinnosti instalovat do vozidel následující systémy:

- i. Systém nouzového brzdění i pro osobní a užitková vozidla, kdy vozidla musí bezpečně zastavit a rozeznat vpředu jedoucí vozidla. Následně v roce 2024 budou muset systémy rozeznat i cyklisty a chodce.
- ii. Systém hlídání jízdních pruhů v osobních a užitkových vozidlech.
- iii. Systém inteligentního přizpůsobení rychlosti pro všechna vozidla, který pomáhá řidiči dodržovat maximální stanovenou rychlost.
- iv. Systém monitorování únavy řidiče u všech motorových vozidel.
- v. Systém detekce při couvání u všech motorových vozidel.
- vi. Systém hlídání mrtvých úhlů a systém pro vybočování u nákladních vozidel.
- vii. Takzvaná černá skříňka u osobních vozidel.
- viii. Systém upozornění na nouzové zastavení u všech vozidel, kdy při rychlém zastavení a aktivaci systému ABS je aktivována světelná signalizace pro upozornění ostatních účastníků silničního provozu.
- ix. Systém monitorování tlaku v pneumatikách u užitkových vozidel, přívěsů a autobusů.¹⁵

¹⁴ *Vehicle Safety Systems*. European Commission [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/application_areas/vehicle_safety_systems_en

¹⁵ *New vehicle safety systems*. Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/StV/Roadtraffic/new-vehicle-safety-systems.html>

- x. Příprava na instalaci systému pro zamezení nastartování vozidla řidičem v podnapilém stavu.¹⁶

¹⁶ *Alkoholové zámky pro dodávky, kamiony a autobusy v celé EU: Tisková zpráva Evropské rady bezpečnosti dopravy (ETSC)*. Centrum dopravního výzkumu [online]. 24. února 2018 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/alkoholove-zamky-pro-dodavky-kamiony-a-autobusy-v-cele-eu/>

3. ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY AKTIVNÍ BEZPEČNOSTI

Systémy aktivní bezpečnosti jsou systémy, které zabraňují vzniku dopravní nehody. Jedná se tedy o systémy, jež pracují ještě před samotným vznikem nehody, a pomáhají nám především se zlepšením ovladatelnosti vozidla a zvládnutím nečekaných situací.

3.1. SYSTÉMY V OSOBNÍCH VOZIDLECH

V první části této kapitoly mé bakalářské práce vymezím systémy aktivní bezpečnosti, se kterými se lze setkat u osobních vozidel.

3.1.1. Protiblokovací systém ABS

Protiblokovací systém ABS je jedním ze základních systémů aktivní bezpečnosti, který vyjma své vlastní funkce tvoří základ pro další bezpečnostní systémy, a to například ASR a ESP. Hlavní funkcí ABS (Anti-lock Brake System) je zamezení zablokování kol při brzdění. Tím, že se kolo stále otáčí a neztrácí adhezi s vozovkou, je zajištěna větší stabilita, ovladatelnost vozidla a co nejkratší brzdná dráha, především pak při prudkém brzdění na kluzkém povrchu.¹⁷

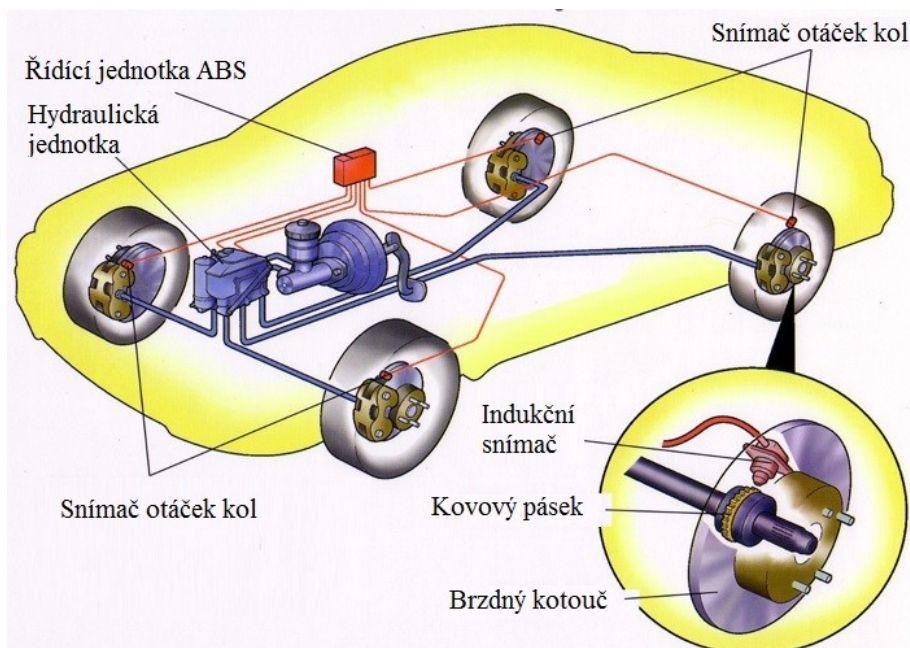
Systém ABS poprvé prezentovala automobilka Mercedes-Benz ve spolupráci s firmou Bosh v srpnu roku 1978 a odstartovala tak zavádění řídicích jednotek do automobilů. Patent na složitý mechanický systém ABS avšak byl podán již v roce 1953, kdy se jednalo o systém pro letecký průmysl, který ovšem nebyl pro automobilový průmysl vhodný. Přesto jej automobilka Jensen Motors instalovala do jejich sportovního automobilu, který se ale na trhu neujal, a to především pro svou vysokou cenu. Koncem šedesátých let se pokoušela svou elektronickou verzi systému prosadit na svých automobilech firma Ford, jež je ale instalovala pouze na zadní nápravu. Následně v roce 1971 nabízela svou alternativu automobilka Chrysler, a to systém s názvem Sure Brake, o který zákazníci opět nejevili příliš zájem. ABS si tedy musel počkat až na rok 1978, kdy ho prosadila zmiňovaná automobilka Mercedes-Benz s firmou Bosh.¹⁸

Systém se skládá ze tří základních částí. První část, snímač otáček kol, je umístěn v těhlici každého kola a je většinou tvořen indukčním snímačem a kovovým páskem po obvodu

¹⁷ SAJDL, Jan. *ABS (Anti-lock Braking System)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>

¹⁸ DITTRICH, Lukáš. *Mercedes-Benz připomíná 40 let od představení systému ABS. První ale nebyl*. Autobible.euro.cz [online]. 23.08.2018 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/mercedes-benz-pripomina-40-let-od-predstaveni-systemu-abs-prvni-nebyl/>

náboje. Druhou částí je řídicí jednotka systému, která je obvykle umístěna společně s hydraulickým regulačním ventilem v motorovém prostoru.¹⁹



Obr. 2 – Části systému ABS²⁰

Systém pracuje tak, že při sešlápnutí brzdového pedálu snímá pomocí indukčních snímačů otáčky všech kol, a na základě přijatých signálů řídicí jednotka ABS vyhodnotí, zda nehrozí zablokování některého kola. V případě, že by hrozilo zablokování některého kola, uzavře se příslušný vstupní ventil ABS, tlak zůstane konstantní a nebude možné jej zvýšit větším sešlápnutím brzdového pedálu, které by vedlo k zablokování kola. Pokud po uzavření vstupního ventilu ABS stále hrozí zablokování kola, nebo již k tomuto došlo, otevře se výstupní ventil ABS a brzdny tlak příslušného kola se zmenší, což způsobí opětovné roztočení kola a navázání kontaktu s vozovkou. Po roztočení kola se může opět uzavřít výstupní ventil, otevřít vstupní ventil ABS, čímž se zvýší brzdny tlak na příslušné kolo, které začne znovu vytvářet brzdny moment.²¹ Tuto operaci, tedy krátkodobé snížení brzdneho tlaku, je systém schopen uskutečnit až šestnáctkrát za sekundu, čímž tedy nedochází k zablokování kola a vozidlo je tak ovladatelné.²²

¹⁹ ŠKODA AUTO a.s.. *Dílenská učební pomůcka: 88 Brzdové a stabilizační systémy* [online]. 2010, s. 20–24. [cit. 2021-03-06]. ISBN S00.2002.88.15.

²⁰ BRZDOVÝ SYSTÉM ABS. [online]. [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://brendoptom.ru/cs/the-brake-system-abs-how-the-antilock-braking-system-works.html>

²¹ ŠKODA AUTO a.s.. *Dílenská učební pomůcka: 88 Brzdové a stabilizační systémy*. 2010, s. 20–24. [cit. 2021-03-06]. ISBN S00.2002.88.15.

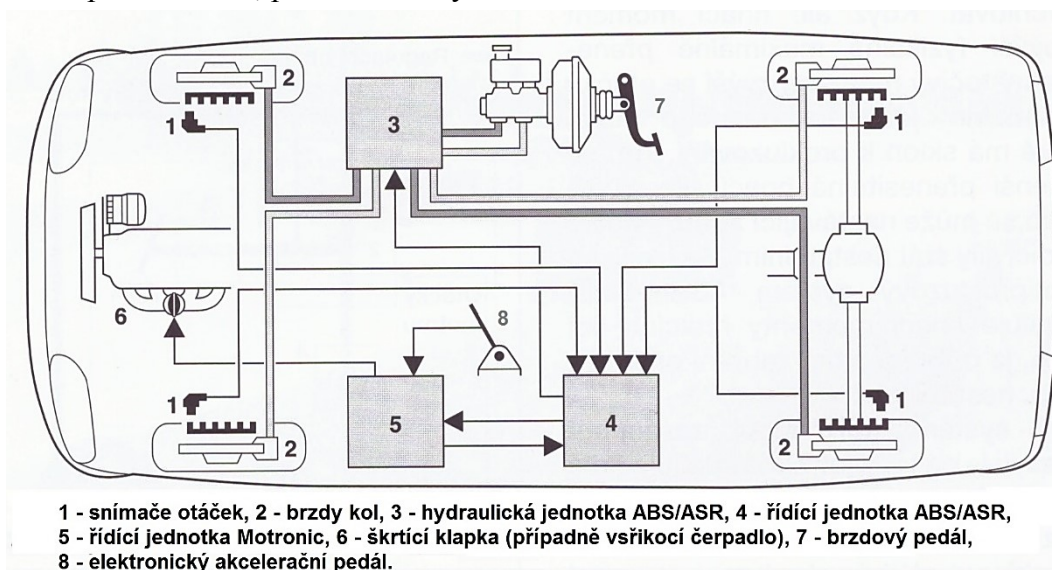
²² SAJDL, Jan. *ABS (Anti-lock Braking System)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>

Řidič pozná aktivaci systému při brzdění tak, že ho brzdový pedál takzvaně „kope“, tedy že opakovaně klade odpor proti stlačovanému pedálu. V tuto chvíli se nesmí řidič zaleknout a přestat intenzivně brzdit, jelikož by tím zamezil správné funkci systému.

Systém kontroluje svou funkci neustále, i když automobil nebrzdí, a v případě zjištění jakékoliv poruchy se systém deaktivuje. ABS by totiž nepracoval správně, kdyby mu například nepřicházely informace z jednoho čidla v kole, protože by si jednotka mohla myslet, že je příslušné kolo neustále blokováno. Řidič je o nefunkčnosti systému informován pomocí kontrolky ABS na přístrojové desce.

3.1.2. Protipokluzový systém ASR

Protipokluzový systém ASR (Anti Skid Regulation) začala jako první nabízet automobilka Mercedes-Benz na začátku osmdesátých let, avšak byla to v roce 1982 automobilka Volvo, která tento systém uvedla ve svých vozidlech do sériové výroby. Systém zajišťuje především stabilitu a říditelnost vozidla při akceleraci, kdy hrozí ztráta adheze mezi vozovkou a pneumatikou, především tedy na zledovatělé nebo zablácené vozovce.²³



Obr. 3 – Komponenty systému ABS/ASR od firmy BOSCH²⁴

Systém pracuje na principu přibrzdění poháněného kola, u kterého hrozí prokluzování, nebo včasné přizpůsobení točivého momentu motoru hnacímu momentu, který jsou schopna poháněná kola přenést na vozovku. Systém vyžívá stejné komponenty jako systém ABS a je tak pouze jeho rozšířením. Ke správné funkci protipokluzového systému musí mít vozidlo

²³ VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2002, s. 321. ISBN 80-238-7282-6.

²⁴ ZANTEN, Anton van. *Regulace jízdní dynamiky ESP*. Praha: Robert Bosch, 2001, s. 23. Jízdní bezpečnost motorových vozidel. ISBN 80-902-5858-1.

elektronický akcelerační pedál, čímž je zajištěno elektrické spojení mezi pedálem a škrťací klapkou v případě zážehového motoru, nebo vstřikovacím čerpadlem v případě vznětového motoru. Pomocí elektronické vazby je zajištěna nezávislost přenášených informací ze systému ASR do řídicí jednotky pro management motoru (Motronic) na poloze plynového pedálu.²⁵

Indukční snímače začnou ihned po rozjezdu vozidla snímat otáčky všech kol a odesílat je do řídicí jednotky ABS/ASR. Jestliže při sešlápnutí akceleračního pedálu je zjištěn rozdíl otáček mezi některým z poháněných a nepoháněných kol, tedy k prokluzu jakéhokoli poháněného kola, řídicí jednotka vyhodnotí, že dané poháněné kolo nedokáže přenést aktuální hnací moment na vozovku. Dojde tak k přibrzdění prokluzovaného kola pomocí hydraulické jednotky ABS/ASR, případně i k omezení výkonu motoru jednotkou Motronic, aby se snížil přebytečný hnací moment.²⁶

Jak bylo naznačeno, systém je aktivní při jakékoliv rychlosti vozidla. V případě aktivace, tedy když zasahuje řídicí jednotka pomocí přibrzdování nebo omezení výkonu do pohonu vozidla, je řidič informován rozsvícenou kontrolkou ASR na přístrojové desce. U většiny aut lze protiprokluzový systém také deaktivovat.

3.1.3. Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS

Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS (Elektronische Differenzialsperre) je systém obdobný systému ASR, ovšem zde je umožněno při prokluzu jednoho z hnacích kol pouze přibrzdění prokluzovaného kola. Na rozdíl od systému ASR, je tedy využit pouze brzdový systém a nikoli brzdový systém se současným omezením točivého momentu motoru. Elektronická uzávěrka diferenciálu pomáhá s rozjezdem na povrchu s rozdílnou adhezí pro každé poháněné kolo, a to do rychlosti 40 km/h. Pro svou funkci využívá opět již instalované komponenty ABS.²⁷

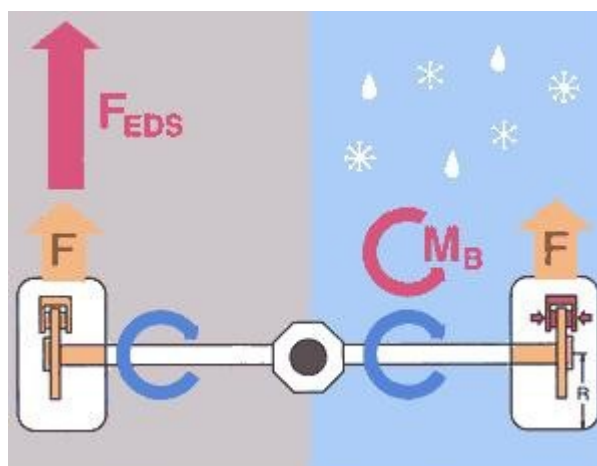
Když jede vozidlo po povrchu, kde je pro obě poháněná kola povrch se stejnou adhezí, je hnací moment z převodovky rozdělen na kola stejným poměrem. Pokud se ale pro jedno kolo povrch změní a sníží se adheze, začne se prokluzovat a nápravový diferenciál začne přenášet hnací moment pouze na prokluzující kolo. V takovém případě se vozidlo zastaví, protože na neprokluzujícím kole je téměř nulový moment. Zde ovšem přichází na řadu systém EDS, který na základě informací z čidel v kolech zjistí prokluzující se kolo, přibrzdí ho a vytvoří

²⁵ ZANTEN, Anton van. *Regulace jízdní dynamiky ESP*. Praha: Robert Bosch, 2001, s. 23-24. Jízdní bezpečnost motorových vozidel. ISBN 80-902-5858-1.

²⁶ Tamtéž, s. 23-24.

²⁷ VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 132-133. ISBN 80-239-6462-3.

tak na něm brzdňý moment M_B . Díky tomuto brzdňému momentu začne nápravový diferencíál opět rozdělovat moment z převodovky na obě kola a neprokluzující se kolo je tak schopno přenášet sílu na vozovku.²⁸



Obr. 4 – Princip funkce EDS²⁹

3.1.4. Elektronický stabilizační systém ESP

Elektronický stabilizační systém ESP (Electronic Stability Program), který uvedla firma Bosch ve spolupráci s firmou Daimler-Benz v roce 1995, snižuje nebezpečí smyku a zlepšuje jízdní stabilitu, především při rychlém vjetí do zatáčky převážně na kluzké vozovce. Systém je schopen zabránit až 80 % nehod, které by vznikly právě kvůli smyku, a to díky neustálému sledování pohybu vozidla, případnému přibrzdění příslušného kola, či snížení točivého momentu motoru. Firma Bosch také upravila svůj systém ESP a vyvinula tak obdobu tohoto systému pro využití u jednostranných vozidel s označením MSC (Motorcycle Stability Control).³⁰ Existuje mnoho dalších systémů, které jsou založeny na principu ESP, přičemž nesou jiný název, a to například Dynamic Stability Control (DSC od BMW) nebo Porsche Stability Managemnt (PSM od Porsche).³¹

Systém ESP využívá pro svou funkci komponenty systému ABS/ASR s doplněním o snímače úhlu natočení volantu, bočního zrychlení, stáčivé rychlosti, polohy plynového pedálu a snímače brzdňého tlaku. Informace z těchto snímačů jsou vyhodnocovány v řídicí jednotce, kde je porovnáváno požadované chování vozidla (z informací o rychlosti, natočení volantu a polohy plynového pedálu) se skutečným chováním vozidla (ze snímačů bočního zrychlení

²⁸ SAJDL, Jan. *EDS (Elektronische Differenzialsperre)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/eds-elektronische-differenzialsperre/>

²⁹ Tamtéž.

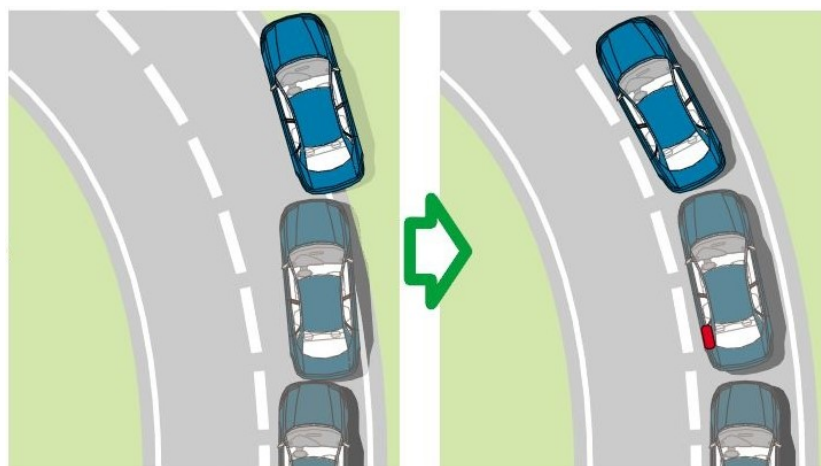
³⁰ *ESP (ESC)*. Bezpečné cesty [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/aktivni-prvky-bezpecnosti/esp-esc>

³¹ VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 146. ISBN 80-239-6462-3.

a stáčivé rychlosti). Na základě tohoto porovnání řídicí jednotka vypočte případné korekce s potřebnými akčními veličinami pro hydraulickou jednotku nebo jednotku motoru.³²

Jak již bylo zmíněno, systém včasným a cíleným přibrzděním některého kola nebo snížením, případně zvýšením, točivého momentu, dokáže zásadním způsobem zlepšit jízdní stabilitu vozidla a zamezit smyku. Samotný princip, který lze přirovnat k principu řízení pásového vozidla, si lze vysvětlit na třech situacích, se kterými se můžeme v běžném provozu setkat. Tyto situace jsou:

- i. nedotáčivý smyk – nastane v situaci, kdy je přední náprava ve smyku a vozidlo nechce zatočit (obr. 5 vlevo). Systém ESP do jízdy zakročí tím způsobem, že sníží točivý moment motoru, a zároveň pomocí cíleného přibrzdění kola vytvoří otáčivý moment působící proti momentu, který dostal vozidlo do smyku. V této situaci se přibrzdí kola, převážně tedy zadní, na vnitřní straně zatáčky.

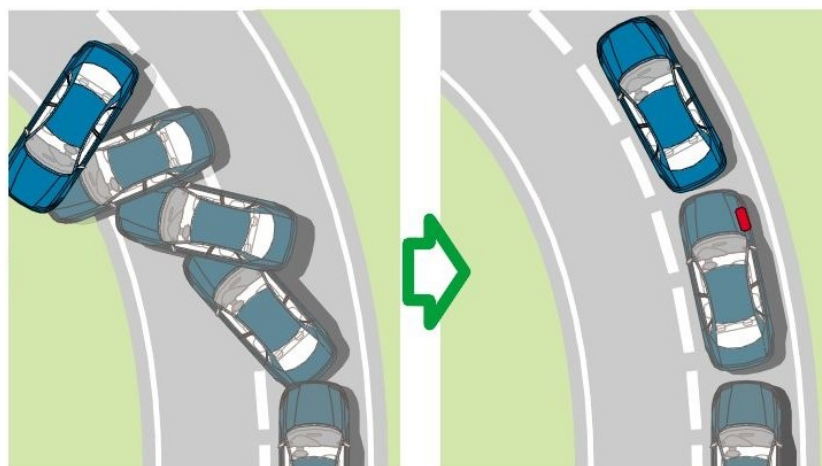


Obr. 5 – Nedotáčivý smyk u vozidla bez a se systémem ESP³³

- ii. přetáčivý smyk – nastane v situaci, kdy je zadní náprava ve smyku a vozidlo zatáčí příliš (obr. 6 vlevo). Systém ESP do jízdy zasáhne nejprve cíleným přibrzděním kola na vnější straně zatáčky, čímž vznikne otáčivý moment proti momentu vznikajícímu smykem. Systém navíc může zvýšit jízdní stabilitu vozidla zvýšením výkonu motoru.

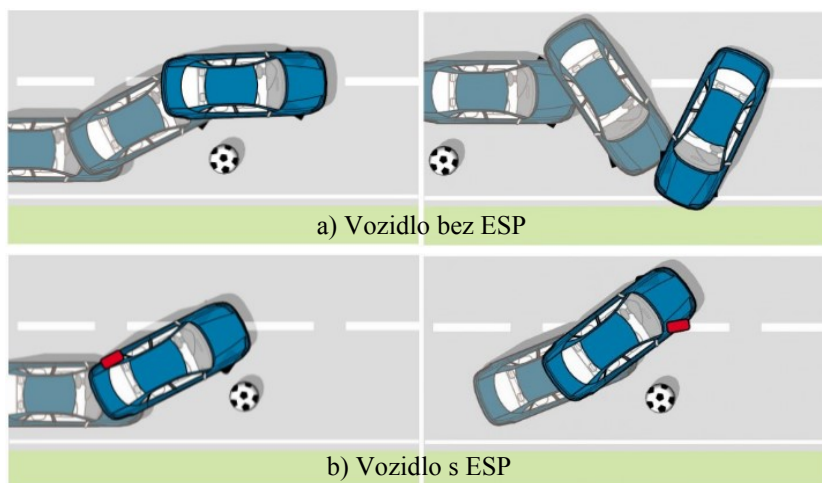
³² ZANTEN, Anton van. *Regulace jízdní dynamiky ESP*. Praha: Robert Bosch, 2001, s. 46-55. Jízdní bezpečnost motorových vozidel. ISBN 80-902-5858-1.

³³ SAJDL, Jan. *ESP (Electronic Stability Programme)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>



Obr. 6 – Přetáčivý smyk u vozidla bez a se systémem ESP³⁴

- iii. vyhýbací manévr – přichází v situaci, kdy se řidič snaží vyhnout nečekané překážce. Již při prvním zatočení (obr. 7 b) vlevo) řídicí jednotka pozná, že hrozí vznik smyku, proto ihned zasáhne přibrzděním zadního kola na straně, kam vozidlo zatáčí. Při návratu do původního směru (obr. 7 b) vpravo) je naopak přibrzděno kolo přední, také na straně, kam vozidlo zatáčí.³⁵



Obr. 7 – Vyhýbací manévr u vozidla bez a se systémem ESP³⁶

³⁴ SAJDL, Jan. *ESP (Electronic Stability Programme)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>

³⁵ Tamtéž.

³⁶ Tamtéž.

3.1.5. Regulace točivého momentu MSR

Regulace točivého momentu MSR (z německého pojmenování Motor Schleppmoment Regelung), někdy je překládána jako systém regulace brzdného momentu, je systém, který je schopen zabránit vzniku smyku vozidla při podřazení nebo při rychlém ubrání plynu, tedy kdy motor přejde do režimu takzvané motorové brzdy, kdy vytváří točivý moment působící proti pohybu hnacích kol. Systém je využíván převážně u vznětových motorů, které mají vysoký točivý moment, a při přechodu do motorové brzdy by se mohla snížit adheze mezi pneumatikou a vozovku. Systém využívá již instalované komponenty ze systému ABS/ASR. Jakmile po ubrání plynu, nebo podřazení, systém z čidel otáček jednotlivých kol pozná, že dochází k zablokování kol, tedy smyku, automaticky díky napojení na řídicí jednotku motoru zvýší otáčky. Dojde tak opět ke zvýšení adheze díky obnovení otáčení kol a vozidlo se stane znovu ovladatelné. Společně se systémem ABS a ASR tvoří systém MSR důležitý prvek aktivní bezpečnosti.³⁷

3.1.6. Optimalizace brzdného účinku DSR

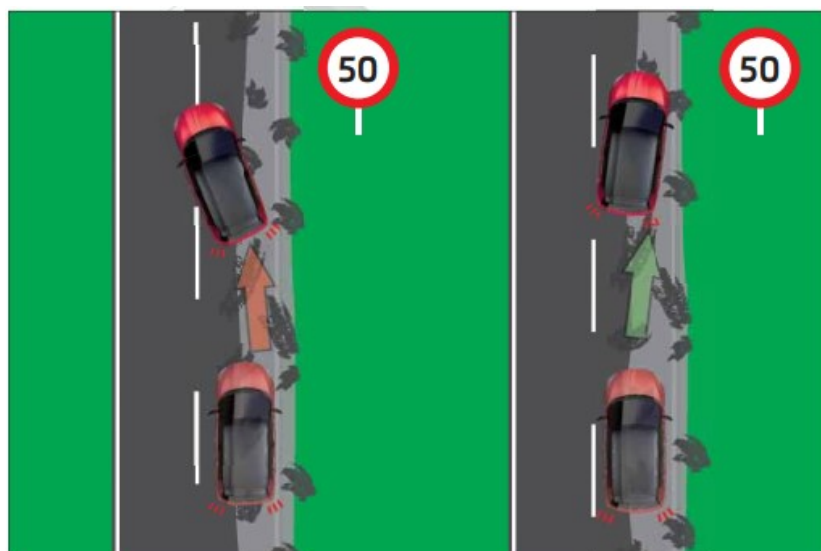
Optimalizace brzdného účinku DSR (Drive Steering Recommendation) je systém, který zvyšuje jízdní stabilitu vozidla při brzdění na povrchu s rozdílnou adhezí na každé straně vozidla, nebo při přetáčivém smyku. Jedná se o doplňkovou funkci systému ESP a pro správnou funkci systému je zapotřebí posilovač řízení podporující systém DSR.³⁸

V případě brzdění na vozovce s různou adhezí začne vznikat stáčivý moment, který systém zaznamená z informací ze systému ESP, tedy z rozdílné rychlosti kol a snímače stáčivé rychlosti. Systém na základě těchto informací vypočítá potřebnou korekci řízení, která má být na volantu pro zvládnutí nastalé situace. Korekce je vyžadována tak dlouho, jak si ji vyžaduje systém ESP. Korekcí je tedy jednak vozidlo stabilizováno, ale zároveň se i zkrátí brzdná dráha.³⁹

³⁷ SAJDL, Jan. *MSR (MotorSchleppmomentRegelung)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/msr-motor-schleppmoment-regelung/>

³⁸ ŠKODA AUTO a.s.. *Dílenská učební pomůcka: 88 Brzdové a stabilizační systémy*. 2010, s. 43. [cit. 2021-05-12]. S00.2002.88.15.

³⁹ Tamtéž, s. 43.



Obr. 8 – Porovnání chování vozidla s a bez systému DSR⁴⁰

3.1.7. Systém kontroly tlaku v pneumatikách

Je známo, že podhuštěná pneumatika má nejen negativní vliv na bezpečnější a ekologičtější jízdu, ale i razantně snižuje životnost pneumatiky. Předně tedy kvůli zvýšení bezpečnosti, kdy podhuštěná, či naopak přehuštěná pneumatika má menší styčnou plochu s vozovkou, a je tak schopna přenášet především menší brzdovou sílu,⁴¹ byl postupem času vyvinut systém pro kontrolu tlaku v pneumatikách. Jedná se o velmi užitečný bezpečnostní systém, který měří tlak ve všech pneumatikách vozidla, a v případě poklesu tlaku v některé pneumatice informuje o této skutečnosti řidiče.

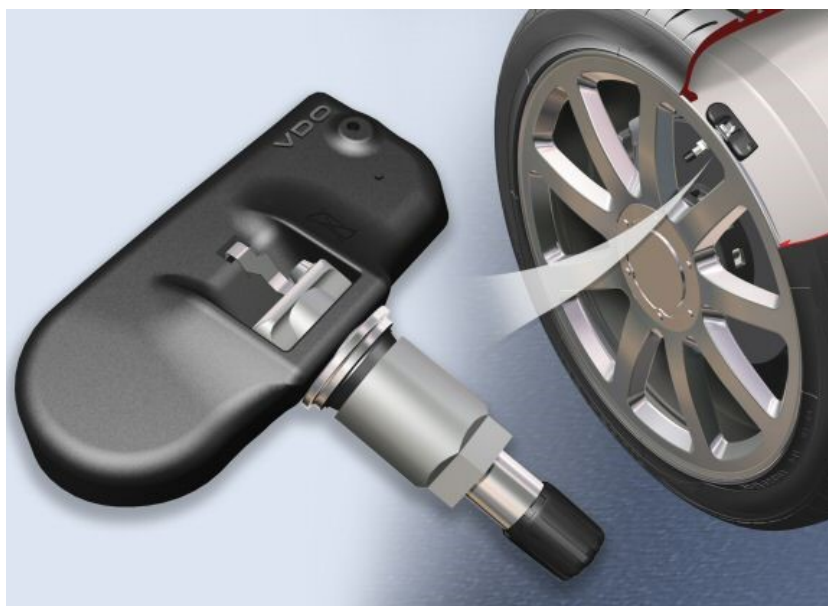
Systémy rozdělujeme do dvou základních skupin dle toho, jak je tlak v pneumatikách měřen. První systém se nazývá systém nepřímého měření tlaku (systém DDS – Deflation Detection System). Systém využívá signály ze snímačů ABS jednotlivých kol. Tyto signály porovnává mezi sebou a v případě odchylek generovaného signálu od jednotlivých kol systém vyhodnotí, že je v dané pneumatice rozdílný tlak než v ostatních pneumatikách. Jedná se tedy pouze o softwarový odhad a nelze takto zjistit přesný tlak v pneumatice. Řidič je v případě poklesu tlaku pouze informován na přístrojové desce o tom, že daná pneumatika nemá správný tlak. Mezi výhody patří, že systém je velice jednoduchý, levný, jsou využívány signály z již

⁴⁰ ŠKODA AUTO a.s.. *Dílenská učební pomůcka: 88 Brzdové a stabilizační systémy*. 2010, s. 43. [cit. 2021-05-12]. S00.2002.88.15.

⁴¹ *Máte správně nahuštěné pneumatiky?* AZ pneu [online]. [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.az-pneu.cz/clanky/mate-spravne-nahustene-pneumatiky>

instalovaných čidel a nevznikají tak dodatečné náklady na zavádění čidel zvláště pro tento systém.⁴²

Druhý systém, nazývaný jako systém s přímým měřením tlaku (systém TPMS – Tyre Pressure Monitoring Systeme), využívá tlakový snímač, který je umístěn společně s ventilkem na vnitřní straně disku. Tento snímač je schopen zaslat relativně přesné informace o tlaku (rozpozná i pokles tlaku o 0,2 barů) a teplotě v jednotlivých kolech do jednotky ve vozidle, která zobrazí konkrétní hodnoty tlaku pneumatik na přístrojovém panelu. Zásadní výhodou tohoto systému je, že umožňuje zobrazit konkrétní hodnoty tlaku jednotlivých kol, a to i pokud vozidlo stojí. Slabinou systému jsou ovšem čidla. Je nutné sledovat stav jejich baterie a při výměně pneumatik na disku je zapotřebí si dát velký pozor na jejich poničení. Systém je možné dodatečně nainstalovat do jakéhokoliv vozidla po zakoupení potřebných komponent. Informace o tlaku se v tomto případě nebudou zobrazovat na přístrojovém panelu, ale na přídavném zobrazovači.⁴³



Obr. 9 – Snímač tlaku v pneumatikách⁴⁴

3.1.8. Systém hlídání jízdních pruhů

Systém hlídání jízdních pruhů má za úkol udržet automobil v jízdním pruhu a upozornit řidiče na nevěnování se řízení vozidla. První takový systém nabídla automobilka Mitsubishi již v roce 1992, kdy systém využíval pouze kameru snímající bílé čáry na silnici a informoval

⁴² VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 166-169. ISBN 80-239-6462-3.

⁴³ Tamtéž, s. 166-169.

⁴⁴ DRDLÍČEK, Josef. *Povinná kontrola tlaku v pneumatikách – TPMS*. Pneumatiky.cz [online]. 17.07.2017 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/povinna-kontrola-tlaku-v-pneumatikach-tpms-t4>

řidiče o případném vyjetí z jízdního pruhu bez aktivace blinkru. V současné době existuje několik takových systémů pracujících na stejném principu. Avšak jednotlivé automobilky je pojmenovávají různými názvy.⁴⁵

Například systém Line Assist od automobilky Škoda Auto pracuje tak, že multifunkční kamera umístěná v držáku vnitřního zpětného zrcátka snímá vodorovné značení na silnici před vozidlem. V případě přiblížení se k jedné z vodorovných čar systém automaticky pomocí posilovače řízení mírně zatočí na druhou stranu a vozidlo zůstane mezi jízdními pruhy. Zároveň dojde ke zvukovému upozornění, vibracím volantu a upozornění na přístrojovém panelu. Systém se automaticky aktivuje až od rychlosti 65 km/h a deaktivuje se při snížení rychlosti či aktivaci blinkru. Systém je samozřejmě schopen pracovat pouze jsou-li vodorovné čáry viditelné. V opačném případě, za nepříznivého počasí nebo nenamalovaných vodorovných čarách, se systém automaticky deaktivuje.⁴⁶



Obr. 10 – Line Assist od Škoda Auto⁴⁷

⁴⁵ NOVÁK, Martin. *Jak funguje Lane Assist? Vysvětlíme vám vše o systému hlídání jízdních pruhů*. AUTOHLED [online]. 20. 8.2019 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/jak-funguje-lane-assist-vysvetlime-vam-vse-o-systemu-hlidani-jizdnich-pruhu/248>

⁴⁶ Tamtéž.

⁴⁷ *Nová ŠKODA Superb – Lane Assist* [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/inspirativni-bezpecnostni-technologie-nova-skoda-superb-s-inovativnimi-bezpecnostnimi-systemy-pro-vyssi-bezpecnost-komfort/attachment/su_tech_006_line_assist/

3.1.9. Systém rozpoznání únavy řidiče

Průzkumy nehodovosti dokazují, že u přibližně 15 % dopravních nehod je příčinou jejich vzniku právě únava řidiče.⁴⁸ Pro snížení tohoto čísla byly vyvinuty systémy pro rozpoznání únavy řidiče. Jedním takovým systémem je Driver Alert System, který využívají například automobilky koncernu VW, či automobilka Ford. Systém monitoruje bdělost řidiče po celou dobu jízdy a na základě získaných informací vyhodnocuje, dle daného algoritmu, možné známky únavy řidiče. Potřebné informace jsou získávány například z pohybu volantu, jelikož řidič při běžné jízdě mírně pohybuje volantem, aby se udržel ve středu svého jízdního pruhu. Ovšem při únavě k těmto nepatrným pohybům nedochází. Další informace pro určení možné únavy řidiče se získávají z práce s pedály, podélného zrychlení a samozřejmě i doby či délky jízdy. Vyhodnotí-li systém na základě těchto informací u řidiče příznak únavy, zobrazí se na přístrojové desce informativní hláška: „Upozornění pro řidiče. Udělej si přestávku!“. Zároveň se rozezní i zvukové upozornění. Systém ovšem žádným způsobem nezasahuje řidiči do řízení, pouze ho informuje o možné únavě.⁴⁹



Obr. 11 – Driver Alert ve vozidle Škoda⁵⁰

3.1.10. Systém nouzového brzdění

Systém nouzového brzdění hlídá prostor před vozidlem a v případě výskytu překážky upozorní řidiče na nebezpečí kolize, případně i automobil samočinně zabrzdí. Tento systém nabízí například automobilka Škoda Auto, která jej nazývá systém Front Assist. Systém

⁴⁸ Představujeme Driver Alert: systém pro kontrolu bdělosti řidiče. Volkswagen club [online]. 1.8.2015 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagenclub.cz/zpravy/zpravodaj/21-ze-sveta-vw/302-predstavujeme-driver-alert-system-pro-kontrolu-bdelosti-ridice>

⁴⁹ Tamtéž.

⁵⁰ Driver Alert [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/en/skoda-world/dangerous-microsleep-useful-tips-how-to-stay-alert/attachment/driver-alert-1-1/>

využívá radar z adaptivního tempomatu (princip funkce tempomatu bude popsán v následující podkapitole), který měří vzdálenost od vpředu jedoucího vozidla, či jiného objektu před vozidlem. Na základě rychlosti vozidla a rychlosti objektu před vozidlem, systém vypočítává, jaká je dostatečná brzdná vzdálenost pro vyhnutí se střetu s objektem, a porovnává ji se zjištěnou vzdáleností. Systém pracuje ve 3 fázích, dle závažnosti situace:

- i. 1. fáze – pouze optické upozornění na přístrojové desce v případě, že je zaznamenán objekt před vozidlem, ale řidič má ještě dostatek času na zahájení brzdění.
- ii. 2. fáze – optické i akustické upozornění v případě, kdy je již potřeba začít intenzivně brzdit. Systém připraví brzdňý systém na zahájení brzdění tak, že přiblíží brzdové destičky ke kotouči a zároveň natlakuje brzdový systém, čímž se zkrátí reakce brzdového pedálu. Nezačne-li řidič i po upozornění brzdit, systém samočinně zahájí krátkodobé brzdění, aby upozornil řidiče na to, co má dělat. Pokud-li vozidlo rychleji než 35 km/h, nastává již v této fázi samočinné částečné brzdění (o intenzitě 3,5 m/s²).
- iii. 3. fáze – zahájení samočinného brzdění s intenzitou 6 m/s².

Systém se aktivuje již od rychlosti 5 km/h, takže je velice účinný i ve městech, kde je velké riziko srážky s cyklisty i chodci, které je schopen rozpoznat i na straně vozovky.⁵¹



Obr. 12 – Systém Front Assist od Škoda Auto⁵²

Ačkoli je systém velice propracovaný a je schopen velmi rychle zareagovat na nebezpečné situace, v některých případech takové účinnosti nedosahuje. Jedná se například

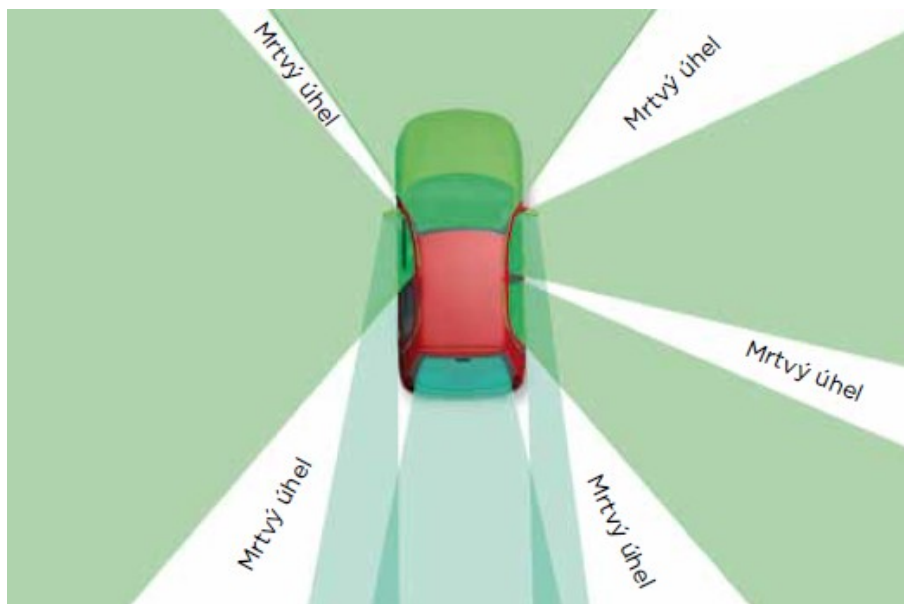
⁵¹ Front Assist – Automatické nouzové brzdění Autocentrum Jan Šmucler [online]. 16.11.2016 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/front-assist-automaticke-nouzove-brzdeni-510.html>

⁵² Front Assistant [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://forum.skodahome.cz/topic/125043-front-assistant/page/4/>

o případ, kdy při brzdění najede vozidlo na trochu šterku či led, a brzdná dráha se tím prodlouží. Přesto ale systém sníží vozidlu jeho rychlost a sníží tak následky střetu.⁵³

3.1.11. Asistent mrtvého úhlu

Jelikož zpětná zrcátka a přímý pohled řidiče nepokrývají celou plochu okolo vozidla, vznikají pro řidiče skryté plochy, takzvané mrtvé úhly, kde se může nacházet vozidlo, které můžeme, například při přejíždění do jiného jízdního pruhu, či odbočování, ohrozit.



Obr. 13 – Mrtvé úhly osobního automobilu⁵⁴

S mrtvým úhlem za nebo vedle vozidla může pomoci Asistent mrtvého úhlu, který některé automobilky označují jako Blind Spot Assist. Systém může využívat kamery umístěné na spodní straně zpětných zrcátek, které sledují prostor vedle vozidla a vidí tedy vozidla nacházející se v mrtvém úhlu.⁵⁵ Druhou možností je využívání radarů v zadním nárazníku, které sledují prostor za a vedle vozidla, a to až na vzdálenost 20 metrů. Stejné radary jsou využívány u asistentu vyparkování, který nám v podstatě hlídá také skrytý prostor za vozidly a předměty při couvání z řady aut. Indikace o automobilu v mrtvém úhlu je řidiči zobrazena piktogramem v rohu příslušného zpětného zrcátka, nebo na vnitřní straně krytu zpětného zrcátka pomocí

⁵³ SVATOŠ, Patrik. *Systém, který může zachraňovat životy? To je nouzové brzdění.* Garáž.cz [online]. 6. 2. 2019 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/system-ktery-muze-zachranovat-zivoty-to-je-nouzove-brzdeni-21001050>

⁵⁴ *Senior a vozidlo* [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Seniori/Senior-ridic-a-spolujezdec/Senior-a-vozidlo>

⁵⁵ SVATOŠ, Patrik. *Nesmysl, nebo pomocník: Jak funguje hlídání mrtvého úhlu?* Garáž.cz [online]. 8. 2. 2019 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/blbost-nebo-pomocnik-hlidani-mrtveho-uhlu-muze-davat-smysl-21001071>

rozsvícení diody. U některých systémů při aktivaci blinkru ve směru, kde se nachází vozidlo v mrtvém úhlu, může začít piktogram, či dioda blikat pro zřetelnější upozornění.⁵⁶

3.1.12. Adaptivní tempomat

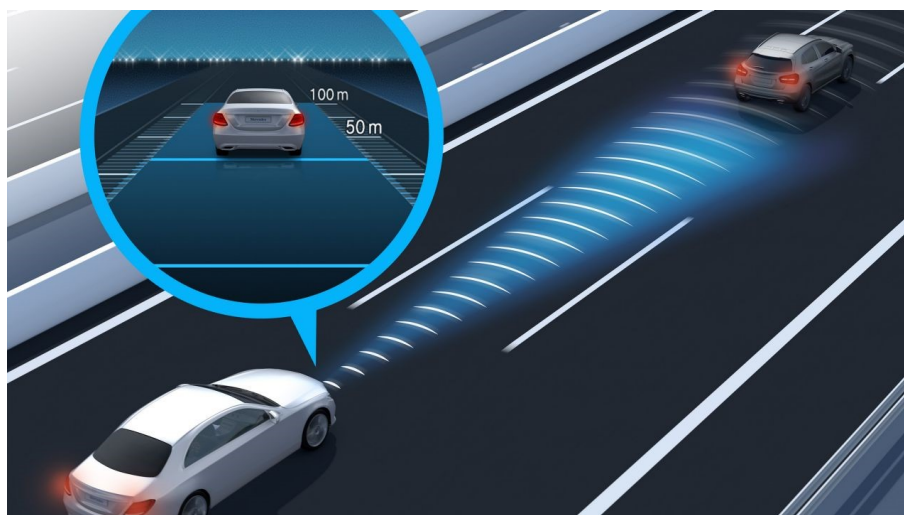
Adaptivní tempomat ACC (Adaptive Cruise Control) můžeme posuzovat jako zdokonalenou verzi klasického tempomatu, který udržuje řidičem nastavenou rychlost a je schopen ji dle vzniklé situaci před vozidlem upravit.

První klasický tempomat byl patentován roku 1949 americkým vynálezcem, který jej do roku 1958 vylepšil na takovou úroveň, aby mohl být použit v prvním automobilu od značky Chrysler. Tempomat pracoval na principu mechanického pohybu plynového pedálu, kdy řidič na palubní desce nastavil požadovanou rychlost. Ve chvíli, kdy se rychlost automobilu blížila nastavené rychlosti, mechanismus regulátoru překonal tlak pružiny a začal působit proti stlačování plynového pedálu.⁵⁷ Současné tempomaty již pracují zcela elektronicky, kdy si pomocí voliče pod volantem nastavíme požadovanou rychlost, která se uloží do řídicí jednotky jako požadovaná hodnota. Řídicí jednotka zároveň snímá aktuální rychlost ze snímačů rychlosti, případně ze snímačů ABS, a porovnává ji s požadovanou hodnotou. V případě rozdílu mezi skutečnou a požadovanou hodnotou je upraven signál pro řízení servomotoru škrtkící klapky, nebo množství vstřikovaného paliva.⁵⁸

⁵⁶ Asistent vyparkování a sledování mrtvého úhlu dokáže zabránit nehodám. Autosalon TV [online]. 5.4.2018 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/archiv/asistent-vyparkovani-a-sledovani-mrtveho-uhlu-dokaze-zabranit-nehodam>

⁵⁷ SEARS, David. *The Sightless Visionary Who Invented Cruise Control*. Smithsonian Magazine [online]. 8.3.2018 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/sightless-visionary-who-invented-cruise-control-180968418/>

⁵⁸ VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 49-50. ISBN 80-239-6462-3.



Obr. 14 – Adaptivní tempomat Distance Pilot DISTRONIC od Mercedes-Benz⁵⁹

Adaptivní tempomat rovněž udržuje nastavenou rychlost, ale zároveň kontroluje rychlost vozidla jedoucího před ním, a reaguje na jeho případné zpomalení či zrychlení. První adaptivní tempomat byl instalován ve vozidle Mitsubishi v roce 1992, kdy systém detekoval vpředu jedoucí vozidlo pomocí lidarů (metoda měření vzdálenosti na principu měření doby odrazení laserového paprsku od objektu⁶⁰). Tento systém ovšem pouze upozornil řidiče na přibližující se vozidlo a řidič musel přibrzdit sám. V roce 1995 přišla automobilka s vylepšenou verzí, kde se o detekci vpředu jedoucích vozidel staral laserový snímač a systém mohl ovlivnit rychlost vozidla ovládáním plynu, či u automatické převodovky podřazením. Ovládání brzdového pedálu bylo ovšem stále na řidiči. Od roku 2000 si jednotlivé automobilky vytvářely své verze adaptivních tempomatů, které známe z dnešních automobilů.⁶¹ Změna rychlosti se u adaptivního tempomatu provádí opět úpravou signálu servomotoru škrtkové klapky, či vstřikovaného paliva, nebo při požadavku řídicí jednotky na větší snížení rychlosti využitím brzd. Samočinné brzdění je umožněno díky systémům ESP, ASR a ABS.⁶² Pro sledování vozidla jedoucího před naším vozidlem se nejčastěji využívá radar umístěný v masce vozidla. Radar využívá radiové vlny (pro silniční vozidla je frekvence radiových vln 76 až 77 GHz), které se odrazí od vpředu jedoucího vozidla zpět do radaru. Radar je díky změřenému času odražené vlny schopen vypočítat vzdálenost mezi naším a vpředu jedoucím vozidlem a následně i vypočítat rozdíl rychlostí vozidel. Dle této informace řídicí jednotka adaptivního

⁵⁹ *Adaptivní tempomat Distance Pilot DISTRONIC* [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/gls/suv-x167/safety/assistancesystems/driving-assistance.html>

⁶⁰ DUSIL, Tomáš. *Adaptivní tempomat: Jak funguje? A jaké známe druhy?* AUTO.CZ [online]. 14. 3. 2017 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/adaptivni-tempomat-jak-funguje-a-jake-zname-druhy-104364>

⁶¹ *What Is Adaptive Cruise Control?* Car and Driver [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.caranddriver.com/research/a32813983/adaptive-cruise-control/>

⁶² VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 47-53. ISBN 80-239-6462-3.

tempomatu vyhodnotí, zda vpředu jedoucí vozidlo zpomalilo, zrychlilo, nebo jede konstantní rychlostí, a případně zkoriguje požadovanou hodnotu rychlosti.⁶³

Je možné se také setkat s nejvyspělejší verzí adaptivního tempomatu, který se nazývá prediktivní adaptivní tempomat. Ten jednak sleduje situaci před vozidlem, jednak dokáže číst dopravní značení a získávat informace z mapových podkladů navigace. Dokáže tak reagovat na rychlostní omezení, snížit rychlost vozidla před zatáčkou, nebo zastavit před křižovatkou. Tento systém má například Škoda Superb 3. generace z roku 2019.⁶⁴



Obr. 15 – Prediktivní adaptivní tempomat Škoda Auto⁶⁵

3.1.13. Head-up displej

Head-up displej (HUD), neboli průhledový displej, slouží k zobrazení důležitých informací potřebných k jízdě, a to přímo do zorného pole řidiče. Displej byl původně vytvořen pro užití ve vojenských letadlech, ale postupem času se začal implementovat do běžných vozidel. Prvním sériově vyráběným osobním vozidlem s Head-up displejem byl v roce 1988 automobil firmy Oldsmobile. V dnešní době nabízí mnoho výrobců vozidel tento bezpečnostní prvek v rámci rozšířené výbavy, nebo existují i firmy, které vyrábějí tzv. externí Head-up displej pro možné použití v jakémkoliv vozidle.⁶⁶

V dnešních automobilech se můžeme setkat se dvěma typy displejů. První využívá k zobrazení informací průhlednou, nebo poloprůhlednou obrazovku, na kterou promítá obraz skrytý projektor. Tato obrazovka se ve většině případů při nepoužívání skryje do palubní desky. Druhý typ využívá pro zobrazení informací přímo čelní sklo automobilu se speciální úpravou,

⁶³ DUSIL, Tomáš. *Adaptivní tempomat: Jak funguje? A jaké známe druhy?* AUTO.CZ [online]. 14. 3. 2017 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/adaptivni-tempomat-jak-funguje-a-jake-zname-druhy-104364>

⁶⁴ Klasický, adaptivní a prediktivní adaptivní tempomat. Auto Faltys [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.autofaltys.cz/klasicky-adaptivni-a-prediktivni-adaptivni-tempomat/>

⁶⁵ Prediktivní adaptivní tempomat [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/prediktivni-adaptivni-tempomat/>

⁶⁶ SAJDL, Jan. *HUD (Head-Up Display)*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/hud-head-up-display/>

na které opět svítí výkonný projektor skrytý v přístrojové desce. Tento typ je oproti prvnímu řešení zřetelně dražší.⁶⁷



Obr. 16 – Head-up displej ve vozidle Škoda Octavia IV⁶⁸

Head-up displej zobrazuje především informace o rychlosti vozidla, zařazeném rychlostním stupni, rychlostních limitech na silnici, či informace z navigace. Všechny informace na displeji jsou zobrazovány v zorném poli řidiče a zlepšují tak jeho soustředěnost na jízdu, jelikož řidič nemusí odvracet zrak z vozovky. Dražší verze displejů mohou zobrazovat i například informace z rádia, což naopak může na soustředění řidiče působit negativně.⁶⁹

3.1.14. Systém nočního vidění

Systém nočního vidění (Night Vision) pomáhá řidiči při jízdě v noci nebo za nepříznivého počasí, kdy je řidič schopen vidět na kratší vzdálenost před vozidlo než ve dne. Systém je schopen rozeznat člověka, zvíře, či jinou překážku na delší vzdálenost, než kam dosvítí světlomety vozidla, a to klidně až ve vzdálenosti 300 metrů před vozidlem. Můžeme se setkat s dvěma technologiemi, kdy systém pracuje jako pasivní, nebo aktivní. V případě pasivního systému je využívána termokamera, která snímá teplo vyzařující objekty před vozidlem a obraz promítá na černobílý obrazovce ve vozidle. Termokamera je schopna

⁶⁷ ZELINKA, Jiří. *Head-up displej – jak funguje a jaké jsou druhy?* AUTOHLED [online]. 22.2.2020 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/head-up-displej-ndash-jak-funguje-a-jake-jsou-druhy/1469>

⁶⁸ PŘEDSTAVENÍ MODELU OCTAVIA COMBI [online]. [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-model/nova-octavia/nova-octavia-combi/>

⁶⁹ ZELINKA, Jiří. *Head-up displej – jak funguje a jaké jsou druhy?* AUTOHLED [online]. 22.2.2020 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/head-up-displej-ndash-jak-funguje-a-jake-jsou-druhy/1469>

rozeznat objekty až na vzdálenost 300 metrů, ale rozpoznává pouze objekty, které vyzařují teplo. Oproti tomu aktivní systém dokáže rozpoznat veškeré předměty, které se nacházejí před vozidlem, ovšem pouze na vzdálenost 150 metrů. Systém se skládá ze dvou infračervených zářičů, které ozařují prostor před vozidlem. Je-li objekt před vozidlem ozářen, infračervené paprsky se od něho odrazí a jsou zachyceny infračervenou kamerou ve vnitřním zpětném zrcátku. Obraz je opět zobrazen na černobílé obrazovce. Novější systémy jsou schopny obraz z aktivního i pasivního nočního vidění zobrazovat přímo na přístrojové desce před řidičem, či promítat na čelní sklo pomocí Head-up displeje.⁷⁰

Například u systému BMW Night Vision systém Dynamic Light Spot nasměruje paprsek z natáčecích LED diod na chodce nebo zvíře, aby včas upozornil řidiče na nebezpečí. Jakmile je objekt osvětlen běžnými světly, jsou natáčecí diody vypnuty. Automobilka BMW uvádí, že takto může řidič spatřit objekt až 97 metrů před vozidlem.⁷¹



Obr. 17 – BMW Night Vision se systémem Dynamic Light Spot⁷²

⁷⁰ VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 102-107. ISBN 80-239-6462-3.

⁷¹ BUREŠ, David. *BMW Dynamic Light Spot: Svítí, kam je potřeba*. AUTO.CZ [online]. 3. 6. 2011 [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/bmw-dynamic-light-spot-sviti-kam-je-potreba-59159>

⁷² *SPEC OPS: GIVING CARS NIGHT VISION* [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: https://www.matfoundrygroup.com/News%20and%20Blog/Spec_Ops_Giving_Cars_Night_Vision

3.1.15. Systém proti vzniku aquaplaningu

Firma EasyRain ve spolupráci s firmou BOSH v minulém roce představila zcela originální systém AIS (Aquaplaning intelligent solution), který zvyšuje aktivní bezpečnost automobilu na mokré vozovce. Systém zabraňuje vzniku aquaplaningu a zajišťuje tak lepší ovladatelnost vozidla.⁷³

Aquaplaning vzniká na vozovce, kde je větší množství vody, tedy například ve vyjetých koležích. Po najetí kola do takovéto koleje s větším množstvím vody se jednak kolo zpomalí, jednak se především začne nadzvedávat pneumatika od vozovky díky vzniklému vodnímu klínu, který je vytvořen z tláčené vody před pneumatikou, čím pneumatika ztratí adhezi s vozovkou a vozidlo se může stát neovladatelné. Základním prvkem nacházejícím se u každého automobilu, který zamezuje vzniku aquaplaningu, jsou vhodně navržené pneumatiky s dostatečnou hloubkou desénu, které dokážou odvést vodu tláčenou před pneumatikou.⁷⁴

Systém od firmy EasyRain pracuje na principu rozrážení vodní hladiny před pneumatikou pomocí silného paprsku vody, který se aktivuje dle patentovaného algoritmu. Systém sám o sobě údajně nemá žádná čidla a je připraven využívat informace ze systémů autonomních vozidel či technologie budoucnosti Smart City. Samotný systém se skládá pouze z jednotlivých trysek a jednotky, která tvoří řídicí jednotku a vytváří potřebný tlak pro trysky. Aby systém nepřidával vozidlu další váhu (samotný systém váží necelých 5 kilogramů), využívá kapalinu z nádržky pro ostřikovače. Firma uvádí, že dle testů ze zkušebního polygonu, kde systém testovala na vozidle Audi, se s aktivním systémem zlepšila ovladatelnost vozidla v zatáčkách o 30 % a na rovině o 35 %. Systém lze v budoucnu využít i u elektrických a autonomních vozidel.⁷⁵

⁷³ EasyRain. EASYRAIN [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.easyrain.it>

⁷⁴ ŽÁK, Dalibor. *Aquaplaning: Co to je a jak se zachovat jako řidič?* Garáž.cz [online]. 7. 10. 2019 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/aquaplaning-co-to-je-a-jak-se-zachovat-jako-ridic-21002679>

⁷⁵ EasyRain. EASYRAIN [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.easyrain.it>



Obr. 18 – Systém AIS⁷⁶

Tento systém má jistě slibnou budoucnost, díky své poměrně jednoduché konstrukci a dobré účinnosti. Zároveň se jedná o první systém, který se snaží předcházet vzniku aquaplaningu u vozidel. Dle informací na oficiálních stránkách firmy, systém využívá vodu z ostřikovačů, což je podle mého názoru nešťastné řešení, jelikož uživatel musí neustále kontrolovat a dolévat vodu do ostřikovačů, čímž mu vznikají další provozní náklady. Je ovšem otázkou, jak často se systém aktivuje, zda ihned při každém vjetí na sebemenší vrstvu vody, či pouze v kritických situacích. Možným řešením by mohla být například nádržka, která by jímala dešťovou vodu z čelního skla a neustále by udržovala minimální množství vody pro zajištění funkce systému. Problém by ale nastal v případě, když by delší dobu nebylo vozidlo provozováno za deště, a nádržka by tak byla prázdná a systém nefunkční. Obdobný problém by nastal i v případě delší aktivace systému bez jízdy v dešti. Zároveň by samozřejmě přišly problémy s možností zamrznutí dešťové vody v zimě a došlo by k navýšení hmotnosti celého systému. Nastane-li tedy aktivace až v kritické situaci, je využívání kapaliny do ostřikovačů jistě vhodným řešením.

3.1.16. Regulace rychlosti při sjíždění prudkého klesání

Systém pro regulaci rychlosti při sjíždění prudkého klesání s názvem Hill Descent Control (HDC) je systém, který nabízejí výrobci jako BMW, Volvo, či Renault ve svých osobních vozidlech, a to převážně u kategorie vozů SUV. Systém pomáhá udržet nastavenou rychlost (přibližně 10 km/h) při sjíždění velice prudkého klesání popředu, nebo na zpátečku, aniž by řidič musel používat brzdový pedál. Může se tak plně soustředit na řízení vozidla.

⁷⁶ EasyRain. EASYRAIN [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.easyrain.it>

System je běžně deaktivován, a musí být aktivován tlačítkem na přístrojové desce či multifunkčním volantem. Po aktivaci a uvolnění plynového pedálu je nastavená rychlost udržována jednak motorem, jelikož je zařazen první rychlostní stupeň, jednak i automatickým přibrzdováním. Brzdění je realizováno pomocí systému ABS/ASR, který zároveň zamezuje případnému zablokování jednotlivých kol. Řidič může kdykoliv během sjíždění měnit rychlost plynovým či brzdovým pedálem. Plynový pedál má navíc vyšší přesnost díky snížené citlivosti, takže je řidiči umožněno přesněji a plynuleji zvyšovat rychlost vozidla. Tento systém je velice účinný například při sjíždění kopce se zledovatělým povrchem, šterkem, či mokrou trávou.⁷⁷

3.1.17. Inteligentní přizpůsobení rychlosti

Přibližně u jedné třetiny smrtelných dopravních nehod v Evropě je příčinou jejich vzniku nadměrná nebo nepřiměřená rychlost. Dle průzkumu ze zemí Evropy, které sledují překračování rychlostních limitů, vyplývá, že ve městech překračuje povolenou rychlost 35 až 75 % řidičů, na silnicích mimo města 9 až 63 % a na dálnicích pak 23 až 59 %.⁷⁸ Jedná se o poměrně velká procenta, a proto se Evropská rada bezpečnosti dopravy (ETSC) shodla na zavedení povinnosti výrobců vozidel instalovat do všech vozidel systém pro přizpůsobení rychlosti, takzvaný Intelligent Speed Assistance (ISA), od kterého si slibuje snížit vznik smrtelných dopravních nehod způsobených nepřiměřenou rychlostí, a to až o 20 %.⁷⁹

System ke zjištění povolené rychlosti v daném úseku většinou využívá komponent z již nainstalovaných systémů, jako je kamera asistentu pro hlídání jízdních pruhů, nebo zjišťování rychlostních limitů pomocí GPS a navigačního systému z prediktivního adaptivního tempomatu. Existuje i verze pouze s manuálním nastavováním rychlostního limitu, kdy si řidič pomocí páčky pod volantem navolí požadovanou maximální rychlost sám. Obě tyto varianty ovšem nedokážou zasahovat do jízdy pomocí brzdného systému, ale pouze pomocí omezení výkonu vozidla při dosažení požadované rychlosti. System lze také deaktivovat nebo upravovat rychlostní limit pro případ, kdy systém špatně rozezná dopravní značení či řidič potřebuje jet vyšší než povolenou rychlostí. System již dnes nabízejí někteří výrobci ve svých vozidlech, a to v obou variantách, tedy s automatickým i manuálním nastavováním rychlosti.⁸⁰

⁷⁷ *Hill Descent Control (HDC)**. Volvo Car – Česká republika [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.volvocars.com/cz/support/manuals/s60/2017w17/podpora-ridice/podpora-ridice/hill-descent-control-hdc>

⁷⁸ *Reducing Speeding in Europe (PIN Flash 36)*. European Transport Safety Council [online]. 18.2.2019 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://etsc.eu/reducing-speeding-in-europe-pin-flash-36/>

⁷⁹ Tamtéž.

⁸⁰ *Intelligent Speed Assistance (ISA)*. European Transport Safety Council [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://etsc.eu/intelligent-speed-assistance-isa/>



Obr. 19 – Inteligentní přizpůsobení rychlosti⁸¹

3.1.18. Alkoholový zámek

Ministerstvo vnitra České republiky uvádí, že v České republice jsou téměř 4 % smrtelných dopravních nehod způsobeny řidičem, který před jízdou požil alkohol. V rámci Evropské unie je toto číslo poměrně malé, jelikož například v Itálii je to 11 %, v Dánsku 15 % a ve Finsku dokonce 25 % smrtelných nehod pod vlivem alkoholu z celkového počtu smrtelných nehod v jednotlivých státech.⁸² Tato čísla zřejmě korespondují s povolenou mírou alkoholu v krvi řidiče v jednotlivých státech, kdy v Itálii, Dánsku i Finsku je tolerováno 0,5 ‰ alkoholu v krvi. Na druhou stranu, česká legislativa je, co se týče alkoholu v krvi řidiče, velice přísná – vozidlo je možné řídit pouze s nulovou hodnotou alkoholu v krvi.⁸³ V rámci celé Evropské unie je celkový počet usmrcených osob z dopravních nehod pod vlivem alkoholu vyšší než 5.000 za rok a toto číslo stále stoupá. Z těchto důvodů doporučuje Evropská rada bezpečnosti dopravy povinně zavést nejen nulovou toleranci alkoholu, ale také instalaci takzvaného alkoholového zámku (alco-lock), který zamezí řízení vozidel řidiči v podnapilém stavu.⁸⁴

Jako první uvedla v roce 2008 automobilka Volvo na trh bezpečnostní systém Alcolguard, který je možným řešením problému s řízením vozidel pod vlivem alkoholu.

⁸¹ *Speed Assistance Systems* [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/safety-assist/speed-assistance/>

⁸² *Evropská unie proti alkoholu za volantem*. Ministerstvo vnitra České republiky [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/evropska-unie-proti-alkoholu-za-volantem.aspx>

⁸³ SINGER, Jan a Tomáš KUNC. *Grafika: Evropa a tolerance k alkoholu. Kde můžete po skleničce sednout na kolo nebo za volant*. Aktuálně.cz [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/tolerance-alkoholu-ridicu-v-evrope/r~04ea0df06eb211e682470025900fea04/>

⁸⁴ *Alkoholové zámky pro dodávky, kamiony a autobusy v celé EU: Tisková zpráva Evropské rady bezpečnosti dopravy (ETSC)*. Centrum dopravního výzkumu [online]. 24. února 2018 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/alkoholove-zamky-pro-dodavky-kamiony-a-autobusy-v-cele-eu/>

Automobilka tento systém nabízela v době uvedení na trh v rámci rozšiřující výbavy do vybraných osobních automobilů, ovšem dnes v nabídce tento systém nenalezneme. Jednalo se o integrovaný systém ve vozidle, který měl bezdrátovou jednotku umístěnou v přihrádce, kde docházelo zároveň k jejímu nabití. Systém využíval stejnou technologii pro měření alkoholu v dechu jako většina dopravních policejních hlídek, a to princip palivového článku. Ten pracuje tak, že při vdechování do měřicího přístroje je odebírána část vdechovaného vzduchu, jež je čerpána přes palivový článek, ve kterém se generuje napětí v závislosti na množství alkoholu v dechu. Výsledek testu je řidiči sdělen pomocí 3 barevných diod na jednotce:

- i. zelená – množství alkoholu 0,0 – 0,1 g/l => automobil lze bez problému nastartovat,
- ii. žlutá – množství alkoholu 0,1 – 0,2 g/l => automobil lze nastartovat, ale řidič by již s touto hladinou alkoholu neměl řídit,
- iii. červená – množství alkoholu větší než 0,2 g/l => automobil již nelze nastartovat.⁸⁵



Obr. 20 – Alcotest (Volvo)⁸⁶

Je samozřejmostí, že systém bylo možné deaktivovat pro případ ztracení bezdrátové jednotky, či pouze pro jednu jízdu. Informace o této deaktivaci byly zaznamenávány do jednotky systému, přičemž při kontrole bylo možné do těchto informací nahlédnout.⁸⁷

V současné době prozatím žádná automobilka integrovaný alkoholový zámek v automobilech nenabízí, avšak s nástupem nových legislativních podmínek budou muset automobilky tento systém řešit. Na druhou stranu existuje mnoho firem, které dodatečně systém do jakéhokoliv automobilu namontují.

⁸⁵ Volvo Cars launches new Alcotest to help reduce the number of alcohol-related road accidents. Volvo Cars Global Media Newsroom [online]. 3.9.2007 [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/12151>

⁸⁶ Tamtéž.

⁸⁷ Tamtéž.

3.2. SYSTÉMY V NÁKLADNÍCH VOZIDLECH

U nákladních automobilů jsou používány základní systémy jako ABS, ASR, hlídání mrtvých úhlů a mnoho dalších systémů téměř totožných se systémy v osobních automobilech. Těmito systémy se v této kapitole již zabývat nebudu. Vymeším tedy především systémy, které jsou specifické právě pro nákladní vozidla.

3.2.1. *ESP vozidel s návěsem*

U nákladních vozidel s návěsem by funkci běžného ESP velice ovlivňoval návěs, proto bylo potřeba systém upravit pro využití u návěsových souprav. Jako první takto upravený systém představila společnost Volvo Trucks v roce 2008. U nákladních vozidel nejčastěji hrozí při průjezdu zatáčkou smyk nebo převrácení soupravy, případně při brzdění i takzvané lámání soupravy. To lze eliminovat právě vhodným systémem upraveným pro nákladní vozidla s jedním či více přívěsy.⁸⁸ Systém je opět řízen řídicí jednotkou, která na základě informací o otáčkách jednotlivých kol, úhlu natočení volantů, bočního zrychlení a gyroskopického snímače naklonění přívěsu dokáže rozeznat přicházející nebezpečnou situaci. Systém nejprve sníží výkon motoru a následně je schopen regulovat brzdový tlak v jakémkoliv kole, a to i v kole na přívěsu. Vhodně provedenými brzdovými zásahy tak dojde ke stabilizaci celé jízdní soupravy.⁸⁹

3.2.2. *Nouzová brzda*

Systémy jednotlivých značek opět pracují téměř totožně, a zároveň velice podobně jako systém nouzové brzdy u osobních vozidel. U nákladních vozidel systém nouzové brzdy ovšem nevyužívá pouze radar v přední části vozu, ale také kameru za čelním sklem. Například systém varování před srážkou s funkcí nouzového brzdění od společnosti Volvo využívá kameru pro identifikaci typu a vzdálenosti objektu nacházejícího se před vozidlem. Radar měří, stejně jako u osobních vozidel, rychlost a vzdálenost od vpředu jedoucího vozidla. Všechna data z radaru a kamery jsou zpracována a vyhodnocena v řídicí jednotce, která zároveň díky kameře vyhodnotí, zda objekt nacházející se před vozidlem představuje nebezpečí v případě kolize.

⁸⁸ DRAGOUN, Aleš. *Volvo Trucks: Nová generace ESP pro nákladní vozy* (video). AUTO.CZ [online]. 21. 8. 2009 [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/volvo-trucks-nova-generace-esp-pro-nakladni-vozy-video-4036>

⁸⁹ VOLVO TRUCKS. *Volvo Trucks - Electronic Stability Program prevents rollovers*. YouTube [online]. 21.9.2012 [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=gDUX1HguiJs>

V případě vyhodnocení jako nebezpečná překážka systém nejprve upozorní řidiče pomocí červeného světla vycházejícího z přístrojové desky, které se odráží v čelním skle. Pokud řidič na tuto výstrahu nereaguje, rozezní se alarm a červené světlo začne blikat. Současně se odpojí převodovka a vozidlo začne mírně brzdit. Nereaguje-li stále řidič na upozornění, systém automaticky aktivuje nouzovou brzdu a vozidlo začne brzdit plnou silou. Systém stejně jako systém nouzové brzdy u osobních automobilů neřeší problém s prodloužením brzdě dráhy v závislosti na povrchu vozovky.⁹⁰

3.2.3. Asistent mrtvého úhlu

Nákladní automobily mají, na rozdíl od osobních automobilů, daleko větší nepokrytý prostor přímým pohledem či zpětnými zrcátky. Přibývá zde především prostor před a za vozidlem, jak lze vidět na obr. 21. Nejjednodušší způsob pro zmenšení těchto prostorů je přidání přídatných zrcátek, které mohou být navíc vypouklá. Toto řešení je velice jednoduché a lze tak pokrýt prostor vedle a před vozidlem. Na druhou stranu se ale zvětší plocha, kterou zrcátka zakryjí prostor pro přímý pohled řidiče, tedy prostor za A-sloupkem a za zrcátky. Samozřejmostí je také systém pro hlídání mrtvého úhlu po stranách vozidla stejného principu jako u osobních vozidel, tedy hlídání prostoru na boku vozidel pomocí vhodně umístěných radarů.



Obr. 21 – Mrtvé úhly u nákladních automobilů⁹¹

⁹⁰ MCDUFFA, Alastair. *Nouzová brzda – systém, který zachraňuje životy*. Volvo Trucks [online]. 7.7.2017 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/news/magazine-online/2017/jul/tech-focus-emergency-brake.html>

⁹¹ KODRLOVÁ ZELENKOVÁ, Zuzana. *Slepé úhly kamionu. Kdy se řidiči schová celé auto?* Automix.cz [online]. 10.2.2017 [cit. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://automix.denik.cz/zivot-ridice/slepe-uhly-nakladaku-kdy-se-ridici-schova-cele-auto-20170301.html>

Například firma Mercedes-Benz nabízí u svých nákladních vozidel doplňující systém kamer, které snímají právě prostor mrtvých úhlů. Jedná se celkem o čtyři kamery, tedy přední kameru, kamery na levém a pravém vnějším zrcátku a zadní kameru. Díky těmto kamerám je pokryt téměř celý prostor okolo vozidla a vzniká tak pouze minimum nepokrytých prostor. Obraz z kamer je zobrazen na společném inteligentním monitoru v kabině, kdy monitor automaticky přepíná mezi jednotlivými kamerami na základě rychlosti či natočení volantu.⁹²



Obr. 22 – Monitor systému kamer Mercedes-Benz⁹³

3.2.4. Asistenční systém odbočování

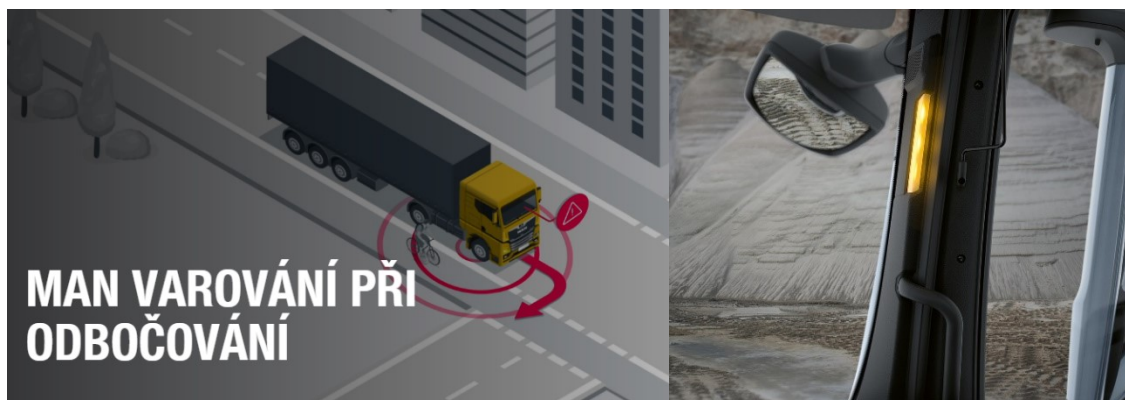
Asistenční systém odbočování je obdobou systému pro hlídání mrtvého úhlu u osobních vozidel, kdy je ovšem hlídán pouze prostor vpravo od vozidla, kde by mohli být schováni cyklisti či chodci. Systém je založen na snímání prostoru po boku vozidla pomocí radarů (o frekvenci 24 GHz), kdy umělé inteligence vyhodnotí předpokládané chování cyklistů a chodců, a v případě odbočování vpravo řidiče před případným střetem upozorní.⁹⁴ Tento systém nabízí ve svých nákladních vozidle například automobilka MAN, kde dva radarové snímače umístěné nad sebou na pravé straně vozidla monitorují prostor téměř po celé pravé straně. Systém se aktivuje automaticky v případě, kdy klesne rychlost vozidla pod 30 km/h. Systém řidiče upozorňuje ve třech fázích pomocí LED světel umístěných na A-sloupku spolujezdce:

⁹² *Econic drivers have four blind spots visible on a display.* Mercedes-Benz Special Trucks World [online]. [cit. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://mbs.mercedes-benz.com/en/econic/econic-safety-assistance-systems/blind-spot-camera-system.html>

⁹³ Tamtéž.

⁹⁴ VLK, František. *Automobilová elektronika*. Brno: František Vlk, 2006, s. 64. ISBN 80-239-6462-3.

- i. 1. fáze – rozsvícení jednoho LED světla v případě zjištění pohybujícího se objektu v monitorované oblasti, aktivuje-li řidič směrový ukazatel a začal-li vybočovat z jízdního pruhu.
- ii. 2. fáze – rozsvícení všech tří LED světel v případě, kdy systém vyhodnotí, že může dojít ke srážce.
- iii. 3. fáze – blikání všech tří LED světel v případě požadavku na okamžitý zásah řidiče pro odvrácení srážky.⁹⁵



Obr. 23 – Asistenční systém odbočování od MAN⁹⁶

3.2.5. Elektronická zpětná zrcátka

Takzvaná elektronická zpětná zrcátka, někdy také nazývána virtuální zrcátka, jsou plnohodnotnou náhradou za boční vnější zrcátka a mohou je tedy plně nahradit. Jedná se o vhodně umístěné kamery na kabině vozidla a monitory uvnitř kabiny. Kamery jsou většinou umístěny ve stejném místě a zachycují dokonce větší prostor než běžná zrcátka. Navíc mohou mít doplňující funkce, které zvyšují bezpečnost při odbočování či couvání. Díky odstranění velkých zrcátek dojde samozřejmě ke zlepšení aerodynamiky vozidla a v důsledku toho se sníží i spotřeba paliva. Elektronická zrcátka nabízí u nákladních vozidel například Mercedes-Benz a u osobních vozidel například Audi, či Lexus.

⁹⁵ ČTYŘI OČI VIDÍ VÍCE NEŽ DVĚ. Nákladní automobil MAN Česká republika [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.man.eu/cz/cz/nakladni-automobil/asistencni-systemy/varovani-pri-odbocovani/varovani-pri-odbocovani.html>

⁹⁶ Tamtéž.



Obr. 24 – Kamera nahrazující boční vnější zrcátka⁹⁷

Mercedes-Benz nabízí elektronická zrcátka jako systém MirrorCam na svých nových nákladních vozidlech. Systém se skládá ze dvou širokoúhlých kamer a dvou monitorů o velikosti 15 palců. Výhodou oproti klasickým zrcátkům je například to, že při vybočování se obraz posouvá tak, aby nepřetržitě sledoval konec jízdní soupravy. K využití této funkce musí ovšem přívěs podporovat CAN sběrnici. Dále si může řidič manuálně nastavit na monitoru ukazatel konce soupravy, aby měl při manévrování lepší představu o jejím konci. Na dálnici lze využít při předjíždění funkci, která zobrazí pomocí čar dostatečnou vzdálenost předjížděného vozidla od konce soupravy. Díky odstranění velkých bočních vnějších zrcátek se zároveň výrazně zlepší výhled v okolí A-sloupku. Monitory mají automatické nastavování jasu, takže obraz se automaticky přizpůsobuje okolním podmínkám a lze ho sledovat i při zhoršeném počasí či ve tmě. MirrorCam lze využít také při stojícím vozidle, kdy řidič může sledovat dění kolem soupravy i se zataženými závěsy.⁹⁸

⁹⁷ Nový Actros konečně v praxi. Velký krok na cestě k autonomní jízdě [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/novy-actros-konecne-v-praxi-velky-krok-na-ceste-k-autonomni-jizde>

⁹⁸ Vysoká bezpečnost.: MirrorCam. Mercedes-Benz Trucks [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: https://www.mercedes-benz-trucks.com/cs_CZ/models/new-actros/greater-safety.html



Obr. 25 – Monitorý systém MirrorCam⁹⁹

3.2.6. GPS tempomat

GPS tempomat je verze tempomatu pro nákladní automobily, kde je především kladen důraz na snížení spotřeby a snížení opotřebení převodového ústrojí a motoru díky menšímu počtu zbytečných přeřazení. GPS tempomat samozřejmě disponuje běžnými funkcemi adaptivního tempomatu, jako je držení nastavené rychlosti, udržování bezpečného odstupu od vpředu jedoucích vozidel, či snižování rychlosti dle vozidel vpředu. Speciální funkcí této verze tempomatu je to, že pomocí GPS souřadnic, topografických map, zatížení vozidla a zadané trasy efektivně přizpůsobuje rychlost a zařazení vhodného rychlostního stupně. Systém tedy přesně ví, kdy a jak dlouhý má očekávat kopec, a dokáže tak vhodně využít svou kinetickou energii.¹⁰⁰

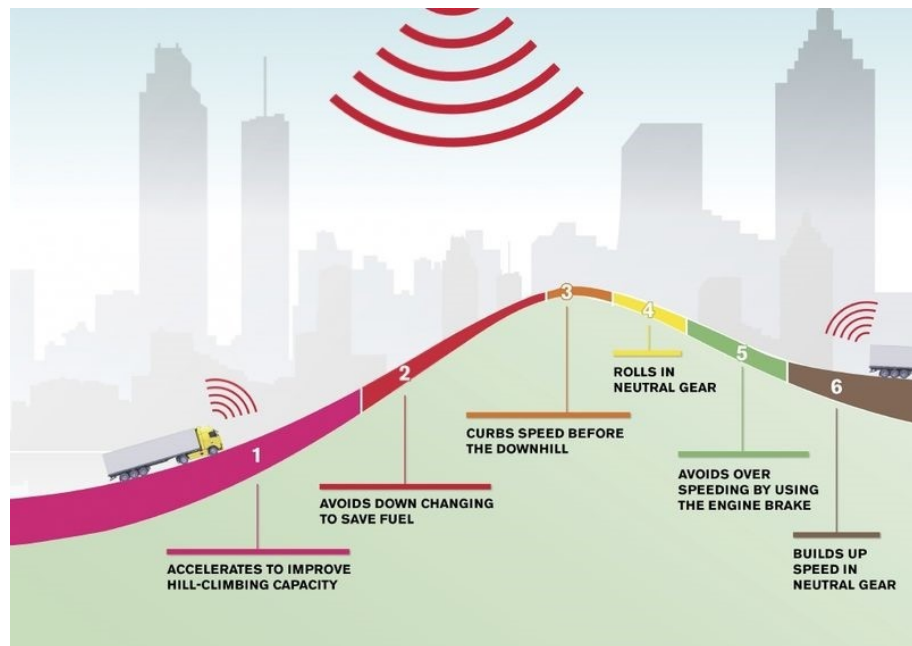
Například společnost Volvo instaluje do svých nákladních vozidel vlastní systém s názvem I-See. Jakmile systém zaznamená přibližující se kopec, stáhne si potřebné informace z komerčních topografických map s vysokým rozlišením a propočítá si vhodný průběh zdolání kopce. Systém pracuje celkem v šesti krocích tak, aby maximálně využil vlastní kinetickou energii a snížil spotřebu paliva až o 5 %. Tyto kroky jsou:

- i. 1. krok – po získání informace o nadcházejícím stoupáním vozidlo zrychlí, čímž nabere pohybovou energii, a ponechá zařazen vyšší rychlostní stupeň.
- ii. 2. krok – po vjetí do stoupání systém nepodřadí, čímž dojde k plynulému vyjetí kopce, a tedy i snížení spotřeby paliva.

⁹⁹ *Vysoká bezpečnost.: MirrorCam.* Mercedes-Benz Trucks [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: https://www.mercedes-benz-trucks.com/cs_CZ/models/new-actros/greater-safety.html

¹⁰⁰ *Superchytrý tempomat kamionu šetří i naftu, proto ubere na kopci.* IDNES.cz [online]. 24.8.2020 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/scania-tempomat-kamionu.A200610_212544_automoto_fdv

- iii. 3. krok – po dosažení vrcholu kopce a s blížícím se klesáním systém omezí případnou akceleraci.
- iv. 4. krok – chvíli před začátkem klesání dojde k dočasnému odpojení hnacího ústrojí, čímž nedojde ke ztrátě pohybové energie.
- v. 5. krok – jelikož systém ví, co má očekávat pod kopcem, vyžije brzdy tak, aby byla dosažena jejich maximální účinnost.
- vi. 6. krok – je-li pod kopcem opět stoupání, systém pomocí volnoběhu zajistí vozidlu přiměřenou rychlost, aby nabralo dostatečnou pohybovou energii pro jeho zvládnutí s nejnižší spotřebou.¹⁰¹



Obr. 26 – Průběh zdolání kopce systémem I-See¹⁰²

Tento systém je velice užitečný pro snížení spotřeby paliva při dlouhých cestách, ovšem jedná se spíše o komfortní systém nežli o systém zvyšující aktivní bezpečnost.

¹⁰¹ SYSTÉM I-SEE OD SPOLEČNOSTI VOLVO TRUCKS. Volvo Trucks [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/trucks/features/i-see.html>

¹⁰² Volvo Trucks introducing new version of I-See for improved fuel economy. Green Car Congress [online]. 1. 3. 2013 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.greencarcongress.com/2013/03/volvo-20130301.html>

3.3. POROVNÁNÍ

Mnoho elektronických systémů aktivní bezpečnosti je téměř totožných jak pro osobní, tak pro nákladní vozidla. Základní systémy ABS, ASR, ESP, ale také systém regulace točivého momentu MSR, elektronické uzávěrky diferenciálu EDS, či optimalizace brzdného účinku DSR, můžeme nalézt téměř v každém vozidle, ať se jedná o osobní, užitkový, nebo nákladní. Další systémy, jako jsou monitorování tlaku v pneumatikách, nouzová brzda, hlídání jízdních pruhů a systém pro rozpoznání únavy řidiče jsou téměř totožné, a od příštího roku budou muset být ve všech nově homologovaných vozidlech.

Běžný tempomat je v dnešní době součástí téměř většiny vozidel a jeho vylepšené verze, jako je adaptivní, prediktivní, nebo GPS tempomat, jsou již v rámci rozšiřující výbavy. GPS tempomat by jistě bylo možné využít i v osobních vozidlech, ale jelikož je využíván převážně pro velice dlouhé cesty po dálnicích pro snížení spotřeby paliva, u osobních vozidel by tak velké ohlasy, dle mého názoru, nesklidil. U osobních vozidel se spíše využije prediktivní tempomat, jelikož ten předvídá zatáčky a křižovatky, což je u osobních vozidel vlivem převažujících cest mezi městy výhodnější.

Head-up displej by bylo možné jistě použít i u nákladních vozidel, ale zřejmě by zde byl problém s promítacím místem na čelním skle. Jednak je čelní sklo téměř kolmo k palubní desce, takže by musel být projektor vhodně umístěn a musel by promítat velice lichoběžníkový obraz, jednak je především zorné pole řidiče velice vysoko nad palubní deskou. Informace by tak byly špatně čitelné. V případě promítání informací kousek nad palubní desku by se ale i tak zkrátila doba, kdy řidič přejíždí očima mezi zobrazujícími se informacemi a zorným polem řidiče.

V případě hlídání mrtvých úhlů je u nákladních vozidel na tuto funkci kladen vyšší důraz, jelikož jsou nepokryté plochy výrazně větší než u osobních vozidel. Vhodným řešením je doplnění zpětných zrcátek o dodatečné kamery. Co se týče plného nahrazení zpětných zrcátek kamerami, jedná se o velice výhodné řešení, které navíc může pomoci přidavnými funkcemi. Je ovšem potřeba brát v potaz, že elektronická zrcátka jsou mnohonásobně dražší než klasická parabolická skleněná zrcátka.

4. ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI

Systémy pasivní bezpečnosti jsou systémy, které snižují následky v případě vzniku dopravní nehody. Tedy jestliže se již nehoda stane, je úkolem systémů pasivní bezpečnosti co nejvíce snížit možná zranění cestující posádky a ostatních účastníků nehody, případně zamezit vzniku dalších škod.

Vyjma systémů, které budou popsány v následujících podkapitolách, existují ve vozidlech i jednodušší systémy, které jsou i přes svou jednoduchost velice užitečné a zajišťují, aby se posádka mohla co nejsnadněji dostat ven z vozidla a aby vozidlo bylo viditelné pro všechny účastníky provozu. Po nehodě se tedy například automaticky odemknou všechny dveře, rozblíkají se výstražná světla, nebo se odpojí přívod paliva.¹⁰³

4.1. SYSTÉMY V OSOBNÍCH VOZIDLECH

V první části této kapitoly opět nejprve vymezím systémy pasivní bezpečnosti, se kterými se lze setkat u osobních vozidel.

4.1.1. Bezpečnostní pásy

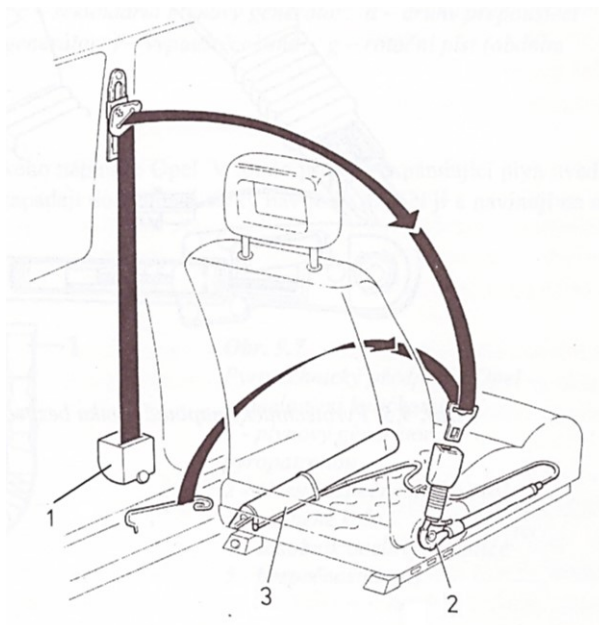
Bezpečnostní pásy tvoří nejdůležitější prvek pasivní bezpečnosti u osobních i nákladních vozidel. Mají za úkol držet tělo cestujícího pevně v sedadle při nárazu vozidla do pevné překážky. První tříbodový pás byl vynalezen konstruktérem společnosti Volvo již v roce 1959. Těmto pásům předcházely dvoubodové bezpečnostní pásy vedené přes hrudní koš, které ovšem způsobovaly poranění měkkých tělesných orgánů, které měly chránit. Proto vzniklo tříbodové uspořádání tak, jak ho známe dnes, kdy jeden pás drží zároveň horní i dolní část těla v sedadle.¹⁰⁴

V dnešních vozidlech se můžeme setkat s několika druhy bezpečnostních pásů. Jsou to například dvoubodové břišní pásy, se kterými se můžeme výjimečně setkat na prostředních sedadlech druhé řady sedadel v osobních automobilech, nebo v některých autobusech. Dále jsou to čtyřbodové pásy typu šle, které lze vidět ve sportovních a závodních vozidlech.

¹⁰³ KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016, s. 199. ISBN 978-80-01-05893-0.

¹⁰⁴ DUCHOŇ, Jirí. *Bezpečnostní pás slaví padesát let*. AutoRevue.cz [online]. 16. 3. 2009 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pas-slavi-padesat-let_3

Nejčastěji se ale setkáváme v osobních i nákladních vozidlech s již zmiňovanými třibodovými pásy.¹⁰⁵



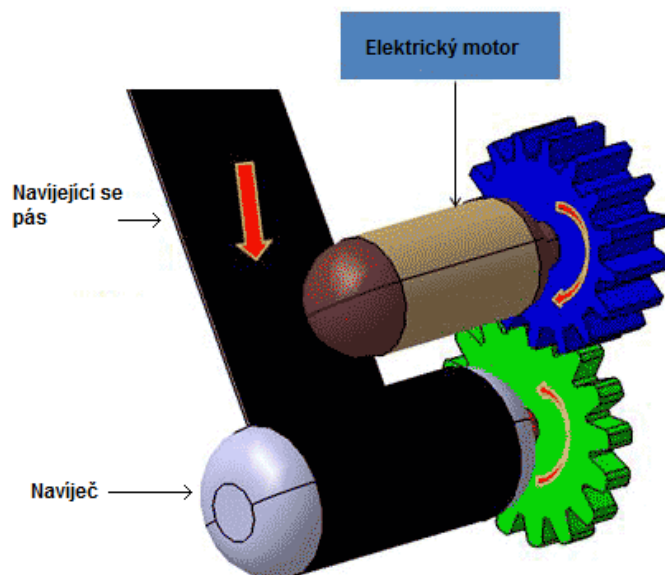
Obr. 27 – Třibodový bezpečnostní pás s mechanickým předpínačem¹⁰⁶

Jak již bylo uvedeno, úkolem bezpečnostních pásů je držet tělo cestujícího pevně v sedadle a minimalizovat pohyb těla v případě nehody. Jelikož každý potřebuje pro zapnutí pás o jiné délce, je jeden konec pásu uchycen v samonavíjecím zařízení (na obr. 27 bod 1), které díky předepjaté spirále navíjí pás zpět na navíječ a přizpůsobuje tak automaticky jeho aktuálně potřebnou délku. Samotný navíječ má v sobě blokovací mechanismus, který zajistí zablokování odvíjení pásu v případě nehody. Tento blokovací mechanismus je aktivován rychlým vytažením pásu (především tedy při čelním střetu), nebo zrychlením při nárazu vozidla z jakéhokoli směru. V mnoha případech jsou tyto dvě blokovací funkce aktivovány současně. Jelikož samonavíjecí mechanismus nezajistí sám o sobě dostatečné utažení pásu, především vzniklé vůle přes oděv, jsou bezpečnostní pásy vybaveny takzvaným předpínačem pásu, který zajistí maximální utažení pásu přes tělo, aby došlo k co největšímu zmenšení volné dráhy těla při nehodě. V dnešních automobilech se lze setkat se třemi druhy předpínačů a to mechanickým, pyrotechnickým a elektrickým. Mechanický předpínač, který je zobrazen na obrázku 27, využívá energii předepjaté pružiny (obr. 27 bod 3), která při aktivaci pomocí lanka stáhne zámek pásu (obr. 27 bod 2) do sedačky až o 80 mm. Pyrotechnické předpínače mohou být umístěny u zámků bezpečnostního pásu podobně jako u mechanického, pouze při aktivaci netahá lanko předepjatá pružina, ale pístek, na který tlačí plyn z pyrotechnické nálože. Mohou

¹⁰⁵ VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2002, s. 487-492. ISBN 80-238-7282-6.

¹⁰⁶ Tamtéž, s. 487-492.

být také součástí napínače, kdy pyrotechnická nálož roztočí rotační píst na stejné hřídeli jako je navíječ, který namotá část pásu zpět do napínače.¹⁰⁷ V případě elektrických předpínačů se o navinutí pásu stará elektromotor spojený přes ozubené kolo s navíječem. V tomto případě se již po rozjetí automobilu pás částečně utáhne a v případě nehody dojde k razantnímu vtažení pásu, tedy k přitažení těla cestujícího k sedačce. S těmito předpínači se můžeme setkat u automobilů značky Volvo či Audi.¹⁰⁸



Obr. 28 – Elektrický předpínač pásů¹⁰⁹

4.1.2. Airbag

Airbag, někdy také nazývaný jako vzduchový vak, je v dnešní době nedílnou součástí zádržného systému pasivní bezpečnosti. Airbag sám o sobě při nehodě posádky spíše uškodí, než aby ji ochránil. Ovšem vhodnou kombinací s bezpečnostními pásy, předpínači bezpečnostních pásů a rychlou detekcí nárazu jsou schopny zásadním způsobem snížit poranění posádky při nehodě.

Patent na airbag byl podán americkým inženýrem Johnem W. Hetrickem již v roce 1952, ale za celých 17 let, kdy byla na vynález vztažena patentová ochrana, nepřišel na jeho vhodné využití. Až v roce 1971 vyrobila automobilka Ford první zkušební sérii automobilů s airbagem ve volantu a následně v roce 1973 začala tímto bezpečnostním prvkem vybavovat

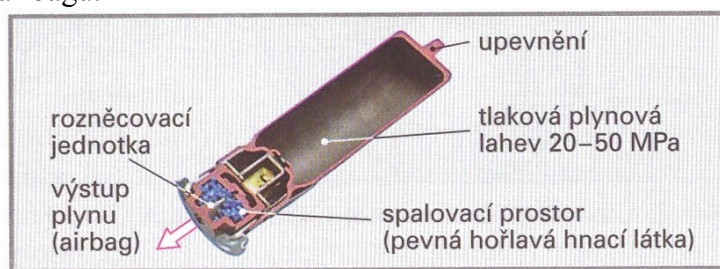
¹⁰⁷ VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2002, s. 487-492. ISBN 80-238-7282-6.

¹⁰⁸ STANFILL, Craig. *Seatbelt Pretensioning Systems*. Clemson Vehicular Electronics Laboratory [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: https://cecas.clemson.edu/cvel/auto/AuE835_Projects_2011/Stanfill_project.html

¹⁰⁹ Tamtéž.

své automobily i automobilka General Motors. V těchto letech byl airbag považován za systém plně zastupující roli zádržného systému a při jeho instalaci nemusely být v automobilu instalovány bezpečnostní pásy. Toto tvrzení bylo ale brzy vyvráceno. V Evropě začala nabízet první vozidlo s airbagem automobilka Mercedes-Benz v roce 1980. Jednalo se o systém s názvem Supplementary Restraint System (SRS), tedy doplňkový zádržný systém. To znamená, že airbag musel být instalován pouze do vozidel společně s bezpečnostními pásy.¹¹⁰

Airbag je vzduchový vak, který se v případě nehody velice rychle nafoukne a zbrzdí tak tělo cestujícího. Vak je tvořen ze speciální tkaniny a je vhodně poskládaný pod krytem, který se v případě aktivace airbagu roztrhne díky zeslabeným místům v krytu. Dalším důležitým komponentem je takzvaný vyvíječ plynu, který sice zabírá poměrně malý prostor, ale dokáže vyvinout velké množství plynu potřebného pro rychlé a dostatečné nafouknutí vaku. Jako vyvíječ plynu se využívají pyropatrony, kde elektrický impuls od řídicí jednotky zaktivuje pyrotechnickou nálož, která uvolní stlačený plyn z pyropatrony do airbagu. Mohou se ale využívat i takzvané hybridní vyvíječe, kde elektrický impuls nejprve zapálí roznětku. Ta jednak zapálí hořlavou směs pevné látky, která svým hořením generuje plyn, ale zároveň i uvolní vzácný plyn stlačený v tlakové láhvi. Vak je tedy naplněn směsí horkého plynu z hořící pevné látky a vzácného plynu. Další nedílnou součástí systému je řídicí jednotka s několika snímači podélného i bočního zrychlení, která vyhodnocuje signál ze snímačů a případně vysílá řídicí impulsy do airbagu.¹¹¹



Obr. 29 – Hybridní vyvíječ plynu¹¹²

V současných osobních automobilech se můžeme setkat s čelním, bočním a hlavovým (okenním) airbagem. Čelní airbagy chrání cestující na první řadě sedadel při čelním nárazu a nárazu šikmo zepředu. Jedná se o čelní airbag pro řidiče a čelní airbag pro spolujezdce. Tyto

¹¹⁰ DUSIL, Tomáš. *Automobilová prvenství: Kdo měl první airbag? Kdy se objevilo ABS? Nebo xenony?* AUTO.CZ [online]. 3.11.2015 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/automobilova-prvenstvi-kdo-mel-prvni-airbag-kdy-se-objevilo-abs-nebo-xenony-90169>

¹¹¹ GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. 3., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007, s. 397-398. ISBN 978-80-86706-17-7.

¹¹² Tamtéž, s. 398.

airbagy musejí být plně naplněny ještě před kontaktem airbagu s tělem cestujícího a následně po kontaktu se musejí pomocí výfukových otvorů po stranách vypustit, aby se tělo neodrazilo, ale naopak jeho energie byla pohlcena. Na plné nafouknutí čelního airbagu stačí cca 40 ms od rozpoznání nehody. Boční airbagy jsou umístěny ve vnější části sedaček v první řadě, případně ve výplni dveří, a chrání hrudní a bederní část těla cestujících při bočním nárazu. Stejně jako čelní airbagy se po kontaktu s tělem začnou vyfukovat. Hlavové airbagy, které chrání cestující v přední i zadní řadě při bočním nárazu, jsou ukryty v interiérovém obložení nad dveřmi, a to od předního až po zadní střešní sloupek. Při nehodě tak překryjí celou plochu bočních oken a chrání před nárazem hlavy do okna či střešních sloupků. Na rozdíl od čelních a bočních airbagů zůstávají hlavové airbagy po celou dobu plně nafouknuty a chrání před možnými úlomky skla při jeho rozbití a zároveň i horní končetiny, aby v případě převrácení nezasahovaly mimo vozidlo.¹¹³

Můžeme se také setkat s kolenním airbagem, který chrání před kontaktem dolních končetin řidiče s tvrdými materiály přístrojové desky. Ten ovšem, jak ukázaly testy, nemá velký přínos v ochraně končetin.¹¹⁴



Obr. 30 – Situování airbagů v osobním automobilu¹¹⁵

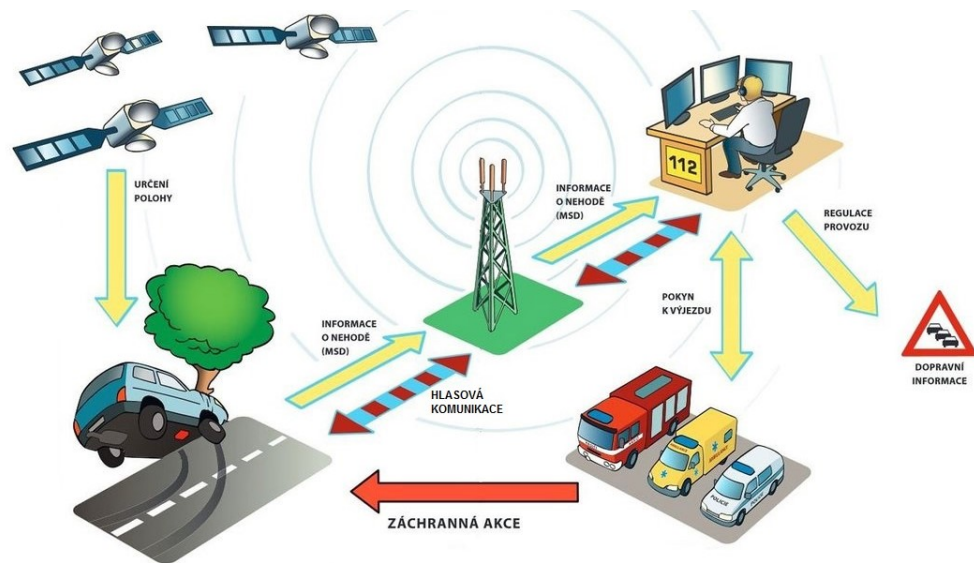
¹¹³ VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2002, s. 492-504. ISBN 80-238-7282-6.

¹¹⁴ JÁNSKÝ, Martin. *Kolenní airbagy jsou v zásadě k ničemu*. Garáž.cz [online]. 9. 8. 2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/kolenni-airbagy-jsou-v-zasade-k-nicemu-21002335>

¹¹⁵ Tamtéž.

4.1.3. eCall

Automatické nouzové volání k dopravní nehodě s názvem eCall (emergency Call), je celoevropský systém, který je schopen po nehodě zaslat informace o nehodě na tísňovou linku, čímž zajistí přivolání potřebných složek integrovaného záchranného systému. O celou činnost systému se stará jednotka IVS (in vehicle system), která je schopna rozpoznat, zda došlo k nehodě vozidla, následně odeslat datový soubor s definovanými informacemi na tísňovou linku a navázat komunikaci mezi tísňovou linkou a posádkou vozidla. Veškerá komunikace se střediskem tísňové linky je realizována pomocí běžné mobilní sítě GSM.¹¹⁶



Obr. 31 – Princip komunikace systému eCall¹¹⁷

Jakmile jednotka IVS detekuje náraz pomocí nárazových senzorů, akcelerometrů, nebo informací z jiných jednotek pasivních systémů, systém připraví datový soubor s předem danými informacemi ohledně vozidla a nehody. Tento soubor má označení MSD (Minimum set of data) a obsahuje tyto informace: informace o vozidle (VIN kód a typ paliva), čas a místo nehody v podobě GPS souřadnic, směr vozidla a počet zapnutých bezpečnostních pásů. Datový soubor je odeslán na tísňovou linku a zároveň je realizována hlasová komunikace s operátorem pro zjištění doplňujících informací, či zda nebylo nouzové volání zahájeno omylem.¹¹⁸ Systém nouzového volání lze aktivovat také pomocí SOS tlačítka, které se nachází většinou v panelu osvětlení kabiny, nebo ve středu přístrojové desky. Toto tlačítko může posádka využít například

¹¹⁶ KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016, s. 199-205. ISBN 978-80-01-05893-0.

¹¹⁷ DUSIL, Tomáš. *Automatické tísňové volání eCall: Jak funguje? A jak sníží počty obětí dopravních nehod?* AUTO.CZ [online]. 10.10.2017 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/automaticke-tisnove-volani-ecall-jak-funguje-a-jak-snizi-pocty-obeti-dopravnich-nehod-110445>

¹¹⁸ KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016, s. 199-205. ISBN 978-80-01-05893-0.

v případě, kdy pouze projíždí okolo nehody a poskytne tak přesné umístění nehody a potřebné informace. Samotná jednotka IVS může být umístěna například v horní části přístrojové desky, kde je jednak dostatečně chráněna před možným poškozením následkem nehody, ale především jsou zde dobré podmínky pro příjem GSM signálu.¹¹⁹

Největším přínosem tohoto systému je především to, že se zásadně zkrátí prodleva mezi nehodou a přivoláním potřebných složek integrovaného záchranného systému, a to i v případě, kdy posádka není schopna si sama zavolat potřebnou pomoc.

4.1.4. Aktivní opěrka hlavy

V kapitole o bezpečnosti silničních vozidel mé bakalářské práce, konkrétně na Obr. 1, je uvedeno, že u 35,6 % nehod se jedná o střet vozidla s jiným vozidlem, nebo překážkou, v přímém směru. Převážně pro tento druh nehod byly zavedeny hlavové opěrky, které nám zásadním způsobem pomáhají chránit před poraněním krční páteře. Pasažéři si ale v mnoha případech hlavovou opěrku nastavují špatně nebo si ji nenastavují vůbec a tím nejsou plně chráněni, jelikož opěrka plní svou funkci jen v případě, kdy je správně nastavena na právě sedící osobu. Proto byla postupem času vytvořena tzv. aktivní opěrka hlavy, která při nehodě pozici opěrky samočinně upraví.

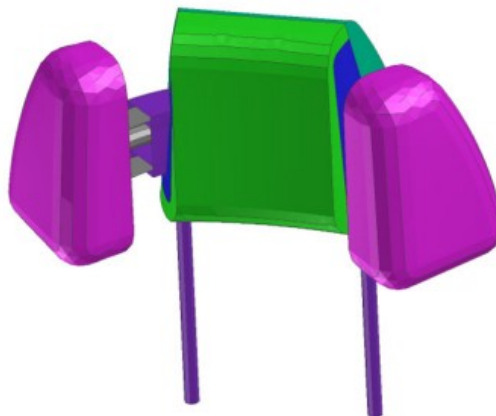
Existuje mnoho mechanismů aktivních opěrek, ale všechny mají stejný úkol. Co nejrychleji se při nehodě přiblížit k hlavě pasažéra, zkrátit zpětný pohyb hlavy a snížit tak ohybový moment na krční páteř, a to u některých konstrukcí až o 45 %. Jednou z užívaných konstrukcí je jednoduchý pákový mechanismus v sedačce, který opěrku vysune nahoru a dopředu na základě tlaku těla cestujícího do sedačky. Tento mechanismus je účinný převážně při nárazu zezadu, kdy tělo bezprostředně po nárazu vytváří pohyb dozadu, tedy do sedačky a může tak zatlačit na mechanismus aktivní opěrky.¹²⁰ Dalším možným řešením je mechanismus aktivní opěrky od firmy Johnson Controls, která na základě sensorů v sedadle zaktivuje dva servomotory v opěrce, které dokážou opěrku vysunout rychlostí 50 milimetrů za sekundu dopředu.¹²¹

¹¹⁹ DUSIL, Tomáš. *Automatické tísňové volání eCall: Jak funguje? A jak sníží počty obětí dopravních nehod?* AUTO.CZ [online]. 10.10.2017 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/automaticke-tisnove-volani-ecall-jak-funguje-a-jak-snizi-pocty-obeti-dopravnich-nehod-110445>

¹²⁰ SAJDL, Jan. *Aktivní opěrka hlavy*. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-operka-hlavy/>

¹²¹ *Head restraints from Johnson Controls offer new solutions for comfort and safety*. Johnson Controls [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.johnsoncontrols.com/media-center/news/press-releases/2013/09/11/head-restraints-from-johnson-controls-offer-new-solutions-for-comfort-and-safety>

Česká instituce s názvem Centrum dopravního výzkumu pracuje od roku 2014 na vlastním mechanismu aktivní opěrky, který je schopen snížit ohybový moment na krční páteř i při bočním nárazu. Mechanismus na základě informací o bočním nárazu vysune boční strany opěrky a vytvoří tak okolo hlavy půlkruh, který by měl zmenšit boční pohyb hlavy pasažéra. Mechanismus prozatím do provozu nasazen nebyl, jelikož je stále ve fázi testování.¹²²



Obr. 32 – Aktivní opěrka hlavy instituce CDV¹²³

4.1.5. Aktivní kapota

Aktivní kapota, obecně nazývána jako Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet (PPDB), slouží pro snížení poranění sraženého chodce, který po střetu s přední částí vozidla dopadne na kapotu. Systém vyvinula firma Citroën pod názvem Capot actif.¹²⁴

Systém se skládá ze tří základních komponent: snímače zrychlení nebo nárazu v přední části nárazníku (firma Citroën využívá pásový sensor, který se při nehodě deformuje či přeruší a změní tak své elektrické vlastnosti), uvolňovacího mechanismu u pantů kapoty a řídicí jednotky. Jakmile snímač v předním nárazníku detekuje náraz, řídicí jednotka vydá příkaz k aktivaci uvolňovacího mechanismu, který přizvedne zadní část kapoty rychleji, než na ní dopadne tělo sraženého chodce. Například Mercedes-Benz využívá elektromagnetický uvolňovací mechanismus s předepjatou pružinou, který lze po nehodě opět vrátit do aktivního stavu, zatímco Citroën využívá pyrotechnický uvolňovací mechanismus, který po aktivaci nelze znovu použít. Při aktivaci uvolňovacího mechanismu se tedy přizvedne zadní část kapoty a zvětší se tak místo mezi kapotou a tvrdšími částmi v motorovém prostoru vozidla. Zvětší se tak prostor pro deformaci kapoty, která díky tomu pohltní více energie a tělo, především hlavu

¹²² Nový typ opěrky lépe ochrání vaši hlavu i krční páteř. Centrum dopravního výzkumu [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/vice-o-novem-typu-operky-hlavy/>

¹²³ Tamtéž.

¹²⁴ SAJDL, Jan. PPDB (Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/ppdb-pyrotechnic-pedestrian-deployable-bonnet/>

chodce, zpomalí. Systém od firmy Citroën, který je aktivní pouze při rychlostech od 20 do 50 km/h, přizvedává kapotu za pouhých 40 milisekund o 65 milimetrů.¹²⁵



Obr. 33 – Aktivní kapota po aktivaci¹²⁶

4.1.6. Airbag pro chodce

Airbag pro chodce je obdobou aktivní kapoty, kdy ovšem nedochází ke změkčení místa pouze v oblasti kapoty, ale také v oblasti čelního skla a A-sloupků. Právě do oblasti čelního skla může narazit hlava sražené osoby, která díky airbagu nedopadne přímo na tvrdé sklo. Toto řešení nabízí například automobilka Volvo u svých osobních automobilů. Jako u aktivní kapoty je po srážce s chodcem uvolněn pyrotechnický uvolňovací mechanismus, který zvedne zadní část kapoty až o 10 centimetrů. Zároveň se nafoukne i airbag, který je schovaný pod kapotou, a pokryje zhruba jednu třetinu čelního skla, část A-sloupků a mezeru mezi kapotou a čelním sklem, kde jsou umístěny stěrače. Systém je aktivní při rychlosti od 20 do 50 km/h a využívá celkem sedm čidel v předním nárazníku, které jsou schopny rozeznat střet s nohama chodce od střetu s jinou překážkou. Od rozpoznání možného střetu vozidla s chodcem do plného nafouknutí airbagu uplyne jen pár setin sekundy.¹²⁷

¹²⁵ OLIVÍK, Pavel. *Aktivní kapota: měkčí dopad pro chodce*. AutoRevue.cz [online]. 14. 8. 2011 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/aktivni-kapota-mekci-dopad-pro-chodce_1

¹²⁶ Tamtéž.

¹²⁷ *Jak funguje airbag pro chodce?* TipCars [online]. 25.05.2012 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nove-modely/jak-funguje-airbag-pro-chodce.html>



Obr. 34 – Airbag pro chodce na vozidle Volvo V40¹²⁸

4.1.7. Systém pro odpojení baterie při nehodě

S příchodem elektromobilů a hybridních vozidel je zapotřebí se zaobírat i otázkou bezpečnosti akumulátorů při nehodě. Nejednou se stalo, že elektromobil začal po nehodě hořet právě od akumulátoru. Při nehodě tedy hrozí možnost vznícení akumulátoru, nebo proražení silových vodičů od akumulátoru, čímž vzniká riziko úrazu elektrickým proudem. S tímto se rozhodla bojovat firma Bosch, a to za pomoci malé řízené exploze. Systém s názvem Pyrofuse pracuje na stejném principu jako airbag, tedy, že při zjištění nehody dojde k malé řízené explozi, která odpojí baterii od silových vodičů. Tento systém je již nasazen v některých elektrických automobilech, ale konkrétní modely firma nezveřejnila.¹²⁹

¹²⁸ *Jak funguje airbag pro chodce?* TipCars [online]. 25.05.2012 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nove-modely/jak-funguje-airbag-pro-chodce.html>

¹²⁹ HURD, Byron. *Bosch uses pyrotechnics to boost battery safety*. Green Car Reports [online]. 16.10.2019 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: https://www.greencarreports.com/news/1125462_bosch-uses-pyrotechnics-to-boost-battery-safety

4.2. SYSTÉMY V NÁKLADNÍCH VOZIDLECH

Z dohledaných systémů pasivní bezpečnosti se v nákladních automobilech můžeme setkat pouze se zádržným systémem, tedy s bezpečnostními pásy a airbagy.

4.2.1. *Airbag*

V případě nákladních automobilů airbagy pracují na stejném principu jako u osobních automobilů. Můžeme se ale setkat pouze s čelním airbagem ve volantu. Firma Scania navíc nabízí v rámci příplatkové výbavy i boční airbag, který stejně jako hlavový airbag u osobního automobilu překryje po aktivaci celou plochu skla a zůstane naplněn až 6 sekund. Airbag chrání cestující při bočním nárazu a při převrácení vozidla před poraněním hlavy od nárazu na tvrdé materiály vnitřního obložení či skla, nebo před poraněním od úlomků skla.¹³⁰



Obr. 35 – Boční airbag v nákladním vozidle SCANIA¹³¹

¹³⁰ SCANIA configurator. Scania Česká republika [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: https://configurator.scania.com/index.aspx?etel_market=5153&etel_language=5513

¹³¹ Tamtéž.

4.3. POROVNÁNÍ

Základem elektronických systémů pasivní bezpečnosti je zádržný systém, tedy bezpečnostní pásy společně s airbagem. Bezpečnostní pásy, jak vyplývá z části zabývající se legislativou, jsou povinným bezpečnostním prvkem, a musí tak být instalovány na všech sedadlech osobních, užitkových a nákladních vozidel. Ohledně povinnosti vybavení vozidel airbagy jsem, bohužel, žádný předpis nenašel, ale výrobci vozidel již berou jako samozřejmost instalovat alespoň čelní airbag řidiče, a v případě osobních vozidel i čelní airbag spolujezdce. Poměrně mě překvapila informace, že u nákladních vozidel jsou nabízeny pouze čelní airbagy pro řidiče, a v případě firmy Scania navíc boční airbagy. Jediné možné vysvětlení pro mě je, že například čelní airbag pro spolujezdce by musel být velice objemný, aby vyplnil poměrně velký prostor mezi tělem spolujezdce na sedadle a palubní deskou. Tím pádem vzniká i problém s poměrně velkou dobou nafukování vaku, takže by nemuselo dojít ke kontaktu těla s vakem ve správnou dobu, tedy již po jeho plném nafouknutí.

Aktivní hlavové opěrky prozatím nejsou hojně rozšířeny ani v osobních vozidlech, ale postupem času jistě naleznou své využití jednak ve větším množství osobních vozidel, jednak v nákladních vozidlech, jelikož u nich také dokážou snížit možné poranění krční páteře při nehodě. Velice zajímavé mi přijde řešení české instituce Centrum dopravního výzkumu, která se zabývá i problematikou snížení možného poranění krční páteře při dopravní nehodě z boku. Jedná se tak, společně s hlavovým airbagem, o jediné řešení pro snížení poranění krční páteře při bočních nárazech.

Systém eCall je od roku 2018 povinný ve všech vozidlech, jelikož se jedná o velice užitečný systém, který zásadním způsobem zkracuje příjezdovou dobu složek IZS v případě nehody. Navíc nákladní vozidla jezdí i v noci, kdy je malá pravděpodobnost setkání se s ostatními účastníky provozu při nehodě, kdy si řidič není schopen sám zavolat o pomoc.

V případě aktivní kapoty, nebo airbagu pro chodce, nelze takovéto řešení realizovat u nákladních vozidel. Podle mého názoru je to především kvůli tomu, že po kontaktu chodce s nárazníkem je velice krátká doba na to, aby řídicí jednotka zaznamenala kontakt s chodcem, a případně nafoukla airbag před maskou tak rychle, aby nedošlo k odmrštění chodce. Mohlo by tak dojít k ještě většímu zranění. Možnou alternativou by bylo například vytvoření oblasti nárazníku a masky z měkčích materiálů, které by dokázaly lépe pohltit energii těla chodce. V tomto případě se ovšem jedná o řešení na úrovni mechanické konstrukce kabiny. Druhým řešením, tedy již na základě elektronického systému, by mohlo být spojení systému nouzové brzdy s airbagem v oblasti nárazníku a masky. Jelikož systém nouzové brzdy je schopen

rozeznat riziko střetu, mohl by na základě těchto informací s dostatečným předstihem aktivovat airbag na nárazníku. Systém by se ale musel ještě zdokonalit, aby přesně vyhodnotil možný střet pouze s chodcem nebo cyklistou, a nedocházelo by tak ke zbytečné aktivaci airbagu.

ZÁVĚR

V mé bakalářské práci na téma elektronické systémy pasivní a aktivní bezpečnosti ve vozidlech jsem se zabýval systémy, se kterými se můžeme běžně setkat v moderních vozidlech.

V první části jsem shrnul obecný pojem bezpečnost silničních vozidel. Zároveň jsem zmínil, co se například testuje při nárazových zkouškách pro homologaci vozidla, aby mohlo být uvedeno na trhu v rámci Evropské unie. Zajímavé například bylo zjištění, že v sedmdesátých letech byla při nárazových zkouškách používána mrtvá lidská těla pro zkoušení působení nárazu na lidské tělo. Mrtvá těla se údajně využívala i v roce 2013, kdy bylo celkem šest míst na světě, kde byly prováděny crashtesty s mrtvými těly, protože figuríny nedokážou přesně napodobit chování lidského těla při nehodě.¹³² Závěrem je zde zmíněna statistika nehod, kterou si vede Policie ČR již od roku 1961.

Ve druhé části se zabývám legislativními požadavky, uvádím český zákon č. 56/2001 Sb., který společně s vyhláškou č. 341/2024 Sb. udává požadavky na schvalování nových vozidel z hlediska jejich bezpečnosti. Ve vyhlášce lze také nalézt platné předpisy EHK OSN nebo EHS/ES/EU, které musí vozidla pro úspěšnou homologaci splnit. Jsou zde také uvedeny dva základní předpisy, a to předpis EHK OSN 94 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících při čelním nárazu, a předpis EHK OSN 95 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících při bočním nárazu. U těchto dvou předpisů je uvedeno, jak přibližně probíhá zkoušení vozidel ke splnění těchto předpisů. Dále je uvedeno několik systémů, které jsou v dnešních vozidlech povinné, a dále systémy, které budou v rámci nového nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 2019/2144 povinné od 6. července 2022. Za zmínku stojí například příprava na zavedení takzvaného alkoholového zámku, který zamezuje řízení vozidla podnapilými osobami, nebo i takzvaná černá skříňka, která je známá z letecké dopravy.

Ve třetí části se již zabývám jednotlivými systémy aktivní bezpečnosti. V první kapitole jsou popsány systémy osobních vozidel, a ve druhé kapitole systémy nákladních vozidel. Na začátku první kapitoly jsou popsány systémy, které nalezneme téměř ve všech vozidlech, tedy osobních i nákladních, a jsou to systémy ABS, ASR, ESP, MSR, EDS a DSR. Následující systémy, které jsou, nebo budou, dle nařízení v roce 2022 povinné pro všechna vozidla, a jsou

¹³² DVOŘÁK, František. *KOMENTÁŘ: S vývojem aut pomáhají mrtvolý i opice. Chcete to vzít za ně?* IDNES.cz [online]. 10. 2. 2018 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/crashtest-vyvoj-figurina-opice-test-emise-clovek-mrtvola.A180206_235558_automoto_fdv

to tyto systémy: systém kontroly tlaku v pneumatikách, hlídání jízdních pruhů, rozpoznání únavy řidiče a systém nouzového brzdění. Asistent mrtvého úhlu bude po roce 2022 povinný u nákladních vozidel, ovšem u osobních vozidel je brán téměř jako standardní výbava. Adaptivní tempomat můžeme v různých alternativách najít jak v osobních, tak nákladních vozidlech a je brán téměř v rámci standardní výbavy. Systémy jako Head-up displej, noční vidění, systém proti vzniku aquaplaningu a systém pro sjíždění prudkých kopců jsou převážně systémy nacházející se v osobních vozidlech a v nákladních se téměř nevyskytují. Poslední dva systémy v této kapitole o aktivních systémech v osobních automobilech, systém inteligentního přizpůsobení rychlosti a alkoholový zámek, jsou novějšími systémy, které budou povinné v rámci přicházejícího nařízení. Ve druhé kapitole jsou opět nejprve povinné systémy, tedy nouzová brzda a systém ESP upravený pro využití u vozidel s návěsy. Poté je zmíněn systém mrtvého úhlu a systém odbočování, které budou povinné v rámci přicházejícího nařízení. Na konci této kapitoly jsou systémy elektronických zpětných zrcátek a GPS tempomat, které se u nákladních vozidel prozatím nabízejí převážně v rámci příplatkové výbavy. Ze systémů aktivní bezpečnosti bych chtěl zmínit především systém od italské firmy EasyRain, který jako jediný systém dokáže předcházet vzniku aquaplaningu.

Ve čtvrté části jsou vypsány systémy pasivní bezpečnosti. Jak můžeme vidět, systémů pasivní bezpečnosti je podstatně méně než systému aktivní bezpečnosti. Je to logické, jelikož v první řadě se klade důraz na zabránění samotnému vzniku nehody, a až následně na snížení možných následků. Tato část je opět rozdělena do tří kapitol, kde v první kapitole jsou popsány systémy pasivní bezpečnosti nacházející se převážně v osobních vozidlech. Bezpečnostní pásy lze nalézt ve všech osobních i nákladních vozidlech, jelikož od roku 2014 je použití bezpečnostních pásů povinné na všech sedadlech. Následně jsou zmíněny airbagy, ohledně kterých jsem nedohledal žádné informace, zda existuje povinnost výrobců je do vozidel instalovat. Ovšem poměrně mě překvapilo to, že pro nákladní vozidla jsou nabízeny pouze airbagy pro řidiče a případně boční airbag. Zřejmé důvody jsem popsal ve třetí kapitole, kde celkově porovnávám použití pasivních bezpečnostních systémů v osobních a nákladních vozidlech. Dalším systémem, kterým jsem se v první kapitole zabýval, je systém eCall, který je dle nařízení Evropské komise od roku 2018 povinný ve všech osobních i nákladních vozidlech. Následující čtyři systémy, tedy aktivní opěrka hlavy, aktivní kapota, airbag pro chodce a systém odpojení baterie u elektromobilů, dnes výjimečně nalezneme pouze u osobních vozidel, ale postupem času se s nimi jistě budeme setkávat častěji, a to třeba i u vozidel nákladních. V druhé kapitole, kde by měly být popsány systémy pasivní bezpečnosti

nákladních vozidel, je uveden pouze boční airbag. Další systémy, které by se instalovaly do nákladních vozidel, jsem bohužel nedohledal.

Zvolené téma je velice aktuální, jelikož je na vozidla kladen stále větší důraz ohledně bezpečnosti, a systémy jsou tak stále zdokonalovány a vyvíjeny nové. Zároveň bylo zajímavé zjistit, jak fungují systémy, se kterými se člověk ve vozidlech setkává téměř každý den.

POUŽITÁ LITERATURA

- 1) KOVANDA, Jan. Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016. ISBN 978-80-01-05893-0.
- 2) PETERS, George A. a Barbara J. PETERS. Automotive vehicle safety. London, 2002. ISBN 04-152-6333-6.
- 3) SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. Automotive safety handbook. 2nd ed. Warrendale: SAE International, c2007. ISBN 978-0-7680-1798-4.
- 4) Statistika nehodovosti [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- 5) SLOVÁČEK, Petr. Evropská komise: Auta budou bezpečná, a basta! AUTO.CZ [online]. 24. 10. 2012 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/evropska-komise-auta-budou-bezpecna-a-basta-70742>
- 6) AMBROS, Jiří. Detekce nepřipoutaných osob na všech sedadlech již od září 2019. Observať bezpečnosti silničního provozu [online]. 6. 5. 2019 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/detekce-nepripoutanych-osob-na-vsech-sedadlech-jiz-od-zari-2019/?id=1730>
- 7) Vehicle Safety Systems. European Commission [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/application_areas/vehicle_safety_systems_en
- 8) BUREŠ, David. Od listopadu musí každý automobil hlídat tlak v pneumatikách. Povinně! AUTO.CZ [online]. 21. 10. 2014 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/od-listopadu-musi-kazdy-automobil-hlidat-tlak-v-pneumatikach-povinne-83686>
- 9) New vehicle safety systems. Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/StV/Roadtraffic/new-vehicle-safety-systems.html>
- 10) Alkoholové zámky pro dodávky, kamiony a autobusy v celé EU: Tisková zpráva Evropské rady bezpečnosti dopravy (ETSC). Centrum dopravního výzkumu [online]. 24. února 2018 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/alkoholove-zamky-pro-dodavky-kamiony-a-autobusy-v-cele-eu/>
- 11) SAJDL, Jan. ABS (Anti-lock Braking System). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- 12) DITTRICH, Lukáš. Mercedes-Benz připomíná 40 let od představení systému ABS. První ale nebyl. Autobible.euro.cz [online]. 23.08.2018 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/mercedes-benz-pripomina-40-let-od-predstaveni-systemu-abs-prvni-nebyl/>
- 13) ŠKODA AUTO a.s.. Dílenská učební pomůcka: 88 Brzdové a stabilizační systémy [online]. 2010. [cit. 2021-03-06]. ISBN S00.2002.88.15.

- 14) BRZDOVÝ SYSTÉM ABS. [online]. [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://brendoptom.ru/cs/the-brake-system-abs-how-the-antilock-braking-system-works.html>
- 15) VLK, František. Elektronické systémy motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6.
- 16) ZANTEN, Anton van. Regulace jízdní dynamiky ESP. Praha: Robert Bosch, 2001. Jízdní bezpečnost motorových vozidel. ISBN 80-902-5858-1.
- 17) VLK, František. Automobilová elektronika. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- 18) SAJDL, Jan. EDS (Elektronische Differenzialsperre). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/eds-elektronische-differenzialsperre/>
- 19) ESP (ESC). Bezpečné cesty [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/aktivni-prvky-bezpecnosti/esp-esc>
- 20) SAJDL, Jan. ESP (Electronic Stability Programme). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- 21) SAJDL, Jan. MSR (MotorSchleppmomentRegelung). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/msr-motor-schleppmoment-regelung/>
- 22) Máte správně nahuštěné pneumatiky? AZ pneu [online]. [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.az-pneu.cz/clanky/mate-spravne-nahustene-pneumatiky>
- 23) DRDLÍČEK, Josef. Povinná kontrola tlaku v pneumatikách – TPMS. Pneumatiky.cz [online]. 17.07.2017 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.pneumatiky.cz/povinna-kontrola-tlaku-v-pneumatikach-tpms-t4>
- 24) NOVÁK, Martin. Jak funguje Lane Assist? Vysvětlíme vám vše o systému hlídání jízdních pruhů. AUTOHLED [online]. 20. 8.2019 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/jak-funguje-lane-assist-vysvetlime-vam-vse-o-systemu-hlidani-jizdnich-pruhu/248>
- 25) Nová ŠKODA Superb – Lane Assist [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/inspirativni-bezpecnostni-technologie-nova-skoda-superb-s-inovativnimi-bezpecnostnimi-systemy-pro-vyssi-bezpecnost-komfort/attachment/su_tech_006_line_assist/
- 26) Představujeme Driver Alert: systém pro kontrolu bdělosti řidiče. Volkswagen club [online]. 1.8.2015 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagenclub.cz/zpravy/zpravodaj/21-ze-sveta-vw/302-predstavujeme-driver-alert-system-pro-kontrolu-bdelosti-ridice>
- 27) Představujeme Driver Alert: systém pro kontrolu bdělosti řidiče. Volkswagen club [online]. 1.8.2015 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagenclub.cz/zpravy/zpravodaj/21-ze-sveta-vw/302-predstavujeme-driver-alert-system-pro-kontrolu-bdelosti-ridice>
- 28) Driver Alert [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/en/skoda-world/dangerous-microsleep-useful-tips-how-to-stay-alert/attachment/driver-alert-1-1/>

- 29) SEARS, David. The Sightless Visionary Who Invented Cruise Control. Smithsonian Magazine [online]. 8.3.2018 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/sightless-visionary-who-invented-cruise-control-180968418/>
- 30) Adaptivní tempomat Distance Pilot DISTRONIC [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/gls/suv-x167/safety/assistancesystems/driving-assistance.html>
- 31) DUSIL, Tomáš. Adaptivní tempomat: Jak funguje? A jaké známe druhy? AUTO.CZ [online]. 14. 3. 2017 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/adaptivni-tempomat-jak-funguje-a-jake-zname-druhy-104364>
- 32) What Is Adaptive Cruise Control? Car and Driver [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.caranddriver.com/research/a32813983/adaptive-cruise-control/>
- 33) Klasický, adaptivní a prediktivní adaptivní tempomat. Auto Faltys [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.autofaltys.cz/klasicky-adaptivni-a-prediktivni-adaptivni-tempomat/>
- 34) Prediktivní adaptivní tempomat [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/prediktivni-adaptivni-tempomat/>
- 35) Senior a vozidlo [online]. [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Seniori/Senior-ridic-a-spolujezdec/Senior-a-vozidlo>
- 36) SVATOŠ, Patrik. Nesmysl, nebo pomocník: Jak funguje hlídání mrtvého úhlu? Garáž.cz [online]. 8. 2. 2019 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/blbost-nebo-pomocnik-hlidani-mrtveho-uhlu-muze-davat-smysl-21001071>
- 37) Asistent vyparkování a sledování mrtvého úhlu dokáže zabránit nehodám. Autosalon TV [online]. 5.4.2018 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/archiv/asistent-vyparkovani-a-sledovani-mrtveho-uhlu-dokaze-zabranit-nehodam>
- 38) Front Assist – Automatické nouzové brzdění Autocentrum Jan Šmucler [online]. 16.11.2016 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/front-assist-automaticke-nouzove-brzdeni-510.html>
- 39) Front Assistant [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://forum.skodahome.cz/topic/125043-front-assistant/page/4/>
- 40) SVATOŠ, Patrik. Systém, který může zachraňovat životy? To je nouzové brzdění. Garáž.cz [online]. 6. 2. 2019 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/system-ktery-muze-zachranovat-zivoty-to-je-nouzove-brzdeni-21001050>
- 41) SAJDL, Jan. HUD (Head-Up Display). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/hud-head-up-display/>
- 42) ZELINKA, Jiří. Head-up displej – jak funguje a jaké jsou druhy? AUTOHLED [online]. 22.2.2020 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.autohled.cz/magazin/head-up-displej-ndash-jak-funguje-a-jake-jsou-druhy/1469>

- 43) PŘEDSTAVENÍ MODELU OCTAVIA COMBI [online]. [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-model/nova-octavia/nova-octavia-combi/>
- 44) BUREŠ, David. BMW Dynamic Light Spot: Svítí, kam je potřeba. AUTO.CZ [online]. 3. 6. 2011 [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/bmw-dynamic-light-spot-sviti-kam-je-potreba-59159>
- 45) SPEC OPS: GIVING CARS NIGHT VISION [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: https://www.matfoundrygroup.com/News%20and%20Blog/Spec_Ops_Giving_Cars_Night_Vision
- 46) EasyRain. EASYRAIN [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.easyrain.it>
- 47) ŽÁK, Dalibor. Aquaplaning: Co to je a jak se zachovat jako řidič? Garáž.cz [online]. 7. 10. 2019 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/aquaplaning-co-to-je-a-jak-se-zachovat-jako-ridic-21002679>
- 48) Hill Descent Control (HDC)*. Volvo Car – Česká republika [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.volvocars.com/cz/support/manuals/s60/2017w17/podpora-ridice/podpora-ridice/hill-descent-control-hdc>
- 49) Reducing Speeding in Europe (PIN Flash 36). European Transport Safety Council [online]. 18.2.2019 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://etsc.eu/reducing-speeding-in-europe-pin-flash-36/>
- 50) Intelligent Speed Assistance (ISA). European Transport Safety Council [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://etsc.eu/intelligent-speed-assistance-isa/>
- 51) Speed Assistance Systems [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/safety-assist/speed-assistance/>
- 52) Evropská unie proti alkoholu za volantem. Ministerstvo vnitra České republiky [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/evropska-unie-proti-alkoholu-za-volantem.aspx>
- 53) SINGER, Jan a Tomáš KUNC. Grafika: Evropa a tolerance k alkoholu. Kde můžete po skleničce sednout na kolo nebo za volant. Aktuálně.cz [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/tolerance-alkoholu-ridicu-v-evrope/r~04ea0df06eb211e682470025900fea04/>
- 54) Volvo Cars launches new Alcotest to help reduce the number of alcohol-related road accidents. Volvo Cars Global Media Newsroom [online]. 3.9.2007 [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/12151>
- 55) DRAGON, Aleš. Volvo Trucks: Nová generace ESP pro nákladní vozy (video). AUTO.CZ [online]. 21. 8. 2009 [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/volvo-trucks-nova-generace-esp-pro-nakladni-vozy-video-4036>
- 56) VOLVO TRUCKS. Volvo Trucks – Electronic Stability Program prevents rollovers. YouTube [online]. 21.9.2012 [cit. 2021-05-11]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=gDUX1HguiJs>

- 57) MCDUFFA, Alastair. Nouzová brzda – systém, který zachraňuje životy. Volvo Trucks [online]. 7.7.2017 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/news/magazine-online/2017/jul/tech-focus-emergency-brake.html>
- 58) KODRLOVÁ ZELENKOVÁ, Zuzana. Slepé úhly kamionu. Kdy se řidiči schová celé auto? Automix.cz [online]. 10.2.2017 [cit. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://automix.denik.cz/zivot-ridice/slepe-uhly-nakladaku-kdy-se-ridici-schova-cele-auto-20170301.html>
- 59) Eonic drivers have four blind spots visible on a display. Mercedes-Benz Special Trucks World [online]. [cit. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://mbs.mercedes-benz.com/en/eonic/eonic-safety-assistance-systems/blind-spot-camera-system.html>
- 60) ČTYŘI OČI VIDÍ VÍCE NEŽ DVĚ. Nákladní automobil MAN Česká republika [online]. [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.man.eu/cz/cz/nakladni-automobil/asistencni-systemy/varovani-pri-odbocovani/varovani-pri-odbocovani.html>
- 61) Nový Actros konečně v praxi. Velký krok na cestě k autonomní jízdě [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/novy-actros-konecne-v-praxi-velky-krok-na-ceste-k-autonomni-jizde>
- 62) Vysoká bezpečnost.: MirrorCam. Mercedes-Benz Trucks [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: https://www.mercedes-benz-trucks.com/cs_CZ/models/new-actros/greater-safety.html
- 63) Superchytrý tempomat kamionu šetří i naftu, proto ubere na kopci. IDNES.cz [online]. 24.8.2020 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/scania-tempomat-kamionu.A200610_212544_automoto_fdv
- 64) SYSTÉM I-SEE OD SPOLEČNOSTI VOLVO TRUCKS. Volvo Trucks [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/trucks/features/i-see.html>
- 65) Volvo Trucks introducing new version of I-See for improved fuel economy. Green Car Congress [online]. 1. 3. 2013 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.greencarcongress.com/2013/03/volvo-20130301.html>
- 66) DUCHOŇ, Jiří. Bezpečnostní pás slaví padesát let. AutoRevue.cz [online]. 16. 3. 2009 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pas-slavi-padesat-let_3
- 67) STANFILL, Craig. Seatbelt Pretensioning Systems. Clemson Vehicular Electronics Laboratory [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: https://cecas.clemson.edu/cvel/auto/AuE835_Projects_2011/Stanfill_project.html
- 68) DUSIL, Tomáš. Automobilová prvenství: Kdo měl první airbag? Kdy se objevilo ABS? Nebo xenony? AUTO.CZ [online]. 3.11.2015 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/automobilova-prvenstvi-kdo-mel-prvni-airbag-kdy-se-objevilo-abs-nebo-xenony-90169>
- 69) GSCHEIDLE, Rolf. Příručka pro automechanika. 3., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-17-7.

- 70) JÁNSKÝ, Martin. Kolenní airbagy jsou v zásadě k ničemu. Garáž.cz [online]. 9. 8. 2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/kolenni-airbagy-jsou-v-zasade-k-nicemu-21002335>
- 71) SAJDL, Jan. Aktivní opěrka hlavy. Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-operka-hlavy/>
- 72) Head restraints from Johnson Controls offer new solutions for comfort and safety. Johnson Controls [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.johnsoncontrols.com/media-center/news/press-releases/2013/09/11/head-restraints-from-johnson-controls-offer-new-solutions-for-comfort-and-safety>
- 73) Nový typ opěrky lépe ochrání vaši hlavu i krční páteř. Centrum dopravního výzkumu [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/vice-o-novem-typu-operky-hlavy/>
- 74) DUSIL, Tomáš. Automatické tísňové volání eCall: Jak funguje? A jak sníží počty obětí dopravních nehod? AUTO.CZ [online]. 10.10.2017 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/automaticke-tisnove-volani-ecall-jak-funguje-a-jak-snizi-pocty-obeti-dopravnich-nehod-110445>
- 75) SAJDL, Jan. PPDB (Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet). Autolexicon.net [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/ppdb-pyrotechnic-pedestrian-deployable-bonnet/>
- 76) OLIVÍK, Pavel. Aktivní kapota: měkčí dopad pro chodce. AutoRevue.cz [online]. 14. 8. 2011 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/aktivni-kapota-mekci-dopad-pro-chodce_1
- 77) Jak funguje airbag pro chodce? TipCars [online]. 25.05.2012 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nove-modely/jak-funguje-airbag-pro-chodce.html>
- 78) HURD, Byron. Bosch uses pyrotechnics to boost battery safety. Green Car Reports [online]. 16.10.2019 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: https://www.greencarreports.com/news/1125462_bosch-uses-pyrotechnics-to-boost-battery-safety
- 79) SCANIA configurator. Scania Česká republika [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: https://configurator.scania.com/index.aspx?etel_market=5153&etel_language=5513
- 80) DVOŘÁK, František. KOMENTÁŘ: S vývojem aut pomáhají mrtvoly i opice. Chcete to vzít za ně? IDNES.cz [online]. 10. 2. 2018 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/crashtest-vyvoj-figurina-opice-test-emise-clovek-mrtvola.A180206_235558_automoto_fdv