

Bezpečnost chodců a konstrukce moderních vozidel

Petr Nádvorník

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky
Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Petr Nádvorník
Osobní číslo: A23775
Studijní program: B1032A020001 Bezpečnostní technologie, systémy a management
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Bezpečnost chodců a konstrukce moderních vozidel.
Téma práce anglicky: Pedestrian Safety and the Design of Modern Vehicles

Zásady pro vypracování

- Zpracujte historii prvků vozidel s ohledem na bezpečnost chodců.
- Popište současné bezpečnostní systémy používané u vozidel.
- Vysvětlete spolupráci bezpečnostních systémů s řidičem.
- Porovnejte dostupné zabezpečovací systémy automobilů.
- Provedte testování systémů snižujících riziko zranění chodců.
- Vyhodnoťte výsledky měření.
- Navrhněte vlastní řešení zabezpečení chodců.
- Odhadněte další vývoj těchto systémů.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. Zlín VerBum, 2011. ISBN 978-80-87500-05-05
2. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín VerBum, 2011. ISBN 978-80-87500-19-4
3. LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. 81 s. IISBN 978-80-7318-889-4.
4. ŠVANCARA, J. Ochrana chodců a bezpečnost cestujících ve vozidle. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 37 s.
5. MRÁZEK, J. Vliv prvku pasivní bezpečnosti vozidel při kolizích s chodci. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2011. 74 s.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

8. prosince 2023

Termín odevzdání bakalářské práce:

28. května 2024

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 27.05.2024

Petr Nádvorník, v.r.
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá historií bezpečnostních prvků u automobilů se zaměřením na ochranu chodců. V teoretické části je rozebrán vývoj a nové trendy vozidel, základní vhled do problematiky a uvedena terminologie. Praktická část je zaměřena na testování vybraných vozů ve čtyřech oblastech a prezentace výsledků. Výsledky měření jsou zpracovány pomocí tabulek dle pořadí nejlépe vyhodnocených.

Klíčová slova: Automobil, Doprava, Bezpečnost, Systémy, Vývoj, Ochrana chodců, Nové trendy

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the history of safety features in cars with a focus on pedestrian protection. In the theoretical part, the development and new trends of vehicles are discussed, a basic insight into the issue and terminology is presented. The practical part is focused on testing selected cars in four areas and presenting the results. The measurement results are processed using tables according to the order of the best evaluated.

Keywords: Automobile, Transport, Safety, Systems, Development, Pedestrian protection, new trends

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce, panu Ing. Rudolf Drga, Ph.D., za odborné vedení, návrhy a rady během vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, které se mnou spolupracovali a poskytly vhodné informace.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HISTORIE BEZPEČNOSTI AUT S OHLEDEM NA CHODCE	12
1.1 20. STOLETÍ	12
1.1.1 60 léta	12
1.1.2 70 léta	13
1.1.3 80 léta	13
1.1.4 90 léta	14
1.2 21. STOLETÍ	15
1.2.1 Přelom století	15
1.2.2 10 léta	15
1.2.3 Současnost.....	16
1.3 SVĚTLA	17
1.3.1 První světlomety.....	17
1.3.2 Elektrické světlomety.....	17
1.3.3 Uzavřené světlomety	18
1.3.4 Halogenové světlomety	18
1.3.5 HID světlomety	19
1.3.6 LED světlomety	19
1.3.7 Laserové světlomety.....	19
1.4 ZRCÁTKA	20
1.4.1 Současnost.....	20
1.5 BRZDY.....	22
1.5.1 20. století	22
1.5.1.1 20. léta.....	22
1.5.1.2 30. – 40. léta.....	23
1.5.1.3 50. léta.....	25
1.5.1.4 60 léta.....	25
1.5.1.5 70. léta.....	26
1.5.1.6 80. léta.....	27
1.5.1.7 90. léta.....	27
1.5.2 21. století	28
1.6 DETEKCE CHODCŮ.....	29
1.6.1 Začátky	29
1.6.2 Vývoj a současnost.....	30
1.6.3 Shrnutí	31
2 SOUČASNÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY A JEJICH SPOLUPRÁCE S ŘIDIČEM	32
2.1 BEZPEČNOSTNÍ PÁSY	32
2.1.1 Spolupráce s řidičem	32
2.2 AIRBAGY	33
2.2.1 Spolupráce s řidičem	33

2.3	SYSTEMY OVLIVŇUJÍCÍ BRZDÍCÍ VLASTNOSTI	33
2.3.1	Protiblokovací brzdy (ABS).....	33
2.3.2	BAS	34
2.3.3	Automatické nouzové brzdění (AEB).....	34
2.3.4	Spolupráce s řidičem	35
2.4	ELEKTRONICKÁ KONTROLA STABILITY (ESC).....	35
2.4.1	Spolupráce s řidičem	36
2.5	SLEDOVÁNÍ MRTVÉHO ÚHLU (BSM)	36
2.5.1	Spolupráce s řidičem	37
2.6	AFL (ADAPTIVE FORWARD LIGHTING).....	37
2.7	UPOZORNĚNÍ NA VYBOČENÍ Z JÍZDNÍHO PRUHU (LDW)	37
2.7.1	Komunikace s řidičem.....	38
2.8	VAROVÁNÍ PŘED KOLIZÍ (FCW)	38
2.9	FA (FRONT ASIST)	38
2.10	PA (PARK ASSIST)	39
2.11	DETEKCE CHODCŮ.....	40
	Komunikace s řidičem.....	40
2.12	VYUŽÍVÁNÍ SYSTÉMŮ U SVĚTOVÝCH ZNAČEK	41
2.13	SHRNUTÍ.....	42
3	SOUČASNÉ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY	43
3.1	AUTOALARMY	43
3.1.1	Účinnost	43
3.2	IMOBILIZÉRY	43
3.2.1	Účinnost	44
3.3	SLEDOVACÍ SYSTÉMY GPS.....	44
3.3.1	Účinnost	44
3.4	SYSTÉMY DÁLKOVÉHO STARTU	44
3.4.1	Účinnost	45
3.5	BEZPEČNOSTÍ KAMERA DO AUTA.....	45
3.5.1	Účinnost	45
	3.5.1.1 Systém varování před nehodou.....	46
	3.5.1.2 Autokamera v parkovacím režimu.....	46
	3.5.1.3 ADAS.....	46
3.6	SHRNUTÍ.....	47
II	PRAKTICKÁ ČÁST	48
4	MĚŘENÍ SYSTÉMŮ SNIŽUJÍCÍ RIZIKO ZRANĚNÍ CHODCŮ	49
4.1	METODA TESTOVÁNÍ	49
4.1.1	Cíl výzkumu	49
4.1.2	Kritéria měření	49
4.1.3	Metodika	49
4.2	VÝHLED VOZIDLA	50
4.2.1	Popis provedeného měření	50
4.2.2	Naměřené hodnoty	51

4.2.3	Závěry z měření.....	51
4.2.4	Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje	53
4.3	KVALITA SENZORŮ.....	54
4.3.1	Popis provedeného měření	54
4.3.2	Naměřené hodnoty	54
4.3.3	Závěry u měření	55
4.3.4	Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje	56
4.4	KVALITA SVĚTLOMETŮ	57
4.4.1	Popis provedeného měření	57
4.4.2	Naměřené hodnoty	57
4.4.3	Závěry z měření.....	57
4.4.4	Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje	59
4.5	KVALITA BRZD.....	59
4.5.1	Popis provedeného měření	59
4.5.2	Naměřené hodnoty	60
4.5.3	Závěry z měření.....	60
4.5.4	Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje	61
4.6	ZÁVĚR PRAKTICKÉ ČÁSTI	62
	ZÁVĚR	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK.....	73
	SEZNAM PŘÍLOH.....	74

ÚVOD

Konstrukce vozidel se za poslední dvě dekády výrazně změnila. Již nejsou populární menší městská vozidla typu hatchback nebo sedan, ale jejich místo nahradila větší (téměř až offroadová) vozidla typu crossover a SUV. Největší podíl na trhu prodeje mají starší řidiči, a to zejména kvůli pohodlnějšímu nástupu a lepšímu výhledu na vozovku. Tato větší vozidla v současnosti dělají většinu všech prodejů nových vozidel (okolo 60 %).

S takto tak velkým nárůstem provozu těchto vozů se musíme ale pozastavit nad tím, zda a jak jsou tyto vozy bezpečné či nebezpečné pro sebe i okolí. Díky větším rozměrům jde s vozem hůře manévrovat, např. ve městě nebo na parkovištích. Vzhledem k vyššímu posedu řidiče je lepší viditelnost do dálky, ale naopak má horší představu o tom, co se děje okolo vozidla. S tímto omezeným výhledem se může stát, že řidič přehlédne nižší nehybný objekt nebo i chodce. Také větší váha a vyšší těžiště jsou příčinou horších jízdních vlastností, oproti menším vozidlům.

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí vozidel a přínosu bezpečnostních prvků v silničním provozu. Dále zkoumá výbavu běžně používaných aut, menších i větších a jejich odlišnosti s ohledem na bezpečnost.

Teoretická část je zaměřena na konstrukci a evoluci automobilů, napříč dekádami a vývojem bezpečnostních prvků v daném období. Dále jsou vysvětleny funkce různých bezpečnostních systémů, jako např. ABS, TSC, PCM atd. Poslední část je zaměřena na moderní vozidla, jejich technologie, ale i nedostatky.

Praktická část se zabývá měřením bezpečnostních prvků u osmi běžných vozidel, jako např. brzdná dráha při různých podmínkách, výhled z vozidla nebo dosah senzorů. Testováním nám tak vznikla lepší představa o tom, jaký druh je nejvíce bezpečný a vysvětleno, proč některá vozidla měla lepší nebo horší výsledky. Jednotlivé výsledky výzkumu byly následně vyhodnoceny a zpracovány do tabulkové podoby v MS Excel.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE BEZPEČNOSTI AUT S OHLEDEM NA CHODCE

Odhaduje se, že na dnešní automobily je po celém světě vydáno více než 100 000 patentů. Vývoj všech jeho částí zahrnuje inovativní technologii, kterou za den nevynalezl jediný vynálezce. Historie automobilu odráží evoluci, která proběhla po celém světě a zapojila se do něj řada inovátorů. Automobil nebo osobní vozidlo je kolové vozidlo, které má vlastní motor a přepravuje cestující. Odhaduje se, že k vývoji moderního automobilu vedlo více než 100 000 patentů. K vytvoření moderního automobilu, jak jej známe dnes, bylo nutné zkombinovat mnoho vynálezů.[1]

V historii bezpečnostních prvků vozidel s ohledem na chodce lze identifikovat několik klíčových oblastí: vývoj nárazníků, světel, zrcátek, brzd a detekce chodců

1.1 20. století

V oblasti bezpečnosti vozidel byly trendy udávány především automobilovým průmyslem v USA. I zde však byly první předpisy vydány až v 60. letech 20. století. Ty vyžadovaly, aby auta měla nárazníky, které odolají nárazům při nízké rychlosti. V případě kolize měly ochránit nejen samotný vůz, ale také chodce.

1.1.1 60 léta

Na počátku 60. let začal tedy Národní úřad pro bezpečnost silničního provozu v USA (NHTSA) vyvíjet bezpečnostní normy pro auta při nárazu. Jedním z klíčových požadavků bylo, že auta musí být schopna odolat nárazu o rychlosti 5 mil za hodinu, aniž by došlo k poškození karoserie nebo rámu. To vedlo k vývoji prvních standardizovaných nárazníků pro automobily. [1]



Obrázek 1: Mercedes z 60. let [3]

1.1.2 70 léta

První federálně nařízené normy pro nárazníky byly v USA zavedeny v roce 1972 a vyžadovaly, aby byla auta vybavena nárazníky, které by mohly pohlcovat nárazy, aniž by došlo k poškození karoserie nebo rámu vozidla. To vedlo k širokému použití systémů nárazníků, které byly navrženy tak, aby vstřebaly energii při srážce. Pro výrobu nárazníků byly proto použity materiály absorbující nárazy, jako je pěna a plast.[1]



Obrázek 2: Mercedes z 70. let [4]

1.1.3 80 léta

Během osmdesátých let vlivem poptávky spotřebitelů, prošly konstrukce nárazníků automobilů významnými změnami. Kvůli obavám o bezpečnost se sáhlo po aerodynamičtějších a úspornějších vozidlech.

Jedním z hlavních pokroků během této doby bylo radikální zvýšení používání plastových materiálů v konstrukci nárazníků. Tento materiál nabízel úsporu hmotnosti a také větší flexibilitu designu. Plastovým nárazníkům bylo však vytýkáno, že jsou méně odolné a náchylnější k poškození než jejich kovové protějšky.

Dalším trendem během 80. let bylo používání integrovaných nárazníkových systémů. Ten byl navržen tak, aby byl nedílnou součástí celkového designu karoserie a využíván spíše než jako samostatná součást. To pomohlo zlepšit aerodynamiku a spotřebu paliva, na druhou stranu to, ale zkomplikovalo a prodražilo opravy.[5]



Obrázek 3: BMW z 80. let [6]

1.1.4 90 léta

Během 90. let se konstrukce nárazníků automobilů nadále vyvíjela s rostoucím důrazem na bezpečnost, palivovou účinnost a design.

Významným pokrokem v této době bylo zavedení systému nízkorychlostních přídavných nárazníků (LSIBS). Tyto byly navrženy tak, aby snížily škody způsobené při nízké rychlosti, jako například při střetu na parkovištích. LSIBS použila pěnu pohlcující energii k tlumení nárazů a zabránění poškození vozidla a cestujících.

Dalším trendem během 90. let bylo použití nových materiálů jako je hliník a kompozity v konstrukci nárazníků, které nabízely nejen úsporu v hmotnosti ale také zlepšenou spotřebu paliva. Tyto materiály však byly dražší a obtížněji opravitelné než tradiční ocelové nárazníky. [7]



Obrázek 4: Mercedes z 90. let [8]

1.2 21. století

1.2.1 Přelom století

Po roce 2000 se design nárazníků automobilů nadále vyvíjel ještě s větším zaměřením na bezpečnost, aerodynamiku a styl.

Hlavní zaměření této doby, bylo používání designu nárazníků, které měly za úkol snížit zranění chodců v případě srážky. Tyto konstrukce se obvykle vyznačovaly měkčími, více deformovatelnými materiály a zakřiveným tvarem, který pomáhal absorbovat nárazy při srážce.

I nadále byly používány lehčí materiály, jako uhlíková vlákna a plastové kompozity. Plusem bylo snížení spotřeby a mínusem i nadále jejich cena.[9]



Obrázek 5: Mercedes ze začátku 21. století [10]

1.2.2 10 léta

V následujícím desetiletí se design nárazníků nadále zaměřoval na bezpečnost, ale také kladl důraz na ochranu životního prostředí a nové technologie.

Další směr, který se objevil během této doby, bylo používání prvků aktivní bezpečnosti. Byl to senzor varování před přímou srážkou a automatické nouzové brzdění, které pomáhají předcházet nehodám dříve, než k nim dojde. Některá dražší vozidla také obsahovala funkce jako je detekce chodců a varování před opuštěním jízdního pruhu.

Pokračovalo použití lehčích materiálů v konstrukcích nárazníků jako je hliník a vysokopevnostní ocel, vyvolávalo to však obavy o trvanlivost a opravitelnost těchto materiálů.

Automobilový svět po roce 2010 byl také svědkem vzestupu elektrických a hybridních vozidel, které vyžadovaly odlišné konstrukční úvahy o jejich náraznících. Jedinečné rozložení hmotnosti a umístění baterií v těchto vozidlech vedlo k úpravám a přepracování nárazníků. Například bylo použito větší vyztužení nárazníků pro vyšší ochranu pasažérů i automobilu samotného.[11]



Obrázek 6: Mercedes z 10. let [12]

1.2.3 Současnost

Současná podoba designu automobilových nárazníků nadále upřednostňuje bezpečnost pasažérů a chodců. Moderní nárazníky jsou navrženy tak, aby ještě více absorbovaly náraz v případě kolize a tím snižovaly závažnost zranění všech zúčastněných osob. Tohoto je dosaženo použitím speciálních materiálů, jako jsou nové kompozitní materiály a plasty, které se při nárazu mohou deformovat a absorbovat energii.

Celkově moderní design nárazníků automobilů odráží závazek průmyslu k bezpečnosti a neustále se vyvíjí, aby odpovídal novým bezpečnostním výzvám a předpisům.



Obrázek 7: Současný Mercedes [13]

1.3 Světla

Světlomety procházely rovněž postupným technologickým vývojem, moderní světlomety poskytují mnohem lepší viditelnost než jejich předchůdci. Řidiči tak snáze vidí chodce, zejména za zhoršených světelných podmínek.

1.3.1 První světlomety

První světlomety byly představeny koncem 19. století a byly poháněny buď plynem nebo olejem. Tyto rané světlomety neměly příliš jasné světlo a byly používány pouze za omezených světelných podmínek.



Obrázek 8: Plynový světloměr [14]

1.3.2 Elektrické světlomety

První elektrické světlomety byly zavedeny na počátku 20. století a rychle se staly oblíbenými, díky jejich zvýšené svítivosti a spolehlivosti. Tyto světlomety byly napájeny baterií a byly často namontovány na přední části vozidla.



Obrázek 9: Auto s elektrickým světlometem [15]

1.3.3 Uzavřené světlometry

Uzavřené světlometry byly představeny ve 40. letech, svou popularitu však získaly až v průběhu 60. let. Tyto světlometry obsahovaly žárovku, reflektor a čočku v jedné jednotce, což usnadňovalo jejich výměnu.



Obrázek 10: uzavřený světlomet [15]

1.3.4 Halogenové světlometry

Halogenové světlometry byly poprvé prezentovány v 60. letech 20. století. Oblibu u zákazníků si získaly zejména u důvodu zvýšené svítivosti a delší životnosti (ve srovnání s utěsněnými světlometry). Halogenové světlometry fungují tak, že elektrický proud prochází wolframovým vláknem, které se zahřívá a vydává světlo.



Obrázek 11: Halogenový světlomet [16]

1.3.5 HID světlomety

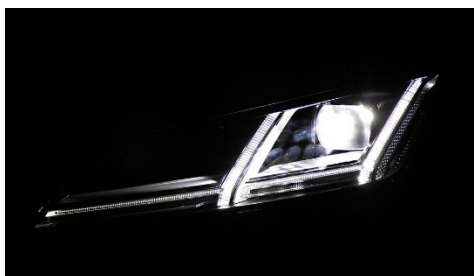
HID (High-intensity discharge) světlomety se dostaly na trh v 90. letech 20. století a opět své předchůdce překonaly ve svítivosti a energetické účinnosti. V HID světlometech prochází elektrický proud trubicí naplněnou plynem, která vydává jasné bílé světlo. [16]



Obrázek 12: HID světlomet [15]

1.3.6 LED světlomety

Light-emitting diode (LED) byly představeny od roku 2000 a v posledních letech ovládly trh. Pro svou energetickou účinnost a delší životnosti, ve srovnání s jinými typy světlometů, jsou aplikovány do většiny automobilů. V LED světlometech vzniká světlo pomocí elektrického proudu procházejícího polovodičem. [18]



Obrázek 13: LED světlomet [15]

1.3.7 Laserové světlomety

Laserová světla jsou produktem nejnovějšího vývoje v oblasti technologie automobilových světlometů. Použity jsou laserové diody namísto tradičních světelných zdrojů, jako je halogen, HID nebo LED. V tomto případě je nasměrován paprsek laserového světla na fosforový materiál, který pak vyzařuje jasné bílé světlo.

Laserové světlomety jsou výrazně jasnější a zaostřenější než tradiční světlomety, což zlepšuje viditelnost a bezpečnost na silnici. Spotřebují také méně energie než tradiční světlomety, čímž zlepšují účinnost paliva a pomáhají snížit emise. Vyšší cena těchto světlometů je však důvodem jejich omezeného použití. [18]



Obrázek 14: Laserový světlomet [15]

1.4 Zrcátka

Na počátku automobilového věku se řidiči museli obejít bez jakýkoliv zpětných zrcátek. Ta byla na trh zavedena až později. Boční zrcátka se postupem času zvětšovala a byla aerodynamičtější, což řidičům umožňovalo vidět více ze svého okolí.

1.4.1 Současnost

Současná vozidla jsou většinou vybavena třemi zpětnými zrcátky. Dvě jsou umístěna zvenku na dveřích vozu, jedno středové uvnitř vozidla.



Obrázek 15: Digitální kamerové zrcátka s kamerou [19]

Často jsou auta doplněna zpětnými kamerami, které mohou pomoci řidičům ještě lépe vidět chodce za vozem.

Nedávné pokroky v technologii auto zrcátek také vedly k vývoji funkcí jako jsou samostmívací zpětná zrcátka, která snižují oslnění světlometry v noci a vyhřívaná zrcátka, která mohou zlepšit viditelnost v chladném počasí.

Některé moderní vozy využívají kromě tradičních zrcátek také kamery a senzory, které řidičům poskytují lepší výhled do okolí. Tyto systémy mohou zahrnovat záložní kamery, systémy varování při opuštění jízdního pruhu a další bezpečnostní prvky, které mohou pomoci předcházet nehodám.



Obrázek 16: Samostmívací zrcátka [20]

Novinkou jsou digitální zpětná zrcátka, využívající kameru namontovanou na přední i zadní části vozidla, k zachycení videozáznamu oblasti kolem a za vozem. Záznam se pak zobrazí na obrazovce namontované na palubní desce nebo integrované do tradičního krytu zpětného zrcátka. Tato technologie nabízí několik výhod, včetně:

- Zlepšená viditelnost: Kamera poskytuje širší a jasnější pohled na oblast za vozem, to i za špatných světelných podmínek.
- Snížení mrtvých úhlů: Kamera může být umístěna tak, aby eliminovala slepé úhly, které mohou hrozit u tradičních zrcátek.
- Přizpůsobitelné zobrazení: Řidič může upravit úhel kamery nebo přiblížit a oddálit, aby získal lepší výhled na okolí.
- Vylepšená aerodynamika: Bez potřeby objemných krytů zrcátek může být tak vůz navržen s lepší aerodynamikou, což zlepšuje spotřebu paliva.

Několik výrobců automobilů, včetně Audi, BMW, Cadillac a Tesla, zavedlo do svých vozidel digitální zpětná zrcátka. Stejně jako u každé nové technologie existují určité obavy týkající se spolehlivosti fotoaparátu a obrazovky a také možnosti rozptylování řidiče. Digitální zpětná zrcátka však představují vzrušující nový směr pro automobilovou bezpečnost a pohodlí.

Celkově jsou zpětná zrcátka základním bezpečnostním prvkem, který řidičům umožňuje vidět své okolí a vyhnout se potenciálnímu nebezpečí na silnici. Vzhledem k tomu, že se technologie neustále prudce vyvíjí, můžeme očekávat ještě další vylepšení technologie zrcátek. [21]

1.5 Brzdy

Historie automobilových brzd sahá až do počátků vzniku vozidel, datováno na konci 19. století. Zpočátku byly vozy vybaveny jednoduchými brzdovými systémy, sestávajícími z dřevěných špalíků, které byly přitlačovány ke kolům, aby zpomalily rychlost vozidla. Tyto systémy nebyly příliš účinné a měly omezenou brzdovou sílu i dráhu.

1.5.1 20. století

Na počátku 20. století byla většina automobilů vybavena mechanickými bubnovými brzdami, které se spoléhaly na tření při zpomalování nebo zastavení vozidla. Tyto brzdy měly omezení, zejména při jízdě na mokré vozovce nebo ledu, byly totiž náchylné k prokluzování a ztrátě účinnosti.

1.5.1.1 20. léta

Ve 20. letech 20. století byl představen hydraulický brzdový systém, což bylo zásadní zlepšení z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti. Tento systém využíval brzdovou kapalinu k přenosu síly z brzdového pedálu na brzdové čelisti nebo destičky, které vyvíjely tlak na kola a zpomalovaly je. Hydraulický systém umožňoval rovnoměrnější a přesnější brzdění a byl méně náchylný k selhání než dřívější systémy.

Během této doby mnoho výrobců automobilů také experimentovalo s různými materiály pro brzdové čelisti a destičky. Některé rané materiály zahrnovaly dřevo, kůži a gumu, ale nakonec byly nahrazeny odolnějšími materiály, jako je azbest a keramika. Koncem 20. let 20. století byla představena první polokovová brzdová obložení, vyrobená spojením železného prášku s pryskyřicí.

Všeobecně 20. léta 20. století zaznamenala významný pokrok v technologii automobilových brzd se zavedením hydraulického systému a vývojem odolnějších materiálů brzdových čelistí a destiček. Tato vylepšení přispěla k bezpečnější a spolehlivější jízdě.[23]

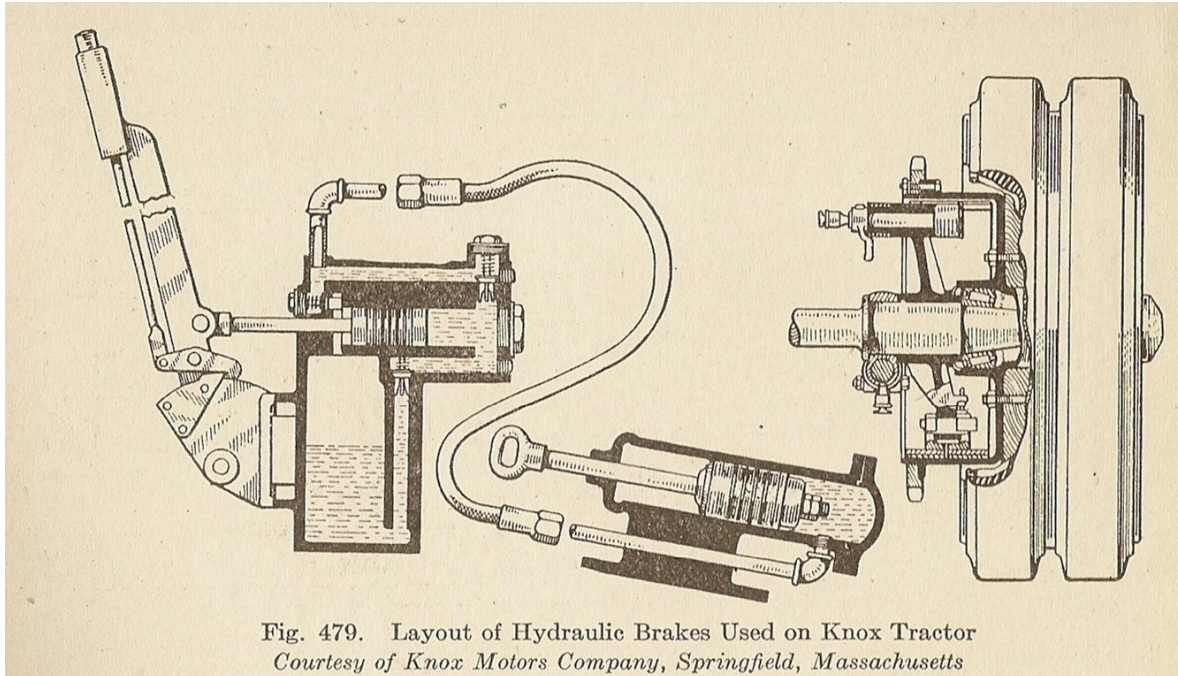


Fig. 479. Layout of Hydraulic Brakes Used on Knox Tractor
Courtesy of Knox Motors Company, Springfield, Massachusetts

Obrázek 17: Diagram hydraulické brzdy [23]

1.5.1.2 30. – 40. léta

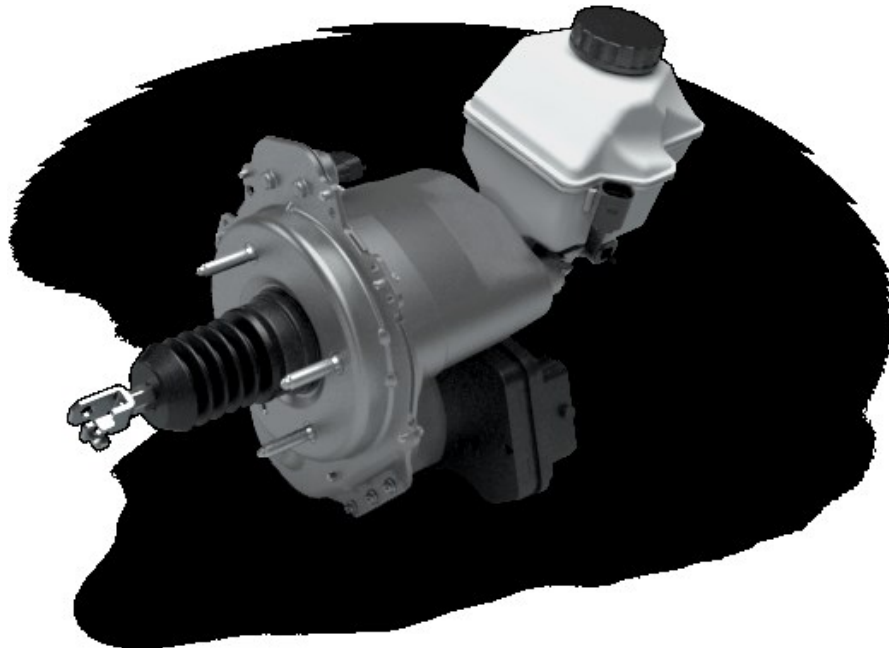
Ve třicátých letech se již běžně využívaly hydraulické brzdové systémy, které byly mnohem účinnější než mechanické brzdy a poskytovaly už rovnoměrnější brzdou sílu na všechna kola. Účinnost hydraulických systémů zlepšilo využití nového vynálezu, posilovače brzd. Brzdy s posilovačem byly zpočátku nabízeny u luxusních vozů, ale brzy se staly dostupnějšími i pro další vozidla.

V této době se v hydraulickém systému používaly bubnové brzdy, vyvíjely se už také kotoučové brzdy. Použití kotoučových brzd zajistilo lepší brzdou sílu, lepší odolnost proti slábnutí účinnosti brzd a lepší chlazení.

Během 40. let se vývoj automobilových brzd z velké části soustředil na zlepšení jejich odolnosti a spolehlivosti. Hlavním momentem bylo široké použití hydraulických brzd, které byly představeny ve 30. letech 20. století, ale až ve 40. letech se rozšířily naplno.

Dále byly hromadně zařazeny do výbavy automobilů posilovače brzd, známé již z předchozích let. Tento systém snižoval riziko selhání brzd v důsledku únavy, využívající podtlakový

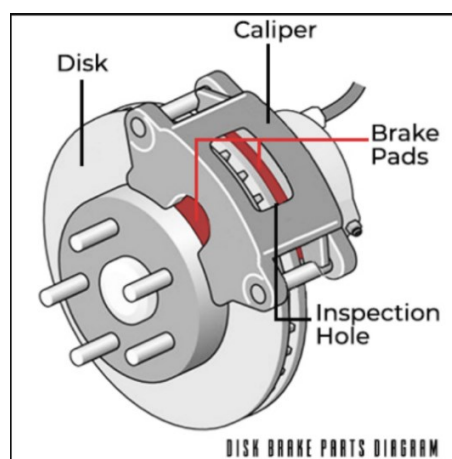
nebo hydraulický systém ke snížení síly potřebné k sešlápnutí brzd. Usnadňoval řidičům zastavení auta, zejména v nouzových situacích.



Obrázek 18: Posilovač brždění [24]

Ve 40. letech byly na vzestupu kotoučové brzdy, které využívaly plochý kotouč a třmeny k vyvíjení tlaku na brzdové destičky. Zatímco s kotoučovými brzdami se experimentovalo ve 20. a 30. letech 20. století, začaly se široce používat až v 50. letech 20. století.

V tomto období se dosáhlo významného pokroku v technologii brzd, který položil základy pro další vývoj moderních brzdových systémů.[23]



Obrázek 19: Diskový brzdový koutouč [26]

1.5.1.3 50. léta

Období 50. let 20. století bylo ve znamení pokračujícího vývoje hydraulických brzdových systémů. Automobily byly vybaveny hydraulickými bubnovými brzdami, a to na všechna čtyři kola, pro zvýšení brzdné síly. Koncem 50. let se u některých vysoce výkonných vozů, jako byl například Jaguar XK150, začaly objevovat ve výbavě přední kotoučové brzdy. [27]

V 50. letech se pokračovalo v technologickém vývoji brzd, s důrazem na zlepšení bezpečnost a výkon automobilů na silnici.



Obrázek 20: Jaguar XK150 [28]

1.5.1.4 60 léta

V 60. letech bylo hlavním přínosem zavedení posilovačů brzd s využitím podtlakového posilovače, který umožňoval maximální brzdny účinek s minimálním úsilím na brzdový pedál.

V roce 1965 byl společností Jensen vyvinut první protiblokovací brzdový systém (ABS) pro použití v leteckém průmyslu. Rozšíření ABS do osobních automobilů bylo až v další dekádě, ale tento vynález znamenal velký krok vpřed v bezpečnosti a technologii brzdění.

Protiblokovací brzdový systém (ABS) je technologie, která umožňuje řidiči udržet kontrolu nad řízením během nouzového zastavení tím, že zabráňuje zablokování kol a smyku. [23]

Během 60. let se kotoučové brzdy začaly plošně prosazovat u vysoce výkonných automobilů a sportovních vozů, náhradou za bubnové brzdy. Kotoučové brzdy poskytovaly lepší brzdovou sílu a konzistentnější výkon, zejména při jízdě vysokou rychlostí a závodění.

Kromě toho došlo v 60. letech k vylepšení brzdových materiálů a konstrukcí, jako je použití keramických brzdových destiček a vývoj dvouokruhových brzdových systémů pro zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti.[23]



Obrázek 21: Jensen FF [29]

1.5.1.5 70. léta

V 70. letech se automobilové brzdy nadále vyvíjely, jeden z nejvýznamnějších pokroků bylo zavedení protiblokovacích brzdových systémů (ABS) pro osobní vozidla. ABS byl vyvinut v 50. letech 20. století pro letadla a později byl upraven pro použití v automobilech.

V roce 1970 představil General Motors prototyp vozu s elektronickým systémem ABS, který pomocí senzorů sledoval rychlost kol a zabraňoval smyku při brzdění. Až v druhé polovině 70. let se ABS začalo široce používat v sériových vozidlech. Mezi prvními automobilkami byl Mercedes-Benz, který v roce 1978 nabízel ABS jako volitelnou součást svých špičkových modelů. [30]

Kotoučové brzdy postupně vytlačovaly bubnové brzdy, aby je nahradily jako primární brzdový systém. Během této doby se také k zákazníkům dostávala většina vozů s posilovačem brzd, byly to podtlakové a hydraulické posilovače.

A konečně, v 70. letech 20. století se zpřísnily bezpečnostní předpisy, zejména ve Spojených státech, což vedlo k vývoji nových bezpečnostních prvků, jako jsou skládací sloupky řízení, polstrované palubní desky a vylepšené bezpečnostní pásy. Tyto bezpečnostní prvky byly navrženy tak, aby minimalizovaly riziko zranění při kolizích a poskytovaly lepší ochranu všech cestujících.[23]



Obrázek 22: ABS senzory [31]

1.5.1.6 80. léta

V 80. letech 20. století se pokračovalo s vývojem nových technologií, a to zaváděním nových bezpečnostních prvků a zlepšením výkonu automobilových brzd. Klíčové změny v automobilových brzdách během tohoto desetiletí představují tzv. elektronické rozdělování brzdné síly (EBD): Technologie EBD, která byla poprvé představena v 80. letech minulého století, automaticky upravuje brzdnu sílu působící na každé kolo na základě rychlosti vozu a dalších faktorů. To může zlepšit brzdny výkon a snížit riziko smyku.

Dalším přínosem v bezpečnosti provozu bylo zavedení povinnosti třetího brzdového světla. Tato povinnost středového brzdového světla byla vyžadována zákony v mnoha zemích. Tím se zlepšila viditelnost brzdění pro vozidla jedoucí za vámi a snížilo se riziko nárazů zezadu.

[23]

1.5.1.7 90. léta

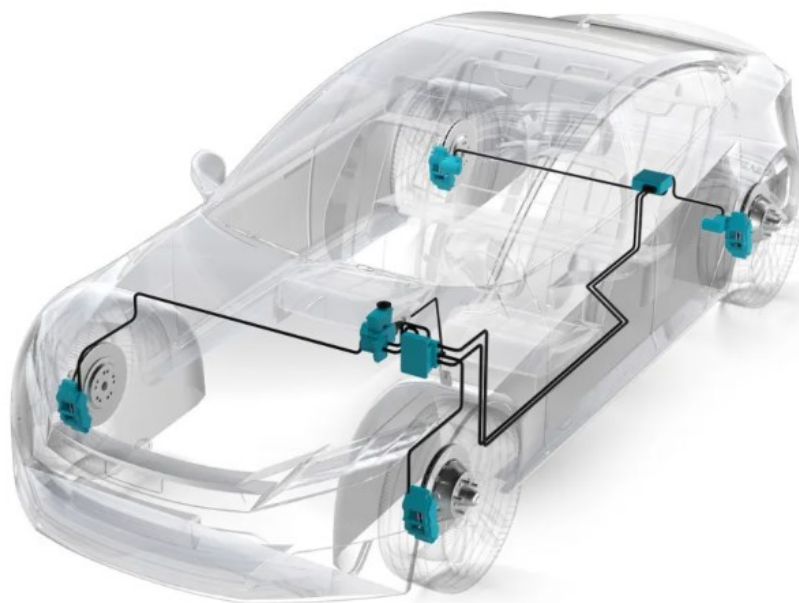
V devadesátých letech zaznamenaly automobilové brzdy důležitý pokrok, a to masivní zavedení protiblokovacích brzdových systémů (ABS) do běžných vozidel. Tato technologie

byla prvotně vyvinuta již v 60. letech 20. století, ale široce implementovaná byla až v 90. letech. ABS se rychle stala standardním bezpečnostním prvkem mnoha nových vozů.

Kromě toho byla v 90. letech představena také elektronická kontrola stability (ESC). ESC pomocí senzorů detekuje, kdy vozidlo začíná ztrácet trakci. Systém poté automaticky přibrzdí jednotlivá kola, aby udržel vůz stabilní a zabránil smyku.[32]

V 90. letech 20. století byla také představena technologie brake-by-wire, s použitím elektroniky k řízení aplikace brzdné síly oproti mechanickému propojení. Tato technologie připravila cestu pro vývoj dalších elektronických brzdových systémů, jako je elektronické rozdělování brzdné síly (EBD) a brzdový asistent.

Také devadesátá léta byla významným obdobím se zaměřením na další zvýšení bezpečnosti a výkonu prostřednictvím elektronických systémů.



Obrázek 23: brake-by-wire [33]

1.5.2 21. století

I v novém století pokračoval vývoj technologií brzd vpřed se zaměřením na to, aby byly brzdy účinnější, odolnější a nově šetrnější k životnímu prostředí. Jedním z hlavních pokroků bylo zavedení rekuperačního brzdění. To umožňuje hybridním a elektrickým vozům zachytit kinetickou energii generovanou při brzdění a využít ji k dobití baterie vozu. [34]

Okolo roku 2010 se technologie brzd automobilů zlepšovala mnoha způsoby. Zde je několik pozoruhodných změn:

- Zavedení elektronických parkovacích brzd: Elektronické parkovací brzdy se začaly stávat běžnějšími v autech v roce 2010 a nahradily tradiční ruční brzdy. Tyto brzdy se ovládají tlačítkem nebo spínačem a pomocí elektromotorů zatahují a uvolňují parkovací brzdu. [35]
- Pokroky v technologii ABS a ESC: Systémy ABS a ESC se nadále zdokonalovaly, s pokročilejšími senzory, rychlejší dobou odezvy a větší přesností. Kromě toho byly do těchto systémů přidány nové funkce, jako je asistent rozjezdu do kopce a kontrola stability náklonu.[23]
- Větší využití rekuperačního brzdění: Jak se hybridní a elektrické vozy staly populárnějšími, technologie rekuperačního brzdění se začala více používat. Tento systém přeměňuje kinetickou energii generovanou při brzdění na elektrickou energii, která může být uložena v akumulátoru, čímž přispívá ke zvýšení dojezdu vozu. [34]
- Zavedení automatického nouzového brzdění (AEB): Systémy AEB se staly běžnějšími v roce 2010, kdy pomocí kamer, radaru a dalších senzorů detekovaly potenciální kolize a v případě potřeby automaticky použily brzdy. [36]

Současný vývoj zahrnuje zvýšené využívání rekuperačního brzdění v elektrických a hybridních vozidlech ke sběru energie a snížení opotřebení tradičních brzdových komponentů. Jsou integrovány pokročilé bezpečnostní systémy, jako je automatické nouzové brzdění a varování před kolizí vpřed, do brzdových systémů za účelem zlepšení účinnosti. Kromě toho se stále více zaměřuje na použití pokročilých materiálů a výrobních technik ke zlepšení výkonu a životnosti brzdových komponent s ohledem na životní prostředí.

1.6 Detekce chodců

1.6.1 Začátky

Časné systémy detekce chodců v automobilech lze vysledovat až na konci 60. a počátku 70. let 20. století. Jeden z prvních systémů byl vyvinut společností RCA v roce 1968 a používal radar namontovaný na přední části vozu k detekci překážek, včetně chodců. Varování řidičů bylo umožněno pomocí vizuálního nebo zvukového signálu.

Další podobný systém byl vyvinut společností Bendix Corporation na počátku 70. let. Tento systém nově využíval řadu senzorů k detekci překážek a informoval řidiče před potenciální kolizí.

Tyto rané systémy byly však ve své době drahé, příliš objemné nebo málo spolehlivé na to, aby byly široce používány ve sériových vozidlech. Až s vývojem pokročilejších sensorových technologií se systémy detekce chodců začaly široce používat v automobilech. [37]

1.6.2 Vývoj a současnost

Technologie na detekci chodců se v automobilovém průmyslu začala plně rozvíjet až a její na počátku 21. století. V roce 2003 představilo Volvo jako první na světě, systém detekce chodců, který byl založen na radaru a kamerách. Systém mohl detekovat chodce před vozidlem a automaticky použít brzdy, pokud řidič včas nezareagoval.

Od té doby mnoho dalších výrobců automobilů vyvinulo své vlastní systémy detekce chodců pomocí různých technologií, jako jsou radary, lidary a kamery. Tyto systémy se stávaly postupem času ještě sofistikovanější a přesnější, kdy nyní dokážou detekovat chodce v širším rozsahu podmínek, jako je slabé osvětlení, déšť a mlha.

V posledních letech jsou systémy detekce chodců stále běžnější v nových vozidlech, zejména ve vozidlech vybavených pokročilými asistenčními systémy řidiče (ADAS). Tyto systémy dokážou nejen detekovat chodce, ale také jiné předměty a vozidla na silnici a mohou poskytovat vizuální a zvukové varování pro řidiče nebo dokonce v případě potřeby provést nápravná opatření. Celkově má technologie detekce chodců potenciál výrazně snížit počet úmrtí a zranění chodců při dopravních nehodách.

Dnes mnoho výrobců automobilů nabízí nějakou formu systému detekce chodců jako standardní nebo volitelnou funkci ve svých vozidlech. Tyto systémy využívají kombinaci kamer, radaru, lidarů a dalších senzorů k detekci chodců a dalších překážek na silnici. Novější systémy detekce chodců dokážou dokonce rozlišit mezi dospělými a dětmi. Některé umí rozlišit cyklisty a další zranitelné účastníky silničního provozu. Když je systémem zjištěn chodec, upozorní řidiče vizuálními a zvukovými výstrahami a v některých případech může dokonce automaticky použít brzdy, aby se vyhnul srážce. Systémy detekce chodců jsou stále pokročilejší, ale nejsou naprosto spolehlivé a řidiči by měli být proto i nadále ostražití a pozorní. [38]

1.6.3 Shrnutí

Bezpečnostní prvky vozidel prošly z hlediska ochrany dlouhým vývojem. Od nárazníků přes světlometry až po AEB a detekci chodců je nyní k dispozici celá řada technologií, které mohou pomoci předcházet nehodám a zachraňovat životy.

2 SOUČASNÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY A JEJICH SPOLUPRÁCE S ŘIDIČEM

V moderních vozidlech se používá mnoho různých bezpečnostních systémů, které pomáhají chránit řidiče, cestující a chodce. Některé z nejběžnějších bezpečnostních systémů:

2.1 Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pásy jsou nejzákladnějším bezpečnostním systémem v každém vozidle. Jsou navrženy tak, aby cestující během srážky bezpečně udržely na sedadlech a snížily tak riziko zranění.

Základní provedení bezpečnostního pásu se skládá z břišního pásu a ramenního pásu, které jsou ukotveny k rámu vozidla. Když je bezpečnostní pás zapnutý, působí silou na tělo způsobem, který pomáhá rozložit energii nárazu do nejsilnějších částí těla. Tím se snižuje pravděpodobnost vážných zranění.

Moderní bezpečnostní pásy často obsahují prvky, jako jsou předpínače a omezovače síly. Předpínače navíjejí bezpečnostní pás, aby se odstranila jakákoliv vůle v případě kolize a omezovače síly umožňují uvolnit pás a pomoci absorbovat sílu nárazu.

Bezpečnostní pásy jsou jedním z nejúčinnějších bezpečnostních prvků v autech a ve většině zemí jsou vyžadovány zákonem. Pásy pomohly zachránit již nespočet životů a zabránit vážným zraněním při autonehodách. Při řízení nebo jízdě v autě je důležité mít vždy bezpečnostní pás zapnutý, protože může výrazně zvýšit šance na přežití nehody. [39]

2.1.1 Spolupráce s řidičem

Běžné bezpečnostní pásy automobilu obvykle nekomunikují přímo s řidičem. Místo toho je jejich primární funkcí zadržet cestující v případě kolize, a tím snížit riziko zranění. Moderní bezpečnostní pásy však mohou být vybaveny již zmíněnými předpínači a omezovači zatížení. Některá vozidla mohou mít navíc systémy upozornění na nezapnuté bezpečnostní pásy. Varování je vizuální nebo zvukové upozornění cestujícím, aby se připoutali. Tyto připomenutí se obvykle spouští, až když je vozidlo v pohybu a řidič nebo spolucestující nejsou připoutáni bezpečnostními pásy.

2.2 Airbagy

Airbag (z angličtiny: vzduchový pytel) je pasivní bezpečnostní zařízení používané především v automobilech. Airbagy fungují tak, že zaznamenají kolizi a rozvinou vak naplněný plynem (obvykle dusíkem nebo argonem), aby tlumil poranění hlavy a hrudníku od nárazu volantů, palubní desky, skla. Vak se po aktivaci postupně vyfukuje, aby bylo možné bezpečně opustit vozidlo.

Samotné airbagy mohou náraz pouze ztlumit, ale nemohou zadržet cestující, takže je nutné je používat ve spojení s bezpečnostními pásy. Při srážce pomáhají bezpečnostní pásy proti vymrštění cestujících směrem dopředu a také rozložit sílu nárazu na širší oblast těla, čímž se snižuje riziko zranění. Statistiky ukazují, že airbagy výrazně snižují riziko smrti nebo vážného zranění.

V posledních letech vedly pokroky v technologii airbagů k vývoji „chytrých“ airbagů, které dokážou upravit své rozvinutí na základě velikosti a polohy cestujícího a také závažnosti nárazu.[40]

2.2.1 Spolupráce s řidičem

Airbagy v automobilu přímo nekomunikují s řidičem. Jsou navrženy tak, aby se v případě havárie automaticky aktivovaly na základě informací ze senzorů, které detekují závažnost nárazu. Airbagy jsou navrženy tak, aby poskytovaly dodatečnou úroveň ochrany řidiče a cestujících snížením rizika zranění při nárazu na tvrdé povrchy uvnitř vozu.

Jakmile se však airbagy aktivují, většinou se na palubní desce objevit varovná kontrolka, která signalizuje, že airbagy byly aktivovány a vůz může vyžadovat servis. Tato výstražná kontrolka může být také doprovázena zvukovým signálem, který řidiče upozorní na potenciální problém samovolné aktivace airbagu.

Trendem novějších modelů automobilů jsou i další funkce, jako systémy automatického nouzového volání, upozorňující záchrannou službu v případě aktivace airbagu.

2.3 Systémy ovlivňující brzdící vlastnosti

2.3.1 Protiblokovací brzdy (ABS)

Moderní verze ABS (Anti-lock Braking System) prošly několika vylepšeními, aby se dále zlepšil jejich výkon a bezpečnostní prvky. Zde jsou některé z moderních verzí ABS:

- Dynamická kontrola stability (DSC): DSC pomáhá udržovat stabilitu vozu během náhlých manévrů, zatáčení nebo kluzké vozovky. Využívá vstupy z ABS, ESC a dalších senzorů k použití brzd jednotlivých kol, aby byl vůz stabilní.
- Řízení brzdění v zatáčkách (CBC): CBC je funkce systému ABS, která brzdí kola, která mají největší přilnavost během zatáčení. To pomáhá snížit nedotáčivost a přetáčivost, zlepšuje ovladatelnost a stabilitu vozu.
- Anti-slip Regulation (ASR): ASR je systém, který zabraňuje prokluzování kol při akceleraci, zejména na kluzkém povrchu. Funguje tak, že sníží výkon motoru nebo přibrzdí prokluzující kolo, což vozu umožňuje bezpečně zrychlit.

2.3.2 BAS

Nouzové brzdění pomáhá dosáhnout maximální brzdné síly v kritických situacích. Systém rozpozná, jak velký tlak řidič vyvíjí na brzdový pedál, a v případě potřeby jej automaticky změní.

V nouzové situaci téměř každý řidič reaguje silným sešlápnutím brzdového pedálu. Ale v některých případech toto sešlápnutí není dostatečně účinné. V brzdovém systému se tak nevytvoří maximální možný tlak, což vede k prodloužení brzdné dráhy. Systém BAS zvyšuje účinky brzdného systému a snižuje brzdou dráhu vozidla.

Systém BAS je důležitým bezpečnostním prvkem, který může pomoci předcházet nehodám tím, že poskytuje dodatečný brzdný výkon, když je to nejvíce potřeba. Mnoho moderních vozidel je standardně vybaveno systémem BAS a doporučuje se, aby řidiči měli systém neustále zapnutý, aby byla posílena maximální bezpečnost na silnici.

2.3.3 Automatické nouzové brzdění (AEB)

AEB je systém, který využívá senzory k detekci hrozící kolize a automaticky aktivuje brzdy, aby zabránil nebo snížil závažnost nárazu.

Systémy AEB využívají různé úrovně zásahu. Od varování řidiče vizuálními a zvukovými výstrahami, přes částečné brzdění za účelem zpomalení vozu, až po plné brzdění za účelem zastavení vozidla. Některé systémy dokážou také detekovat chodce nebo cyklisty a v případě potřeby použít brzdy. Systém AEB obvykle funguje pomocí senzorů nebo kamer, které jsou namontovány na přední části vozidla. Tyto senzory snímají vozovku před vámi a měří

vzdálenost od jiných vozidel nebo objektů. Systém pak tyto informace analyzuje, aby určil pravděpodobnost kolize.

Pokud systém detekuje potenciální kolizi, vyšle řidiči varovný signál, jako je zvukové pípnutí nebo vizuální upozornění. Pokud řidič nereaguje a kolize hrozí, systém AEB automaticky zabrzdí, aby se vyhnul nebo minimalizoval náraz.

AEB je považován za důležitý bezpečnostní prvek v moderních vozidlech. Má výrazný potenciál, proto je stále běžnější jako standardní prvek nebo volitelný doplněk.[41]

2.3.4 Spolupráce s řidičem

ABS během brzdění detekuje kola, pokud se chystají zablokovat, spustí rychlé a střídavé uvolnění, tak aby nedošlo k zablokování kol. To může způsobit pulzování nebo vibrace brzdového pedálu, což řidiče upozorní na aktivaci ABS.

Mnoho moderních aut má navíc na palubní desce výstražné kontrolky, které se rozsvítí v případě problému se systémem ABS. Pokud kontrolka svítí, může to znamenat poruchu v systému a řidič by měl nechat vozidlo zkontrolovat kvalifikovaným mechanikem.

Pokročilejší brzdové systémy, jako je elektronické řízení stability (ESC) a automatické nouzové brzdění (AEB), mohou také komunikovat s řidičem prostřednictvím výstražných světel na palubní desce nebo zvukových upozornění, pokud je detekována potenciální kolize.

2.4 Elektronická kontrola stability (ESC)

ESC je systém, který pomáhá předcházet smyku a ztrátě kontroly při náhlých manévrech nebo na kluzké vozovce.

Moderní verze ESC byly vylepšeny o další technologie, jako například:

- Rychlejší a přesnější senzory: Systémy ESC nyní využívají senzory, které dokážou detekovat změny ve stabilitě a ovládání vozidla v milisekundách, což umožňuje systému rychleji a přesněji reagovat.
- Pokročilejší algoritmy: Systémy ESC nyní používají sofistikovanější algoritmy k analýze dat ze senzorů a určení, kdy použít brzdy a upravit výkon motoru. Tyto algoritmy berou v úvahu faktory, jako je úhel řízení, rychlost vozidla a stav vozovky, aby bylo možné provádět přesnější a efektivnější zásahy.

- Integrace s dalšími bezpečnostními systémy: ESC je často integrován s dalšími bezpečnostními systémy, jako je ABS a kontrola trakce, aby poskytoval komplexní bezpečnostní balíček.
- Rozšířená funkčnost: Některé moderní systémy ESC mají rozšířené funkce nad rámec základní kontroly stability, jako je asistent rozjezdu do kopce, který zabraňuje couvání vozidla při rozjezdu do kopce. [42]

2.4.1 Spolupráce s řidičem

Když se systém ESC aktivuje, obvykle komunikuje s řidičem několika různými způsoby.

Především systém ESC může aktivovat výstražnou kontrolku na palubní desce, která signalizuje, že byla zapnuta. Toto světlo může být doprovázeno pípnutím nebo jiným zvukovým upozorněním, aby upoutal pozornost řidiče.

V druhé řadě systém ESC může způsobit, že brzdy budou pulzovat nebo vibrovat, čímž poskytuje řidiči zpětnou vazbu, že je systém zapojen, a pomáhá udržovat stabilitu.

A konečně, některá vozidla mohou mít také vyhrazenou obrazovku nebo displej, který poskytuje podrobnější informace o systému ESC a jeho stavu.

Stručně řečeno, systém ESC komunikuje s řidičem prostřednictvím výstražných světel, zvukových upozornění a zpětné vazby prostřednictvím brzdového systému, aby řidiči pomohl udržet kontrolu nad vozidlem v potenciálně nebezpečných situacích.

2.5 Sledování mrtvého úhlu (BSM)

BSM je systém, který pomocí radarových nebo ultrazvukových senzorů snímá ostatní vozidla v mrtvém úhlu řidiče a varuje, pokud není bezpečné změnit jízdní pruh.

Sledování mrtvého úhlu (BSM) obvykle funguje takto:

- Monitorování: Systém nepřetržitě monitoruje prostor za vozidlem a po jeho stranách.
- Detekce: Když je v mrtvém úhlu detekováno jiné vozidlo, systém upozorní řidiče prostřednictvím vizuálních, zvukových nebo hmatových varování, jako je světlo na bočním zrcátku, výstražný zvuk a vibrace volantu.
- Zásah: Některé pokročilé systémy BSM mohou také poskytnout nápravná opatření, jako je převzetí řízení nebo brzdění, aby se zabránilo potenciální kolizi.

Tím, že poskytuje řidičům další povědomí o svém okolí, může BSM pomoci předcházet kolizím a zlepšit celkovou bezpečnost na silnici.[43]

2.5.1 Spolupráce s řidičem

Když je vozidlo detekováno v mrtvém úhlu, systém obvykle rozsvítí výstražné světlo na odpovídajícím bočním zrcátku nebo na sdruženém přístroji řidiče. Některé systémy mohou také vydávat zvukové varování nebo poskytovat haptickou zpětnou vazbu, jako jsou vibrace ve volantu nebo sedadle.

Upozornění jsou navržena tak, aby varovala řidiče před možným nebezpečím a pomohla mu zabránit srážce. Je však důležité poznamenat, že by se na systémy BSM nikdy nemělo spoléhat jako na náhražku postupů bezpečné jízdy, jako je vlastní kontrola mrtvých úhlů před změnou jízdního pruhu nebo odbočováním.

2.6 AFL (Adaptive Forward Lighting)

AFL jsou natáčecí světlomety, které reagují na pohyb volantu a obvodové nebo úhlové rychlosti vozidla. AFL umožňuje kvalitní osvětlení vozovky až do vzdálenosti 800 metrů.

Systémy AFL mohou také upravit intenzitu světlometů na základě rychlosti vozu a povětrnostních podmínek. Za špatných světelných podmínek se světlomety automaticky rozsvítí, aby byla zajištěna optimální viditelnost. Řidič pak může lépe zjistit překážku na vozovce. V protisměrném provozu se světlomety automaticky ztlumí, aby neoslňovaly protijedoucí řidiče.

Podle statistik EU snižuje systém AFL o 15% nehodovost v zatáčkách a při snížené viditelnosti.[44]

Spolupráce s řidičem

Primární způsob komunikace AFL s řidičem spočívá v automatickém nastavení světlometů a používání vizuálních indikátorů, které řidiče informují o stavu systému a zvoleném režimu osvětlení.

2.7 Upozornění na vybočení z jízdního pruhu (LDW)

Lane Departure Warning (LDW) také známý jako Lane Assist (LA) a asistent pro jízdu v jízdním pruhu (LKA), jsou související technologie, které tvoří asistenta jízdního pruhu. LDW používá kameru směřující dopředu namontovanou na čelním skle k detekci značení

jízdních pruhů na vozovce. Pokud vůz začne vyjíždět z jízdního pruhu, aniž by to řidič signalizoval, systém na to řidiče upozorní. Obvykle pomocí zvukové výstrahy a/nebo vizuálního signálu na palubní desce nebo bočním zrcátku. LKA jde o krok dále, a to za použití stejné kamery, aktivně navádí vozidla zpět do jeho jízdního pruhu, aniž by řidič musel jednat. Toho je obvykle dosaženo pomocí malých úprav na volantu a řidič může kdykoli tuto funkčnost přepsat. [45]

2.7.1 Komunikace s řidičem

Komunikace s řidičem u těchto systémů může zahrnovat vizuální a/nebo zvuková varování, jako jsou pípnutí, blikající světla nebo vibrace volantu. Varování lze přizpůsobit preferencím řidiče a některé systémy mají dokonce možnost upravit úroveň citlivosti varování. Cílem těchto systémů pomoci řidiči zůstat ve svém jízdním pruhu a předcházet nehodám způsobeným vyjetím z jízdního pruhu.

2.8 Varování před kolizí (FCW)

FCW je systém, který využívá senzory k detekci jiných vozidel nebo předmětů před vozidlem a varuje řidiče, pokud se příliš přibližují. Funguje tak, že pomocí senzorů, jako jsou radary, kamery nebo lasery, zjišťuje vzdálenost a rychlost vozidla vpředu. Dále vypočítává dobu, za kterou by se automobil řidiče srazil s vozidlem před ním, pokud by řidič sám nereagoval.

Komunikace s řidičem

Pokud systém určí, že hrozí kolize, upozorní řidiče vizuálním, zvukovým nebo hmatovým upozorněním, jako je blikající světlo, pípnutí nebo vibrace volantu či sedadla. Účelem varování je poskytnout řidiči dostatek času na to, aby provedl vyhýbací akci, jako je brzdění nebo vybočení, a tím se vyhnul srážce.

Celkově je FCW cenným bezpečnostním prvkem, který může pomoci zabránit nárazům zezadu, jenž patří mezi nejčastější typy dopravních nehod.[46]

2.9 FA (Front Assist)

Front Assist je bezpečnostní systém, který je navržen tak, aby snímal potenciální srážku s vozidlem vpředu. Varoval řidiče nebo dokonce automaticky použil brzdy, aby se vyhnul nebo zmírnil náraz. Systém obvykle využívá kombinaci radaru a kamer k monitorování vozovky před vámi a detekci vozidel nebo jiných objektů, které jsou v dráze vozu.

Front Assist obvykle funguje při rychlostech do 30 km/h a může pracovat ve spojení s dalšími bezpečnostními systémy, jako je adaptivní tempomat (ACC) a Lane Assist. Systém je k dispozici na řadě moderních vozidel různých výrobců, včetně Volkswagenu, Audi a Škody.[47]

Komunikace s řidičem

Front Assist obvykle zobrazuje varovné zprávy na palubní desce nebo na obrazovce infotainmentu a také poskytuje zvuková varování nebo zvonění. Pokud řidič nereaguje na varování a kolize stále hrozí, systém může automaticky použít brzdy, aby vůz zpomalil nebo úplně zastavil. Některé systémy mohou také poskytovat hmatovou zpětnou vazbu, jako je vibrace volantů nebo sedadla, aby řidiče upozornily na potenciální kolizi. Celkově je Front Assist navržen tak, aby poskytoval další úroveň bezpečnosti tím, že pomáhá řidičům vyhnout se srážkám nebo snížit závažnost nehody. Funguje ve spojení s dalšími bezpečnostními systémy, jako je ABS a ESC, a poskytuje komplexní bezpečnostní balíček pro moderní vozy.

2.10 PA (Park assist)

Parkovací asistent (PA) je systém, který pomáhá řidičům navádět a zaparkovat vozidlo pomocí senzorů a kamer k zobrazení překážek. Systém může být buď plně automatizovaný, nebo poskytovat řidiči asistenci při parkování.

Systém obvykle funguje tak, že pomocí senzorů a kamer skenuje okolní oblast a zobrazuje případné překážky. Jakmile je objevena překážka, systém poskytuje řidiči navádění prostřednictvím vizuálních nebo zvukových signálů, které udávají vzdálenost mezi vozidlem a překážkou.

V plně automatizovaných systémech vozidlo přebírá kontrolu nad řízením a parkováním, zatímco řidiči stačí ovládat brzdový a plynový pedál. V poloautomatizovaných systémech má řidič stále kontrolu nad řízením, ale systém poskytuje navádění a asistenci pro usnadnění parkování.

Komunikace s řidičem

Komunikace s řidičem se liší v závislosti na systému a vozidle. Obvykle systém použije vizuální a zvukové signály k označení vzdálenosti od překážky, směru řízení vozidla a kdy zastavit. Některé druhy parkovacích asistentů mohou také poskytovat vizuální zobrazení vozidla a okolních překážek na obrazovce palubní desky nebo středové konzole. Parkovací

asistenční systémy mohou usnadnit bezpečnější parkování pro řidiče, snížit riziko nehod a poškození vozidla. [48]

2.11 Detekce chodců

Detekce chodců je systém, který využívá kamery a senzory k identifikaci chodců na vozovce a varuje řidiče, pokud hrozí kolize. Některé systémy mohou dokonce automaticky použít brzdy, aby zabránily srážce.

Některé systémy detekce chodců mohou pracovat i v noci nebo za špatných světelných podmínek pomocí infračervených kamer nebo jiných senzorů. [49]

Komunikace s řidičem

Systémy detekce chodců mohou komunikovat s řidiči různými prostředky, v závislosti na konkrétním systému a výrobci vozidla. Pokud je chodec zaznamenán, systém obvykle upozorní řidiče prostřednictvím vizuálních nebo zvukových signálů nebo kombinací obou.

Některé systémy mohou například zobrazovat varovnou zprávu nebo kontrolku na palubní desce, zatímco jiné mohou používat zvukové varování, jako je pípnutí nebo zvonění. Některé systémy mohou k upozornění řidiče dokonce využívat hmatovou zpětnou vazbu, jako jsou vibrace ve volantu nebo sedadle.

Některé systémy mohou navíc aktivovat také automatické nouzové brzdění, pokud je vyhodnocena potenciální kolize s chodcem a řidič včas nezareaguje. To může pomoci zmírnit závažnost srážky nebo jí dokonce úplně zabránit. Je však důležité poznamenat, že i tyto systémy detekce chodců nemusí fungovat ve všech situacích a je stále na odpovědnosti řidiče, aby přijal příslušná opatření a zabránil srážce.

2.12 Využívání systémů u světových značek

Hlavní funkce popsaných systémů jsou ve zkratce uvedeny v souhrnné tabulce.

Tabulka 1 vysvětlení zkratk

Název systému	Funkce
ABS (Anti-lock Brake System)	Zamezení blokování kol při brzdění
ASR (Anti-Slip Regulation)	Zamezení prokluzu kol při akceleraci
ESP (Electronic Stability Program)	Kontrola smyku vozidla
BAS (Brake Assist System)	Zvýšení brzdného účinku
AFL (Adaptive Forward Lighting)	Natáčení světlometů v zatáčkách
FA (Front Assist)	Kontrola bezpečné vzdálenosti za vozidlem
LA (Lane Assist)	Kontrola jízdy mezi podélnými pruhy

S – Standardní výbava

V – Volitelná výbava

Tabulka 2 Jednotlivé systémy používané u světových značek

Výrobce	Model	ABS	ASR	ESP	BAS	AFL	FA	LA
Alfa Romeo	Giulia	S	S	S	V	V	V	V
Audi	A4	S	S/V	S	S	S	V	V
BMW	3 Série	S	S/V	S	V	V	V	V
Fiat	500x	V	V	–	V	V	V	V
Ford	F-150	S	S	S	V	V	V	S
Honda	Accord	S	S	S	S	S	V	V
Honda	Civic	S	S	S	S	S	–	V
Hyundai	Kona	S	S/–	V	S	S	V	V
Jaguar	E-Pace	S	S	S	S	S	V	V
Jeep	Cherokee	S	S	–	S	S	S	S

Jeep	Wrangler	V	V	–	–	–	V	S
Kia	Soul	V	V/–	V	V	V	V	S
Land Rover	Discover	S	S	S	S	S	S	V
Lexus	ES	S	S	S	S	S	V	V
Mazda	3	S	S	S	S	S	V	S
Mercedes-B	A-Class	S	S	S	V	V	S	S
Mini	Cooper	S	S/–	S	–	–	–	V
Nissan	Altima	S	S	S	V	V	V	V
Subaru	Outback	S	S	S	S	S	V	V
Tesla	Model 3	S	S	S	S	S	–	–
Toyota	Corolla	S	S	S	S	S	V	V
Volkswagen	Golf	S	S	S	–	–	S	V
Volvo	S60	S	S	S	S	S	S	V

[50]

2.13 Shrnutí

Závěrem lze říct, že současné bezpečnostní systémy ve vozidlech ušly dlouhou cestu ve zlepšování bezpečnosti řidičů, cestujících a dalších účastníků silničního provozu. Integrace technologií jako ABS, ESC, AEB, LDW a BSM výrazně snížila výskyt nehod na našich silnicích. Neustálý pokrok v těchto technologiích a začlenění umělé inteligence, strojového učení a senzorů učinily moderní automobily mnohem propracovanější než jejich předchůdce. Spolupráce mezi těmito systémy a řidičem navíc ještě více zlepšila bezpečnost. Celkově je vývoj bezpečnostních systémů slibný a můžeme očekávat, že v blízké budoucnosti budou standartní výbavou každého nového vozidla.

3 SOUČASNÉ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY

Na trhu je k dispozici několik různých systémů zabezpečení automobilů, z nichž každý má své specifické vlastnosti a výhody. Zde je srovnání některých nejběžnějších systémů zabezpečení automobilů.

3.1 Autoalarmy

Autoalarmy jsou základním zabezpečovacím systémem, který existuje již řadu let. Obvykle je vybaven hlasitou sirénou, která se aktivuje, pokud se někdo pokusí vloupat do auta. Autoalarmy sice dokážou účinně odradit zloděje, ale mohou je spustit i jiné faktory, jako je projíždějící kamion nebo silný poryv větru.

Většina autoalarmů pracuje s využitím kombinace pohybových senzorů a kontaktů, které jsou umístěny na dveřích, kapotě a kufru vozidla. Když senzory detekují pohyb nebo pokus o vloupání, spustí alarm. Součástí alarmu je obvykle spolu s hlasitou sirénou ještě blikající světlo k upoutání pozornosti.

3.1.1 Účinnost

Přestože autoalarmy byly k dispozici již dříve, nárůst jejich instalace byl zaznamenán až v 80. a 90. letech. Důležitým faktorem je optimální nastavené jejich citlivosti, aby nedocházelo k náhodné aktivaci. V praxi to znamená, že pokud lidé je slyší příliš často, tak je ignorují. V roce 1994 newyorské policejní oddělení tvrdilo, že autoalarmy mohou ve skutečnosti vést k většímu počtu krádeží aut a vloupání. Existuje jeden záznam z roku 1992, kde zloděj v New Yorku zatřásl autem, aby úmyslně spustil alarm, aby zakryl zvuk rozbíjení okna.[51]

Celkově jsou autoalarmy důležitým bezpečnostním prvkem a mohou řidičům poskytnout klid tím, že ztěžují odcizení vozidla nebo zavazadel uvnitř vozu.

3.2 Imobilizéry

Imobilizéry jsou elektronická zařízení, která brání nastartování motoru, pokud není použit správný klíč. Jsou navrženy tak, aby zabránily krádeži auta tím, že znesnadňují připojení auta nebo jeho nastartování pomocí duplikátu klíče.

Systém imobilizéru obvykle používá klíč transpondéru, který obsahuje malý mikročip, který po vložení klíče do zapalování odešle jedinečný kód do ECM vozidla. Pokud ECM rozpozná

kód, umožní nastartování motoru. Naopak pokud kód není rozpoznán, ECM zabrání nastartování motoru.

Imobilizéry jsou přínosným prostředkem proti krádeži, protože zlodějům značně znesnadňují nastartování vozidla bez správného klíče. I když je zloděj schopen se vloupat do vozidla, imobilizér zabrání chodu motoru. Jsou tak účinným bezpečnostním systémem, neposkytují však žádnou ochranu proti vloupání nebo vandalismu.[52]

3.2.1 Účinnost

Studie z roku 2016 zveřejněná v Ekonomickém věstníku zjistila, že imobilizéry snížily krádeže aut asi o 40 procent v letech 1995 až 2008. Výhody ochrany proti krádeži jsou nejméně třikrát vyšší než náklady na instalaci zařízení.[53]

3.3 Sledovací systémy GPS

Sledovací systémy GPS využívají satelitní technologii ke sledování polohy vozidla. Mohou být použity k lokalizaci odcizeného auta a mohou být také použity ke sledování místa pobytu vozidel vozového parku nebo mladistvých řidičů. GPS sledovací systémy mohou být účinné při získávání odcizených vozidel, ale jsou často nákladné a vyžadují měsíční předplatné.

3.3.1 Účinnost

Sledovací systém jako samotný nezabraňuje krádeži vozidla, ale spíše se jedná o dodatečnou a účinnou pomoc při hledání tohoto vozidla. Přesnější zjištění polohy závisí na několika faktorech: na typu zařízení, provozní teploty, druhu napájení a rychlosti jízdy. Proto se tento systém neinstaluje jako jediný bezpečnostní systém automobilu, ale slouží spíše jako záruka rychlejšího nalezení vozidla.

3.4 Systémy dálkového startu

Systémy dálkového startu umožňují řidiči nastartovat vůz na dálku pomocí dálkového ovládní. To může být přínosné v chladném nebo horkém počasí, ale také výhodné tím, že umožňuje řidiči nastartovat auto a zamknout dveře z bezpečné vzdálenosti.

Systém může také obsahovat funkce, jako je automatická klimatizace a bezklíčový přístup. Je důležité si uvědomit, že systémy dálkového startu by měly být používány pouze bezpečným a odpovědným způsobem, protože ponechání běžícího vozidla bez dozoru může představovat bezpečnostní riziko. [54]

3.4.1 Účinnost

Bezklíčové zapalování není standardně lepší zabezpečení. V říjnu 2014 bylo zjištěno, že někteří pojistitelé ve Spojeném království by nepojistili některá vozidla s bezklíčovým vstupem, pokud by nebyly namontovány dodatečné mechanické zámky. Důvodem byly nedostatky v systémech bezklíčového vstupu.[55]

Bezpečnostním problémem všech systémů vzdáleného přístupu je technika falšování zvaná replay attack. Zloděj zaznamená signál odeslaný klíčem zámku ve speciálním přijímači zvaném záznamník kódu a přehraje jej později, aby otevřel dveře. Prevencí k tomu je, že klíč nepoužívá pokaždé stejný odemykací kód, ale pohyblivý kód – generátor pseudonáhodných čísel, který pokaždé vydává jiný kód. Autopřijímač má další generátor pseudonáhodných čísel, který je synchronizován s dálkovým ovládáním pro identifikaci kódu. FOB zašifruje kód tak, aby zloděj simuloval generátor pseudonáhodných čísel.[56]

3.5 Bezpečností kamera do auta

Bezpečnostní kamery do auta jsou novější technologií, kterou lze použít k monitorování vnitřku a vnějšku vozidla. Mohou být užitečné při prevenci vloupání nebo vandalismu a mohou také poskytnout důkazy v případě krádeže. Bezpečnostní kamery do auta mohou být drahé a vyžadují odbornou instalaci, ale nabízejí vysokou úroveň zabezpečení.

Existují různé typy palubních kamer, od základních modelů, které jednoduše nahrávají záběry, až po pokročilejší systémy, které jsou vybaveny sledováním GPS, nočním viděním, detekcí pohybu, a dokonce i připojením Wi-Fi pro vzdálené prohlížení a sdílení. Některé bezpečnostní kamery do auta jsou navrženy tak, aby byly vždy zapnuté a nepřetržitě zaznamenávaly záběry, jiné se aktivují při kolizi nebo jiné události. Záznamy zachycené těmito kamerami lze použít jako důkaz v případě nehody, pojistné události nebo jiného soudního řízení. Celkově lze říct, že bezpečnostní kamery automobilů poskytují řidičům další rovinu ochrany a mohou pomoci zabránit krádežím, vandalismu a jiné trestné činnosti.

3.5.1 Účinnost

Autokamera, stejně jako GPS sledování, nezabraňuje vniknutí do vozidla, ale může poskytnout několik užitečných věcí spjatých s bezpečností pro řidiče a jeho okolí.

3.5.1.1 *System varování před nehodou*

Palubní kamera, která v případě vážné nehody odešle automatické nouzové upozornění určenému kontaktu, může řidiči a příjemci textových zpráv pomoci nebo uklidnit. Na celostátní úrovni se podle americké pojišťovací firmy stane účastníky nehod 43 procent nových řidičů a 37 procent řidičů v druhém roce řízení.[57]

3.5.1.2 *Autokamera v parkovacím režimu*

Pokud je palubní kamera připojena v parkovacím režimu, může zaznamenávat, když parkujete a motor je vypnutý. Držák využívá malé množství baterie vašeho vozidla na palubní desce, ale ne dostatečné k vybití baterie. Když je aktivován G-senzor palubní kamery, může automaticky začít nahrávat a u některých palubních kamer varovat registrovaného uživatele palubní kamery před kolizí. Stejně tak pohybové čidlo na kameře na palubní desce zaparkovaných vozidel dokáže detekovat změny osvětlení a poskytnout stejný bezpečnostní prvek. Slouží řidičům na přeplněném parkovišti, kteří chtějí zaznamenávat dění na kameru nebo se obávají parkování v noci na ulici.

3.5.1.3 *ADAS*

ADAS, také známé jako Advanced Driver Assistance Systems, jsou bezpečnostní prvky, které mohou zabránit nehodám způsobeným jednoduchými chybami. Lane Departure je funkce ADAS v palubních vačkách, která varuje řidiče vizuálními nebo zvukovými signály, když vybočí z jízdního pruhu. Ať už jste unavení po dlouhé jízdě nebo jste rozptýleni dopravní špičkou, palubní kamera s varováním před opuštěním jízdního pruhu je cenným bezpečnostním prvkem, který vám může pomoci vyhnout se nehodě.

Varování před čelní kolizí je další funkcí palubní vačky ADAS, která pomáhá detekovat, kdy řidič zrychluje směrem k vozidlu nebo se k němu příliš přibližuje. Mnoho novějších vozidel má tuto funkci, ale i starší modely mohou reagovat díky vestavěným kamerám, které hlasově upozorní, pokud se řidič rychle přibližuje k objektu. Tato funkce je užitečná zejména jako upozornění pro řidiče, že vůz vpředu prudce brzdí nebo se jednoduše příliš přiblížil zezadu. Zůstat ve střehu při řízení je nejlepší způsob, jak předcházet nehodám, ale všechny bezpečnostní prvky mohou ještě více snížit nebezpečí na silnici.

3.6 Shrnutí

Na trhu k dispozici mnoho různých systémů zabezpečení automobilů, z nichž každý má své vlastní vlastnosti a výhody. Nejlepší bezpečnostní systém pro vaše vozidlo závisí na konkrétních potřebách a rozpočtu. Vždy je dobré před nákupem prozkoumat a porovnat různé systémy, abyste se ujistili, že za své peníze dostanete tu nejlepší hodnotu. Je však důležité poznamenat, že žádný bezpečnostní systém není zcela spolehlivý a že je vždy důležité přijmout další opatření, jako je parkování na dobře osvětlených místech a zamezení ponechání cenností v autě.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 MĚŘENÍ SYSTÉMŮ SNIŽUJÍCÍ RIZIKO ZRANĚNÍ CHODCŮ

4.1 Metoda testování

4.1.1 Cíl výzkumu

Cílem praktické části bylo porovnat bezpečnostní prvky vozidel určené na ochranu chodců. Výsledné hodnoty byly zapsány do tabulky podle průměrného umístění našich dostupných aut ve čtyřech různých testech. Vozidlo umístěné na prvním místě z našeho vzorku aut bylo tedy vyhodnoceno jako nejbezpečnější.

4.1.2 Kritéria měření

Každé měření muselo splňovat určité požadavky:

- Znovu měřitelnost: při měření jsme si dávali pozor na nahodilé situace, které by mohly výsledné měření výrazně ovlivnit. Snažili jsme se, aby naše měření bylo prováděno za co nejvíce ideálních podmínek, bez rušivých momentů, aby bylo možné, popřípadě vše přeměřit/opravit.
- Výstupní výsledky vycházely z průměru: každé měření se provádělo 3krát až 4krát podle potřeb jednotlivých testů, aby nedocházelo k zapsání nahodilých výsledků jako pravdivých.
- Dokumentace: pro ještě lepší představu bylo součástí měření a zapisování i pořizování fotodokumentace. Nejenom výsledky, ale i pořízené fotografie hrály velikou roli při následné prezentaci výsledků.

4.1.3 Metodika

Při našem výzkumu byla použita metoda terénního experimentu. Měření se prováděla v různém ročním období, v jinou denní dobu (za světla a za tmy) a za jiných povětrnostních podmínek. Testování jsme zaměřili především na posouzení bezpečnosti chodců vůči osobním automobilům v těchto aspektech:

- výhled z vozidla,
- kvalita senzorů.
- kvalita světlometů,
- kvalita brzd.

Měření má porovnat hodnoty u více standardních vozidel, stanovit závěry, návrhy řešení a doporučení.

4.2 Výhled vozidla

4.2.1 Popis provedeného měření

Provedené měření mělo za cíl porovnat výhledy řidičů testovaných vozidel. Zjistit klady a zápory jednotlivých typů vozidel z pohledu řidiče a s dopadem na viditelnost chodců, pohybujících se na kraji vozovky.

K měření byl použit svinovací metr, se kterým jsme změřili minimální a maximální vzdálenost (vrchní a spodní část) předního a zadního skla k očím řidiče.

Tímto způsobem jsme přibližně vypočítali, pod jakým vertikálním úhlem vidí řidič na vozovku.

Řešili jsme pouze vertikální úhel, neboť horizontální pohled se značně odvíjí od periferního vidění řidiče, které může být velmi individuální.



Obrázek 24: Auto s popisem měření [58]

4.2.2 Naměřené hodnoty

Tabulka 3 Hodnoty výhledu z vozidel

Název Auta	Výhled z předního okna [°]	Výhled ze zadního okna [°]	Celkový výhled z předních a zadních oken [°]
Hyundai Kona 1.0 T-GDI	62,806	61,759	62,2825
Suzuki Liana 1.6	59,002	60,593	59,7975
Škoda Kamiq 1.0 Tsi	56,30	54,90	55,6
Škoda Karoq 1.6 TDI	55,805	55,18	55,4925
Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	53,201	50,208	51,7045
Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	50,349	52,77	51,5595
BMW 530d (E39)	48,30	50,10	49,2
Škoda Octavia 3 1.6 TDI	46,528	47,39	46,959

4.2.3 Závěry z měření

Při porovnávání výsledků jsme zjistili, že auta menšího typu jako hatchback/crossover mají nejlepší výhled, hlavně díky krátké vzdálenosti k zadnímu oknu, kde auta typu sedan/kombi zaostávají. Uprostřed se umístila auta typu SUV, která svými výsledky nijak nepřekvapila. Po podrobnějším prostudování vrchní trojky měřených aut, jsme došli k názoru, že auta, která byla zkonstruována pro městský provoz, jako právě hatchback/crossover, jsou díky svému výhledu, na situaci ve městech nejlépe vybaveni.

Moderní trendy u konstrukce automobilů přinesly problémy s viditelností. Vyšší posed řidiče u crossoveru a SUV způsobil výrazněji horší odhad, na to, co se děje v jeho blízkém okolí. Tím může dojít k přehlédnutí malých překážek, zejména při couvání nebo parkování, jako jsou například: obrubníky, díry na vozovce, odpadky, zvířata, menší děti atd.

I když auta typu sedan/kombi měla nejhorší výsledky z tohoto měření, u nich tyto problémy jsou výrazněji menší, neboť sedí znatelně blíže k vozovce. Tím může být parkování pro tyto auta snadnější s přidaným benefitem přístupnějšího nástupu do vozidla.

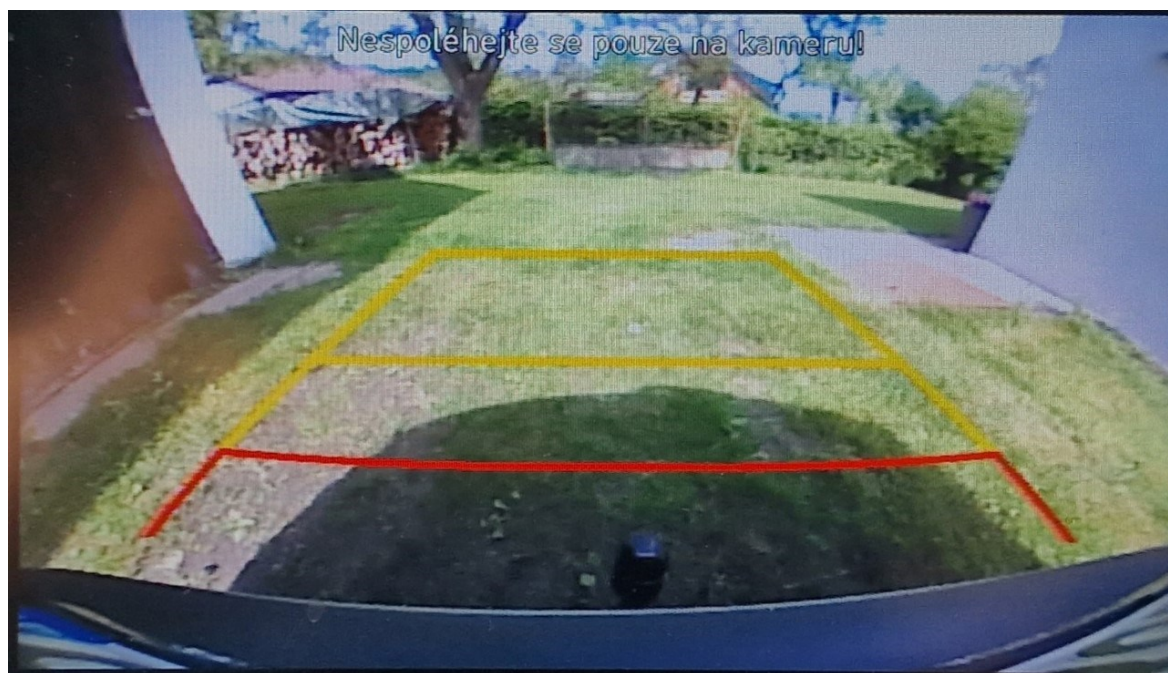
Dalším negativním trendem je tovární zatmavení zadních skel pomocí fólií. Pomáhají v ochraně proti slunečnímu záření a zvyšují anonymitu cestujících, ale za cenu horšího výhledu do zadní části vozidla. Tento problém se zněkolikanásobí při soumraku nebo v noci, kdy je výhled téměř nulový. Při takto sníženém výhledu bude mít řidič zhoršenou šanci vidět procházejícího chodce nebo překážku na parkovišti.

Naopak pozitivem bylo vybavení aut parkovací kamerou. Parkovací kamera umístěná nad SPZ nabízí lepší výhled a tím výrazněji usnadní parkování pozadu. Ale i tyto kamery mohou skrývat nedostatky. Například nedostatečně vysoké rozlišení videa nebo řidičova přehnaná

důvěra v kamerový systém. Pokud se začne spoléhat na parkovací kameru příliš, nemusí si pak všimnout chodce přicházejícího z boku.



Obrázek 25: Výhled ze zadní kamery během tmy



Obrázek 26: Výhled ze zadní kamery za světla

Z měření vyplynulo, že menší a nižší auta měla jednoznačně nejlepší výhled. Jízda s velkými vozidly, která nebyla konstruována na naše české silnice, jako např. RAM 3500 se svojí výškou dvou metrů, se dá vnímat jako nepromyšlená a z části nezodpovědná vůči chodcům.

Řidiči by tedy měli více uvažovat při koupi vozidla, jak velké auto si pořídit a k jakým účelům ho budou využívat, zvláště pokud se většinu času zdržují ve městě.

4.2.4 Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje

Vylepšené stěrače čelního skla: pokročilejší systémy stěračů čelního skla mohou zlepšit viditelnost za nepříznivých povětrnostních podmínek tím, že poskytují lepší pokrytí a snižují výskyt šmouh.

Větší okna: zvětšení velikosti oken může pomoci zajistit lepší výhled do okolí. Toho lze dosáhnout použitím tenčích okenních rámců a zvýšením množství skla v autě.

Větší viditelnost by zaručovalo i rozšířenější použití:

- kamerových systémů, které mohou poskytnout 360stupňový výhled kolem vozidla, což umožňuje řidičům vidět předměty, které mohou být zakryty mrtvými úhly. To může být také užitečné při parkování nebo manévrování ve stísněných prostorech.
- Pokročilých osvětlovacích systémů, jako jsou adaptivní systémy předního osvětlení (AFS) a Matrix LED světlomety, mohou zajistit lepší viditelnost za zhoršených světelných podmínek a zároveň minimalizovat oslnění protijedoucích řidičů
- Head-up displejů, které pomocí displeje promítají na čelní sklo důležité informace, jako je rychlost a směr navigace, a umožňují tak řidičům sledovat vozovku a zároveň mít přístup k důležitým informacím.



Obrázek 27: head-up display [59]

- Pokročilých asistenčních systémů pro řidiče (ADAS), jako je varování před opuštěním jízdního pruhu a varování před kolizí vpředu, mohou řidiče upozornit na potenciální nebezpečí a pomoci předcházet nehodám.

4.3 Kvalita senzorů

4.3.1 Popis provedeného měření

Kvalitu senzorů jsme měřili dvěma způsoby. První způsob bylo testování maximální a minimální vzdálenosti zadních či předních parkovacích senzorů u všech vozidel s touto výbavou. Měřením jsme zjišťovali jejich přesnost pomocí uměle vytvořené překážky a zkoumali možné odlišnosti. Ověřovali jsme, od jaké vzdálenosti a výšky reagují a jestli zhoršené podmínky mají vliv chování/měření senzorů.

V druhé části jsme měřili reakci rozjetého auta (při rychlosti 30Kmh), když před vozidlo byla postavena umělá překážka. Některá měřená vozidla měla funkci automatického brzdění, tudíž jsme se snažili vyvolat a změřit tuto funkci, jak moc je účinná oproti ostatním vozidlům s tímto systémem a bez něj.

4.3.2 Naměřené hodnoty

Tabulka 4 Hodnoty předních senzorů

	Název Auta	Maximální vzdálenost [m]	minimální vzdálenost [m]
1	Škoda Karoq 1.6 TDI	1,25	0,25
2	Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	1,05	0,27
3	Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	0,73	0,27

Tabulka 5 Hodnoty zadních senzorů

Název Auta	Maximální vzdálenost [m]	minimální vzdálenost [m]
Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	1,51	0,38
Skoda Kamiq 1.0 Tsi	1,57	0,30
Škoda Karoq 1.6 TDI	1,53	0,26
BMW 530d (E39)	1,30	0,30
Hyundai Kona 1.0 T-GDI	1,05	0,35
Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	1,05	0,33

4.3.3 Závěry u měření

Experiment v první části se vydařil podle očekávání. Měřili jsme přední a zadní parkovací senzory u vozidel, které měly tyto technologie ve výbavě. V tomto měření byl zjištěn trend, který pak se objevuje i u následujících měření. Auta od stejného výrobce mají velmi podobné, skoro až identické výsledky. Tak tomu bylo u aut jako Škoda Karoq, Kamiq a Volkswagen T-Roc, která patří do skupiny Volkswagen Grup. Podobné výsledky měla také Kona a Hyundai I30, která spadají pod Hyundai Motor Group. Z toho lze usoudit, že tyto výrobci používají shodné nebo velmi podobné součástky napříč několika modely. To zaručuje lepší prvky senzorů pro majitele i levnějších automobilů a úsporu nákladů pro výrobce.

Výsledky předních senzorů, které jsou stále poměrně vzácné v základní výbavě, nám hlásily reakce čidel okolo jednoho metru. Což byla kratší vzdálenost než u výsledků zadních senzorů. U předních parkovacích čidel se dá předpokládat, že řidič nepotřebuje tak daleký výhled při parkování dopředu a tyto senzory představují spíše takovou pojistku před nárazem.

U výsledků zadních senzorů byla jejich změřená vzdálenost mezi 0,3 až 1,3 metru. Tyto senzory usnadňují řidičům jízdu, zejména při couvání a parkování. Senzory mohou detekovat překážky na vozovce nebo chodce, kterých si řidič nemusí všimnout. Řidič je upozorněn zvukovým signálem nebo systémem vozidlo přímo zastaví. Tento systém je velkým přínosem řidičům s omezenou mobilitou nebo při zhoršené viditelnosti, za šera či ve tmě.

V druhé části měření byl náš plán, otestovat všechny vozy s technologií front Assist, která je ve výbavě většiny nových automobilů. Tyto vozy se pak rozjely na požadovanou rychlost 30 km/h přímo proti statické překážce (v našem případě zabalené zateplení ze skelné vaty). Zaznamenávali jsme reakce systému na danou bariéru.



Obrázek 28: Testování brzdění a systému front Assist

Domnívali jsme se, že systém detekuje překážku a buď řidiče akusticky upozorní nebo vozidlo přímo zastaví. Nastala se však ani jedna z těchto věcí. Test jsme prováděli u čtyř vozidel, na kterých jsme opětovně zkontrolovali aktivaci systému. Po prvním neúspěšném dni testování jsme kontaktovali fóra a prodejny Škoda, Volkswagen a Hyundai. Jejich zástupci však nebyli schopni zjistit ani zodpovědět v čem problém spočívá. Jeden z prodejců (Porsche Hradec Králové) dokonce vyzkoušel tento test na vlastním voze, kdy použil jako překážku papírové krabice. V jeho případě se systém signalizace nebo úplného zastavení vozidla podařil pouze v polovině případů, ale ani on nebyl schopen tuto nespolehlivost vysvětlit.

4.3.4 Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje

Jedním z potenciálních řešení pro zlepšení senzorů automobilů je začlenění pokročilejších technologií umělé inteligence (AI) a strojového učení do senzorových systémů. Senzory vozu se tak mohou učit a přizpůsobovat různým jízdám podmínkám a prostředím a poskytovat tak přesnější a spolehlivější data pro řidiče. Upozornění na příčný provoz zezadu a sledování mrtvého úhlu mohou nejlépe zajistit a 360stupňové kamerové systémy.

Další oblastí pro možný rozvoj je využití technologie LiDAR (Light Detection and Ranging). LiDAR využívá laserové paprsky k vytváření detailních 3D map prostředí kolem vozidla, které poskytují vysoce přesné a přesné informace o umístění objektů a potenciálních nebezpečích. Tato technologie se již používá v některých samoříditelných autech. V budoucnu by mohla být zařazena i do výbavy základních bezpečnostních prvků v tradičních autech.

Budoucí vývoj automobilových senzorů se pravděpodobně zaměří na začlenění pokročilejších technologií, jako je AI a LiDAR,. Jak se tyto technologie neustále vyvíjejí, můžeme očekávat, že v automobilech budoucnosti uvidíme ještě pokročilejší a sofistikovanější senzorové systémy.

4.4 Kvalita světlometů

4.4.1 Popis provedeného měření

Měření kvality světel bylo provedeno pomocí expozimetru Sekonic typu Litemaster Pro.

Prostřednictvím tohoto optického přístroje byla měřena intenzita zapnutých světel:

- předních potkávacích
- dálkových světel
- brzdových světel.

Měření se provádělo ve vzdálenosti 1 m od reflektoru.

4.4.2 Naměřené hodnoty

Tabulka 6 Hodnoty světel

Název Auta	Ročník	Přední Světla [KLux]	Přední Dálkové [KLux]	Brzdové [Lux]
Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	2021	7	25	7-110
Skoda Octavia 3 1.6 TDI	2016	6,9	24	14-90
Škoda Karoq 1.6 TDI	2018	6,8	24	15-90
Skoda Kamiq 1.0 Tsi	2021	7	23	8-100
Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	2018	9	20	20-110
Hyundai Kona 1.0 T-GDI	2021	9	19	19-90
BMW 530d (E39)	2000	5	19	12-110
Suzuki Liana 1.6	2000	3	5	5,2-90

4.4.3 Závěry z měření

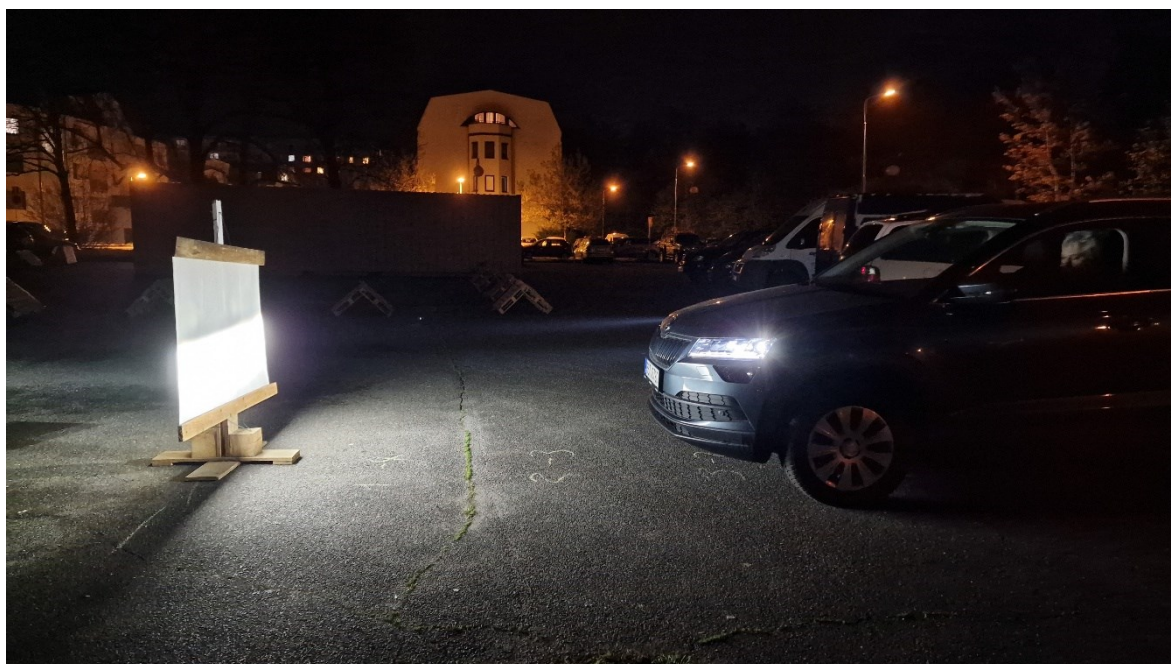
Z měření se dá vyvodit, že novější auta s modernějšími technologiemi mají výrazněji účinnější světla než starší měřená auta. První tři příčky obsadila auta skupiny Volkswagen Group, které měla skoro identické výsledky. Můžeme z toho usoudit, že výrobce používá podobné díly napříč modely jako tomu bylo i u parkovacích senzorů.

I když byla měřená svítivost působivá, musíme také zmínit i několik nevýhod těchto nových technologií. Jednou ze těchto nevýhod je značně vyšší cena. LED světla stále nepatří k

základním prvkům výbavy, ale obvykle si zákazník za ně musí připlatit. Další náklady mohou vzniknout, pokud je potřeba vyměnit celý světlomet, ne jenom jeho část. Cena jednoho takového LED světlometu může stát až 4x víc než celý pár světlometů se žárovkami. Dalším handicapem studených světél u vyšších automobilů může být nechtěné oslnění protijedoucího řidiče ve vozidle s nižší konstrukcí.

Pro úplnost musíme uvést také výhody. Je to již zmíněná lepší účinnost a teoreticky vyšší životnost. Tyto světla mají též výhodu, že jsou zpozorována chodcem z výrazněji větší dálky než žárovková světla. V případě řidiče je plusem výrazněji jasnější pohled na vozovku, díky studenému světlu, které LED světla emitují. Jejich zvýšená účinnost umožňuje výrobu menších velikostí a snadnější zakomponování do designu automobilu. Oblejší tvar nových světlometů umožňuje například pokročilejší výtuhu přední části a může přispět k bezpečnosti řidičů i chodců.

I v této oblasti můžeme předpokládat, že všechna vozidla blízké budoucnosti budou mít sofistikovaná světla, a tím přímo podporovat bezpečnost chodců. Většina měřených vozidel měla hodnoty větší než 7 KLux, což bylo 2x víc než naše nejstarší a v testech nejhorší vozidlo. Toto vozidlo splňuje sice minimální podmínky pro svítivost světél, ale i tak bychom nedoporučovali s podobnými vozidly noční řízení. Svítivost je u něj již nedostačující a řidič nevidí na vozovce příliš daleko.



Obrázek 29: Měření předních světél

4.4.4 Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje

Možnosti zlepšení jasu a životnost běžících světel by mohlo zajistit větší rozšíření LED světel (Light Emitting Diode), která jsou již v nových automobilech stále běžnější, protože jsou účinnější než tradiční halogenové žárovky.

Dalším pozitivním přínosem by bylo zavedení automatických světlometů do základní výbavy vozu. Tyto světlometry se automaticky rozsvítí, když se setmí a zajistí, že potřebná světla jsou vždy aktivována.

Nižší míru nehod přináší také plošnější zavedení světel pro denní svícení (DRL). Jsou typem světel, které svítí vždy, když je vůz v provozu, bez ohledu na denní dobu a viditelnost.

Systemy adaptivního osvětlení mohou upravit úhel a směr světlometů na základě jízdních podmínek, jako je rychlost a úhel natočení volantu. To může zajistit lepší osvětlení vozovky před vámi a zlepšit bezpečnost jak pro řidiče, tak pro ostatní účastníky silničního provozu.

Pravidelná údržba čoček a žárovek běžících světel v čistotě a v dobrém stavu může pomoci zlepšit jejich jas a účinnost.

Další alternativou zvýšení bezpečnosti by mohlo být dovybavení starších aut novější světelnou technikou, jako již zmíněná LED světla nebo automatické světlometry. Je však důležité zajistit, aby veškeré úpravy byly prováděny v souladu s místními zákony a předpisy.

4.5 Kvalita brzd

4.5.1 Popis provedeného měření

Testování brzd mělo tři fáze. V první testu bylo stanoveno zpomalení z 50 km/h na 0 km/h na zimních pneumatikách s venkovní teplotou okolo 3°C. V druhé fázi se také měřila účinnost pneumatik ve stejné rychlosti, tentokrát na letních pneumatikách s venkovní teplotou okolo 12°C. Poslední měření bylo na letních pneumatikách z rychlosti 30 km/h na 0 km/h.

Měření brzdné dráhy jednotlivých značek bylo prováděno na asfaltové vozovce s uzavřeným provozem. Řidiči jednotlivých vozidel měli za úkol se rozjet na rychlost 50 km/h (30 km/h) a na stanovené metě intenzivně zabrzdit. Brzdná dráha se měřila u každého vozidla čtyřikrát.

4.5.2 Naměřené hodnoty

Tabulka 7 Hodnoty naměřené na zimních pneumatikách (z 50 km/h na 0 km/h)

	Název Auta	Rok	Váha Auta [Kg]	Průměr[m]
1	Hyundai Kona 1.0 T-GDI	2020	1208	5,05
2	BMW 530d (E39)	2002	1810	5,43
3	Škoda Octavia 3 1.6 TDI	2017	1305	6,63
4	Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	2018	1320	7,10
5	Škoda Karoq 1.6 TDI	2019	1326	7,38
6	Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	2020	1330	8,30
7	Škoda Kamiq 1.0 Tsi	2021	1240	8,58
8	Suzuki Liana 1.6	2000	1145	8,88

Tabulka 8 Hodnoty naměřené na letních pneumatikách (z 50 km/h na 0 km/h)

	Název Auta	Rok	Váha Auta [Kg]	Průměr [m]
1	Hyundai Kona 1.0 T-GDI	2020	1208	4,85
2	BMW 530d (E39)	2002	1810	5,08
3	Škoda Octavia 3 1.6 TDI	2017	1305	5,80
4	Škoda Karoq 1.6 TDI	2019	1326	5,90
5	Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	2018	1320	6,08
6	Škoda Kamiq 1.0 Tsi	2021	1240	6,85
7	Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	2020	1330	7,23
8	Suzuki Liana 1.6	2000	1145	8,18

Tabulka 9 Hodnoty naměřené na letních pneumatikách (z 30 km/h na 0 km/h)

	Název Auta	Rok	Váha Auta [Kg]	Průměr [m]
1	Škoda Octavia 3 1.6 TDI	2017	1305	0,95
2	Škoda Kamiq 1.0 Tsi	2021	1240	0,98
3	Hyundai Kona 1.0 T-GDI	2020	1208	1,12
4	Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	2018	1320	1,14
5	Škoda Karoq 1.6 TDI	2019	1326	1,18
6	BMW 530d (E39)	2002	1810	1,20
7	Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	2020	1330	1,26
8	Suzuki Liana 1.6	2000	1145	1,28

4.5.3 Závěry z měření

Testování probíhalo za různých povětrnostních podmínek. Nejobtížnější testování probíhalo na zimních pneumatikách z 50 na 0 km/h okolo 3° Celsia. V těchto podmínkách byla průměrná brzdná dráha 7,17m. Během měření jsme si všimli, že se brzdné dráhy začaly zkracovat s postupujícím testováním. Myslíme si, že za to můžou lépe zahřáté pneumatiky a brzdy. Na předních místech těchto testů byla lehčí auta, až na jednu anomálii, a to brzdná dráha

BMW. Tento automobil se umístil na druhém místě, i když je ze všech vozů nejtěžší. Musíme podotknout, že právě BMW mělo na sobě ty nejlepší, nejširší a nejnovější pneumatiky. Vůz byl ve své době nejpokročilejší model této značky a se správnou údržbou zůstal i nadále velmi bezpečný.

V druhé části měření jsme zjišťovali brzdnu dráhu na letních pneumatikách s počáteční rychlostí 50 na 0 km/h s venkovní teplotou okolo 15° Celsia. Toto testování mělo průměrnou brzdnu dráhu 6,24m, což je skoro o jeden celý metr kratší vzdálenost než u zimních pneumatik. I zde se pořadí s nejkratší brzdnu dráhou nezměnilo. Nadále zůstala nejlepší Hyundai Kona díky své nízké váze, novým pneumatikám a novým technologiím.

V poslední a podle nás i nejzajímavější části měříme brzdnu dráhu z 30 km/h na 0 km/h znovu při 15° Celsia. Znamenité bylo, že průměrná brzdna dráha byla tentokrát pouze 1,14m. Tato krátká vzdálenost je víc jak 5x kratší, a to jsme zkrátili rychlost ani ne o polovinu. Vzhledem k výsledku testování si myslíme, že zavedení této rychlosti ve více obydlených částech města by bylo optimální pro vyšší bezpečnost chodců.

4.5.4 Návrh vlastního řešení, odhad dalšího vývoje

U brzdové systému je v první řadě je třeba zmínit, že pro brzdny výkon je důležitý nejen kotouč, ale především materiál destiček. Výsledné celkové tření je tedy ovlivněno mimo jiné obsahem karbonu ve slitině kotouče, ale především materiálem brzdových destiček. Kvalita kotouče je důležitá zejména z hlediska jeho tepelné odolnosti, tedy odolnosti proti deformaci spojené s vysokými teplotami při sportu a závodech. Vylepšení brzdových součástí, jako jsou brzdové destičky a rotory, může zlepšit brzdnu schopnost vozu. Například vysoce výkonné brzdové destičky mohou zajistit lepší přilnavost a zkrátit brzdnu dráhu.

Důležitou součástí musí být i pravidelná údržba brzdového systému pro zajištění správné funkce. To zahrnuje kontrolu hladiny brzdové kapaliny, výměnu opotřebovaných brzdových destiček a zajištění správného odvzdušnění brzdového systému.

Také pneumatiky hrají významnou roli při brzdění, protože poskytují kontaktní plochu mezi vozem a vozovkou. Instalace vysoce kvalitních pneumatik s dobrou přilnavostí může zlepšit brzdnu dráhu vozu.

V neposlední řadě hraje roli i další vzdělávání řidičů. Existují kurzy bezpečné jízdy a školy smyku, ve kterých se řidiči trénují v lepší předvídavosti a zvládnutí kritických situací. To vše může zlepšit brzdny výkon a absenci panického brzdění.

4.6 Závěr praktické části

Tabulka 10 Celkové výsledky měření

	Výhled	Senzory	Světla	Brzdy	Průměrný výsledek	Umístění
Hyundai Kona 1.0 T-GDI	1	5	6	1	3,25	1.
Škoda Karoq 1.6 TDI	4	2	3	5	3,5	2.-3.
Volkswagen T-Roc 1.5 TSI	5	1	1	7	3,5	2.-3.
Škoda Kamiq 1.0 Tsi	3	4	4	6	4,25	4.
Škoda Octavia 3 1.6 TDI	7	7	2	2	4,5	5.-6.
Hyundai i30 Tourer 1.0 T-GDi	6	3	5	4	4,5	5.-6.
BMW 530d (E39)	8	6	7	3	6	7.
Suzuki Liana 1.6	2	8	8	8	6,5	8.

Po zpracování všech měření jsme vyhodnotili, že nejlepší průměrné umístění měla Hyundai Kona. Škoda Karoq s Volkswagenem T-Roc se dělily o druhé až třetí místo. Kona se stala vítězem díky zdaleka nejlepším brzdovým vlastnostem a nejlepšímu výhledu. Toto auto typu crossover bychom tedy doporučili jako nejvíce bezpečné pro někoho, kdo se převážně pohybuje ve městě. Testováním bylo také zjištěno, že některé systémy nefungují tak, jak jsme předpokládali. Jeden z příkladů je námi testovaný front Assist a u některých systémů ABS. Front Assist se během našeho testování nepovedlo správně spustit ani při různých testovacích podmínkách, což nám neobjasnili ani prodejci aut. Dalším systémem, který plně nefungoval bylo ABS u Škody Kamiq a u Volkswagenu T-Roc. Vytvořili jsme tedy domněnku, že tato auta zřejmě vyhodnotila překážku jako méně závažnou a odmítala tvrdě brzdit, i když brzda byla sešlápnuta až na podlahu. Místo toho dávala přednost pomalejšímu zpomalování a tím byla jejich měřená brzdová dráha podprůměrná.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo se seznámit s technologiemi a trendy nových automobilů a jejich dopad na bezpečnost, zejména z pohledu chodců. Bylo proto důležité popsat bezpečnost aut napříč historií a seznámit se nejčastějšími bezpečnostními systémy. Snaha byla poukázat na nastupující trend větších aut, které mohou být více nebezpečné než vozidla klasická. Chtěli jsme toho dosáhnout pomocí zjištěných dat a studií, ale také hlavně pomocí praktické části bakalářské práce. Tam jsme zjistili, že auta s větší konstrukční hmotností jsou skutečně v průměru horší z pohledu na okolní bezpečnost. Dokázalo se to hlavně při testování brzdění a výhledu z vozidla z pohledu řidiče, kdy větší/těžší auta měla značně horší výsledky. Tento negativní trend bohužel nezachrání ani fakt, že moderní vozidla mají ve výbavě stále více senzorů. Při našem měření byly totiž zjištěny částečné funkční nedostatky, a tím nebyla prokázána jejich stoprocentní spolehlivost.

V dalším výzkumu a testování by bylo přínosné zařadit ještě více rozdílných vozidel pro prokázání plné tovární funkčnosti daných senzorů při různých dopravních situacích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] WOLF, Winfried. Car mania: a critical history of transport. Pluto Press, 1996. [cit. 2023-05-09].
- [2] Lives Saved by Vehicle Safety Technologies and Associated Federal Motor Vehicle Safety Standards, 1960 to 2012 – Passenger Cars and LTVs [online], 2014. In: . USA, s. 12 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/24/files/24ESV-000291.pdf>
- [3] Pngwing [online], 2023. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.pngwing.com/en/free-png-vvbfp/download>
- [4] Pngwing [online], 2023. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.pngwing.com/en/free-png-vftch/download>
- [5] LI, Guibing, et al. The influence of passenger car front shape on pedestrian injury risk observed from German in-depth accident data. Accident Analysis & Prevention, 2017, 101: 11-21.
- [6] Pngaaa [online], 2023. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.pngaaa.com/download/3360751>
- [7] VALENTE, M., et al. Development of Energy Absorber Elements to Improve Vehicle Crashworthiness during Low Speed Impact. Microstructural Investigation and Analysis, 2000, 4: 96-103.
- [8] Cleanpng [online], 2023. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: cleanpng.com/png-mercedes-benz-w201-car-mercedes-benz-s-class-mitsu-711942/download-png.html
- [9] DAVOODI, M. M.; SAPUAN, S. M.; YUNUS, R. Conceptual design of a polymer composite automotive bumper energy absorber. Materials & Design, 2008, 29.7: 1447-1452.
- [10] Pngwing [online], 2023. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [pngwing.com/en/free-png-zvcrt/download](https://www.pngwing.com/en/free-png-zvcrt/download)
- [11] DAVOODI, M. M., et al. Mechanical properties of hybrid kenaf/glass reinforced epoxy composite for passenger car bumper beam. Materials & Design, 2010, 31.10: 4927-4932.
- [12] Pngwing [online], 2023. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [pngwing.com/en/free-png-smver/download](https://www.pngwing.com/en/free-png-smver/download)

- [13] Mercedes-benz [online], 2023. Německo [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/s-class/highlights.module.html](https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/s-class/highlights.module.html)
- [14] Stateofspeed [online], 2019. USA [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [stateof-speed.com/2019/01/04/the-history-of-headlamps/](https://www.stateof-speed.com/2019/01/04/the-history-of-headlamps/)
- [15] Carthrottle [online], 2015. Anglie [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [carthrottle.com/post/from-lamps-to-lasers-the-evolution-of-headlights/](https://www.carthrottle.com/post/from-lamps-to-lasers-the-evolution-of-headlights/)
- [16] How Did We See With Halogen Headlights, 2019. Online. Autotrader.com. Dostupné z: <https://www.autotrader.com/car-news/how-did-we-see-halogen-headlights-281474979975575>. [cit. 2023-10-08].
- [17] Indirect Adaptive and Interconnection and Damping Assignment Passivity-Based Controller for Constant Power Control in Steady-State of Automotive HID Headlight Electronic Ballast, 2015. Journal of Circuits, Systems and Computers. Roč. 24, č. 23, s. 100. Dostupné také z: <https://www.mdpi.com/2072-666X/11/5/456>.
- [18] DROSS, Oliver, et al. LED headlight architecture that creates a high quality beam pattern independent of LED shortcomings. Nonimaging Optics and Efficient Illumination Systems II, 2005, 5942: 126-135.. [cit. 2023-10-08]
- [19] Laser Light in the BMW i8 Design, System Integration and Test, 2014. Online. Link.springer.com. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s38311-014-0217-9>. [cit. 2023-10-08].
- [20] Audi e-Tron virtual mirrors: do they work?, 2019. Online. Carmagazine.co.uk. Dostupné z: <https://www.carmagazine.co.uk/car-news/tech/audi-e-tron-virtual-mirrors-how-does-it-work/>. [cit. 2023-10-08].
- [21] Auto-Dimming Mirrors, 2010. Online. Cecas.clemson.edu. Dostupné z: <https://cecas.clemson.edu/cvel/auto/systems/auto-dimming-mirror.html>. [cit. 2023-10-08].
- [22] WANG, Dingkang; WATKINS, Connor; XIE, Huikai. MEMS mirrors for LiDAR: A review. Micromachines, 2020, 11.5: 456. [cit. 2023-10-08].
- [23] BREUER, Bert; BILL, Karlheinz H. Brake technology handbook. 2008. [cit. 2023-10-08].

- [24] Hydraulic brake, 2023. Online. Wikiwand.com. Dostupné z: https://www.wikiwand.com/en/Hydraulic_brake#Media/File:KnoxMotors.jpg. [cit. 2023-10-08].
- [25] Electric brake booster, 2023. Online. Vhv.rs. Dostupné z: www.vhv.rs/viewpic/hmRhbJJ_electric-brake-booster-hd-png-download. [cit. 2023-10-08].
- [26] Disc Brake Construction and Working Principle, 2021. Online. Autoexpose.org. Dostupné z: www.autoexpose.org/2021/02/disc-brake-construction-and-working.html. [cit. 2023-10-08].
- [27] 140 M.P.H. Jaguar Model. The Times, Friday, 21 Mar 1958; pg. 13; Issue 54105 [cit. 2023-10-08].
- [28] Jaguar xk150, 2023. Online. Kindpng.com. Dostupné z: www.kindpng.com/downpng/ihTRRoR_jaguar-xk150-hd-png-download/. [cit. 2023-10-08].
- [29] Jensen configurator, 2023. Online. Jensen-sales.com. Dostupné z: jensen-sales.com/configurator/. [cit. 2023-10-08].
- [30] Google Patents: US3707313A - Anti-skid braking systems - Google Patents, accessdate: 16. July 2020 [cit. 2023-10-08].
- [31] Category:Anti-lock braking systems, 2023. Online. Commons.wikimedia.org. Dostupné z: commons.wikimedia.org/wiki/Category:Anti-lock_braking_systems#/media/File:ABS_Sensor_GM_IMG_0557.JPG. [cit. 2023-10-08].
- [32] DANG, Jennifer N. Preliminary results analyzing the effectiveness of electronic stability control (ESC) systems. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 2004. [cit. 2023-10-08].
- [33] Brake-by-wire: enhanced stopping power., 2021. Online. Datwyler.com. Dostupné z: datwyler.com/media/news/brake-by-wire-enhanced-stopping-power. [cit. 2023-10-08].
- [34] HAMADA, Ahmed T.; ORHAN, Mehmet F. An overview of regenerative braking systems. Journal of Energy Storage, 2022, 52: 105033. [cit. 2023-10-08].

- [35] YANG, Ming-Ji, et al. A cost-effective method of electric brake with energy regeneration for electric vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2009, 56.6: 2203-2212. [cit. 2023-10-08].
- [36] HULSHOF, Wesley, et al. Autonomous emergency braking test results. In: *Proceedings of the 23rd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*. National Highway Traffic Safety Administration Washington, DC, 2013. p. 1-13. [cit. 2023-10-08].
- [37] MOONEY, Beth; HAEHN, Craig. Bendix XVision: IR for Commercial Vehicles. *SAE Technical Paper*, 2000. [cit. 2023-10-08].
- [38] ZOU, Tiefang, et al. Assessing the effect of pedestrian deceleration on pedestrian autonomous emergency braking systems. *International journal of crashworthiness*, 2022, 27.5: 1368-1373.
- [39] AGARWAL, Gunjan; KIDAMBI, Narayanan; LANGE, Robert. *Seat Belts: A Review of Technological Milestones, Regulatory Advancements, and Anticipated Future Trajectories*. 2021.
- [40] BREED, David S. A smart airbag system. In: *16th international technical conference on the enhanced safety of vehicles*. 1998
- [41] COELINGH, Erik; EIDEHALL, Andreas; BENGTSSON, Mattias. Collision warning with full auto brake and pedestrian detection—a practical example of automatic emergency braking. In: *13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. IEEE, 2010. p. 155-160.
- [42] RAJAMANI, Rajesh; RAJAMANI, Rajesh. Electronic stability control. *Vehicle Dynamics and Control*, 2012, 201-240.
- [43] FORKENBROCK, Garrick, et al. *Blind spot monitoring in light vehicles—System performance*. United States. National Highway Traffic Safety Administration, 2014.
- [44] HAMM, Michael; ROSENHAHN, Ernst-Olaf. *Innovations in Lighting with Adaptive Headlamp Technology*. SAE Technical Paper, 2001.
- [45] JUNG, Claudio Rosito; KELBER, Christian Roberto. A lane departure warning system based on a linear-parabolic lane model. In: *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 2004. IEEE, 2004. p. 891-895.

- [46] FORKENBROCK, Garrick J.; O'HARRA, Bryan C. A forward collision warning (FCW) performance evaluation. In: Proc. 21st Int. Technical Conf. Enhanced Safety of Vehicles (ESV). 2009. p. 1-12.
- [47] KATZWINKEL, Reiner; KOPISCHKE, Stephan. Driver assistance systems. *ATZe-xtra worldwide*, 2009, 14.12: 48-55.
- [48] RAJABIOUN, Tooraj; FOSTER, Brandon; IOANNOU, Petros. Intelligent parking assist. In: 21st Mediterranean Conference on Control and Automation. IEEE, 2013. p. 1156-1161.
- [49] WAKIM, Christophe F.; CAPPERON, Stephane; OKSMAN, Jacques. Design of pedestrian detection systems for the prediction of car-to-pedestrian accidents. In: Proceedings. The 7th International IEEE Conference on Intelligent transportation Systems (IEEE Cat. No. 04TH8749). IEEE, 2004. p. 696-701.
- [50] Guide to Cars With Advanced Safety Systems, 2021. Online. Consumerreports.org. Dostupné z: <https://www.consumerreports.org/cars/car-safety/cars-with-advanced-safety-systems-a7292621135/>. [cit. 2023-10-08].
- [51] Ilana E. Strauss (16 May 2016). "The Alarming Truth". *The Atlantic Monthly*. [cit. 2023-10-08].
- [52] CHOUDHURI, Sagnik Basu, et al. NEXT GENERATION ENGINE IMMOBILISER. [cit. 2023-10-08].
- [53] VAN OURS, Jan C.; VOLLAARD, Ben. The engine immobiliser: A non-starter for car thieves. *The Economic Journal*, 2016, 126.593: 1264-1291. [cit. 2023-10-08].
- [54] Brain, Marshall (15 August 2001). "How remote entry works". *How Stuff Works* website. Retrieved 19 August 2022. [cit. 2023-10-08].
- [55] Thieves target luxury Range Rovers with keyless locking systems". *TheGuardian.com*. 27 October 2014. [cit. 2023-10-08].
- [56] Brain, Marshall (15 August 2001). "How remote entry works". *How Stuff Works* website. Retrieved 19 August 2022. [cit. 2023-10-08].
- [57] Tips statistics, 2021. Online. *Safetyinsurance.com*. Dostupné z: https://www.safetyinsurance.com/driversafety/tips_statistics.htm. [cit. 2023-10-08].

- [58] Q5 PNG, 2023. Online. Pngwing.com. Dostupné z: <https://www.pngwing.com/en/search?q=audi+Q5>. [cit. 2023-10-08].
- [59] The heads-up display that lets you keep your eyes on the road, 2023. Online. Hudway.co. Dostupné z: <https://hudway.co/drive>. [cit. 2023-10-12].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SUV	Sport Utility Vehicle
PCM	Powertrain Control Module
ABS	Anti-lock Brake System
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
LSIBS	Low-Speed Impact Bumper System
HID	High-intensity discharge
LED	Light-emitting diode
ABS	Anti-lock Brake System
EBD	Electronic Brakeforce Distribution
ESC	Electronic Stability Control
AEB	Automatic emergency braking
ADAS	Advanced Driver-Assistance Systems
DSC	Dynamic stability control
CBC	Cornering Brake Control
ASR	Anti-slip Regulation
BAS	Brake Assist System
AEB	Autonomous Emergency Braking
BSM	Blind Spot Monitoring
AFL	Adaptive Forward Lighting
LDW	Lane Departure Warning
FCW	Forward Collision Warning
FA	Front Assist
PA	Park assist
ASR	Anti-Slip Regulation

ESP	Electronic Stability Program
GPS	Global Positioning System
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
AI	Artificial Intelligence
LiDAR	Light Detection and Ranging
DRL	Daytime Running Lights
TSC	Traction Stability Control

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Mercedes z 60. let [3].....	12
Obrázek 2: Mercedes z 70. let [4].....	13
Obrázek 3: BMW z 80. let [6]	13
Obrázek 4: Mercedes z 90. let [8].....	14
Obrázek 5: Mercedes ze začátku 21. století [10]	15
Obrázek 6: Mercedes z 10. let [12].....	16
Obrázek 7: Současný Mercedes [13]	16
Obrázek 8: Plynový světloměr [14].....	17
Obrázek 9: Auto s elektrickým světlometem [15]	17
Obrázek 10: uzavřený světlomet [15].....	18
Obrázek 11: Halogenový světlomet [16]	18
Obrázek 12: HID světlomet [15]	19
Obrázek 13: LED světlomet [15].....	19
Obrázek 14: Laserový světlomet [15].....	20
Obrázek 15: Digitální kamerové zrcátka s kamerou [19]	20
Obrázek 16: Samostmívací zrcátka [20].....	21
Obrázek 17: Diagram hydraulické brzdy [23]	23
Obrázek 18: Posilovač brždění [24].....	24
Obrázek 19: Diskový brzdňý koutouč [26].....	24
Obrázek 20: Jaguar XK150 [28]	25
Obrázek 21: Jensen FF [29].....	26
Obrázek 22: ABS senzory [31]	27
Obrázek 23: brake-by-wire [33]	28
Obrázek 24: Auto s popisem měření [58].....	50
Obrázek 25: Výhled ze zadní kamery během tmy	52
Obrázek 26: Výhled ze zadní kamery za světla	52
Obrázek 27: head-up display [59].....	53
Obrázek 28: Testování brždění a systému front Assist.....	56
Obrázek 29: Měření předních světel	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 vysvětlení zkratk	41
Tabulka 2 Jednotlivé systémy používané u světových značek	41
Tabulka 3 Hodnoty výhledu z vozidel	51
Tabulka 4 Hodnoty předních senzorů	54
Tabulka 5 Hodnoty zadních senzorů	54
Tabulka 6 Hodnoty světel	57
Tabulka 7 Hodnoty naměřené na zimních pneumatikách (z 50 km/h na 0 km/h)	60
Tabulka 8 Hodnoty naměřené na letních pneumatikách (z 50 km/h na 0 km/h)	60
Tabulka 9 Hodnoty naměřené na letních pneumatikách (z 30 km/h na 0 km/h)	60
Tabulka 10 Celkové výsledky měření	62

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1 Soubor n CD

Bakalářka.NEW.xlsx

Příloha P 2 Soubor n CD

L-478_PW_en_20180605.pdf