

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb



Bakalářská práce

Využití technologie HUD u osobních automobilů

Ondřej Moucha

© 2023 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Moucha

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Využití technologie HUD u osobních automobilů

Název anglicky

HUD technology and its use in passenger cars

Cíle práce

Cílem práce je popsat technologii HUD z pohledu ergonomie a její použití u osobních automobilů. Předpokládá se, že se autor zaměří na posouzení vlivu technologie HUD na výkonnost řidiče a na bezpečnost dopravy. Dalším cílem je posoudit využití popisované technologie u jednotlivých značek a to na základě předem zvolených parametrů.

Metodika

Cílů práce bude dosaženo podrobným rozбором odborné literatury a hodnoty pro výzkumnou část budou získány pomocí terénního výzkumu. Předpokládá se použití dotazovacích metod, využití technických parametrů, získaných od jednotlivých výrobců a z dalších zdrojů. Získané hodnoty budou zhodnoceny za použití statických metod.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran, včetně příloh

Klíčová slova

ergonomie, HUD, osobní automobil, řidič, bezpečnost, výhled

Doporučené zdroje informací

BHISE, Vivek D. Ergonomics in the auto mo ve design process. Boca Raton, FL: CRC Press, c2012.

ISBN 14-398-4210-8

CACHA, Ch. A.: Ergonomics and safety in hand tool design. Lewis Publishers, Boca Raton, 1999, ISBN-1-56670-308-5

Handbook of human factors and ergonomics. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2012. ISBN 978-0-470-52838-9

JOHÁNEK T.: Technická este ka a kultura strojírenských výrobků. Praha, SNTL 1965

RUTRLE, J. : Přístrojová op ka, 1. Vydání, Brno, IDV PZ, 2000

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Michal Hruška, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Konzultant

Ing. Jakub Povýšil

Elektronicky schváleno dne 31.
1. 2022

doc. Ing. Jan Malat'ák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23.
2. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 01. 02. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití technologie HUD u osobních automobilů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.3.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce za vedení mé práce, jeho trpělivost a ochotu pomoci.

Využití technologie HUD u osobních automobilů

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá obecným posouzením technologie Head-up Display (HUD) v osobních automobilech. Zaměřuje se především na bezpečnost silničního provozu, asistenční systémy a samotnou technologii HUD s důrazem na její historii a parametry, především s ohledem na ergonomii. Cílem práce je prozkoumat výhody, nevýhody a případná omezení technologie HUD a její vliv na bezpečnost řízení osobního vozu. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V první části práce jsou představeny základní pojmy související s tématem. Navazující výzkumná část je věnována dotazníkovému šetření a následnému sběru dat od respondentů. Závěr práce shrnuje výsledky a poskytuje doporučení pro budoucí vývoj a využití technologie HUD v automobilech.

Klíčová slova:

ergonomie, HUD, osobní automobil, řidič, bezpečnost, výhled

HUD technology and its use in passenger cars

Abstrakt

This bachelor's thesis deals with a general assessment of Head-up Display (HUD) technology in passenger cars. It mainly focuses on road traffic safety, assistance systems and HUD technology itself with an emphasis on its history and parameters, above all with regard to ergonomics. The aim of the thesis is to investigate the advantages, disadvantages and potential limitations of HUD technology and its effect on the safety of driving a passenger car. The work is divided into a theoretical and a practical part. In the first part of the work, basic concepts related to the topic are presented. The follow-up research part is devoted to questionnaire survey and subsequent data collection from respondents. The conclusion of the thesis summarizes the results and provides recommendations for the future development and use of HUD technology in cars.

Keywords:

ergonomics, HUD, personal vehicle, driver, safety, visibility

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce a metodika	3
	2.1 Cíle práce.....	3
	2.2 Metodika.....	3
3	Bezpečnost silničního provozu	5
4	Asistenční systémy osobních automobilů	8
	4.1 Asistenční systémy pomáhající vozidlu	9
	4.2 Asistenční systémy pomáhající řidiči	10
5	HUD technologie	12
	5.1 Popis a činnost technologie	12
	5.2 Historie technologie	15
	5.3 Konstrukce systému a jeho interakce s člověkem	16
	5.3.1 Zrak.....	16
	5.3.2 Konstrukční provedení promítání informací	17
	5.4 Klasifikace	19
	5.4.1 Katodovou trubici (CRT).....	20
	5.4.2 LCD displeje	20
	5.4.3 TOLED displeje	20
	5.5 Ergonomie systému	21
	5.6 Využití technologie u jednotlivých výrobců	22
	5.6.1 Audi	23
	5.6.2 BMW	24
	5.6.3 KIA	26
	5.6.4 Peugeot	27
6	Praktická část	30
	6.1 Dotazníkové šetření	30
	6.2 Výsledky dotazníku.....	32
	6.3 Vyhodnocení dotazníku.....	38
7	Závěr	43
8	Seznam použitých zdrojů	44
9	Přílohy	47

1 Úvod

Zvyšování bezpečnosti na pozemních komunikacích je velkým tématem současnosti. Dnešní doba by sice mohla být popsána jako vysoce moderní a vyspělá, ale i přes veškerá varování a neustálé provozování kampaní každoročně zemře na světových silnicích podle Světové zdravotnické organizace (WHO) téměř 1,3 milionu lidí a smrt v rámci silničního provozu se tak stala nejčastější příčinou úmrtí mladých lidí ve věku 5-29 let. (1)

Podobně jako ve většině zemí Evropské unie ovlivnila i v České republice pokles nehodovosti v roce 2020 epidemie koronaviru, která utlumila dopravu a snížila mobilitu. Lidé méně cestovali autem a méně využívali městskou hromadnou dopravu. Z tohoto důvodu výjimečně počet zemřelých na silnicích nepřekročil roční hranici 500 obětí. V roce 2020 podle Českého statistického úřadu zemřelo na českých silnicích 440 osob, avšak je nutné podotknout, že se jedná o výjimečnou situaci a výjimečně nízký údaj. Již několik let totiž pravidelně umíralo na českých silnicích více než 500 lidí za rok. (1)

Aby bylo cestování prostřednictvím osobního automobilu co nejbezpečnější jak pro řidiče, spolujezdce, tak i pro všechny další účastníky silničního provozu, do osobních automobilů byla postupem času zabudováno mnoho různých vylepšení a pomocných prvků. Souhrnně lze hovořit o tzv. „asistenčních systémech osobních automobilů“, jejichž úkolem je asistovat řidiči a automobilu tak, aby samotný řidič mohl být co nejvíce koncentrován na dění na vozovce a mohl tak dostatečně rychle reagovat na potenciální problémy.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na konkrétní asistenční systém označovaný jako „head up display“. Technologie „head up display“ nemá v současné době vhodný překlad do českého jazyka, proto je hojně využíváno pojmenování „technologie HUD“. Pokud by měla být tato technologie popsána českým výrazem, lze ji nazvat technologií projekce.

V teoretické části se tato práce zabývá bezpečností silničního provozu, a to konkrétně aktivními bezpečnostními prvky. Aktivní bezpečnostní prvky jsou konstrukční a interiérové. Konstrukčními prvky jsou myšleny ty, které jsou zabudovány přímo v konstrukci automobilu. Naopak prvky interiérové jsou ty, které jsou zabudovány v interiérové výbavě. Oběma těmito kategoriím je věnována první kapitola teoretické části. Druhá kapitola teoretické části je zaměřena na asistenční systémy. Tyto asistenční systémy osobních

automobilů jsou popsány jak z pohledu systémů pomáhajících automobilu, tak také samotnému řidiči.

Ve třetí kapitole se práce věnuje samotné HUD technologii. Tato kapitola je stěžejní částí teoretické části a je rozdělena do několika podkapitol.

Nejprve je popsána samotná technologie a krátce představen její původní účel a využití v historii. V následující kapitole je zkoumána konstrukce systému s důrazem na zrak, který v tomto případě představuje hlavní informační rozhraní člověka, kterým vnímá informace z „head-up displeje“. Čtvrtá podkapitola se zabývá popsáním klasifikace technologie HUD z dvou hledisek, tedy použitého displeje a zabudovaného typu obrazovky. Na základě těchto hledisek je popsáno další konkrétní dělení. V předposlední kapitole se práce detailněji zaměřuje na ergonomii celého HUD systému, konkrétně jak se uživatelům s touto technologií pracuje a jak jsou s ní spokojeni. Poslední kapitola je pak zaměřena na HUD technologie automobilů v rámci jednotlivých značek. Konkrétně se bude jednat o moderní vozy značek Audi, BMW, Kia a Peugeot.

V praktické části je provedeno dotazníkové šetření, které se zajímá o skutečnou spokojenost uživatelů osobních automobilů s HUD technologií. Zároveň je součástí této části samotné vyhodnocení dotazníkového šetření. V závěru práce jsou v návaznosti na tyto výsledky uvedeny možné doporučení pro budoucí vývoj a využití této technologie.

Výzkumné otázky zodpovězené v závěru práce:

- V čem konkrétně automobilovým řidičům technologie HUD pomáhá a jak se podílí na bezpečné jízdě osobním automobilem?
- V jakých automobilech se s touto technologií můžeme v současné době setkat a je opravdu výhodné tuto technologii ve svém osobním automobilu mít?

2 Cíle práce a metodika

2.1 Cíle práce

Cílem teoretické části je popsat technologii HUD z pohledu ergonomie a její použití u osobních automobilů. Dále je cílem posoudit vliv technologie HUD na výkonnost řidiče a následně na bezpečnost dopravy. Dalším z cílů je posoudit využití popisované technologie u vybraných značek osobních automobilů.

Cílem analytické části bakalářské práce pak bude zjistit, zda je technologie HUD v současné době mezi českými řidiči rozšířená, a zda jsou skuteční uživatelé technologie HUD s tímto moderním pomocníkem spokojeni. Dalším cílem bude zjistit, zda by si jej do svého nového automobilu pořídili znovu a zda jeho služby a funkce opravdu využívají. Na základě splnění těchto cílů bude poté možno získat odpovědi na předem určené výzkumné otázky.

2.2 Metodika

V teoretické části této bakalářské práce bude provedena literární rešerše ohledně problematiky HUD technologií. K vypracování teoretické části této bakalářské práce bude použito dostupných primárních a sekundárních odborných zdrojů, nejčastěji v podobě odborné literatury, vědeckých článků a zpráv jednotlivých automobilek. Nejčastěji se bude jednat o česky psané literární zdroje, které budou doplněny o menší množství anglicky psaných článků. Tyto články budou vyhledávány prostřednictvím databází Web of Science a Google Scholar. K sepsání teoretické části bakalářské práce bude využita deskriptivní vědecká metoda.

V rámci praktické části této bakalářské práce bude využito kvantitativní vědecké metody zvané dotazníkové šetření, která bude provedena prostřednictvím internetu.

Tato metoda představuje jednu z kvantitativních metod výzkumu veřejného mínění, která je nejčastěji používána ve vědeckém oboru sociologie, kde má dotazníkové šetření hlavní úkol, a to vyhodnotit zkušenosti a názory zúčastněných respondentů, kteří představují populační vzorek a jakýsi „hlas lidu“ (účastnit se dotazníkového šetření však musí dostatečně velké množství respondentů, aby mohla být data relevantní). Na základě

vyhodnocení odpovědí respondentů se vědečtí výzkumníci snaží dostat konkrétních výsledků a tvrzení, která mohou být následně vztáhnuta na celou populaci.

Dotazníková šetření jsou nejčastěji zasílána či sdělena ústně náhodně vybrané skupině lidí. Díky této metodě je možné sesbírat velké množství dat s méně podrobnými informacemi. Získané informace a závěry jsou pak nejčastěji aplikovány na širší okruh lidí.

V rámci dotazníku budou dotazováni skuteční uživatelé HUD technologie. Zkoumána bude jejich skutečná spokojenost s tímto systémem a stejně tak to, jak dobře se jim s tímto systémem pracuje. Výsledkem literární rešerše a analýzy by se měla stát bakalářská práce, které bude v dostatečném rozsahu informovat o současném používání HUD technologií u různých typů automobilů a zároveň poskytne dostatečné množství podstatných a ověřených informací ohledně celé problematiky HUD technologií.

3 Bezpečnost silničního provozu

Bezpečnost silničního provozu se týká všech objektů, které se na pozemní komunikaci vyskytují. Odpovědné chování těchto jednotlivých subjektů pak umožňuje plynulý, bezproblémový a bezpečný silniční provoz. Pakliže některý z objektů nerespektuje pravidla silničního provozu, může ohrozit na zdraví nejen sebe samotného, ale i ostatní přítomné objekty.

Při bezpečnosti silničního provozu není lidský faktor ten jediný, který je v současné době nutné využívat.

V silničním provozu musíme brát zřetel také na bezpečnost samotného vozidla. Z tohoto pohledu existují dvě základní bezpečnosti:

(a) aktivní bezpečnost

(b) pasivní bezpečnost.

Obě tyto bezpečnostní složky jsou pak v současné době velice důležité. (2)

Pasivní bezpečnost zahrnuje různá konstrukční řešení automobilu, zádržné systémy, ochranné prvky či interiérové řešení. Tyto prvky pomáhají řidiči v momentu dopravní nehody, a jsou zabudovány a řešeny již při samotné montáži vozidla v automobilkách. (3)

Bakalářská práce se zaměřuje na první ze zmíněných bezpečnostních složek, tedy „aktivní bezpečnost vozidla“.

Aktivní bezpečnost automobilu představuje jednotlivé systémy neboli prvky, které by měly být schopné samotným dopravním nehodám předcházet. Jedná se často o velmi složité, ale i účinné systémy zabudované v rámci osobního automobilu. Tyto systémy mají za úkol ochránit posádku automobilu, minimalizovat škodu a zranění po nehodě, varovat řidiče a snižovat pravděpodobnost výskytu dopravních nehod. Lze říci, že tyto prvky jsou aktivní jak během jízdy, tedy před nehodou, tak mnohé i po samotné dopravní nehodě. O jednotlivých systémech se hovoří jako o „prvcích aktivní bezpečnosti“. (3)

Prvky aktivní bezpečnosti lze rozdělit do dvou základních skupin, a to na prvky konstrukční, a na prvky interiérové. Jak již název kategorií napovídá, konstrukční bezpečnostní prvky jsou zabudované již v konstrukci samotného automobilu. V kategorii konstrukčních aktivních bezpečnostních prvků můžeme najít například prvky jízdní, které mají za úkol vybalancovat jízdní nedostatky vozidla. Mezi nejvýznamnější a nejpodstatnější jízdní bezpečnostní prvky jsou řazeny všechny systémy, které mají co dočinění s brzdými vlastnostmi vozidla. (3)

Spolehlivý, efektivní a výkonný brzdový systém představuje nezbytnou součást každého vozidla, protože právě rychlá jízda představuje v současné době nejvýznamnější příčinu dopravních nehod. (4)

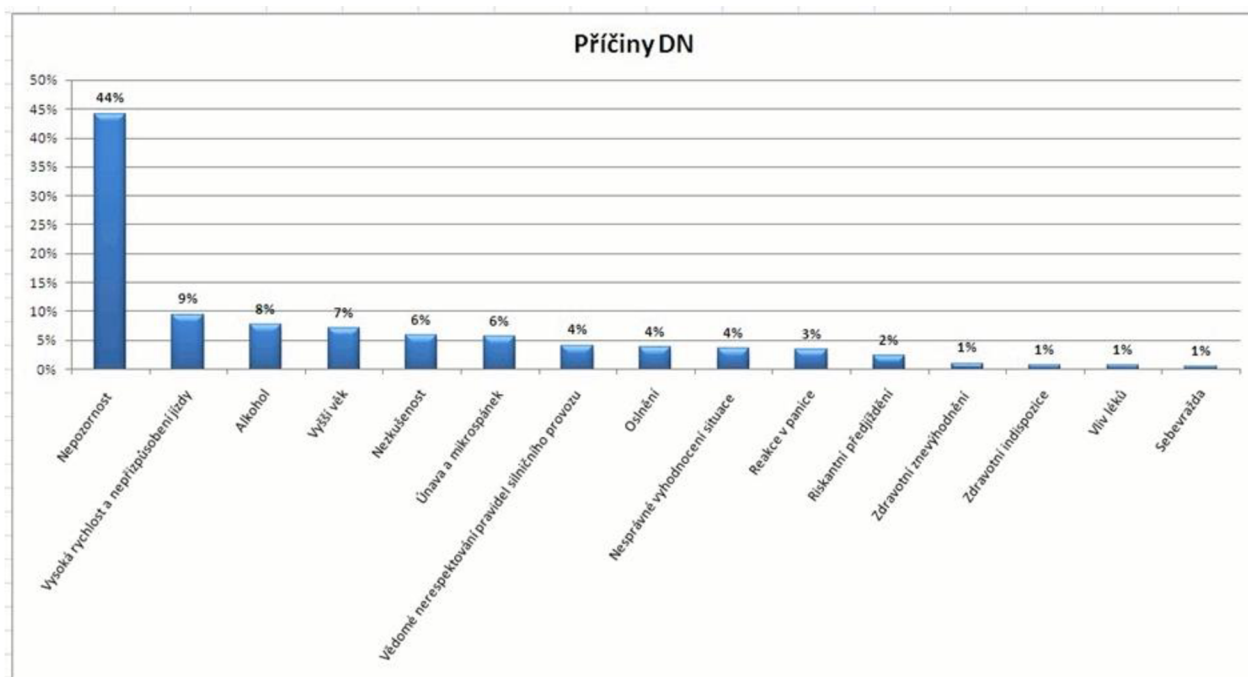
Mezi aktivní bezpečnostní prvky osobních automobilů patří také tzv. pozorovací bezpečnostní prvky. Tyto prvky mají za úkol umožnit řidiči bezpečné pozorovací schopnosti (dostatečný výhled z oken ve všech jízdních směrech, dobrá viditelnost za každého počasí), a také mají za cíl upozornit ostatní řidiče na přítomnost jiného automobilu na vozovce (dostatečné osvětlení vozidla, viditelnost světelných signalizací). (3)

Druhou kategorií aktivních bezpečnostních prvků jsou bezpečnostní prvky interiérové, které jsou zcela logicky součástí interiérové výbavy osobního automobilu. Do této kategorie řadíme tzv. „kondiční bezpečnost“. Prvky kondiční bezpečnosti mají za úkol udržovat řidiče v dobré kondici a navozovat mu příjemné prožití jízdy bez zbytečného stresu. Řazeny jsou sem konkrétně udržování vhodného mikroklimatu uvnitř automobilu, nastavení vhodné teploty, spuštění klimatizace, zapnutí odvětrávání, odhlučnění interiéru od rušivých zvuků pocházející z okolního prostředí nebo správně nastavené ergonomické vlastnosti sedadel, které řidiči umožňují příjemné i několikahodinové sezení za volantem. Ačkoliv by mnozí mohli namítat, že mnoho z těchto atributů není podstatných v otázce bezpečnosti silničního provozu, není to pravdou. Právě to, jak se řidič cítí uvnitř svého vozidla, velmi ovlivňuje schopnost jeho pozornosti a soustředěnosti na silniční provoz. (3)

Poslední skupinu aktivních bezpečnostních prvků v osobním automobilu představují bezpečnostní prvky ovládací. Ty umožňují řidiči osobního automobilu spolehlivě, efektivně a rychle obsluhovat početné ovládací prvky uvnitř interiéru. Ovladače a signalizace musí být vhodně a logicky rozmístěny tak, aby řidič nemusel věnovat pozornost jejich hledání, ale ovládal je zcela automaticky a bez dívání. (3)

Do této podskupiny bezpečnostních prvků lze mimo jiné zahrnout i hlavní objekt zájmu této bakalářské práce, tedy HUD technologii.

Obrázek 1 – Nejčastější příčiny dopravních nehod v roce 2016



Zdroj: *Czrso.cz*. www.czrso.cz. *Hlubková analýza silničních dopravních nehod – hlavní příčiny vzniku nehod*. [Online] 29. leden 2016. <https://www.czrso.cz/clanek/hlubkova-analyza-silnicnich-dopravnich-nehod-hlavni-priciny-vzniku-nehod/?id=1654>.

Z výše přiloženého obrázku lze jasně vidět, že v roce 2016 mohla za největší procento dopravních nehod právě nepozornost řidičů (44 %). A to dokonce s velkým předstihem oproti příčce druhé, kterou byla vysoká rychlost a nepřizpůsobivá jízda řidičů (9 %). Právě z tohoto důvodu jsou aktivní i pasivní bezpečnostní systémy v osobních automobilech velmi potřebné, jelikož právě jejich přítomnost by měla řidičům pomoci snížit pravděpodobnost dopravní nehody. (24)

4 Asistenční systémy osobních automobilů

Asistenční systémy jsou v současné době přítomny v moderních a technologicky vyspělých automobilech, ale je nutné říci, že tyto systémy závisí na míře výbavy daného vozidla. Jejich cílem je asistovat řidiči vozidla, pomáhat mu, snižovat riziko výskytu dopravní nehody a snižovat dopady silničního provozu na okolní životní prostředí. Všeobecně tyto systémy představují jak elektronické, tak i hydraulické či pneumatické pevně zabudované součásti vozidla, které jsou z velké části řazeny mezi aktivní bezpečnostní prvky. (6)

Hlavním úkolem asistenčních systémů je však převzít za řidiče co nejvíce nepodstatných a monotónních jízdnicích činností a úkolů tak, aby se mohl plně soustředit na silniční provoz. Pakliže dopravní nehoda skutečně hrozí, moderní asistenční systémy jsou schopné řidiče na blížící se nebezpečí upozornit a nedbá-li řidič výstražných znamení, mohou asistenční systémy i přímo zasáhnout do dění. Asistenční systémy sice nejsou stoprocentní jistotou, že k nehodě nedojde, ale často jsou nehody, při kterých je využito asistenčních systémů s mnohem nižšími důsledky než v případě jejich úplné absence. (5)

Některé asistenční systémy jsou v současné době součástí standardní výbavy i méně finančně náročných vozů. Jedním ze základních asistenčních systémů dostupných jak v méně finančně náročných, tak také v nejdražších vozech je například systém ABS. Pravidlem ale stále zůstává, že největší počet nejmodernějších asistenčních systémů je stále v těch nejdražších a nejnovějších vozech. (7)

Stejně jako všeobecné bezpečnostní systémy můžeme i asistenční systémy osobních automobilů rozdělit do několika základních skupin. Nejčastěji se rozdělují tyto systémy na:

- **Aktivní asistenční systémy** – Tyto systémy jsou schopny samy aktivně zasáhnout do jízdy, aniž by musely být zprovozněny samotným řidičem. Navíc jejich aktivnímu zapojení nemůže být ze strany řidiče nikterak zabráněno. Tyto systémy jsou řízeny počítačem, který vyhodnocuje data z velkého množství senzorů rozmístěných po celém automobilu. Do této kategorie je řazen již zmíněný protiblokovací systém ABS.
- **Pasivní asistenční systémy** – Hlavním úkolem těchto systémů je pouze pasivní předávání informací řidiči vozidla, popřípadě upozorňování řidiče na jisté

skutečnosti. Na základě získaných informací disponuje řidič lepším rozhledem o aktuální silniční situaci, čímž může dojít k jeho lepšímu rozhodování a plynulejšímu provozu. Jelikož tyto systémy aktivně nezasahují do jízdy, mohou být i řidičem vypnuty, aniž by to jakkoliv ohrozilo bezpečnost vozidla. Do této kategorie patří například osvětlení vozidla.

- **Komfortní asistenční systémy** – Tyto systémy mají za úkol zvyšovat komfort vozidla a zpříjemňovat tak prožitek z celé jízdy. Řidič se díky nim cítí ve vozidle pohodlně a může se více soustředit na silniční provoz, čímž opětovně dochází ke snížení pravděpodobnosti dopravní nehody. Do této kategorie náleží například posilovač řízení.

Kromě tohoto dělení můžeme asistenční systémy rozdělit také na ty, které při jízdě pomáhají vozidlu a na ty, které pomáhají řidiči. Systémy podporující samotný dopravní prostředek ovlivňují jeho jízdní vlastnosti a systémy pomáhající řidiči mají za úkol podporovat pohodlí a komfort jeho samotného, čímž zvyšují jeho pozornost a soustředěnost na silniční provoz. O této klasifikaci bude debatováno v rámci následujících dvou podkapitol.

4.1 Asistenční systémy pomáhající vozidlu

Asistenční systémy, které pomáhají vozidlu a podporují jeho jízdu a jízdní vlastnosti můžeme vesměs považovat za aktivní asistenční systémy. Jsou to právě ty systémy a bezpečnostní prvky, které se samy zaktivizují v případě potřeby, varují řidiče a v případě potřeby mohou samy zasáhnout do aktuálního jízdního dění. Řidič je nemůže demontovat nebo odpojit. (5)

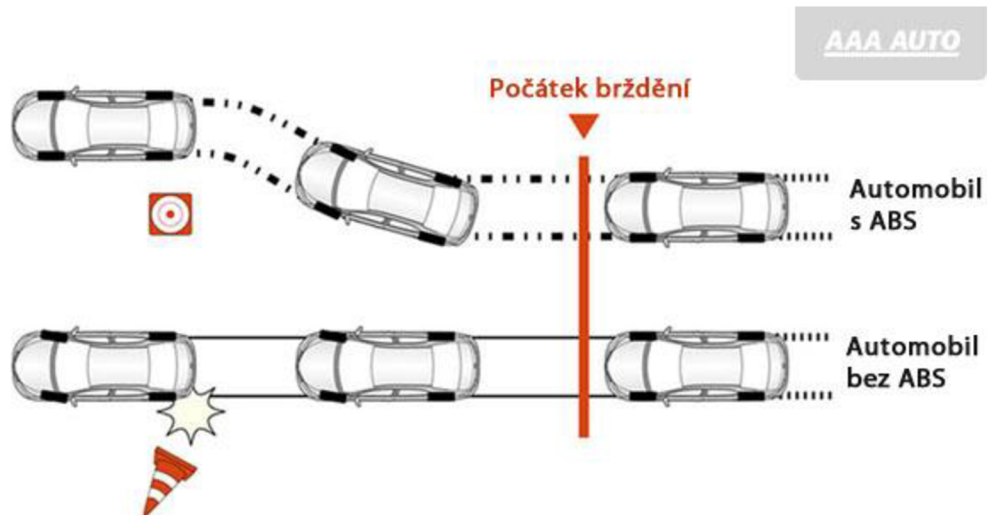
Mají úkol snížit riziko nebo následky dopravní nehody. Tyto systémy pracují na základě počítače, který se řídí výsledky mnoha precizních a rychlých senzorů rozmístěných po celém osobním automobilu. Vyhodnocování výsledků probíhá okamžitě, proto jsou systémy schopny zareagovat opravdu bez jakéhokoli zpoždění. (8)

Konkrétně do této kategorie náleží: (8)

- Protiblokovací systém ABS,
- Protiprokluzový systém ASR,

- Elektronická stabilizace jízdy ESP,
- Brzdový asistenční systém BA,
- A jiné.

Obrázek 2 - Porovnání brzdných drah automobilů s a bez systému ABS



Zdroj: Aaaaauto.cz. www.aaaauto.cz. ABS. [Online] 2022.
<https://www.aaaauto.cz/slovník/39471/abs.html>.

4.2 Asistenční systémy pomáhající řidiči

V tomto případě lze hovořit o asistenčních bezpečnostních systémech pasivních a komfortních. Jsou to systémy, které nepřebírají kontrolu nad vozidlem a mohou být podle libosti vypnuty či opětovně zapnuty řidičem, a to bez jakéhokoli následku nebo snížení bezpečnosti.

Tyto systémy mají za úkol řidiče informovat o potencionálním nebezpečí a předávat mu potřebné informace, čímž dojde k lepšímu přehledu samotného řidiče o silničním provozu, ostatních automobilech i o jeho vlastním vozidlu. To mu umožňuje lépe se v rizikových situacích rozhodnout a minimalizovat tak možné riziko dopravní nehody nebo jejích následků. (5)

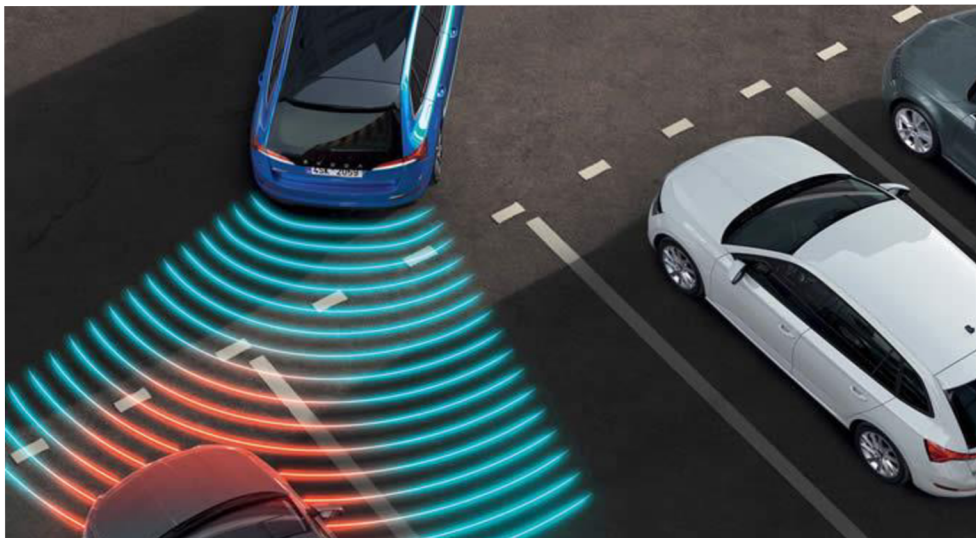
Druhým úkolem komfortních systémů je udržovat řidičovu maximální pozornost směrem k dění na silnici, minimalizovat jeho možnou nepozornost a nesoustředěnost. Nejenže si tím řidič může jízdní zážitek naplno a v pohodlí užít, ale také se může plně

soustředit pouze na silniční provoz a minimalizovat tím opětovně riziko dopravní nehody.
(5)

Konkrétně se může jednat o asistenční systémy: (8)

- Kontrola vzdálenosti ACC,
- Možnost nočního vidění,
- Udržování jízdního pruhu LDW,
- Navigační systém GPS,
- Parkovací systém APS,
- HUD technologie,
- Ovládání přístrojů hlasem, včetně telefonování,
- A jiné.

Obrázek 3 - Parkovací systém APS



Zdroj: Auto - Horejsek.cz, www.auto-horejsek.cz. Snadné parkování Škoda Scala. [Online] 2022. <https://www.auto-horejsek.cz/snadne-parkovani-skoda-scala/>.

5 HUD technologie

5.1 Popis a činnost technologie

Jak již bylo řečeno v úvodní části této bakalářské práce, technologie HUD představuje jeden z mnoha asistenčních systémů, se kterými se lze v současné době setkat u moderních a technologicky vyspělých osobních automobilů.

Konkrétněji je možné tuto technologii zařadit mezi tzv. komfortní bezpečnostní asistenční systémy, jejichž úkolem je usnadnit řidiči jízdu, udržovat jeho pozornost a soustředěnost namířenou pouze na aktuální dění v rámci silničního provozu. Tím pomáhají snižovat pravděpodobnost dopravní nehody. Částečně je tato technologie řazena mezi tzv. pasivní komfortní bezpečnostní asistenční systémy, jejichž cílem je informovat řidiče o možných problémech v rámci silničního provozu. (8)

V případě „head up display“ technologie se tedy jedná o kombinaci dvou typů bezpečnostních systémů. Pro tuto technologii chybí vhodný ekvivalent v české terminologii, proto je používána anglická zkratka HUD. Pokud by i přesto měla být tato technologie popsána českým výrazem, dalo by se říct, že by se mohlo jednat o „technologie obrazové projekce“ nebo o „průhledový displej“. (8)

Jak již bylo zmíněno, „head up“ displej disponuje dvojí funkcí a každá z těchto funkcí je informativního charakteru. Celá HUD technologie byla však navržena pro jeden hlavní účel, a to, aby nebyla zbytečně rozptylována pozornost řidiče, který se využitím této technologie může plně soustředit na provoz, a zároveň být zcela informován, jak o jeho vozidle, tak i o jeho okolí.

Maximální možné soustředění řidiče na jízdu a zároveň jeho maximální informovanost je v případě této technologie docílena tím, že je displej přímo v zorném poli řidiče a ten pak nemusí uhýbat pohledem od dění na silnici, aby zkontroloval displeje na palubní desce, ale může se plně věnovat dění před jeho vozidlem (8).

Head-up displej představuje jinými slovy technologii, jejíž hlavní účel spočívá v promítání obrazu na čelní sklo vozidla, a to přímo pod zorný úhel řidiče. Přestože se jedná o informační nástroj, je stejně tak bezpečnostním prvkem. Poskytuje různé informace, ale nevyžaduje, aby řidič spustil oči ze silnice.

Obrázek 4 - Head up display



Zdroj: *Magic-holo.com*. www.magic-holo.com. All about head-up displays (HUD). [Online] 2022. <https://magic-holo.com/en/all-about-head-up-displays-hud/>.

Představit si jej lze jako promítaný hologram obsahující klíčová data, jako je rychlost vozidla, aktuální rychlostní limit, navigační pokyny a mnoho dalších informací. HUD technologii lze popsat jako velmi inovativní systém zobrazování potřebných a čtených informací. Technologie promítá informace přímo do zorného pole uživatele, ale navíc je také schopna zohlednit i další klíčové parametry, jako je směr pohledu uživatele či poloha hlavy řidiče. HUD technologie tak disponuje četnými výhodami oproti konvenčním zobrazovacím technologiím, jako jsou do současné doby nejčastěji využívané tradiční obrazovky a displeje. (8)

Co se konkrétně informativního účelu týče, v současné době je HUD technologie schopna řidiči vyobrazit celou škálu různých informací. Jak již bylo řečeno, ne každý výrobce nebo vozidlo obsahuje všechny dále zmíněné funkce. Škála funkcí se odlišuje od výrobce, ceny i značky osobního automobilu.

Mezi v současné době klasické funkce ale lze zahrnout:

- zobrazení aktuálních otáček motoru,
- aktuální hladinu oleje,
- aktuálně zvolený převodový stupeň,
- směrovky,

- navigační systém GPS,
- aktuální venkovní teplotu,
- zobrazit příchozí SMS zprávy.

Některá luxusní vozidla a vozy vyšší střední třídy disponují ve svém HUD displeji i funkcí zobrazení rozestupu mezi vozidlem řidiče a jinými okolními vozidly, mohou disponovat i termokamerou, která je schopna řidiči umožnit rozeznání chodců v okolí jeho jízdy za snížené nebo špatné viditelnosti nebo připojením k internetu či zobrazovat vzdálenost čerpacích stanic a cenu pohonných hmot. (9)

Za dobu existence HUD technologie proběhla celá řada odborných výzkumů, které se snažily zjistit, zda HUD technologie skutečně snižuje riziko dopravní nehodovosti, a zda plní funkce takové, jaké jí přisuzují její výrobci nebo zda se jedná pouze o drahý a zbytečný automobilový doplněk. Tyto výzkumy prováděly například značky Audi nebo BMW v roce 2011. (9)

Kromě výzkumů provedly jmenované automobilové značky také skutečné demonstrace, v rámci kterých bylo zjištěno, že pokud jede automobil ve městě předepsanou rychlostí 50 km/hod a řidič se podívá na 1 sekundu na displej na palubní desce, automobil za tuto dobu ujede 14 metrů, během nichž nemá řidič nad autem žádnou kontrolu a nevidí, co se během této doby na vozovce před ním děje. Tento úsek je ještě komplikovaný zaostřováním lidského oka na větší vzdálenosti, které chvílku trvá, tudíž se čas, kdy řidič nemá přehled o situaci na vozovce, ještě prodlužuje. (9)

V současné době jsou „head up“ displeje schopné řidiči přesně říci, jaká je jeho vzdálenost od ostatních automobilů na pozemní komunikaci, za jaký časový interval vaše auto dožene automobil před vámi nebo je schopný přímo ukázat, jakým způsobem by měl řidič překážku na silnici objet, aby nedošlo ke kolizi. Je však nutné v této souvislosti říci, že není nutné nadměrné množství informací na samotném „head up“ displeji. Řidič díky tomu věnuje větší část své pozornosti právě HUD technologii než samotné situaci na vozovce. (9)

Z výše uvedených výsledků vybraných výzkumů vyplývá, že HUD technologie odvádí svou slibovanou primární funkci dobře, že je jistě výhodné jí vlastnit, ale počet zobrazovaných informací musí být brán v rámci jistých mezí, aby jejich přehršel, zbytečně neodváděl řidičovu pozornost.

5.2 Historie technologie

Prvotním účelem „head-up display“ technologie bylo armádní využití. Technologie jako taková byla konkrétně vyvinuta pro armádní letadla, a to již za druhé světové války. Piloti stíhaček v těchto letech totiž mimo kontroly vlastní stíhačky byli nuceni ve stejný okamžik kontrolovat i samotný radar, což pilotovi znatelně ubralo míru soustředění na samotné prostředí, ve kterém se nachází. Pro armádu byl v tomto směru důležitý rok 1942. V tomto roce se podařila tato technologie dostat na takovou úroveň, že na předním skle kokpitu stíhačky bylo možné promítnout všechny potřebné informace a pilot tak nemusel kontrolovat ve stejnou chvíli stíhačku i radar zároveň. (10)

V osobních automobilech se tato technologie používá již více než 30 let. Úplně první automobilovou značku, která tuto technologii využila byla americká značka Oldsmobile, konkrétně se jednalo o model automobilu Cutlass Supreme páté generace z roku 1988.

Pro běžného uživatele vypadala celá tato technologie v tehdejší době jako vize budoucnosti, kterou si budou moci dovolit pouze velmi bohatí lidé. Běžní spotřebitelé tuto technologii mohli po delší dobu vidět pouze v televizích. (10)

U vývoje této technologie stáli na počátcích především britští konstruktéři a inženýři od společnosti Telecommunications Research Establishment (TRE). Tento podnik na technologii HUD pracoval původně pro armádní účely, na zakázku RAF (Royal Air Force). Britské letectvo totiž čím dál intenzivněji přicházelo na to, že při bojových leteckých soubojích, ke kterým dochází za snížené viditelnosti, špatného počasí nebo za úplné tmy, vyžadují piloti stíhaček výrazně delší reakční dobu než při obdobné situaci, ke které dochází za denního světla. (10)

V následujících 50. letech 20. století se o vývoj technologie HUD pokoušelo Americké i Britské námořnictvo. V roce 1958 byla technologie virtuálního zobrazování informací zabudována jako první do bitevního a bombardovacího letounu Blackburn Buccaneer. V 70. letech se pak HUD displej dostává také do civilních letadel. Hlavním důvodem, proč byla technologie HUD zaváděna do civilního sektoru, bylo především

maximální možné zvýšení bezpečnosti provozu, a to jak leteckého, tak i později automobilového. (10)

Obrázek 5 - HUD technologie v letadlech



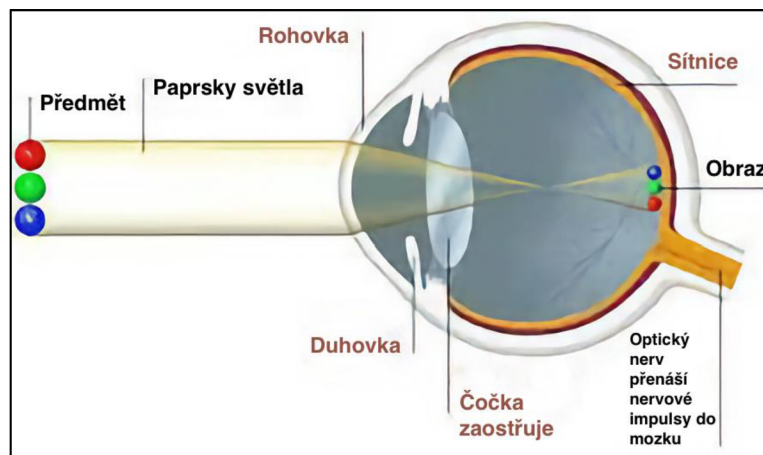
Zdroj: *Collins Aerospace*. www.rockwellcollins.com. New Bombardier Global 5500 and Global 6500 Aircraft to Feature Rockwell Collins' Transformational Flight Deck and Cabin Systems. [Online] 2020. <https://www.rockwellcollins.com/Data/News/2018-Cal-Yr/CS/20180718-Global-5500-6500-feature-transformational-flight-deck-cabin-systems.aspx>.

5.3 Konstrukce systému a jeho interakce s člověkem

5.3.1 Zrak

Zrak představuje nejsložitější smysl, kterým člověk disponuje a proces zpracování obrazu lidským zrakem je unikátním mechanismem. Každé lidské oko sestává až z dvou miliónů různých částí, které spolu v dokonalé souhře spolupracují. Samotný orgán oka je uložen v obličejové části lebky v očníci. Oční koule má kulovitý tvar a skládá se ze tří vrstev mezi které patří: vrstva povrchová, vrstva střední cévnatá a vrstva vnitřní.

Obrázek 6 - Princip lidského zraku



Zdroj: Jelínek, Jan a Zicháček, Vladimír. Biologie pro gymnázia. Olomouc : Nakladatelství Olomouc, 2005. ISBN 80-7182-177-2.

Lidský zrak jako takový je založen na dopadu světla, které se přenáší pomocí nervů uvnitř sítnice. Světlo mimo sítnici působí i na další části lidského oka, například zornici. Zornice se dokáže zúžit (mióza) nebo rozšířit (mydriáza). Důležité je v tomto směru především míra osvětlení, která v danou chvíli na zornici působí. Paprsek světla totiž proniká mimo rohovky, přední a zadní komory oční, čočky a sklivce právě zornicí. Nervy uvnitř sítnice následně vytvoří jakýsi „svazek“ a jsou schopny tyto obrazy dále posílat do mozku. Mozek dostává tyto informace a následně je sám zpracovává. Mimo tento proces hraje u HUD technologie velmi důležitou roli tzv. akomodace, tedy přestřování. Při tomto procesu se zakřivení čočky zvětší a následně se zaostří blízké předměty na sítnici oka. Díky tomu je obraz subjektivně vnímán až před přední částí vozu a řidič tak nemusí nadbytečně ostřit. (11)

5.3.2 Konstrukční provedení promítání informací

V rámci HUD technologií jsou rozlišovány dva základní typy konstrukcí, které se liší promítáním zobrazovaných informací. Dalším zásadním rozdílem je i pořizovací cena celé technologie.

Dvěma konstrukčními provedeními jsou:

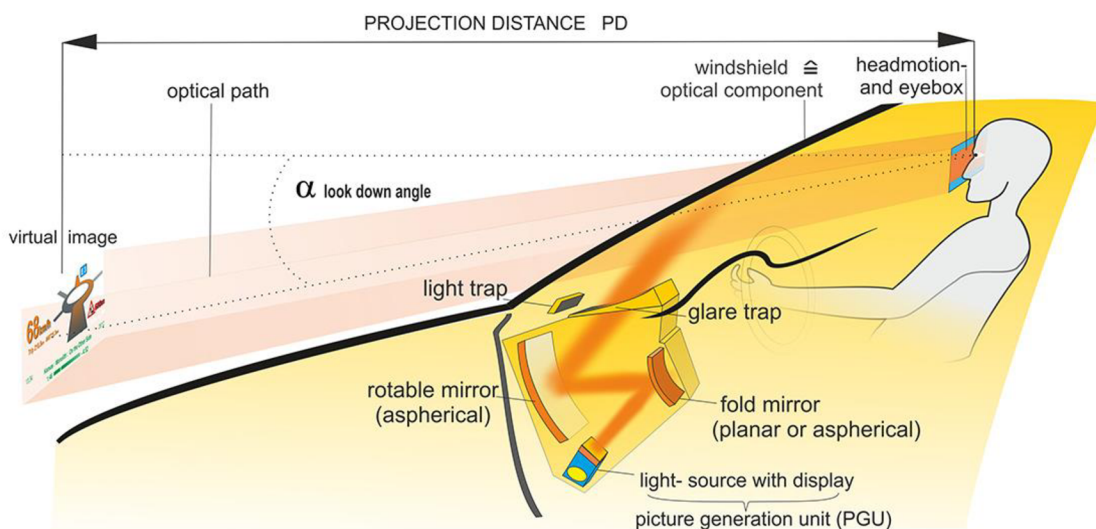
- a) Promítání informací zobrazovačem přímo na čelní sklo automobilu
- b) Zobrazení informací pomocí zobrazovací plochy z palubní desky automobilu.

V případě dražší a modernější konstrukce dochází k promítání informací zobrazovačem přímo na čelní sklo automobilu, a to tím způsobem, že samotný řidič zobrazené informace vidí z optického hlediska jako ve větší vzdálenosti, konkrétně zhruba ve vzdálenosti dvou metrů, a informace se z pohledu řidiče samovolně vznášejí v prostoru. Druhá, levnější konstrukční varianta využívá pro zobrazování informací pomocné zobrazovací plochy, konkrétně v podobě „sklíčka“ či „destičky“, která se vysouvá z palubní desky automobilu. (12)

Hlavním důvodem, proč byla vytvořena dvě různá konstrukční provedení HUD technologie, je to, že aby mohly být zobrazované informace pro řidiče automobilu dobře čitelné, musí čelní sklo automobilu disponovat reflexní fólií, která je velice finančně náročná. Z toho důvodu konstruktéři přišli s levnějším řešením, které nepotřebovalo žádnou reflexní fólii ani žádné jiné propriety. (12)

Promítací jednotka celé technologie HUD je přítomná v palubní desce automobilu, konkrétně v její horní části za domečkem s přístrojovým štítem. Tato základní jednotka v palubní desce sestává ze zdroje světla, který vysílá paprsky přes displej, na němž jsou v mnohem menším měřítku vyobrazeny promítané informace. (10)

Obrázek 7 - Technologie HUD



Zdroj: **ResearchGate.net**. www.researchgate.net. How a head - up display works. [Online] březen 2016. https://www.researchgate.net/figure/How-a-Head-up-display-works_fig5_301776934.

Světelné paprsky dopadají na zrcadlo, od něhož se odrazí k dalšímu, tentokrát již otočnému zrcadlu a teprve od něj se odražené světlo přes krycí sklo vysílá na čelní sklo, v případě levnější konstrukční podoby pak na pomocnou zobrazovací plochu (konkrétně destičku nebo sklíčko). (10)

Jak již bylo zmíněno, v případě dražšího konstrukčního provedení, kdy jsou informace promítány přímo na přední sklo automobilu, musí být čelní sklo opatřeno reflexní fólií, která pomůže tomu, aby byly informace dostatečně čitelně a jasně zobrazeny.

5.4 Klasifikace

Jak již bylo naznačeno v předcházející kapitole, lze HUD technologie rozlišovat hned z několika různých hledisek. První hledisko již bylo zmíněno, na základě, kterého je rozlišována „head up display“ technologie podle jejího konstrukčního řešení. V prvním a dražším případě jsou informace řidiči zobrazovány přímo na čelní sklo, kdy je zapotřebí tuto plochu opatřit reflexní vrstvou. V případě druhém dochází k přenosu informací ze zrcadel na zobrazovací plochu, která je pro tento účel zabudována v palubní desce automobilu (viz Obr. 8). (10)

Obrázek 8 - Konstrukční řešení HUD technologie v osobním automobilu



Zdroj: Garcia, Patrick. www.caradisiac.com. La future Mini adopte l'affichage tête haute (entre autres). [Online] 11. říjen 2013. <https://www.caradisiac.com/La-future-Mini-adopte-l-affichage-tete-haute-entre-autres-89793.htm>.

Druhým měřítkem na základě kterého lze rozlišovat jednotlivé HUD technologie je typ použitého displeje. Toto měřítko představuje i jakýsi evoluční pokrok celé technologie HUD, jelikož kopíruje její postupný vývoj. Na základě tohoto dělení je možné odlišovat: (12)

5.4.1 Katodovou trubicí (CRT)

Tato technologie byla využívána u prvních systémů HUD zabudovávaných do osobních automobilů. Celý tento princip spočívá na pohybu a excitaci elektronů. Urychlovač elektronů je uzavřen do baňky s fosforeskujícím stínítkem. Elektronové dělo pak excituje proud elektronů, který následně prochází filtrem, který propouští pouze stanovené množství elektronů, čímž ovlivňuje intenzitu promítaných informací.

5.4.2 LCD displeje

Tato technologie je používána u modernějších vozů a patří k nejrozšířenějšímu druhu. Oproti svému předchůdci dosahují menších rozměrů za současně výrazně méně spotřebované energie a nerušivého působení na zrak řidiče. Všechny LCD displeje jsou založené na optických změnách tekutých krystalů v závislosti na elektrickém poli, které na ně působí.

5.4.3 TOLED displeje

Tato zobrazovací metoda představuje ze všech stávajících tu nejmodernější a nejnovější. Konkrétně byla vyvinuta německými inženýry a její unikátnost tkví v tom, že je jejím prostřednictvím schopno vytvořit displej s 80 % průchodností světla, což představuje téměř úplnou průhlednost displeje. Dále je možné předem si nastavit, zda bude displej informace promítat na jednu stranu, nebo na strany obě. Jaké výhody tento typ displeje přináší samotným řidičům automobilu? Displej dokáže potřebné informace zobrazit přímo v zorném poli řidiče, a to na jinak zcela průhledných plochách.

5.5 Ergonomie systému

V rámci předcházejících kapitol došlo k detailnímu popisu technologie HUD, bylo rozmanitě vysvětleno, v čem tkví přednosti této moderní technologie, jaké přináší svým majitelům konkrétní výhody, a proč je dobré pro spotřebitele tuto moderní technologii ve svém osobním automobilu vlastnit. Také byl vysvětlen základní princip jejího fungování, i jaké druhy HUD systémů jsou v současné době rozeznávány.

Bylo zjištěno, že jak výrobci, automobilky, tak i výzkumy význam této technologie velice podporují a vyzdvihují její význam. V rámci této kapitoly bude pozornost zaměřena i na ergonomii tohoto systému neboli na to, jak jsou s tímto systémem spokojeni samotní uživatelé, jak se jim s touto technologií pracuje, a zda podporují přítomnost tohoto systému v osobních automobilech tolik, jako je tomu u výrobců či automobilek.

Tato otázka bude v rámci bakalářské práce detailněji prozkoumána v rámci její praktické části, kde se bude o konkrétních názorech konkrétních uživatelů této technologie diskutováno. V této kapitole budou zjišťovány dostupné informace a recenze uživatelů této technologie.

V rámci hledání informací do této podkapitoly bylo zjištěno, že každý větší automobilový spolek nebo automobilový klub provedl hned několik testů různých HUD systémů. Na českých webových serverech se lze dopátrat skutečných recenzí skutečných řidičů, kteří zde sdílejí své nadšení, popřípadě zklamání z celé technologie HUD. Jaké konkrétní názory českých řidičů byly při čtení těchto recenzí zjištěny?

- Průhledové displeje jsou povětšinou popisovány jako velice užitečná a příjemná pomůcka.
- Jednoduchý, ale velice funkční bezpečnostní systém.
- Lépe hodnocený je systém přímého promítání na čelní sklo v zorném poli řidiče.
- Čeští řidiči se raději spokojí s menším množstvím zobrazovaných informací, větší počet považují spíše za matoucí.
- V novějších vozech oceňují možnost nastavit si výšku, ve které jsou informace zobrazovány.
- Moderní a luxusní vůz by si pouze kvůli HUD technologii nepořídili.

- Odrazuje je vysoká finanční investice.
- Oceňují možnost zakoupit si HUD technologii, kterou následně mohou zabudovat do svého automobilu, kterým jí od svého počátku nedisponuje.
- I lidé, kteří jsou zastánci „starších“ vozů se domnívají, že disponovat HUD technologií je pro ně výhodné.

5.6 Využití technologie u jednotlivých výrobců

Všichni automobiloví výrobci současné doby se snaží do svých automobilů vložit takové technologie, aby byly pro koncové uživatele co nejlákavější a nejpohodlnější. Rozdílem není ani HUD technologie, u níž dochází k neustálému zdokonalování a vylepšování. V současné době veškeré vyspělé automobilky zabudovávají HUD technologie do všech svých modernějších vozů.

Jak bylo zmíněno výše, v běžně prodávaných moderních vozech středních tříd se již v základní výbavě nachází „head up displeji“, ačkoliv tedy disponuje menším množstvím svých funkcí.

Některé luxusnější a modernější vozy (BMW, Mercedes, Audi) disponují ve svém HUD displeji i funkcí zobrazení rozestupu mezi vozidlem řidiče a jinými okolními vozidly, mohou disponovat i termokamerou, která je schopna řidiči umožnit rozeznání chodců v okolí jeho jízdy za snížené nebo špatné viditelnosti, nebo připojením k internetu či zobrazovat vzdálenost čerpacích stanic a cenu pohonných hmot.

V rámci této kapitoly bylo vybráno 5 nejvýznamnějších automobilek, které se vyskytují na českém trhu, a které do svých novějších vozů již běžně HUD technologii montují. Těmito automobilkami konkrétně jsou: Audi, BMW, Kia a Peugeot. Zjištěné výsledky jsou následně na konci kapitoly shrnuty, viz tabulka níže.

5.6.1 Audi

V první podkapitole budou zkoumány automobily značky Audi. Automobilka sídlící v Německu v bavorském Ingolstadtu patří mezi nejstarší německé automobilové výrobce a spadá do skupiny Volkswagen Group. Automobilka se zaměřuje hlavně na výrobu moderních luxusních automobilů.

HUD technologie je v současné době součástí pouze některých modernějších typů automobilů značky Audi, přičemž poprvé se s tato technologie objevila u modelu Audi A7 Sportback již v roce 2010. Audi využívá dražší typ projekce obrazu přímo na čelní sklo, odpadá tedy nutnost využít zobrazovací plochy. V současné době značka Audi produkuje 12 různých modelů osobních automobilů. Mimo těchto 12 základních.

Je s podivem, že ze zmíněných 12 modelů osobních automobilů značky Audi se lze s HUD technologií do roku 2015 setkat pouze ve dvou případech, a to konkrétně u modelu Audi A6 a Audi A7. Pokud si budoucí majitel vozu typu A6 nebo A7 přál mít ve svém vozu HUD technologii, příplatek činil zhruba 40 000 Kč.

Automobilka Audi si nicméně byla vědoma toho, že HUD technologie se stane v budoucnu již potřebnou součástí výbavy každého vozu, proto, jak sama na automobilové konferenci, si dala v roce 2015 za cíl, nabídnout HUD technologii ve vícero svých modelů. Z toho důvodu může být v současné době dodatečně, nad rámec základní výbavy, HUD

Obrázek 9 - HUD technologie v Audi A7



Zdroj: Audi.cz, www.audi.cz. Head-up displej. [Online] Audi, 2022. <https://www.audi.cz/servis-a-prislusenstvi/konektivita-a-technologie/audi-inovativni-technologie/head-up-displej>.

technologie nainstalována již do více modelů, konkrétně A4, A5, A6, A7, A8, Q2, Q5, Q7 a Q8. (13)

Ve vozech Audi jsou promítané informace zobrazené v obdélníku o rozměrech 26 x 9 centimetrů. Promítaný obraz se vznáší v prostoru, v zorném úhlu řidiče, a opticky je projekce uzpůsobena tak, že má řidič pocit, že jsou informace vzdáleny zhruba 2,5 metru před čelním sklem. Z toho důvodu si řidič na „head up display“ může zvyknout extrémně rychle, a jeho zrak není nucen zaostřovat na jinou vzdálenost. (13)

Navíc si řidič prostřednictvím ovládacího rozhraní MMI může sám určit, které informace se mají na „head-up displeji“ zobrazovat. Může to být aktuální rychlost vozidla, navigační systém, upozornění z asistenčních systémů, Audi parking systém advanced nebo Asistent nočního vidění. Mimo to si řidič může dle svých potřeb upravit také výšku a jas displeje. (13)

5.6.2 BMW

Kdyby nebylo dodržováno abecední pořadí automobilek, byla by německá automobilka zařazena na první příčku v rámci výčtu, jelikož to byl právě automobilový závod BMW, který jako první v Evropě zavedl HUD technologii do svých automobilů. Stalo se tak roku 2004. (14)

BMW je zkratkou automobilového podniku Bayerische Motoren Werke se sídlem v Mnichově. Tento německý výrobce osobních automobilů je taktéž výrobcem motocyklů a motorů

Jak již bylo zmíněno, automobilový závod BMW byl prvním na evropském kontinentě, který do svých vozů za příplatek instaloval technologii HUD. Prvním vozem, který v roce 2004 disponoval touto moderní technologií, byla řada 5, konkrétně typ E60. V té době, 17 let zpět, displej obsahoval pouze základní 4 barvy a byla využívána technologie LCD. Později automobilka přešla na OLED displej, a to z důvodu šetření energií. I v případě BMW jsou informace zobrazovány přímo na čelní sklo, bez využití pomocného zobrazovacího panelu nebo sklíčka. (14)

V současné době se již u vozů BMW lze setkat s plnou barevnou škálou na displejích „head up“. A navíc se s touto technologií lze setkat v překvapivě velkém počtu modelů vozů BMW, u některých i v základní výbavě. Je dobré si zmínit, že právě společnost BMW se

zasloužila o největší rozmach a vývoj technologie HUD na evropském kontinentu, a to společně s podnikem Siemens, který konkrétně technologie a součástky do vozů BMW vyrábí. (15)

Dnes je „head-up display“ technologie nabízena u téměř všech modelů značky BMW, mimo vozy první generace, kde tato možnost není v nabídce k dispozici. U modelů M5 a M6 je HUD technologie nabízena již v základní výbavě, u ostatních modelů se jedná o nadstandardní požadavek, který je možné do většiny vozů za příplatek v rozmezí 25 000 - 35 000 Kč nainstalovat. (15)

Obrázek 10 - HUD technologie u automobilů značky BMW



Zdroj: *Bmwgroup.com*. www.press.bmwgroup.com. Head-Up displej a BMW Night Vision. [Online] 10. srpen 2012. <https://www.press.bmwgroup.com/czech/article/detail/T0134775CS/technologick%C3%A>

Již u první generace HUD technologií v osobních automobilech značky BMW, která byla graficky velmi strohá a obsahovala pouze omezené spektrum barev, se mohl uživatel setkat s celou řadou vyobrazených informací. Mimo základní ukazatele, jako je aktuální rychlost jízdy, aktuální výše otáček motoru, aktuální hladina oleje, aktuálně zvolený převodový stupeň, směrovky, aktuální venkovní teplotu, mohl uživatel využít již navigačního systému GPS. (16)

Jak se vyvíjela technologie automobilového a technologického průmyslu, vyvíjela se i podoba, grafika i funkce systému HUD u automobilů značky BMW. V současné době tento podnik využívá u svých vozidel HUD technologii druhé generace, která je nejen graficky

velice zdařilá, využívá celé spektrum barev, ale nabízí i mnoho doplňkových funkcí, které „head up“ displej dokáže řidiči zobrazit. Moderní HUD technologie je schopná navigovat vozidlo pomocí GPS, ukázat povinnou rychlost konkrétních úseků, monitorovat slepé úhly, upozornit na opuštění jízdního pruhu, pomáhat s parkováním či pomoci řidiči vidět za snížené viditelnosti. (17)

5.6.3 KIA

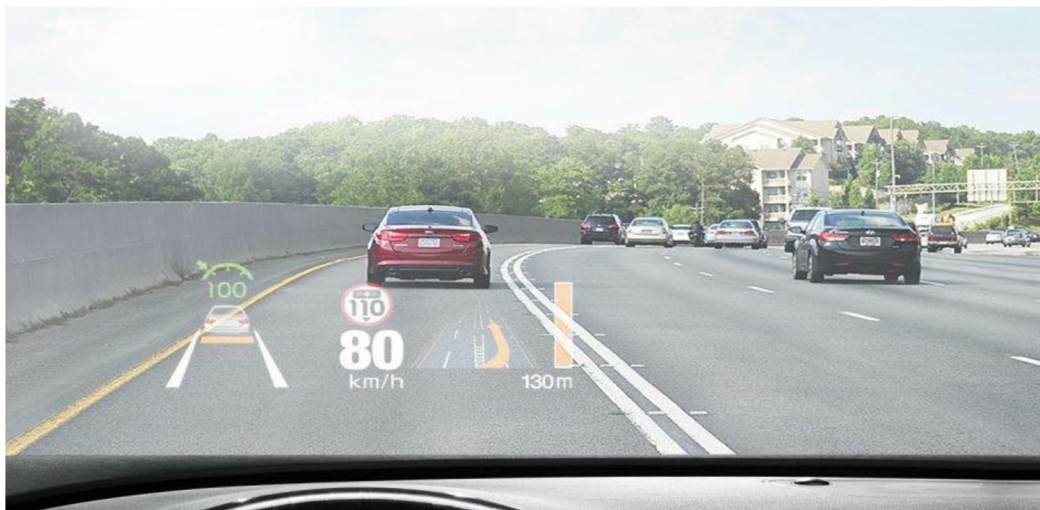
Kia Motors Corporation je jihokorejská automobilová společnost založená již za druhé světové války v roce 1944. Společnost se původně zabývala prodejem a vývojem jízdních kol. Po odkoupení společností Hyundai v současné době patří Kia do skupiny Hyundai – Kia Automotive Group. Výrobní závody značky Kia se nacházejí v 8 zemích světa a produkce dosahuje 3 milionů automobilů za rok.

Pro evropský trh má automobilka na výběr hned z několika modelů, konkrétně: Picanto, Ceed, Rio, Optima, Opirus, Carnival, Carens, Sportage, Sorento, Venga, Clarus, Soul, Cephia, Niro a Stonic.

U automobilů značky Kia se můžeme s HUD technologií setkat pouze u těch nejnovějších modelů aut. Před rokem 2010 nebyla tato moderní technologie k nalezení u žádného vozu této značky, od roku 2010 se s ní lze setkat u modelů typu Optima, Sorento, Ceed nebo Sportage. U těchto luxusních vozů se lze opětovně setkat s typem HUD technologie, který je promítán pouze na čelní sklo automobilu, bez využívání jakýchkoli přídatných zobrazovacích panelů či štítků. (18)

Automobilovému podniku Kia je ve spojitosti s HUD technologií vytýkáno, že se jejich technologické zpracování i design displeje až nápadně podobá „head-up“ technologii používané společností BMW. Head-up displej u osobních automobilů značky Kia disponují velmi dobrým rozlišením v podobě 65 tisíc barev, a také nabízí uživatelům třírozměrné zobrazování (3D). Ovládání displeje je velice pohodlné, konkrétně je ovládáno prostřednictvím rotačního ovladače na volantu, kterým lze nastavit polohu obrazu, jeho jas a v neposlední řadě i konkrétní funkce. (19)

Obrázek 11 - Head Up Display u vozu Kia Stinger



Zdroj: *Thekeea.com*. www.thekeea.com. Kia Stinger Comes With Head Up Display (Q&A).
[Online] 2022. <https://www.thekeea.com/stinger/stinger-head-up-display/>.

S jakými funkcemi „head-up“ displeje je možné se u luxusních vozů značky Kia v současné době konkrétně setkat?

Setkat se lze s klasickými a základními funkcemi, jako je zobrazování aktuální rychlosti vozidla, převodového stupně, směrovek, výstražných informací. Ale i se značně pokročilými funkcemi, mezi které je počítán kupříkladu výkonný navigační systém, sledování slepého úhlu, upozornění řidiče na opuštění svého jízdního pruhu, radarový tempomat, který je schopen monitorovat dopravní situaci 174 metrů před vozidlem, a který je schopen v kritických situacích zobrazit varovnou kontrolku nebo dokonce zcela vozidlo zabrzdit. (20)

5.6.4 Peugeot

Společnost Peugeot byla založena již roku 1810 bratry Peugeotovými, a zprvu se tento podnik začal zabývat výrobou oceli. První automobil byl tímto podnikem vyroben již roku 1889, a jednalo se o parní tříkolku. Již následující rok bratři vyrobili automobil se spalovacím motorem. O dva roky 1892 si začala automobilová firma bratří Peugeotových vyrábět své vlastní spalovací motory. Roku 1972 automobilový podnik koupil značku Citroen a vznikla tak automobilová skupina PSA. (21)

Poprvé byla „head-up display“ technologie v osobních automobilech značky Peugeot k vidění roku 2009, kdy se jednalo o technologii zabudované promítací plochy do palubní

desky automobilu. U některých modelů (konkrétně 3008 a 5008) jsou informace promítány na průhlednou zobrazovací plochu přímo do zorného pole řidiče automobilu, tudíž jsou informace dobře čitelné a ostrých rysů. (22)

U některých modelů (kupříkladu u modelu 508) jsou ale informace promítány na tmavou a polopropustnou destičku, tudíž jsou pro řidiče hůře čitelné, a nutí jej zaostřovat a uhýbat pohledem od dění na vozovce. Navíc jsou tyto údaje promítány nad palubní desku automobilu, což opět přispívá k navyšování nebezpečí. Tomu že se toto provedení opravdu nezdařilo, napovídá i ovládání, které je nešťastně umístěné v odkládacím prostoru na palubní desce po řidičově levici. (22)

V současné době se lze s HUD technologií setkat pouze u novějších typů osobních automobilů značky Peugeot. V základní verzi není HUD součástí vozidla, uživatel si musí technologii v případě, že jí chce, zaplatit (v rozmezí 10 000 - 30 000 Kč). Konkrétně je lze nainstalovat do již zmíněných modelů 508, 2008, 3008 a 5008. U displejů automobilů Peugeot se nicméně lze setkat i s poměrně omezenými funkcemi, které jsou pouze 4, a to jmenovitě: (23)

- zobrazení rychlosti vozidla,
- zobrazení rychlosti tempomatu,
- zobrazení rychlosti auta před vozidlem,
- zobrazení vzdálenosti auta před vozidlem.

Obrázek 13 - HUD technologie u vozidla Peugeot 3008



12Zdroj: *Eclectilight.co*. www.eclectilight.co. Peugeot 3008 SatNav and HUD – a potent combination. [Online] 12. duben 2015. <https://eclectilight.co/2015/04/12/peugeot-3008-satnav-and-hud-a-potent-combination/>.

Tabulka 1: Parametry HUD technologií u jednotlivých automobilek.

	Poprvé	Projekce	Počet vozů s HUD	Základní výbava	Příplatek	Rozměry	Funkce
Audi	2010	Čelní sklo	9 modelů	0 modelů	9 modelů (cena 40 000 Kč)	26 x 9 cm	Nastavitelné
BMW	2004	Čelní sklo	U všech nových řad	2 modely	Zbylé modely (cena 30 000 Kč)	26 x 9 cm	Nastavitelné
Kia	2010	Čelní sklo	4 modely	0 modely	4 modely (cena 40 000 Kč)	26 x 9 cm	Nastavitelné
Peugeot	2009	Čelní sklo i přídavné desky	4 modely	0 modelů	4 modely (cena 30 000 Kč)	26 x 9 cm	Pouze 4

Zdroj: Ondřej Moucha

6 Praktická část

6.1 Dotazníkové šetření

Hlavním cílem dotazníkového šetření bylo zodpovědět dvě základní otázky, a to, zda je HUD technologie českými řidiči vlastněna v rámci jejich osobních automobilů, a pokud ano, zda jsou s touto technologií spokojeni a využívají ji. Před zasláním dotazníkového šetření respondentů, byly stanoveny základní hypotézy, které měly být odpověďmi respondentů potvrzeny nebo vyvráceny. Stanovené hypotézy konkrétně zněly:

1. HUD technologie je u českých vozidel spíše výjimečně k nalezení.
2. Pokud technologii řidič vlastní, pak ji využívá a je s ní spokojen.

Nejrychlejším a nejjednodušším prostředkem, jak oslovit co největší množství respondentů, v co nejrychlejším čase, je využití sociálních sítí, kde se sdružuje velké množství lidí různých věkových skupin a různých profesí. Vytvořené dotazníkové šetření bylo vloženo na specifické profily na sociální síti Facebook.

Konkrétně se jednalo o stránky, na kterých byla předpokládána vyšší pravděpodobnost toho, že se zde budou zdržovat majitelé a fanoušci moderních automobilů. Konkrétně se jednalo o facebookové stránky: Automobily, Auta CZ a SK, Fanoušci aut, Audi CZ, BMW CZ, Kia CZ, Peugeot CZ, Sportovní automobily, Autobazar, Auta Praha, Prodám auto, Rychlý auta, Auta, Auta na prodej, Levná auta, Auta Auta, Auta levně, Auta Brno.

Při vkládání dotazníku na jednotlivé facebookové profily bylo hned v rámci popisku a v rámci dotazníkového úvodu všem uchazečům řádně a jasně vysvětleno, jaké problematiky se tento dotazník týká, a kdo by se měl stát našim ideálním respondentem (osoba vlastníci osobní automobil ve věkovém rozmezí 18-99 let). Výzkumné šetření probíhalo na přelomu měsíce listopadu a prosince roku 2021, a na všech zmíněných facebookových profilech byl k dispozici po dobu 14 dnů. Časová náročnost vyplnění dotazníku byla stanovena na 10 minut.

Dotazníkové šetření se skládalo z pouhých 6 jednotlivých otázek, které byly v první části spíše všeobecného zaměření (tzv. vstupní data), poté nabývaly konkrétnějšího a

subjektivního charakteru (tzv. výstupní data). V první části jsme se spíše pro zajímavost zajímali o pohlaví a věk respondentů, a poté se otázky zaměřovaly již na problematiku technologie HUD.

Získaná data byla po získání zpracována a vyhodnocena pomocí programu Microsoft Excell. Dotazníkové šetření obsahovalo jednotlivé otázky formulované tak, aby v co nejmenší míře docházelo ke zkreslení získaných výsledných hodnot výzkumu. Dotazník byl respondentům k dispozici v online verzi, jednalo se tedy o pohodlné a časově nenáročné vyplnění konkrétních dotazů. Dotazník byl samozřejmě zcela anonymní.

Dotazníkové šetření pracovalo především pouze s uzavřeným typem otázek (tzn. výběr jedné konkrétní odpovědi z několika nabízených možností, nejčastěji ve formě zaškrtnutí odpovědi ANO nebo NE). Konkrétní podoba dotazníku byla následující:

- Celkový počet otázek dotazníkového šetření: 6

Konkrétně:

- Jaké je pohlaví respondenta?
- Jaký je aktuální věk respondenta?
- Zná respondent termín HUD („head up display“ technologie neboli průhledový displej)?
- Měl/má respondent ve svém voze k dispozici HUD systém?
- Pokud ano, využívá jeho služby pravidelně?
- Pokud systém vlastníte nebo jste vlastnil, jste s ním spokojený, a chtěl byste jej vlastnit i ve svém dalším voze?

První části dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 180 respondentů, kteří odpovídali našim požadavkům. Je potřeba zmínit, že čtvrtá otázka byla tzv. eliminující. Jelikož, pokud respondent u této otázky (*Měl/má respondent ve svém voze k dispozici HUD systém?*) vyplnil odpověď ne, byl pro něj dotazník ukončen. Nebylo totiž možné, aby zodpovídal následující otázky o spokojenosti s „head-up display“ systémem (konkrétně

Pokud ano, využívá jeho služby pravidelně? Pokud systém vlastníte nebo jste vlastnil, jste nebo byl jste s ním spokojený a chtěl byste jej vlastnit i ve svém dalším voze?). Ze 180 účastníků dotazníku odpovědělo 125 respondentů na tuto otázku záporně, tudíž celý dotazník vyplnilo do zdárného konce 55 jedinců.

Počtem se sice jedná pouze o reprezentativní vzorek lidí, avšak i pomocí tohoto počtu se lze pokusit o stanovení spokojenosti českých řidičů s HUD technologií, a zodpovědět základní stanovené otázky a hypotézy.

6.2 Výsledky dotazníku

Výzkumu se během 14 dnů zúčastnilo 180 respondentů, kteří odpovídali stanoveným požadavkům (věk alespoň 18 let, vlastnictví osobního automobilu). V úvodu dotazníkového šetření bylo respondentům vysvětleno, z jakého důvodu tento dotazník vznikl, co je během vyplňování otázek čeká. Dále jim byla oznámena odhadovaná časová náročnost odpovídající zhruba 10 minutám. Také bylo všem, kteří dotazník řádně ukončili, poděkováno za jejich čas a jejich odpovědi, které pomohou vyhodnotit situaci a spokojenost českých řidičů s HUD technologií.

1. Výzkumná otázka: Jaké je Vaše pohlaví?

První výzkumná otázka dotazníkového šetření se zabývá nejčastěji kladenou a základní otázkou, a to jaké je poměrné zastoupení v rámci pohlaví respondentů. Ze 180 respondentů odpovědělo 152 jedinců, že jsou pohlaví mužského a zbývajících 28 jedinců potom pohlaví ženského. U facebookových stránek, jejichž objektem zájmu jsou osobní automobily a sportovní auta byla vyšší koncentrace mužů předpokládána.

Tabulka 2 - Pohlaví respondentů dotazníku

Jaké je vaše pohlaví?	Počet	Podíl
Muž	152	84,44 %
Žena	28	15,56 %

Zdroj: Ondřej Moucha

2. Výzkumná otázka: Jaký je Váš aktuální věk?

V rámci druhé výzkumné otázky dotazníkového šetření byla zkoumána věková struktura respondentů. Podařilo se zahrnout všechny věkové kategorie, avšak jak je z grafického znázornění zřetelné, věkovou skupinu 66 let a více, reprezentuje pouze jeden jedinec. A věkovou kategorii 46-65 let pouhých 25 jedinců. Tento fakt je dán platformou, na které byl dotazník vystaven. Je všeobecně známým faktem, že sociální sítě používají především mladší a střední ročníky.

U středních a mladších ročníků byla odezva větší, což souvisí s jejich aktivitou na sociálních sítích, která je specifická pro dnešní moderní a technologicky vyspělou dobu. Nejvíce respondentů bylo věkové kategorie 26-45 let, kdy dotazník zodpovědělo 90 jedinců. Následovala věková kategorie 18-25 let, jejichž zástupců bylo 64.

Věková struktura byla zkoumána především z toho důvodu, aby bylo zjištěno, zda se v případě HUD technologie jedná pouze o výtvarný produkt moderní doby, který je využíván především mladými lidmi nebo tato technologie nemá věkové omezení.

Tabulka 3 - Věková struktura respondentů

Jaký je váš aktuální věk?	Počet	Podíl
18–25 let	64	35,56 %
26–45 let	90	50,00 %
46–65 let	25	13,89 %
66 a více let	1	0,56 %

Zdroj: Ondřej Moucha

3. Výzkumná otázka: Znáte pojem HUD („head-up display“ technologie neboli průhledový displej)?

Z výsledků třetí výzkumné otázky je jasně zřejmé, že dotazované osoby spíše znají pojem HUD neboli „head-up display“ technologii. Konkrétně 156 respondentů ze 180 zúčastněných uvedlo, že tento pojem zná. Zbývajících 24 jedinců uvedlo, že tento pojem nezná.

Podobný poměr byl očekáván, jelikož HUD technologie již nepředstavuje žádnou automobilovou novinku, ale více než 15 let je v evropských automobilech používána. Také byl tento výsledek očekáván, jelikož byl dotazník umístěn na stránky, kde se koncentrují fanoušci automobilů, kteří jistě novinky a technologie v automobilovém světě sledují s větší intenzitou, než „běžní“ lidé.

Je možné, že kdyby byl dotazník vyplňován přímo na českých ulicích, poměr by byl více vyvážený.

Tabulka 4 - Znalost HUD technologie respondenty

Znáte pojem HUD („head-up display“)?	Počet	Podíl
Ano	156	86,67 %
Ne	24	13,33 %

Zdroj: Ondřej Moucha

4. Výzkumná otázka: Měl jste nebo máte, ve svém voze k dispozici HUD systém?

Jak již bylo zmíněno v předcházející kapitole, právě výzkumná otázka číslo 4 posloužila jako otázka tzv. eliminační. Jelikož cílem této bakalářské práce bylo zjistit, jak často je u českých automobilů přítomna technologie HUD, a jak jsou s ní čeští řidiči spokojeni, bylo nutné vyřadit osoby, které nikdy ve svém vozidle tuto technologii neměli nebo ani tento pojem neznají. Tito řidiči nejsou schopni zodpovědět zbývající dvě otázky, které se ptají na spokojenost s technologií HUD, a z toho důvodu byl pro tyto respondenty v tomto okamžiku dotazník ukončen.

Ze 180 zúčastněných, odpovědělo 125 respondentů na otázku, zda někdy ve svém automobilu měli k dispozici technologii HUD, negativně. Pouze 55 dotazovaných odpovědělo pozitivně, a tudíž mohli být připuštěni k zodpovězení dvou následujících otázek.

Taktéž tato otázka potvrdila první stanovenou hypotézu, ve které se předpokládalo, že HUD technologie není v současné době u českých automobilů rozšířenou záležitostí, a spíše v českých vozech v současné době není k dispozici. HUD technologii totiž vlastní „pouze“ 30 % dotazovaných řidičů.

Tabulka 5 - Přítomnost HUD technologie v automobilech respondentů

Měl jste nebo máte ve svém voze k dispozici HUD systém?	Počet	Podíl
Ano	55	30,56 %
Ne	125	69,44 %

Zdroj: Ondřej Moucha

5. Výzkumná otázka: Využíváte pravidelně funkce „head-up“ displeje?

Páté výzkumné otázky se účastnilo pouze 55 respondentů, konkrétně ti, kteří v předchozí otázce odpověděli, že někdy ve svém voze měli k dispozici technologii HUD. Z 55 respondentů odpovědělo 51 zúčastněných, že funkce, které nabízí „head-up“ displej pravidelně využívají, a pouze 4 osoby odpověděly, že HUD technologii nevyužívají pravidelně.

Tato odpověď opět z části potvrdila druhou stanovenou výzkumnou hypotézu, která zněla, že pakliže řidiči ve svém voze HUD technologii mají, pak jí pravidelně využívají. 93 % respondentů totiž odpovědělo na pátou výzkumnou otázku kladně, tedy, že pravidelně využívají funkcí HUD technologie, což představuje drtivou většinu zúčastněných osob.

Tabulka 6 - Využívání HUD technologie českými řidiči

Využíváte pravidelně funkce „head-up displeje“?	Počet	Podíl
Ano	51	92,73 %
Ne	4	7,27 %

Zdroj: Ondřej Moucha

6. Výzkumná otázka: Pokud systém vlastníte nebo jste vlastnil, jste s ním spokojený, a chtěl byste jej vlastnit i ve svém dalším voze?

Poslední výzkumné otázky, otázky číslo 6, se účastnilo opětovně pouze 55 respondentů, konkrétně ti, kteří ve čtvrté výzkumné otázce odpověděli, že někdy ve svém voze měli k dispozici technologii HUD. I v této otázce odpovědělo z 55 respondentů 51 zúčastněných, že jsou spokojeni s technologií „head-up displeje“, a že by si ji přáli vlastnit i ve svém dalším voze. Pouze 4 osoby odpověděly, že s HUD technologií spokojeni nejsou, a nepotřebovali by ji vlastnit ve svém dalším voze. Při detailním pohledu na data bylo zjištěno, že tyto 4 osoby jsou stejnými osobami, které v předchozí otázce uvedly, že ve svém vozu HUD technologii nepoužívají.

Tato odpověď potvrzuje druhou část stanovené výzkumné hypotézy, která zněla, že pakliže řidiči ve svém voze HUD technologii mají, pak jí pravidelně využívají a jsou s ní spokojeni natolik, že by ji chtěli vlastnit i ve svém dalším voze. 93 % respondentů totiž odpovědělo na poslední výzkumnou otázku kladně, tedy, že jsou s technologií a jejími funkcemi spokojeni, což opětovně představuje drtivou většinu zúčastněných osob.

Tabulka 7 - Spokojenost řidičů s technologií HUD

Jste s technologií HUD spokojen, a chtěl byste ji vlastnit i v dalším svém voze?	Počet	Podíl
Ano	51	92,73 %
Ne	4	7,27 %

Zdroj: Ondřej Moucha

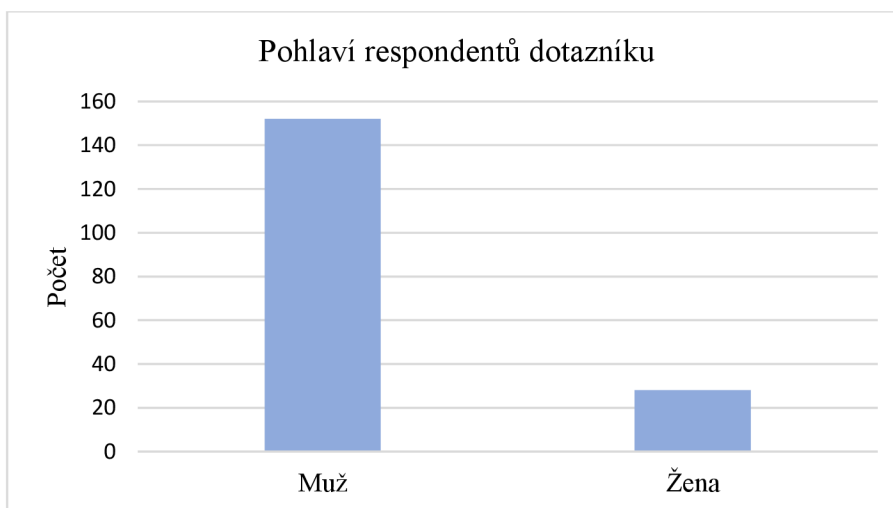
6.3 Vyhodnocení dotazníku

Hlavním cílem dotazníkového šetření bylo zodpovědět dvě základní otázky, a to, zda je HUD technologie českými řidiči vlastněna, a pokud ano, zda jsou s touto technologií spokojeni a využívají ji pravidelně. Proto byly stanoveny dvě vědecké hypotézy, které předpovídaly situaci s HUD technologií u českých řidičů:

1. HUD technologie je u českých vozidel spíše výjimečně k nalezení.
2. Pokud technologii řidič vlastní, pak ji využívá a je s ní spokojen.

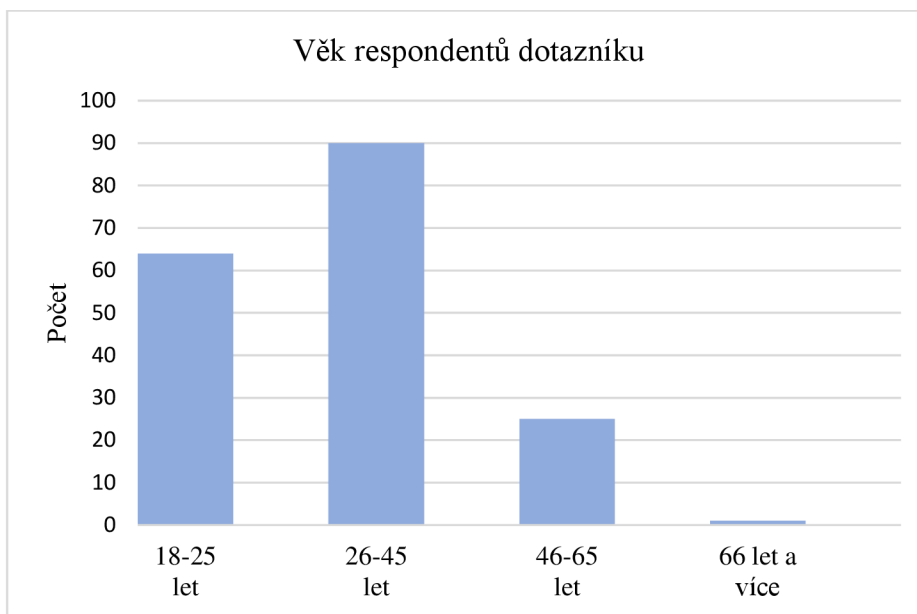
Z odpovědí dotazníkové šetření bylo zjištěno několik zásadních poznatků, a to, že ve velké převaze na dotazník odpovídali muži (152 ze 180 respondentů), a největší množství respondentů bylo ve věkové kategorii 26-45 let, kdy dotazník zodpovědělo 90 jedinců. Následovala věková kategorie 18-25 let, jejichž zástupců bylo 64. Všechny tyto výsledky se daly očekávat z povahy tématu dotazníkového šetření a místa, kam byl dotazník umístěn.

Graf 1: Vyhodnocení první otázky dotazníkového šetření



Zdroj: Ondřej Moucha

Graf 2: Vyhodnocení druhé otázky dotazníkového šetření



Zdroj: Ondřej Moucha

Překvapující nebyly výsledky ani třetí výzkumné otázky, která byla cílena na to, zda respondenti vůbec znají pojem HUD. Zde odpovědělo 156 respondentů ze 180 celkových, že znají pojem HUD. Ze zkoumaného vzorku je patrné, že čeští řidiči mají o této technologii ponětí.

Tabulka 8: Vyhodnocení třetí otázky dotazníkového šetření

Pohlaví	Data	Hodnoty	Hodnoty2	Celkem
		Ne	Ano	Celkový součet
M	Počet	20	136	156
Ž	Počet	4	20	24
Celkem počet		24	156	180

Pozorované četnosti	20	136	156
	4	20	24
	24	156	180

Očekávané četnosti	20,80	135,20	
	3,20	20,80	

Signifikace chí – kvadrát testu:	0,61
---	-------------

Následující otázka se zajímala o to, jak intenzivně je u českých řidičů technologie rozšířena. Ze 180 zúčastněných, odpovědělo 125 respondentů na otázku, zda někdy ve svém automobilu měli k dispozici technologii HUD, negativně. Pouze 55 dotazovaných odpovědělo pozitivně, a tudíž mohli být připuštěni k zodpovězení dvou následujících otázek.

Tabulka 9: Vyhodnocení čtvrté otázky dotazníkového šetření

Pohlaví	Data	Hodnoty	Hodnoty2	Celkem
		Ne	Ano	Celkový součet
M	Počet	120	36	156
Ž	Počet	5	19	24
Celkem počet		125	55	180

Pozorované četnosti		120	36	156
		5	19	24
		125	55	180

Očekávané četnosti		108,33	47,66	
		16,66	7,33	

Signifikace chí – kvadrát testu:	2,79
---	-------------

Zdroj: Ondřej Moucha

V páté otázce bylo tázáno 55 respondentů, zda využívají pravidelně technologii HUD a její rozličné funkce, aby bylo prozkoumáno, zda je skutečně technologie využívána a představuje pro řidiče skutečného pomocníka ve zvyšování jejich bezpečnosti a komfortnosti. Z 55 respondentů odpovědělo 93 % (51 jedinců), že technologii pravidelně využívají. Stejných výsledků bylo dosaženo i u otázky poslední, která se zajímala o spokojenost skutečných řidičů s touto technologií.

Tabulka 10: Vyhodnocení páté otázky dotazníkového šetření

Pohlaví	Data	Hodnoty	Hodnoty2	Celkem
		Ne	Ano	Celkový součet
M	Počet	2	46	48
Ž	Počet	2	5	7
Celkem počet		4	51	55

Pozorované četnosti		2	46	48
		2	5	7
		4	51	55

Očekávané četnosti		3,49	44,51	
		0,51	6,49	

Signifikace χ^2 – kvadrát testu:	0,02
---	-------------

Zdroj: Ondřej Moucha

Tabulka 11: Vyhodnocení šesté otázky dotazníkového šetření

Pohlaví	Data	Hodnoty	Hodnoty2	Celkem
		Ne	Ano	Celkový součet
M	Počet	2	46	48
Ž	Počet	2	5	7
Celkem počet		4	51	55

Pozorované četnosti		2	46	48
		2	5	7
		4	51	55

Očekávané četnosti		3,49	44,51	
		0,51	6,49	

Signifikace χ^2 – kvadrát testu:	0,02
---	-------------

Zdroj: Ondřej Moucha

Na základě odpovědí lze potvrdit všechny stanovené hypotézy. HUD technologie není u českých osobních automobilů příliš rozšířená, a pakliže ji řidiči vlastní, pak ji intenzivně využívají a jsou s ní spokojeni.

7 Závěr

Lidský faktor nepředstavuje jediný bezpečnostní systém, který je v současné době možné v rámci zvýšení bezpečnosti silničního provozu využívat. Jsou rozeznávány totiž i bezpečnost silničního vozidla z pohledu samotného vozidla a jeho provozu, kde existují dvě základní bezpečnosti, a to aktivní bezpečnost a pasivní bezpečnost.

Asistenční systémy jsou v současné době přítomny v každém moderním a technologicky vyspělém automobilu. Jejich cílem je asistovat řidiči vozidla, pomáhat mu, snižovat riziko výskytu dopravní nehody a snižovat dopady silničního provozu na okolní životní prostředí.

Mezi komfortní bezpečnostní asistenční systémy lze zařadit i technologii HUD, jejíž úkolem je usnadnit řidiči jízdu, udržovat jeho pozornost a soustředěnost namířenou pouze na aktuální dění v rámci silničního provozu. Tím pomáhají snižovat pravděpodobnost dopravní nehody. Částečně je tato technologie řazena i mezi tzv. pasivní komfortní bezpečnostní asistenční systémy, jejichž cílem je informovat řidiče o možných problémech v rámci silničního provozu.

Head-up displej představuje technologii, jejíž hlavní účel spočívá v promítání potřebných informací na čelní sklo vozidla, a to přímo pod zorný úhel řidiče. Přestože se jedná o informační nástroj, je stejně tak bezpečnostním prvkem. Poskytuje různé informace, ale nevyžaduje, aby řidič spustil oči ze silnice. V současné době je tato technologie instalována do téměř všech moderních a luxusních vozů různých automobilových značek.

Za dobu existence HUD technologie proběhla celá řada odborných výzkumů, které se snažily zjistit, zda HUD technologie skutečně snižuje riziko dopravní nehodovosti, a zda plní funkce takové, jaké jí přisuzují její výrobci nebo zda se jedná pouze o drahý a zbytečný automobilový doplněk. Výsledky poměrně početného množství studií shodně prokázaly, že HUD technologie skutečně plní svou funkci a zvyšuje bezpečnost silničního provozu.

I v rámci dotazníkového šetření této bakalářské práce bylo zjištěno, že HUD technologie není sice v České republice běžnou součástí vozidel, ale pakliže jí auto disponuje, pak je tento systém řidiči hojně využíván, a získal si u českých řidičů velkou oblibu. To poukazuje na to, že systém a jeho jednotlivé funkce fungují.

8 Seznam použitých zdrojů

1. **Český statistický úřad.** www.czso.cz. *Nehody v dopravě v roce 2020*. [Online] 2021. https://www.czso.cz/csu/czso/nehody_v_doprave_casove_rady.
2. **Vlk, František.** *Lexikon moderní automobilové techniky*. Brno : František Vlk, 2005. ISBN 80-239-5416-4.
3. —. *Stavba motorových vozidel*. Brno : František Vlk, 2003. ISBN 80-238- 8757-2.
4. **Besip.cz.** Ministerstvo dopravy ČR. *Dopravní nehody nás každoročně vyjdou na 52 miliard korun. Jejich oběti si připomeneme Světovým dnem obětí dopravních nehod*. [Online] Ministerstvo dopravy ČR, 2013. <http://www.ibesip.cz/cz/promedia/tiskove-zpravy/112-dopravni-nehody-nas-kazdorocne-vyjdou-na-52-miliard-korunjejich-obeti-si-pripomeneme-svetovym-dnem-obeti-dopravnich-nehod>.
5. **Vysoký, Petr.** www.automa.cz. *Asistenční systémy v automobilech*. [Online] 2005. https://automa.cz/cz/casopis-clanky/asistencni-systemy-v-automobilech-2005_12_30855_3268/.
6. **Vlk, František.** *Automobilová elektronika 1 : Asistenční a informační systémy*. Brno : František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
7. **Besip.cz.** www.ibesip.cz. *Moderní technologie vozidel*. [Online] 2012. <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>.
8. **Vlk, František.** *Automobilová elektronika 2 : Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. Brno : František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
9. **Olivík, Pavel.** www.autorevue.cz. *Průhledový displej: z letadel do aut*. [Online] 5. listopadu 2011. <https://www.autorevue.cz/pruhledovy-displej-z-letadel-do-aut>.
10. **Dusil, Tomáš.** www.auto.cz. *Head-up Displej (HUD) se v autech používá už 30 let. Kdo byl první a co všechno se dnes promítá?* [Online] 4. prosince 2018. <https://www.auto.cz/head-up-displej-hud-se-v-autech-pouziva-uz-30-let-kdo-byl-prvni-a-co-vsechno-se-dnes-promita-126209>.
11. **Jelínek, Jan a Zicháček, Vladimír.** *Biologie pro gymnázia*. Olomouc : Nakladatelství Olomouc, 2005. ISBN 80-7182-177-2.
12. **Zikmund, Petr.** www.digilib.k.utb.cz. *Vlastnosti a využití displejů*. [Online] 2006. http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/2177/zikmund_2006_bp.pdf?sequence=1.

13. **Audi.cz.** www.audi.cz. *Head-up displej.* [Online] Audi, 2022. <https://www.audi.cz/servis-a-prislusenstvi/konektivita-a-technologie/audi-inovativni-technologie/head-up-displej>.
14. **Bureš, David.** www.auto.cz. *BMW: Head-up displej nově v barvách.* [Online] 5. listopad 2011. <https://www.auto.cz/bmw-head-up-displej-nove-v-barvach-62835>.
15. **Bmw.cz.** www.bmw.cz. *Head up display.* [Online] 2022. <https://www.bmw.cz/cs/search-results.html?q=bmw%2520head-up%2520display#eyJxIjoiYm13JTIwaGVhZC1lcCUyMGRpc3BsYXkifQ==>.
16. —. www.bmw.cz. *Modely a jejich výbava.* [Online] 2022. <https://www.bmw.cz/cs/all-models.html>.
17. **Vajdák, Jan.** www.letemsvetemapple.eu. *Head-up displej v BMW umí nově zobrazovat i navigaci z Apple Maps či Google Maps.* [Online] 23. říjen 2020. <https://www.letemsvetemapple.eu/2020/10/23/head-up-displej-v-bmw-umi-nove-zobrazovat-i-navigaci-z-apple-maps-ci-google-maps/>.
18. **Kia.com.** www.kia.com. *Modely automobilů a jejich výbava.* [Online] 2022. <https://www.kia.com/cz/>.
19. **Cars.com.** www.cars.com. *Which cars have Head - up Displays.* [Online] 2021. <https://www.cars.com/articles/which-cars-have-head-up-displays-434824/>.
20. **Mazal, Mirek.** www.auto.cz. *Vybrali jsme top 10 automobilových technologií, které za poslední roky změnily svět automobilů.* [Online] 9. leden 2021. <https://www.auto.cz/vybrali-jsme-top-10-automobilovych-technologiei-ktere-za-posledni-roky-zmenily-svet-automobilu-137404>.
21. **Peugeot.cz.** www.peugeot.cz. *Historie podniku.* [Online] 2022. <http://peugeot.cz>.
22. **Jungmann, Aleš.** www.auto.cz. *TEST Peugeot 508 1,6 THP – Siesta skončila, nastal čas lovu.* [Online] 4. březen 2011. <https://www.auto.cz/test-peugeot-508-1-6-thp-siesta-skoncila-nastal-cas-lovu-54843>.
23. **Peugeot-club.com.** www.peugeot-club.com. *Head Up Display.* [Online] 2022. <https://www.peugeot-club.com/search/?q=head%20up&quick=1>.
24. **Czrso.cz.** www.czrso.cz. *Hlubková analýza silničních dopravních nehod – hlavní příčiny vzniku nehod.* [Online] 29. leden 2016. <https://www.czrso.cz/clanek/hlubkova-analyza-silnicnich-dopravnich-nehod-hlavni-priciny-vzniku-nehod/?id=1654>.

25. **Aaaauto.cz.** www.aaaauto.cz. *ABS*. [Online] 2022. <https://www.aaaauto.cz/slovník/39471/abs.html>.
26. **Auto - Horejsek.cz.** www.auto-horejsek.cz. *Snadné parkování Škoda Scala*. [Online] 2022. <https://www.auto-horejsek.cz/snadne-parkovani-skoda-scala/>.
27. **Magic-holo.com.** www.magic-holo.com. *All about head-up displays (HUD)*. [Online] 2022. <https://magic-holo.com/en/all-about-head-up-displays-hud/>.
28. **Collins Aerospace.** www.rockwellcollins.com. *New Bombardier Global 5500 and Global 6500 Aircraft to Feature Rockwell Collins' Transformational Flight Deck and Cabin Systems*. [Online] 2020. <https://www.rockwellcollins.com/Data/News/2018-Cal-Yr/CS/20180718-Global-5500-6500-feature-transformational-flight-deck-cabin-systems.aspx>.
29. **ResearchGate.net.** www.researchgate.net. *How a head - up display works*. [Online] březem 2016. https://www.researchgate.net/figure/How-a-Head-up-display-works_fig5_301776934.
30. **Garcia, Patrick.** www.caradisiac.com. *La future Mini adopte l'affichage tête haute (entre autres)*. [Online] 11. říjen 2013. <https://www.caradisiac.com/La-future-Mini-adopte-l-affichage-tete-haute-entre-autres-89793.htm>.
31. **Bmwgroup.com.** www.press.bmwgroup.com. *Head-Up displej a BMW Night Vision*. [Online] 10. srpen 2012. <https://www.press.bmwgroup.com/czech/article/detail/T0134775CS/technologick%C3%A9-inovace-bmw-group-bmw-connecteddrive-kapitola-2-4-head-up-displej-a-bmw-night-vision?language=cs>.
32. **Thekeea.com.** www.thekeea.com. *Kia Stinger Comes With Head Up Display (Q&A)*. [Online] 2022. <https://www.thekeea.com/stinger/stinger-head-up-display/>.
33. **Eclecticlight.co.** www.eclecticlight.co. *Peugeot 3008 SatNav and HUD – a potent combination*. [Online] 12. duben 2015. <https://eclecticlight.co/2015/04/12/peugeot-3008-satnav-and-hud-a-potent-combination/>.

9 Přílohy

Příloha 1: Dotazníkové šetření.

1. Výzkumná otázka: Jaké je Vaše pohlaví?

- Mužské
- Ženské

2. Výzkumná otázka: Jaký je Váš aktuální věk?

- Věk 18-25
- Věk 26-45
- Věk 46-65
- Věk 66 a více

3. Výzkumná otázka: Znáte pojem HUD („head-up display“ technologie neboli průhledový displej)?

- Ano
- Ne

4. Výzkumná otázka: Měl jste nebo máte, ve svém voze k dispozici HUD systém?

- Ano
- Ne

5. Výzkumná otázka: Využíváte pravidelně funkce „head-up“ displeje?

- Ano
- Ne

6. Výzkumná otázka: Pokud systém vlastníte nebo jste vlastnil, jste s ním spokojený, a chtěl byste jej vlastnit i ve svém dalším voze?

- Ano
- Ne