ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

Asistenční systémy vozidel

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Marčev, Ph.D.**

Autor práce: **Jan Kott**

Praha 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Kott

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Asistenční systémy vozidel

Název anglicky

Vehicle assistance system

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je literární rešerše zabývající se problematikou asistenčních systémů silničních vozidel.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Přehled řešené problematiky
4. Závěr a doporučení
5. Seznam použitých zdrojů

Doporučený rozsah práce

30 stran včetně obrázků a tabulek

Klíčová slova

adaptivní tempomat, jízdní pruh, kamera, radar

Doporučené zdroje informací

ESKANDARIAN, Azim, ed. Handbook of intelligent vehicles. London: Springer, c2012. Springer reference. ISBN 978-0-85729-084-7.

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

PETERS, George A. a Barbara J. PETERS. Automotive vehicle safety. New York: Taylor & Francis, 2002. ISBN 0415263336.

SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. Automotive safety handbook. London, UK: Professional Engineering Pub., c2003. ISBN 076800912x.

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

WINNER, Hermann, Felix LOTZ a Christina SINGER. Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. 3. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015. ISBN 978-3-658-05733-6.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. David Marčev, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 14. 1. 2019

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 04. 10. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma Asistenční systémy vozidel vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne .... Podpis

Poděkování

Touto formou bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Davidovi Marčevovi, Ph.D. za věnovaný čas, konzultace, cenné rady a připomínky. Dále také svojí rodině, která mne podporuje při studiích.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zaměřuje na asistenční systémy ve vozidlech. V první části jsou popsány a vysvětleny pojmy spjaté s problematikou asistenčních systémů ve vozidlech a historie. Dále jsou pak popisovány jednotlivé asistenční systémy. V práci jsou popsány principy fungování a vlastnosti jednotlivých systémů.

Klíčová slova: adaptivní tempomat, jízdní pruh, kamera, radar, asistenční systém

Summary:

This bachelor thesis focuses on assistance systems in vehicles. The first part describes and explains concepts related to the issue of assistance systems in vehicles and history. Furthermore, the individual assistance systems are described. The thesis describes principles of operation and properties of individual systems.

Key words: adaptive cruise control, traffic lane, camera, radar, assistance system

Obsah

1 Úvod **1**

2 Cíl práce **2**

3 Přehled řešené problematiky **3**

3.1 Historie asistenčních systémů vozidel *3*

3.2 Bezpečnost silničního provozu *4*

3.3 Pasivní bezpečnost *5*

3.4 Aktivní bezpečnost *6*

3.5 Asistenční systémy ve vozidlech *7*

3.6 Systémy pro sledování a řízení dopravní situace *8*

3.6.1 Systém ACC 8

3.6.2 Asistent hlídání mrtvého úhlu 12

3.6.3 Asistent pro hlídání jízdních pruhů 12

3.6.4 CAS (Collison Avoidance Systém) 15

3.6.5 Asistent rozpoznávání dopravních značek 16

3.7 Systémy pro sledování a řízení stavu vozidla *17*

3.7.1 ABS (Anti-lock Brake System) 17

3.7.2 ASR (Anti-Slip Regulation) 18

3.7.3 EDS (Electronic Differential Slippery) 19

3.7.4 ESP (Electronic Stability Program) 20

3.7.5 HSA (Hill Start Assist) 22

3.7.6 TPM (Tyre Pressure Monitoring System) 22

3.8 Systémy sledování stavu řidiče *24*

3.8.1 DAC (Driver Alert Control) 24

3.8.2 LDW (Lane Departure Warning) 25

3.8.3 DMS (Driver Monitoring System) 25

3.9 Parkovací systémy 26

3.9.1 Parkovací asistenti využívající čidla 27

3.9.2 Parkovací asistenti využívající kameru 28

3.9.3 Parkovací systémy s autonomním řízením 28

3.9.4 Asistent pro couvání s přívěsem 29

3.10 Adaptivní světlomety 30

3.10.1 AFL (Adaptive Forward Lightning) 31

3.10.2 Dynamic Light Assist 31

3.10.3 Systém Corner Light 32

3.11 Post-crash Support Systems 32

3.12 Systémy aktivní ochrany chodců 34

3.12.1 BAS (Brake assist system) 34

3.12.2 Autonomous braking system 34

4 Závěr 36

5 Seznam použitých zdrojů 37

6 Seznam obrázků 43

1 Úvod

S rostoucí potřebou lidstva přemisťovat se rychle, pohodlně a bezpečně roste množství vyrobených vozidel na světě. Vozidla se stala součásti života lidí a jejich každodenních potřeb. Vzhledem k trendu ve světě se vozidla v posledních desítkách let začala více vyvíjet po technologické stránce a to za účelem zvýšení komfortu a bezpečnosti.

Vývoj po technické stránce je zapříčiněn, také z velké částí nařízeními, podle kterých se musí výrobci řídit. Se zvyšujícím počtem vozidel a provozu na silnicích dochází k nárůstu počtu dopravních nehod. To má zá důsledek velký rozvoj asistenčních systému, které se snaží tento počet snížit.

Dnešní vozidla jsou sofistikovanými stroji, které obsahují nespočet senzorů, mikroprocesorů a jiných inteligentních prvků. Aby bylo dosaženo zlepšení bezpečnosti a komfortu ve vozidlech. Začaly se vyvíjet také asistenční systémy vozidel. Asistenční systémy vozidel jsou komplexní systémy napomáhající řidiči a snižující riziko vzniku nehod nebo jejich následků. První asistenční systémy se začaly objevovat již v 80. létech 20. století. Moderní vozidla obsahují těchto sytému desítky.

Současně používané a vyvíjené asistenční systémy dokáží sice ulehčit práci řidiči vozidla a v mnoha situacích mu být nápomocni, ale řidič, tedy člověk je pořád nejdůležitějším článkem řízení vozidla.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na jednotlivé asistenční systémy ve vozidlech. Charakterizuje jednotlivé asistenční systémy a popisuje jejich vlastnosti a funkce. V práci jsou asistenční systémy rozděleny do kategorií podle toho, co sledují a jak řidiči napomáhají ovládat vozidlo. V této práci jsou popisovány jak nejmodernější asistenční systémy, tak i dlouho známe a používané asistenční systémy. Dále jsou v práci popsány základní pojmy vyskytující se v problematice asistenčních systémů.

2 Cíl práce

Cílem práce je popsat asistenční systémy ve vozidlech. Rozdělit asistenční systémy do kategorií, podle kritérií, k čemu slouží a kde se používají. Popsat jednotlivé asistenční systémy, a to jejich princip fungování, zaměření a situace, v kterých mohou být řidiči nápomocni. Dále popsat pojmy související s problematikou asistenčních systémů, jako jsou aktivní bezpečnost vozidel a pasivní bezpečnost vozidel. A také stručně nastínit historii asistenčních systémů.

3 Přehled řešené problematiky

Tato kapitola se zabývá úvodem do asistenčních systémů. Popisuje krátce historii prvních vyvíjených asistenčních systémů pro vozidla. Dále rozebírá problematiku bezpečnosti silničního provozu. Vysvětluje pojmy aktivní bezpečnost a pasivní bezpečnost. Následně popisuje kategorie asistenčních systému a jednotlivé asistenční systémy. Popisovány jsou jak moderní asistenční systémy, tak již dlouhodobě používané systémy.

3.1 Historie asistenčních systémů vozidel

Už před více jak třiceti lety firma Bosh testovala první asistenční systémy. Jednalo se o systém, který by se dnes dal nazvat systémem pro udržení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly. Na mřížku chladiče umístila firma Bosh dvojici radarových antén, které pomocí echolokace monitorovali, co se děje před autem. Řídící jednotka dokázala vypočítat z času, za který se vyslaný signál vrátí zpět k vozidlu. Jestli se před ním nachází překážka. A to za pomoci Dopplerova jevu. Dále taky dokázal zjistit i vzájemnou rychlost obou objektů a z toho vyhodnotit, jestli se auto vůči objektu vzdaluje či přibližuje. [1]

Systém už byl v té době, tak sofistikovaný, že dokázal paprsek tak přesně vyslat, že systém registroval nejenom objekty ve svém jízdním pruhu, ale pomocí natočení kol zjistit, jestli nevysílá falešné varování před objekty na vnější straně vozovky. Oproti dnešním asistenčním systémům samozřejmě nebyl propracovaný, nedokázal ovládat plyn a brzdy vozidla. Tím pádem nedokázal udržovat bezpečnou vzdálenost, jak to vozidla umí dnes. [1]

Dalším systémem, který Bosh vyvíjel byl navigační systém jménem ALI. Box s černobílým displejem měl informovat o kolonách. A to pomocí indukčních smyček pod vozovkou, při projíždění vozidla generovalo elektrický impulz. Podobný systém funguje i dodnes a to k řízení semaforů. Určený úsek komunikace měl být vybaven právě těmito smyčkami. Počítač podle počtu vjíždějících a odjíždějících vozidel, dokázal vyhodnotit, jestli v úseku nedochází k tvorbě kolon. V takovém úseku vozovky by byl vyslán varovný signál. [1]

3.2 Bezpečnost silničního provozu

Bezpečnost silničního provozu se zabývá způsoby, které mají omezit vznik nehod a jejich obětí v silniční dopravě. Tím docílit větší bezpečnosti na pozemních komunikacích. [2]

V posledních letech se výzkum a vývoj automobilových výrobců zaměřil více na nabídku inteligentních asistenčních systému ve vozidlech. A to poskytováním cílených informacích a varování za účelem zvýšení aktivní bezpečnosti vozidla a napomáhání řidiči v rizikových situacích a zlepšení jeho jízdního komfortu. Mezi typické funkce asistentů patří proti-kolizní asistent, asistent jízdy v pruzích. Tyto asistenční systémy a mnoho dalších. Jsou propracovanými systémy, které nenabízejí jenom vyspělé technické součástky, ale i strategie a algoritmy snižující riziko nehody nebo jejich následky. [47]

Motivace výrobců je v tomto ohledu jasná. Podle světové zdravotnické organizace je ročně usmrceno odhadem 1,3 milionu osob důsledkem dopravních nehod. A nejedná se nejenom o ztráty na lidských životech, ale také ekonomické ztráty, které v některých zemích dosahují až 2 % hrubého domácího produktu. Dalším aspektem je čím dál tím vyšší touha jednotlivců se rychle a snadno přepravovat. To značně zvyšuje provoz na silnicích a počet najetých kilometrů jednotlivce. [47]

Pohodlí reprezentuje zlepšení řidičského zážitku a je řidiči i pasažéry velmi oceňováno. Pohodlí na silnicích je obecně spojováno se spolehlivostí, uspokojením, zážitkem a luxusem vozidla. Některými odborníky je pohodlí i popisováno jako absence nepohodlí. [47]

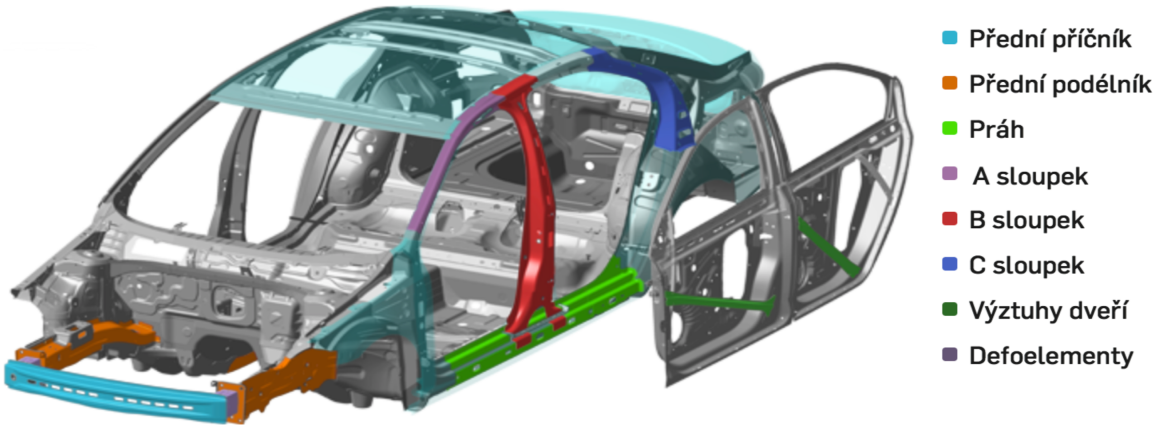
Některé asistenční systémy dokáží tyto věci účinně skloubit do sebe. Lze to přehledně demonstrovat na komfortním systému jako je klimatizace ve vozidle. Samotná teplota ve vozidle nepřispívá jenom k pohodlnosti a potěšení z chladného ovzduší v horkých letních dnech. Klima v kabině automobilu má vliv na pozornost a výkonnost řidiče za volantem. Pokud má řidič optimální klima v kabině jeho pozornost a výkonnost se rapidně zvýší. Takže komfortní systém má sekundární vliv i na bezpečnost jízdy. [47]

3.3 Pasivní bezpečnost

Jedná se o prvky, které slouží až když dojde k nehodě vozidla. Jejich cílem je minimalizovat následky střetu. Tedy především ochránit zdraví účastníků nehody. Jde o konstrukční zařízení. Mezi prvky pasivní bezpečnosti patří bezpečná konstrukce karoserie, opěrka hlavy, bezpečnostní pás, předpínač bezpečnostního pásu, airbagy atd. [3]

Prvky pasivní i aktivní bezpečnosti jsou podrobně ověřovány při testech nezávislých organizací. V Evropě je to především Euro NCAP nebo IIHS, v USA pak NHTSA. Robustní karoserie (viz obr 3.1) je u vozidel tvořena z vysoko-pevnostní ocelí a deformačních zón. Lze ji považovat za základní a nejdůležitější prvek ochrany posádky. Skládá se mnoha dílů dle typu vozidla a funkčně je rozdělena na dvě části. Deformační část má za úkol pohltit a ztlumit energii nárazu (přední a zadní část auta). Prostor pro posádku se naopak deformovat nesmí (kabina). [5] [4]

Obrázek 3.1 Karoserie



Zdroj: https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie

Bezpečnostní pás je základním bezpečnostním prvkem. Jeho úkolem je ochránit tělo před nárazem do částí vozu nebo ostatních cestujících a také zabezpečit, aby nevyletělo z vozu. Bez jeho správného použití nás neochrání ani airbagy, ani deformační zóny karoserie. [6]

Airbagy (viz obr 3.2) jsou dalším velmi důležitým prvkem pasivní bezpečnosti, mají za úkol pohlcovat a přesměrovat energie rázu vzniklou při srážce a současně zabránit střetu cestujících s pevnými části vozidla. Airbagy se v dnešních vozidlech nachází téměř ve všech částích. [7]

Obrázek 3.2 Airbagy

Zdroj: https://www.autozive.cz/kupujete-ojetinu-i-podle-crash-testu-zkontrolujte-funkcnost-airbagu/

3.4 Aktivní bezpečnost

Jedná se o soubor prvků, systémů a vlastností vozu, které se snaží zabránit vzniku dopravních nehod vozidel. Případně snížit následky nehody. Těchto systému se v dnešních vozidel nachází desítky. Jedním z nejdůležitějších prvků aktivní bezpečnosti jsou kvalitní brzdy. Mezi další základní prvky, které napomáhají aktivní bezpečnosti bez použití elektronických systémů je například dobrá viditelnost, nízký ruch v kabině vozidla. Dále také vhodné nastavení teploty uvnitř kabiny vozu, aby nedošlo k únavě řidiče. [9] [8]

Z pohledu asistenčních systému lze řadit ABS, ESP a proti-kolizní asistent, do systémů, které se podílí na aktivní bezpečnosti vozidla. Všechny tyto systémy obsahují prvky, které se snaží předejít vzniku dopravní nehody nebo jejím následkům. Výše uvedené asistenční systémy jsou více charakterizovány v následujících kapitolách. [40]

3.5 Asistenční systémy ve vozidlech

Jsou elektronické systémy, které napomáhají řidiči ovládat vozidlo. Snižují riziko vzniku nehod nebo jejich následky. Zvyšují jízdní komfort. Jedná se jak o pasivní asistenty, tak i aktivní asistenty. Nově vyrobené vozy mají už v základních výbavách aspoň nějaký asistenční systém. V zemích evropské unie je u nově vyrobených vozidel povinnost, aby právě některé z asistenčních systémů obsahovala, jedná se například o ABS. Asistenční systémy mohou být velice nápomocné, ale hlavním faktorem bezpečné a plynulé jízdy je pořád řidič. [10]

Celý systém řízení vozidla zahrnující řidiče, vozidlo a prostředí je možné popsat jako řídící smyčku se zpětnou vazbou. Kde řidič hraje rozhodující roli pro stanovení bezpečnosti celé smyčky. Asistenční systémy jsou designovány, aby podpořily řidiče při jeho úkolech v celém spektru možných dopravních situacích a naplňovaly dostatečně elementy pohodlí a bezpečnosti při těchto situacích. Člověk tedy řidič, funguje jako komplexní prvek, který vybírá cestu, ovládá vozidlo. Řidič reaguje na vstupy z okolí a na zpětnou vazbu od vozidla. Toto základní schéma je možné rozšířit asistenčním systémem. Asistenční systém zpracuje data od vozidla, prostředí a řidiče. Posoudí tato data a nechá je zpracovat matematickými modely a algoritmy. Neshodují-li se zpracovaná data s cílem nebo úmyslem řidiče, asistenční systém vypočítá vhodnou odpověď ve formě akce, zasáhnutí do řízení nebo zpětné vazby k řidiči. [47]

Tyto systémy lze rozdělit do třech větších kategorií, pod které spadá několik dalších asistenčních systému. A to dělení na aktivní, pasivní, komfortní. Jedním ze způsobů dělení asistentů je dělení podle toho k čemu slouží, co sledují a v jakých situacích nám mohou být nápomocni. Tyto systémy se dělí na systémy pro sledování a řízení dopravní situace, systémy pro sledování a řízení stavu vozidla a systémy pro sledování stavu řidiče. [10] [48]

Asistenční systémy lze dělit a rozlišovat také podle toho do jaké míry do ovládání vozidla zasahují. Prvním stupněm asistenčních systémů jsou systémy, které získávají informace z okolí a umožňují řidiči lepší vnímaní dopravní situace na vozovce. Druhým stupněm asistence při ovládání vozidla je upozornění řidiče na možné nebezpečí, a to pomocí varovných akustických a vizuálních signálů přenášených do kabiny vozidla. Třetím stupněm nejvíce ovlivňujícím řízení vozidla, je takový asistenční systém, který přímo v nebezpečné

situace převezme některý z ovládacích prvků vozidla, jako například brzdy, výkon motoru nebo volant. Tím se snaží zabránit nebo zmírnit následky nebezpečného chování řidiče nebo vzniklé dopravní situace. [10] [48]

Asistenční systémy obsahují vestavěné počítače. Ty se nazývají ECU (electronic control unit), tedy elektronická kontrolní jednotka. V moderních vozidlech se těchto kontrolních jednotek nacházejí desítky, každý asistenční systém má zpravidla svoji vlastní jednotku. Tyto elektronické kontrolní jednotky nemusí mít na starost jenom asistenční systémy, ale spoustu dalších systému, jako například ovládání motoru, brzd a mnoho dalších. [48]

Každá kontrolní jednotka má k sobě připojené senzory. Tyto senzory měří fyzikální veličiny potřebné pro dané asistenční systémy. Jedná se například o tlak, teplotu, napětí, otáčky kol, úhel natočení kol, úhel natočení volantu. Kontrolní jednotka má připojené senzory v závislosti, pro jaký typ asistenčního systému je konstruovaná. K propojení senzorů s elektronickou kontrolní jednotkou je využívána sériová sběrnice CAN bus. Sběrnice byla přímo navržena pro automobilový průmysl. Síť sběrnic CAN bus umožňuje neustále cirkulovat data po celém vozidle. Každá kontrolní jednotka vysílá a přijímá signály ze senzorů. Až 2000 signálů cirkuluje konstantně v sítí sběrnic CAN bus. Kontrolní řídící jednotka na základě vstupů od řidiče nebo ze senzorů ovládá části vozidla, jakými jsou například: brzdy, motor, natočení volantu a mnoho dalších částí. [48] [49]

3.6 Systémy pro sledování a řízení dopravní situace

Tyto systémy se zaměřují na to, co se děje v okolí vozidla, pomocí snímačů, kamer a dalších prvků vyhodnocují dopravní situaci. Podle vyhodnocených dat ze snímačů, řidiče upozorní či samy zareagují podle závažnosti situace. [10]

3.6.1 Systém ACC

Adaptive cruise control (ACC), je systém, který je v českém jazyce znám jako adaptivní tempomat. Tento systém funguje podobně jako klasický tempomat. [10] [11]

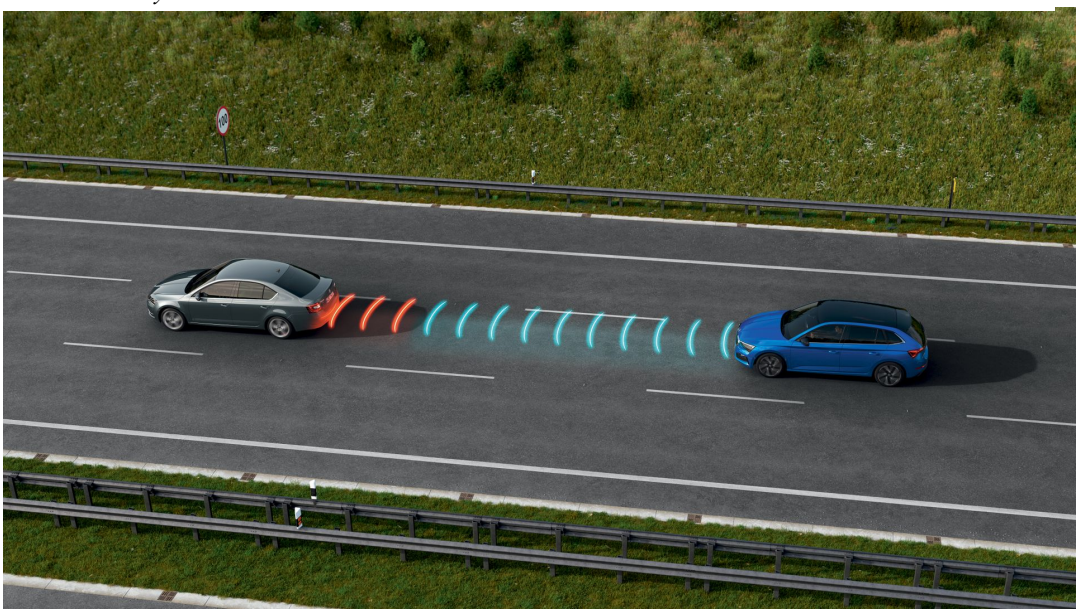
Adaptivní tempomat je novým znakem nového stupně vývoje asistenčních systémů. Jako první velká část úkonu řidiče je přenechána zcela na automatický systém. Adaptivní

tempomat představuje klíčové funkční inovace v asistenčních systémech, reprezentuje nový architekturu s širokou škálou využití. [47]

U klasického tempomatu, který vychází ze systémů CC (cruise control), umožňuje řidiči nastavit rychlost, kterou se bude vozidlo konstantně pohybovat. Je-li potřeba například, rychlost snížit v důsledku pomalu jedoucího vozidla před vozidlem s tempomatem. Musí řidič sám zareagovat ubrat plyn nebo snížit rychlost brzděním. [10] [11]

Adaptivní tempomat, jak už z názvu vypovídá se umí adaptovat, tedy přizpůsobit rychlost vozidla, tak aby nedošlo ke kolizi s pomalu jedoucím vozidlem. U adaptivního tempomatu také řidič nastaví požadovanou rychlost. Systém ACC (viz obr 3.3) nejdříve ubere plyn, v případě, že to k dostatečnému zpomalení nestačí aktivuje brzdy. Tato fáze se nazývá decelerace. Když vozidlo předním zrychlí nebo uvolní jízdní pruh, dojde k akceleraci na předem nastavenou rychlost. Aby systém mohl ovládat brzdy je připojený na systémy ABS/ESP. Dále je propojený s akcelerátorem jako klasický tempomat a tím reguluje výkon. [10] [11] [12]

Obrázek 3.3 Systém ACC



Zdroj:https://www.autohled.cz/magazin/jak-funguje-adaptivni-tempomat-a-jake-jsou-jeho-druhy-vysvetlime/381

Ovládání adaptivního tempomatu (viz obr 3.4) je u většiny výrobců vozidel (Volkswagen koncern) realizováno páčkou pod volantem. Kde si řidič nastaví požadovanou rychlost a vzdálenost, kterou má udržovat před vozidlem. [11] [12]

Obrázek 3.4 Ovládání Adaptivního tempomatu

Zdroj: https://www.smucler.cz/blog/acc-adaptivni-tempomat/

Nejdůležitějším aspektem systému, je potřeba rozeznaní vzdálenosti vozidel a jejich rychlosti. K tomu je využíváno snímačů a jejich systémů. Nejrozšířenějším snímačem je radiolokátor pracuje na principu mikrovln. Radar (viz obr 3.5) neustále vysílá paprsek mikrovln a následně se odrazí od vozidla zpět k anténě radaru a ten vypočítá vzdálenost na základě doby od vyslání k návratu. Tento typ snímače využívá Škoda auto a také Volkswagen. Výhodou toho snímače je schopnost pracovat do vysokých rychlostí. Nevýhodou je snadné poškození i při drobných kolizích při malých rychlostech. [11] [12]

Obrázek 3.5 Radar

Zdroj:https://carxtras.com/new-oem-mercedes-benz-w205-w253-adaptive-cruise-control-acc-radar-sensor-a2059005918/

Dalším používaným snímačem pro ACC je Lidar jedná se možnou alternativu k Radiolokátoru. Systém pracuje s laserovou diodou, ta přes čočku vysílá krátké světelné impluzy, které se oproti radaru odráží pouze od odrážecích ploch, jakými jsou zadní světla nebo reflexní registrační značky a poté je přijímá. Výpočet vzdálenosti už spočívá stejně

jako u radaru na době vyslání a návratu paprsku. Výhodou snímače je vysoká přesnost měření. Nevýhodou je, že nedokáže tak přesně poskytovat informace o rychlosti. A k jeho činnosti je třeba pomocných údajů, které získává z GPS. [11] [12]

Jedním z nejlepších systémů pro adaptivní tempomat je Subaru EyeSight. Tento systém je instalován do vozů Subaru. Na rozdíl od radiolokátoru a lidaru, využívá stereokamer (viz obr 3.6). Výhodou těchto kamer je oproti radaru zaznamenat takzvané měkké objekty tedy zvířata nebo chodce. Oproti lidaru nepotřebuje získávat další údaje z GPS. Nevýhodou je vysoká cena tohoto systémů. [11] [12]

Obrázek 3.6 Stereo kamery

Zdroj: https://www.subaru.com/engineering/eyesight.html

Implementace adaptivního tempomatu do vozidel, přispívá k větší bezpečnosti na silnicích především na dálnicích. A také přináší komfort pro řidiče. [11] [12]

3.6.2 Asistent hlídání mrtvého úhlu

Jedná se o asistent, který sleduje, jestli se jiné vozidlo nenachází v tzv. mrtvém úhlu. Mrtvý úhel je jev, kdy vozidlo nelze vidět jak ve zpětných zrcátkách ani ve středovém zrcátku ani pohledem řidiče. U výrobců tento systém bývá označovaný, jako Blind Spot Assist. Výrobci automobilů se snaží konstruovat vozidla, aby tento úhel byl co nejmenší. Asistent používá radary umístěné na zadní straně vozidla nebo kamery na vnitřní straně bočních zrcátek k snímaní prostoru mrtvého úhlu. Na bočních zrcátkách je nakreslený geometrický symbol většinou trojúhelník (viz obr 3.7). Který se rozsvítí a řidiče upozorní v případě, že radar nebo kamera zaznamená předjíždějící vozidlo v mrtvém úhlu. Pokud by řidič vozidla užil směrovku ve směru předjíždějícího vozidla, upozornil by ho akustický signál nebo dokonce strhl řízení. V závislosti od jaké automobilové společnosti byl systém implementován. [13]

Obrázek 3.7 Detekce mrtvého úhlu

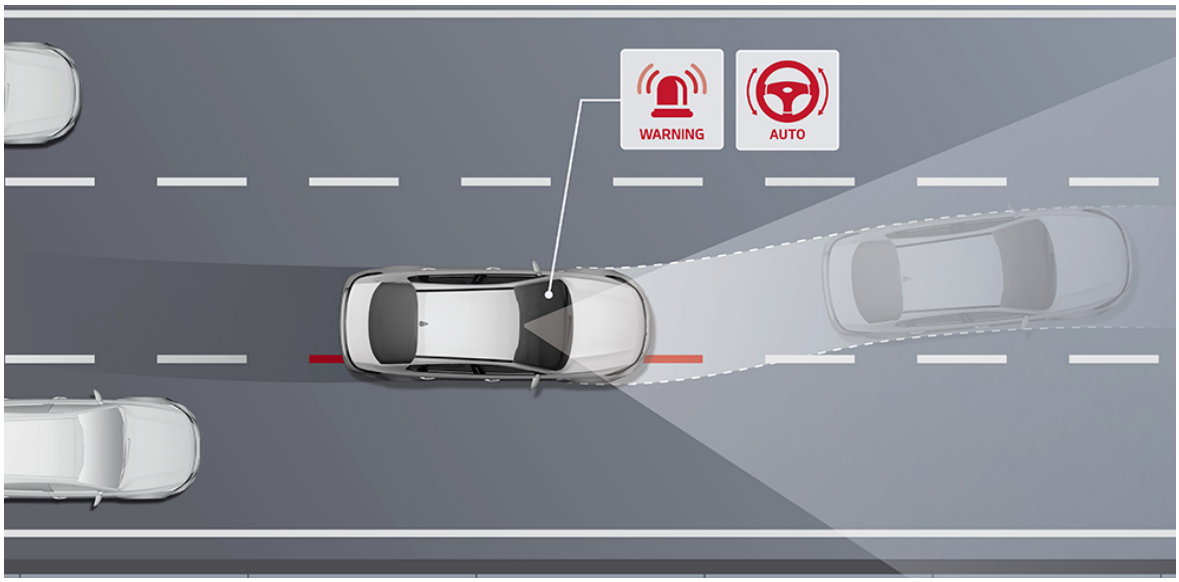
Zdroj:https://www.garaz.cz/clanek/blbost-nebo-pomocnik-hlidani-mrtveho-uhlu-muze-davat-smysl-21001071?mol-gallery--selected=53987

3.6.3 Asistent pro hlídání jízdních pruhů

Asistent pro hlídání jízdních pruhů hlídá, jestli se auto nachází v jízdních pruzích a varuje řidiče, pokud začne auto jízdní pruhy opouštět. Z hlediska bezpečnosti se jedná o jeden z důležitých systému, který předchází dopravním nehodám. Tento systém je prevencí hlavně před nehodami způsobenými mikrospánkem. Systém výrobci implementují v mnoha variantách. [14]

První variantou je Lane Departure Warning (viz obr 3.8) tedy upozornění o opouštění jízdního pruhu. Je to nejzákladnější druh systému pro hlídání jízdních pruhů. Tento systém pouze upozorní řidiče o překročení jízdního pruhu. Řidič musí na vzniklou situaci zareagovat sám a uvést auto zpátky do jízdního pruhu. Druhá varianta Lane Keep Assist už je o něco sofistikovanější. Nejdříve řidiče upozorní, pokud řidič po určitou dobu nezareaguje vozidlo převezme řízení a srovná vozidlo zpátky do jízdního pruhu. Třetí varianta Lane Centering Assist je nejnovější a nejpracovanější asistent pro hlídání jízdních pruhů. Systém dokáže sám vozidlo udržovat v jízdních pruzích. Řidič se musí pouze jemně dotýkat volantu a auto samo kopíruje jízdní pruhy. V kombinaci s ACC tedy adaptivní tempomatem se jedná o skoro autonomní řízení. [14]

Obrázek 3.8 Asistent jízdních pruhů

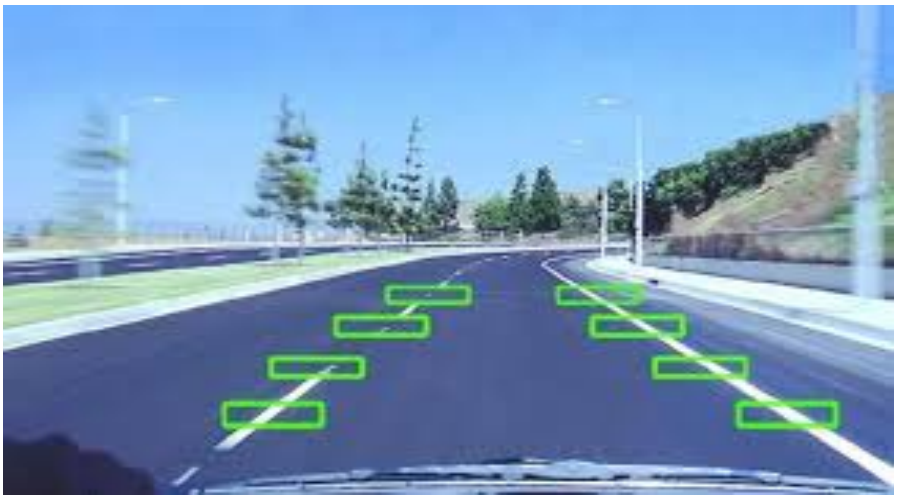


Zdroj: http://pr.kia.com/en/innovation/adas/driving-assist.do

Všechny asistenti pracují až od rychlostí okolo 50 km/h. Systémy varují řidiče akustickým signálem a vizuálním signálem zobrazeným na přístrojové desce. Některé automobilky především ty evropské varují řidiče haptickou zpětnou vazbou tvz. Haptic feedback. Při této odezvě začne volant vozidla vibrovat. [14]

Všechny tři systémy využívají nejčastěji ke sledování jízdních pruhu kameru. Kamera je umístěná za čelním sklem, ta snímá jízdní pruhy až do vzdálenosti 50 metrů před vozidlem (viz obr 3.9). Snímky digitalizuje a analyzuje jízdní pruhy. V případě první varianty při přerušení jízdního pruhu pouze upozorní řidiče. V druhé variantě provedení při přerušení samo zareaguje to buď tím, že přibrzdí opačné přední kolo nebo samo pootočí volantem. [14]

Obrázek 3.9 Snímač jízdních pruhů



Zdroj: https://www.extremetech.com/extreme/165320-what-is-lane-departure-warning-and-how-does-it-work

Funkčnost celého systému u všech variant je ovlivněna nejvíce počasím. A to zejména za hustého deště či sněžení. Kamera nemá dostatečný výhled na jízdní pruhy a vozidlo systém vypne a řidiče upozorní o vypnutí. Další nešvary systému jsou zasněžené silnice, jízdní pruhy nejsou vidět nebo vybledlé jízdní pruhy. [14]

Srovnání cen asistenta hlídání jízdních pruhů jednotlivých automobilek. Automobilka Škoda nabízí pro svoje vozidla jako příplatkovou výbavu systém s názvem Skoda Lane assist jedná se typově o druhou variantu verze asistenta. Asistent lze zakoupit pouze při koupi asistenta hlídaní mrtvého úhlu. Samostatný asistent hlídaní mrtvého úhlu vyjde na 9 000,- Kč. V kombinaci se Skoda Lane Assist vyjde na 24 000,- Kč. Systém sice samostatně prodejný není, ale jeho cena by po odečtení asistenta hlídání mrtvého úhlu měla být 15 000,- Kč. [15]

Automobilka BMW asistenta hlídání jízdních pruhu nenabízí také samostatně. Nabízí ho v rámci paketu Driving Assitant. Tento paket je velmi rozsáhlý. Obsahuje kamerové systémy upozornění na nebezpečí kolize s brzdnou funkcí, ukazatel rychlostních limitů s indikací zákazu předjíždění a systém varování při opuštění jízdního pruhu. A navíc systém radarů pro varování před projíždějícími vozidly při couvání, systém varování při změně jízdního pruhu a systém prevence nárazu zezadu. Tento paket vyjde na 24 388,- Kč. Oproti Škodě, je mnohem rozsáhlejší a také má příznivější cenu na počet asistentů. [16]

Automobilka Hyundai asistenta nabízí jako jediná z porovnávaných už v základní výbavě bez příplatku. Asistent funguje jako druhá varianta provedení systému tedy dokáže automobil zpět nasměrovat.

3.6.4 CAS (Collison Avoidance Systém)

Je systém, který je v češtině nazýván jako systém varování před čelní srážkou. Jeho účelem je zvýšit bezpečnost posádky a vozidla. Systém je navržen, aby předcházel čelním srážkám nebo minimalizoval následky takového střetu. Mnoho nehod je totiž způsobeno pozdním brzděním. Řidič začíná brzdit pozdě z několika důvodů mezi které se řadí nepozornost, špatná viditelnost, nízké slunce. Někdy nemusí jít ani o chybu řidiče, ale také o chybu chodce, který se nerozhlédne a začne přecházet silnici. Všem těmto situacím se snaží asistent zabránit. [32] [33]

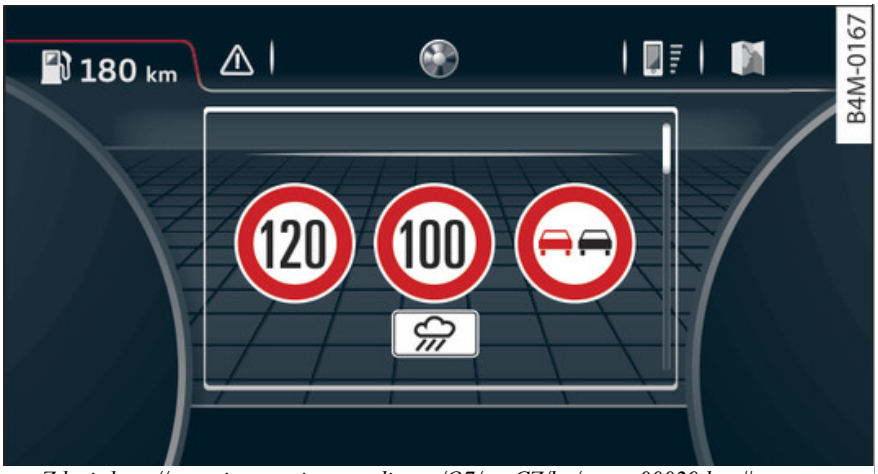
V Evropě je také znám pod názvem Autonomous Emergency Braking. Toto slovní spojení znamená Autonomní Nouzového Brždění. Autonomní, protože systém funguje nezávisle na řidiči. Nouzový, jelikož systém pracuje pouze v kritických situacích. Brždění, protože systém používá pro vyhnutí se střetu brzdný systém. [32] [33]

Princip fungovaní takového systému je založen na podobných technologiích a principech, jako adaptivní tempomat. Některé automobilky pro detekci objektů používají stereo kamery. Častěji používaný je radar nebo Lidar. U lidaru je nevýhodou špatná funkčnost při zhoršeném počasí. Když systém vyhodnotí, že by mělo dojit ke střetu nejdříve řidiče upozorní hlasitým akustickým signálem, pokud řidič bezprostředně nezareaguje začne asistent sám brzdit. [32] [33]

3.6.5 Asistent rozpoznávání dopravních značek

Jedná se o pomocný asistenční systém, který sleduje a rozpoznává dopravní značení a předává řidiči aktuální informace o nejdůležitějších příkazových značkách a zákazových značkách na trase. Tento asistent najde v dnešní době velké uplatnění, jelikož počet dopravních značek stále narůstá a automobilový provoz také. Proto u řidičů nastává problém s pozorností. V případě nepozornosti řidiče může dojít k přehlédnutí dopravního značení na silnici. V tu chvíli je asistent rozpoznání dopravního značení velice nápomocný a dokáže řidiče informovat o omezeních, příkazech na dané trase. Tím zvyšuje především bezpečnost automobilové dopravy. Momentálně je tento systém implementován několika výrobci vozidel. Mezi které patří například: Škoda Auto, Audi, BMW, Opel a mnoho dalších. K rozpoznání dopravního značení používají vozidla kamery umístěné na přední části vozidla. Ta spolupracuje s navigací a daty dostupnými o vozidle. Podle složitosti systému a jeho ceny je schopen asistent rozpoznat jednotlivé značení a informovat řidiče o daných značkách na palubním počítači (viz obr 3.10) Mezi základní verze systému patří asistent, který dokáže rozpoznat pouze značky rychlostního omezení moderní systémy využívají pro identifikaci dopravního značení neuronové sítě, které jsou schopny rozpoznat velké množství různých dopravních značení. Tyto algoritmy se nejdříve natrénují na všech předdefinovaných značkách. Předdefinované značky jsou značky vídeňské konvence, která učila normu pro dopravní značení. Po natrénování algoritmu je celý systém schopen rozpoznávat dopravní značení v reálném čase. Tento systém je jedním ze systému používaným pro autonomní ovládání vozidel. [38] [39]

Obrázek 3.10 Palubní počítač



Zdroj: http://www.instruccionesaudi.com/Q7/cs_CZ/ba/page_00029.htm#

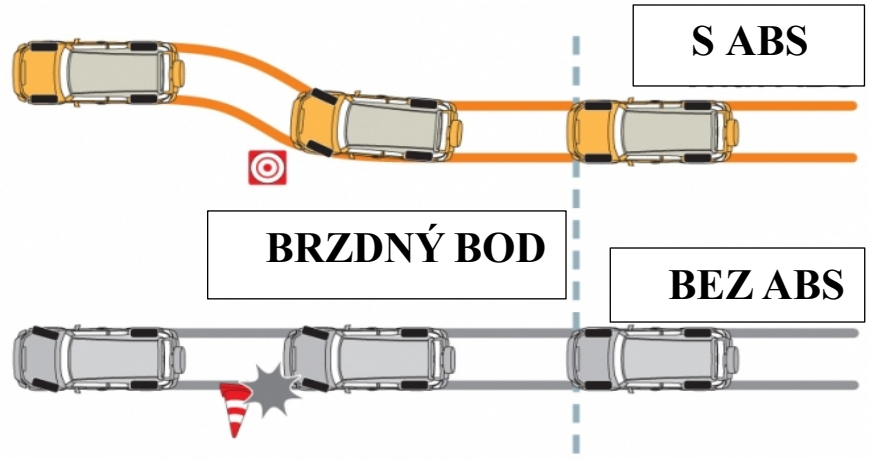
3.7 Systémy pro sledování a řízení stavu vozidla

Jsou systémy, které monitorují stav vozidla a řidiči napomáhají v řízení.

3.7.1 ABS (Anti-lock Brake System)

Anti-lock Brake System je bezpečností asistent, který zabraňuje zablokování kol při brždění. Tento systém je označován zkratkou ABS. Při zablokování kol, ke kterému dochází při prudším brždění začne kolo ztrácet adhezi(přilnavost) k vozovce. V případě zablokování kol se stává vozidlo neovladatelným. ABS zabraňuje zablokování, tím vozidlu umožňuje zachování stability a ovladatelnosti (viz obr 3.11). [17] [18] [19]

Obrázek 3.11 ABS rozdíl s a bez

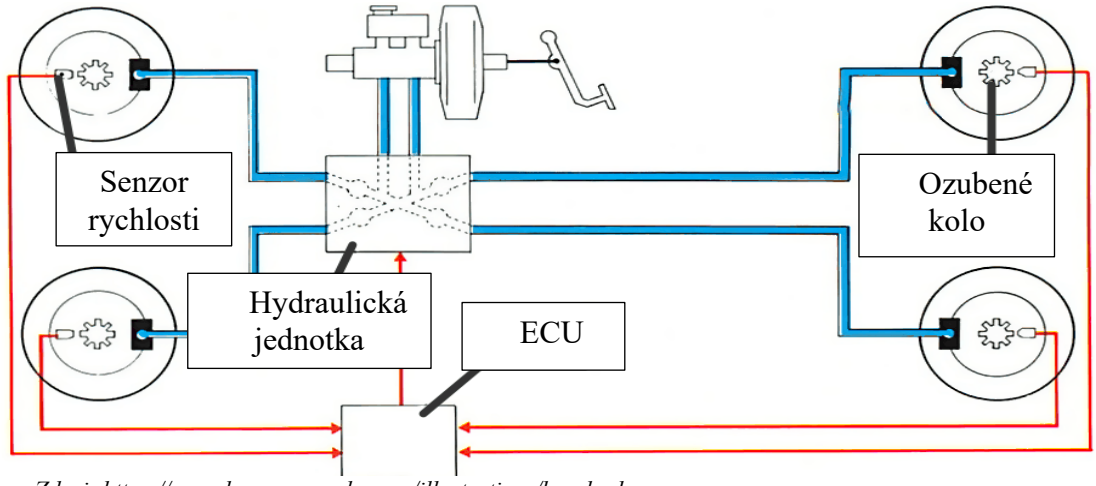


Zdroj: https://www.smucler.cz/blog/abs-protiblokovaci-system-kol/

ABS asistenční systém patří k prvním asistentům ve vozidlech. Byl vynalezen už v roce 1929, ale pouze pro letadla. V roce 1936 si ho nechala patentovat firma Bosh. Avšak implementován byl poprvé až v roce 1978. První vozidlo s ABS byl Mercedes-Benz třídy S. Dále ho začaly do svých aut implementovat další značky. A dnes je standartní výbavou všech automobilů. V roce 2004 se výrobci aut ACEA (European Automobile Manufacturers' Association) dohodli s EU, že každé nově homologované auto musí obsahovat ABS. [17] [18] [19]

ABS se skládá ze tří hlavních částí: snímač otáček jednotlivých kol, řídící jednotky ABS, elektrohydraulické nebo elektropneumatické řídící ventily. Princip fungování ABS, je založen na regulaci brzdné síly, která je přenášena na každé kolo. Řídící jednotka vyhodnocuje otáčky ze snímačů na každém kole (viz obr 3.12). Hodnoty ze snímačů neustále porovnává s referenční rychlostí vozidla. Referenční rychlost je získávána z dvou diagonálně umístěných kol. V případě, že nastane zrychlení, zpomalení nebo skluz, řídící jednotka to ihned rozpozná. V okamžiku, kdy dojde ke snížení rychlosti jakéhokoliv z kol pod úroveň referenční rychlosti, řídící jednotka sníží tlak v brzdovém systému pomocí hydraulické jednotky, která ovládá řídící ventily a tím kolo uvede do pohybu, bez ohledu na polohu brzdového pedálu. Ihned po jeho roztočení tlak do brzdového systému zvýší. Tento cyklus je schopen ABS opakovat 12 až 16 za sekundu. Tím udržuje brzdnou silu na mezi adheze, auto se tak stává lépe ovladatelným a nedostává se do smyku. Řidič vozidla zaznamená funkci ABS vibrováním brzdného pedálu, která je způsobena neustálou změnou tlaku v brzdovém systému. [17] [18] [19]

Obrázek 3.12 Systém fungování ABS



Zdroj: https://www.howacarworks.com/illustrations/bosch-abs

3.7.2 ASR (Anti-Slip Regulation)

ASR je systém regulace prokluzu kol. Jedná se o aktivní asistenční systém a bezpečnostní prvek. Systém zabraňuje nežádoucímu prokluzu kol a tím zlepšuje přenos výkonu motoru na vozovku. Při protáčení dochází ke zbytečné ztrátě paliva a vozidlo se stává hůře ovladatelným. Asistent pomáhá nejčastěji na vozovkách se špatnou adhezí. Typicky je tomu za deště, mrazu a sněžení. [20] [21]

Princip, na kterém ASR funguje je založen na snímači otáček kol, které využívá spolu s ABS, ty neustále sledují otáčky jednotlivých kol. Řídící jednotka (ECU) porovnána hodnoty otáček s otáčkami kol nepoháněné nápravy. V případě, že řídící jednotka zaznamená prokluz, některého z poháněných kol jednotka vydá pokyn k snížení kroutícího momentu na kolo. Ke snížení kroutícího momentu může dojít třemi způsoby první je při brždění daného kola. Druhým způsobem je snížením výkonu přenášeného na kolo. Třetí variantou je kombinace první a druhé varianty. [20] [21]

Řidič zaznamená funkci ASR rozsvícením kontrolky na přístrojové desce (viz obr 3.13). Na základě toho by měl řidič i sám zpozornit a přizpůsobit jízdu daným silničním podmínkám. [20] [21]

Obrázek 3.13 Kontrolka

Zdroj:https://www.auto.cz/kontrolky-v-aute-vite-co-v-zime-nejcasteji-sviti-a-proc-100239

Systém ASR je většinou implementován i se systémem EDS (Elektronickou uzávěrkou diferenciálu). Oba systémy pracují v součinnosti. EDS uzavírá diferenciál a tím přenese hnací moment na kolo, které má lepší adhezi s vozovkou. Opět k detekci využívá snímače otáček kol a řídící jednotku. [22]

3.7.3 EDS (Electronic Differential Slippery)

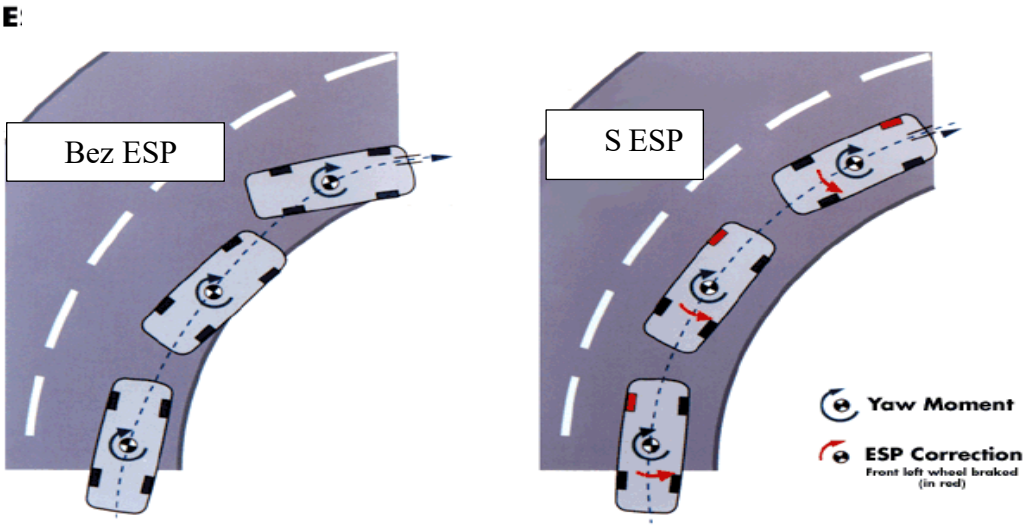
Je asistenční systém, který elektronicky uzavírá diferenciál. Diferenciál je mechanické zařízení pracující na principu planetové převodovky, mající za účel rozdělní poměru otáček na výstupních hřídelích. Tento asistent je nejvíce potřeba v zimních měsících či za deště. Dokáže rozpoznat protáčející se hnané kolo, automaticky ho přibrzdí, a tím přes uzavření diferenciálu přenese větší sílu na kolo s lepší přilnavostí na vozovku. [45] [46] [22]

Celý systém najde využití v případě, že jedno kolo nachází na kluzkém terénu. Funkce systému je omezena a je funkční pouze do rychlosti 40 km/h. [45] [46] [22]

3.7.4 ESP (Electronic Stability Program)

ESP je elektronický stabilizační program jedná se o rozšíření funkce systému ASR a ABS. Elektronický stabilizační program napomáhá stabilizovat vozidlo, aby nedocházelo ke smyku nebo převrácení vozidla při prudkém zatáčení a manévrech s vozidlem (viz obr 3.14). Rozdíl mezi ABS, ASR oproti ESP spočívá v tom, že ESP dokáže ovládat prokluz a skluz v příčném směru. ABS a ASR, pouze v podélném. [23] [24] [10]

Obrázek 3.14 Fungování ESP



Zdroj: https://www.vwvortex.com/artman/publish/article_305.shtml

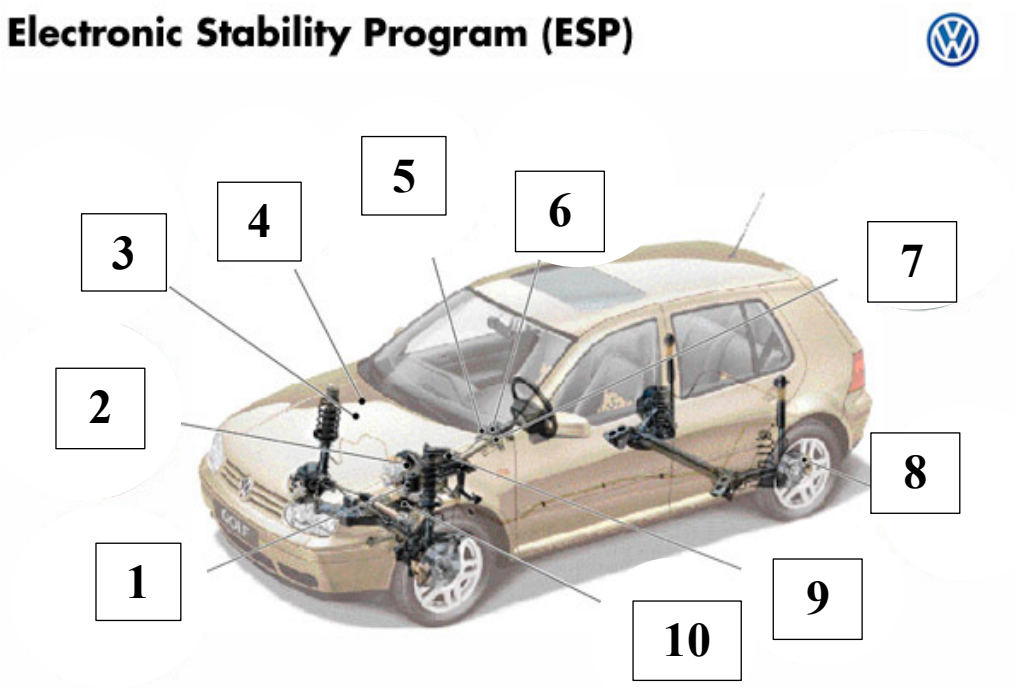
Mezi první výrobce vozidel, kteří začali do svých vozidel implementovat ESP patří automobilka Mercedes-Benz, tato luxusní německá automobilka ve spolupráci s firmou BOSH použila systém do modelu Mercedes-Benz S 600 Coupé. Následovali ji velké automobilky jako Toyota a General Motors. Dnes už tuto technologii používají všechni výrobci vozidel. [25]

Od 1.listopadu 2011 musí mít každé nově homologované auto povinně ESP. Ze statistik vyplývá, že kdyby bylo každé vozidlo vybaveno ESP předešlo by se 10 % všech dopravních nehod. Což by například v roce 2018 podle statistik Policie ČR o nehodovosti znamenalo až okolo 10 000 méně nehod. K fungování ESP potřebuje řídící jednotka (ECU) dvě informace,

a to jakým směrem se má vozidlo pohybovat a jakým směrem se opravdu pohybuje. Řídící jednotka k tomu využívá několika snímačů (viz obr 3.1) snímač natočení volantu (6), otáčení všech kol (8), podélného a příčného zrychlení (7), rotační rychlosti, polohy plynového pedálu (9) a tlaku brzdové kapaliny (2). [23] [24] [10]

V případě, že se vozidlo dostane do krizové situace například do smyku. Systém na základně snímaných hodnot začne reagovat. Záměrně sníží točivý moment, přibrzdí a korekcí volantu automobil stabilizuje. Další krizovou situací, kde ESP pomáhá je přetáčivost vozidla v zatáčce při té hrozí vybočení zadní části vozu. ESP přivede největší brzdný tlak na přední kolo a na zadní kolo na vnější straně zatáčky. Pokud dojde k nedotáčivosti v zatáčce přibrzdí přední kolo na vnitřní straně, a ještě více zadní kolo na vnitřní straně. [23] [24] [10]

Obrázek 3.15 Rozmístění komponent



Zdroj: https://www.vwvortex.com/artman/publish/article_305.shtml

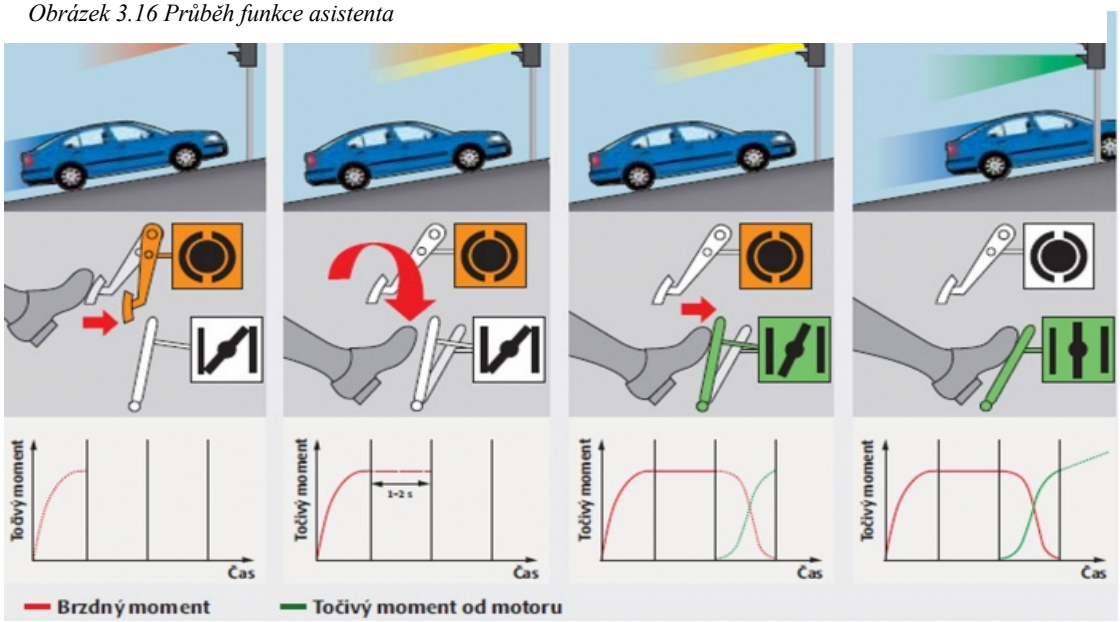
Legenda: [1] hydraulická jednotka, [2] senzor tlaku v brzdách, [3] senzor přívodu paliva, [4] ECU [5] kontrolka ESP, [6] snímač natočení volantu, [7] snímač podélného a příčného zrychlení, [8] snímač otáčení kol, [9] elektronický akcelerátor pedálu, [10] CAN sběrnice

3.7.5 HSA (Hill Start Assist)

HSA je asistent pro rozjezd do kopce. Pomáhá řidiči ovládat stav vozidla, tak aby se mohl bezpečně a pohodlně rozjet do kopce. Rozjíždění do kopce je pro řadu řidiček i řidičů problém. Proto automobilky přišli s řešením v podobě HSA. Asistent najde uplatnění zejména v zimních měsících. [26] [27]

V automobilu je umístěn senzor náklonu. Asistent se aktivuje je-li náklon více než 5 % nebo silným zatlačením na brzdový pedál při stání. Řídící jednotka vyhodnotí, že se auto nachází v kopci a asistenta aktivuje (viz obr 3.16). Řidič nebo řidička poté pustí nohu z brzdového pedálu a přidá plyn nebo pustí spojku, v závislosti na tom jakým typem převodovky vůz disponuje. Auto se plynule rozjede bez couvnutí, jelikož asistent udržuje 1 až 2 sekundy tlak v brzdách na nepoháněných kolech a tím zabraňuje couvnutí. [26] [27]

Obrázek 3.16 Průběh funkce asistenta



Zdroj: https://www.smucler.cz/blog/asistent-rozjezdu-do-kopce/

3.7.6 TPM (Tyre Pressure Monitoring System)

Je asistenční systém pro kontrolu tlaku v pneumatikách jednotlivých kol vozidla. Tento elektronický systém s využitím senzorů v reálnem čase informuje řídící jednotku o poklesu tlaku. Ta potom informuje řidiče varovnými signály, jak akustickými, tak i vizuálními. Od roku 2014 je systém povinný pro všechny nově vyrobená vozidla v Evropské unii. Podle EU

by používání tohoto systému mělo ušetřit až 1 miliardu litrů paliva ročně. Dále pak také cca 4,8 milionů tun CO_2 ročně. A předejít až 2 % nehod ročně, které jsou podle odhadů odborníku způsobeny právě špatným tlakem v pneumatikách vozidel. V současné době využívají výrobci automobilů dva systémy na měření tlaku v pneumatikách. [35]

Prvním z nich je přímý systém měření. Přímý systém měření je realizován senzorem spojeným s ventilky umístěné na disku uvnitř pneumatiky. Senzor snímá tlak a teplotu nasbírané, data zasílá do palubního počítače, kde řidič vidí konkrétní hodnoty tlaku (viz obr 3.17). V případě výraznějšího poklesu tlaku systém řidiče informuje. Výhody přímého systému jsou: zaznamenání tlaku v každé pneumatice zvlášť, měření tlaku i ve stojícím voze, podávání okamžitých informací o stavu tlaku v pneumatice. Mezi nevýhody patří: nutnost osazení každého kola senzorem, nutnost spárovaní s řídící jednotkou u výměny kol, vysoká pořizovací cena. [35]

Obrázek 3.17 Palubní počítač

Zdroj:https://www.auto.cz/mereni-tlaku-v-pneumatikach-zatracene-drahe-bezpeci-91220

Druhý asistent funguje na principu nepřímém měření tlaku. Jedná se o typ asistenčního systému, který přímo neměří tlak pomocí senzoru v pneumatice. Využívá k měření totiž asistenční systémy ABS a ESP. Z těchto systému získává data o rychlosti otáčení každého kola i jeho vibracích. Tyto data analyzuje řídící jednotka dále je pak porovnává s referenčními hodnoty tlaku. Palubní počítač v tomto případě nezobrazuje konkrétní číselnou hodnotu tlaku, ale pouze stav, a to tedy jestli je pneumatika nahuštěná správně nebo je podhuštěná. Ve většině automobilů upozorní na podhuštěné pneumatiky rozsvícením kontrolky na přístrojové desce doprovázené pípavým akustickým signálem. Mezi výhody použití nepřímého typu měření patří: jednoduchá montáž, nízko údržbové, nízká cena

pořízení. Nevýhody jsou: delší doba detekce úniku vzduchu, informace o tlaku jsou zaznamenávány pouze při jízdě. [35]

3.8 Systémy sledování stavu řidiče

Jsou takové systémy, které monitorují, v jakém stavu, rozpoložení se řidič aktuálně nachází. Řidič patří stále k nejdůležitějšímu článku při ovládání vozidla. Člověk není stoprocentní a může podlehnout únavě nebo být nepozorný. Tyto systémy se snaží těmto situacím předejít. Podle statistik Policie ČR bylo způsobeno 17 266 nehod z důvodu plného nevěnování se řízení vozidla. Asistentů existuje několik druhů v závislosti na technologii, kterou využívají. [10]

3.8.1 DAC (Driver Alert Control)

Jedná se o jeden ze základních asistentů používaných pro detekci únavy. Systém rozpozná únavu a doporučí řidiči přestávku. Asistent funguje na principu vyhodnocování pohybu volantu. Řidič, který není unaven volantem pohybuje plynule a neustále. V případě únavy řidič začíná držet volant křečovitě a manipuluje s volantem krátkými trhanými pohyby. Asistent analyzuje výsledky s denní dobou a délkou jízdy. Když systém vyhodnotí chování jízdy jako rizikové a rozpozná únavu na základě získaných dat z volantu. Varuje řidiče akustickým signálem a vizuálním na přístrojové desce (viz obr 3.18) a doporučí mu si udělat přestávku. [28]

Tento systém nabízí například Škoda auto. Cena systému pro modely Škoda jakou součást doplňkové výbavy je 1500,- Kč. [29]

Obrázek 3.18 Varovný signál

Zdroj: https://www.smucler.cz/blog/system-sledovani-unavy-ridice/

3.8.2 LDW (Lane Departure Warning)

Tento systém je již v práci popisován. Lze ho zařadit také mezi systémy, které sledují stav řidiče. Únava řidiče se projevuje i tím, že vybočuje z jízdních pruhů. Asistent hlídání jízdních pruhů, upozorní řidiče varovným signálem. Sofistikovanější modifikace tohoto systému jsou schopny převzít řízení a auto navést zpět do pruhů nebo automobil bezpečně zastavit. [14]

3.8.3 DMS (Driver Monitoring System)

Je systém detekce únavy řidiče. V roce 2006 byl vyvinut prototyp počítačového systému pro monitorování bdělosti řidiče. Hlavními komponenty pro sledování bdělosti byla CCD kamera a infračervené iluminátory. Speciální počítačové algoritmy dokázali v reálném čase sledovat bdělost a pozornost. Pro implementaci do vozidel byli na přístrojovou desku připojeny dvě CCD kamery. Jedna kamera zabírala oči řidiče, aby mohla sledovat pohyb očí a víček. Druhá širokoúhlá kamera sledovala celý obličej a výrazy v obličeji. Dále ještě byli do vozidla nainstalovány infračervené iluminátory, aby osvětlili obličej pro lepší sledování pohybu očí. Celý proces monitorování řidiče lze rozdělit do tří částí. V první části se provede algoritmus, který navrhne rys obličeje, kde nalezne 29 nejdůležitějších bodů pro sledování obličeje. Mezi tyto body patří obočí, oči, nos a ústa. V druhé části se algoritmus naučí číst výrazy v obličeji. Jako je například otevřená pusa, zdvižené obočí, mrkání a mnoho dalších. V třetí části kombinací nejdůležitějších bodů na obličeji a jeho výrazu je vytvořen funkční algoritmus (viz obr 3.19). [47] [30]

Obrázek 3.19 Detekce obličeje

Zdroj: https://www.valeo.com/en/driver-monitoring/

Pokud systém rozpozná únavu řidiče, nejdříve řidiče upozorní akustickým signálem a vizuálním na přístrojové desce. Jestli-že řidič nereaguje auto samo převezme řízení a nouzově zastaví s varovnými světly. Tohoto asistenta využívá například automobilový výrobce vozidel BMW. [30]

3.9 Parkovací systémy

Mezi další asistenční systémy patří také parkovací asistenty. Tyto systémy pomáhají řidiči bezpečně a komfortně zaparkovat svoje vozidlo. Člověk není neomylný a právě při parkování dochází k selhání lidského faktoru. Což má za následky poškození vozidla či dokonce zdraví. Nejčastěji se jedná o chyby jako neodhadnutí vzdálenosti, rychlosti či dokonce přehlednutí překážky. [31]

Výrobci se, proto už několik let zaměřují na vývoj a zdokonalování těchto systémů. Řidiče tím podporují usnadňují mu parkovaní a tím se snaží nehodám spojeným s parkováním předejít. [31]

Tyto systémy nabízí výrobci automobilů v několika modifikacích. Lze je rozdělit do třech skupin podle technologií a důmyslnosti systému. A to na parkovací asistenty využívající pouze čidla. Dále na asistenty využívající čidla a kamery. Poslední skupinou jsou autonomní parkovací asistenti. [31]

Prvními systémy, které se objevili na trhu se nazývali Parking Aid a Park Distance Control. Oba systémy monitorovaly přední i zadní část vozu. A varovaly řidiče před překážkami, oba využívali ultrazvukových senzorů. Jakmile došlo k osazení vozidla ultrazvukovými senzory, došlo k rozšíření dalších funkcí parkovacích systémů jako je například měření vzdálenosti mezi zaparkovanými vozy, který je dnes využíván pro parkovací systém hledající vhodné místo k zaparkovaní vozidla. [47]

Dalším vzniklým systémem byl systém autonomního parkování, který pomocí senzorů a ovládání volantu dokáže vozidlo sám zaparkovat. Před více než deseti lety pak začali především v Japonsku výrobci vozidel instalovat do aut kamery. [47]

3.9.1 Parkovací asistenti využívající čidla

Jedná se o základní druh parkovacích systémů. Jako všechny parkovací systémy, pomáhá řidiči pohodlněji a bezpečně vozidlo zaparkovat. Systém využívá čidel umístěných na vozidle. Tato čidla detekují vzdálenost překážek od vozu. Čidla jsou umístěna na přední častí vozu a na zadní části vozu. Někteří výrobci vozidel umísťují čidla v závislosti na cenně zakoupené výbavy a tudíž při levnějších konfiguracích bývá čidlo umístěné pouze na zadní straně vozu. [31]

Nejrozšířenější čidlo používané pro vozidla je čidlo založeno na principu vysílaní ultrazvukových vln. Čidlo emituje(vysílá) akustické pulsy a řídící jednotka parkovacího asistenta změří dobu od vyslaní pulsu a jeho návratu (odrazu od překážky). A na základě těchto údajů je schopná vypočítat vzdálenost vozidla od překážky. [31]

Vzdálenost, v jaké se vozidlo vůči překážce nachází je řidiči zprostředkováno akusticky nebo vizuálně, nebo kombinací akusticko-vizuální výstrahy. V případě pouze akustické výstrahy systém vydává v kabině pískavý zvuk. V případě, že se vozidlo nachází v blízkosti překážky tento akustický signál zvyšuje svoji intenzitu, čím blíž se vozidlo překážce nachází. Vizuální upozornění je většinou zařazováno s akustickým varováním. Kromě zvuku se řidiči objeví na informačním displeji nebo přístrojové desce schéma automobilu (viz obr 3.20). [31]

Obrázek 3.20 Parkovací asistent

Zdroj:https://content.bmwusa.com/microsite/f12_showroom_2012/com/en/newvehicles/6series/convertible/2010/showroom/connectivity/parking_assistant.html

3.9.2 Parkovací asistenti využívající kameru

Moderní vozidla využívají ke zdokonalení funkce parkovacího asistenta, kromě čidel používají ještě kamery. Kamery disponují vysokým rozlišením a širokým spektrem záběru. Kamery se zpočátku umísťovaly na zadní část vozu, ale dnešní vozidla obsahují celý systém kamer a čidel. Snímky z těchto kamer nebo pouze jedné kamery v závislosti na sofistikovanosti jednotlivých asistentů se zobrazují na velkoplošné displeje tzv. infotainmenty. [31]

Obrázek 3.21 Parkovací asistent s kamerou

Zdroj: https://www.aliexpress.com/i/32783529642.html

V případě systému s více kamerami si řidič může mezi jednotlivými pohledy přepínat dle potřeby. Snímky z kamer bývají opatřeny vodícími čárami, které zobrazují, kterým směrem je vozidlo natočeno a jeho dráhu. Tyto čáry mění svůj směr v závislosti na aktuálním natočení volantu (viz obr 3.21)**.** [31]

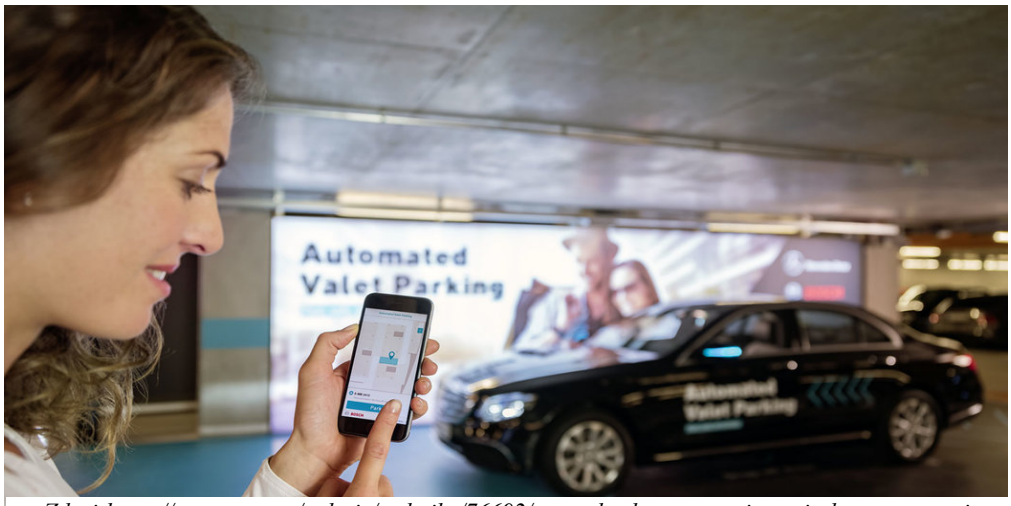
3.9.3 Parkovací systémy s autonomním řízením

Jedná se o nejpokročilejší systém, kterým může parkovací asistent disponovat. Systém disponuje nejenom kamerou a ultrazvukovými čidly, ale také funkcí na vyhledávání parkovacího místa, která je pro funkci autonomního parkování nápomocná. Ultrazvukové čidla umístěné na bocích vozidla mapují při projíždění ulicí nebo parkovištěm prostor na stranách vozidla a rozpoznávají mezery mezi vozidly. Jestliže systém vyhodnotí velikost mezery dostatečně velkou pro zaparkování vozidla upozorní řidiče, aby provedl parkovací úkon. Řidič jednoduše stiskne tlačítko pro zaparkování a systém převezme ovládání vozu a

zaparkuje. Ještě do roku 2019 musel při autonomním parkováním řidič sedět ve vozidle. A to z důvodu bezpečnosti, aby mohl případně zabránit kolizi při selhání systému. [31] [34]

Německý výrobce prémiových automobilů Mercedes-Benz společně s firmou Bosh představili autonomního parkovacího asistenta na úrovni 4. Tento pokročilý systém umožní řidiči na speciálních parkovacích místech vozidlo opustit a pomocí aplikace v mobilním telefonu (viz obr 3.22) nechat vozidlo samo zaparkovat. Stejný postup funguje i opačně. Tento způsob parkování by měl ušetřit až 20 % parkovacích kapacit. [31] [34]

Obrázek 3.22 Ovladání telefonem



Zdroj:https://www.auto.cz/galerie/technika/76692/mercedes-benz-spousti-prvni-plne-autonomni-parkovaci-system?foto=3

3.9.4 Asistent pro couvání s přívěsem

Asistent pro couvání s přívěsem je speciální druh parkovacího asistenta, který slouží pro parkování vozidel s přívěsem (viz obr 3.23) Tento systém je znám, také pod názvem Trailer Assist. Parkování s přívěsem není pro řidiče lehký úkol. Jedná se obzvlášť o manévry při

Obrázek 3.23 Parkování s přívěsem

Zdroj:https://www.garaz.cz/clanek/parkovani-s-privesem-neni-zadnym-problem-aspon-pro-vw-ne-652

couvání. Asistent najde uplatnění hlavně pro majitele přívěsů. Mezi přívěsy se řadí přívěsný vozík, obytný přívěs nebo přívěs na koně. [36] [37]

Pro uvedení asistenta do činnosti je zapotřebí pouze zařadit zpátečku a stisknout tlačítko parkovacího asistenta. Ovládání směru při couvání je možno nastavovat tlačítkem pro polohu zpětných zrcátek (viz obr 3.24). Na přístrojovém panelu je zobrazován aktuální stav směru jízdy a zalomení soupravy. Volant je ovládán posilovačem, zatímco řidič ovládá pouze plyn a brzdu.

Obrázek 3.24 Ovládání parkovacího asistenta

Zdroj:https://www.garaz.cz/clanek/parkovani-s-privesem-neni-zadnym-problem-aspon-pro-vw-ne-652

Když je směr couvání přívěsu nastaven správně, řidič stiskne tlačítko ovládání zrcátek dozadu. Vozidlo je pak taženo s přívěsem v jedné linii. [36] [37]

Základním prvkem fungovaní celého systému je pokročilý systém kamer. Obraz z kamer je zpracováván speciálními algoritmy v řídící jednotce. Ty analyzují a vyhodnocují úhel natočení celého přívěsu. Z úhlu natočení přívěsu se vypočte úhel natočení volantu. Tento systém ocení především řidič, kteří nemají praxi s couváním a parkováním s přívěsy. Výhodou systému je především jednoduchá ovladatelnost a vysoká přesnost. [36] [37]

3.10 Adaptivní světlomety

Jedná se o vyspělý asistenční systém ovládající světlomety. Tento asistenční systém je dostupný ve vozidlech v různých modifikacích. Avšak hlavním účelem všech těchto asistentů je zlepšení viditelnosti při jízdě, a to jak v noc, tak i za podmínek snížené viditelnosti způsobené špatným počasím. [41]

Při špatném osvětlení se snižuje vizuální vnímavost až na pouhá 4 %, avšak informace potřebné pro řízení vozidla získané zrakem přitom dosahují hranice 90 %. Z tohoto důvodu jsou při jízdě v noci nebo za šera osvětlovací systémy nepochybně jedním z vůbec nejdůležitějších prvků zvyšujících bezpečnost automobilového provozu na silnicích. Světlomety a osvětlovací systémy jsou využívány i pro svícení ve dne, ale jejich uplatnění je především v noci nebo při jinak snížené viditelnosti. [41]

3.10.1 AFL (Adaptive Forward Lightning)

Zkratka vychází z anglického názvu Adaptive Forward Lightning, tedy přizpůsobivé přední světlomety. Použití tohoto systému v sériové se datuje od roku 2003. Přizpůsobivé světlomety mohou měnit svoje natočení v horizontální poloze oproti klasickým světlometům. Úhel natočení adaptivních světlometu se mění podle aktuálního natočení volantu a rychlosti vozidla. Výška a šířka paprsku se tak dokáže přizpůsobit tvaru vozovky na které se vozidlo nachází. [41]

Funkce systému se nejlépe projeví v zatáčkách, kde dokáže zvýšit osvětlení zatáčky až o 90 %. Adaptivní světlomety jsou dostupné jak pro denní svícení, tak i pro dálková světla.

Celý systém má za účel zlepšit a zjednodušit řízení v noci nebo za špatných světelných podmínek. A předejít nehodám vzniklým přehlednutím chodců a zvířat na stranách vozovky, která byla špatně osvětlena. [41]

3.10.2 Dynamic Light Assist

Jedná se o další asistenční systém z balíčků asistenčních systémů ovládajících svícení vozidla. Dynamic Light Assist je systémem značky Volkswagen a řeší problematiku dálkových světel, a to konkrétně jejich clonění. Jízda v noci je pro řidiče a jeho schopnosti velice náročná a neustále vypínání a zapínání dálkových světel, kvůli proti jedoucím vozidlům nebo chodcům řidiče unavuje. Díky systému může řidič nerušeně jet v noci se zapnutými dálkovými světly a věnovat se plně ovládání vozidla. [42]

K aktivace funkce asistenčního systému dochází je-li rychlost vozidla větší než 60 km/h a při úplné tmě. Prostřednictvím kamery umístěné na přední části vozidla jsou rozpoznávána světla protijedoucích vozidel a vpředu jedoucích nebo stojících vozidel a dálková světla jsou

za pomoci maskovací funkce cloněna. Při regulaci dálkových světel je zohledňován vliv intenzity pouličního osvětlení. Díky funkci asistenta Dynamic Light Assist je tak vozovka pro řidiče velmi dobře osvětlena a zároveň neoslňuje řidiče jedoucí předním nebo v protisměru. [43]

3.10.3 Systém Corner Light

Systém Corner je dalším asistenčním systémem pro zlepšení viditelnosti na silnicích. Tento systém je výrobci automobilů implementován jako samostatný asistenční systém nebo jako součást balíčku adaptivních světlometů AFL (Adaptive Forward Lightning). [44]

Systém Corner sleduje stejně jako AFL aktuální úhel natočení volantu a rychlost vozidla. A závislosti na směru a úhlu natočení volantu asistenční systém aktivuje pravý nebo levý mlhový světlomet vozidla. Mlhový světlomet dokáže osvítit prostor vedle vozidla až o úhel 60 stupňů. Fungovaní systému Corner Light je zapínáno až do rychlostí dosahujících 40 km/h. Při větších rychlostech dochází k deaktivaci. Funkce Corner Light přispívá k lepšímu osvícení bočních stran vozidla a tím zlepšuje přehled řidiče. Což zvyšuje aktivní bezpečnost vozidla, jelikož řidič vozidla dokáže dříve zaregistrovat na překážky a také na chodce a cyklisty. [44]

3.11 Post-crash Support Systems

Je skupinou asistenčních systémů nápomocných po dopravní nehodě. V Evropě je známý pod názvem E-call, tedy nouzové volání. Ve světe je tento asistenční systém znán jako ACN (Automatic Crash Notification). Po nehodové asistenční systémy využívají pokročilé senzory umístěné na vozidlech a komunikační technologie umístěné uvnitř vozidla. K zvýšení efektivnosti podpory řidiče a pasažérů po dopravních nehodách. Systémy po nehodě ihned zavolají tísňovou linku a zašlou záchranářům údaje o poloze vozidla a závažnosti nehody. To pozitivně přispívá k efektivnosti práce záchranářů. První a nejdůležitější vlastností tohoto systému je rychlost upozornění záchranných sborů, které ze systému jsou schopni zjistit i jak o závažnou nehodu se jedná a podle toho jsou schopni se na danou situaci připravit. Systém má tak schopnost zachraňovat lidské životy nebo minimalizovat následky nehod. Další důležitou vlastnosti je informování správců

dopravních komunikacích, kteří mohou vozovku včas zavřít nebo omezit provoz pro bezpečnější práci záchranářů a ostatních účastníků provozu. [47]

Prvně se začaly tyto systémy objevovat v roce 1995 v tu dobu je první výrobci automobilů instalovali do svých vozidel. Jednalo se o úplně základní verzi, jež byla schopna pouze vysílat nouzový signál o středně závažných až závažných nehodách. Systém rozpoznal nehodu pouze tím, jestli došlo k vystřelením airbagů. Signál, který vozidlo vysílalo o nehodě obsahoval data o identifikaci vozidla, GPS souřadnice a údaje o airbagu. Postupně se systémy začali zdokonalovat a přidala se hlasová linka mezi vozidlem a operátorem. Což přispělo ještě k většímu počtu informací o nehodě a lepší informovanosti záchranářů. [47]

V posledních letech vylepšené systémy jako ACN nebo E-call, začaly zasílat informace nejen o poloze vozidla a jeho identifikaci. Přidali k zaslaným datům ještě data z mnoha senzorů umístěných na dnešních vozidlech. Data z těchto senzorů jsou potřebná k zjištění k závažnosti dopravní nehody. Faktory, které určují závažnost dopravních nehod se měří podle delta -v. Mezi tyto faktory patří místo a směr na vozidle, kde došlo k nárazu dále rozmístění pasažérů ve vozidle a mnoho dalších dat získaných ze senzorů ve vozidle. [47]

Jakmile dojde dopravní nehodě, která je dost závažná na to, aby došlo k vystřelení airbagů nebo spuštění jednoho ze snímačů na vozidle. Vozidlo automaticky vyšle nouzový signál k operátorovi. Tento signál obsahuje, již všechny zmíněné atributy. Dojde také ke spuštění hlasové linky a propojení vozidla s tísňovou linkou. Operátoři na tísňové lince pak provedou potřebné kroky pro záchranu a pomoc obětem dopravní nehody. [47]

Ačkoliv se technologické řešení nouzových asistenčních systémů liší, většina systémů využívá pro spojení s operátory na tísňových linkách integrovanou GSM technologii. Tato technologie nepotřebuje řidičův telefon ke navázání spojení. I když je například GPS dočasně nedostupný například v tunelech nebo v horách a v jiných podmínkách způsobujících ztrátu GPS signálu. Systém dokáže vypočítat polohu vozidla z předchozích dat získaných z GPS. K tomu slouží systému datové pakety, které uchovávají informace o tom, kde se vozidlo nacházelo. Jedná se určité záchytné body jako jsou křižovatky, mosty, dálnice a silnice. Proto i když dojde k poškození GPS antén vozidla při nehodě, tak výše uvedené funkce systému jsou schopné velmi přesně zaměřit, kde k nehodě vozidla došlo. [47]

3.12 Systémy aktivní ochrany chodců

Dopravní nehody spojené s chodci hrají velkou roli v automobilové bezpečnosti. Ochrana chodců je důležitou součástí při výrobě vozidel. Pro příklad v Evropě je odhadem 19 % dopravních nehod spojeno s účastí chodců. To zapříčinilo, že v mnoha státech došlo k nařízením za účelem zvýšení ochrany chodců. [47]

Při vytváření těchto aktivních asistenčních systémů vycházeli z dat a analýz. Především proč k těmto nehodám dochází a jak jim efektivně předejít. Aktivní asistenční systémy na ochranu chodců se liší před pasivními, tím že dochází k jejich spuštění a účinkům již před kolizí vozidla s chodcem. Typickou pasivní ochranou na vozidlech jsou deformační zóny, mající za úkol zmírnění velikosti kinetické energie při srážce. Aktivní systémy jsou schopny se srážce úplně vyhnout nebo aspoň zmírnit závažnost celého střetu vozidla s chodcem. [47]

Aktivní asistenti na ochranu chodců využívají systémy senzorů a algoritmů. Hlavní strategií všech aktivních komponent je předejít rizikové situaci. K rozhodnutí spuštění aktivních prvků bezpečnosti je podmíněno algoritmy, které zpracovávají data od senzorů. Senzory se liší podle typu použitého systémů. Jedním z používaných senzorů je mono-kamera. Dále se jedná o stereo kameru, infrakameru, radarový senzor, laserový snímač. [47]

3.12.1 BAS (Brake assist system)

Prvním ze skupiny aktivních asistenčních systémů ochraňující chodce je systém BAS. Podporuje řidiče při nouzovém brždění. Systém rozpozná, že se řidič snaží nouzově zabrzdit a automaticky zvýší deceleraci vozidla na nejvyšší možný stupeň. Někteří řidiči obzvláště nezkušení nejsou schopni v krizových situacích plně sešlápnout brzdový pedál, oproti zkušeným řidičům. Systém se tedy od jiných nespouští automaticky, ale pouze při zásahu řidiče. Aktivace systému ovlivní pozitivně brzdnou dráhu. Systém brždění lze realizovat mechanicky, elektronicky nebo hydraulicky. [47]

3.12.2 Autonomous braking system

Je dalším z asistentů aktivní ochrany chodců. Oproti Brake assist je spouštěn automaticky, dochází k jeho aktivaci nezávisle na chování řidiče. Systém ovládá tlak v brzdách pomocí hydraulické jednotky. Ta přijímá signály od řídící jednotky. Řídicí

jednotka přijímá data se senzorů muže se jednat o kamery, lasery nebo radary. Pokud dojde k vyhodnocení, že se před autem nachází překážka (chodec), s kterou hrozí srážka, řídící jednotka pošle signál do hydraulické jednotky. Hydraulická jednotka ovládá elektromagnetické ventily pomocí, kterých je zvýšen tlak v brzdách. Všechno probíhá automaticky bez zásahu řidiče. Systém pouze upozorní řidiče akustickým signálem a vizuálním signálem na palubním počítači. Systém je spouštěn pouze v situacích, kdy je srážka s chodcem podle údajů zjištěných ze senzorů nevyhnutelná. [47]

4 Závěr

Tato práce měla za cíl popsat asistenční systémy využívané ve vozidlech. V práci byl popsán výčet těch nejdůležitějších a nejpoužívanějších asistenčních systémů vozidel. Práce popisuje úskalí jednotlivých asistenčních systému, jejich použití, výhody a nevýhody. Dále popisuje, jak systémy fungují po technologické stránce. Vysvětleny jsou v práci i pojmy úzce související s asistenčními systémy a automobilovou problematikou obecně.

Asistenční systémy se dnes již staly součástí všech vozidel. Postupem času se tyto systémy začaly velice zdokonalovat. Je zde několik důvodů, proč došlo a dochází k rozvíjení těchto systémů. Prvním důvodem je narůstající provoz na silnicích a tím i zvyšování počtu dopravních nehod, tomu se snaží asistenční systémy zabránit. Druhým důvodem je rozvoj výpočetní techniky, která umožnila vznik těmto systémům. Jedním z dalších důvodů jsou opatření a nařízení institucí, dohlížejících nad vozidly. Ty se snaží zajistit, co největší bezpečnost účastníků silničního provozu a jedním z účinných nástrojů je právě povinná implementace určitých asistenčních systému do vozidel.

Rozvoj asistenčních systémů trvá nadále, sofistikovanost a pokročilost systémů roste každým rokem. Výrobci vozidel investují do vývoje nemalé peněžní prostředky ve snaze vytvořit ještě lepší nebo úplně nový druh asistenčního systému a tím ulehčit práci řidiče a automatizovat úkony při ovládání vozidla. Mezi výrobci panuje velká rivalita a snaží se předhonit ve vývoji. A tím zaujmout potenciálního zákazníka.

Do budoucna je tendence výrobců asistenčních systémů vytvořit asistenční systémy umožňující autonomní řízení vozidel. Tedy systémy, které budou ovládat vozidla úplně a řidič bude pouze nastavovat cílovou destinaci jízdy. Dnešní asistenční systémy mají k tomuto pokroku velice blízko. Avšak řidič zatím zůstává nejdůležitějším prvkem při řízení vozidla. Všechny asistenční systémy jsou řidiči velice nápomocné, ale nemůže se na jejich práci plně spoléhat.

5 Seznam použitých zdrojů

[1] Pravěk asistenčních systémů: radar hlídá odstup, ALI naviguje. Https://www.idnes.cz [online]. Praha: MAFRA, 2016 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/historie/pravek-asistencnich-systemu-radar-hlida-odstup-ali-naviguje.A161125_113908_auto_ojetiny_fdv

[2] Bezpečnost silničního provozu. Wikipedia [online]. 2019 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bezpečnost_silničn%C3%ADho_provozu

[3] Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti motorových vozidel. Https://www.czrso.cz [online]. 2015 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.czrso.cz/clanek/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/?id=1611

[4] SAJDL, Jan. Pasivní bezpečnost. *Https://www.autolexicon.net* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.autolexicon.net/cs/articles/pasivni-bezpecnost/

[5] Karoserie. *Https://www.bezpecnecesty.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie

[6] Bezpečnostní pásy. *Https://www.bezpecnecesty.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/bezpecnostni-pasy

[7] Airbagy. *Https://www.bezpecnecesty.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/airbagy

[8] Aktivní bezpečnost. Https://www.ibesip.cz [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.ibesip.cz/tematicke-stranky/cestujeme-autem/asistencni-systemy-v-autech/aktivni-bezpecnost

[9] Bezpečnost vozidel - první díl. *Https://www.auto.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.auto.cz/bezpecnost-vozidel-prvni-dil-703

[10] Asistenční systémy. *Http://www.automobilove-systemy.wz.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: http://www.automobilove-systemy.wz.cz/asistence.html

[11] Adaptivní tempomat: Jak funguje? A jaké známe druhy? *Https://www.auto.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.auto.cz/adaptivni-tempomat-jak-funguje-a-jake-zname-druhy-104364

[12] Jak funguje adaptivní tempomat a jaké jsou jeho druhy? Vysvětlíme. *Https://www.autohled.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.autohled.cz/magazin/jak-funguje-adaptivni-tempomat-a-jake-jsou-jeho-druhy-vysvetlime/381

[13] Nesmysl, nebo pomocník: Jak funguje hlídání mrtvého úhlu? *Https://www.garaz.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.garaz.cz/clanek/blbost-nebo-pomocnik-hlidani-mrtveho-uhlu-muze-davat-smysl-21001071

[14] How does lane departure warning work? *Https://www.extremetech.com* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.extremetech.com/extreme/165320-what-is-lane-departure-warning-and-how-does-it-work

[15] Doplňková výbava. *Https://cc.skoda-auto.com* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z:https://cc.skoda-auto.com/cze/cs-CZ/extras-scenic?activePage=extraequipments&color=8T8T&configurationId=&extraEquipments=&id=CZE%3Bskoda%3B2020%3B5E5454%3B1%3B%3Bmda20200207103319%3Bcs-

[16] Doplňková výbava. *Https://www.bmw.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.bmw.cz/cs/ssl/configurator.html#/5F31/FEHAT,P0300,S01CB,S01DE,S01SX,S0205,S0230,S0255,S02PA,S02VB,S02VC,S0302,S0428,S0465,S04GN,S04NE,S0544,S0548,S05AQ,S05DA,S05DC,S06AE,S06AF,S06AK,S06C1,S0851,S0879,S08KA,S08R9,S08TF/config/OPTIONS/

[17] ABS (Anti-lock Braking System). *Https://www.autolexicon.net* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/

[18] ABS – Protiblokovací brzdový systém. *Https://www.smucler.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.smucler.cz/blog/abs-protiblokovaci-system-kol/

[19] ABS. *Https://cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/ABS

[20] Systém regulace prokluzu kol. *Https://cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Systém_regulace_prokluzu_kol

[21] ASR (Antriebsschlupfregelung). *Https://cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/

[22] EDS – Elektronicky řízený diferenciál. *Https://www.smucler.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.smucler.cz/blog/eds-elektronicky-rizeny-diferencial/

[23] Stabilizační systém je nyní povinný v EU. Https://www.autorevue.cz [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/stabilizacni-system-esp-je-nyni-povinny-v-eu-ve-vsech-autech-do-35-t

[24] EDS – Elektronicky řízený diferenciál. *Https://fdrive.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://fdrive.cz/clanky/technologie-v-autech-esp-650

[25] Electronic Stability control. *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_stability_control

[26] Asistent rozjezdu do kopce. *Https://www.smucler.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.smucler.cz/blog/asistent-rozjezdu-do-kopce/

[27] Asistent rozjezdu do kopce. *Https://www.aaaauto.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.aaaauto.cz/slovnik/39719/asistent-rozjezdu-do-kopce.html

[28] DAC - Systém sledování únavy řidiče. *Https://www.smucler.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.smucler.cz/blog/system-sledovani-unavy-ridice/

[29] Car configurator. Https://cc.skoda-auto.com/ [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://cc.skoda-auto.com/

[30] Driver Monitoring System. Https://en.wikipedia.org [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Driver_Monitoring_System

[31] Parkovací systémy: Nejen pro nešiky. *Http://www.e-flotila.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: http://www.e-flotila.cz/magazin/sprava-flotily/40-parkovaci-systemy-nejen-pro-nesiky

[32] Collision avoidance system. *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Collision_avoidance_system

[33] AEB Interurban. *Https://www.euroncap.com* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/safety-assist/aeb-interurban/

[34] Mercedes-Benz spouští první plně autonomní parkovací systém. *Https://www.auto.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.auto.cz/mercedes-benz-spousti-prvni-plne-autonomni-parkovaci-system-130271

[35] Povinná kontrola tlaku v pneumatikách - TPMS. *Https://www.pneumatiky.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.pneumatiky.cz/povinna-kontrola-tlaku-v-pneumatikach-tpms-t4

[36] Parkování s přívěsem není žádným problém. Aspoň pro VW ne. *Https://www.garaz.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.garaz.cz/clanek/parkovani-s-privesem-neni-zadnym-problem-aspon-pro-vw-ne-652

[37] Trailer Assist. *Https://www.smucler.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.smucler.cz/blog/trailer-assist/

[38] Asistent rozpoznávání dopravních značek poskytuje aktuální informace v reálném čase. *Https://auto-mania.cz*[online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://auto-mania.cz/asistent-rozpoznavani-dopravnich-znacek-poskytuje-aktualni-informace-v-realnem-case/

[39] Traffic-sign recognition. *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic-sign_recognition

[40] Active safety. *Https://en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Active_safety

[41] Osvětlovací systémy. *Http://www.automobilove-systemy.wz.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: http://www.automobilove-systemy.wz.cz/osvetleni.html

[42] Dálková světla, která neoslňují Dynamic Light Assist. *Https://www.volkswagen.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.volkswagen.cz/modely/tiguan/dynamic-light-assist

[43] Dynamic Light Assist. *Https://www.smucler.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.smucler.cz/blog/dynamic-light-assist/

[44] Funkce Corner. *Https://www.autolexicon.net* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.autolexicon.net/cs/articles/svetlomety-s-funkci-corner/

[45] Diferenciál (mechanika). *Https://cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Diferenciál_(mechanika)

[46] Diferenciál, jak vlastně funguje? *Https://www.autorevue.cz* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://www.autorevue.cz/diferencial-jak-vlastne-funguje_4

[47] ESKANDARIAN, Azim. Handbook of Intelligent Vehicles. London: © Springer-Verlag London Ltd. 2012, 2012. ISBN 978-0-85729-084-7.

[48] Asistenční systémy v automobilech. *Https://automa.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://automa.cz/cz/casopis-clanky/asistencni-systemy-v-automobilech-2005_12_30855_3268/

[49] Electronic Control Unit. *Https://cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Electronic_Control_Unit

6 Seznam obrázků

Obrázek 3.1 Karoserie 5
Obrázek 3.2 Airbagy 6
Obrázek 3.3 Systém ACC 9
Obrázek 3.4 Ovládání Adaptivního tempomatu 10
Obrázek 3.5 Radar 10
Obrázek 3.6 Stereo kamery 11
Obrázek 3.7 Detekce mrtvého úhlu 12
Obrázek 3.8 Asistent jízdních pruhů 13
Obrázek 3.9 Snímač jízdních pruhů 14
Obrázek 3.10 Palubní počítač 16
Obrázek 3.11 ABS rozdíl s a bez 17
Obrázek 3.12 Systém fungování ABS 18
Obrázek 3.13 Kontrolka 19
Obrázek 3.14 Fungování ESP 20
Obrázek 3.15 Rozmístění komponent 21
Obrázek 3.16 Průběh funkce asistenta 22
Obrázek 3.17 Palubní počítač 23
Obrázek 3.18 Varovný signál 24
Obrázek 3.19 Detekce obličeje 25
Obrázek 3.20 Parkovací asistent 27
Obrázek 3.21 Parkovací asistent s kamerou 28
Obrázek 3.22 Ovladání telefonem 29
Obrázek 3.23 Parkování s přívěsem 30
Obrázek 3.24 Ovládání parkovacího asistenta 30