

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra vozidel a pozemní dopravy**



**Bakalářská práce**

**Prvky aktivní bezpečnosti vozidel hlídající polohu  
a pohyb vozidel na vozovce**

**Tomáš Pastucha**

© 2020 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Pastucha

Zemědělská specializace  
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Prvky aktivní bezpečnosti vozidel hlídající polohu a pohyb vozidel na vozovce**

Název anglicky

**Active safety features of vehicles patrolling the location and movement of vehicles on the road**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem je provést rozbor vybraných systémů aktivní bezpečnosti. Mezi vybrané prvky patří například:

- hlídání mrtvého úhlu
- asistent nouzového brzdění
- adaptivní tempomat
- asistent hlídání jízdy v pruzích
- rozpoznávání dopravních značek
- noční vidění

### Metodika

Bakalářská práce je tématicky zaměřena na prvky aktivní bezpečnosti vozidel hlídající polohu a pohyb vozidel na vozovce.

Metodika řešení problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Úkolem je provést rozbor vybraných systémů aktivních prvků bezpečnosti a určit jejich finanční náročnost v provozu. Na základě rozboru teoretických poznatků budou formulovány závěry bakalářské práce.

Práce bude zpracována dle osnovy:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Přehled řešené problematiky
- 5 Závěr
- 6 Seznam použitých zdrojů
- 7 Přílohy

## Doporučený rozsah práce

30 – 50 str. včetně obrázků, tabulek a grafů

## Klíčová slova

adaptivní tempomat, rozpoznání dopravních značek, vozidlo, noční vidění

---

## Doporučené zdroje informací

JURGEN, Ronald K. Adaptive cruise control. Warrendale, PA: SAE International, c2006. PT (Series) (Warrendale, Pa.), 132. ISBN 978-0768017922.

ŠTĚRBA, Pavel a Jiří ČUPERA. Autoelektronika: elektronické systémy ve vozidlech, jejich propojení, diagnostika, základní nastavení, seřízení a ovlivnění jejich funkce. Brno: Computer Press, 2010. Rady a tipy pro řidiče (Computer Press). ISBN 978-80-251-2414-7.

VLK, F. *Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy : [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.

VLK, F. *Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy : [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

VLK, F. *Elektronické systémy motorových vozidel. Díl 1*. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6.

---

## Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

## Vedoucí práce

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 31. 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 02. 04. 2020

## **Čestné prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Prvky aktivní bezpečnosti vozidel hlídající polohu a pohyb vozidel na vozovce 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 31.3.2020

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval své vedoucí práce Ing. Veronice Hartové, Ph.D. za pomoc, odborné vedení a trpělivost. Dále také své rodině za podporu.

# **Prvky aktivní bezpečnosti vozidel hlídající polohu a pohyb vozidel na vozovce**

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá dnešním stavem technologií aktivní bezpečnosti v moderních vozidlech automobilové dopravy.

Jedná se o nejpoužívanější prvky aktivní bezpečnosti, které zachraňují lidské životy, ale také například pomáhají snadnější ovladatelnosti vozu. Patří mezi ně adaptivní tempomat, rozpoznávání dopravních značek, hlídání mrtvého úhlu, ale také systémy, kterými jsou ESP, ABS a ASR.

V této bakalářské práci jsou provedeny také testy adaptivního tempomatu, jimiž jsou chybovost adaptivního tempomatu a zpomalení z určitých rychlostí na předem stanovené rychlosti, v závislosti na počasí. Testy probíhaly jak na rychlostních komunikacích, tak v městském provozu. Výsledkem těchto testů bylo zjistit, zdali počasí v některých situacích hraje roli na funkčnost adaptivního tempomatu, a jestli dělá adaptivní tempomat více chyb ve městě nebo na dálnici. Z měření byly stanoveny závěry, zda je adaptivní tempomat spolehlivým prvkem aktivní bezpečnosti vozidel či nikoliv.

**Klíčová slova:** adaptivní tempomat, rozpoznání dopravních značek, vozidlo, noční vidění

# **Active safety features of vehicles patrolling the location and movement of vehicles on the road**

## **Abstract**

This bachelor thesis elaborates today's state of active safety technologies in modern vehicles of automotive transportation.

It mainly contains and describes the most used elements of active safety that helps to save human lives, which are adaptive cruise control, traffic sign recognition systems, active blind spot assist, but also systems such as ESP, ABS and ASR.

In this thesis there are made several measurements of adaptive cruise control such as its error rate and the ability to slow down from certain speeds to a previously set speed depending on the weather. The test took place on both motorways and in city traffic. The goal of these test was to find out if the weather in certain situations affects the adaptive cruise control functionality and whether adaptive cruise control makes more mistakes in the city or on the highway. The result determined whether the adaptive cruise control is a reliable active safety feature.

**Keywords:** adaptive cruise control, traffic sign recognition, vehicle, night vision

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Přehled řešené problematiky.....</b>	<b>3</b>
3.1	Asistenční systémy vozidel .....	3
3.1.1	Prvky bezpečnosti .....	3
3.1.2	Druhy systémů.....	4
3.1.3	ESP.....	4
3.1.4	ABS .....	5
3.1.5	Adaptivní tempomat.....	6
3.1.6	Hlídaní mrtvého úhlu .....	7
3.1.7	Asistent hlídání jízdy v pružích.....	9
3.1.8	Asistent nouzového brzdění .....	11
3.1.9	Systém automatického nouzového brzdění .....	12
3.1.10	Rozpoznávání dopravních značek.....	13
3.1.11	Noční vidění .....	14
3.1.12	Head-Up Display.....	16
3.1.13	Adaptivní světlomety .....	16
3.1.14	Automatické svícení.....	18
3.1.15	Pohon všech kol .....	18
3.2	Praktická část práce .....	20
3.2.1	Adaptivní tempomat Škoda.....	20
3.2.2	Testování zpomalení o rychlost 10 km/h na dálnici.....	21
3.2.3	Testování vzdáleností .....	23
3.2.4	Testování v kolonách .....	25
<b>4</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>28</b>



# 1 Úvod

Bezpečnostní prvky ochrany jsou v dnešní době téměř ve všech nově vyrobených automobilech, ať už se jedná o asistenty, které hlídají okolí kolem vozidla nebo pouze dávají řidiči signály o maximální povolené rychlosti v obci. Některé systémy jsou známy již řadu let, jiné se zase postupně objevují, ale jedno mají společné, a to je to, že se postupně zdokonalují a usnadňují řidičům každodenní život a v první řadě chrání zdraví osob. Technologie jdou neustále dopředu a to, co bylo před několika lety nepředstavitelné, či pouze v myšlenkách, tak se stalo skutečností a v dnešní době lze například na dálnici zapnout adaptivní tempomat, nastavit jeho rychlost, kterou má udržovat spolu se vzdáleností a v klidu cestovat. Všechny tyto systémy fungují na základě různých senzorů, radarů, lidarů, ale také za pomoci kamerových systémů a elektromagnetického vlnění.

V této práci budou detailně popsány všechny nejdůležitější prvky aktivní bezpečnosti v automobilech, jakožto systémy zlepšující ovladatelnost vozidla, kterými jsou například systémy ESP a ABS, dále prvky aktivní bezpečnosti, jakým je funkce hlídání mrtvého úhlu, ale také pohon všech, který je doplňkem těchto systémů, i když se mezi ně neřadí, ale lze říci, že v určitých situacích může zachránit lidské životy. Prvky aktivní bezpečnosti vozidel budou popisovány na základě analýzy odborných literárních zdrojů, kde jsou důkladně vysvětleny.

V praktické části budou testovány funkce adaptivního tempomatu, kterými jsou vzdálenost a s ní spojené chybovosti a zpomalení na určité rychlosti, které probíhá na základě jízdy vozidla jedoucího před vozidlem testovaným. Měření bude probíhat za ideálního počasí a za nepříznivého počasí s nízkou viditelností. Cílem praktické části je stanovit, jestli právě počasí má vliv na funkci adaptivního tempomatu při zpomalování, a jestli adaptivní tempomat dělá větší chyby v městském provozu nebo na dálnici.

## 2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je provést rozbor vybraných systémů aktivní bezpečnosti. Kvalitně zpracovat přehled řešené problematiky. Otestovat funkčnost adaptivního tempomatu v praxi za různých podmínek a vyhodnotit konečné výsledky těchto testů. Závěr práce bude vypracován podle výsledků testů adaptivního tempomatu. Mezi vybrané systémy aktivní bezpečnosti patří například:

- hlídání mrtvého úhlu
- asistent nouzového brzdění
- adaptivní tempomat
- asistent hlídání jízdy v pruzích
- rozpoznávání dopravních značek
- noční vidění

### **3 Přehled řešené problematiky**

Bezpečnost vozidel je v dnešní době tématem číslo jedna a řeší se napříč všemi automobilkami. Proto je důležité si jednotlivé prvky aktivní bezpečnosti popsat.

#### **3.1 Asistenční systémy vozidel**

Z důvodu bezpečnosti mají vozidla elektronická sledování okolí, ať už pouze upozorňujících, tak také těch, která jsou schopna zasáhnout do řízení. Mohou to být různá čidla, radary a lidary, ale také kamery, které jsou schopné monitorovat prostor kolem vozu. Tyto systémy dokáží reagovat a rozpoznávat různá nebezpečí, a to i ta, která jsou pro řidiče jen informativní, například rychlost v obci a mimo ni, ale také ty mnohem důležitější jako je blížící se srážka s jiným vozidlem, případně chodcem nebo zvěří. Bezpečnost je tudíž jedním z hlavních bodů při výběru vozidla. [16]

##### **3.1.1 Prvky bezpečnosti**

###### **a) Aktivní prvky bezpečnosti**

Aktivními prvky bezpečnosti jsou technická zařízení a vlastnosti vozu, která pomáhají předejít dopravním nehodám. Jedná se o systémy, které upozorňují řidiče na dopravní omezení, například čtení dopravních značek, dále adaptivní tempomat, který hlídá vzdálenost od automobilu jedoucího před ním, ale také systémy udržující stabilitu vozidla (ABS, ESP, ASR). [16]

###### **b) Pasivní prvky bezpečnosti**

Pasivní prvky bezpečnosti působí v okamžiku, kdy dojde k dopravní nehodě. Jsou to deformační zóny automobilu, opěrky hlavy, bezpečnostní pásy, předpínače bezpečnostních pásů, ale také airbagy. [16]

### **3.1.2 Druhy systémů**

#### **a) Systémy podporující vozidlo**

Systémy podporující vozidlo působí přímo na řízení daného vozu a veškeré úkony jsou v roli vozidla, řidič mnohdy ani nepozná, že systém zasáhl. Systémy pracují na pozadí a neustále hlídají dění kolem sebe. Jestliže vozidlo vyhodnotí, že nastane krizová situace, tak kontrolu nad vozidlem přebírají právě tyto pomocníci s tím, že řidič už mnohdy nemůže ničemu zabránit. Příkladem takového systému může být ABS, ESP nebo ASR. [16]

#### **b) Systémy podporující řidiče**

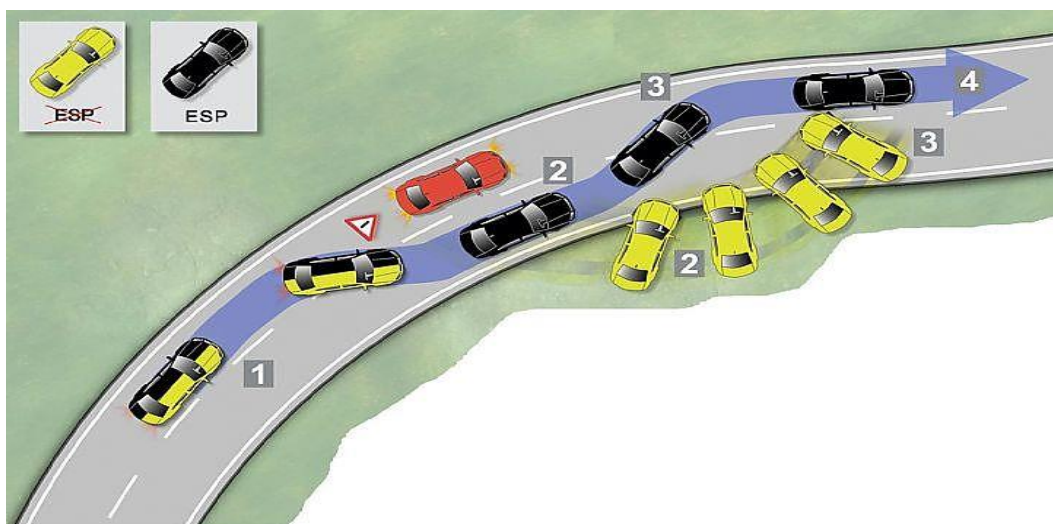
Tyto systémy působí naopak, tudíž nepřímě a jsou pouze varovné. Dávají řidiči možnost učinit lepší rozhodnutí v situacích, při kterých hrozí nebezpečí. Samozřejmě lze tyto pomocníky odpojit a lze bez nich jezdit, může se například jednat o adaptivní tempomat, hlídání mrtvého úhlu nebo třeba noční vidění. [16]

### **3.1.3 ESP**

Jelikož je provoz na silnicích neustále silnější a rychlejší a je v něm řada řidičů, kteří přeceňují své schopnosti, je zde jeden z nejdůležitějších systémů aktivní bezpečnosti ESP neboli elektronický stabilizační systém. Dovoluje ovládat skluz nebo prokluz pneumatik v příčném směru. Pokud je příčný skluz příliš velký, vede ke ztrátě bočního vedení. Tento systém zvyšuje stabilitu v zatáčkách a také je dovoluje projet vyššími rychlostmi, ale umožňuje i snížit smyk při prudkém zrychlení a brzdění tak, jako je vyobrazeno na obrázku číslo 1. V dnešní době už je systém ESP standardem v každém nově vyrobeném a dováženém automobilu v evropské unii. Jeho aktivace proběhne v okamžik, kdy řidič nastartuje motor. V některých vozidlech lze systém ESP omezit, či dokonce vypnout úplně. [8, 16, 17]

System ESP je součástí řídicí jednotky a spolupracuje spolu se systémem ABS a kontrolou trakce. Do řídicí jednotky jsou neustále posílána data z čidel a tím jednotka vyhodnocuje, kdy má sepnout modulátory, které pouští kapalinu k brzdícím. Data jsou použita z čidel příčného zrychlení, rychlosti otáček kol a natočení volantu. Jestliže je mezi některými z těchto parametrů nějaký nesoulad, tak ESP zasáhne a pomocí opačného otáčivého momentu dokáže vozidlo srovnat a předejít k přetáčivému smyku. Pokud nastane krizová situace, tak může dojít také k omezení výkonu motoru, v některých novějších systémech také k natočení volantu do požadovaného směru. [8, 16, 17]

**Obrázek 1** Funkce systému ESP



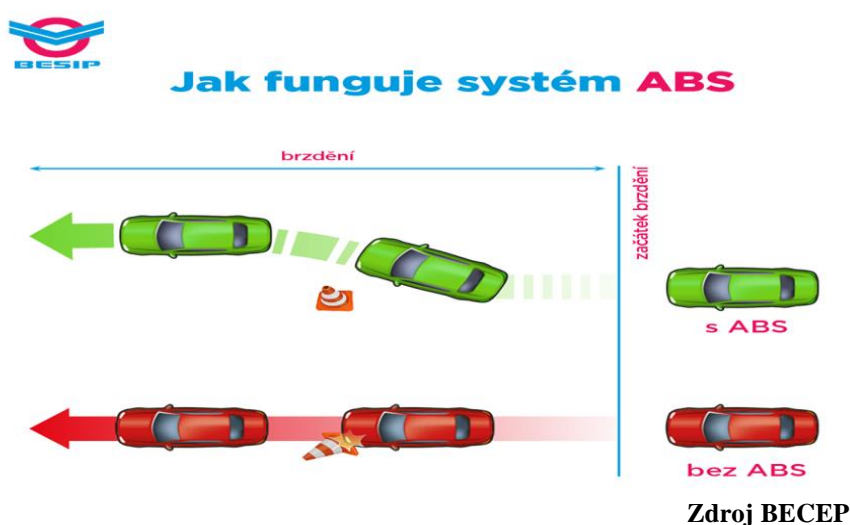
**Zdroj BECEP**

### **3.1.4 ABS**

System ABS neboli protiblokovací systém, zajišťuje poměr brzdných sil na jednotlivá kola a nápravy. Zabraňuje zablokování kol při brzdění a tím zvyšuje ovladatelnost vozidla tak, jak je znázorněno na obrázku číslo 2. Nejlépe je to poznat na mokré a kluzké vozovce, kdy je výrazně zvýšena ovladatelnost automobilu oproti vozidlu, které není vybaveno systémem ABS, jelikož se kola neblokují a nedochází ke ztrátě ovladatelnosti. Například na šterku nebo sněhu se může brzdná dráha zase naopak zvýšit. Pokud hrozí smyk, tak ABS 12 - 16x za sekundu ubere a přidá brzdnu sílu na jednotlivá kola, čímž se zajistí stálé otáčení kol a schopnost automobil řídit. [7, 16, 17]

Na každém kole je snímač, který neustále měří a sleduje otáčky jednotlivých kol. Když řídicí jednotka pozná ze signálů snímačů nebezpečí zablokování, tak aktivuje elektromagnetické ventily daného kola. Každé z předních kol je za pomoci ventilu ovlivňováno a přenáší nezávisle na ostatních kolech největší možný brzdný účinek. Naopak na zadní nápravě si kolo, které má nižší adhezi, určuje společný tlak v brzdách zadní nápravy. [7, 16, 17]

Obrázek 2 Funkce systému ABS



### 3.1.5 Adaptivní tempomat

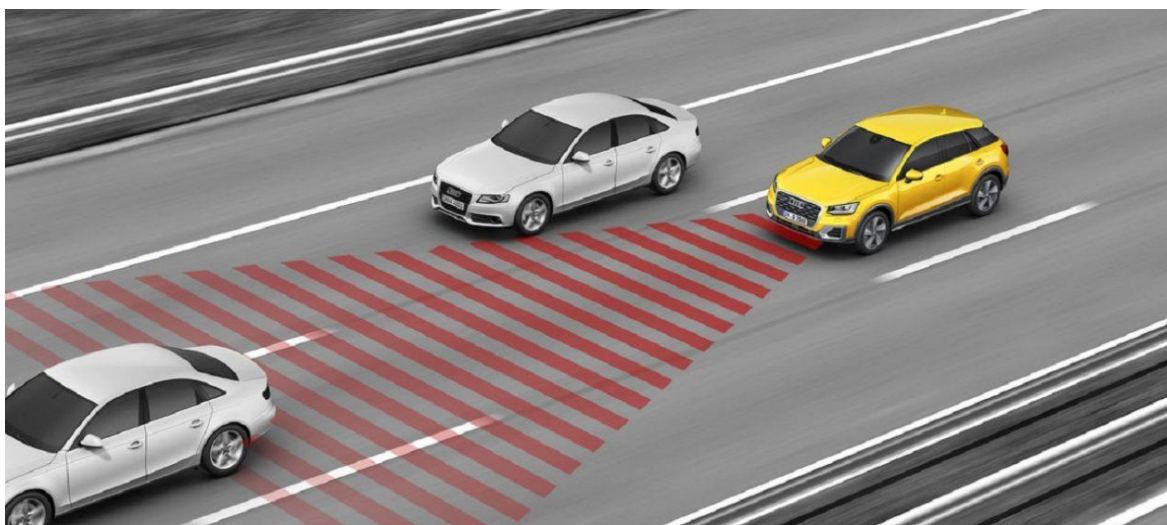
Jeho celosvětová zkratka je ACC (Adaptive Cruise Control) a je to jeden z nejvyužívanějších systémů této doby. Je vylepšenou verzí standardního tempomatu a přidává automatický odstup od vozidla jedoucího před ním, funkce adaptivního tempomatu je znázorněna na obrázku číslo 3. Je také schopný sám zpomalovat, zrychlovat, ale v některých případech také sám zcela zastavit a znovu se rozjet. Není to asistent, který lze mít pouze v luxusních vozidlech, ale v posledních letech už se dostává také do kategorie malé vozy a například ho lze nalézt v příplatkové výbavě Škody Fabia třetí generace. [3, 16]

Systém funguje na základě radaru v přední části vozu, který je nejčastěji umístěn za mřížkou chladiče a je spojen s klasickým tempomatem. Řidič si buď páčkou pod volantem nebo tlačítkem na volantu zvolí požadovanou rychlost a spolu s ní i vzdálenost odstupu od vozidla jedoucího před ním, která má většinou 5 stupňů a liší se použitím ve městě a mimo

město (rychlostní komunikace). Je ale rozdíl, pokud je adaptivní tempomat spárován s manuální nebo automatickou převodovkou. U manuální převodovky má nevýhodu, že není schopen popojíždět v kolonách. Tudíž největší smysl má právě k automatické převodovce, která je s ním už spárovaná a lze ho například používat na popojíždění v dopravních kolonách. Jako další nevýhodu lze považovat to, že pokud je radar například v zimním období znečištěn sněhem, tak přestane fungovat udržování vzdálenosti a ve většině automobilech se přepne na klasický tempomat, který pouze udržuje stanovenou rychlost. [3, 16]

Samotný adaptivní tempomat po většinu času využívá brzdění motorem, ale spolu s adaptivním tempomatem spolupracuje také systém ABS a sdružené systémy ASR a ESP. Dohromady jsou schopny samočinně vytvářet brzdový tlak bez pomoci řidiče a v krajních situacích si vypomáhat při dobrzdování blížící se překážky. [3, 16, 17]

**Obrázek 3 Adaptivní tempomat**



Zdroj Carmudi Insider

### **3.1.6 Hlídaní mrtvého úhlu**

Nejprve je třeba si ujasnit, co to vlastně mrtvý úhel znamená. Je to takový jev, kdy není vidět vozidlo ve vedlejším jízdním pruhu, ani ve vnitřním zpětném zrcátku, ale ani ve vnějším zpětném zrcátku. Proto existuje systém hlídání mrtvého úhlu (Blind Spot Assist), který napomáhá svým rozsvícením ikony, abychom věděli, že okolo nás jede vozidlo. Nejčastěji se ukazatel používá na skle vnějšího zpětného zrcátka, ale dříve, například Volvo a některé

další značky, měly tento systém na A sloupku uvnitř vozidla. Ukazatelem není nic jiného než dioda s piktogramem. [2, 16]

Jsou tři druhy, jak hlídání mrtvého úhlu funguje. Tím nejjednodušším a nejčastěji používaným je senzor umístěný ve vnějším zpětném zrcátku, který vysílá elektromagnetické vlny a na základě nich pozná, že se v mrtvém úhlu nachází vozidlo. Dalším způsobem mohou být kamery umístěné ve vnějších zpětných zrcátkách, které monitorují okolí vozidla. Některé automobilky využívají senzory na stranách zadního nárazníku. Toto řešení je finančně nejlevnější, jelikož senzory zároveň plní funkci parkovacích senzorů. [2, 16]

Tento systém má ještě několik vlastností. Jedna z nich je, že dokáže odhadnout rychlost blížícího se vozidla a tím včas upozornit řidiče, aby nepřejížděl do vedlejšího pruhu. Může také fungovat jako asistent při vyjíždění z kolmého parkovacího stání, kdy se rozsvítí diody v tu chvíli, pokud se ze strany blíží vozidlo. Nakonec má využití také při odbočování na křižovatce, kde hlídá vozidla z vedlejších jízdních pruhů. [2, 16]

V nabídce společnosti Volvo lze nalézt systém hlídání mrtvého úhlu BLIS neboli Blind Spot Information System je systém, který používá například Volvo a jeho fungování závisí na dvou zónách. První je zóna mrtvého úhlu a druhá je zóna pro rychle se přibližující vozidlo. Tento systém reaguje, pokud je vozidlo předjížděno nebo se rychle přibližuje vozidlo, které jede za vozidlem. Jakmile BLIS zjistí, že se něco děje v jedné z těchto zón, tak se rozsvítí kontrolka nepřerušovaným svítem na příslušné straně, odkud vozidlo za ním jede. Jestliže se řidič rozhodne pro změnu jízdního pruhu a aktivuje směrové světlo, tak se kontrolka intenzivně rozbliká a dá tím najevo, že v tento moment není bezpečné předjíždět. Funkce je aktivní, pokud vozidlo jede více, jak 10 km/h, pokud vozidla jedou o více, jak 15 km/h než vozidlo řidiče, tak BLIS nereaguje. Na obrázku číslo 4 lze vidět starší provedení tohoto typu, kdy je kontrolka uvnitř vozidla na krytu u A sloupku, zároveň i kamera, která snímá okolí vozidla. Nová vozidla už používají ukazatel na skle vnějšího zpětného zrcátka. [4, 5]



**Obrázek 4** Systém hlídání mrtvého úhlu BLIS

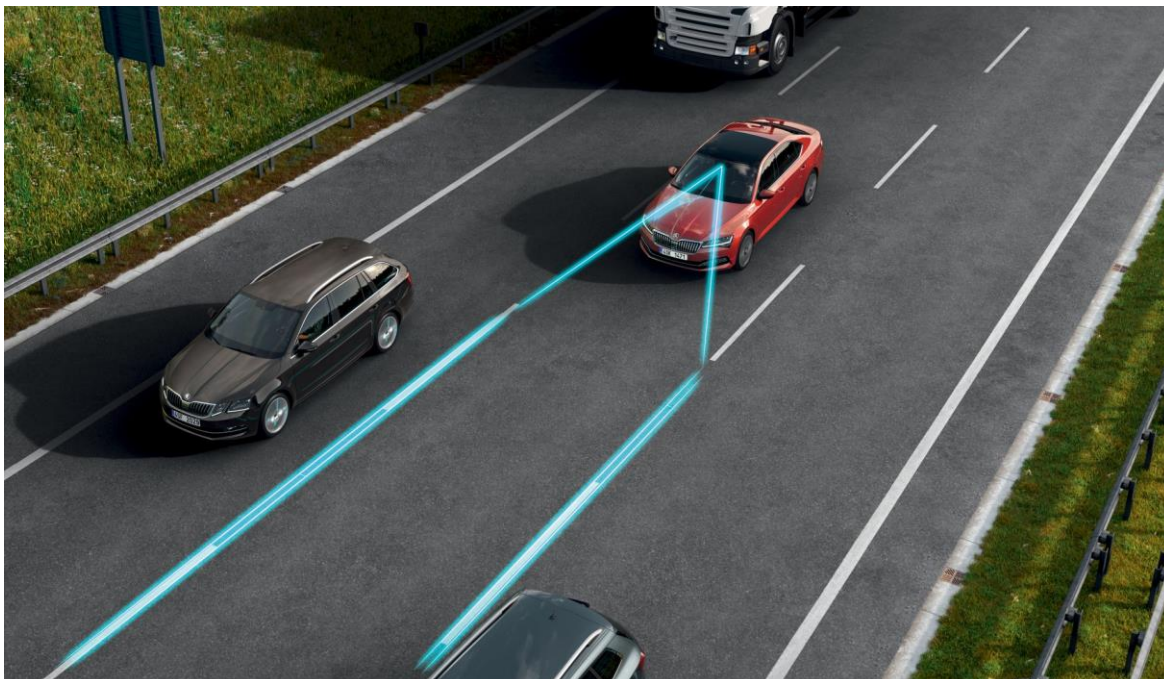


Zdroj Volvo

### **3.1.7 Asistent hlídání jízdy v pruzích**

Tento systém se pomalu stává standardem většiny automobilů už v základní výbavě. Je užitečný převážně na rychlostních komunikacích, kdy řidič může dostat mikro spánek, ale také pokud se řidič dostatečně nevěnuje řízení a tím systém dokáže zabránit nehodě. Používají se různé optické systémy, které jsou schopny podle dělicích čar udržovat vozidlo ve svém pruhu, funkce systému v praxi je znázorněna na obrázku číslo 5. Jestliže řidič ztratí pozornost a kola najedou na hranici jízdního pruhu, asistent vydá varovný signál, například vibracemi do volantu. Existují také asistenty, které dokáží vozidlo vrátit zpět mezi pruhy a tím zamezit přejetí do vedlejší pruhu, děje se tak nejčastěji, když řidič ignoruje varování asistenta a ten následně vyhodnotí, že vozidlo vrátí mezi pruhy sám. Děje se tak pokud řidič nereaguje v řádu sekund. Systém má také i nevýhody a jednou z nejvýznamnějších je vodorovné značení čar okraje vozovky a jízdních pruhů. Některé silnice druhé a třetí třídy, případně nově vyasfaltované úseky silnicí první třídy, které prozatím nemají vodorovné značení, vedou k deaktivaci systému, jelikož asistent jízdy v pruzích snímá, jak okraje vozovky, tak jízdní pruhy. Některé pokročilé systémy jsou už na tuto skutečnost připraveny a dokáží si poradit i bez vodorovného značení tak, že udržují stopu podle vozidla jedoucího před ním. [16]

Obrázek 5 Hlídní jízdy v pruzích Lane assist



Zdroj Škoda

#### a) Asistenční systém udržování jízdního pruhu AFIL

AFIL neboli systém asistence řízení je schopen na dálnicích nebo rychlostních komunikacích udržovat vozidlo v jízdním pruhu. Provádí automatickou kontrolu neúmyslného přejetí do vedlejšího jízdního pruhu při rychlostech nad 80 km/h. Pokud řidič při změně jízdního pruhu použil směrový signál, tak systém nereaguje, v opačném případě začne pomocí infračerveného snímače umístěného za předním nárazníkem vyhodnocovat situaci a na skutečnost řidiče upozorní vibrací na straně sedadla, na které došlo k přejetí dělicí čáry. Tento systém má tu výhodu, že dokáže rozpoznávat značení na vozovce, kterými jsou odbočovací šipky, ale také vzdálenost mezi vozidly. [16]

#### b) Varovný systém při vybočení z jízdního pruhu LGS

Lane Guard System pracuje na základě kamer, které jsou nainstalovány ve voze a stále sledují pozici vozidla, jízdní pruhy a případně i kraje vozovky. Jestliže se řidič dostatečně nevěnuje řízení a vyjíždí z jízdního pruhu, vyše tento systém varovné oznámení vibrací do volantu v čas, kdy se blíží k vyjetí vozidla z pruhu. Systém LGS je také schopen upozornit řidiče, když na vozovce jízdní pruhy chybí úplně, a to signálem na přístrojové desce. Kamera tohoto systému je umístěna za čelní sklem. [16]

### **3.1.8 Asistent nouzového brzdění**

Pokud nastane situace, kdy řidič potřebuje nouzově brzdit, tak to elektronický systém BAS (Brake Asisst System) rozpozná a tím dojde ke zvýšení tlaku potřebného k brzdění. V kritických situacích, do nichž se dostane méně zkušený řidič, nastanou zpravidla 2 situace. Ta první je, že řidič sešlápne brzdový pedál pomalu a velkou silou. V té druhé řidič sešlápne brzdový pedál rychle a malou silou. Naopak zkušený řidič v takovéto situaci pedál sešlápne rychle a intenzivně. Testy ukázaly, že spolu se systémem BAS je brzdná dráha zkrácena až o 20 %. [1, 16, 17]

Typy brzdových asistentů mohou být elektronické, hydraulické nebo mechanické. Co se jejich funkce týče, tak jsou prakticky stejné, rozdíl může být pouze ve snímání veličin potřebných k činnosti těchto systémů. Samotný snímač je uložen přímo za brzdovým pedálem a snímá sílu a rychlost stlačení brzdového pedálu. Signálem pro sepnutí asistenta je mezní hodnota výkonu. Tato mezní hodnota je stanovena provozem vozidla, a tudíž rozpozná například, když řidič pouze popojíždí v koloně a tím pádem nezasáhne. Jakmile se dosáhne mezní hodnoty, tak se systém sepne a urychlí náběh brzd a zkrátí brzdnou reakci. Po dobu šlapání na pedál je systém aktivní a po jeho uvolnění se automaticky vypne. [16, 17]

#### **a) Popis funkce brzdového asistentu**

Funkce systému je dána snímáním odporu potenciometru, který se mění vlivem pohybu brzdového pedálu. Řídící jednotka v systému vyhodnocuje intenzitu a rychlost sešlápnutí brzdového pedálu a na základě předem nadefinovaných údajů dokáže rozeznat, zdali se jedná o nouzové brzdění nebo nikoliv. Jestliže taková chvíle nastane, tak se sepne obvod, který ovládá zavzdušňovací ventil komory posilovače, tímto se vytvoří potřebná síla a dojde k maximálnímu brzdění. V tento okamžik také zasáhne systém ABS, který zabrání zablokování kol. Brzdový asistent lze použít právě u vozidel, které jsou vybaveny systémem ABS. [16, 17]

## **b) Dvoustupňový posilovač brzdného účinku**

Je také známý jako Dual Rate, při mírném brzdění do tlaku 45 barů se tento systém chová jako standardní brzdová soustava a do ničeho nezasahuje. Jakmile se intenzita brzdění zvyšuje nad tuto hodnotu, tlak v brzdové soustavě se zvýší. Pokud dojde k nouzovému brzdění, zajistí asistent dosažení většího brzdného tlaku podstatně dříve. [17]

## **c) Brzdový asistent Nissan**

Je vyvinutý společně s firmou Bosch a řidičům, kteří mohou být více, či méně zkušení, zajistí maximální zpomalení, při čemž je zachována plná ovladatelnost vozidla. Tento asistent snižuje téměř o třetinu sílu potřebnou k aktivaci ABS, pokud dojde k náhlému nouzovému brzdění. Řidič, který nemá moc zkušeností, tak dokáže zastavit, co nejrychleji to vzhledem k daným okolnostem jde. Pokud řidič vyžaduje sportovní jízdu, tak mu asistent dovolí používat i několikrát za sebou prudké brzdění, samozřejmě pokud je vozidlo přepnuto do sportovního režimu. [17]

### **3.1.9 Systém automatického nouzového brzdění**

Tento systém (Front Assist) dokáže za daných okolností sám, bez pomoci řidiče zastavit vozidlo do určité rychlosti, případně vozidlo zpomalit na takovou rychlost, kdy se zmírní náraz nebo lze překážku objet. Celý systém je založen na radaru, který je umístěný v přední části vozidla, nejčastěji v mřížce chladiče. Tento radar vysílá elektromagnetický signál, který z následných přijatých vln vyhodnocuje vzdálenost a rychlost předem jedoucího vozidla. Ve většině vozidel je nastaven, aby fungoval už v nízkých rychlostech, kolem 10 km/h. [1, 17]

Samotný systém není stavěn pouze pro samotné brzdění, ale také dokáže nejdříve varovat, že rychlost k před námi jedoucímu vozidlu je příliš velká, případně, že naše vzdálenost je už velmi blízko a bylo by lepší zpomalit. Tato varování mají akustický signál, který nabývá na intenzitě. Pokud řidič z nějakého důvodu neuposlechne jeho varování, pak dojde k samotnému zastavení vozidla. [1, 17]

Front assist funguje už v nižších rychlostech z důvodu, že má v sobě také městskou funkci, která dokáže rozpoznat chodce, zvířata a také cyklisty, kteří se z nenadání objeví v dráze vozidla. Samozřejmě je schopen rozeznat, pokud je překážka na levé nebo pravé

straně, či se z nějaké strany blíží. Je pomocníkem do přeplněného městského provozu a popojíždění v kolonách, kde funguje spolu s adaptivním tempomatem, pokud jím je vozidlo vybaveno. Funkce City funguje zpravidla v rychlostech od 30 nebo 50 km/h. [1, 17]

### **3.1.10 Rozpoznávání dopravních značek**

Nedílným systémem zvyšující bezpečnost je rozpoznávání dopravních značek, které dokáže číst svislé dopravní značení. Jedná se například o značku, která upozorňuje na maximální povolenou rychlost. Právě značky, které upravují rychlost, jsou hlavním cílem systému pro rozpoznávání dopravních značek spolu se značkami, které označují začátek a konec obce nebo města a také začátek a konec dálnice, jelikož značky upravující přednosti a jim podobné jsou řešením spíše pro autonomní řízení. [6]

Mohou být dva způsoby čtení dopravních značek. Ten první je pouze informativní a řidiči zprostředkovává informace o maximální povolené rychlosti na palubní počítač, případně na displej navigačního systému. Druhý, a tedy i funkční je spojen taktéž s adaptivním tempomatem tak, jako některé z předešlých asistenčních systémů. Pokud je adaptivní tempomat zapnut na určité rychlosti, například 90 km/h, tak vozidlo tuto rychlost udržuje do té doby, než se objeví značka, která před křižovatkou upozorňuje na maximální rychlost 70 km/h, jakmile systém zaznamená tuto změnu, okamžitě začne vozidlo přibrzďovat, ať už motorem nebo podřazením u automatické převodovky. Je důležité, že spolupracuje i s navigačním systémem, který je online připojený a má aktuální údaje o maximální povolené rychlosti. Jednoduše řečeno lze říct, že pokud je zapnutý adaptivní tempomat, tak vozidlo dokáže ujet i několik kilometrů bez zásahu řidiče na pedály, protože si dokáže před každou obcí nebo městem a každým omezením rychlosti samo zpomalit a znovu zase přidat. Samozřejmě ani tento asistent není sto procentní. [3, 6, 16]

Funguje na základě kamery, která je nejčastěji umístěna za vnitřním zpětným zrcátkem. Kamera neustále čte a hlídá značení, jak lze vidět na obrázku číslo 6, které je okolo vozovky a tím přizpůsobuje rychlost vozidla. Pokud vozidlo není vybaveno adaptivním tempomatem, tak pouze zobrazuje na přístrojové desce před řidičem aktuální povolenou rychlost. Jestliže řidič nereaguje a jede rychleji, než je povoleno, tak značka zrudne, případně se rozbliká a při delším ignorování začne vydávat zvukový signál. [6, 16]

Obrázek 6 Čtení dopravních značek



Zdroj [www.autoweb.cz](http://www.autoweb.cz)

### 3.1.11 Noční vidění

System nočního vidění je v automobilovém průmyslu teprve krátce a zatím je to záležitost luxusních modelů značek. Jako první ho v sériové výrobě použil Cadillac, který tímto nastartoval zatím krátkou éru tohoto zařízení. Smyslem systému nočního vidění je umožnit řidiči vidět za tmy nebo snížené viditelnosti překážku ještě dříve, než ji sám zaznamená. Funguje také na osoby a zvířata tak, že vykreslí obrys na displej navigačního systému, případně na palubní displej před řidičem. Dokáže také zobrazit osoby, které na sobě nemají reflexní prvky a tím zabránit blížící se srážce, jelikož řidič by neměl šanci lidským

okem spatřit chodce včas, ale na poslední chvíli, kdy už by se úhybný manévr nemusel povést. [9, 10, 15, 16, 17]

Noční vidění funguje na základě infračervené kamery, která snímá obraz před vozidlem do vzdálenosti několika metrů. V praxi dosáhne dále, než potkávací světla a tím pádem neoslňuje protijedoucí řidiče dálkovými světly. Samotný obraz je promítán na palubní displej před řidičem, případně na obrazovku navigace uprostřed palubní desky. [9, 10, 15, 16, 17]

**Obrázek 7 BMW Night Vision**



Zdroj BMW

Případem promítání na obrazovku navigačního zařízení je BMW a jeho systém Night Vision, který je znázorněn na obrázku číslo 7. Využívá technologii FIR (far infra-red), která je schopna dosáhnout delší vzdálenosti, až 300 metrů před sebe, na rozdíl od technologie NIR, která má kratší dosah. Rozdíl mezi těmito technologiemi je pouze v délce infračerveného záření, kdy NIR pracuje tak, že před vozidlem osvětlí oblast infračerveným zdrojem světla a světlo, které je odražené od objektů, či osob se zachytí infračervenou kamerou a pomocí procesoru je převedeno na obraz, který se zobrazuje na displeji. Kdežto FIR registruje samotné teplo, které objekt, či osoba vyzařuje a jsou také následně převedeny do obrazu na displej. [9, 10, 15, 16, 17]

Systém NIR používá například Mercedes, který vyvinuli pracovníci společnosti Daimler Chrysler. Systém je schopen detekovat osoby, zvířata, ale také dopravní značky nebo svodidla, a to až do vzdálenosti 150 metrů, což je dvakrát méně než u BMW. Na rozdíl od něj, ale dokáže detekovat překážky nezávisle na jejich teplotě. Obraz je pak promítán na displeji přístrojů před řidičem, kde nahradí rychloměr. (9, 10, 16)

Pro vyšší bezpečnost existují také systémy, které dokáží promítat obraz nočního vidění přes HUD (Head-Up Display), prostřednictvím kterého vidí řidič obraz přímo v zorném poli

na čelním skle a nemusí sklánět zrak na palubní počítač, případně navigační systém. [9, 10, 15, 16, 17]

### 3.1.12 Head-Up Display

Head-Up Display je schopný promítat obraz z palubního počítače na čelní sklo v zorném poli řidiče a je také mnohdy považován za bezpečnostní prvek, jelikož řidič nemusí sklánět svůj zrak a veškeré důležité parametry vidí před sebou. HUD umí promítat jak aktuální rychlost automobilu, tak například pokyny navigace, jako jsou změny směru a počet kilometrů do dalšího sjezdu, tyto funkce jsou znázorněny na obrázku číslo 8. Promítání samozřejmě lze zcela vypnout. Promítání je provedeno skrze holografické sklo. Zajímavostí je, že na trhu se HUD objevil už v 80. letech v Americe, každopádně na dnešní poměry uměl pouze základní funkci promítání rychlosti. [16]

Obrázek 8 Head-Up Display



Zdroj Volkswagen

### 3.1.13 Adaptivní světlomety

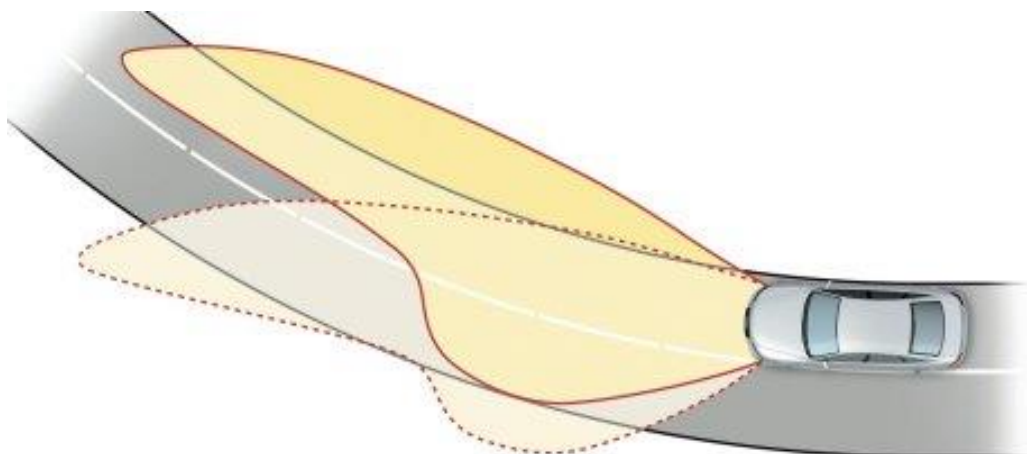
K nočnímu vidění se také vážou adaptivní světlomety, které jsou schopny natáčet se do zatáček a tím zlepšit viditelnost projížděnou zatáčkou. V dobách, kdy se poprvé do vozidel dostaly, fungovaly na principu natáčení volantu, tím pádem, kam se volant natočil, tam světla svítila. To v dnešní době funguje obdobně, ale už nejsou závislá na natočení volantem. Vše je zajišťováno pomocí elektromotoru, který spolupracuje se řídicí jednotkou vozidla, příklad funkce adaptivních světlometů lze vidět na obrázku číslo 9. Není to pouze jen o natočení do stran, ale mohou se také naklápět nahoru a dolů v závislosti, jak vede silnice



před vozidlem. Některá vozidla používají místo adaptivních světlometů přisvětlování do zatáček za pomoci předního mlhového světla, kdy se jednotlivé lampy rozsvěcí a zhasínají na základě směru, kterým vozidlo jede. Pokud řidič dá směrovku, tak se patřičná mlhovka rozsvítí také. [11, 12, 16, 17]

Trendem některých značek je také zamezení oslňování protijedoucího řidiče dálkovými světly nebo i potkávacími, která v dnešní době mají dosvit na úrovni starých dálkových světel, za pomoci pokročilých LED světel, případně laserových světel. Jakmile vozidlo před sebou spatří protijedoucí vůz, tak dokáže stranu protijedoucího vozidla zastínit tak, že řidič jedoucího vozidla stále vidí na dlouhé vzdálenosti, ale protijedoucí řidič není oslněn. [11, 12, 16, 17]

**Obrázek 9** Funkce adaptivních světlometů



**Zdroj** [www.autolexicon.net](http://www.autolexicon.net)

### 3.1.14 Automatické svícení

Spolu s adaptivními světlometry spolupracuje také automatické svícení, které dokáže přepínat mezi denními a potkávacími světly, případně také dálkovými světly v některých dražších výbavách jednotlivých modelů značek. Systém funguje na základě senzoru světla, který je umístěný převážně za vnitřním zpětným zrcátkem a rozpozná, zdali je světlo nebo tma, případně snížená viditelnost, při které je ale lepší zapínat světla ručně, jelikož spousta systémů nedokáže sepnout světla včas a například v mlze nebo dešti může vzniknout nebezpečná situace. Co se týče automatických dálkových světel, tak ta fungují zpravidla od určité rychlosti, nejčastěji od 30 km/h a jejich senzor reaguje na světlo před vozidlem, tudíž pokud řidič vjede do osvětlené oblasti, například menší obce, automatická světla se přepnou z dálkových světel na potkávací během několika sekund. To samé platí o protijedoucích vozidlech, pokud senzor zjistí, že se z určité vzdálenosti blíží vozidlo, okamžitě přepne na potkávací světla. [16, 17]

### 3.1.15 Pohon všech kol

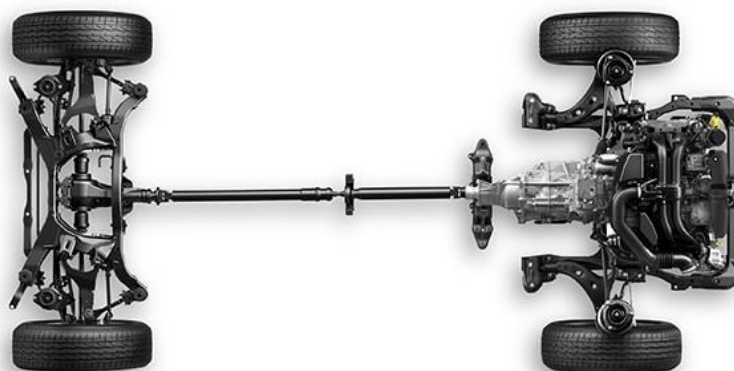
Vozidla jsou postavena na různých koncepcích pohonů, kdy může být poháněna pouze přední náprava, pouze zadní náprava anebo obě dvě, přičemž se ještě rozdělují na stálý pohon všech kol a částečný pohon všech kol, kdy se připojuje přední nebo zadní náprava. Stálý pohon všech kol se používá spíše pro vozidla typu offroad. Jeho koncepce je vyobrazena na obrázku číslo 10. [13, 14, 17]

Klasická silniční vozidla různých typů používají převážně pohon předních kol, kdy se zadní kola připojí pouze tehdy, pokud je potřeba více přilnavosti nebo se přední kola začnou protáčet, například na sněhu. Nejčastějším typem pohonu všech kol je systém Haldex, který používá například koncern Volkswagen, ale existuje i mnoho dalších typů na podobném principu. Jedná se o typ, kdy je ovládaná více lamelová spojka, to znamená, že přední a zadní náprava je propojena právě více lamelovou spojkou. Její výhoda je v tom, že dokáže díky stále chytřejším řídicím jednotkám předvídat dopředu možný prokluz kol a včas zareagovat. Další výhoda spočívá v tom, že lze přepínat různé jízdní režimy, kdy lze uzamknout pohon na pouze všechna kola, toto řešení používá například aliance Renault-Nissan, ale v tomto případě se nejedná o stálý pohon všech kol, jelikož elektronika stále hlídá stav spojky a při vysokých rychlostech nebo při jejím ohřátí nad bezpečnou mez pohon všech kol odpojí. To je

právě její nevýhoda, jelikož není vhodná na používání do dlouhodobého terénu. Samozřejmě může pohon fungovat i naopak a to, když je poháněna zadní náprava a připojuje se ta přední. Takto to využívá například BMW. [13, 14, 17]

Lze tedy říct, že pohon všech kol patří do prvků aktivní bezpečnosti, jelikož zlepšuje ovladatelnost vozidla za různých podmínek. [14]

**Obrázek 10 Pohon všech kol**



Zdroj [www.autotrip.cz](http://www.autotrip.cz)

## 3.2 Praktická část práce

Pro praktickou část byl vybrán bezpečnostní systém adaptivní tempomat, který byl zkoušen ve vozidle Škoda Octavia III, ve všech režimech vzdáleností, od minimální po maximální. Testovací plochou byl běžný provoz ve městě a na dálnici. Testování probíhalo za sucha a sněžení.

Bylo provedeno několik testů, některé současně s druhým vozidlem, aby bylo možné, co nejlépe test přizpůsobit daným podmínkám, při různých rychlostech od 50 km/h do 140 km/h, které byly testovány v běžném provozu.

První test byl založen na porovnání reakční doby zpomalení o 10 km/h na dálnici za ideálního a nepříznivého počasí. Toto zpomalení sice není tak výrazné, ale v mnoha případech stačí k tomu, aby se řidič vyhnul kolizi. Důvod výběru tohoto snížení rychlosti byl ten, že ze 75 % testování bylo snížení rychlosti na dálnici o 10 km/h. Druhým testem byla chybovost adaptivního tempomatu ve městě a na dálnici při povolených rychlostech a za ideálního počasí. Závěrečným testem byla jízda v kolonách.

### 3.2.1 Adaptivní tempomat Škoda

Adaptivní tempomat ve voze Škoda Octavia byl vyvinut společností Volkswagen, který je v různých podobách používán skrze celý koncern Volkswagen. K ovládání tempomatu slouží samostatná páčka pod volantem, která se nachází pod páčkou světel, samotná páčka je zobrazena na obrázku číslo 11. Výhodou je, že se dá přepínat mezi adaptivním a klasickým tempomatem. Největší výhodou to má v čas, kdy vozidlo jede za hustého sněžení kolem dálničních rychlostí, kdy na vozidlo intenzivně dopadá sníh a zakryje celou přední masku

Obrázek 11 Páčka adaptivního tempomatu Škoda



Zdroj [www.smucler.cz](http://www.smucler.cz)

vozidla, za kterou se ukrývá radar pro adaptivní tempomat. Po několika kilometrech jízdy je radar celý pokrytý sněhem a blátem, systém na palubním počítači zahlásí chybu a adaptivní tempomat přestane fungovat. V tu chvíli lze přepnout tlačítkem na páčce na klasický tempomat, který udržuje pouze konstantní rychlost a není schopen vozidlo automaticky přibrzďovat ani zrychlovat.

Pro testy sloužila standardní verze adaptivního tempomatu do 160 km/h bez čtení dopravních značek, při čemž si lze v příplatkové výbavě objednat adaptivní tempomat až do rychlosti 210 km/h. Pro dálniční limity v České republice bohatě stačí klasický, a to i v rámci bezpečnosti, jelikož byl vyzkoušen na německé dálnici také ten do 210 km/h, který sice fungoval dobře, ale pocit z jízdy už nebyl tak přívětivý. Co se týče chybovosti systému, tak až na pár výjimek fungoval adaptivní tempomat nad míru dobře.

### **3.2.2 Testování zpomalení o rychlost 10 km/h na dálnici**

#### **a) Test za sucha**

Test probíhal na dálnici D8 mezi Prahou a sjezdem na Kralupy nad Vltavou při několika opakování, aby byly zajištěny, co nejpřesnější výsledky. V ideálním počasí za sucha byl proveden 13.11.2019 při rychlostech 100 km/h, 110 km/h, 120 km/h, 130 km/h a 140 km/h test reakční doby zpomalení o rychlost 10 km/h na dálnici. Vzdálenost adaptivního tempomatu za vozidlem jedoucím před byla nastavena na střední hodnotu. Pro každou rychlost byly vždy 3 opakování, ze kterých se udělal průměrný čas doby zpomalení.

V tabulce číslo 1 lze vidět, že v některých případech jsou při stejné rychlosti několika sekundové rozdíly v reakční době. Důvodem je dění v provozu o několik vozidel dopředu, kdy řidiči některých vozidel začínají brzdit na poslední chvíli a tím snižují dobu potřebnou ke zpomalení až o třetinu, případně dříve, kdy lze vidět delší reakční dobu, kdy adaptivní tempomat začíná zpomalovat a vše je tím pádem plynulejší.

**Tabulka 1 Hodnoty zpomalení za sucha**

<b>Sucho – dálnice</b>				
Rychlost (km/h)	Reakční doba zpomalení o 10 km/h (s)			Průměr
100	1,80	2,11	1,98	1,96
110	2,28	2,81	1,82	2,30
120	2,92	2,34	3,53	2,93
130	3,78	2,55	3,33	3,22
140	2,61	3,98	1,48	2,69

**Zdroj vlastní, měření zpomalení**

U jednotlivých rychlostí lze pozorovat, že se průměrné reakční doby výrazně liší, například průměr u rychlosti 100 km/h je nejnižší, z toho lze usoudit, že pokud by se jednalo o jízdu při stoupání, kdy před vozidlem jede nákladní automobil, který nemá potřebný výkon na udržení rychlosti, tak adaptivní tempomat začne dopředu výrazněji dříve zpomalovat, jelikož přiblížení k před námi jedoucímu vozidlu je rychlé.

Naopak při rychlosti 130 km/h je průměrná doba nejdelší, poněvadž při této rychlosti jezdí nejvíce řidičů a tím je i zpomalení pozvolné a nenarušující bezpečnost silničního provozu.

## **b) Při sněžení**

Při tomto testu byly použity nižší rychlosti z důvodu bezpečnosti. Zkoušení probíhalo na dálnici při cestě z Bratislavy do Budapeště na začátku února 2019. Rychlosti byly 80 km/h, 90 km/h, 100 km/h a 110 km/h. Vzdálenost adaptivního tempomatu byla taktéž na střední vzdálenost jako v předchozím testu.

Při neustálém sněžení se několikrát stalo, že adaptivní tempomat přestal fungovat z důvodu zanesení radaru sněhem a nebylo možné nadále pokračovat, tudíž se musel očistit, aby na několik kilometrů byl opět použitelný. Radar je umístěný přímo v masce chladiče a není nijak krytý, takže je třeba dávat pozor a zareagovat včas. Výhodou je, že na palubním počítači včas vyskočí hláška o nefungujícím radaru. Nevýhodou může být, že se automaticky nepřepne na klasický tempomat a musí se to udělat ručně na páčce pod volantem.

Následující hodnoty jsou zachyceny v tabulce číslo 2. Lze vidět rozdíl mezi měřením za sucha a při sněžení.

**Tabulka 2 Hodnoty zpomalení při sněžení**

<b>Sníh – dálnice</b>				
Rychlost (km/h)	Reakční doba zpomalení o 10 km/h (s)			Průměr
80	4,21	3,98	3,91	4,03
90	3,96	3,81	4,02	3,93
100	2,63	2,52	2,55	2,57
110	2,35	3,01	2,88	2,75

**Zdroj vlastní, měření zpomalení**

Hodnoty při sněžení byly výrazně vyšší než při měření za sucha. Průměry byly v rychlostech 100 km/h a 110 km/h až o 60 setin sekundy vyšší. Je to dáno tím, že ostatní vozidla jela taktéž nižší, bezpečnou rychlostí a nebylo potřeba tak prudce zpomalovat.

### **3.2.3 Testování vzdáleností**

Vůz Škoda Octavia vybavený adaptivním tempomatem nabízí možnost volby mezi několika vzdálenostmi od nejmenší 1 až po nejvyšší 5, při čemž nejnižší vzdálenost je vhodná spíše do městského provozu, jelikož udržuje odstup od předem jedoucího vozidla pouze několik metrů, a tudíž by se na dálnici při této vzdálenosti mohlo stát, že vozidlo nestihne včas a dostatečně zpomalit při prudkém zpomalení vozidla před ním. Naopak nejvyšší vzdálenost udržuje rozestup až moc velký a při testech se několikrát stalo, že do takové mezery často vjížděla ostatní vozidla v provozu. Nejlepší variantou je střední vzdálenost číslo tři, která udržuje takový bezpečný standard a nenechává si ani příliš krátkou a ani příliš dlouhou mezeru. Nevýhodou tohoto adaptivního tempomatu je, že nedokáže vůz zcela zastavit a znovu se rozjet.

Vzdálenosti byly testovány všechny a test spočíval spíše v počtu chyb, kdy vozidlo nedokázalo včas zareagovat a držet požadovanou vzdálenost po dobu 30 minut při několika opakování, než v době zpomalení a podobně, jednotlivé hodnoty měření jsou uvedeny v tabulce číslo 3. Testování probíhalo stejně jako předchozí, čili také v běžném silničním provozu, při čemž na dálnici některé testy probíhaly za přítomnosti druhého vozidla. Z důvodu bezpečnosti probíhaly testy pouze za teplého a slunečného počasí, jelikož se i na dálnici testovaly krátké vzdálenosti.

**Tabulka 3 Hodnoty počtu chyb – dálnice**

<b>Sucho – dálnice</b>				
Rychlost 130 km/h	Počet chyb			Průměr
Vzdálenost				
1	2	1	5	2,67
2	1	3	2	2,00
3	2	2	1	1,67
4	1	3	1	1,67
5	2	0	1	1,00

**Zdroj vlastní, měření počtu chyb**

Hodnoty počtu chyb při rychlosti 130 km/h se od nejnižší vzdálenosti po nejvyšší snižují, je to dáno tím, že při těch vyšších má vozidlo větší přehled před okolním provozem a také mnohem více času na něj zareagovat a být plynulejší. Naopak nižší vzdálenosti, kterými jsou vzdálenost 1 a vzdálenost 2, mají na reakce daleko méně času, hlavně vzdálenost číslo 1, která je od předem jedoucího vozidla opravdu nízká a pro dálnici nevhodná. Jako bezpečnou lze tedy považovat vzdálenost číslo 3, 4 a 5, při čemž 3 a 4 mají shodný průměr počtu chyb.

Co se týče městského provozu, tak rychlost byla nastavena přesně na 50 km/h, při čemž se jezdilo pouze v běžném provozu bez přítomnosti dalšího vozidla. Oproti dálnici byla chybovost častější, ale to se vzhledem k hustšímu provozu dalo očekávat. Přesné výsledky lze vidět v tabulce číslo 4.

**Tabulka 4 Hodnoty počtu chyb – město**

<b>Sucho – město</b>				
Rychlost 50 km/h	Počet chyb			Průměr
Vzdálenost				
1	3	6	4	4,33
2	5	3	3	3,67
3	2	4	2	2,67
4	2	1	3	2,00
5	1	1	3	1,67

**Zdroj vlastní, měření počtu chyb**



Z tabulky číslo 4 lze vyčíst, že chybovost byla daleko vyšší než na dálnici. Je to dáno městským provozem, který je zpravidla hustější a jízdní pruhy jsou leckdy užší. Ale platí zde stejné pravidlo jako při testu na dálnici a to, že čím je menší vzdálenost, tím je větší počet chyb a naopak, čím větší vzdálenost, tím méně chyb.

Chyby, které se v tomto testu počítaly byly z důvodu pomalé reakce adaptivního tempomatu na zpomalení, při čemž bylo bráno v potaz, o kolik dříve by reagovala osoba, která by vozidlo řídila a plně se věnovala řízení. Dále bylo za chybu považováno nevšimnutí si vozidla vlevo jedoucím pruhu, které by měl systém detekovat a neměl by takové auto předjet z pravé strany, což se dělo pouze na dálnici.

Cílem těchto testů bylo poukázat, jestli adaptivní tempomat plní lépe svou funkci v městském provozu, či na dálnici.

#### **3.2.4 Testování v kolonách**

Jedno z nejčastějších využití adaptivního tempomatu je jízda v dopravní koloně. Pokud dopravní kolona pozvolna jede a nemusí se zpomalovat až do úplného zastavení, tak dokáže adaptivní tempomat jet celou dobu bez zásahu řidiče na pedály. V opačném případě je potřeba mít připravenou nohu na brzdovém pedálu a případně vůz zcela zastavit.

V praxi bylo úmyslně vyzkoušeno několik dopravních kolon, nejčastěji v pátečních odpoledních hodinách, kdy byly ulice Prahy nejvíce zaplněné. Při tomto poklidném tempu neměl adaptivní tempomat problém s dostatečným rozestupem a plynule udržovat rychlost. Chybovost byla také téměř nulová.

Lze tedy říci, že adaptivní tempomat bude mít v budoucnu stále větší uplatnění v automobilech. Tento prvek výbavy ve Škodě Octavia III za příplatek 9 000 Kč, vzhledem k testům, rozhodně stojí za příplacení, jelikož jako prvek aktivní bezpečnosti ve většině situacích funguje bezchybně a lze se na něj spolehnout.

## 4 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala systémy aktivní bezpečnosti vozidel. Technologie aktivní bezpečnosti jdou neustále dopředu a prakticky každých pár let se na trhu objeví nový systém, případně z velké části vylepší již dosavadní systém aktivní bezpečnosti. Tyto systémy popsané ve třetí kapitole se používají z velké části v téměř všech nově vyrobených vozidlech, případně si za ně lze připlatit ve vyšších stupních výbavy. Dnes už si člověk těžko dokáže představit život bez takového ABS nebo ESP, ale v posledních letech také klasického tempomatu, případně tempomatu adaptivního. V práci byl také zahrnut pohon všech kol, který se do jisté míry dá považovat za prvek aktivní bezpečnosti.

Praktická část bakalářské práce obsahuje měření, která probíhala za běžného provozu s použitím vlastního vozidla a v některých případech také vozidla doprovodného pro snadnější simulování daných situací, které jsou obsaženy v praktické části. Hlavní prvek aktivní bezpečnosti praktické části byl adaptivní tempomat. Při samotném měření bylo nutné plánovat dopředu podle předpovědi počasí, jelikož bylo důležité testy provádět jak za ideálního počasí, tak při snížené viditelnosti. Dále bylo nutné správně naplánovat měření ve městě, protože kritérium bylo, aby byl provoz, co nejhustší. Naopak na dálnici stačil klidný provoz.

Z jednotlivých měření reakční doby zpomalení vyplývá, že počasí hraje roli pro správné fungování adaptivního tempomatu, jelikož průměr z testovaných hodnot reakční doby zpomalení o 10 km/h za sucha na dálnici byl při rychlosti 100 km/h 1,96 s, při rychlosti 110 km/h 2,30 s, při rychlosti 120 km/h 2,93 s, při rychlosti 130 km/h 3,22 s a při rychlosti 140 km/h 2,69 s. Kdežto průměrné hodnoty zpomalení o 10 km/h na dálnici při sněžení byly při rychlosti 80 km/h 4,03 s, při rychlosti 90 km/h 3,93 s, při rychlosti 100 km/h 2,57 s a při rychlosti 110 km/h 2,75 s. Co se týče chybovosti adaptivního tempomatu na dálnici, které probíhaly pouze za ideálního počasí a při rychlosti 130 km/h, tak průměrné hodnoty chyb byly při vzdálenostech od 1 do 5 následující: 2,67; 2,00; 1,67; 1,67 a 1,00. Hodnoty chybovosti ve městě za ideálního počasí a rychlosti 50 km/h byly při vzdálenostech od 1 do 5 následující: 4,33; 3,67; 2,67; 2,00 a 1,67. Hodnoty jsou vyšší právě v městském provozu, což je logické, jelikož provoz ve městě je výrazně hustší než na dálnici a adaptivní tempomat má o něco více práce právě ve městě.

Hlavní nevýhodou testování při sněžení bylo to, že se sníh při vyšších rychlostech přichytával na přední masku vozidla a v některých situacích bylo nutné testování ukončit, zastavit a přední část vozu vyčistit, aby senzory opět fungovaly.

V konečném výsledku je ale adaptivní tempomat prvkem aktivní bezpečnosti, který dokáže výrazně usnadnit cestování a při tom všem také zabránit nehodám.

## 5 Seznam použitých zdrojů

1. Šmucler magazín, Front assist – automatické nouzové brzdění, [online] [pub. 16. 11. 2016] [cit. 13. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/front-assist-automaticke-nouzove-brzdeni/>.
2. Patrik Svatoš, Jak funguje hlídání mrtvého úhlu, [online] [pub. 08. 02. 2019] [cit. 15. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/blbost-nebo-pomocnik-hlidani-mrtveho-uhlu-muze-davat-smysl-21001071>.
3. Wilbert Tan, Adaptive Cruise Control, [online] [pub. 18. 09. 2018] [cit. 15. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.carmudi.com.ph/journal/adaptive-cruise-control-work/>.
4. Mike Hanlon, Volvo Launches Blind Spot Information System, [online] [pub. 20. 01. 2004] [cit. 17. 08. 2019], Dostupné z: <https://newatlas.com/go/2937/>.
5. Volvocars, Blind Spot Information, [online] [pub. 10. 07. 2019] [cit. 17. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.volvocars.com/cz/support/manuals/v90/2020/podpora-ridice/blind-spot-information/blis>.
6. Jiří Baborský, Systémy čtení dopravních značek, [online] [pub. 21. 06. 2013] [cit. 25. 08. 2019], Dostupné z: <https://svetmotoru.auto.cz/clanek/technika/4040/systemy-cteni-dopravnich-znacek-dej-si-pohov-cedule-hlidam.html>.
7. Bezpečné cesty, ABS a ASR, [online] [pub. 15. 05. 2009] [cit. 25. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/aktivni-prvky-bezpecnosti/abs-a-asr>.
8. BECEP, ESP je jednoznačný pomocník, [online] [pub. 23. 03. 2013] [cit. 02. 09. 2019], Dostupné z: <http://www.becep.sk/vodici/37/esp-je-jednoznacny-pomocnik>.
9. Pavel Olivík, Systémy nočního vidění, [online] [pub. 06. 08. 2011] [cit. 02. 09. 2019], Dostupné z: [https://www.autorevue.cz/systemy-nocniho-videni-zatim-exkluzivita\\_1](https://www.autorevue.cz/systemy-nocniho-videni-zatim-exkluzivita_1).

10. Jan Stacha, Spasitel, nebo škůdce: noční vidění, [online] [pub. 09. 06. 2009] [cit. 06. 09. 2019], Dostupné z: [https://www.tyden.cz/rubriky/auta/slovnicek/spasitel-nebo-skudce-nocni-videni\\_123687.html](https://www.tyden.cz/rubriky/auta/slovnicek/spasitel-nebo-skudce-nocni-videni_123687.html).
11. P CAR, Technika: adaptivní světlomety, [online] [pub. 12. 11. 2012] [cit. 09. 09. 2019], Dostupné z: <https://www.pcar.cz/novinky/2012/technika-adaptivni-svetlomety/>.
12. Jan Sajdl, Audi Adaptive light, [online] [pub. 21. 08. 2011] [cit. 10. 09. 2019], Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/audi-adaptive-light/>.
13. Luděk Vokáč, Haldex je hodně chytrý pohon všech kol, [online] [pub. 10. 05. 2012] [cit. 10. 09. 2019], Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/jak-funguje-haldex-pohon-vsech-kol.A120510\\_012556\\_automoto\\_vok](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/jak-funguje-haldex-pohon-vsech-kol.A120510_012556_automoto_vok).
14. Lukáš Vaverka, Jak funguje pohon všech kol, [online] [pub. 19. 11. 2018] [cit. 12. 09. 2019], Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/funguje-pohon-vsech-kol-existuje-6-ruznych-koncepci/>.
15. Wikina, Night Vision, [online] [pub. 08. 07. 2017] [cit. 15. 09. 2019], Dostupné z: [http://www.wikina.cz/a/Night\\_Vision\\_\(FIR/NIR\)](http://www.wikina.cz/a/Night_Vision_(FIR/NIR)).
16. VLK, F. Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy: [ESP, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protiskluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
17. VLK, F. Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy: [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Funkce systému ESP .....	5
Obrázek 2 Funkce systému ABS.....	6
Obrázek 3 Adaptivní tempomat .....	7
Obrázek 4 Systém hlídání mrtvého úhlu BLIS .....	9
Obrázek 5 Hlídání jízdy v pruzích Lane assist.....	10
Obrázek 6 Čtení dopravních značek .....	14
Obrázek 7 BMW Night Vision .....	15
Obrázek 8 Head-Up Display .....	16
Obrázek 9 Funkce adaptivních světlometů .....	17
Obrázek 10 Pohon všech kol.....	19
Obrázek 11 Páčka adaptivního tempomatu Škoda.....	20

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Hodnoty zpomalení za sucha .....	22
Tabulka 2 Hodnoty zpomalení při sněžení.....	23
Tabulka 3 Hodnoty počtu chyb – dálnice .....	24
Tabulka 4 Hodnoty počtu chyb – město .....	24