

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Komfortní a bezpečnostní prvky silničních vozidel

Autor: **Petr JEŽEK**

Vedoucí práce: **Ing. Vladislav KEMKA**

Akademický rok 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr JEŽEK**  
Osobní číslo: **S11B0150P**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Komfortní a bezpečnostní prvky silničních vozidel**  
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Provést rešerši současných trendů v komfortních a bezpečnostních prvcích silničních vozidel.  
Zpracovat koncepční návrh vybraného prvku silničního vozidla.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Historie a vývoj komfortních a bezpečnostních prvků u silničních vozidel.
2. Rešerše a detailní popis komfortních a bezpečnostních prvků vozidel.
3. Návrh vybraného prvku silničního vozidla.
4. Zhodnocení, závěr.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**VLK, F. Stavba motorových vozidel. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2003**

**GSCHEIDLE, R. Příručka pro automechanika. Praha: Europa-Sobotáles cz, s.r.o., 2007**

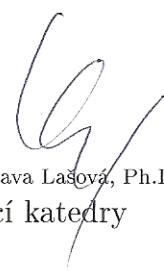
*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladislav Kemka**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Vladislav Kemka**  
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



  
Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2013

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Ježek	<b>Jméno</b> Petr	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Dopravní a manipulační technika		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Kemka	<b>Jméno</b> Vladislav	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Komfortní a bezpečnostní prvky silničních vozidel		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	54	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	32	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	22
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Tato bakalářská práce je řešerší bezpečnostních a komfortních prvků v silničních vozidlech. Práce je zaměřena převážně na moderní elektronické bezpečnostní systémy. Součástí této práce je také vlastní návrh bezpečnostního prvku silničního vozidla.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	vozidla, aktivní bezpečnost, pasivní bezpečnost, komfort, elektronické systémy, osvětlení, topení, klimatizace

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Ježek	<b>Name</b> Petr
<b>FIELD OF STUDY</b>	Transport and handling machinery	
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Ing. Kemka	<b>Name</b> Vladislav
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b> <b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Comfort and safety components of road vehicles	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2014
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	54	<b>TEXT PART</b>	32	<b>GRAPHICAL PART</b>	22
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This bachelor thesis is an research of safety and comfort components in road vehicles. The work is mainly focused on modern electronic safety systems. A part of this work is also an own designed safety component of a road vehicle.
<b>KEY WORDS</b>	vehicle, active safety, passive safety, comfort, electronic systems, lighting, heating, air conditioning

## **Poděkování**

Děkuji především vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Vladislavu Kemkovi, za jeho čas, ochotu a cenné rady, které mi během psaní této bakalářské práce poskytl.

Dále děkuji mé rodině, která mě během celého studia podporovala.

## Obsah

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2 BEZPEČNOST .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Aktivní bezpečnost .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Pasivní bezpečnost.....</b>	<b>5</b>
<b>3 PRVKY AKTIVNÍ BEZPEČNOSTI.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Osvětlení vozidel .....</b>	<b>6</b>
3.1.1 Historie (3) (4) .....	6
3.1.2 Zdroje záření používané v moderních vozidlech .....	6
3.1.3 Nejnovější zdroje záření a elektronické systémy osvětlení vozidel .....	7
<b>3.2 Elektronické systémy podporující jízdní stabilitu vozidla.....</b>	<b>11</b>
3.2.1 ABS .....	11
3.2.2 ESP .....	12
3.2.3 ASR.....	13
3.2.4 Asistent rozjezdu do kopce .....	14
3.2.5 Asistent sjíždění kopce.....	14
3.2.6 Multikolizní brzda.....	14
<b>3.3 Moderní bezpečnostní elektronické systémy.....</b>	<b>14</b>
3.3.1 Adaptivní tempomat.....	14
3.3.2 Systém rozpoznávání chodců a automatického brzdění.....	15
3.3.3 Udržování vozidla v jízdním pruhu.....	15
3.3.4 Monitorování slepého úhlu .....	16
3.3.5 Rozpoznání dopravních značek.....	16
3.3.6 Head up display.....	17
3.3.7 Sledování únavy řidiče.....	17
3.3.8 Kontrola tlaku v pneumatikách .....	18
<b>4 PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Historie .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Bezpečnostní pásy.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Aktivní hlavové opěrky .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 Airbag.....</b>	<b>20</b>
<b>4.5 Aktivní kapota .....</b>	<b>21</b>
<b>4.6 Airbag pro chodce .....</b>	<b>22</b>
<b>4.7 eCall.....</b>	<b>23</b>
<b>5. KOMFORTNÍ PRVKY .....</b>	<b>24</b>



<b>5.1 Klimatizace, větrání, vytápění (19)</b> .....	<b>24</b>
5.1.1 Historie.....	24
5.1.2 Větrání.....	24
5.1.3 Vytápění.....	25
5.1.4 Klimatizace .....	25
<b>5.2 Kessy</b> .....	<b>27</b>
<b>5.3 Elektricky nastavitelná sedadla</b> .....	<b>28</b>
<b>6. BEZPEČNOSTNÍ PRVKY NÁKLADNÍCH VOZIDEL A AUTOBUSŮ</b> .....	<b>29</b>
<b>6.1 ESP</b> .....	<b>29</b>
<b>6.2 Kamera pro přední pohled</b> .....	<b>29</b>
<b>7. BEZPEČNOSTNÍ PRVKY JEDNOSTOPÝCH VOZIDEL</b> .....	<b>31</b>
<b>7.1 BMW C1</b> .....	<b>31</b>
<b>7.2 Aktivní bezpečnost</b> .....	<b>31</b>
7.2.1 ABS.....	31
7.2.2 Brzdový systém Dual CBS .....	32
<b>7.3 Pasivní bezpečnost</b> .....	<b>32</b>
7.3.1 Airbag .....	32
7.3.2 Oblečení .....	33
<b>8. BEZPEČNOSTNÍ PRVKY BUDOUCNOSTI</b> .....	<b>34</b>
<b>8.1 Transparent bonnet</b> .....	<b>34</b>
<b>8.2 Autonomní jízda</b> .....	<b>34</b>
<b>8.3 Komunikace vozidel</b> .....	<b>35</b>
<b>9. VLASTNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH</b> .....	<b>36</b>
<b>9.1 Systémy usnadňující parkování</b> .....	<b>36</b>
9.1.1 Parkovací senzory .....	36
9.1.2 Parkovací kamera.....	36
9.1.3 Parkovací asistent.....	36
<b>9.2 Vlastní návrh parkovací kamery</b> .....	<b>37</b>
9.2.1 – 1. varianta.....	38
9.2.2 – 2. varianta.....	39
9.2.3 – Rozbor a porovnání variant .....	40
<b>10. ZÁVĚR</b> .....	<b>42</b>
<b>11. ZDROJE:</b> .....	<b>43</b>

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá tématem bezpečnostních a komfortních prvků silničních vozidel. Cílem této práce je rešerše systémů, které jsou na trhu a popis jejich součástí a funkce.

Práce je zaměřena především na prvky osobních automobilů. Okrajově budou popsány i některé prvky nákladních vozidel a autobusů, které se od těch v osobních vozidlech odlišují, a bezpečnostní prvky jednostopých vozidel.

Bezpečnost vozidla je jednou z nejdůležitějších vlastností, kterou posádka od vozidla požaduje. Celosvětové výrazné zvyšování počtu vozidel, která se na silnicích pohybují, úměrně zvyšuje také počet nehod. Bezpečnostní prvky vozidel mají snížit následky těchto nehod (pasivní bezpečnostní prvky) nebo jim dokonce předcházet (aktivní bezpečnostní prvky).

Existuje mnoho organizací, které se zabývají testováním bezpečnosti automobilů. Tyto organizace provádějí nárazové testy automobilů již mnoho let. Lze tedy porovnávat bezpečnost starších automobilů s aktuálními modely. Z těchto výsledků lze vidět, jak velký pokrok se v oblasti bezpečnosti odehrává. Výsledek takového nárazového testu se skládá z bodového ohodnocení na základě dat, která pocházejí z figuríny ve vozidle při střetu, dále z měřených hodnot deformace prostoru cestujících a v neposlední řadě je body ohodnocena veškerá bezpečnostní výbava vozidla. Takový výsledek má zákazníkovi pomoci s výběrem vozidla a výrobci může dát podnět k zlepšení bezpečnosti svých vozidel.

Významný vývoj v bezpečnosti automobilů se odehrává v jejich konstrukci. Jedná se zejména o konstrukci deformačních zón vozidel a také použití nových materiálů (např. vysokopevnostní oceli, slitiny hliníku, titanu nebo hořčíku a v poslední době také uhlíková vlákna). Těmito novými materiály je možno při navýšení tuhosti a pevnosti karoserie zachovat stejnou hmotnost vozidla, nebo ji dokonce snížit. Při srážce pak pevnější karoserie musí pohltit menší pohybovou energii a pro posádku je vozidlo bezpečnější.

Velký přínos k bezpečnosti mají elektronické bezpečnostní systémy, jimiž jsou vozidla vybavována. Mezi prvními byly systémy jako ABS, ESP, ASR..., které slouží k zachování stability a ovladatelnosti vozidla i v extrémních situacích. Tyto prvky se již staly nedílnou součástí silničních vozidel a některé již musí být, z právního hlediska, obsaženy v jejich povinné výbavě. Nejnovějšími moderními elektronickými systémy jsou různí tzv. „asistenti“, které například varují před vozidlem v mrtvém úhlu zpětného zrcátka, hlídají před nechtěným opuštěním jízdního pruhu, udržují konstantní odstup od vpředu jedoucích vozidel nebo dokáží vůz zastavit v případě hrozící kolize. Tyto pomocné systémy mohou mít funkci aktivního zásahu do řízení nebo jen podobu varování (akustického, vizuálního, ...).

Elektronické systémy zažívají velký rozmach. Na bezpečnost a komfort cestujících se kladou veliké nároky. Nové systémy vyvíjené automobilovými společnostmi jsou zpravidla uváděny v modelech nejvyšších tříd a dále se šíří k levnějším modelům nižších tříd. V každé nové generaci modelu se automobilky snaží uvést co nejvíce nových inovativních systémů, aby získaly výhodu v konkurenčním boji, nebo si alespoň zachovaly konkurenceschopnost.

S bezpečností je úzce spjatý komfort. Komfortem se v tomto smyslu rozumí pohodlí řidiče, kterého jízda nesmí příliš namáhat a unavovat. Na komfort má vliv ergonomie interiéru vozidla (ovládací prvky, sedadlo), dále například osvětlení palubní desky a významným faktorem je také mikroklima ve vozidle, které je zajištěné větráním, vytápěním a klimatizací.

Nejobsáhlejší část této bakalářské práce bude zaměřena na prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Největší část se bude zabývat novými, moderními bezpečnostními

elektronickými systémy, u kterých bude podrobněji popsána jejich konstrukce a jejich princip fungování. Bezpečnosti, která se týká celkové konstrukce automobilu (deformační zóny, materiál,...) se tato bakalářská práce nebude věnovat. Stejně tak otázka ergonomie interiéru vozidla nebude zkoumána, protože by byl přesažen rozsah této práce. Z hlediska komfortu bude popsána kapitola týkající se mikroklimatu ve vozidle.

K vybraným bezpečnostním a komfortním prvkům budou uvedeny i informace z hlediska historie a vývoje. Poslední kapitolou práce je návrh vlastního bezpečnostního prvku.

## 2 Bezpečnost

Bezpečnost, jako jedna z nejdůležitějších vlastností vozidel, se základně dělí na dvě kategorie, bezpečnost aktivní a bezpečnost pasivní.

### 2.1 Aktivní bezpečnost

Prvky aktivní bezpečnosti jsou systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které pomáhají předejít dopravním nehodám. K prvkům aktivní bezpečnosti patří mnoho součástí vozidla. Jedná se o celkovou konstrukci automobilu a zní vycházející jízdní vlastnosti. Velký vliv mají například brzdy, tlumiče, pružiny, pneumatiky, výkon a pružnost motoru. Dalšími důležitými faktory jsou ergonomie kabiny vozidla, výhled z vozidla, osvětlení vozovky a v neposlední řadě celá řada elektronických systémů. (1)

Všechny tyto prvky slouží k jízdě, která je co nejméně záłodná vůči řidiči. Proto je kladen důraz na neutrální chování automobilu, rychlé zastavení vozidla a ovladatelnost i v krizových situacích. Důležitý je také dostatečný výkon a pružnost motoru při předjíždění. A velký význam má zásada „vidět a být viděn“, která se týká výhledu z vozidla a jeho osvětlení. Výbava vozidel v podobě moderních elektronických systémů slouží především k varování řidiče před možným nebezpečím.

Na aktivní bezpečnost má také značný vliv stav vozovek, na kterých se vozidla pohybují a vodorovná a svislá značení, která se na vozovkách nacházejí. (1)

### 2.2 Pasivní bezpečnost

Pasivní prvky bezpečnosti jsou využity až v okamžiku dopravní nehody. Jedná se o konstrukční zařízení, jejichž cílem je minimalizovat následky srážky. Příkladem prvku pasivní bezpečnosti jsou bezpečná konstrukce karoserie, konstrukce deformačních zón, opěrky hlavy, bezpečnostní pásy, předpínače bezpečnostních pásů, airbagy apod. (2)

## 3 Prvky aktivní bezpečnosti

### 3.1 Osvětlení vozidel

Osvětlení je jednou z nejdůležitějších součástí vozidla. Musí platit pravidlo „vidět a být viděn.“ Osvícení vozovky závisí na zdroji světla, reflektoru a krycím skle světlometu. Práce se zabývá jen zdroji světla vozidel a také některými elektronickými systémy upravující světelný tok světlometů.

#### 3.1.1 Historie (3) (4)

1896: Vyrobeny první automobily vybavené acetylenovými nebo olejovými hlavními světlomety. Acetylenové světlomety byly výhodnější, odolávaly lépe větru a dešti.

1898: Zkonstruován první elektrický světlomet firmou Columbia Automobile Company.

1913: Společnost BOSCH uvádí na trh první úspěšný elektrický světlomet.

1924: Objeven Bilux, Bilux byla první žárovka umožňující klopené a dálkové světlo.

1962: Evropsí výrobci světlometů představují halogenovou žárovku pro osobní automobily.

1991: Automobilka BMW představuje první xenonové světlomety.

1999: První bixenonová světla. Bixenonová znamená, že potkávací i dálková světla obstarává xenonová výbojka. U xenonových světel obstarává funkci dálkových světel halogenová žárovka.

2007: Automobilkou Audi představen hlavní světlomet kompletně tvořený LED diodami.

2013: Automobilka BMW představila první model automobilu využívající laserovou technologii světlometu

#### 3.1.2 Zdroje záření používané v moderních vozidlech

##### Žárovka s kovovým vláknem

Je nejrozšířenějším osvětlením vozidla. Skládá se ze skleněné baňky, wolframového žhaveného vlákna, patice a elektrického kontaktu. (4) Její nevýhodou je nízká svítivost a velmi nízká účinnost, kdy se jen cca 5% energie promění ve světlo a zbylá energie je přeměněna na tepelnou energii.

##### Halogenová žárovka

Používá se z hlediska vyšší svítivosti a delší životnosti pro hlavní světla vozidel. Žárovka je složená z baňky, žhaveného wolframového vlákna pro tlumené světlo, žhaveného wolframového vlákna pro dálkové světlo, patice a elektrického kontaktu. Baňka je naplněna plynem, halogenidem (např. jódem nebo bromem). (4)

##### Xenonová výbojka

Výhodou xenonové oproti halogenové žárovce je vyšší svítivost, delší životnost, nižší spotřeba a přirozenější zabarvení světla, které méně namáhá zrak řidičů. Výbojka se skládá ze skleněné baňky naplněné xenonem s přísadou metalických solí. Na obou stranách baňky jsou elektrody. Výbojem mezi těmito elektrodami se ionizuje plyn a vytvoří se elektrický oblouk. (5) Nevýhodou xenonových výbojek, je jejich vysoká výrobní cena oproti halogenové žárovce. Xenonové světlomety jsou u většiny automobilů prvkem příplatkové výbavy. Do výše příplatku se musí počítat i vícenáklady, způsobené nutností zástavby ostříkovačů světlometů a automatické regulace sklonu světlometů po nastartování vozidla, které je

povinné pokud mají světla světelný tok vyšší než 2000 lumenů. A to je hodnota, kterou většina xenonových světlometů překračuje.

### **LED diody**

LED diody (světlo emitující diody) zažívají v posledních letech veliký rozmach. Fungují na principu polovodičových destiček, které převádějí proud přímo na světlo. (6) Mnoho nových vozidel je používá jako světla pro denní svícení nebo koncová světla. Stále častěji se objevují i světla s tzv. Full LED světly, kdy jsou světla kompletně tvořena LED diodami. U těchto světel jsou také většinou doplněny ještě elektronickými systémy upravující svícení diod. Takto jde zhasínat jednotlivé diody nebo snižovat jejich intenzitu podle okolního provozu nebo povětrnostních podmínek. Největší výhodou je vysoká efektivita diod a tedy jejich nízká spotřeba, dále také pro zrak příjemné světlo, protože lze barvu světla diod uzpůsobit potřebám lidského zraku. Další pozitivní vlastností je vysoká životnost. Pro výrobce je také výhodné, že jsou diody malé a lze je seskupovat do téměř libovolných tvarů. Mohou tedy více experimentovat s tvarem světlometů.

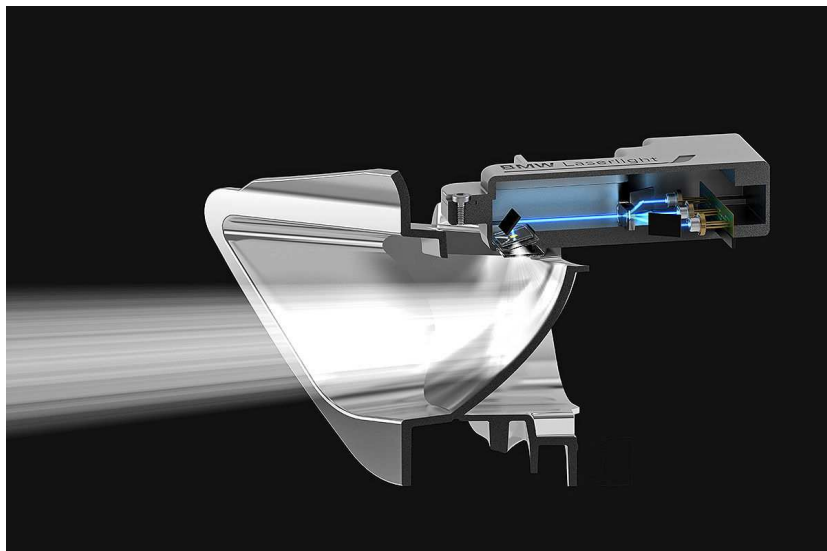
### **3.1.3 Nejnovější zdroje záření a elektronické systémy osvětlení vozidel**

#### **Laserové světlo**

Laserové světlo je nejnovější technologií osvětlení vozidel. Laserové světlo se má v budoucnu stát nástupcem LED světelné techniky. Laserové světlo je monochromatické. Znamená to, že jednotlivé fotony mají stejnou vlnovou délku a frekvenci, tudíž mají stejnou barvu. Další výhodou je minimální odchylování paprsku světla, jde tedy velmi přesně nasměrovat. Čím více se paprsek nasměruje do jednoho místa, bude světelná energie na dopadu vyšší. Tím, že lze světlo dobře umístit, je získána výhoda osvětlovat vyšší intenzitou větší prostor v okolí vozidla, aniž by byli oslňováni řidiči v okolních vozidlech. Z tohoto hlediska je ale nutností mít ve vozidle zabudována také čidla, která vyhodnocují okolní provoz a následně data předají řídicí jednotce, ve které jsou zpracována. Stejnou funkci mají již některá LED světla.

Laserové světlo je založeno na principu, kdy je emitován modrý laserový paprsek, ten dopadá na zrcadlo, odražený paprsek je následně konvertován přes fluorescenční materiál na bázi fosforu, který modré záření převede na bílé záření, které je nejpříjemnější pro lidský zrak. Toto záření je dále vedeno přes parabolické zrcadlo reflektoru a následně osvítí vozovku. (7)

Protože mají laserová světla vyšší svítivost oproti LED diodám, lze je použít v menším rozsahu. Toho lze využít v ohledu na design automobilu a hmotnostní úsporu. V neposlední řadě jsou při stejné svítivosti laserová světla hospodárnější než LED světla a tím se sníží spotřeba vozidla.



Obr. 1 - Laserový světlomet - BMW (8)

### **OLED světlo**

Tento typ světel je vyvíjen společností Audi. Tato světla jsou umisťována na karoserii ve tvaru panelů. U těchto panelů se jedná o displeje využívající technologii OLED (organické světlo emitující diody). Jedná se o stejnou technologii, která se nyní využívá například na displejích mobilních telefonů. Výhodami tohoto řešení jsou nízká spotřeba, design a možnost zobrazení jakéhokoli tvaru a jakékoli barvy. (9)



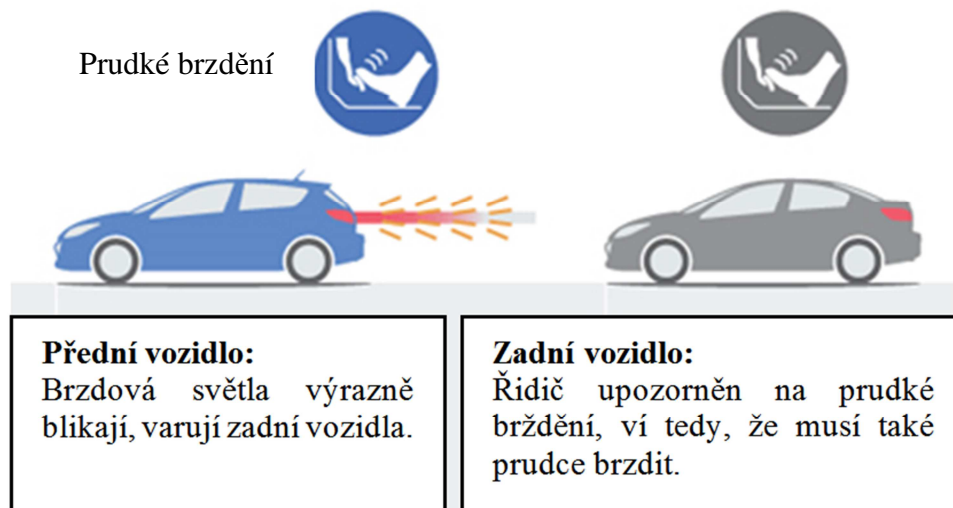
Obr. 2 - OLED světla – AUDI (10)

### **Adaptivní brzdová světla**

Adaptivní brzdová světla slouží k varování řidiče vzadu jedoucího vozidla při kritickém brzdění vpředu jedoucího vozidla. Tímto se předchází nehodám způsobeným najetím vzadu jedoucího vozu do vozu předního.

Princip adaptivních brzdových světel je následující: Při prudkém brzdění v rychlostech nad 50 km/h začnou brzdová světla automaticky intenzivně blikat. To je varovný signál pro ostatní řidiče. Pokud vozidlo úplně zastaví, brzdová světla přestanou blikat a zapnou se varovná světla. Při opětovném rozjezdu se varovná světla automaticky vypnou. (11)

Některé automobilky nepoužívají tento systém adaptivních brzdových světel, ale nahrazují je jiným řešením, při kterém nemají světla funkci blikání, ale při intenzivním krizovém brzdění se spustí varovná světla. Ta blikají až do úplného zastavení. Po rozjetí se automaticky vypnou, nebo se vypínají při opětovné akceleraci, pokud nedojde k úplnému zastavení vozidla.



Obr. 3 - Adaptivní brzdová světla (12)

### Adaptivní světlomety, corner funkce, asistent přepínání dálkových světel (13)

Adaptivní světla v sobě zahrnují několik přednastavených profilů osvětlení vozovky. Kdy je v činnosti jaký profil rozhoduje řídicí jednotka, která vyhodnocuje údaje z čidel umístěných ve vozidle (natočení volantu, použití směrových světel, dešťového senzoru, rychlosti vozidla, světelného čidla,...). Světla poté mohou upravovat intenzitu svícení, natáčet se, měnit sklon, svítit přídatně mlhovými světlomety,... Systémy mají často následující módy:

Městské světlo – osvětlující kužel je široký a kratší

Okreskové světlo – osvětlena je vozovka v dostatečné vzdálenosti pro rychlosti do 100 km/h, osvětlují se také intenzivněji krajnice vozovky kvůli riziku střetu se zvěří

Dálniční světlo – světlo svítí největší intenzitou, paprsky se soustřeďují do úzkého dlouhého kužele

Světlo za špatné viditelnosti – aktivuje se za deště, sněžení nebo mlhy. Princip tohoto módu světel je takový, že pravé světlo zintenzivní výkon, aby řidič lépe viděl na vodorovné a svislé značení na kraji vozovky, levé světlo sníží výkon, aby nebyla tolik oslňována vozidla v protijedoucím směru.

Natáčecí světlomety – světlomety se natáčejí podle intenzity natočení volantu vozidla a osvětlí tak lépe zatáčku.

Corner funkce – přídatné statické svícení do zatáček v rychlostech do 40 km/h pomocí mlhových světlometů. Toto svícení zajistí lepší osvětlení vozovky zejména na křižovatkách, v zatáčkách s malým poloměrem a při parkování.





Obr. 4 - Adaptivní světlomety (14)

### Automatické přepínání dálkových světel

Světla se automaticky přepínají z tlumených na dálková. Přepínání se děje podle údajů z kamery, která je schopna až na vzdálenost 500 m rozeznat přední světla protijedoucího vozidla, nebo zadní světla ve stejném směru jedoucího vozidla. (15) U vozidel vybavených světly s technologií LED nebo Laser, může být tok světlometů směřován tak, že v místech kde se vyskytují jiná vozidla, svítí světlomety s nižší intenzitou a naopak například u krajnice vozovky je využit plný světelný výkon.

### Noční vidění

Noční vidění je založeno na funkci termovizní kamery, která je citlivá na teplo vyzařované např. zvířaty, lidmi nebo předměty. Systém se využívá za špatné viditelnosti, kdy termovizní kamera tyto údaje zaznamená dříve, než by je zaznamenal lidský zrak. Obraz z kamery se zobrazuje na displeji ve vozidle nebo na head up displeji (pojem bude vysvětlen v kapitole „Head up displej“ této práce), pokud je jím vozidlo vybaveno. Termovizní kamera pracuje až do vzdálenosti 300 m. Pracuje i za špatných povětrnostních podmínek, jelikož krycí sklo, pod kterým je v čelním nárazníku umístěna, je při znečištění odšťikováno a v mrazivých podmínkách vyhříváno. Systém při rozpoznání osoby nebo zvířete spolupracuje s adaptivními světlomety, které poté lépe osvětlí místo nebezpečí střetu a dále spolupracuje s brzdovým systémem, kdy připraví brzdy na nouzové brzdění. (16) Největší využití má noční vidění za tmy, v mlze, silném dešti, nebo při silném sněžení.



Obr. 5 - Noční vidění (16)

## 3.2 Elektronické systémy podporující jízdní stabilitu vozidla

### 3.2.1 ABS

Protiblokovací systém ABS (z anglického Anti-lock Braking System) je jedním ze základních prvků aktivní bezpečnosti vozidla. ABS zabráňuje zablokování kola při brzdění. Kolo se systémem ABS se stále odvaluje a tím se zabráňuje ztrátě adheze mezi kolem a vozovkou. Odvalující se kolo totiž umožňuje zachování stability, ovladatelnosti a říditelnosti vozidla i v mezních situacích (například při prudkém brzdění nebo brzdění na vozovce se zhoršenými adhezními podmínkami). Zablokované kolo totiž nepřenáší žádnou boční sílu, a tudíž neumožňuje zatočení.

#### Historie

Systém ABS byl vyvinut firmou BOSCH v roce 1978. První komerční uplatnění našel systém ABS jako zvláštní výbava vozu Mercedes-Benz třídy S a krátce na to také u BMW řady 7. V roce 2004 se většina výrobců automobilů dobrovolně dohodla, že ABS musí mít v EU každé nově homologované auto. Systém ABS je neustále zlepšován. Nyní je v prodeji již 9. generace a příchodem každé nové generace je snižována její hmotnost, snižován počet dílů, zmenšována velikost a zvyšován její výpočetní výkon. (17)

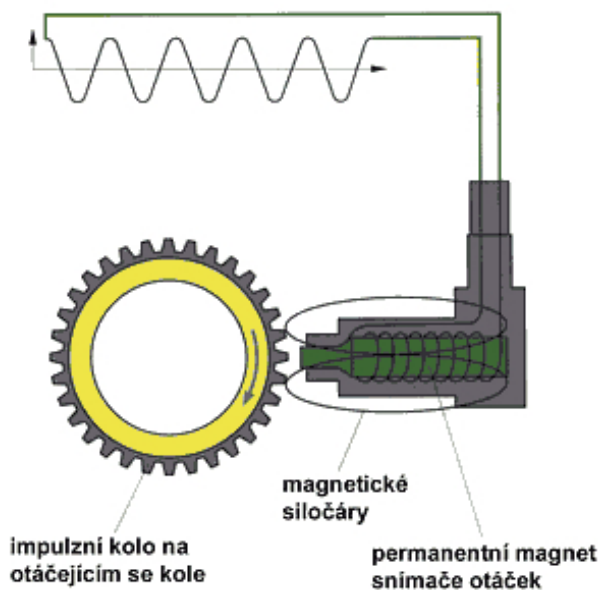
#### Funkce

Brzdná dráha vozidla vybaveného systémem ABS je na suché vozovce delší než brzdná dráha vozidla bez ABS. Na vlhké vozovce jsou hodnoty téměř stejné a na zledovatělém povrchu je brzdná dráha se systémem ABS kratší. Největší výhodou je možnost řídit automobil i při brzdění, protože se kola nezablokují. Dalším pozitivem je jednodušší ovládání brzdné síly, kdy řidič nemusí přemýšlet nad dávkováním brzdné síly, aby sám udržoval kola na mezi adheze, ale může brzdit plnou silou a o její správné dávkování se postará ABS.

#### Princip

Systém zabráňuje zablokování kol při brzdění tím, že automaticky reguluje brzdnou sílu v třmenech tak, aby nedošlo k zablokování kol. Při zablokování kola by totiž došlo ke ztrátě adheze mezi pneumatikou a vozovkou, tím by se stalo vozidlo neřiditelné.

Každé kolo má vlastní indukční snímač otáček, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol. Pokud řídicí jednotka dostane signál, že je kolo blokováno, krátkodobě sníží tlak v brzdovém systému regulačním ventilem a tím uvede kolo znovu do pohybu. Systém ABS může uvolnit kolo 12–16× za sekundu, a tím systém zajišťuje relativně stále otáčení kol a říditelnost. Při prudkém brzdění systém ABS udržuje brzdnou sílu na mezi adheze, dochází při něm k zablokování kola a následném uvolnění kola v rychlém sledu za sebou až do zastavení vozidla. (18)



Obr. 6 – indukční snímač otáček systému ABS (17)

### ABSplus

ABSplus je rozšířením systému ABS, který vynalezla společnost Volkswagen pro terénní vozy a vozy kategorie SUV. Výhodou oproti klasickému systému ABS je snížení brzdné dráhy až o 20 % při jízdě na nebezpečném povrchu (sníh, písek, bláto, štěrky,...). Vozidla jedoucí po nebezpečném povrchu ztrácejí při intenzivním brzdění stabilitu a říditelnost a tím se podstatně prodlužuje jejich brzdná dráha. Rozdílem proti klasickému systému ABS je částečné blokování kol, díky kterému se na nebezpečném povrchu před kola nahrne sypký materiál a vytvoří z něj „klín“, který vozidlo lépe přibrzdí. Tím podstatně zvýší účinnost brzdění a zároveň nesnižuje stabilitu vozidla.

### 3.2.2 ESP

ESP je zkratkou anglického „electronic stability programme“, tedy elektronický stabilizační program. ESP je systém, který řidiči pomáhá s udržení vozidla ve zvoleném směru, předcházení nebo vyrovnání smyku a brání převrácení vozidla. Děje se tak cíleným omezením výkonu motoru, zásahy brzdové soustavy a u automatických převodovek také úpravou charakteristiky řazení. (19)

#### Historie

ESP se poprvé v osobním voze představilo v roce 1995 v Mercedesu Benz třídy S (20). Podle nařízení Evropské komise musí každý automobil homologovaný od 1. 11. 2011 mít povinně zabudovaný systém ESP. (21)

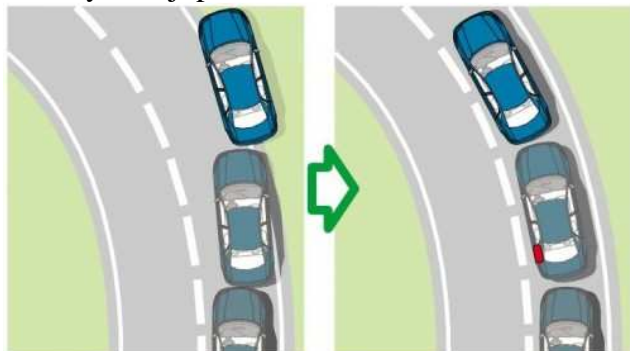
#### Princip

Součástí systému ESP je řada snímačů (natočení volantu, otáčení všech kol, podélného a příčného zrychlení, rotační rychlosti, tlaku brzdové kapaliny, polohy plynového pedálu). Z těchto snímačů řídicí jednotka získá dvě základní informace. Kam řidič vozidlo směřuje a kam vozidlo ve skutečnosti jede. Pokud se tyto informace liší, systém zasahuje. (19) Systém ESP takto pomáhá při přetáčivém a nedotáčivém smyku vozidla cílenými zásahy brzdové soustavy, kdy přibrzdí nezávisle jednotlivá kola a zajišťuje stabilitu vozidla a udržuje směr vozidla, který je zvolen řidičem. Systém také zasahuje při náhlém vyhýbacím manévru.

Předchází smyku (případy nedotáčivosti a přetáčivosti jsou popsány níže) a převrácení vozidla. Převrácení je zkoušeno při simulaci vyhýbacího manévru, tzv. „losím testem“.

### Nedotáčivost

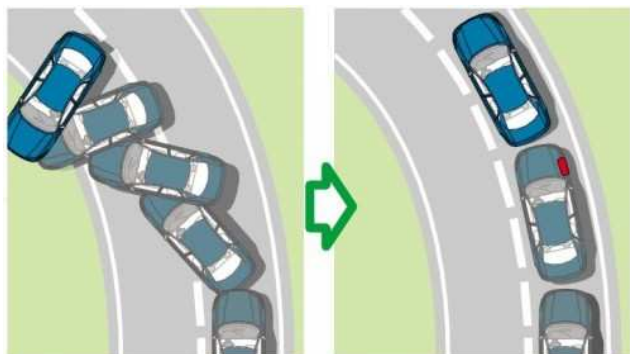
Nedotáčivost je smyk přední nápravy a projevuje se neochotou vozidla zatočit. V závislosti na situaci sníží systém ESP točivý moment motoru a potlačí řadící procesy u automatických převodovek. Následně systém cílenými brzdnými zásahy na jednoho nebo více kol vytvoří opačný otáčivý moment než, který dostal vozidlo do smyku. Při nedotáčivém smyku dojde nejdříve ke snížení tahu motoru a následně systém přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. Starší systémy používaly pro stabilizační zásah vnitřní zadní kolo. Současné systémy ESC využívají pro stabilizační zásah obě vnitřní kola. (22)



Obr. 7 – Nedotáčivost vozidla bez ESP a s ESP (22)

### Přetáčivost

Přetáčivost je smyk zadní nápravy, který se projevuje přílišným zatočením vozidla. Tento stav je hůř zvládnutelný než nedotáčivost. Při přetáčivém průjezdu zatáčkou systém ESP nejdříve přibrzdí kolo na vnější straně zatáčky, pokud ani tento zásah nestačí, nařídí řídicí jednotka krátkodobé přidání plynu. K tomuto stavu dochází velmi zřídka. (22)



Obr. 8 – Přetáčivost vozidla bez ESP a s ESP (22)

### 3.2.3 ASR

Je systém, který se v automobilech objevil poprvé v roce 1986. (23) Systém zabraňuje protáčení poháněných kol. Tím zvyšuje stabilitu a bezpečnost na kluzkém povrchu, pomáhá řidiči s plynulým rozjezdem a zrychlením.

#### Princip

Senzory (společné s ABS) nepřetržitě snímají otáčky kol. Porovnávají se údaje z hnané a nehnané nápravy. Pokud se tyto údaje liší (hnaná kola prokluzují), je řídicí jednotkou vyslán signál, který poháněná kola přibrzdí (při malých rychlostech) nebo sníží točivý moment

motoru (při vyšších rychlostech) a tím zajistí nejlepší možnou trakci. Kola se přestanou protáčet. (19)

### 3.2.4 Asistent rozjezdu do kopce

Jedná se o bezpečnostní systém, který pomáhá řidiči s rozjezdem do kopce, kdy zabrání nechtěnému pohybu vozidla směrem z kopce. Řidiči při rozjezdu odpadá práce s ruční brzdou nebo rychlé přemístění pravé nohy z brzdového pedálu na akcelerační pedál. Systém po uvolnění brzdového pedálu po dobu 2-5 sekund (údaje jsou rozdílné pro systémy různých automobilek) přidržuje brzdy a řidič díky tomu má dostatek času na přesunutí nohy na akcelerační pedál a plynulý rozjezd, při kterém neohrozí vzadu jedoucí vozidla. (24)

### 3.2.5 Asistent sjíždění kopce

Je výbavou terénních vozidel a vozidel kategorie SUV. Systém pracuje s hodnotami získanými ze senzorů rychlosti, ABS, ESP, natočení volantu a sklonu svahu. Propočítáváním těchto hodnot udržuje systém stabilní jízdu ze svahu různým účinkem brzd na každém kole. Řidič se při sjíždění svahu nemusí dotýkat brzdového pedálu. Automobil samovolně udržuje řidičem zvolenou rychlost v rozmezí 5-15 km/h (rozsah se liší dle automobilek). (24)

### 3.2.6 Multikolizní brzda

Přínosem multikolizní brzdy je snížení počtu nehod, při kterých po první srážce řidič ztratí kontrolu nad vozem a dojde k další srážce (např. se stromem, protijedoucím vozem, svodidly nebo s osobou). Druhá srážka je nebezpečnější, protože při ní už nefungují prvky pasivní bezpečnosti (airbagy, předpínače bezpečnostních pásů), které svoji funkci splnily při prvním střetu.

Multikolizní brzda pracuje na principu, kdy po první srážce začne vozidlo maximální intenzitou brzdít s využitím všech systémů, které zaručí stabilitu vozidla (ESP,ABS). Systém také zasáhne, pokud řidič brzdí jen nízkou intenzitou. (25)

## 3.3 Moderní bezpečnostní elektronické systémy

Většina těchto systémů je založena na vyhodnocování dat řídicí jednotkou. Tato data jsou do řídicí jednotky přenášena z mnoha typů snímačů (kamery, snímače citlivé na světlo, ultrazvuk, rádiové vlny,...).

### 3.3.1 Adaptivní tempomat

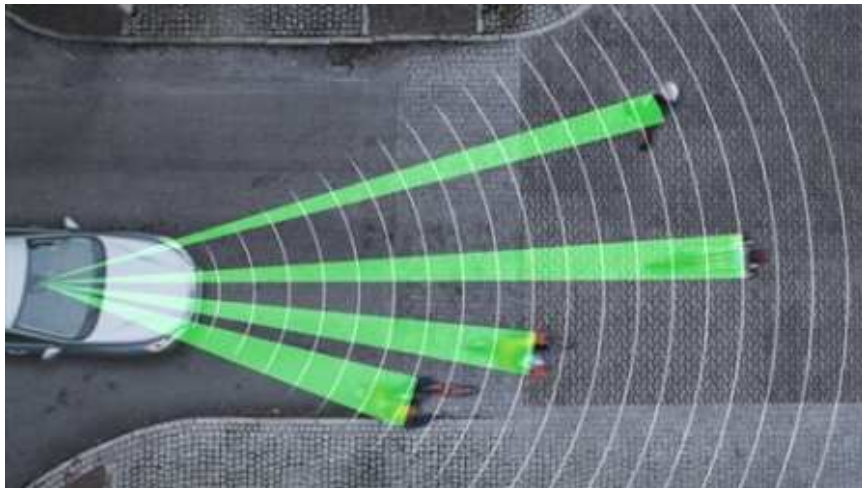
Adaptivní tempomat (ACC – adaptive cruise control) je systém vyvinutý z klasického tempomatu, který udržuje řidičem zvolenou rychlost vozidla. Systém používá radarový nebo mikrovlnný radar, kterým kontroluje předměty pohybující se ve stejném jízdním pruhu před vozidlem. ACC udržuje nastavenou konstantní rychlost vozidla po dobu, než je zaznamenán další účastník provozu jedoucí před vozidlem (do této doby funguje jako klasický tempomat). Pokud je zjištěno pomalejší vozidlo vpředu, ACC sníží výkon motoru a v případě potřeby použije brzdy tak, aby zajistil řidičem nastavený bezpečný odstup od vpředu jedoucího vozidla. Při zrychlení tohoto vozidla, vozidlo vybavené ACC také zrychlí (maximálně až do navolené rychlosti). Pokud je vozidlo vybaveno automatickou převodovkou a systémem ACC je schopno i úplného zastavení a následného rozjezdu. (26) Adaptivní tempomat nalézá své využití nejvíce při jízdě na dálnici.

Při používání adaptivního tempomatu je jízda plynulejší a snižuje potřebu soustředění řidiče. Z menší soustředěnosti ale vyplývá větší náchylnost řidiče k únavě a případnému mikrospánku.

### 3.3.2 Systém rozpoznávání chodců a automatického brzdění

Jedná se o systémy, které jsou aktivní v nízkých rychlostech do 30 km/h. U některých automobilek dokonce do rychlosti 50 km/h. Tyto systémy slouží ke snížení počtu nehod ve městech, ať už s automobily, chodci, nebo cyklisty.

Systém pomocí laserového snímače zjišťuje překážky před vozem. Pokud dojde ke vstoupení chodce do vozovky, automobil ihned varuje řidiče akustickým signálem a světelným signálem na přístrojové desce nebo prostřednictvím head up displeje, pokud je jím vozidlo vybaveno. Systém automaticky připraví brzdy na nouzové brzdění. Pokud řidič nezasáhne, vozidlo samo začne brzdit. Tímto způsobem z rychlosti 35 km/h dokáže vozidlo většinou zastavit před srážkou. Z rychlosti okolo 50 km/h vozidlo do místa srážky zvládne zpomalit alespoň na rychlost okolo 20 km/h a tím výrazně snížit následky nehody. (27) Tyto systémy jsou významným pomocníkem, ale nelze se na ně stoprocentně spoléhat, protože nemohou předvídat všechny situace v silničním provozu, se kterými pozorný řidič počítá.



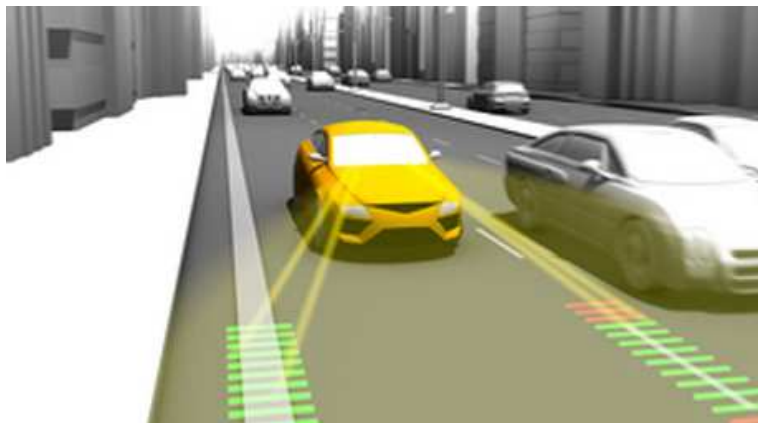
Obr. 9 – Systém rozpoznání chodců a automatického brzdění (28)

### 3.3.3 Udržování vozidla v jízdním pruhu

Tento moderní bezpečnostní systém hlídá řidiče před nechtěným opuštěním jízdního pruhu. Systém zasahuje, pokud vozidlo přejezdí vodorovné značení na vozovce a řidič nepoužije směrové světlo. Systém řidiče varuje pomocí akustických signálů, kdy do reproduktoru na straně nebezpečí vysílá pronikavý zvuk. Některé systémy řidiče ještě upozorňují vizuálně na přístrojové desce, nebo vysíláním vibrací do volantů a případně i sami zatočí volantem k udržení vozidla v podélném značení. Jedná se o velmi významného pomocníka při prevenci mikrosnánku řidiče, kdy řidiče včasné varování může zachránit před nehodou.

Systém je založen na snímání vodorovného značení na silnici pomocí kamery umístěné na čelním skle vozu. Do rychlosti 75 km/h systém varuje při překročení vnitřní hrany značení, nad rychlosti 75 km/h při překročení vnějšího okraje značení. Systém je standardně zapnutý. Lze jej ale i ručně deaktivovat. Pokud systém zjistí, že na vozovce není vodorovné značení, řidiči tuto skutečnost oznámí rozsvícením kontrolky na přístrojovém panelu. (29) Tento systém je nejvíce využitelný při jízdě na dálnici.



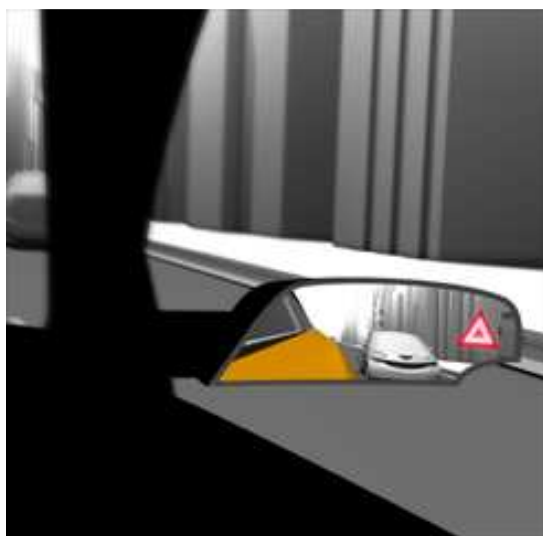


Obr. 10 – Asistent udržování vozidla v jízdním pruhu (29)

### 3.3.4 Monitorování slepého úhlu

Mnoho nehod je způsobeno při přejíždění z jednoho do druhého jízdního pruhu vozovky při současném přehlédnutí v tomto pruhu jedoucího vozidla. Toto je způsobeno tzv. „slepým“ neboli „mrtvým“ úhlem zpětných zrcátek.

Základem systému jsou dva radarové senzory, které jsou umístěny v rozích zadního nárazníku automobilu. Tyto senzory snímají dění v okolí za a vedle vozidla. Pokud se řidič rozhodne pro změnu jízdního pruhu a dle senzorů hrozí nebezpečí střetu s automobilem, který jede ve „slepém“ úhlu, je řidič varován vibracemi do volantu, nebo akustickým signálem a rozsvícením diody, která je u většiny výrobců automobilů umístěná na zpětném zrcátku nebo v jeho blízkosti. (30)



Obr. 11 – Monitorování slepého úhlu (30)

### 3.3.5 Rozpoznání dopravních značek

Tento asistent usnadňuje řidiči sledování svislého značení komunikací. Systém je vybaven kamerou s vysokým rozlišením, která na vzdálenosti do 100 m rozezná značky před vozidlem a podle důležitosti je postupně řidiči zobrazuje na displeji palubního počítače. (31) Řidič tedy nemusí upírat svůj zrak na značení na vozovce a v jejím okolí, a může se plně soustředit na vlastní jízdu.



Obr. 12 - Rozpoznání dopravních značek (32)

### 3.3.6 Head up display

Je zařízení, které k bezpečnosti provozu silničního vozidla přispívá tím, že data, kvůli kterým by řidič upíral svůj zrak mimo vozovku (rychlost, data z navigace,...), promítá na čelní sklo do zorného pole řidiče. Ten se může plně zabývat situací na vozovce.

#### Historie

Head up displeje se do automobilů dostaly z leteckého průmyslu, kde je používají piloti stíhacích letounů. V automobilu se tento systém objevil poprvé v roce 1988. Zatím jsou stále výsadou luxusnějších automobilů, ale lze je již dokoupit také jako externí příslušenství.

#### Princip

Reprodukce dat se provádí pomocí intenzivního světelného zdroje, který je umístěn uvnitř přístrojové desky a prosvítá skrz průsvitný TFT (Thin Film Transistor) displej. Obraz je přenášen na přední sklo pomocí speciálně tvarovaného zrcadla. (33)



Obr. 13 - Head up displej (34)

### 3.3.7 Sledování únavy řidiče

Únava řidiče může být příčinou mikrospánku, který je častým viníkem dopravních nehod. Systém sledování únavy řidiče se snaží mikrospánku předcházet tím, že sleduje projevy řidiče a při zjištění únavy mu navrhne přestávku.

Existují dvě varianty:

1. typ – Systém za pomoci senzorů snímá polohu těla, očí, zvukové projevy,..., které vyhodnocuje a řidiče vizuálně a zvukově na únavu upozorní. (35)
2. typ – Systém nesleduje řidiče, ale pomocí kamery sleduje vozovku (vzdálenost vozu od vodorovného značení, směr jízdy,...). Podle aktuálního způsobu jízdy, kterou z kamerových dat vyhodnocuje, a srovnáním s daty obvyklé jízdy řidiče, které má uložené, je systém schopen rozeznat míru koncentrace řidiče. Systém takto zachytí i nebezpečí, kdy se například řidič otáčí k dětem na zadních sedadlech. Při nízké bdělosti řidiče, je tento vizuálně a akusticky varován. (36)



### 3.3.8 Kontrola tlaku v pneumatikách

Systém kontroly tlaku v pneumatikách je velmi užitečný z hlediska bezpečnosti. Jízda s pneumatikou s nedostatečným tlakem je výrazně méně stabilní a v krizové situaci může být velmi nebezpečná. Mnoho řidičů tlak v pneumatikách pravidelně nekontroluje a proto je tento systém, který kontinuálně monitoruje tlak v jednotlivých pneumatikách velmi přínosný. Díky ideálnímu tlaku v pneumatikách se předchází defektům, které vznikají z podhuštění pneumatik, dále se předchází jejich nerovnoměrnému sjíždění, snižuje se valivý odpor a tím se zvyšuje efektivita provozu snížením spotřeby automobilů a prodloužením životnosti pneumatik. Tento systém je tedy užitečný i z ekologického hlediska.

Existují dvě varianty tohoto systému:

1. typ - Pomocí čidel systému ABS se zaznamenávají údaje o aktuální rychlosti a počtu otáček kol. Z těchto údajů se vypočte aktuální poloměr každého kola. Pokud dojde ke změně (poloměr se zmenší), došlo k úniku vzduchu z pneumatiky. Řidič je upozorněn kontrolkou na přístrojové desce nebo na monitoru palubního počítače. (37)

2. typ - Každé kolo má speciální ventilek, ve kterém je integrován snímač tlaku. Pokud dojde ke změně tlaku, došlo k úniku vzduchu z pneumatiky. Řidič je upozorněn kontrolkou na přístrojové desce nebo na monitoru palubního počítače. (37)

## 4 Prvky pasivní bezpečnosti

### 4.1 Historie

Pravděpodobně nejdůležitějším prvkem pasivní bezpečnosti je způsob konstrukce karoserie. Ta musí dosahovat dobré tuhosti a mít dostatečné deformační zóny, které se při srážce zdeformují a zároveň musí být co nejméně deformován prostor pro posádku. Vývoj konstrukce karoserie je úzce spjatý s vývojem nových materiálů (vysokopevnostní oceli, kompozitní materiály,...). Velkým přínosem jsou také nárazové zkoušky, zásluhou jejich výsledků se konstruují vozidla bezpečnější pro posádku i pro chodce nebo cyklisty, kteří by mohli být vozidlem srazeni.

Důležitými milníky v historii pasivní bezpečnosti jsou následující události:

1921 - Patentována hlavová opěrka.

1959 - Automobilkou Volvo patentován 3 bodový bezpečnostní pás. Bezpečnostní pás byl do automobilového průmyslu přejat z leteckého průmyslu, kde byl jako 5 bodový použit poprvé v roce 1903. (38)

1953 - Patentován airbag. V roce 1974 vyroben první sériový vůz (značky Oldsmobile) vybavený airbagem (39)

### 4.2 Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pás je jedním z nejdůležitějších bezpečnostních prvků ve vozidle. Jeho funkce spočívá v kontrolovaném zpomalení těl posádky při nárazu a tím snížení následků dopravní nehody. Pro správnou funkci k pásu náleží také tzv. předpínače pásů, které upravují napnutí pásu a zajistí optimální tlak na tělo pasažéra. Bezpečnostní pás také eliminuje nekontrolovaný let nepřipoutané osoby vozidlem při srážce a tím hrozbu ostatním osobám ve vozidle. Pás také přispívá ke správné funkci airbagů, které jsou spolehlivé, jen pokud je posádka připoutána, v opačném případě mohou být i nebezpečné.

Bezpečnostní pásy se do automobilového průmyslu dostaly z letectví. Lze se setkat s několika typy pásů, které se liší systémem obepínání těla posádky. Jde o pásy 3, 5 a 6 bodové. 5 a 6 bodové jsou používány téměř výhradně ve sportovních a závodních vozech. V osobních vozech jsou z hlediska většího komfortu používány pásy 3 bodové.

Některé automobilky představili již také řešení, kdy je do pásu integrován airbag, který se při nárazu aktivuje. Tento airbag slouží ke zvětšení plochy bezpečnostního pásu, díky čemuž se sníží tlak, kterým pás působí při nárazu na tělo pasažéra.

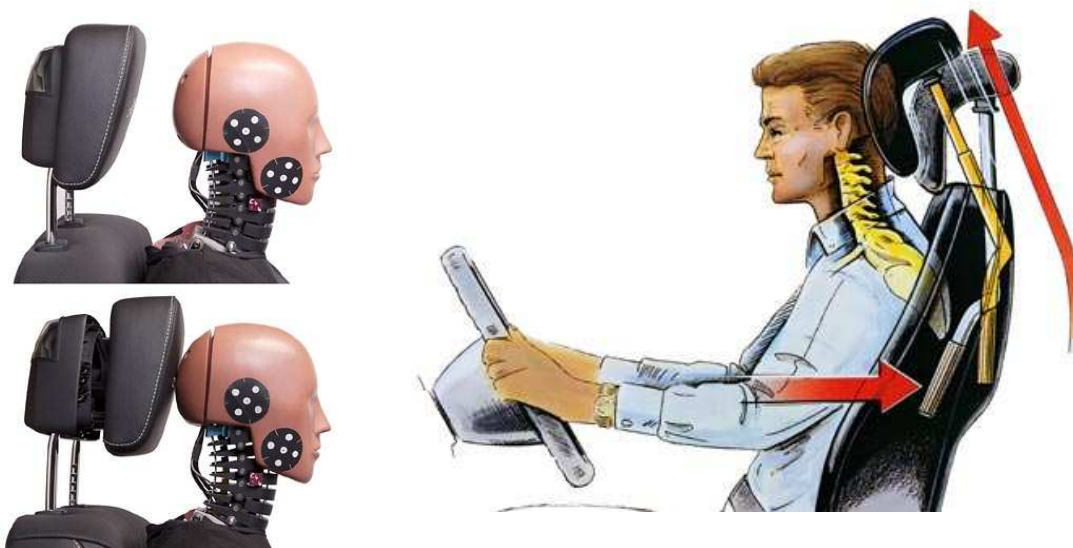


Obr. 15 – Bezpečnostní pás s integrovaným airbagem (38)

### 4.3 Aktivní hlavové opěrky

Aktivní opěrka je prvek pasivní bezpečnosti, který má omezit zranění krční páteře posádky vozidla při zpětném pohybu hlavy po nárazu. Aktivní opěrka pracuje na principu, kdy se v okamžiku střetu hlavová opěrka přiblíží k hlavě posádky a vyztuží tak krční páteř. Aktivní hlavová opěrka pomáhá hlavně při čelních nárazech a nárazech zezadu.

Aktivní hlavové opěrky používají k vysunutí opěrky buď pákový mechanismus nebo se vysouvají pomocí servomotorů. (40)

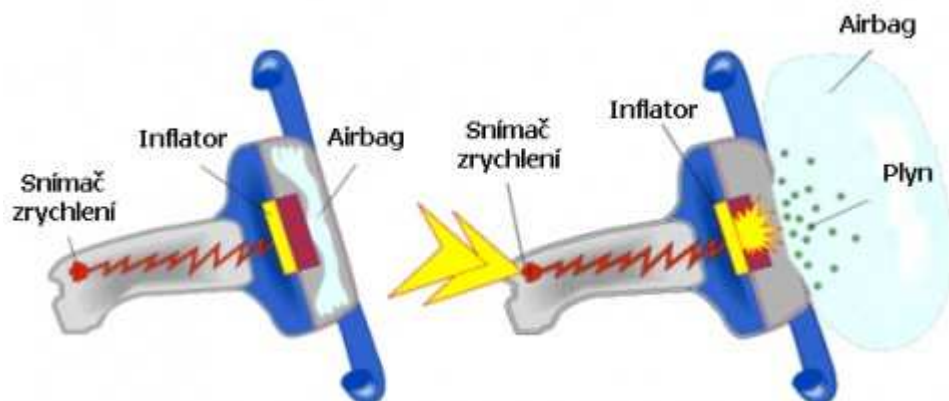


Obr. 16, Obr. 17 – dva typy konstrukce aktivních opěrek (vlevo výsuvný, vpravo pákový) (40)

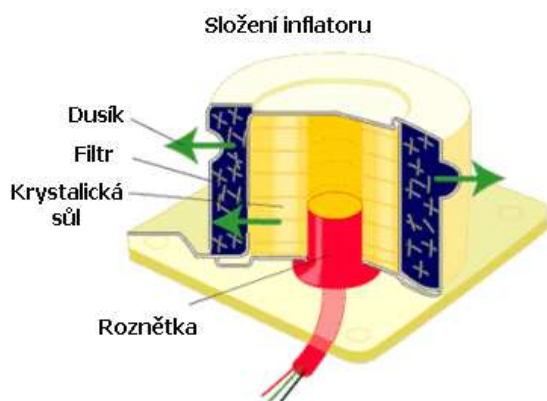
### 4.4 Airbag

Airbag se již stal jedním ze základních prvků pasivní bezpečnosti. Slouží především k ochraně hlavy a hrudníku při nárazu. Airbag může při nárazu plnit svou funkci správně, jen pokud je posádka vozidla připoutána bezpečnostními pásy. U nepřipoutaného cestujícího může airbag ublížit. První vozidla byla vybavena jen airbagem řidiče, později se přidal airbag spolujezdce. Nyní, v roce 2014, jsou již automobily často vybavovány navíc airbagy bočními, hlavovými, airbagy pro posádku na zadních sedadlech, kolenními airbagy,.... Poslední dobou se také objevují airbagy, které dokáží regulovat objem a rychlost naplnění podle síly nárazu.

Airbag je složen z vaku z polyamidové tkaniny, inflátoru (plynového generátoru, který produkuje plyn pro naplnění vaku) a řídicí jednotky se senzory zrychlení. Při nárazu řídicí jednotka aktivuje jednotlivé airbagy na základě vyhodnocování signálů od snímačů zrychlení pro příčný i podélný směr. Proto se například při stoprocentně čelním nárazu aktivují jen airbagy čelní. Pokud je řídicí jednotkou vyhodnocena situace jako náraz, je vyslán signál do inflátoru, kde jsou elektrickým zapalovačem s roznětkou zapáleny látky pro tvorbu plynu. Vzniklou chemickou reakcí se produkuje plyn, který naplní airbag. Úplné naplnění airbagu od chvíle srážky trvá cca 60 ms. (39)



Obr. 18 – Konstrukce airbagu umístěného ve volantu (39)



Obr. 19 – Konstrukce inflátoru (39)

## 4.5 Aktivní kapota

V posledních letech se někteří výrobci automobilů snaží zlepšit bezpečnost chodců a cyklistů použitím aktivní kapoty nebo airbagů na vnějších částech automobilů a zmírnit tak následky nehod, kdy chodec nebo cyklista dopadá hlavou z výšky na kapotu nebo čelní sklo vozidla.

Pro zmírnění následků nehody je důležité, aby se kapota mohla co nejvíce při nárazu deformovat. Je důležité, aby byl mezi kapotou a motorem, co největší prostor, aby energie působící na tělo sraženého byla co nejmenší. Toho se dosahuje přizvednutím kapoty při nárazu. Princip je následující:

Při kolizi s chodcem se aktivní kapota během několika milisekund zvedne o pět centimetrů. Riziko zranění chodce se tím sníží, protože přizvednutím se zvětší vzdálenost kapoty od tvrdých částí motoru a vznikne tak určitá „ochranná zóna“. Mechanismus pracuje nejčastěji na pyrotechnickém principu. (41)



Obr. 20 – Aktivní kapota (41)

#### 4.6 Airbag pro chodce

Je to airbag, který je umístěn na vnějších částech vozidla a neslouží k ochraně posádky, ale k ochraně chodců a cyklistů. Jeho princip je následující:

V přídě vozu je zabudováno sedm čidel, která přenášejí signály do řídicí jednotky. Když se automobil dostane do kontaktu s cizím objektem, signály se změň. Řídicí jednotka signály zpracuje, a pokud je vyhodnotí jako srážku s osobou, aktivuje se airbag pro chodce.

Závěsy kapoty jsou vybaveny pyrotechnickým uvolňovacím mechanismem, který při aktivaci systému vytáhne čepy a uvolní zadní část kapoty. Zároveň se aktivuje airbag, který se naplní plynem. V průběhu nafukování airbag nadzvedne kapotu. Ta se zvedne celkem o deset centimetrů a zůstane v této poloze. Zvětšená mezera mezi kapotou a tvrdými částmi v motorovém prostoru umožňuje deformaci kapoty, která pomůže utlumit sílu nárazu těla chodce. V nafouknuté poloze airbag zakryje celou štěrbinu, kde jsou umístěny stěrače, přibližně jednu třetinu čelního skla a spodní část předních střešních sloupků (A-sloupků). Celá sekvence od aktivace systému do plného nafouknutí trvá několik setin sekundy. (42)

Systém je aktivní při rychlostech od 20 do 50 km/h. K 75 procentům všech nehod s chodci dochází při rychlostech do 40 km/h. (42)



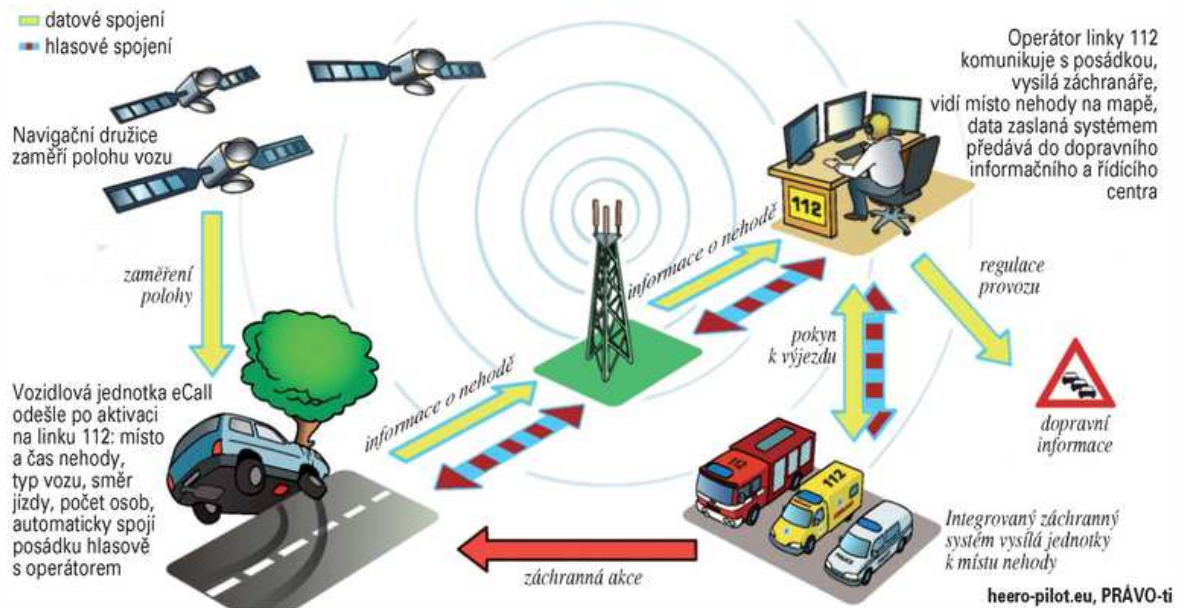
Obrázek 21 - Airbag vozidla na ochranu chodců (43)



## 4.7 eCall

ECall je systém, který po dopravní nehodě vozidla ihned zavolá bez zásahu člověka pomoc. Jedná se o speciální jednotku zabudovanou ve vozidle, která se okamžitě propojí s linkou 112 a zároveň pošle základní data o nehodě: čas, polohu, typ vozidla, směr jízdy a dokonce i počet pasažérů. Dle záměru Evropské unie budou vozidla povinně vybavována tímto systémem od roku 2015. (44)

### Jak bude automatický záchranný systém fungovat



Obr. 22 – Princip fungování systému eCall (45)

## 5. Komfortní prvky

Komfortní prvky velmi úzce souvisí s bezpečností vozidla. Komfortní prvky lze považovat za jednu ze součástí aktivní bezpečnosti. Z kapitoly komfortu se v této bakalářské práci zmíní jen systémy ovlivňující mikroklima ve vozidle (klimatizace, větrání, topení) a některé komfortní elektronické systémy. Nebude probírána problematika ergonomie interiéru vozidla a například výhled z vozidla.

### 5.1 Klimatizace, větrání, vytápění (19)

Klimatizace a vytápění slouží k regulaci teploty, vlhkosti a filtraci vzduchu dle přání posádky. Pro ideální řízení vozidla je nutné, aby řidič nemrzl nebo aby ve vozidle nebylo přílišné teplo, které by ho unavovalo a snižovalo jeho pozornost.

#### 5.1.1 Historie

V minulosti se příjemné mikroklima ve vozidle udržovalo mnohem hůře než dnes. U starých vozů bylo jediným prvkem vytápění odpadní teplo od motoru a ke snižování teploty ve vozidle sloužil jen proudící vzduch při vyklopení nebo stažení okének. Dalším stupněm vývoje byla větrací a vytápěcí soustava. Posledním pomocníkem k regulaci mikroklimatu ve vozidle je klimatizace.

#### 5.1.2 Větrání

Úkolem větrací soustavy je zajištění čistoty ovzduší v prostoru pro cestující a za vyšších teplotních podmínek také odvádění tepla produkovaného cestujícími a slunečním zářením z kabiny posádky.

Čistotou ovzduší v automobilu se rozumí pouze odstranění škodlivin produkovaných cestujícími, tj. CO<sub>2</sub> a vlhkost vzduchu, jako produkty dýchání, popřípadě CO, jako produkt kouření a různých dalších pachů.

Podle vyhlášky Ministerstva dopravy ČR musí při větrání být použito pouze vnějšího vzduchu, ze kterého je vyfiltrován prach.

Na jednu osobu ve vozidle je nutná dodávka alespoň 45 m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu.

Maximální rychlost větracího vzduchu je 0,5 m/s, pokud je možné rychlost a směr regulovat, jsou povoleny i vyšší hodnoty.

Větrací systém musí být přetlakový. Přetlak uvnitř vozidla má být okolo 30 Pa. Tím je zamezeno vnikání prachu, pachů, výfukových plynů a vnikání studeného vzduchu v zimním období. Otvory pro přívod větracího vzduchu musí být na vozidle umístěny v místech maximálního přetlaku vzduchu na povrchu karoserie (u osobních aut před čelním sklem). Otvory pro odvod vzduchu musí být v místech podtlaku.

Větrací systém se skládá většinou ze dvou částí. Prvním je nucený systém proudění vzduchu, který pracuje při stání vozidla. Vzduch je do vozidla dodáván ventilátorem. Druhou částí je náporový systém proudění vzduchu, který je využíván při jízdě.

Vydechovací otvory a odvody vzduchu musí být ve vozidle situovány tak, aby bylo zajištěno rovnoměrné proudění vzduchu

Konstrukce celé soustavy větrání je komplikovaná z hlediska různé náchylnosti částí člověka na proudění vzduchu. Je důležité do této oblasti zahrnout poznatky ze zdravotnictví.

### 5.1.3 Vytápění

Vytápěcí systém musí rozdělovat teplo po celém prostoru pro cestující. Musí mít výkon, aby zajistil dostatečné vytápění i za jízdy při teplotách pod bodem mrazu.

K vytápění vozidla se používají dva druhy vytápěcích systémů:

#### Závislé topení

K ohřívání vytápěcího vzduchu je využíváno odpadní teplo motoru vozidla u motorů chlazených kapalinou nebo teplo výfukového potrubí u motorů chlazených vzduchem.

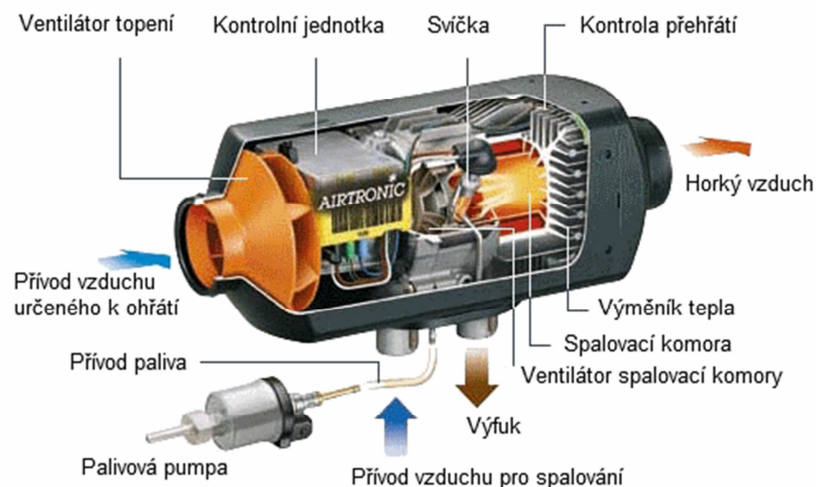
Kapalinový vytápěcí systém se skládá z výměníku tepla, ventilátoru, klapky přívodu vzduchu, ventilu přívodu vzduchu a příslušného regulačního ústrojí.

Podle regulace topného výkonu jsou rozeznávány dva typy provedení:

- Regulace množstvím přiváděné chladicí kapaliny z motoru do výměníku.
- Regulace smíšením studeného vzduchu se vzduchem ohřátým ve výměníku.

#### Nezávislé topení

K ohřívání vytápěcího vzduchu není potřeba tepla z motoru vozidla. K ohřívání slouží nezávislý tepelný zdroj. Používá se např. k vytápění nenastartovaného vozidla a k předehřátí motoru, kdy nedochází k tzv. studenému startu. Výhodné jsou možnosti programování času, kdy je topení v provozu. V zimě lze například zapínat topení například půl hodiny před plánovaným odjezdem. Řidič poté nastupuje do předehřátého vozidla a odpadá mu práce s čištěním skel od ledu.



Obr. 23 – Schéma nezávislého topení (46)

### 5.1.4 Klimatizace

Slouží ke snižování teploty v interiéru vozidla za vysokých teplot (chlazení vzduchu) a k regulaci vlhkosti vzduchu ve vozidle (odvlhčování vzduchu). Přispívá tedy k odmlžování oken vozidla. Díky tomu lze klimatizaci považovat za prvek aktivní bezpečnosti. Na druhou stranu, hlavně u vozidel s nízkým výkonem motoru si zapnutí klimatizace nárokuje značnou část jeho výkonu, což je nebezpečné z hlediska předjížděcích manévřů. Řidič počítá s obvyklým výkonem, který se mu ale kvůli zapnuté klimatizaci nedostaví. Proto některé moderní automobily při zapnuté klimatizaci a výrazném sešlápnutí akceleračního pedálu odpojí odběr výkonu klimatizace a plný výkon je poté použit na zrychlení vozidla.



Existují dva druhy klimatizace:

### **Manuální (mechanická)**

U mechanické klimatizace nelze nastavit konstantní teplotu uvnitř vozu. Teplota se reguluje otočným ovladačem. Cestující si teplotu regulují jen podle pocitu. Funkci klimatizace volí stiskem tlačítka AC (air condition).

### **Automatická (elektronická)**

Automatická klimatizace umožňuje nastavení konstantní teploty uvnitř vozidla a její dlouhodobé udržování. Klimatizace má vlastní řídicí jednotku, která reguluje teplotu a rychlost proudění přiváděného vzduchu v závislosti na požadované teplotě a na skutečné vnější a vnitřní teplotě. Nastavená teplota je graficky zobrazena pomocí stupnic nebo na displeji ve vozidle.

Automatické klimatizace se dále dělí podle možnosti nastavení několika separátních tepelných zón v automobilu:

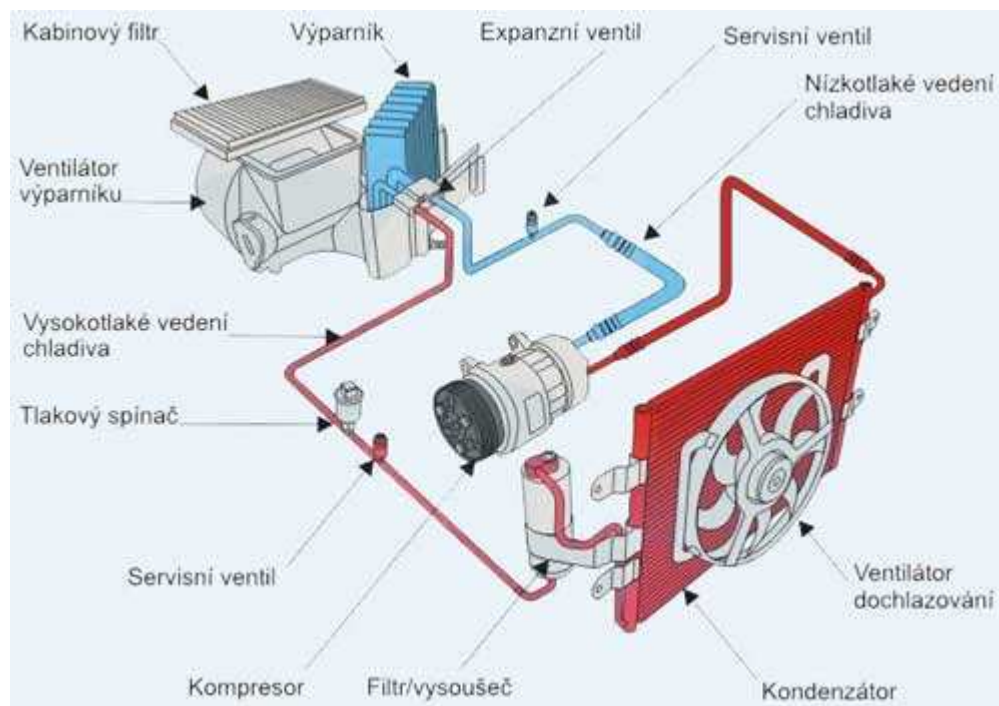
- a) Jednozónová klimatizace – regulace teploty je konstantní pro celé vozidlo
- b) Dvouzónová klimatizace – regulace teploty je umožněna nezávisle pro pravou a levou polovinu vozidla
- c) Třízónová klimatizace – regulace teploty je umožněna nezávisle pro řidiče, spolujezdce a pro prostor zadních cestujících
- d) Čtyřzónová klimatizace – umožňuje nezávislé nastavení v pravé a levé části vozu, jak v přední, tak i v zadní části vozu

U klimatizace lze také nastavovat vnitřní oběh vzduchu, kdy je jen chlazen a filtrován vzduch z interiéru vozidla a není přiváděn vzduch z vnějšího okolí. Tato funkce se uplatňuje při vyšším obsahu škodlivin ve venkovním vzduchu, ale vzduch v automobilu se tzv. „vydýchá“ a tím se zvýší riziko únavy řidiče.

### **Princip klimatizace:**

Klimatizace chladí vzduch přiváděný do větrací soustavy. Vzduch je chlazen chladicí kapalinou odpařující se ve výparníku, který je poháněn motorem hnaným kompresorem.

1. Kompresor nasává z nízkotlaké části plynný chladicí prostředek. Chladicí prostředek je kompresorem stlačován a vháněn do vysokotlaké větve klimatizačního systému. Jeho teplota se díky nárůstu tlaku zvýšila.
2. Chladicí prostředek prochází kondenzátorem, kde předává část získané tepelné energie okolnímu vzduchu. Přitom dojde ke zkapalnění chladicího prostředku. Kondenzátor je vlastně druhý menší chladič, zpravidla namontovaný na chladiči motoru.
3. Dále chladicí prostředek v kapalném stavu, pod vysokým tlakem a s nižší teplotou než pro stlačení kompresorem, prochází expanzním ventilem. Při průchodu expanzním ventilem se roztahuje a ztrácí svoji tepelnou energii, která byla spotřebována na skupenskou změnu v plyn.
4. Chladicí prostředek v plynném stavu, s nízkou teplotou a s malým tlakem proudí do výparníku. Svým průchodem jej ochlazuje. Výparník je vlastně další chladič, přes který proudí čerstvý vzduch do kabiny vozu. Čerstvý vzduch je v něm ochlazován a dál vháněn do kabiny. Chladicí prostředek je z výparníku nasáván kompresorem a tím se celý klimatizační oběh uzavírá.



Obr. 24 – Schéma klimatizace osobního vozidla (47)

Chladicí plyn funguje jako transportní prostředek pro odvod tepla. Od roku 1995 se směl používat pouze prostředek s označením R 134a. Tato látka je v kapalném skupenství bezbarvá jako voda, ve skupenství plynném je neviditelná. Je to vlastně chemické spojení fluoru, uhlíku a vodíku. Neobsahuje žádné atomy chloru jako dříve používané medium s označením R 12. Medium R 12 nepříznivě působilo na ozonovou vrstvu zemské atmosféry, proto bylo zakázáno. Dle nařízení Evropské unie již ale i chladivo R134a z ekologického hlediska nevyhovuje, a proto od 1. 1. 2011 je homologace nového vozidla podmíněna použitím ekologičtějšího plynu R1234yf. Některé automobilky se zprvu postavily proti tomuto nařízení, protože je toto chladivo náchylnější ke vzplanutí a automobilkám záleželo hlavně na bezpečí cestujících. Problém vznícení plynu se odstranil mírnou změnou v konstrukci klimatizační jednotky. (48)

## 5.2 Kessy

Elektronický zamykací a startovací systém KESSY (Keyless – Entry – Start – and – Exit – System, tedy bezklíčkový vstupní – startovací – a - výstupní systém) se jedná o elektronický zamykací a startovací systém, který poprvé uvedla automobilka Volkswagen ve svém modelu Phaeton.

KESSY poskytuje řidiči maximálně komfortní a bezpečný přístup k vozu, aniž by musel brát klíč do ruky. Pokud je klíč v okruhu 1,5 metru od vozidla, vymění si s řídicí jednotkou kódy a automobil se sám odemkne. Poté lze pouhým zatažením za kliku jakýchkoliv dveří nebo víka kufru vozidlo otevřít. Pokud se klíček nachází uvnitř vozu, nemůže díky směrovým sensorům dojít k nechtěnému zamčení vozu. Zůstanou-li dveře 30 sekund po odemčení zavřené, KESSY automobil opět uzamkne. (49)

Před nastartováním vozu systém automaticky odemkne zámek volantu, hned poté lze motor nastartovat stiskem startovacího tlačítka. Startování se však u různých modelů nepatrně liší. K nastartování je třeba zastrčit klíček do zásuvky (u některých variant KESSY systému může klíč zůstat v kapse), zmáčkнуть spojku (u samočinné převodovky brzdu) a tlačítkem zapnout/vypnout motor. (49)

Zamykání probíhá jednoduše: nepatrné dotknutí se čidla umístěného ve všech vnějších klikách aktivuje centrální zamykání. Pokud dojde omylem k tomu, že je klíč odložen uvnitř vozidla, systém zabrání uzamčení vozu. KESSY systém svou funkcí poskytuje posádce velmi komfortní přístup do vozu. (49)

V každém klíči, nebo plastové kartě, která plní funkci klíče vozidla, je umístěn také malý záložní klíč, který slouží k odemknutí vozidla, pokud by došlo k závadě systému nebo k vybití baterie.

Nevýhodou tohoto nového systému je, že tuto možnost pohodlného vstupu do vozidla, kdy je potřeba jen signálu, umějí využít zloději. Jde o praktiku, kdy si skupinka minimálně 2 zlodějů vyhlédne vozidlo vybavené tímto systémem, dále pak jen musí jeden z nich zůstat v kontaktu s řidičem, který opustí vozidlo, a mít zařízení, které snímá signál vysílaný klíčem. Tento signál následně pošle do zařízení komplici, jehož zařízení tento signál vyšle a ten může vstoupit do vozidla a toto odcizit.

### **5.3 Elektricky nastavitelná sedadla**

Nejčastěji se tento systém používá v dražších vozech a především u sedadla řidiče. Existuje několik typů, které se liší v počtu funkcí a v počtu a umístění ovládacích tlačítek. Systémy se liší počtem poloh sedadla, které se dají uložit a stiskem příslušného tlačítka navolit. U sedadel se nastavují výška sedadla, vzdálenost sedadla od pedálů, sklon opěradla a u některých vozidel lze upravovat také délku sedáku, nebo například měnit míru bočního vedení sedadla tím, že v sedadle jsou integrovány vzduchové vaky, do kterých se přivádí nebo ze kterých se odvádí vzduch. Ovládací prvky sedadla jsou nejčastěji umístěny na boční straně sedáku nebo na výplni dveří na místě, kde se nejčastěji nachází také elektrické ovládání oken.

Pro některé řidiče zvyklé sedět v automobilu v nejnižší možné poloze je nevýhodné, že elektrický systém je oproti mechanickému více prostorově náročný na zástavbu a tudíž je nejnižší poloha sedadla s elektrickým systémem vyšší než poloha sedadla s manuálním nastavováním ve stejném vozidle.

## 6. Bezpečnostní prvky nákladních vozidel a autobusů

Většina bezpečnostních systémů, kterými jsou nebo mohou být vybaveny nákladní automobily, jsou obdobou na stejném principu pracujících systémů v osobních automobilech. Často jsou systémy nejdříve uvedeny v nákladních vozidlech a po určité době se začnou používat i v osobních automobilech. Systémy jsou upraveny z hlediska rozdílností osobních a nákladních automobilů, např. z hledisek hmotnosti, rozdílného počtu náprav, velkých rozdílů v hmotnosti zatíženého a nezatíženého stavu,... Nákladní automobily i autobusy mohou mít součástí výbavy také systémy, jako ABS, ESP, systém sledování tlaku v pneumatikách, systém udržování jízdního pruhu, adaptivní tempomat, systémy automatického brzdění, atd. V následujících podkapitolách budou popsány jenom některé odlišnosti systémů v nákladních automobilech vůči systémům v osobních automobilech.

### 6.1 ESP

Tento systém pracuje na stejném principu, jaký byl popsán u osobních automobilů. Nákladní soupravu udržuje na silnici ve stabilní poloze přibrzdováním jednotlivých kol. Tím zabraňuje přetáčivému nebo nedotáčivému smyku. U nákladních automobilů je větším problémem než u osobních možnost převrácení vozidla. Je to způsobeno jejich vyšší stavbou, tím pádem vyšším těžištěm. Nevýhodou nákladních vozidel je také velká boční plocha náchylná na vítr. Problém nákladních vozidel představují setrvačné síly, které dovede vyvinout návěs, který se dostane do smyku. Proto je důležité, předcházet pomocí systému ESP těmto situacím.

Systémem ESP může zasahovat odpojením plynu a použitím brzd. Reakce systému je rychlejší a vhodnější než reakce řidiče. Systém se snaží udržet vozidlo kontrolovatelné v rámci fyzikálních možností. Systém je nejčastěji aktivní v situacích, jako jsou jízda zatáčkou, kluzký povrch vozovky, nouzové brzdění, vyhybací manévry a snižuje tak riziko havárie nebo jím i předchází.

Systém po celou dobu jízdy sleduje úhel natočení volantů a příčné zrychlení vozidla. Pokud se tyto údaje neslučují, systém zasahuje.

### 6.2 Kamera pro přední pohled

Čelní kamerový systém značnou měrou přispívá k usnadnění řízení a zvýšení bezpečnosti. Kamery umístěné na čelní straně vozidla snímají prostor vpředu a bočně od vozidla tam, kam řidič skrz prosklená okna nevidí. Tento obraz promítají řidiči přes displej umístěný na palubní desce vozidla. (50) Zamezí se tak přehlédnutí chodců (hlavně dětí) ve městech nebo na křižovatkách.



Obr. 25 – Situace, kterou řeší kamera pro přední pohled a zobrazení na displeji ve vozidle (vpravo dole) (50)

## 7. Bezpečnostní prvky jednostopých vozidel

U jednostopých vozidel je bezpečnost často diskutovaným tématem. Motoroky dosahují většinou mnohem vyšší dynamiky jízdy než automobily. Zásadou dynamických schopností je nízká hmotnost motocyklů. Ta je ale v rozporu s bezpečností, protože kolem řidiče není deformační hmota jako v automobilu. Při dopravní nehodě se tedy většina kinetické energie projeví letem motocyklisty vzduchem a následným nárazem.

Při bezpečnosti u motocyklů se vždy musí hledat kompromis mezi bezpečností a hmotností motocyklu. Nejvíce bezpečnostních prvků proto obsahují velké cestovní motocykly, u kterých není hmotnost nejdůležitějším parametrem.

U motocyklu platí ještě více než u automobilů, že hlavním faktorem, který zapříčiní nehodu a bude za ni nést horší následky, než kdyby ji způsobil v automobilu, je řidič. Pokud bude řidič jezdit za hranicemi svých možností, bude se nacházet ve větším nebezpečí, než když to samé udělá ve dvoustopém vozidle. A pokud nepoužije přilbu, vhodné oblečení a obuv s protektory, jsou následky srážky i v malé rychlosti většinou fatální, ale může za ně jen řidič sám.

### 7.1 BMW C1

Nejbezpečnějším jednostopým vozidlem historie byl pravděpodobně skútr BMW C1, který se začal vyrábět roku 1999. Největší předností z hlediska bezpečnosti byla konstrukce, kdy rám sahal nad hlavu řidiče. Na přední části byly velkoryse dimenzované deformační zóny. Zvláštností bylo použití sedačky automobilového typu s bezpečnostními pásy se samočinným předpínáním.

Všechny tyto konstrukční prvky zvýšily bezpečnost, ale také hmotnost a cenu tohoto originálního skútru. Příjemnou výhodou byla také ochrana před nepříznivým počasím. Kvůli rozložení hmotnosti, kdy se těžiště dostalo výše, než je u motocyklu zvykem, a jiné sedící pozici se však skútr řídil jiným způsobem, kdy se nemohlo jezdit takovými náklony v zatáčkách, které umožňuje motocykl klasické koncepce, ale to u městského skútru nepředstavovalo problém. (51)



Obr. 26 - BMW C1 (51)

### 7.2 Aktivní bezpečnost

#### 7.2.1 ABS

ABS bylo vyvinuto společností BMW v roce 1988. Jeho funkce se shoduje s funkcí u automobilů.

Důležitost je kladena na hmotnost systému. Ta se z počátečních 11 kg prvního modelu dostala už na méně než 1 kg u nejnovějších verzí. Proto se montuje již i do supersportovních modelů, u kterých se klade důraz na co nejnižší hmotnost. Evropská unie má v plánu ABS zavést jako jeden z povinných prvků aktivní bezpečnosti motocyklů nad 125 ccm. Dle aktuálních informací se tak stane pravděpodobně v roce 2017. (52)

### 7.2.2 Brzdový systém Dual CBS

Tento systém vyvinula společnost Honda. Motocykly s touto funkcí používají na každém brzdovém kotouči třípístkové třmeny, které řídí dvojice nezávislých, a přesto propojených hydraulických okruhů (Dual CBS). Oba vnější pístky třmenu přední brzdy se ovládají přímo páčkou na řídítkách, zatímco střední pístek třmenu zadní brzdy je aktivován sekundárním brzdovým válcem uchyceným na levém předním kluzáku vidlice. Vnější pístky zadního třmenu a střední pístky předního třmenu jsou ovládány přímo brzdovým pedálem. Odpovídající tlak na střední pístek zadního brzdového třmenu reguluje třístupňový redukční ventil. Systém Dual CBS je dole vybaven zpožďujícím ventilem umístěným mezi brzdovým válečkem nožní brzdy a středním pístkem pravého brzdového třmenu. Levý brzdový třmen je aktivován přímo bez zpoždění. Pravý brzdový třmen je aktivován postupně s nárůstem tlaku na pedál. Díky tomu nedochází při mírném brzdění nožním pedálem k tzv. ponořování předě a s tím související ztrátě ovladatelnosti. (53)

## 7.3 Pasivní bezpečnost

### 7.3.1 Airbag

V roce 2005 představila Společnost Honda Motor Co., Ltd. ve velkém cestovním modelu GoldWing poprvé airbag v motocyklu. Hondu k tomuto kroku vedly údaje z analýzy, kdy bylo zjištěno, že nejvíce nehod na motocyklu je čelních. Airbag má sloužit ke vstřebání kinetické energie jezdce. Systém se skládá z airbagu, mechanismu na naplnění airbagu plynem, čtyř sensorů kolize na principu zrychlení, které jsou umístěny po dvojicích na nohách přední vidlice a řídicí jednotku, která vypočítává, zda dochází ke kolizi.

Pokud dojde ke kolizi a řídicí jednotka dle údajů ze sensorů vyhodnotí nebezpečí, dojde k aktivaci airbagu za 0.015 s.

Dle společnosti Honda je přínos airbagu největší při čelních nárazech v rychlostech do 50 km/h. Bohužel systém ve stejné podobě nelze použít pro sportovnější modely a to nejenom z důvodu hmotnosti, ale hlavně velmi odlišného posedu jezdce, při kterém airbag tohoto typu není použitelný. (54)





Obr. 27 - Airbag motocyklu (Honda) (54)

### 7.3.2 Oblečení

Nejvýznamnějšími prvky aktivní bezpečnosti motocyklisty jsou vhodné oblečení s protektory, obuv a přilba.

Nově se do oblečení nebo přileb integrují také airbagy, které se při nárazu aktivují a velkou měrou eliminují jeho následky. Nepohodlnou součástí těchto prvků je potřeba propojit se pomocí lanka s motocyklem. Lanko při nárazu, kdy motocyklista opustí motocykl, aktivuje airbag, který se nafoukne. (55)



Obr. 28 - Oblečení motocyklisty s integrovaným airbagem (55)



## 8. Bezpečnostní prvky budoucnosti

Tato kategorie zahrnuje bezpečnostní prvky a systémy, o kterých se nyní (rok 2014) objevují informace z automobilek a je avizováno jejich pravděpodobné budoucí uvedení do provozu.

### 8.1 Transparent bonnet

Transparent bonnet (průhledná kapota) je název systému, který pro terénní vozy představila společnost Land Rover. Systém pracuje s přenosem obrazu, zobrazujícího situaci těsně před vozem řidiči. Data jsou získávána z kamer na mřížce chladiče a zobrazují se na head-up displeji. Řidič tak v podstatě vidí skrz kapotu a motorový prostor vozu. (56)

Tento systém nalezne největší uplatnění u terénních automobilů, kde lze poté sledovat přesně terénní nerovnosti a překážky, které jsou před nebo pod přední částí vozidla a řidič má přesný přehled o směru kol vozidla. Praktické využití by pravděpodobně mohl najít i ve městech při parkování.

Na podobných projekčních nebo zobrazovacích metodách by se dalo vyřešit i více problémů s výhledem z vozidla. Například by se daly použít zobrazovací panely na sloupky vozidla a pomocí kamer, které by snímaly venkovní prostor v plném rozsahu 360 ° a zároveň sledovaly polohu očí řidiče, by bylo možné „vidět skrz sloupky vozidla“.



Obr. 29 – Systém průhledné kapoty (56)

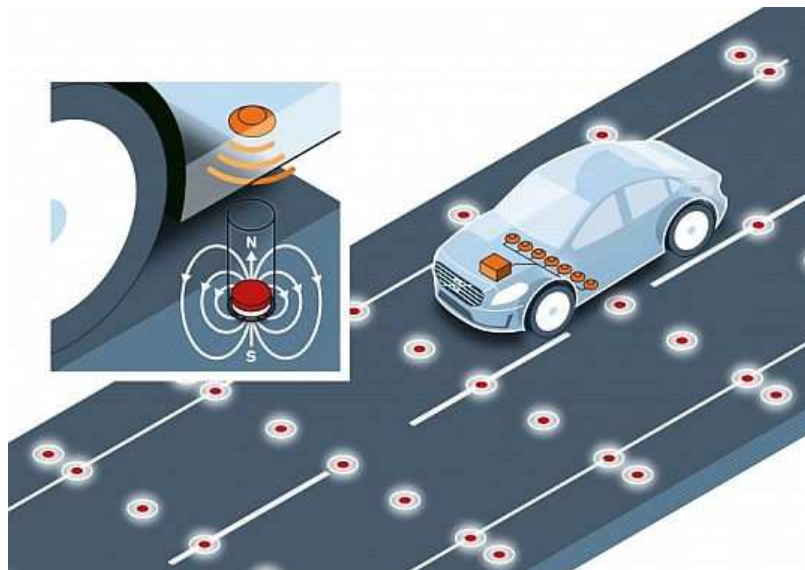
### 8.2 Autonomní jízda

Jízdu bez zásahů řidiče se zabývá mnoho společností z automobilového průmyslu, ale také společnosti z oblasti informačních technologií. Jedná se totiž o jedinou technologii, která odstraní největší chybový faktor na silnicích – vliv řidiče. Bohužel se jedná o systémy velmi náročné na výpočetní techniku. Dalším problémem je také etická otázka, kdo by nesl za nehodu způsobenou robotickým vozidlem zodpovědnost, zda řidič, automobil nebo jeho výrobce? (57) Existuje několik variant, jak výrobci řeší problematiku autonomní jízdy:

1. typ - Automobil je vybavený propracovaným softwarem, který vyhodnocuje informace z velkého množství senzorů (kamery, radar, GPS,...). Díky tomuto softwaru je pak vozidlo schopno normálního provozu na silnici i v hustém provozu. Dále také vyhodnocuje chování chodců a cyklistů (všímá si i ručních signálů na změnu směru jízdy). (57)

2. typ - Společnost Volvo vyvíjí koncept autonomní automobilové dopravy, kdy jsou v silnici v hloubce 200 mm zabudovány permanentní kruhové magnety o průměru 40 mm a výšce 15 mm. Tyto magnety jsou na silnici rozloženy dle určitého vzorce a vytváří magnetické pole, podle kterého automobil, na němž jsou umístěny detektory magnetického pole, může určit přesnou polohu, ve které se nachází. (58)

Jako výhodu tohoto systému společnost Volvo předkládá možnost navigovat i např. v tunelech, kde není pokrytí signálem GPS, nebo přesnější navigaci automobilu v mlze a při sněžení, kdy může být krajnice vozovky pokryta sněhem a kvůli špatné viditelnosti nebude vozidlo schopna řídit kamera. Očividnou nevýhodou je budování speciálních silnic. Proto bude takovýto systém v praxi mnohem méně použitelný než první typ. (58)



Obr. 30 – Řízení vozidla pomocí magnetického pole (58)

### 8.3 Komunikace vozidel

Do silničních vozidel jsou pomalu zaváděny systémy, které řidiče informují o dění na silnici. Zatím jde především o informace ohledně dopravní zácpy nebo o dopravních nehodách, o kterých je řidič informován navigačním systémem.

Společnosti zabývající se komunikací mezi vozidly chtějí v blízké budoucnosti mít vozidla vybavena takovými systémy, že si o zácpách, nehodách, pracích na vozovce, dopravním značení nebo počasí (námraza, nebezpečí aquaplaninku) vozidla pošlou informace bezdrátovou sítí (podobnou WLAN) mezi sebou a řidič bude o těchto problémech s předstihem informován a může je zohlednit. Dále by tento systém komunikace sloužil také k varování vozidel o jízdě vozidel složek integrovaného záchranného systému, čímž by se jejich jízda stala plynulejší, protože by o jejich jízdě ostatní vozidla věděla již s předstihem. V neposlední řadě by vozidla komunikovala například i se semaforem a řidič by mohl přizpůsobit jízdu tak, aby jel na tzv. „zelené vlně“. (57) Snížila by se tím tedy i spotřeba paliva a znamenalo by to příspěvek k ekologičnosti provozu.

Nevýhodou těchto systémů je možnost rušení bezdrátového signálu.

## 9. Vlastní konstrukční návrh

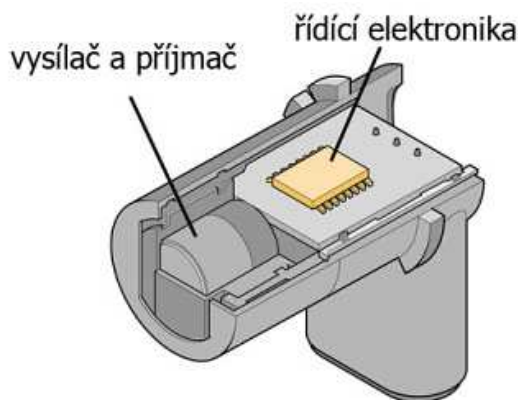
V této kapitole bude popsán jednoduchý konstrukční návrh bezpečnostního prvku vozidla. Jako prvek byla zvolena parkovací kamera, která bude popsána v kapitole 9.2. Nejdříve budou popsány systémy, které parkování usnadňují.

### 9.1 Systémy usnadňující parkování

Základní pomoci při parkování jsou zpětná zrcátka automobilu. Volitelnou výbavou automobilů jsou parkovací senzory, parkovací kamery a parkovací asistenti.

#### 9.1.1 Parkovací senzory

Parkovací senzory se umísťují do nárazníků vozidel. Jejich funkce je založena na vysílání ultrazvukového signálu o frekvenci 40 kHz. Řídící jednotka následně vyhodnocuje na základě odražených vln vzdálenost překážek od vozidla. Vzdálenost řídící jednotka určí pomocí tzv. triangulace, kdy vzdálenost vypočítá ze signálu nejméně dvou senzorů. Systém funguje v rozmezí do 150 cm od automobilu. (59) Řidič je o vzdálenostech informován akustickými signály (různé pro přední a zadní senzory), kdy se jedná o přerušovaný signál, který se s přibližující překážkou mění ve spojitý. Řidičovi se může vzdálenost k překážce zobrazovat také na displeji ve vozidle. Nevýhodou parkovacích senzorů je snímání překážek jen v určité výšce. Překážky vysoko nad nebo pod místem kde jsou senzory umístěny, nemusí být zaznamenány a může dojít ke srážce.



Obr. 31 – Schéma parkovacího senzoru (59)

#### 9.1.2 Parkovací kamera

Parkovací kamera slouží ke stejné funkci jako parkovací senzory. Signál z parkovací kamery je posílán na displej ve vozidle. Více o parkovacích kamerách bude ještě uvedeno v kapitole 9.2.

#### 9.1.3 Parkovací asistent

Parkovací asistent je systém, který při parkování přebírá od řidiče práci s volantem. Tyto systémy zpravidla umí zaparkovat jen podélně, ne příčně. Funkce je následující: řidič si stiskem tlačítka v interiéru vozidla parkovacího asistenta zapne. Ten následně při pomalé jízdě vyměřuje za pomoci senzorů velikosti parkovacích míst, když objeví vhodné, informuje řidiče na displeji a upozornovacím tónem. Automobil poté vyzve řidiče k sejmutí rukou z volantu a dává mu příkazy, které se týkají řazení a práce s plynem a brzdou. Takto řidič jednoduše naváděn zaparkuje. Některé automobily vybavené automatickou převodovkou a systémy automatického brzdění mohou zaparkovat úplně bez zásahu řidiče. (60)

## 9.2 Vlastní návrh parkovací kamery

Existují 2 typy parkovacích kamer. Kamery, které jsou základní nebo příplatkovou výbavou automobilu a kamery, které lze dokoupit jako externí příslušenství a připevnit je na příslušné místo na automobilu. Často se tyto kamery montují do lišty na pátých dveřích automobilu, kde je umístěno osvětlení státní poznávací značky.

Analýzou trhu s těmito parkovacími kamerami, bylo zjištěno, že většina parkovacích kamer je pevných a nemohou tedy plnit správně svou funkci, protože jsou náchylné na znečištění. Proto bylo cílem navrhnout vylepšení ve formě kamery, u které je čočka kamery vystavena vnějšímu prostředí jen v případě potřeby (při couvání) a v případě nečinnosti je čočka kamery skryta. Jako typový model bylo zvoleno vozidlo Škoda Octavia II. generace, pro které je na trhu větší množství parkovacích kamer v cenách okolo 2000 Kč. (61)



Obr. 32 – Parkovací kamera - Škoda Octavia II. generace (61)

Pro návrh modelu je důležité umístit na kameru otvory pro umístění osvětlení státní poznávací značky a rozteč šroubů na připevnění kamery k vozidlu. Pro zvolený model vozidla jsou rozměry 86x26 mm (délka x šířka) a rozteč šroubů je 63mm (61).

V rámci práce byly dva konstrukční návrhy, které jsou oba založeny na principu otočného mechanismu. První typ je zkonstruován s osou otáčení ve vodorovném směru a druhý je zkonstruován s osou otáčení ve svislém směru. Modely byly vytvořeny v softwaru Autodesk Inventor Professional 2011.

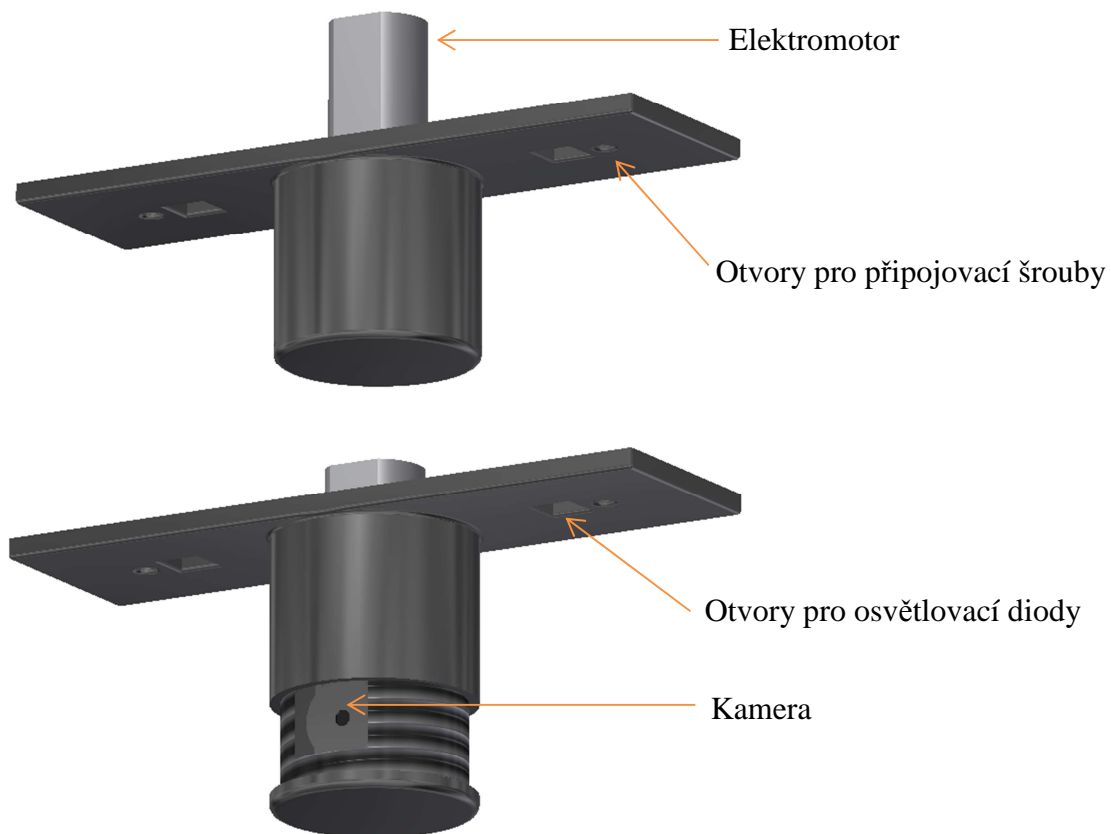
Do modelu byla zakomponována kamera s vysokým rozlišením a širokým úhlem záběru, která má rozměry 14x14x10 mm (výška x šířka x hloubka) a její cena se pohybuje okolo 350 Kč (62). Otočný pohyb je zprostředkován elektromotorem o průměru 22,5 mm v různých délkách pro každou z variant. V obou modelech jsou vytvořeny otvory, které slouží pro následnou montáž světelného zdroje (LED diody), který by při menších rozměrech než klasické osvětlení SPZ zajistilo stejnou intenzitu osvětlení.

Při konstrukčních návrzích se jedná jen o prvotní hrubé návrhy. Bylo při nich počítáno s výrobou kamery z plastu (polypropylenu), to by zajistilo levnou výrobu. Kamera není nikterak výrazně staticky ani dynamicky namáhána, proto není potřeba použít materiál s lepšími pevnostními hodnotami. Protože jsou součástky z plastu a vyráběly by se vstříkáním, jsou navrženy s neměnnými průřezy, aby nedocházelo k vadám výrobku (vtaženiny, dutiny ve výrobku). Dále jsou na modelu hrany zaobleny rádiusem R 0,5, protože nelze touto technologií výroby udělat ostrou hranu. Při detailním návrhu by bylo potřeba zohlednit ještě mnoho aspektů. Například by bylo vhodné udělat výpočtový model, zvolit přesný materiál a pro něj poté navrhnout finální tloušťky stěn, aby byla zaručena požadovaná životnost. Dále by bylo vhodné s technologem konzultovat technologii, kterou by bylo tělo pro kameru vyráběno. Dalším důležitým prvkem by bylo správné utěsnění těla kamery jako ochrana před vlhkostí a nečistotami, aby nedocházelo k znečištění a k problémům s elektroinstalací.



Obr. 33 – Kamera použitá do modelu (62)

### 9.2.1 – 1. varianta

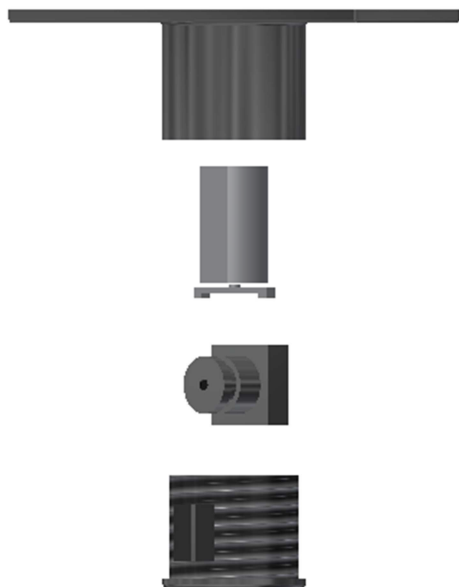


Obr. 34 – Kamera otočná kolem svislé osy (nahore zavřený stav, dole otevřený)

Varianta č. 1 má svislou osu rotace. Tato varianta je založena na principu, kdy je kamera uložena ve válci s vnějším závitem a jako celek se šroubovým pohybem vysouvá z části, která je pevně přišroubována k vozidlu. Trajektorií pohybu je tedy šroubovice a rotační pohyb je zajištěn elektromotorem, který by získal signál pro natočení kamery do pracovní polohy zapnutím zpátečních světel vozidla a vrátil by kameru zpět do zavřeného stavu při vypnutí těchto světel.

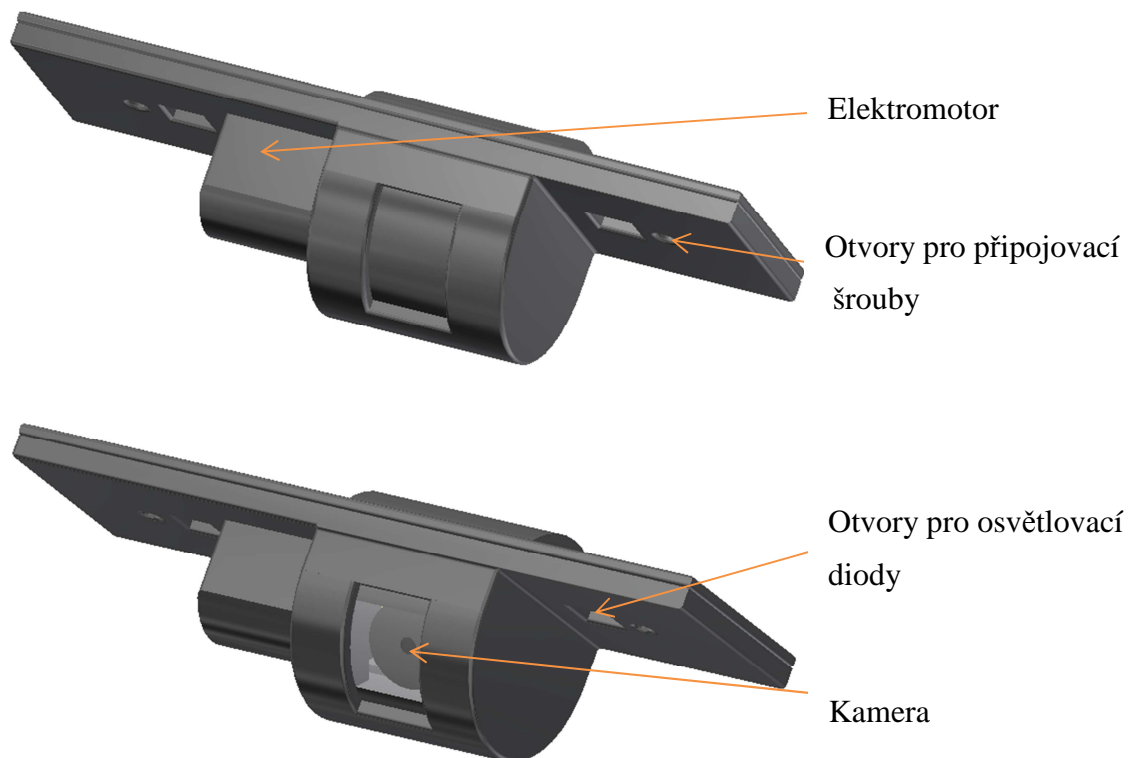


Rozměry modelu (délka x šířka x výška): 86 x 26 x 42. V zasunutém stavu je z lišty vyčnívající vzdálenost 22,5 mm, ve vysunutém stavu 36 mm. Na zástavbu do lišty je zapotřebí 17 mm.



Obr. 35 – Varianta 1 – rozstřel sestavy

### 9.2.2 – 2. varianta

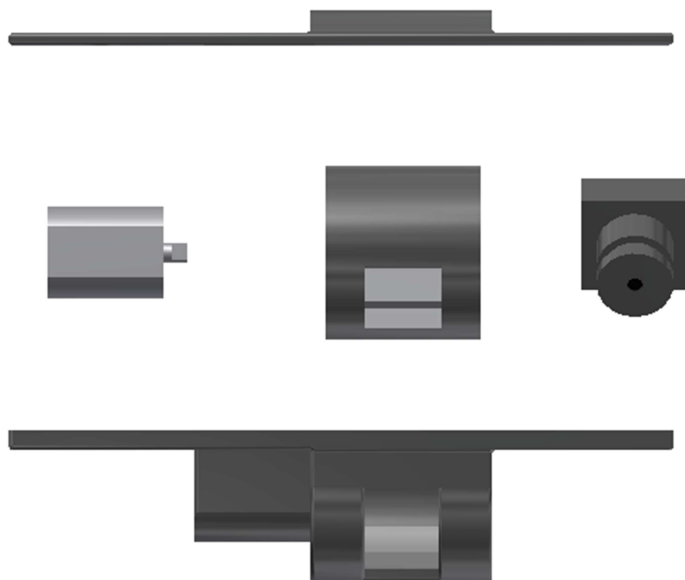


Obr. 36 – Kamera otočná kolem vodorovné osy (nahore zavřený stav, dole otevřený)

Varianta č. 2 má vodorovnou osu rotace. Tato varianta je založena na principu, kdy je část s kamerou uložena ve válci, který je otáčen pomocí elektromotoru (pohyb zajištěn stejným signálem jako ve variantě 1) a je kluzně uložen v části, která je pevně spojena s vozidlem.

Rozměry (délka x šířka x výška): 86 x 26 x 25

Z lišty vyčnívající vzdálenost je 17 mm. Na zástavbu do lišty je potřeba 5,5 mm.



Obr. 37 – Varianta 2 – rozstřel sestavy

### 9.2.3 – Rozbor a porovnání variant

Společnými prvky pro obě varianty kamer jsou některé rozměry, podobný mechanismus otáčení využívající ke svému chodu elektromotor a stejné uložení kamery ve válci, který koná rotační pohyb. V tomto válci a v potřebných místech na součástech obou kamer jsou vytvořeny otvory pro kabely ke kameře a k elektromotoru. Místo před čočkou kamery je v obou případech chráněno od nečistot vlepovaným dílem z polykarbonátu. Obě kamery je nutné utěsnit před vnikáním vlhkosti a nečistot z vnějšího prostředí a zamezit tak problémům s elektroinstalací.

Viditelným rozdílem mezi oběma variantami jsou jejich rozměry. Obě varianty mají stejné základní rozměry. Jedná se o šířku, délku a o rozteč otvorů pro přípojné šrouby M 2,5, které jsou pevně dány dle konstrukce automobilu. V ostatních rozměrech se obě varianty liší.

Důležité rozměry, ve kterých se obě konstrukce významně liší, jsou rozměry k zástavbě do lišty automobilu a dále také rozměry části kamery, která z lišty vyčnívá do volného prostoru.

Z hlediska rozměrů na zástavbu je výhodné, aby tyto rozměry byly co nejmenší, díky čemuž bude instalaci do lišty automobilu velmi jednoduchá. Varianta 1 potřebuje k zástavbě 17 mm, varianta 2 jen 5,5 mm.

Z hlediska rozměru vyčnívajících z lišty automobilu, je důležité, aby zabudovaná kamera nekomplikovala bezproblémovou čitelnost SPZ. Varianta 1 zasahuje do tohoto prostoru 31,5 mm ve vysunutém stavu. Ale protože je kamera při nečinnosti v zasunutém stavu, tento rozměr je ve většině případů bezproblémových 22,5 mm. Varianta 2 je ještě kompaktnější a zabírá jen 17 mm.

Posledním parametrem souvisejícím s rozměry, je umístění otvorů pro osvětlení. Jakými zdroji bude osvětlení zajištěno, v této práci nebylo řešeno. Pokud by se jako zdroj světla použily LED diody, nebyly by tyto prostorově náročné. Pokud však porovnáme obě varianty, zjistíme, že u varianty 1 je oproti variantě 2 na umístění a velikost otvorů pro osvětlení o 10,5 mm více. Z toho plyne výhoda větší variability umístění a velikosti těchto otvorů a díky tomu u této varianty existuje možnost dosáhnouti lepšího osvětlení SPZ.

Z funkčního hlediska a použitelnosti pro více modelů automobilů má varianta 2 jednu podstatnou výhodu. Lze jen pomocí elektromotoru změnit úhel, pod kterým kamera snímá. U varianty 1 toto není možné. Pro různé typy vozidel by musela být upravena konstrukce, kdy by byl upraven úhel, pod kterým je kamera uložena ve válci.

U kamery varianty 1 by bylo také z hlediska životnosti dobré odzkoušet, jak otáčivý pohyb okolo stejné osy, jako je osa kabelů, bude působit krutem na tyto kabely. Z tohoto hlediska byl zvolen metrický závit se stoupáním 3 mm, kdy na vysunutí kamery stačí 3 otáčky. Pokud by ale při zkouškách docházelo k problémům, dal by se tento řešit užitím speciálního závitu, kdy by bylo možné plného vysunutí na například půl otáčky.

Obě kamery lze také porovnávat z hlediska designu. Tento parametr je však ryze subjektivní záležitostí. Obě kamery jsou vyrobeny ze stejného materiálu, polypropylenu černé barvy, liší se pouze vzhledem jejich konstrukce. Pokud by byl tento parametr zahrnut do srovnání kamer, bylo by důležité získat názor od relevantního počtu osob.

Dalším porovnávacím kritériem je kritérium ekonomické. Pro toto kritérium by bylo třeba udělat přesnou kalkulaci na výrobu jedné kamery. Pro tuto kalkulaci by bylo třeba znát přesné ceny materiálu a ceny na výrobu jednoho kusu. Bez znalosti těchto hodnot lze jen říci, že náklady materiálové budou u obou variant podobné. U výrobních nákladů se pravděpodobně projeví různý počet součástí obou variant, kdy varianta 1 má o jednu součást méně.

Při výběru jedné, lepší varianty, by bylo třeba zjistit přesně výše uvedené parametry a posléze vytvořit párové srovnávání mezi variantami. Každá varianta má svá pro a proti. Výhodou varianty 1 jsou malé rozměry hlavní části kamery. Dala by se u ní tedy snáze provést změna na variantu s menší roztečí přípojných šroubů bez nutnosti omezení osvětlení SPZ. Výhodami varianty 2 jsou její menší rozměry na zástavbu a menší vyčnívající část do prostoru SPZ a v neposlední řadě její univerzální použití do různých modelů automobilů při zachování ideálního snímaného úhlu. Pro tuto univerzálnost se jeví varianta 2 jako lepší, a proto je k této variantě přiložena výkresová dokumentace.

Kamera varianty 2 se skládá z pěti dílů. Dva z těchto dílů nejsou vyráběné, jedná se o kameru a elektromotor. Vyráběny jsou oba kryty a válec, ve kterém je uložena kamera. Tento válec je kluzně uložen mezi oběma kryty, které se při montáži k vozidlu sešroubují. Otáčivý pohyb obstarává elektromotor. Kluzné plochy jsou tolerovány rozměrově a je na nich předepsána válcovitost, aby byl zajištěn bezproblémový chod a nedocházelo k zadírání nebo velkým vůlím.



## 10. Závěr

Cílem této bakalářské práce byla rešerše bezpečnostních a komfortních systémů silničních vozidel. Práce je rozčleněna na několik oddílů. Nejobsáhlejší část práce se zabývá aktivní bezpečností. Z aktivní bezpečnosti jsou popsány technologie osvětlení a elektronické systémy, které pomáhají k bezpečnější jízdě. Hlavní důraz byl kladen na moderní bezpečnostní prvky, které se ve vozidlech objevují teprve v posledních letech. Další část práce je zaměřena na pasivní bezpečnost. V kapitole o komfortních prvcích je kladen důraz na mikroklima ve vozidle, proto se nejobsáhlejší část týká větrání, topení a klimatizace. Ve zbylých kapitolách jsou zmíněny odlišnosti bezpečnostních systémů nákladních automobilů a jednostopých vozidel a jsou uvedeny i některé systémy, které se ve vozidlech objeví možná v budoucnu. Poslední částí práce je vlastní návrh prvku silničního vozidla, kde jsou navrženy dvě varianty parkovacích kamer a jejich porovnání. Ke zvolené variantě je přiložena výkresová dokumentace.

Během psaní této bakalářské práce jsem se nejvíce zajímal o elektronické bezpečnostní systémy a při hledání informací jsem došel k závěru, že v oblasti automobilového průmyslu je jen relativně malá skupina společností, automobilek a jejich dodavatelů, kteří se významně zabývají vývojem inovací, které přispívají ke zvýšení bezpečnosti ve vozidlech.

V neposlední řadě z mé rešerše vyplynula snaha výrobců o maximální eliminaci faktoru člověka při řízení a snaha minimalizovat jeho chyby. Proto je zřejmé, že do budoucna je velmi pravděpodobné brzké vyvinutí a následné uvedení na trh vozidel umožňujících autonomní jízdu. Tyto vyvíjené systémy a již existující „elektroničtí pomocníci“ ve vozidlech jsou důvodem k velkému propojování automobilového průmyslu s odvětvími informačních technologií.

## 11. Zdroje:

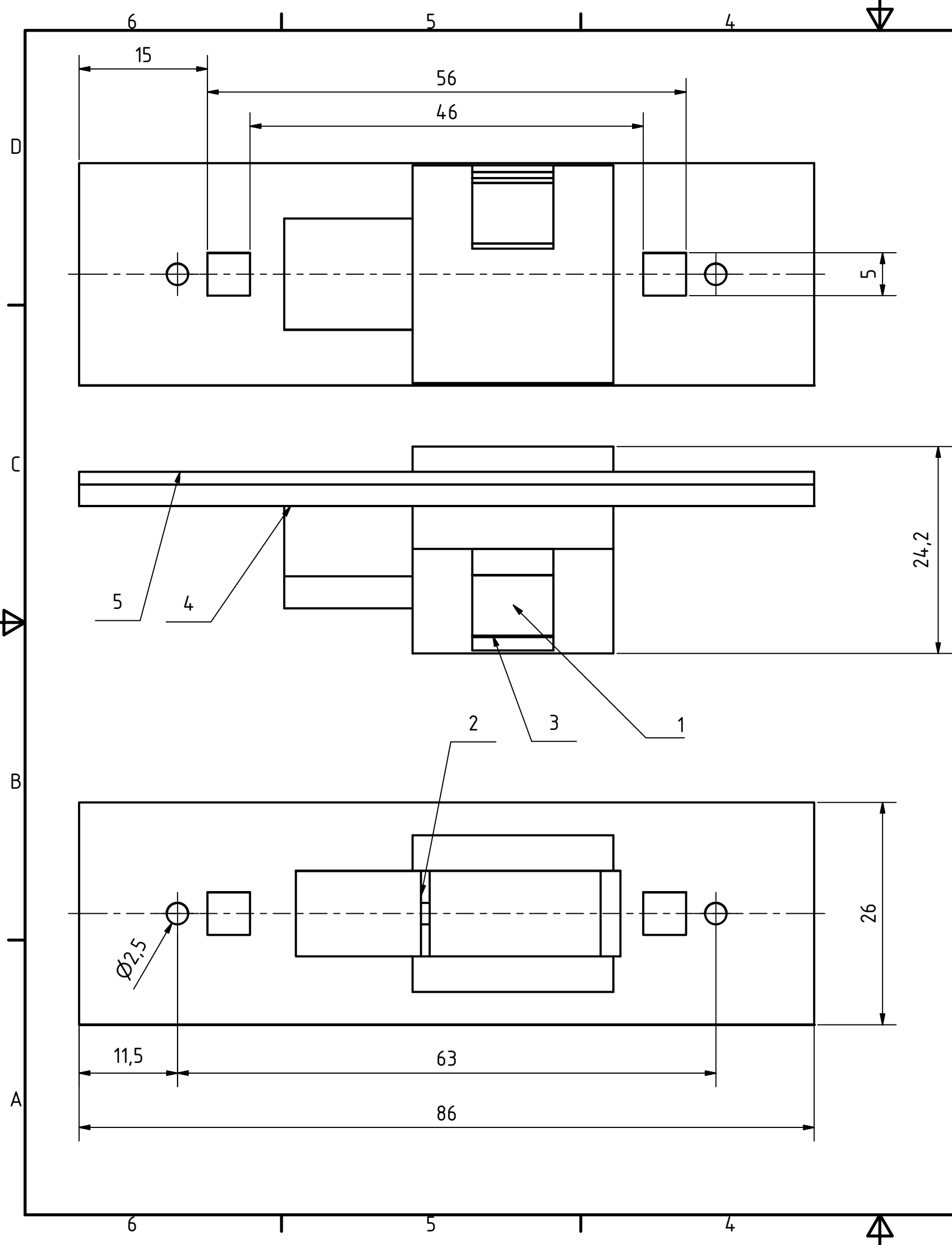
1. **Sajdl, Jan.** Aktivní bezpečnost. *autolexicon.net*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/aktivni-bezpecnost/>.
2. —. Pasivní bezpečnost. *autolexicon.net*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/pasivni-bezpecnost/>.
3. —. Světlo met automobilu. *autolexicon.net*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/svetlomet-automobilu/>.
4. Historie a budoucnost osvětlení automobilů. *AUTO.CZ*. [Online] 3. 2 2014. [Citace: 27. 2 2014.] <http://www.auto.cz/historie-a-budoucnost-automobiloveho-osvetleni-od-svicky-k-laseru-79316>.
5. **Sajdl, Jan.** Xenonové světlo mety (výbojky). *autolexicon.net*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/xenonove-svetlomety-vybojky/>.
6. LED. *AUTOMOTIVE LIGHTING*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/general/safety/sicherheit/ueberwacher\\_toter\\_winkel\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/general/safety/sicherheit/ueberwacher_toter_winkel_cs.html).
7. **Ulrich, Lawrence.** BMW Laser Headlights Slice Through the Dark. *IEEE SPECTRUM*. [Online] 25. 10 2013. [Citace: 27. 2 2014.] <http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/bmw-laser-headlights-slice-through-the-dark>.
8. DasLaserlicht kommt. *AUTOBILD.DE*. [Online] 2014. [Citace: 20. 5 2014.] <http://www.autobild.de/bilder/laserlicht-geht-im-bmw-in-serie-5062046.html#bild12>.
9. **Tarantola, Andrew.** OLED Lights Will Make Audis Glow Like Jellyfish. *GIZMODO*. [Online] 3. 3 2012. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.gizmodo.com.au/2012/03/oled-lights-will-make-audis-glow-like-jellyfish/>.
10. Audi led swarm. *OLED-Info*. [Online] 2014. [Citace: 15. 2 2014.] <http://www.oled-info.com/audi-swarm-concept-photo>.
11. ESS (The Emergency Signal System). *Mazda Motor Corporation*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.mazda.com/technology/safety/active\\_safety/ess.html](http://www.mazda.com/technology/safety/active_safety/ess.html).
12. Active safety. *Mazda Motor*. [Online] Mazda Motor Corporation, 2014. [Citace: 15. 2 2014.] <http://www.mazda.com/mazdaspirit/safety/ess.html>.
13. Adaptabilní systémy předních světel (AFS). *AUTOMOTIVE LIGHTING*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.al-lighting.cz/vismo/dokumenty2.asp?id\\_org=600675&id=1041&p1=1013](http://www.al-lighting.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600675&id=1041&p1=1013).
14. Opel news lightning. *Opel*. [Online] 2014. [Citace: 15. 2 2014.] <http://www.opel.com/news/index/2013/10/trendsetter-in-lighting-technology.html>.
15. Asistent dálkových světel. *Continental AG*. [Online] 2014. [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/general/safety/sicherheit/lichtassistent\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/general/safety/sicherheit/lichtassistent_cs.html).
16. BMW Night Vision with Dynamic Light Spot. *www.bmw.com*. [Online] [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.bmw.com/com/en/newvehicles/x/x5/2013/showroom/driver\\_assistance/night\\_vision.html#t=1](http://www.bmw.com/com/en/newvehicles/x/x5/2013/showroom/driver_assistance/night_vision.html#t=1).
17. **Sajdl, Jan.** ABS (Anti-lock Braking System). *autolexicon.net*. [Online] 2013. [Citace: 14. 6 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/abs-anti-lock-braking-system/>.

18. **Vlk, František.** *Automobilová elektronika 1 - Asistenční a informační systémy.* Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
19. —. *Automobilová elektronika 2 - Systémy řízení podvozku a komfortní systémy.* Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
20. **Cacek, Jan.** Desetileté výročí ESP. *autoweb.* [Online] 27. 7 2005. [Citace: 15. 5 2014.] <http://www.autoweb.cz/desetilete-vyroci-esp/>.
21. **Halamka, Jaroslav.** Nové nařízení: všechny autonovinky musí mít stabilizační systém ESP. *auto.idnes.cz.* [Online] MAFRA a.s., 3. 12 2011. [Citace: 15. 5 2014.] [http://auto.idnes.cz/nove-narizeni-vsechny-autonovinky-musi-mit-stabilizacni-system-esp-lib-/automoto.aspx?c=A111202\\_151405\\_automoto\\_hig](http://auto.idnes.cz/nove-narizeni-vsechny-autonovinky-musi-mit-stabilizacni-system-esp-lib-/automoto.aspx?c=A111202_151405_automoto_hig).
22. **Sajdl, Jan.** ESP (Electronic Stability Programme). *autolexicon.net.* [Online] 2013. [Citace: 14. 6 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/esp-electronic-stability-programme/>.
23. —. ASR (Antriebsschlupfregelung). *autolexicon.net.* [Online] [Citace: 15. 5 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>.
24. Asistent rozjezdu do kopce (HAC) / Asistent jízdy s kopce (DAC). *Toyota Motor Czech.* [Online] [Citace: 15. 5 2004.] [http://www.toyota.cz/cars/new\\_cars/toyota\\_tech/HAC\\_DAC.tmex](http://www.toyota.cz/cars/new_cars/toyota_tech/HAC_DAC.tmex).
25. Multikolizní brzda. *BESIP.* [Online] 2012. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/multikolizni-brzda>.
26. Adaptivní tempomat. *Continental AG.* [Online] 2014. [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/general/safety/sicherheit/tempomat\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/general/safety/sicherheit/tempomat_cs.html).
27. Reward 2010 - Volvo City Safety. *EURO NCAP.* [Online] 2014. [Citace: 14. 5 2014.] [http://www.euroncap.com/rewards/volvo\\_city\\_safety.aspx](http://www.euroncap.com/rewards/volvo_city_safety.aspx).
28. AUTO-STAIGER CZ a.s. [Online] AUTO-STAIGER CZ a.s., 2013. [Citace: 14. 6 2014.] <http://volvocars.auto-staiger.cz/novinky-volvo/prodan-1-mil-vozu-s-automaticym-brzdenim/>.
29. Asistent držení stopy. *Continental AG.* [Online] 2014. [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/general/safety/sicherheit/spurhalteassistent\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/general/safety/sicherheit/spurhalteassistent_cs.html).
30. Kontrola mrtvého úhlu. *Continental AG.* [Online] 2014. [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/general/safety/sicherheit/ueberwacher\\_toter\\_winkel\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/general/safety/sicherheit/ueberwacher_toter_winkel_cs.html).
31. Rozeznávání dopravních značek. *Continental AG.* [Online] 2014. [Citace: 27. 2 2014.] [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/general/safety/sicherheit/verkehrszeichenerkennung\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/general/safety/sicherheit/verkehrszeichenerkennung_cs.html).
32. Rozpoznávání dopravních značek. *Volkswagen.* [Online] 2014. [Citace: 20. 5 2014.] [http://www.volkswagen.cz/modely/tiguan/vlastnosti/49645\\_rozpoznavani\\_dopravnich\\_zna\\_ek](http://www.volkswagen.cz/modely/tiguan/vlastnosti/49645_rozpoznavani_dopravnich_zna_ek).
33. **Čanda, Tomáš.** Head displej - ze stíhaček do aut. *TopDrive.* [Online] 4. 1 2012. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.topdrive.cz/clanky/head-up-displej-ze-stihacek-do-aut/>.

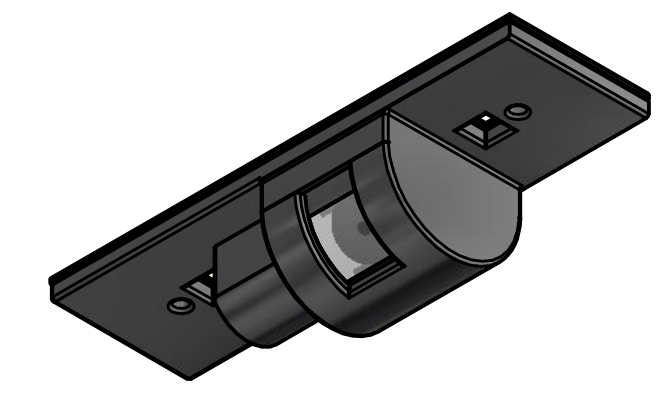
34. BMW's Headup Display - Fighter Jet Tech In Your Car. *MotorAuthority*. [Online] 2014. [Citace: 20. 5 2014.] [http://www.motorauthority.com/news/1067912\\_bmws-head-up-display--fighter-jet-tech-in-your-car](http://www.motorauthority.com/news/1067912_bmws-head-up-display--fighter-jet-tech-in-your-car).
35. Technologie aktivní bezpečnosti – Pro vaši ochranu. *M Motors CZ s.r.o.* [Online] [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.mitsubishi-motors.cz/tiskove-zpravy/?tz=9140310>.
36. Systém sledování bdělosti řidiče. *BESIP*. [Online] 2012. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/system-sledovani-bdelosti-ridice>.
37. Systémy kontroly tlaku v pneumatikách. *Continental Barum s.r.o.* [Online] 2014. [Citace: 14. 5 2014.] [http://www.continental.cz/www/pneumatiky\\_cz\\_cz/temata/rozsirena\\_mobilita/tpms.html](http://www.continental.cz/www/pneumatiky_cz_cz/temata/rozsirena_mobilita/tpms.html).
38. **Olivík, Pavel.** Bezpečnostní pásy: vývoj se nezastavil. *AUTOREVUE.CZ*. [Online] 25. 12 2011. [Citace: 15. 5 2014.] <http://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pasy-vyvoj-se-nezastavil>.
39. **Sajdl, Jan.** Airbag. *autolexicon.net*. [Online] [Citace: 15. 5 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/airbag/>.
40. —. Aktivní opěrka hlavy. *autolexicon.net*. [Online] [Citace: 12. 6 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/aktivni-operka-hlavy/>.
41. **Halamka, Jaroslav.** Při nárazu bude chodce zachraňovat kapota jako peřina. *auto.iDNES.cz*. [Online] MAFRA a.s., 16. 2 2011. [Citace: 13. 6 2014.] [http://auto.idnes.cz/kapota-musi-byt-co-nejmekci-aby-nezranila-fpx-/automoto.aspx?c=A110215\\_150544\\_automoto\\_fdv](http://auto.idnes.cz/kapota-musi-byt-co-nejmekci-aby-nezranila-fpx-/automoto.aspx?c=A110215_150544_automoto_fdv).
42. **Dvořák, František.** VIDEO: Volvo má airbag pro chodce. Nafoukne se zpod kapoty. *auto.iDNES.cz*. [Online] MAFRA a.s., 1. 6 2012. [Citace: 13. 6 2014.] [http://auto.idnes.cz/volvo-v40-ma-airbag-pro-chodce-dgo-/automoto.aspx?c=A120601\\_111545\\_automoto\\_fdv](http://auto.idnes.cz/volvo-v40-ma-airbag-pro-chodce-dgo-/automoto.aspx?c=A120601_111545_automoto_fdv).
43. Vyvinuli airbag pro chodce! Navíc rady, jak nezemřít na přechodu! *Aha!* [Online] CZECH NEWS CENTER a.s. a dodavatelé obsahu, 18. 4 2012. [Citace: 13. 6 2014.] <http://www.ahaonline.cz/clanek/musite-vedet/72160/vyvinuli-airbag-pro-chodce-navic-rady-jak-nezemrit-na-prechodu.html>.
44. eCall. *BESIP*. [Online] 2012. [Citace: 15. 5 2014.] <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/ponehodove-systemy/ecall>.
45. Ministerstvo dopravy chce nouzové volání eCall dříve, než vyžaduje EU. *Novinky.cz*. [Online] Seznam a.s., 12. 6 2014. [Citace: 13. 6 2014.] <http://www.novinky.cz/auto/339158-ministerstvo-dopravy-chce-nouzove-volani-ecall-drive-nez-vyzaduje-eu.html>.
46. Nezávislé topení. *Levné-topení.kvalitně.cz*. [Online] 2014. [Citace: 6. 6 2014.] <http://levne-topeni.kvalitne.cz/nezavisle-vytapeni-aut.php>.
47. Princip klimatizace. *AUTOFORM*. [Online] [Citace: 13. 6 2014.] <http://www.autoform.cz/klima.htm>.
48. KÄLTEMITTEL-STREIT WIRD HEIS. *AUTOZEITUNG*. [Online] 8. 7 2013. [Citace: 15. 5 2014.] <http://www.autozeitung.de/auto-news/mercedes-kaeltemittel-streit-frankreich-r134a-r1234yf-zulassung-gn-401338>.
49. **Sajdl, Jan.** KESSY (Keyless Access). *autolexicon.net*. [Online] 2013. [Citace: 13. 6 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/system-kessy-keyless-access/>.

50. DAF front view camera. *Imperial Commercial Gloucester DAF*. [Online] 2014. [Citace: 15. 5 2014.] <http://www.gloucesterdaftrucks.co.uk/products/comfort-and-safety-systems/daf-front-view-camera/>.
51. BMW C1. *BMW revue online*. [Online] 30. 9 2009. [Citace: 27. 2 2014.] <http://www.bmwrevue.cz/clanek.php?id=171>.
52. **Vaverka, Lukáš**. EU navrhuje povinně ABS pro motorky. *AUTO.CZ*. [Online] 14. 12 2010. [Citace: 27. 2 2014.] <http://www.auto.cz/eu-navrhuje-povinne-abs-pro-motorky-53300>.
53. Dual CbS for large sports tourers. *Honda Motor CO*. [Online] 2014. [Citace: 15. 5 2014.] <http://world.honda.com/motorcycle-technology/brake/p5.html>.
54. **Dumitrache, Alina**. Honda Gold Wing Motorcycle Airbag System Explained. *autoevolution*. [Online] 28. 10 2009. [Citace: 27. 2 2014.] <http://www.autoevolution.com/news/honda-gold-wing-motorcycle-airbag-system-explained-12559.html>.
55. **Poduška, Petr**. Eicma: nové prvky pasivní bezpečnosti. *Motorkari.cz*. [Online] 13. 11 2010. [Citace: 27. 2 2014.] <http://www.motorkari.cz/clanky/moto-novinky/nolan/eicma-nove-prvky-pasivni-bezpecnosti--17246.html>.
56. **Jungmann, Aleš**. Land Rover: Průhledná kapota pro New York. *AUTO.CZ*. [Online] 9. 4 2014. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.auto.cz/land-rover-pruhledna-kapota-new-york-video-80604>.
57. **Grohmann, Jan**. Robotická auta zas o krok blíže; Google ukazuje cestu. *HYBRID.CZ*. [Online] 30. 4 2014. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.hybrid.cz/autonomni-vozidla-o-krok-blize>.
58. —. Robotická budoucnost: Volvo testuje magnetické silnice. *HYBRID.CZ*. [Online] 13. 3 2014. [Citace: 14. 5 2014.] <http://www.hybrid.cz/autonomni-budoucnost-volvo-testuje-magneticke-silnice>.
59. **Sajdl, Jan**. Parkpilot. *autolexicon.net*. [Online] 2013. [Citace: 13. 6 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/parkpilot/>.
60. **Matějka, Jaroslav**. Parkovací asistent – jak to funguje? *AUTOREVUE.CZ*. [Online] Mladá fronta a.s., 25. 2 2012. [Citace: 13. 6 2014.] <http://www.autorevue.cz/parkovaci-asistent--jak-to-funguje>.
61. Kamera CCD se světlem NTSC do vozu Škoda Octavia II (sedan i combi od 2009) c-SK01ccdnt. *LevneAlarmy.cz*. [Online] 2012. [Citace: 13. 6 2014.] <http://www.levnealarmy.cz/eshop/car-multimedia/kamery-prislusenstvi/zadni-kamery-oem/kamera-ccd-se-svetlem-ntsc-do-vozu-skoda-octavia-ii-sedan-i-combi-od-2009-c-sk01ccdnt.html>.
62. 1280 X 960 HD mini cctv camera security micro camera 600TVL SPY mini camcorder. *ebay*. [Online] [Citace: 13. 6 2014.] <http://www.ebay.com/itm/1280-X-960-HD-mini-cctv-camera-security-micro-camera-600TVL-SPY-mini-camcorder-/281287974057>.
63. **Brůcha, Filip**. Chytrá auta mají sdílet informace mezi sebou. *COMPUTERWORLD*. [Online] 27. 8 2012. [Citace: 14. 5 2014.] <http://computerworld.cz/technologie/chytra-auta-maji-sdilet-informace-mezi-sebou-48724>.
64. Pamatujte na zásadu "vidět a být viděn". *BESIP*. [Online] 24. 10 2013. [Citace: 27. 2 2014.] <http://www.ibesip.cz/cz/pro-media/109-pamatujme-na-zasadu-videt-a-byt-viden>.

65. Systémy chránící chodce. *BESIP*. [Online] 2012. [Citace: 15. 5 2014.] <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/ponehodove-systemy/systemy-chranici-chodce>.
66. Night Vision. *Technected*. [Online] 2013. [Citace: 15. 2 2014.] Dostupné z: <http://www.technected.com/wp-content/uploads/2013/11/Night-Vision.jpg>.



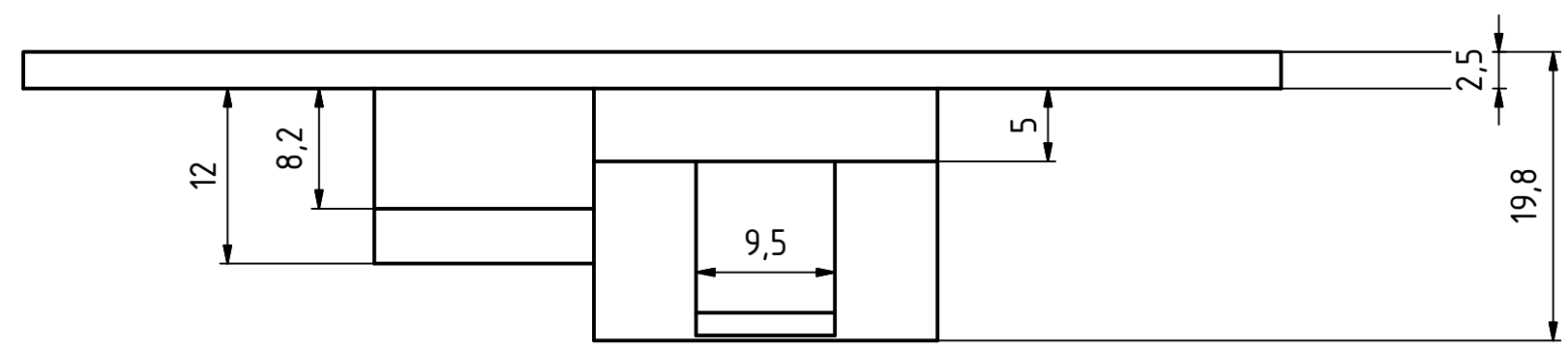
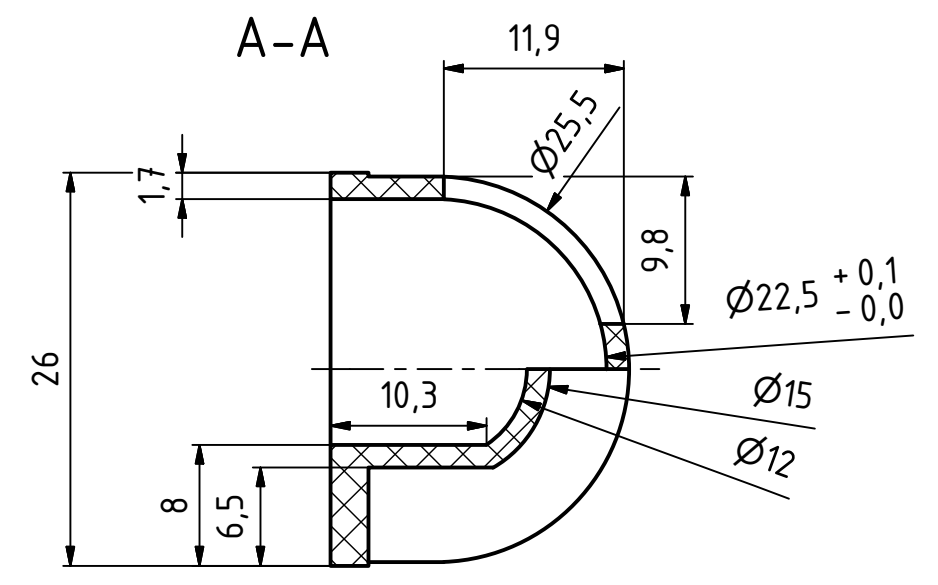
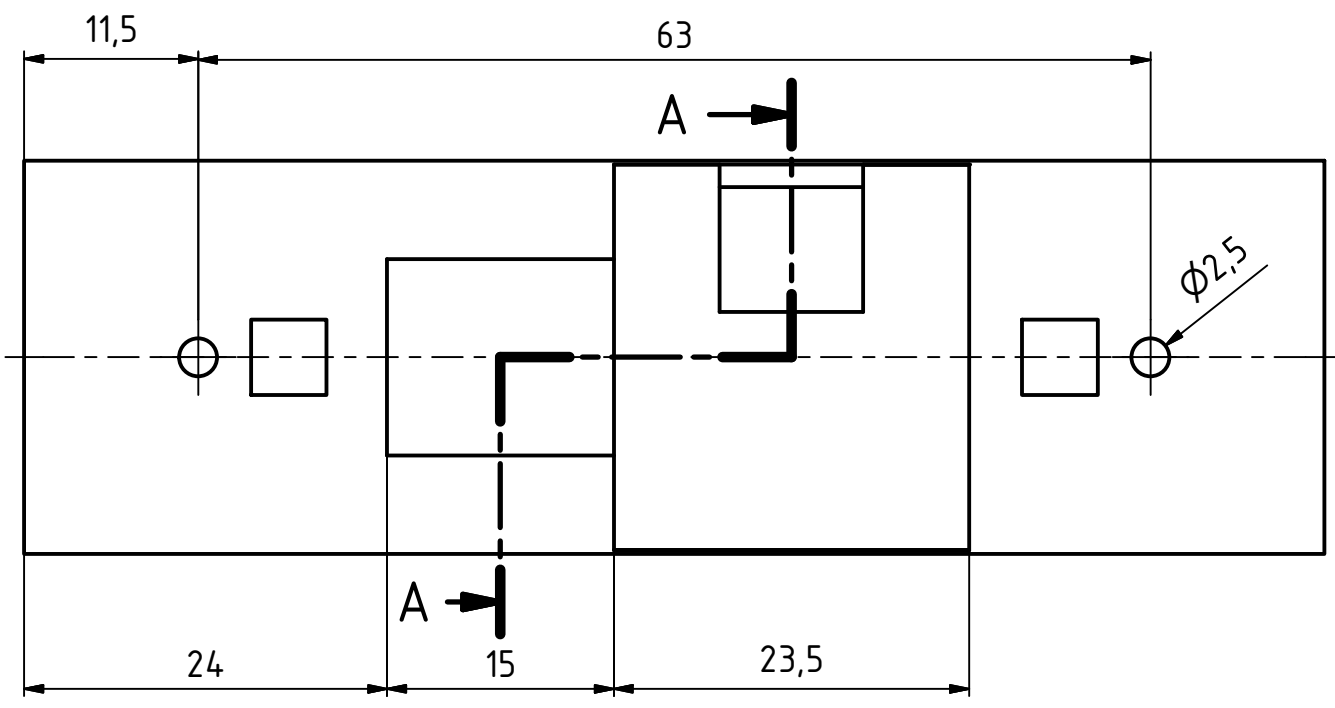
3D model (1:1)



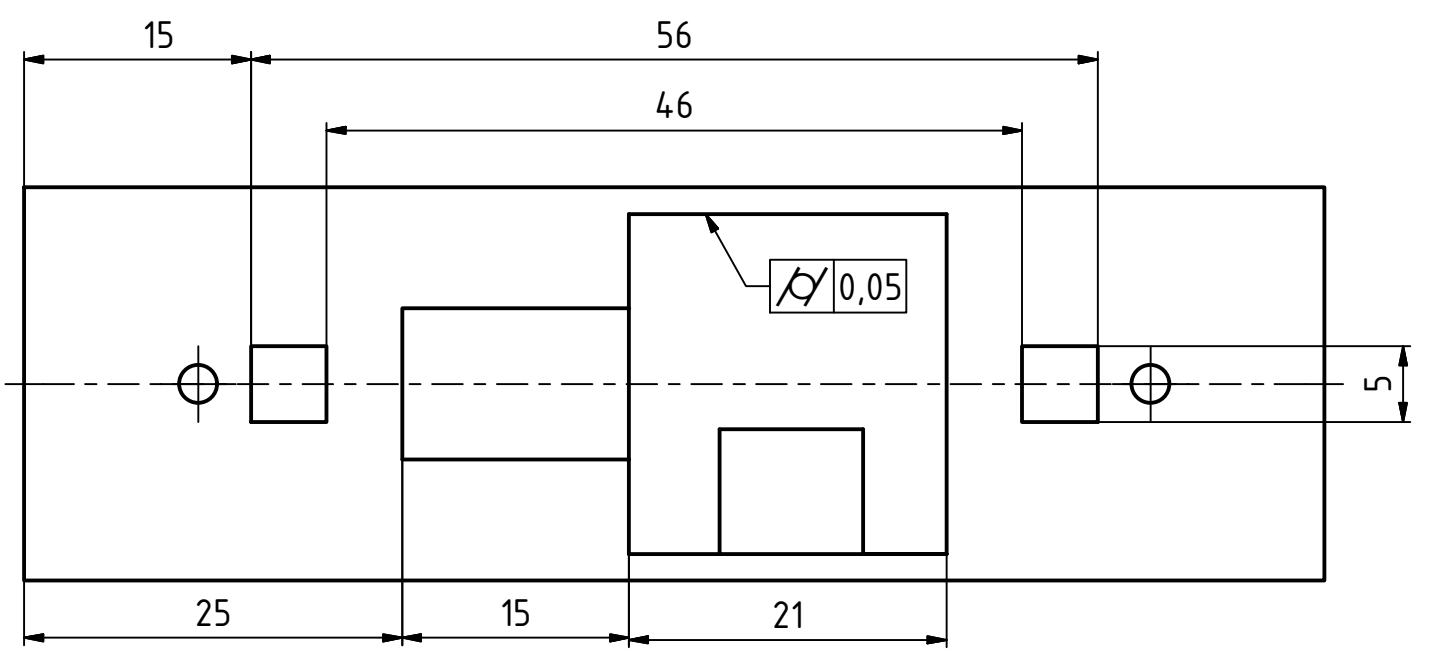
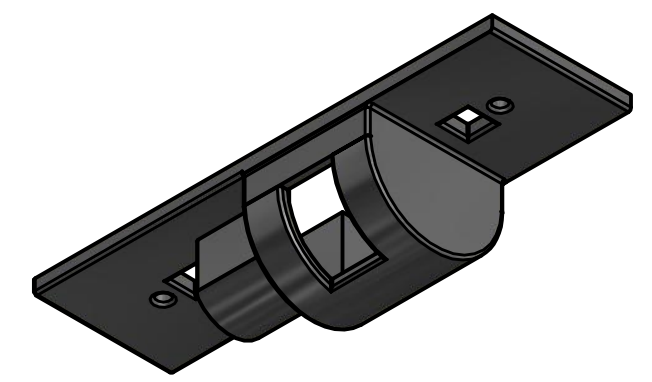
5	1	KKS-BP-PJ-2	Polypropylen	0,003 kg	kryt 2
4	1	KKS-BP-PJ-1	Polypropylen	0,007 kg	kryt 1
3	1	KKS-BP-PJ-3	Polypropylen	0,005 kg	válec
3	1	KKS-BP-PJ-4	Polykarbonát, čirý	0,000 kg	krycí sklo
2	1	nakupovaná součást	dle výrobce	0,002 kg	elektromotor
1	1	nakupovaná součást	dle výrobce	0,002 kg	kamera
POZICE	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	MATERIÁL	HMOTNOST	POPIS

KUSOVNÍK


Měřítko	2:1	Hmotnost (kg)	0,02	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Petr Ježek		Název			
	Datum	22.6.2014		Parkovací kamera - varianta 2			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			KKS-BP-PJ-S			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			



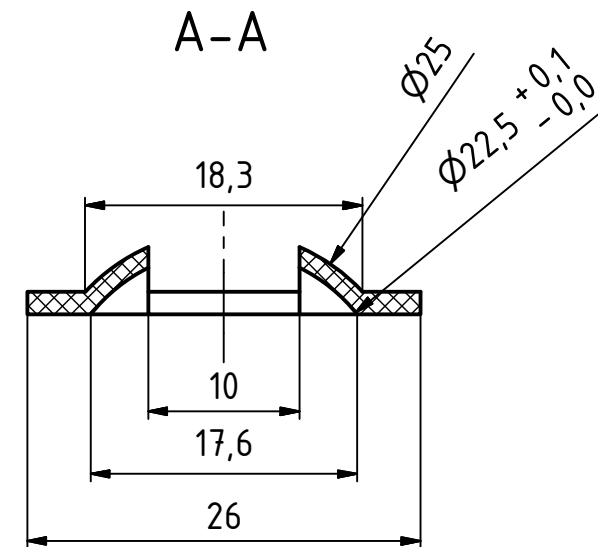
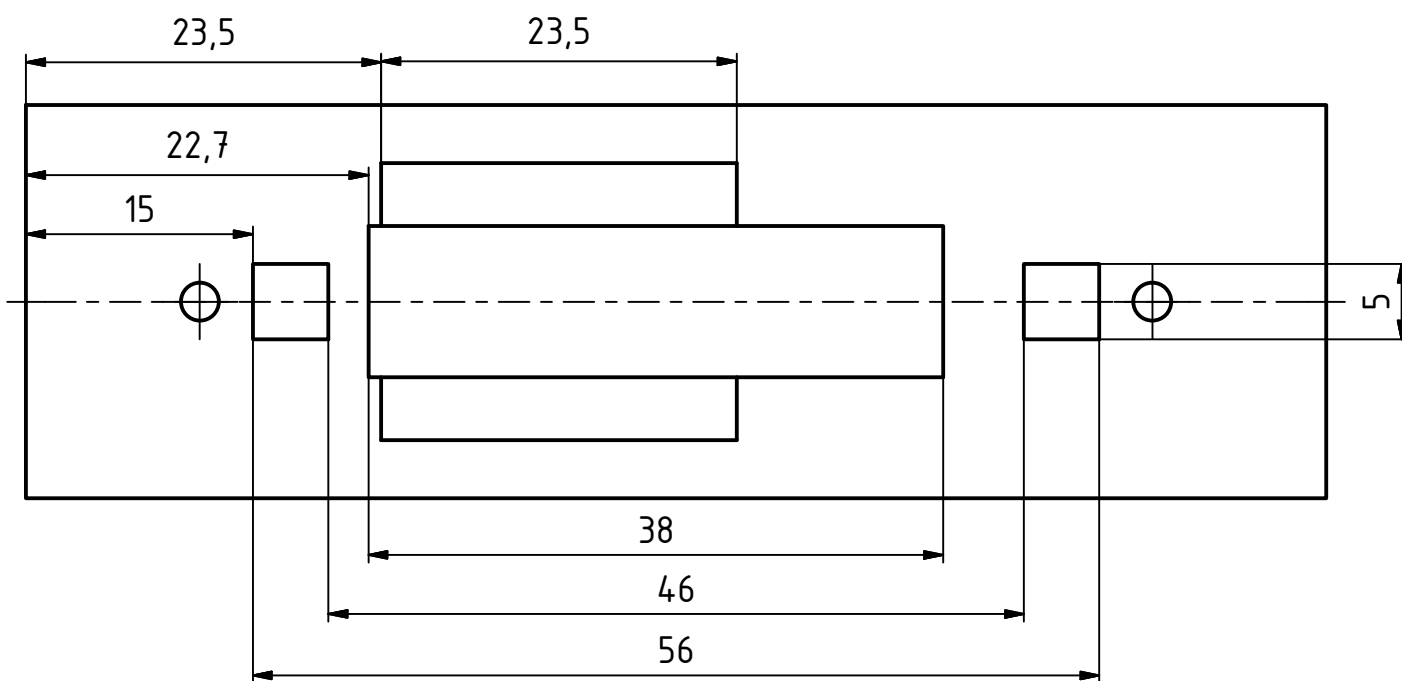
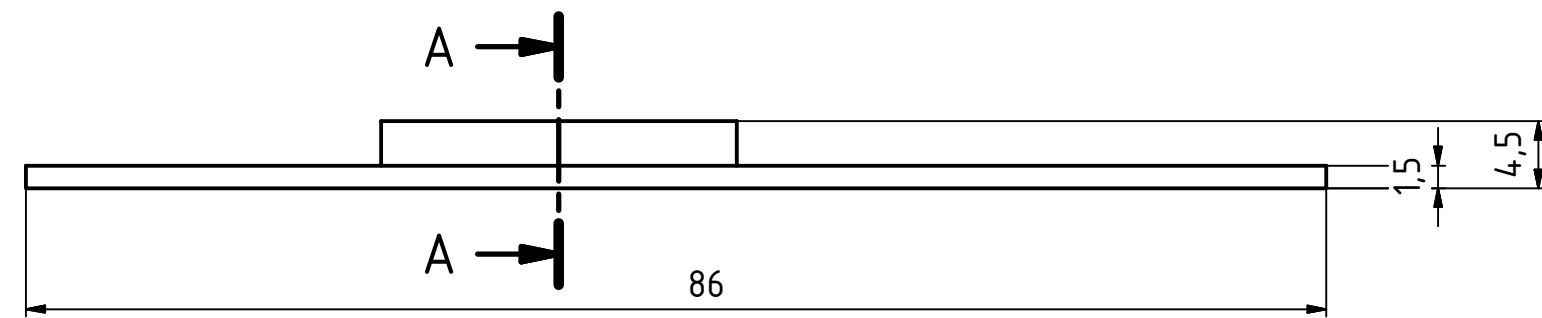
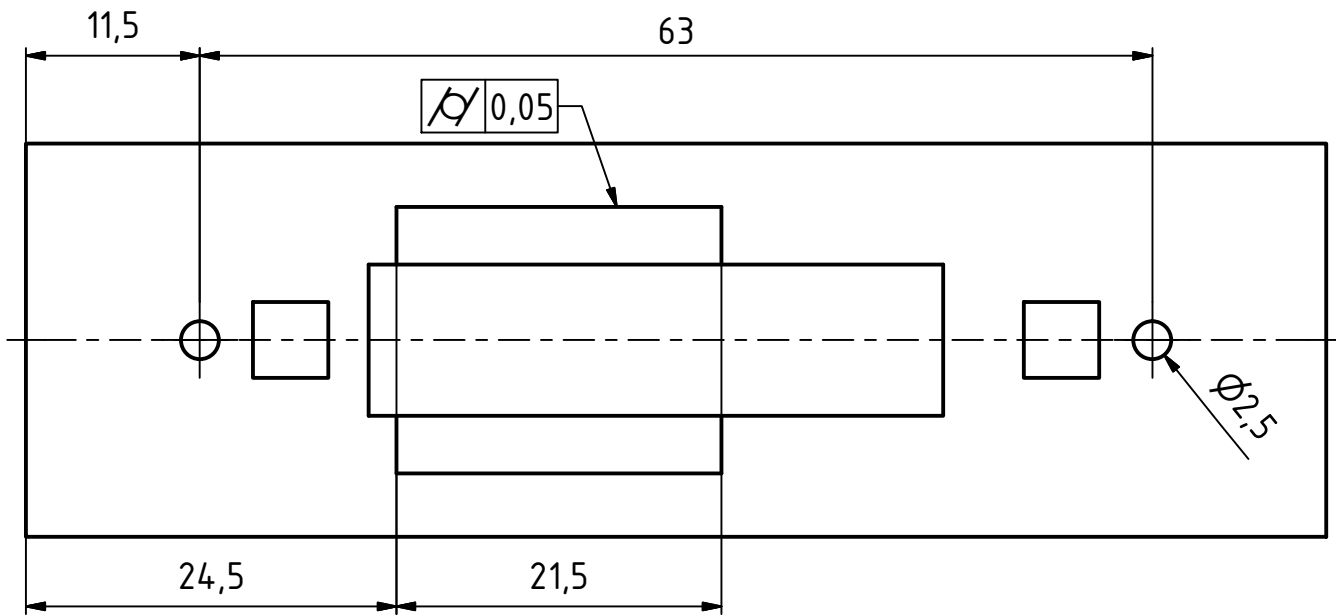
3D model (1:1)



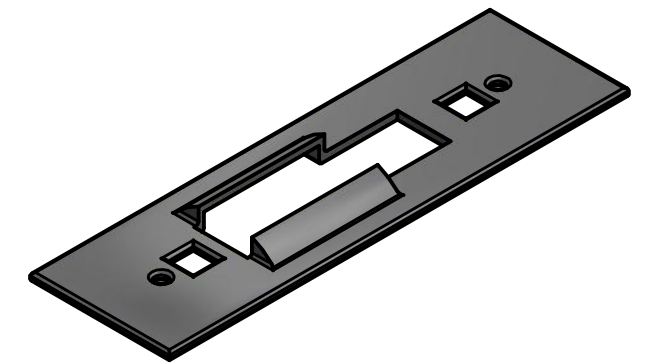
Hrany zaobleny R0,5

Textura povrchu $\sqrt{Ra 6,3}$ (✓)	Hrany ISO 13715	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,007	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár PP		Formát A3	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Petr Ježek Datum 22.6.2014	Název Kryt kamery 1	
	Schválil	Číslo dokumentu KKS-BP-PJ-1	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Datum	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	



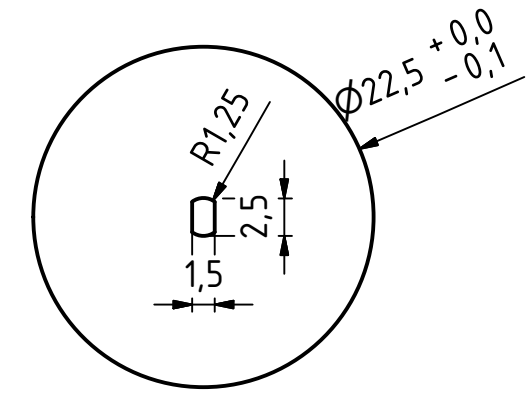
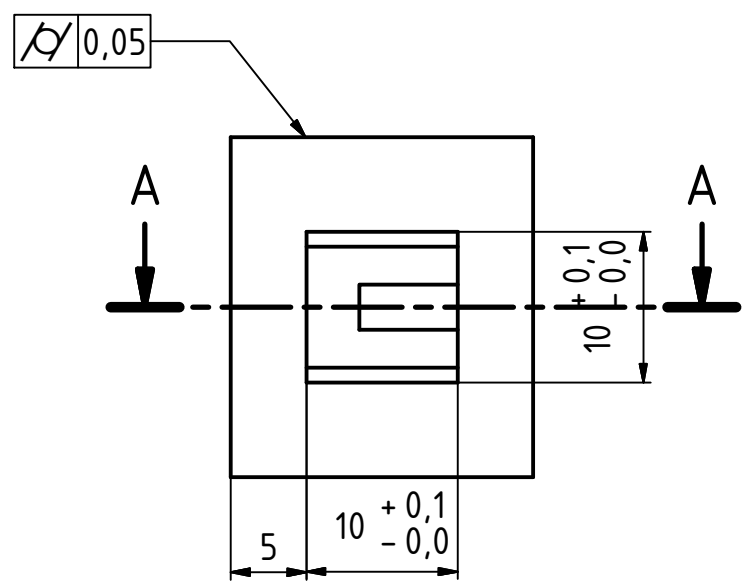
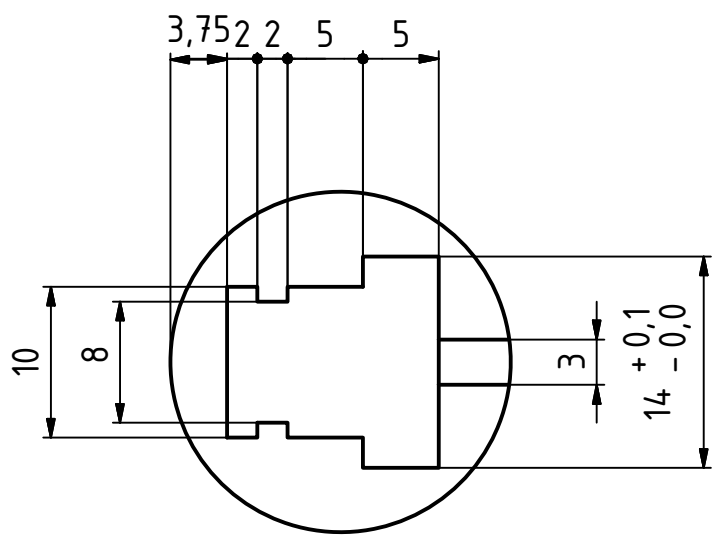


3D model (1:1)

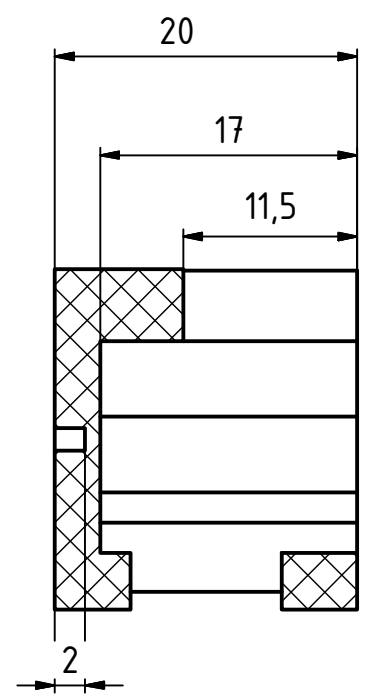


Hrany zaobleny R0,5

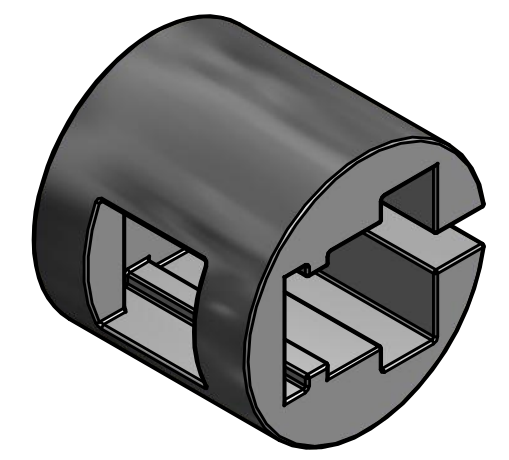
Textura povrchu $\sqrt{\text{Ra } 6,3}$ (✓)	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,003	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár PP		Formát A3	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Petr Ježek	Název Kryt kamery 2	
	Datum 22.6.2014	Číslo dokumentu KKS-BP-PJ-2	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil		
	Datum		
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			



A-A

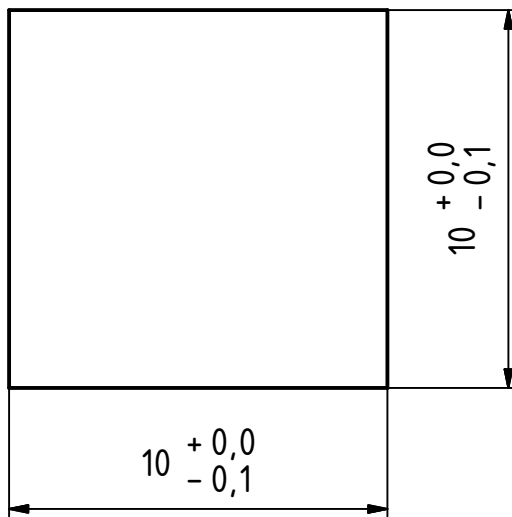
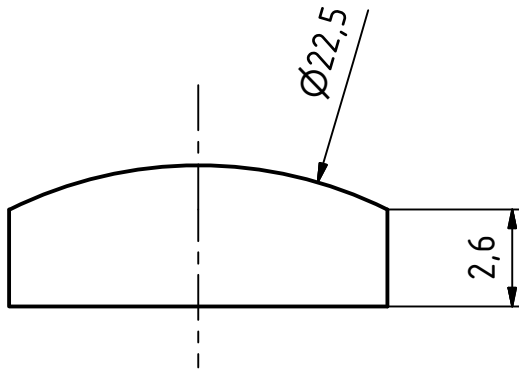


3D model

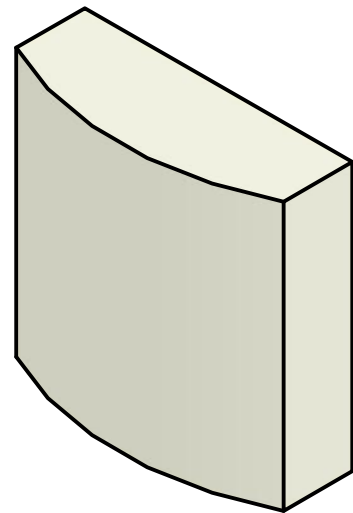


Hrany zaobleny R 0,2

Textura povrchu $\sqrt{\text{Ra } 6,3}$ (✓)	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,005	Tolerování ISO 8015
			Primitání 
Materiál - Polotovár PP			Formát A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Petr Ježek	Název Válec	
	Datum 22.6.2014	Číslo dokumentu KKS-BP-PJ-3	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil		
	Datum		
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		



3D model



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,000	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár PC		Formát A4	
	Kreslil Petr Ježek	Název Krycí sklo	
	Datum 22.6.2014		
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil  Datum	Číslo dokumentu KKS-BP-PJ-4	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		