

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



Využití technologie HUD u osobních automobilů
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Hruška, Ph.D.**

Autor práce: **Jakub Štamberk**

Praha 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Štamberk

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 a její použití u osobních automobilů. Dalším cílem je posoudit využití popisované technologie u jednotlivých značek a to na základě předem zvolených parametrů.

Metodika

Cílů práce bude dosaženo podrobným rozbořem odborné literatury a hodnoty pro výzkumnou část budou 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 statistických 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 automotive 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 estetika a kultura strojírenských výrobků. Praha, SNTL 1965.

RUTRLE, J. : Přístrojová optika, 1. Vydání, Brno, IDV PZ, 2000, 189 str.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Michal Hruška, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2018

doc. Ing. Jan Malatáček, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 3. 2018

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci s názvem „Využití technologie HUD u osobních automobilů“ vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Michala Hrušky, Ph.D., s použitím uvedených pramenů a literatury, a že jsem ji nevyužil k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne

.....

Jakub Štamberk

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval všem, kteří mi pomohli při psaní této bakalářské práce.

Především bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalu Hruškovi, Ph.D., za cenné rady, konzultace, odborné vedení a připomínky k mé bakalářské práci.

Dále chci poděkovat své rodině za trpělivost a podporu při studiu.

V Praze dne

Jakub Štamberk

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou využití technologie HUD v osobních vozidlech. V úvodních částech je popsána historie této technologie, její zařazení, princip a konstrukce v moderních osobních vozidlech a jsou zde uvedeni výrobci a modely vozů, které mohou být vybaveny technologií HUD a porovnání těchto systémů. V praktické části práce jsou nejprve porovnány alternativní a tovární modely HUD a následně je prováděn výzkum vhodnosti, kteří zákazníci by volili určitý typ HUD a které informace by respondenti více preferovali.

Klíčová slova: ergonomie, HUD, osobní automobil, řidič, bezpečnost, výhled

Abstract:

This bachelor thesis deals with the use of HUD technology in passenger cars. The introductory part describes the history of this technology, its classification, principle and design in modern passenger cars and includes manufacturers and models of cars that can be equipped with HUD technology and comparison of these systems. In the practical part of the thesis, alternative and factory models of HUD are first compared and research of suitability is carried out, which customers would choose a certain type of HUD and which information would be more preferred by respondents.

Key words: ergonomics, HUD, passenger car, driver, safety, view

Obsah

1. ÚVOD	1
2. CÍL PRÁCE	2
3. METODIKA PRÁCE	3
4. PŘEHLED ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	4
4.1. Historie technologie HUD.....	4
4.2. Zařazení systému HUD.....	7
4.2.1. Aktivní bezpečnost motorového vozidla.....	7
4.2.2. Asistenční systémy.....	8
4.2.3. Asistenční systémy pro bezpečnou jízdu vozidla.....	8
4.2.4. Asistenční systémy podporující řidiče.....	9
4.3. Princip činnosti systému HUD.....	9
4.3.1. Informativní funkce.....	10
4.3.2. Bezpečnostní funkce.....	10
4.4. Konstrukce HUD.....	11
4.4.1. Rozdělení podle druhu použitého displeje.....	12
4.4.1.1. Katodová trubice CRT.....	13
4.4.1.2. LCD displej.....	13
4.4.1.3. TOLED displej.....	15
4.4.2. Rozdělení podle použité obrazovky.....	18
4.4.3. Zobrazení na čelní sklo.....	18
4.4.3.1. Využití u konkrétních automobilek.....	19
4.4.4. Zobrazení na polykarbonátovou destičku.....	30
4.4.4.1. Využití u konkrétních automobilek.....	30
4.4.5. Další automobilky nabízející HUD.....	32
4.4.6. Automobilky nenabízející HUD.....	32
5. PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE	33
5.1. Porovnání alternativních a továrních HUD.....	33
5.2. Výzkum vhodnosti daných druhů HUD pro zákazníky.....	35
6. VÝSLEDKY A DISKUZE	38
7. ZÁVĚR	44
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	46
9. PŘÍLOHY	49

1. ÚVOD

Výraz Head-up display by se do češtiny dal volně přeložit jako displej, při kterém má uživatel takzvaně „hlavu vzhůru“. V českém jazyce nemá výraz Head-up display ustálený výraz, a proto se vychází z anglického výrazu, který využívá zkratku HUD. Tato technologie bývá občas v českém jazyce uváděna pod označením snímání obrazu nebo projekcí, což ale není moc časté. Jak vyplývá z anglického názvu, jde o zobrazování údajů na přístrojích zabudovaných v palubní desce pomocí zpětného odrazu v čelním skle automobilu tak, aby tento obraz nebránil řidiči ve výhledu, ale současně aby řidič nebyl nucen přenášet svoji pozornost na dění na silnici a opětovně na displej palubních přístrojů.

Head-up display (dále jen HUD) byl vyvinut v šedesátých letech 20. století pro vojenská letadla, avšak původ má ještě v době před 2. světovou válkou. Důvodem použití této technologie bylo, aby pilot neztrácel vizuální kontakt s okolím tím, že by musel sklánět hlavu směrem dolů, k přístrojové desce. V roce 1988 byl HUD poprvé použit automobilkou General Motors (GM) ve voze Oldsmobile Cutlass Supreme. Později jej použila i automobilka Toyota v modelu Crown, který se prodával pouze v Japonsku. Od roku 1998 se HUD objevuje ve vozech Chevrolet Corvette a od roku 2004 ve vozech BMW.

Automobilka BMW se zasloužila o největší vývoj v oblasti rozšíření HUD, který se v dnešní době stal již standardem luxusních vozů.

Účelem této bakalářské práce je podat základní informace o funkci a rozdělení HUD a podrobné informace o vývoji a dostupnosti HUD v automobilech. V této práci se dozvíte, co vše může HUD zobrazovat, a u kterých automobilek se s ním můžeme setkat. Dalším účelem práce je porovnání tzv. továrního modelu HUD s modelem alternativním s OBD konektorem a preference jednotlivých řidičů. Posledním cílem je zjistit preference řidičů pro zobrazované informace na HUD.

2. CÍL PRÁCE

Prvním cílem této práce je dát čtenáři ucelený přehled o využití systému HUD v osobních automobilech, od jeho historie, zařazení, konstrukčního provedení jednotlivých generací a uplatnění v jednotlivých automobilech, uvedeny jsou i předpoklady, jakým směrem se HUD bude dále vyvíjet. Druhým cílem této práce je zjistit, zda by řidiči volili tovární model, nebo by naopak volili levnější systém s OBD vstupem a zda existuje nějaká závislost mezi zvolenými parametry řidičů a jejich preferencemi při výběru HUD.

Posledním cílem této práce bylo zjistit, jestli existuje nějaká závislost mezi informacemi, které by řidiči chtěli na HUD zobrazovat a zvolenými parametry konkrétního řidiče.

3. METODIKA PRÁCE

Metodika řešené problematiky v teoretické části bakalářské práce je založena na studiu a využití informačních zdrojů, které jsou volně přístupné, nebo byly automobilkami o technologii poskytnuty. V praktické části bakalářské práce bude proveden výzkum a vybrána vhodná metoda, podle které bude zjištěno, jaký je průměrný věk a pohlaví respondentů, což zajistí určitou objektivitu. Pomocí výzkumu bude zjištěno, jestli respondenti vědí, co je HUD a jestli by si vybrali spíše tovární HUD ve voze, nebo naopak by jim stačil levnější model a jaké informace by chtěli zobrazovat. Na základě výsledků výzkumu budou pomocí tabulek, grafů a vhodných statistických metod formulovány závěry bakalářské práce.

4. PŘEHLED ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

4.1 Historie technologie HUD

Ačkoli se může zdát, že HUD je záležitostí posledních let, tak tato technologie, jak ji známe dnes, se vyvinula z reflexního zaměřovače (také označovaný jako kolimátor) německých letadel v roce 1937. Ten umožňoval pilotovi lépe zamířit na cíl a zlepšoval orientaci na bitevním poli. Tyto verze kolimátorů, které ještě s HUD neměli skoro nic společného, byly navrženy tak, aby se zobrazovaly pouze základní informace, jako je rychlost a úhel útoku, které usnadňovaly pilotům zasáhnout cíl. Tyto informace byly také zobrazovány na přístroji zvaném gyroskopický zaměřovač, který samočinně určuje opravu zamíření pro střelbu na pohybující se cíl, který se projevuje příslušným posunutím záměrného obrazce, zespuďu promítaného na skloněné polopropustné zrcadlo. Jde tedy v podstatě jen o výrazně zdokonalený reflexní (kolimátorový) zaměřovač, vylepšený o samočinné určení opravy střelby. Oprava je určována podle úhlové rychlosti pohybu stroje a dopředné rychlosti vlastního letounu, k určení úhlové rychlosti je použito gyroskopu. [1], [5]

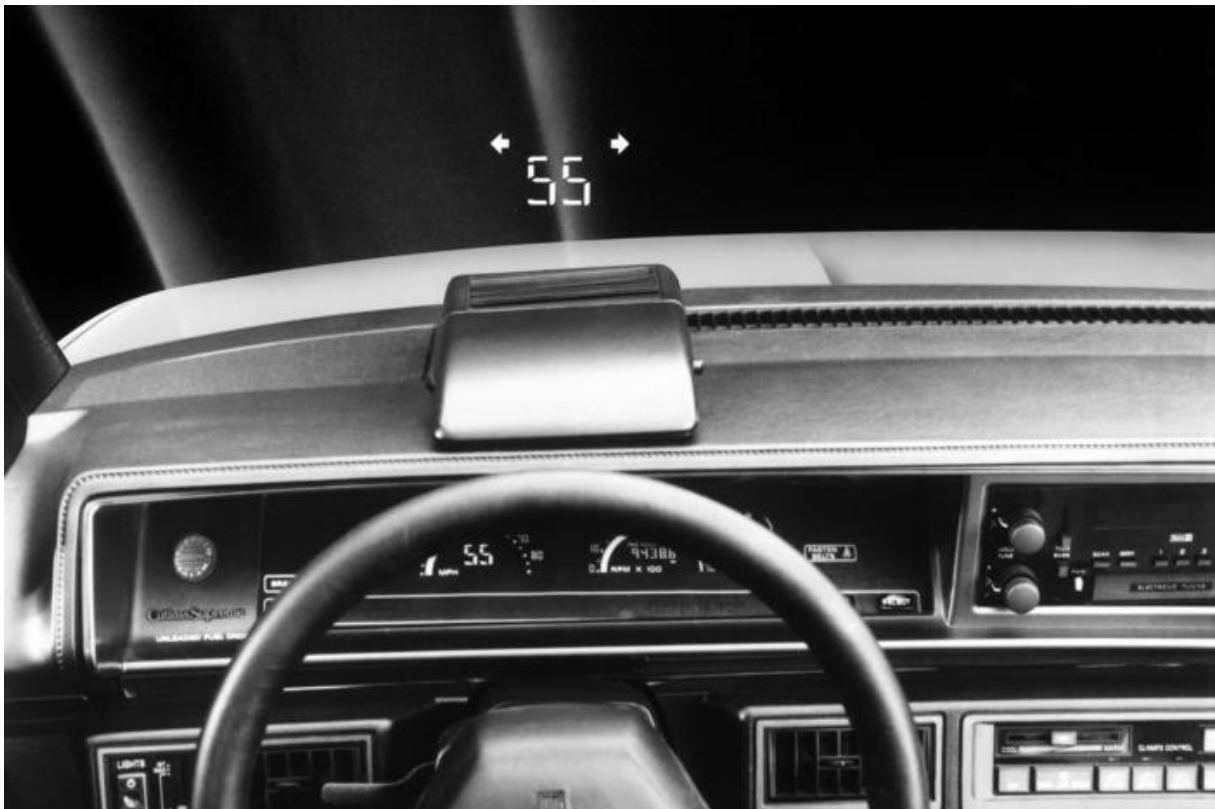
Jak postupoval vývoj gyroskopického zaměřovače, tak byly zobrazovány mnohem složitější informace a rostl i jejich počet. Tento gyroskopický zaměřovač se stal základem pro HUD. Příklad toho, co bychom teď nazvali HUD, byl britský projektorový systém vzduchového odposlechu radaru AI MkVIII připevněný k některým nočním stíhačům Havilland Mosquito, kde byl displej radaru promítaný na čelní sklo letadla spolu s umělým horizontem. Piloti mohli provádět zachycení radarem, aniž by museli sejmout oči z čelního skla. [1], [5], [6]

Technologie HUD byla dále zdokonalována v letadle jménem Buccaneer, jehož prototyp poprvé vzlétl 30. dubna 1958. Konstrukce letadla vyžadovala útočné mířidlo, které by poskytovalo navigační a zbraňové informace pro režim nízké úrovně útoku. Ovšem mezi zastánci nové konstrukce HUD a příznivci starých elektro-mechanických zaměřovačů se vedla názorová válka, a proto v některých studiích v té době byl HUD popisován jako radikální, ba dokonce ztřeštěně odvážné řešení. [1], [5], [6]

Nicméně americké Ministerstvo obrany podporovalo a sponzorovalo vývoj a výzkum této technologie, takže její vývoj nebyl zastaven. V rámci spolupráce mezi USA a Velkou Británií docházelo ke sdílení informací a technologií. Ve Velké Británii se vývojem a výrobou HUD zabývala společnost BAE Systems, která postupně uvedla HUD do běžného provozu. [1], [5], [6]

Ve Velké Británii zjistili, že piloti létající s novým displejem lépe ovládali své letadlo a díky tomu se HUD rozšířil mimo zbrojní vybavení také na zařízení vhodné k obecné pilotáži. V roce 1970 byl HUD představen také v civilní a obchodní letecké dopravě. [1], [5], [6]

HUD byl v osobních automobilech poprvé použit v roce 1988 v automobilu Oldsmobile Cutlass Supreme, jehož HUD můžeme vidět na obrázku č. 1. Tento vůz se stal prvním sériově vyráběným automobilem s HUD. Dalšími automobily, kde se HUD objevil, byl vůz Pontiac Grand Prix a Nissan 240SX, který se vyráběl mezi lety 1989 až 1994 a následovala Toyota Crown Majesta v roce 1991. Byla ovšem určena pouze pro japonský trh. [1], [6]



Obr. 1 HUD ve vozidle Oldsmobile Cutlass Supreme [39]

V roce 1998 byl představen první vícebarevný HUD ve voze Chevrolet Corvette, na jehož koncept navázalo v roce 2003 BMW s modelem E60 třídy 5, který můžeme vidět na obrázku 2. Právě BMW se nejvíce zasloužilo o rozšíření HUD a o vývoj této technologie, kdy k zobrazování rychlosti přibyla například navigace. [1], [6], [18]



Obr. 2 HUD ve vozidle BMW E 60 [38]

Technologii HUD po BMW převzali postupně i další výrobci luxusních automobilů. Například Audi uvedlo svůj první HUD v roce 2010, tedy 7 let po představení HUD od BMW, a to v modelu A7 Sportback a Mercedes – Benz až v roce 2015, a to ve třídě S. Všechny tyto HUD se postupně modernizovaly, přibývalo zobrazovaných informací a zlepšovala se kvalita zobrazování. [1], [6], [23], [25]

4.2 Zařazení systému HUD

Důležitým ukazatelem při vývoji bezpečnostních systémů vozidla, ať už aktivních, či pasivních, je schopnost vozidla přijímat, zpracovávat a vyhodnocovat informace o svém okolí, rozeznat situace, kdy hrozí nebezpečí a pomoci řidiči při řízení vozu. HUD je prvek aktivní bezpečnosti vozidla. Tyto prvky mají za úkol předcházet vzniku dopravní nehody. Jde o elektronické zařízení sloužící jako tzv. primární sdělovač, který v případě moderních vozidel zobrazuje informace od asistenčních systémů. Ty by se jinak zobrazovaly na přístrojové desce a tím se snižuje nutnost sklánět hlavu a ztrácet vizuální kontakt s vozovkou. [2], [3]

4.2.1 Aktivní bezpečnost motorového vozidla

Aktivní bezpečnost vozidla je soubor různých systémů, prvků a vlastností vozu, které pomáhají předcházet vzniku dopravní nehody. Aktivní bezpečnost vozidla ovlivňuje protiblokovací systém, systém jízdní stability, protiskluzový systém a samozřejmě kvalitní brzdy. Svou roli také hraje pohodlí řidiče, jízdní vlastnosti vozidla a správná funkce vnějšího a vnitřního osvětlení vozidla.

K pohodlnému řízení, které aktivní bezpečnost přímo ovlivňuje, patří nutnost mít na dosah všechny ovládací prvky vozidla, zároveň mít dostatečný výhled na všechny strany a mít v kabině optimální teplotu.

Z jízdních a dynamických vlastností vozidla sem patří předvídatelné řízení vozidla ve všech situacích. Vozidlo musí reagovat na všechny pokyny řidiče i na nerovném povrchu a musí být schopno dynamicky a bezpečně zrychlovat a zpomalovat. [4]

Aktivní bezpečnost motorového vozidla se dělí na čtyři základní skupiny: [2], [4]

- **Jízdní bezpečnost** – vlastnosti, které zmenšují jízdní nedostatky (např.: odpružení, stabilita vozidla, správné jízdní vlastnosti a brzděné vlastnosti).
- **Kondiční bezpečnost** – soubor opatření zajišťující jízdní pohodlí. Například správná hladina hluku, správná teplota, či komfort a ergonomie při sezení.
- **Pozorovací bezpečnost** – jedná se o nutnost dobrého výhledu z vozidla ve všech směrech, dobrého osvětlení vozovky. Záleží například i na barvě vozidla.
- **Ovládací bezpečnost** – do této skupiny patří umístění ovladačů, aby byly dosažitelné pro všechny řidiče a možnost jejich ovládání.

4.2.2 Asistenční systémy

Asistenční systémy řidiče (angl. Driver Assistance Systems – DAS) mají za úkol upozorňovat řidiče na nebezpečné situace a v naléhavých případech jsou schopny dokonce samostatně zasáhnout do jízdy, čímž zajišťují větší bezpečnost provozu vozidla. Mezi asistenční systémy patří elektronické stabilizační systémy, jako je ESP, ABS, ASR. Dále sem patří asistenční systémy jako například parkovací asistenční systém, adaptivní tempomat, či asistent jízdy v určitém jízdním pruhu. Nezbytnou součástí mnoha asistenčních systémů je elektronické sledování okolí vozidla, bez něhož by se neobešly. Informace z asistenčních systémů mohou být zobrazeny například na HUD. Skutečné asistenční systémy by měly zamezovat nebezpečným situacím dříve, než nastanou. [2]

Asistenční systémy lze dělit do dvou skupin:

- **Asistenční systémy pro bezpečnou jízdu vozidla**
- **Asistenční systémy podporující řidiče**

4.2.3 Asistenční systémy pro bezpečnou jízdu vozidla

Tyto asistenční systémy působí tak, že pokud nastane například kritická situace, tak řidič skutečnost, že zasáhl asistenční systém, vůbec nepozná a považuje tuto skutečnost za normální chování vozidla. Systémy pro bezpečnou jízdu vozidla musí pracovat rychle a spolehlivě. Právě kvůli tomu jsou řízeny mikropočítači se složitými obvody. Mezi tyto systémy patří například: [2]

- Protiblokovací systém ABS
- Protiprokluzový systém ASR
- Elektronická stabilizace jízdy ESP
- Aktivní stabilizace podvozku AFS
- Systémy pro automatické nouzové brždění ABN

4.2.4 Asistenční systémy podporující řidiče

Tyto asistenční systémy pracují nepřímou, takže informují řidiče o situaci a ten se může podle informací rozhodnout. Dále upozorňují na možná nebezpečí. Zajišťují tedy lepší informovanost řidiče a ten má díky tomu lepší přehled o dopravní situaci, může učinit lepší rozhodnutí. Tyto systémy, na rozdíl od asistenčních systémů pro bezpečnou jízdu vozidla, nemají kontrolu nad vozidlem a mohou být kdykoliv vypnuty. Do této skupiny například patří:

[2]

- HUD
- infračervené noční vidění
- asistenční systém udržování jízdního pruhu LDW
- navigační systém GPS
- hlasové ovládání obslužných prvků vozidla, včetně telefonování

4.3 Princip činnosti systému HUD

I když je HUD především tzv. primárním sdělovačem, patří do prvků aktivní bezpečnosti řidiče, konkrétně do asistenčních systémů podporujících řidiče. Ačkoliv se může zdát, že má pouze informativní funkci, má i funkci bezpečnostní, kdy dává řidiči přehled o stavu vozidla a dění kolem něho. Obraz HUD je zobrazován přímo do zorného pole řidiče. Ten proto nemusí ztrácet oční kontakt s děním na vozovce, pokud by chtěl zjistit například nějakou důležitou informaci.

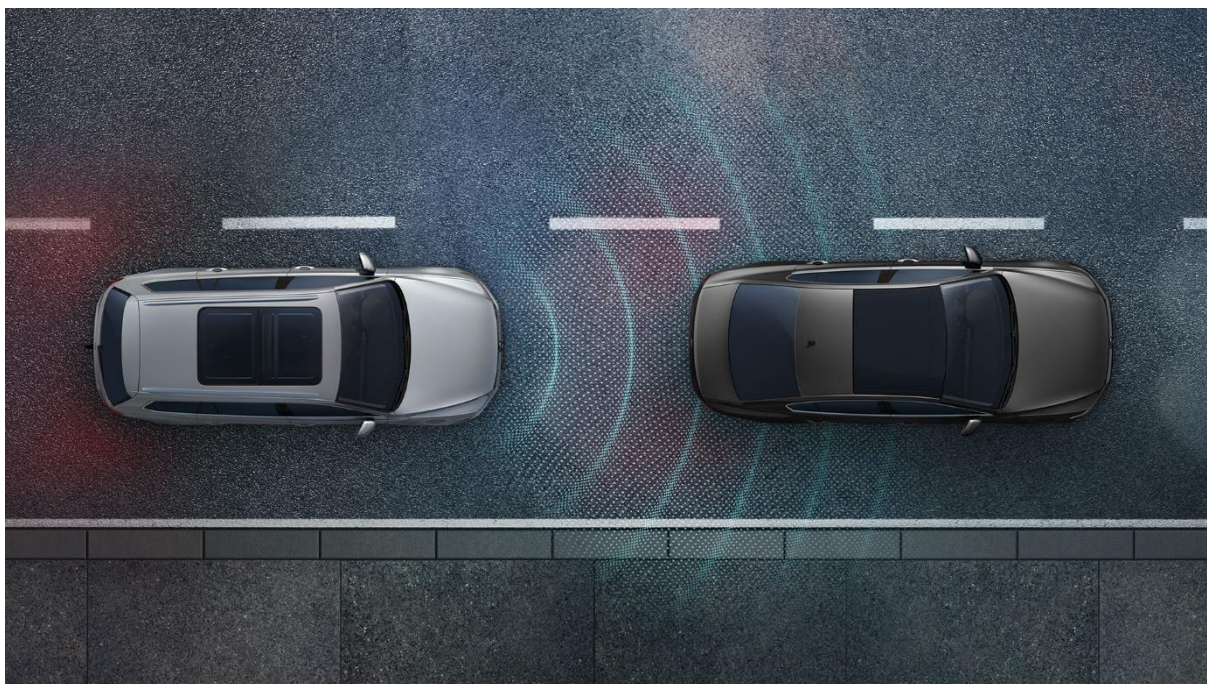
[5], [6]

4.3.1 Informativní funkce

HUD v osobních automobilech má za úkol informovat řidiče přehledně o dopravní situaci a o stavu vozidla. Staré typy HUD, jako například u Oldsmobilu z roku 1988, zobrazovaly pouze rychlost, barvy byly omezeny pouze na tři, těmi byly modrá, oranžová a zelená. Zatímco v dnešní době již HUD zobrazuje běžně všechny barvy. Po uvedení HUD v BMW E60 informace narůstaly o otáčky motoru, převodový stupeň, směrovky a jiné. V současné době HUD zobrazuje všechny tyto informace, včetně GPS navigace, vzdálenosti mezi vaším vozidlem a vozidlem před vámi, či teplotu. Všechny informace, které je možné zobrazit na HUD, jsou dány výrobcem konkrétního automobilu a použitými asistenčními systémy. Vozidla, která mají možnost připojení k internetu, mohou na HUD zobrazovat čerpací stanice, obchody, restaurace a další. [2], [5], [6]

4.3.2 Bezpečnostní funkce

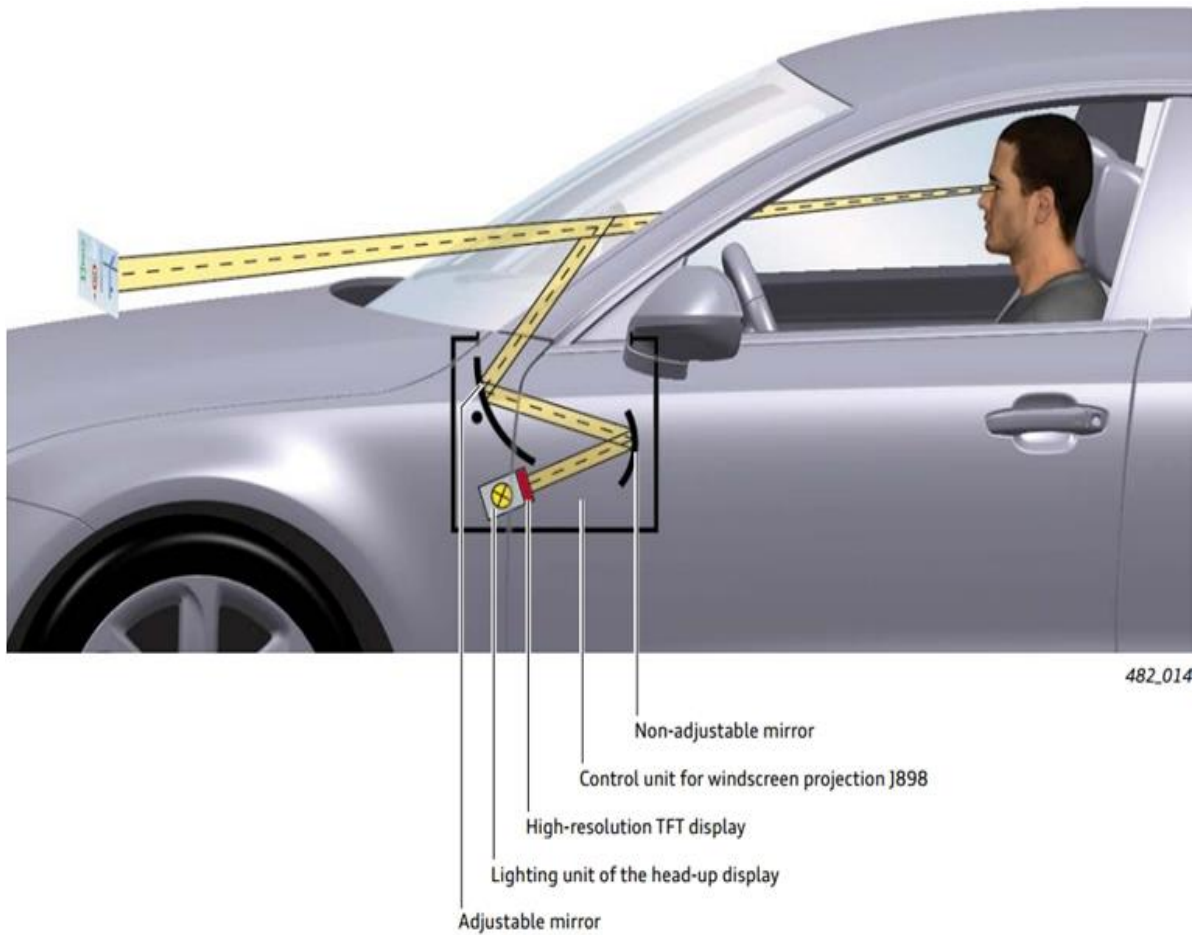
HUD v osobních automobilech má kromě informativní funkce také funkci bezpečnostní, jejímž cílem je zlepšit jízdní kontrolu a tím i bezpečnost provozu. Pokud je však na HUD zobrazováno příliš mnoho informací, jak uvádí Havlová (2003): *„Situace, kdy je člověk zahlcen velkým množstvím informací, především redundantních či nerelevantních informací, a tak nedokáže rozlišit podstatné informace od nadbytečných a není schopen rychlého racionálního rozhodnutí. To může vést ke stresu, únavě, roztržitosti apod.“* idič může být naopak rozptýlován, protože se více soustředí na displej než na jízdu. Proto se snaží výrobci HUD vybrat k zobrazení jen ty nejdůležitější prvky, popřípadě mezi nimi udělat rozumný kompromis. Pokud je HUD dobře navržený, tedy zobrazuje jen nezbytné informace, které jsou stručné a přehledné, zvyšuje bezpečnost provozu na silnicích. Pokud ovšem zobrazuje příliš mnoho informací, tak je řidič přehlcnen informacemi a ztrácí oční kontakt s vozovkou a pozornost. Při rychlosti v obci, která je maximálně 50 km/h, ujede vozidlo skoro 14 metrů během jedné vteřiny, což při informačním přetížení může způsobit problémy. HUD dnes může spolupracovat se systémy hlídání okolí vozu, jako je například VW Area view, který ukazuje vzdálenost od vozidla, či nejlepší způsob, jak se vozidlu vyhnout, aby nedošlo k dopravní nehodě (je zobrazen na obrázku č. 3). Můžeme tedy říct, že bezpečnostní funkce HUD je značná, pokud je vhodně a účelně navržen. [2], [5], [6], [43]



Obr. 3 Systém monitorování okolí vozu VW Area view [28]

4.4 Konstrukce HUD

HUD je tvořen displejem umístěným za přístrojovým panelem, který je osvětlován silným zdrojem světla. Obraz displeje se pomocí soustavy zrcadel promítá do zorného pole řidiče. Virtuální obraz může být promítán přímo na čelní sklo, nebo na polykarbonátovou destičku, přičemž obraz se řidiči jeví jako by byl vzdálený asi dva metry v úrovni jeho očí nad okrajem kapoty vozu. Obraz vytváří dojem, jako by byl přímo na vozovce. Příklad konstrukce HUD můžeme vidět na obr. 4. [2], [7]



Obr. 4 Princip zobrazovače virtuálního obrazu head up display [5]

4.4.1 Rozdělení podle druhu použitého displeje

Každá technologie prochází vývojem a zdokonaluje se. Není tomu jinak ani u HUD, který můžeme rozdělit do tří základních generací podle technologie sloužící k zobrazování obrazu.

[3]

1. Katodová trubice
2. LCD display
3. TOLED display

V těchto třech generacích se skrývá použitá technologie, která slouží k zobrazování obrazu. HUD se skládá ze čtyř součástí. Jedná se o zdroj světla, displej, zrcadla a plochou obrazovku. Důvodem vývoje technologie a vzniku nových generací byla omezení v barevné škále displejů s katodovou trubicí, jejich nadměrná spotřeba elektrické energie a také jejich velikost.

4.4.1.1 Katodová trubice CRT

První generace využívala technologii běžně označovanou jako CRT (Cathode Ray Tube), která je známá ze starých televizorů. Je to urychlovač elektronů uzavřený do vakuové baňky s fosforeskujícím stínítkem. [8], [9]

4.4.1.2 LCD displej

Druhá generace HUD využívá k zobrazování obrazu takzvaný LCD display (Liquid Crystal Display), který se stal v současné době nejrozšířenější zobrazovací obrazovkou, a to jak u osobních počítačů, tak u televizorů a dalších monitorů. Samozřejmě, že v určitých oblastech je dávno překonán dalšími generacemi, avšak stále se jedná o nejpočetnější displej. LCD displeje nahradily displeje s katodovou trubicí z důvodu malé spotřeby elektrické energie a kvůli menším rozměrům oproti CRT displejům. Další výhodou těchto displejů je také to, že nepoškozují zrak řidiče či uživatele. [8], [9], [10]

Rozdělení LCD displejů

I samotná technologie LCD displejů procházela vývojem od doby svého vzniku a nahrazení CRT displejů na poli zobrazovací techniky.

LCD displeje rozdělujeme na [13]

- 1. LCD DSTN displeje**
- 2. LCD TFT displeje**

DSTN displej

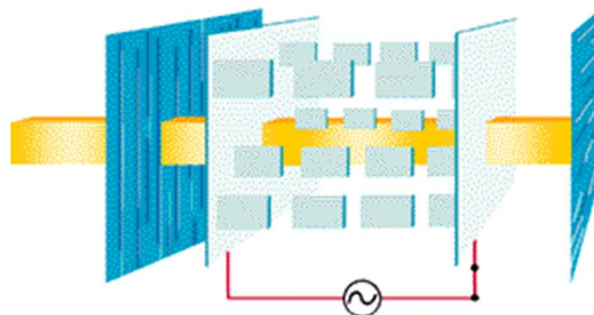
DSTN (Double Super Twisted Nematic) displej, který používá tzv. pasivní zobrazovací matici. V tomto displeji se regulace elektrického pole řešila pomocí tzv. vodivých drah a nastavování tekutých krystalů řídily tranzistory, které byly rozmístěny pouze po okraji displeje. Jeden tranzistor tak řídil řadu a druhý sloupce pixelů. Tyto displeje byly předchůdci moderních TFT displejů a v současné době se již nevyrábí. Jejich hlavní problém byl málo jasný obraz v jednotlivých bodech oproti TFT displeji a použití černobílých polarizačních filtrů. [10], [14]

TFT displej

TFT (Thin Film Transistor) displej, což je druh LCD displeje. Jde o displej s aktivní zobrazovací maticí. Liší se v polarizačních filtrech, které jsou barevné na rozdíl od staršího DSTN displeje, kde je užito pouze černobílých polarizačních filtrů. U každého obrazového bodu je napětí kontrolováno samostatným tranzistorem. Každý obrazový bod (pixel) se skládá ze tří subpixelů, a to ve třech barevných provedeních tzv. RGB (red, green, blue), tedy červená, zelená a modrá. Vlivem působení elektrického pole na krystal dojde ke změně struktury tekutého krystalu a ovlivní natočení jeho částic. Tento stav je možné pozorovat na obr. 5 a 6. Tímto způsobem lze krystal regulovat a docílit desítek až stovek různých stavů, tak vzniká výsledný jas barevných odstínů. [10], [11], [12], [14]



Obr. 5 Základní stav TFT krystalu – bez procházejícího napětí [12]



Obr. 6 Změna struktury TFT krystalu s připojeným napětím [12]

4.4.1.3 TOLED displej-

Poslední a nejnovější generace HUD využívá tzv. TOLED (Transparent Organic Light Emitting Diode) displej, který patří do rodiny tzv. OLED (Organic Light Emitting Diode) displejů. Skupinu OLED displejů bychom mohli rozdělit na: [14]

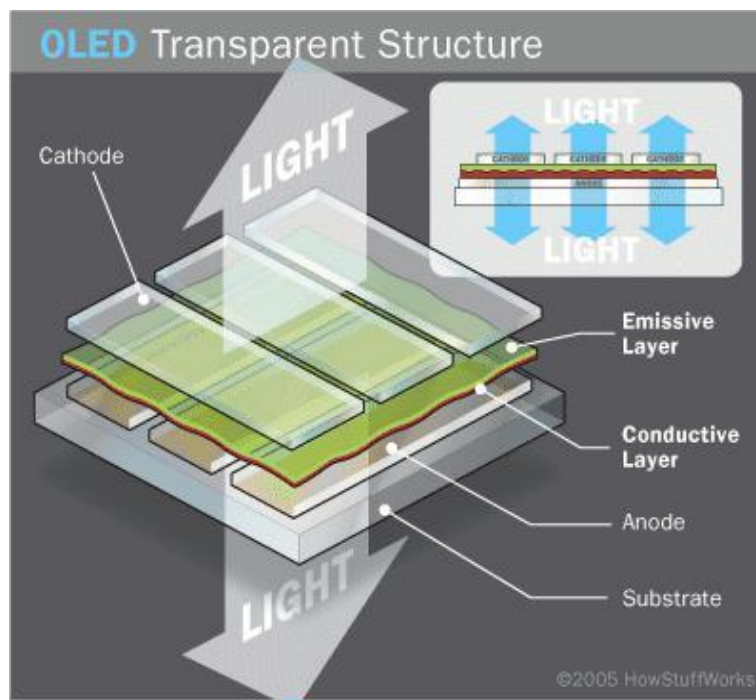
1. **AMOLED** - (Active Matrix Organic Light Emitting Diode). Displeje s aktivní maticí. Aktivace a řízení jasu každého sub-pixelu se uskutečňuje systémem tenkovrstvých tranzistorů TFT (Thin Film Transistor) implementovaných ve struktuře zobrazovače.
2. **PMOLED** (Passive Matrix Organic Light Emitting Diode), tyto displeje s pasivní maticí jsou levnější a používají se pro jednodušší zobrazování – např. textu.
3. **PHOLED (Phosphorescent OLED)** – mají větší světelnou účinnost.
4. **FOLED (Flexible OLED)** – struktura je místo na skle umístěna na pružném materiálu (na plastické ohebné folii).
5. **TOLED (Transparent OLED)** – téměř průhledný displej umožňuje zobrazení na obou stranách.

Technologie OLED včetně technologie TOLED byla vyvinuta vědci ze společnosti Eastman Kodak v roce 1987, avšak jejich vývoj začal již v 50. letech minulého století. Technologie TOLED umožňuje vytvořit displej až s 80 % průchodností světla s možností zobrazování na jedné, nebo obou stranách. Průhlednost displeje je umožněna transparentní katodou, anodou a podložkou, která je vyrobena z plastu nebo ze skla. [14]

Vývoj OLED technologií stále trvá v důsledku postupného zlepšování jejich vlastností, proto se dá tedy říct, že jejich vývoj ještě zdaleka neskončil. Ne nadarmo se o nich mnohdy dočteme jako o technologii budoucnosti, která má nahradit „dosluhující“ LCD displeje a tomuto tvrzení nahrává i skutečnost, že TOLED displej umožňuje zobrazovat informace v zorném poli uživatele (řidiče) na jinak průhledných plochách. [14]

PRINCIP TOLED displeje

Princip zobrazovače TOLED se třemi sub-pixely, který je zobrazen na obr. 7, je založen na skutečnosti, že přechod světla se uskutečňuje ve vrstvě pod katodou, kterou nazýváme EL (Emissive Layer). Tato vrstva se skládá z polymerních materiálů, které jsou organického původu a jsou schopné vyzařovat při vybuzení světlo požadované vlnové délky, tj. i barvy. Po připojení napětí vzniká elektrické pole, které působí mezi anodou a katodou. [15], [16], [17]



Obr. 7 Princip TOLED [17]

Toto elektrické pole přitahuje záporné elektrony z vrstvy, kterou nazýváme ETL (Electron Transport Layer) a díry s kladným nábojem z vrstvy HTL (Hole Transport Layer) do vrstvy EL. V této emisní vrstvě dochází k rekombinaci párů elektron-díra, při níž je vzniklý přebytek energie vyzářen ve formě fotonu – tedy záření, které spadá do oblasti viditelného světla. Protože je důležité mít stejný počet elektronů a děr, používají se speciální deriváty například polyfluoren a mezi emisní vrstvou a elektrodami se vkládají další materiály, které slouží ke zvýšení pohyblivosti děr a snižují pohyb elektronů. [15], [16], [17]

TOLED displej, jakožto průhledný OLED displej, má největší uplatnění právě u HUD díky svým vlastnostem, jako třeba reakční čas, popřípadě absence nutnosti nasvícení pozadí, což umožňuje výrobu velmi tenkých displejů. V budoucnu se plánuje využití TOLED displeje pro tzv. celoformátový HUD, který nabídne zobrazování informací na celé čelní sklo vozidla. Příklad tohoto použití můžeme vidět na obrázku 8. Tato technologie je nicméně stále ve vývoji a její uvedení do použití bude ještě pár let trvat, především kvůli vysoké ceně. [15], [16], [17]



Obr. 8 Celoformátový TOLED HUD [37]

4.4.2 Rozdělení podle použité obrazovky

Stejně jako je možné HUD rozdělit podle použité technologie zobrazování, tak je možné rozdělit je také podle druhu obrazovky, na kterou se bude obraz promítat. V osobních automobilech máme dva druhy obrazovek.

1. Čelní sklo automobilu
2. Polykarbonátová (plexisklová) destička

4.4.3. Zobrazování na čelní sklo automobilu

Pokud promítáme obraz na čelní sklo automobilu, tak musí být sklo doplněno o speciální tenkou fólii, která zaručí nezkrivenost výsledného obrazu. Tato folie je nezbytná, protože v případě její absence by promítaný obraz byl kvůli tvaru čelního skla a jeho fyzikálním vlastnostem zdvojený. Tato speciálně upravená bezpečnostní fólie je vložena mezi vrstvy čelního skla do míst, kde bude obraz promítán, tedy do levé spodní části. Samozřejmě tato technologie HUD s sebou nese patrnou nevýhodu a tou je podstatně dražší čelní sklo a jeho výměna, což může být určitou nevýhodou. [7], [18]

BMW X6 čelní sklo pro HUD	BMW X6 ČELNÍ SKLO bez HUD
12 000,-	6 000, -

Tabulka 1 Ceny čelních skel BMW X6 2019 [18]

Jak je patrné z tabulky 1, tak neoriginální použité čelní sklo pro HUD na BMW X6, které bylo v rámci psaní práce vyzkoušeno, stojí v průměru 12 000 Kč. Originální sklo ještě o pár tisíc výše a obyčejné sklo „pouze“ okolo 6 000 Kč. Cena je více než dvojnásobná.

Ceny se mohou vyšplhat do desítek tisíc korun včetně práce. Avšak v České republice pojišťovny nedělají rozdíl mezi sklem pro HUD a sklem obyčejným, tudíž v případě poškození proplatí pouze nejlevnější cenu skla. Zajímavou alternativou pro řidiče, kteří nechtějí utrácet za drahé originální díly, může být zakoupení speciální fólie. Tato fólie se nalepí na čelní sklo do míst, kde se zobrazuje obraz. Cena této fólie se pohybuje v řádu stokorun. Avšak výrobce při kombinaci obyčejného skla a této folie neručí za správné zobrazování na HUD. [7], [18]

4.4.3.1. Využití u konkrétních automobilek BMW

Společnost BMW, německy Bayerische Motoren Werke je předním německým výrobcem automobilů, motocyklů a motorů pro automobilový průmysl i jiné aplikace. Hlavní sídlo společnosti je v bavorském Mnichově. BMW vlastní společnosti Rolls-Royce a Mini Cooper, které vyrábí stejně pojmenované vozy. [20]

BMW zde uvádím jako prvního výrobce, protože to byl právě on, kdo v roce 2003 první ve svých vozech ve státech Evropské unie začal nabízet HUD ve svém modelu E60 řady 5. Automobilka se zasloužila o největší vývoj technologie pro osobní automobily. HUD pro BMW vyrábí a dodává firma VDO ze skupiny Continental AG. Tento první HUD byl schopen vytvořit čtyři barvy: červenou, oranžovou, žlutou a zelenou a byl postaven na konceptu TFT LCD displeje, nicméně z důvodu velké spotřeby energie poté automobilka přešla na OLED. Zobrazované informace u obou generací byly a jsou zobrazovány přímo na čelní sklo automobilu a dnešní HUD u BMW dokážou samozřejmě zobrazit kompletní barevnou škálu i spoustu jiných informací. U dnešních HUD od BMW se systémem OLED v závislosti na výbavě zobrazuje HUD také ukazatel rychlostních limitů včetně zákazu předjíždění, tipy ECO PRO, zprávy Check control, stejně jako informace a varování od asistenčních systémů řidiče. Promítaná zobrazení se jeví, jako by byla 2-3 metry před vozem. Často používané funkce jako je telefon, či zábavné služby, se zobrazují také. Ikony zobrazované na čelním skle jsou k dispozici ve vysokém rozlišení v celé škále barev a v realisticky řešených symbolech. [18], [21]

Zobrazované informace

První generace HUD u BMW zobrazovala kromě základních informací už i navigaci. Grafické provedení bylo sice tehdy jednoduché, ale svůj účel informovat řidiče splnilo. Druhá a třetí generace, která je zobrazena na obr. 9 nabízí tyto informace: [18], [21]

- **Navigační systém**
- **Speed Limit info:** ukazatel aktuální povolené rychlosti
- **Lane Change Warning:** systém monitorující slepé úhly
- **Driving Asistent:** systém upozorňující na nežádoucí opuštění jízdního pruhu
- **Parking Asistent:** zobrazuje ideální dráhu a pomáhá s parkováním



Obr. 9 Zobrazení HUD u BMW [18]

Dostupnost u BMW

Jak je vidět z tabulky 2, tak u BMW je HUD k dostání u řady modelů, kromě řady 1, řady 2, řady 8 a modelu BMW Z4. U mnoha modelů je HUD obsažen pouze v příplatkové výbavě. V základní výbavě je obsažen vyjma modelů X1 a X2 pouze u nejluxusnějších modelů, tedy řady 7, X7 a u modelů vybavených M-Paketem, což znamená sportovní úprava celého vozu včetně motoru. [18]

Model	HUD v základní výbavě	HUD v příplatkové výbavě	Cena (Kč)
BMW řady 1	ne	ne	-
BMW řady 2	ne	ne	-
BMW řady 3	ne	ano	26 546
BMW řady 4	ne	ano	26 546
BMW řady 5	ne	ano	32 240
BMW řady 6	ne	ano	32 240
BMW řady 7	ano	ne	0
BMW řady 8	ne	ne	-
BMW řady X1	ano	ne	0
BMW řady X2	ano	ne	0
BMW řady X3	ne	ano	26 546
BMW řady X4	ne	ano	26 546
BMW řady X5	ne	ano	37 674
BMW řady X6	ne	ano	37 674
BMW řady X7	ano	ne	0
BMW Z4	ne	ne	-
Modely M-Line	ano	ne	0

Tabulka 2 Dostupnost HUD u BMW 2019 [18]

AUDI

Německá automobilka, která sídlí v bavorském Ingolstadtu, patří do skupiny Volkswagen Group a k nejstarším výrobcům automobilů v Německu. Patří stejně jako BMW a Mercedes-Benz mezi výrobce luxusních automobilů a takzvanou německou „Velkou trojku“. Audi, stejně jako jeho konkurenti, využívá systém zobrazování na čelní sklo automobilu. Prvním vozem automobilky, ve kterém se HUD objevil, byl model A7 Sportback až v roce 2010, tedy až 6 let poté co začal HUD nabízet její přímý konkurent BMW. O Audi však můžeme říct, že je po BMW druhá automobilka, která se zasloužila o rozvoj HUD. Pokud připočteme závodní speciály RS a modely g-tron, který používá kombinaci paliva benzín a stlačený zemní plyn a e-tron, který je první plně elektrické Audi na světě, tak Audi vyrábí 17 modelů. U mnoha modelů jako například A4 a A6 dělají více provedení jako například Avant, což znamená kombi, sportovní úpravy „S-line“, což je sportovní úprava podvozku a motoru. [22], [23]

Zobrazované informace

HUD u Audi, který můžeme vidět na obr. 10, zobrazuje základní informace nezbytné pro jízdu vozu, jako je rychlost, otáčky motoru, výstražné kontrolky (směrovky, hladina oleje, atd.). Zkrátka všechny informace, které se nám zobrazují na palubním počítači se nám zobrazí i na HUD. Další zobrazované informace na HUD se odvíjejí od námi zvolené výbavy vozu a asistenčních systémů, které ve vozidle máme. Asistenční systémy nabízí Audi například tyto: [23]

- **Navigační systém**
- **Audi Parking system:** Pomáhá řidiči s parkováním prostřednictvím kamerového systému.
- **Systém nočního vidění:** Zvýrazňuje chodce a automobily před řidičem za snížené viditelnosti.
- **Audi active lane assist:** Pomáhá udržovat vozidlo v daném jízdním pruhu.

Samozřejmě Audi, tak jako jiní výrobci, nabízí desítky asistenčních systémů. Zde jsem vyjmenoval pouze pár příkladů asistenčních systémů, které by se mohly zobrazovat na HUD. Zajímavostí u Audi je možnost výběru takzvaného balíčku, neboli paketu, kde je zahrnuto několik asistenčních systémů. Pro svou práci jsem si zvolil například „Asistenční paket Tour“, který obsahuje: [23]

- **adaptivní tempomat**
- **Audi pre sense front**
- **Audi active lane assist**
- **asistent odbočování**
- **asistent vyhýbání**
- **asistent pro jízdu v dopravní zácpě**
- **rozpoznávání dopravních značek**
- **v kombinaci s HUD také prediktivní asistent efektivit**



Obr. 10 Zobrazení HUD u AUDI A6 [23]

Dostupnost u AUDI

U Audi si HUD, jak je patrné z tabulky 3, můžeme na přání objednat skoro u všech modelů. Pouze u čtyř modelů Audi, a to u modelu A1, A3, Q3 a TT není možné HUD objednat ani v příplatkové výbavě. Dokonce ani u modelu Audi A8, která je vlajkovou lodí, není HUD obsažen v základní výbavě, ale pouze v příplatkové. [23]

Model	HUD v základní výbavě	HUD v příplatkové výbavě	Cena (Kč)
A1	ne	ne	-
A3	ne	ne	-
A4	ne	ano	28100
A5	ne	ano	28 100
A6	ne	ano	40 100
A7	ne	ano	40 100
A8	ne	ano	40 300
Q2	ne	ano	17000
Q3	ne	ne	-
Q5	ne	ano	28 000
Q7	ne	ano	40 400
Q8	ne	ano	40 400
TT	ne	ne	-
R8	ne	ano	0
RS-line	ne	ano	0
e-tron	ne	ano	0
g-tron	ne	ano	0

Tab. 2 Dostupnost HUD u modelů Audi [23]

MERCEDES-BENZ

Známá německá automobilka vznikla v roce 1926 a sídlí v německém Stuttgartu. Firma vznikla spojením firem Daimler Motoren Gesellschaft a Benz & Cie, jejichž zakladateli byli Gottlieb Daimler a Karl Benz. Původní Benzova firma Benz & Cie. Rheinische Gasmotoren-Fabrik je nejstarší světový výrobce automobilů. Symbol značky je velmi známý. Od roku 1926 je to trojčipá hvězda představující „zemi, vodu a vzduch“, jejímž autorem je Gottlieb Daimler. Název Mercedes vznikl podle jména dcery prodejce vozů Emila Jellínka, která se jmenovala Mercedes. Společnost Mercedes-Benz se v dnešní době zabývá výrobou osobních, nákladních a užitkových vozů a autobusů. [24]

Mercedes-Benz vyrábí v dnešní době v kategorii do 3,5 tuny, tedy osobních a lehkých dodávek, sériově 16 modelů a v 7 modelech nabízí HUD. Nicméně Mercedes značně obohatil nabídku modelů, u kterých nabízí HUD až v roce 2015, zvláště u modelu „S“, který je vlajkovou lodí značky, je to přinejmenším zvláštní. Mercedes také používá zobrazování HUD na čelní sklo. [25]

Zobrazované informace

Stejně jako většina ostatních výrobců, tak i Mercedes-Benz používá ve svých vozech HUD, který můžeme vidět na obr. 11, promítání informací na čelní sklo vozidla. Zobrazují se informace základní, jako rychlost vozidla, výstražné symboly (směrovky, vysoká teplota), nebo například i maximální povolená rychlost. Standardem je samozřejmě i zobrazování navigace. Další informace, které je možné zobrazovat, záleží opět na námi zvolených asistenčních systémech. Mercedes nabízí například tyto asistenční systémy, které se mohou zobrazovat na HUD: [25]

1. **Navigační systém** pohybující se osoby za snížené viditelnosti promítáním siluety na HUD a určení vzdálenosti pomocí infračervené kamery.
2. **Parkovací asistent Parktronic.** Umožňuje bezpečné parkování a sledování zadní části vozidla na HUD.
3. **Aktivní asistent jízdy v pruzích.** V případě nechtěného vybočení z jízdního pruhu je řidič informován varovným signálem.



Obr. 11 Zobrazení HUD u Mercedesu [25]

Dostupnost u Mercedesu

Jak vyplývá z tabulky č. 4, tak u Mercedesu je možné HUD za příplatek objednat u celkem 7 modelů a u modelu, který je vybaven paketem AMG, který v sobě zahrnuje sportovní úpravy interiéru, exteriéru, podvozku a motoru, je HUD nabízen zdarma. Vlajková loď Mercedesu třída S byla HUD vybavena až v roce 2015, což je 11 let po prvním HUD od BMW a 5 let po Audi. Mercedes vývoj v této oblasti hrubě podcenil, avšak naštěstí pro něj a jeho zákazníky se konkurenci snaží dohnat. [25]

Model	HUD v základní výbavě	HUD v příplatkové výbavě	Cena (Kč)
A	ne	ne	-
B	ne	ne	-
C	ne	ano	31 505
CLA	ne	ne	-
CLS	ne	ne	-
E	ne	ano	31 505
G	ne	ne	-
GLA	ne	ne	-
GLC	ne	ano	31 505
GLE	ne	ano	20 685
GLS	ne	ano	20 685
S	ne	ano	37 233
SL	ne	ne	-
SLC	ne	ne	-
X	ne	ne	-
AMG	ne	ano	0
Maybach	ne	ano	32 141

Tab. 4 Dostupnost HUD u modelů Mercedes-Benz [25]

Volkswagen

Německá automobilka a koncern, který sídlí v dolnosaském Wolfsburgu, je největší výrobce aut na světě. Do skupiny Volkswagen patří například i česká Škoda Auto, Seat, či výrobce luxusních vozů Porsche, Bentley nebo Audi. Založena byla roku 1937, kdy nacistický vůdce Adolf Hitler propagoval levný vůz do každé německé rodiny. Proto vznikl název Volks-wagen neboli „Lidový vůz“. Konstrukce tohoto vozu se na Hitlerovo požádání ujal známý vřatislavický rodák Ferdinand Porsche. Automobilka se během druhé světové války musela stejně jako ostatní německé podniky zapojit do zbrojní výroby a vyráběla například letadla Junkers Ju 88. Společnost byla několikrát vybombardována a po druhé světové válce znovu postavena, až se roku 2017 stala největší automobilkou světa. [26]

Zobrazované informace

Volkswagen používá stejně jako většina ostatních výrobců HUD s promítáním na čelní sklo. Jeho HUD je znázorněn na obr. 12. Nepoužívá polykarbonátovou destičku a zobrazované informace závisí na zvolených asistenčních systémech, kterých VW nabízí nespočet. Základní údaje jsou rychlost, různá upozornění, údaje z navigace atd. I přesto, že VW vstoupil na toto pole později než ostatní výrobci, byl jsem mile překvapen kvalitou HUD v mnou vyzkoušeném VW Touareg, který si s ničím nezadal s HUD v sesterské Audi. [27], [28]



Obr. 12 Zobrazení HUD u VW [27]

Dostupnost u VW

Ačkoliv je automobilka VW největší na světě, tak zrovna mnoho vozů její produkce tento systém nenabízí a Volkswagen se oproti svým soupeřům na domácí scéně i ve světě ztrácí. Tento systém se nabízí pouze za příplatek u modelů Tiguan, Arteon, Passat, Passat CC a mnou vyzkoušeným Touareg. HUD v Touaregu má šířku 218 mm a výšku 88 mm, díky čemuž je aktuálně největším HUD nabízeným ve vozech Volkswagen. [27], [28]

NISSAN

Nissan je japonská automobilka, která vyrábí automobily od roku 1914. Firma byla založena v roce 1911 v Tokiu pod názvem "Kaishinsha Motocar Works". V roce 1918 se přejmenovala na DAT a později na Nissan. [31]

Automobilka Nissan patří k prvním automobilkám, které nabídly ve svých vozech HUD. Jednalo se o model Nissan 240SX, který se vyráběl v letech 1989 až 1994. Tento HUD byl jednobarevný a zobrazoval pouze rychlost, což je v kontextu dnešní doby již směšné. Po ukončení výroby tohoto modelu Nissan upustil od dodávání HUD do svých automobilů a až v roce 2013 se k použití HUD do svých vozů vrátil. [3], [34]

Dostupnost u Nissanu

Nissan nabízí vozy s technologií HUD pouze pro dva modely automobilů, které se nevyrábí pro evropský trh. Těmito modely jsou: [32], [33]

- Nissan Altima
- Nissan Maxima

Zobrazované informace

Nissan ve svých vozech s technologií HUD zobrazuje základní informace jako je navigace, rychlost, spotřeba paliva či výstražné kontrolky. Zajímavostí je, že Nissan na svém HUD zobrazuje například název naladěné rádiové stanice či jméno volajícího. [33]

LEXUS

Automobilka Lexus je výrobce luxusních aut, patřící do koncernu Toyota. Automobilka byla založena v roce 1989. Lexus je společně s Toyotou průkopníkem v oblasti hybridních technologií a je známa díky své šetrnosti vůči životnímu prostředí. Lexus se prodává na mnoha trzích po celém světě a v USA je nejprodávanější značkou luxusních vozů. [34]

Dostupnost u LEXUSU

Lexus dodává HUD do dvou modelů pro evropský trh, kterými jsou LS a RX. Ani u jednoho z uvedených modelů se ve dvou nižších výbavách nedá HUD objednat jako příplatková výbava. HUD je pouze pro nejvyšší stupeň výbavy. HUD Lexusu můžeme vidět na obr. 13. [35]



Obr. 13 Zobrazení HUD u Lexusu [38]

4.4.4. Zobrazení na polykarbonátovou destičku

Druhá metoda zobrazení obrazu před řidičem je takzvané zobrazování na polykarbonát, zpravidla na destičku, která je vyrobena z tohoto materiálu. Při tomto řešení není potřeba speciální folie ve skle, takže odpadají problémy s drahými díly, ovšem toto řešení může působit méně elegantně a ne každému řidiči se zamlouvá, proto se používá pouze u aut nižší kategorie. Tato destička je buď vyklápěcí, nebo vyjíždí z palubové desky a je výškově nastavitelná z důvodu různé výšky řidičů. Příklad takového zobrazení je zobrazen na obr. 14.



Obr. 14 Zobrazení na polykarbonátovou destičku [5]

4.4.4.1. Využití u konkrétních automobilek

FORD

Společnost Ford Motor Company byla založena Henrym Fordem v Dearbornu, který je předměstím Detroitu 16. června 1903. Tato automobilka je jednoznačně americkou automobilkou, která se v Evropě dokázala nejvíce prosadit. [29]

Automobilka Ford vyrábí pro Evropu jiná auta než pro zámořský trh. Jediným Fordem, který je určen pro evropský trh a je vybaven HUD je Ford Focus. Vlajková loď pro evropský trh Ford Mondeo tímto systémem nedisponuje, což je poněkud zvláštní. Nutno podotknout, že Ford na rozdíl od konkurence používá stále polykarbonátovou destičku, což nepůsobí moc luxusním dojmem. HUD Fordu Focus můžeme vidět na obr. 15. [29], [30]



Obr. 15 Zobrazení HUD u Fordu Focus [30]

MAZDA

Mazda je japonská automobilka se sídlem ve městě Hirošima, byla založena v roce 1920 a v současné době patří mezi přední japonské automobilky.

Mazda využívá stejně jako například výše zmíněný Ford HUD zobrazování na polykarbonátovou destičku u modelu Mazda 3, jak můžeme vidět na obrázku 16, ale například u vozu Mazda 6 je již použito zobrazování na čelní sklo automobilu. [36]



Obr 16. Zobrazení na polykarbonátovou destičku u vozu Mazda 3 [19]

4.4.5. Další automobilky nabízející HUD

V předchozích kapitolách byly uvedeny příklady automobilek, které používají zobrazování na čelní sklo či polykarbonátovou destičku, ovšem výrobců, kteří tuto technologii nabízejí je mnohem více. Mezi další automobilky, které HUD nabízejí například patří:

- Peugeot
- Volvo
- KIA
- Toyota
- Opel
- Land Rover a Jaguar

4.4.6. Automobilky nenabízející HUD

Někteří výrobci systém HUD ve svých vozidlech nenabízejí. Patří mezi ně například tyto automobilky:

- Seat
- Škoda
- Mitsubishi
- Renault
- Fiat

5. PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE

V této části jsou nejprve porovnány alternativní a tovární HUD, následně zde provádím výzkum vhodnosti, kteří zákazníci by volili určitý typ HUD na základě zvolených parametrů a jestli existuje nějaká závislost mezi výběrem HUD a zvolenými parametry respondentů. Zároveň zde provádím výzkum toho, které informace by respondenti více preferovali a jestli existuje nějaká závislost mezi preferovanými informacemi a zvolenými parametry respondentů.

5.1 Porovnání alternativních a továrních HUD

V dnešní době, kdy jsme zaplaveni výrobky z celého světa, hlavně z Číny, ale i z jiných zemí, lze také technologii HUD tovární konstrukce snadno nahradit o poznání levnějšími netovárními HUD. [40]

V zásadě jsou k dostání 2 druhy těchto displejů:

1. HUD na principu GPS
2. HUD s výstupem OBD

První druh obsahuje GPS čip, ten přijímá signál a zpracovává ho. Zobrazuje aktuální rychlost. Tento HUD patří mezi typ, který nesdílí informace s vozidlem, protože jediná zobrazovaná informace je aktuální rychlost. [40]

Druhý druh obsahuje OBD konektor, sloužící pro připojení HUD k vozidlu. OBD je speciální konektor, který slouží k diagnostice vozidel, která mají řídicí jednotku. HUD je spojen s vozidlem přes OBD konektor, díky němuž má přístup k informacím o vozidle jako například rychlost, teplota, otáčky, atd. [40]

Tyto alternativy jsou mnohem levnější než tovární výrobky renomovaných výrobců luxusních automobilů, kde se ceny pohybují v desítkách tisíc korun. I v levnějších vozech nižší a střední třídy ceny HUD továrních výrobců začínají na částce cca 10 – 11 tis. Kč.

Pro naše srovnání jsem vybral 5,5“ OBD HUD s obchodním označením A8, který dováží a prodává společnost Kanaco s.r.o. Cena tohoto modelu je 1 921 Kč, tedy zlomek ceny továrního modelu. Tento HUD je zobrazen na obrázku 17. [41]



Obr. 17 HUD A8 s OBD připojením [41]

Tovární model

Výhody:

- Pocit luxusu a estetika.
- Systém funguje a nepotřebuje zapojení.
- Zobrazuje všechny informace včetně hovorů a navigace.

Nevýhody:

- Cenově dražší.
- Nutnost mít speciální fólii ve skle a tím pádem dražší čelní sklo.
- Je nabízen většinou automobilek jen v příplatkové výbavě.
- V případě poruchy nutnost servisu.

Alternativní model

Výhody:

- O dost levnější.
- Zobrazuje pouze „nezbytné informace“ a nezahlučuje řidiče.
- Snadné ovládání.
- Snadná oprava či výměna za jiný.

Nevýhody:

- Lacinější vzhled.
- Nutnost mít zapojený kabel do OBD koncovky, který může vadit.
- HUD musíme zapojit a nastavit.
- Nemožnost propojit s asistenčními systémy.

5.2 Výzkum vhodnosti daných druhů HUD pro zákazníky

Stanovení plánu

Při vytváření výzkumného plánu je nutné přesně formulovat problém, protože jenom tak si můžeme stanovit, jaké informace mají být zjištěny. V této části práce bude sestaven výzkumný plán, shromážděny informace, které budou zpracovány pomocí statistických metod a posledním krokem bude prezentace výsledků. Zjištěné informace budou pro lepší přehlednost znázorněny graficky. Takto zvolená prezentace zjištěných výsledků nám umožní rychlý a snadný přehled toho, co jsme zjistili.

Sestavení výzkumných metod

Pro výzkum bude vybrána vhodná metoda a podle ní výzkum proveden. Rozhodl jsem se použít výzkumnou metodu dotazování. O této metodě si více napíšeme níže.

Dotazování

Dotazování je jedna z kvantitativních metod výzkumu využívaná zejména ve společenských vědách. Dotazování se uskutečňuje pomocí dotazovacích nástrojů tzv. dotazníků, záznamových archů, nebo pomocí kontaktu s nositelem informací – tj. respondentem. U dotazování se můžeme rozhodnout, jaký typ dotazníku zvolím. Dotazník může být telefonický, elektronický, osobní nebo písemný. Při sestavování dotazníku musíme dbát na typologii otázek, aby nám respondent odpovídal na věc, která nás zajímá a neodbíhal k jiným tématům. Dále musíme vzít v úvahu i typ respondentů, jejich věk, pohlaví, vzdělání a jiné. [42]

Metody dotazování byly zvoleny dvě. První metoda byl písemný dotazník o 10 otázkách. Tato metoda byla použita na 30 respondentech. Druhou metodou bylo osobní ústní dotazování na ulici, kterou podstoupilo celkem 30 dalších respondentů. Respondenti odpovídali v obou případech na stejné otázky a obsah dotazníku je přiložen v příloze.

Prvním krokem tedy bylo sestavení dobrého dotazníku. Dalším úkolem bylo sehnat dostatečný počet respondentů, aby výzkum byl úspěšný a dostatečně objektivní

Při tvorbě dotazníku byly použity uzavřené otázky, kde byla možnost volby ANO nebo NE. Zbytek otázek byl s možností výběru, kde respondenti vybrali odpověď, která jim přišla nejvíce vhodná.

Otázky byly sestaveny pro tyto respondenty:

- Muže i ženy
- Věk 18 - 75 let
- Řidiče osobního vozidla

Dotazník byl uskutečňován na náhodně zvolených respondentech, aby nedošlo k případným chybám, které by se mohly objevit v průběhu dotazování. Na dotazník odpovídali lidé všech věkových skupin, muži i ženy, aktivní řidiči z různých sociálních skupin. Dotazovaní respondenti nejevili žádné vážné zdravotní vady, které by jim bránily účastnit se výzkumu, jako například slepota. [42]

Shromáždění informací

Shromáždění potřebných informací je třetím stupněm výzkumu. Tato fáze výzkumu je nejvíce náchylná k chybám a současně je nejnákladnější a nejvíce časově náročná. Respondenti, kteří odpovídali na písemné otázky si počínali celkem dobře, ale respondenti, kteří byli osloveni na ulici neodpovídali vždy dobře a často podávali zkreslující informace. Proto jsem oslovil více lidí a musel se složitě probírat zdroji, abych získal vhodná data. [42]

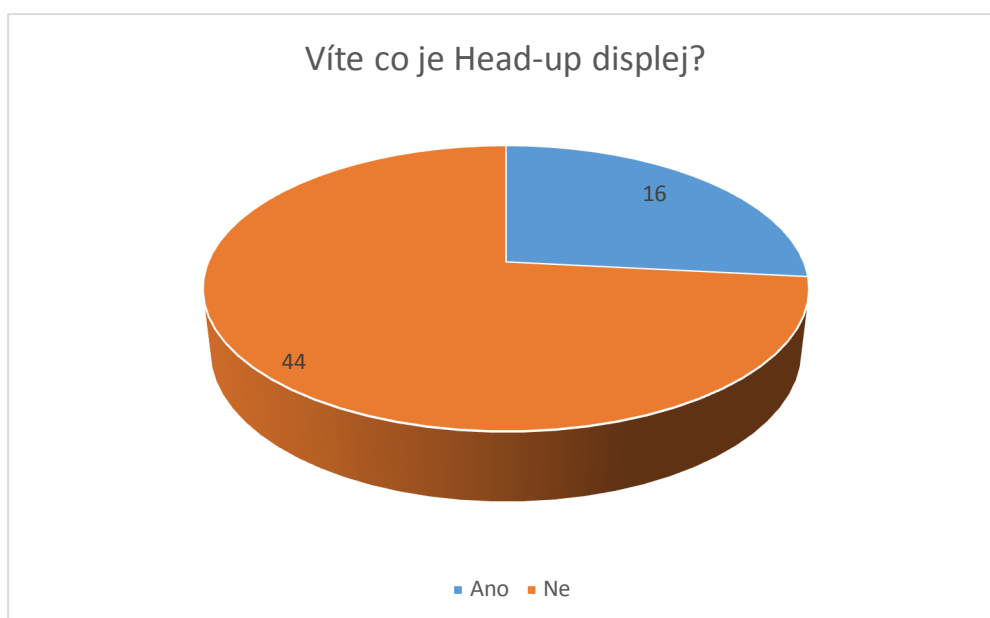
Zpracování informací a prezentace výsledků

Informace, které byly shromážděny, můžeme vyhodnotit různými statistickými či sociologickými metodami. Získané informace budou vyhodnoceny, výsledky jsem se rozhodl shrnout pro lepší představu v tabulkách a výsečových grafech.

6. VÝSLEDKY A DISKUZE

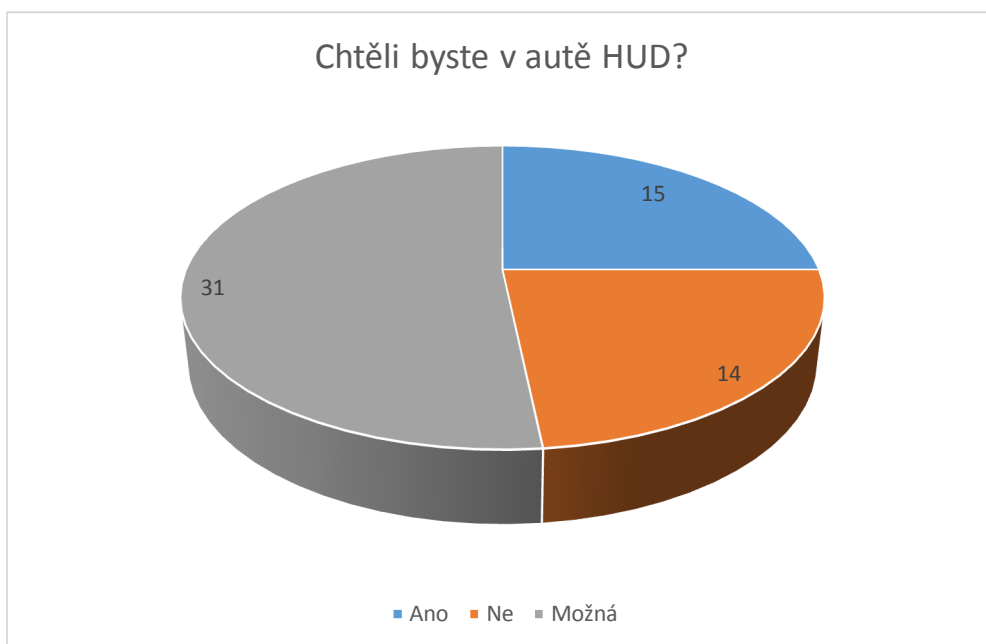
Výzkumu se zúčastnilo celkem 60 respondentů. Z toho 30 bylo vytipováno a osloveno na ulici a dalších 30 bylo osloveno tzv. písemným dotazníkem. Respondentům byly pokládány otázky z dotazníku, který je uveden v příloze. V dotazníku byly použity otázky, které měli definovat daného řidiče, například věk či pohlaví. Dále byly pokládány otázky, které souvisí s HUD a mají nám pomoci určit závislosti preferovaného HUD a zobrazovaných informací na uvedených parametrech řidiče. Většina základních informací je shrnuta v tabulkách 4 a 5. Zbývající informace jsou zobrazeny ve výšečových grafech pro přehlednost.

Výsledky výzkumu



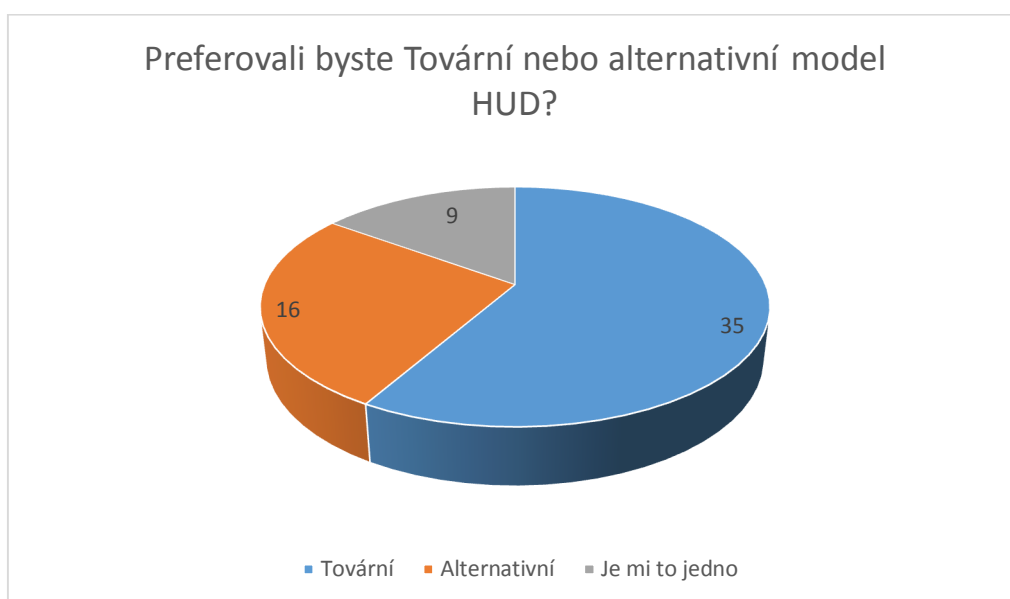
Graf 1

Respondentům byla položena otázka, zda vůbec vědí, co je to HUD a jakou má funkci. Výsledek mě překvapil, protože přes 70 % řidičů vůbec nevědělo, co je tato technologie a jaké má uplatnění. Pouze 16 řidičů vědělo, co je HUD a k čemu slouží. Výsledky jsou zobrazeny v grafu 1.



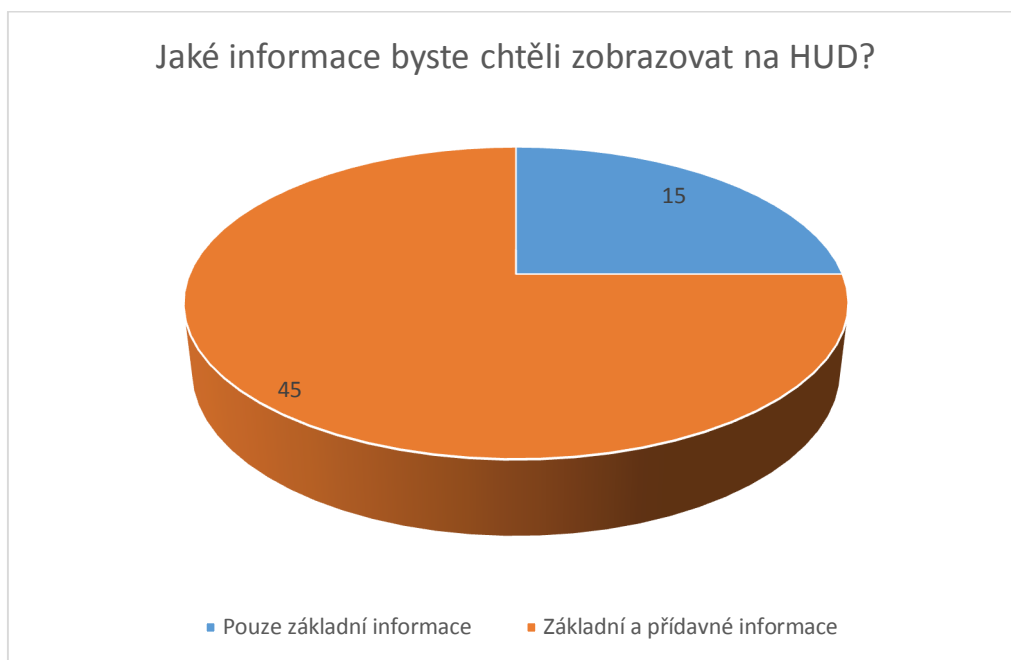
Graf 2

V další otázce jsme zjišťovali preference respondentů, zda by chtěli ve svém voze HUD. 15 z nich odpovědělo, že ano. 14 respondentů odpovědělo, že by nechtělo systém HUD a 29 řidičů odpovědělo, že možná by HUD v autě chtěli a využili. Z grafu 2 je tedy vidět, že je zde velké procento nerozhodnutých řidičů, kteří by systém uvítali, kdyby o něm měli více informací.



Graf 3

V předposlední otázce jsme zjišťovali, kteří respondenti by preferovali tovární a kteří alternativní model HUD. 16 z nich uvedlo, že by preferovali alternativní HUD s OBD konektorem, 35 respondentů odpovědělo, že by zvolilo propracovanější tovární model některého z výrobců, samozřejmě pokud by na něj měli dostatečné finanční prostředky. Pouze 9 respondentů odpovědělo stylem, že je jim to jedno. Výsledky jsou zobrazeny v grafu 3.



Graf 4

Poslední otázka měla za úkol zjistit, kolik respondentů by preferovalo zobrazení pouze základních informací jako rychlost, výstražné kontrolky, navigaci atd. a kteří by využili další přídavné informace jako například informace asistenčních systémů, videohovory atd. Pouze 15 z nich odpovědělo, že by chtěli pouze základní informace a 45 odpovědělo, že by chtěli více informací a užitku z toho plynoucího. Výsledky jsou shrnuty v grafu 4.

Vybrané informace získané během měření byly kromě grafického zobrazení také statisticky zpracovány a vyhodnoceny za použití kontingenčních tabulek a Pearsonova chi-kvadrát testu na hladině významnosti 0,05.

Tento test slouží ke zjištění závislosti mezi různými rozděleními do kategorií. Test měří normovanou diferencí mezi skutečnými počty objektů, které spadají do zvolené kombinace kategorií a počty osob, které by do těchto kombinací náležely za předpokladu nezávislosti. Součet normovaných diferencí je pak porovnán s kritickou hodnotou rozdělení na zvolené hladině významnosti (standardně 95%). Počet stupňů volnosti rozdělení je dán součinem o jedničku zmenšeného počtu kategorií obou zvolených rozdělení na kategorie.

Pro každou z tabulek je uvedena naměřená hodnota a porovnána s kritickou hodnotou rozdělení o dvou stupních volnosti na hladině významnosti 0,95. Míra závislosti byla dále měřena Cramerovým pravidlem.

		18 - 30 let	31 - 50 let	51 - 70 let	70 - 75 let
Muži	42	15	15	9	3
Ženy	18	7	8	2	1
celkem	60	22	23	11	4

Tab. 5 Počty testovaných osob a jejich primární parametry ve vztahu k měření

Jak je vidět z tabulky 4, tak model tvořilo 70 % mužů a 30 % žen. Tedy 42 mužů a 18 žen.

Rozsah věkového rozpětí byl 18 – 75 let. Dotazník byl určen pro řidiče osobních automobilů různých typů značek. Právě 75 let bylo nejstaršímu respondentovi. Věk zde byl rozdělen do 4 věkových skupin.

	Průměrný počet najetých km za měsíc			Kategorie vozidla				
	méně než 300	301 - 1000	1001 a více	malé	nižší střední	střední	vyšší střední	luxusní
Muži	5	27	8	10	4	13	8	5
Ženy	5	11	1	2	5	8	2	1
Celkem	10	38	9	12	9	21	10	6

Tab. 6 Počty testovaných osob a jejich sekundární parametry ve vztahu k měření

Údaje v tabulkách 5 a 6 byly následně použity pro vyhodnocení pomocí tzv. Pearson chi kvadrát testu, jehož výsledky můžeme vidět v tabulkách 7 a 8.

Parametr řidiče	χ^2	Kritická hodnota	Cramer V	Závislost
Pohlaví	10,11	3,8	0,3	Silná závislost
Věk řidiče	12,49	3,8	0,24	Silná závislost
Řízené vozidlo	9,65	4,99	0,19	Střední závislost
Průměrný počet km za měsíc	0,66	3,35	0,23	žádná

Tab. 7 Závislosti preferovaného modelu HUD na parametrech řidiče

Parametr řidiče	χ^2	Kritická hodnota	Cramer V	Závislost
Pohlaví	10,11	3,74	0,32	Silná závislost
Věk řidiče	11,77	3,74	0,2	Silná závislost
Řízené vozidlo	8,65	4,56	0,19	Střední závislost
Průměrný počet km za měsíc	9,76	3,23	0,28	Střední závislost

Tab. 8 Závislosti preferovaných informací na HUD na parametrech řidiče

Z tabulek 7 a 8 vyplývá, že existuje silná závislost mezi preferovaným HUD a věkem a pohlavím řidiče. V zásadě vyšlo najevo, že mladší řidiči by klidně volili alternativní model HUD s OBD konektorem, zatímco řidiči středního věku a starší, pokud by si mohli vybrat, tak spíše tovární model. Ovšem samozřejmě se najdou výjimky, co se týká preferencí, tak dle dotazníku, jak je znázorněno v grafu 3, by většina dotazovaných volila tovární výrobek.

Z výsledků testu nezávislosti, které jsou uvedeny v tabulce 7 dále vyplývá, že mezi druhem řízeného vozidla podle kategorií a preferovaným HUD je střední závislost, tedy že převážně řidiči lepších vozidel by preferovali tovární model a řidiči méně vybavených vozidel zpravidla buď žádný HUD, nebo alternativní. Ovšem tady nebyly výsledky tak jednoznačné jako u pohlaví a věku. Mezi průměrným počtem najetých km a preferovaným HUD není žádná závislost. U zobrazovaných informací je situace u závislostí trochu jiná. Zhruba 75 % dotazovaných respondentů uvedlo, že by preferovalo zobrazovat více informací, než jen základní, jak je uvedeno v grafu 4. Ovšem dle tabulky 7 existuje opět silná závislost mezi věkem a pohlavím a mezi zobrazovanými informacemi a střední závislost je mezi počtem najetých km, popřípadě druhem vozidla a preferovanými informacemi k zobrazení na HUD. Můžeme tedy pozorovat, že všechny vybrané parametry přímo ovlivní volbu preferovaných informací, které uživatel chce zobrazit.

7. ZÁVĚR

V úvodu bakalářské práce je popsáno zařazením HUD, jeho historie, poté jsou rozebrány jeho vývojové generace podle druhu použité technologie a jejich funkce. Další část se věnuje využitím u jednotlivých automobilek dle použité technologie zobrazování. Jsou zde zmíněné přední automobilky nabízející HUD, zbývající automobilky jsou zmíněny pouze okrajově. V této kapitole jsou rovněž uvedeny automobilky, které nenabízejí systém HUD. Poslední část je věnována výzkumu, kde dotazovaní respondenti odpovídají na otázky, které nám mají pomoci zjistit, jaký typ HUD by zvolili a které informace by chtěli zobrazovat.

Z dotazníku vyplývá, že více než 58 % respondentů by si vybralo kvalitnější tovární model HUD, i když je dražší. Jejich argumentem byla rozhodně jednoduchost, funkčnost a kvalita zobrazování a tvrzení, že pokud by si už takovou technologii dali do svého vozidla, tak by chtěli, aby byl kvalitní. Model s OBD konektorem by si vybralo pouze 26 % dotazovaných, což není špatný výsledek a určitě si na trhu své příznivce díky nízké ceně a funkčnosti najde. Zbývající respondenti uvedli, že je jim to jedno. Z Pearsonova chi kvadrát testu jsme zjistili silnou závislost mezi věkem a pohlavím a druhem HUD a střední závislost mezi druhem vozidla a druhem HUD.

Ve vztahu počet najetých km a druh HUD nebyla nalezena žádná závislost. Z ekonomického hlediska se může zdát tovární HUD znatelně náročnější, avšak i přes tento nedostatek by si ho vybrala více než polovina respondentů, takže se tato jeho zjevná nevýhoda zdá méně důležitá. Druhá zjišťovaná skutečnost byla, jaké informace by řidiči na HUD chtěli zobrazovat. Tento výsledek jednoznačně hovoří pro tovární model HUD, kdy 75 % respondentů uvedlo, že by chtělo kromě základních informací, které umí zobrazit oba modely, zobrazovat ještě další informace, které umí zobrazit pouze tovární modely HUD, jsou propojeny s asistenčními systémy vozidla. Zobrazování základních informací jako je rychlost či teplota motoru, by stačilo pouze 25 % respondentům. Můžeme tedy říct, že z tohoto srovnání vychází lépe tovární model HUD oproti alternativnímu s OBD konektorem. Z Pearsonova chi kvadrát testu jsme zjistili opět silnou závislost mezi věkem a pohlavím a druhem informací zobrazených na HUD a střední závislosti mezi druhem vozidla a počtem najetých km a druhem zobrazovaných informací na HUD.

HUD býval dříve symbolem velmi luxusních vozů, ale dnes ho mnohdy vidíme už i ve vozech střední třídy. Stále více automobilů tuto technologii používá z důvodu zvyšujícího se provozu na komunikacích, jelikož řidič automobilu nesmí kvůli hustému provozu ztratit oční kontakt s okolním prostředím. S rostoucím množstvím elektronických systémů ve vozech roste i množství zobrazovaných informací na displeji.

I přesto, že roste množství zobrazovaných informací a mohlo by se zdát, že mohou řidiče spíše rozptylovat, tak drtivou většinou respondenti odpověděli, že jim zobrazování více informací vyhovuje, a kdyby HUD ve svém vozidle měli, tak právě proto, aby mohli tyto informace využívat.

Zajímavá je také skutečnost, že do budoucna se počítá s rozšířením tzv. celoformátového HUD s funkcí tzv. rozšířené reality, který řidiči nabídne zobrazení ukazatelů jako by byli přímo na silnici a víc řidiče vtáhne do prostoru. Laicky bychom to mohli přirovnat ke sledování 3D filmu. Uvidíme, co nám výrobci automobilů a vývojáři v oblasti zobrazování pomocí HUD a nejen v této oblasti, do budoucna připraví.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Head up history, *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. 16. 2. 2019 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-up_display
- [2] VLK, František. *Automobilová elektronika 1: asistenční a informační systémy*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2006, 269 s. ISBN 80-239-6462-3.
- [3] Head-up display. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 17. 9. 2017 [cit. 2017-09-17]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-up_display
- [4] VLK, František. *Stavba motorových vozidel*. ISBN 80-238-8757-2, Nakladatelství VLK, Brno 2003
- [5] Průhledový displej: z letadel do aut. *Mladá fronta a. s.* [online]. 5. 11. 2011 [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/pruhledovy-displej-z-letadel-do-aut>
- [6] Dusil, Tomáš. Head-up Displej (HUD) se v autech používá už 30 let. Kdo byl první a co všechno se dnes promítá. *Auto.cz* [online]. 4.12.2018 [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/head-up-displej-hud-se-v-autech-pouziva-uz-30-let-kdo-byl-prvni-a-co-vsechno-se-dnes-promita-126209>
- [7] BUREŠ, David. News: Technika. *Auto.cz* [online]. 5.11.2011 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/bmw-head-up-displej-nove-v-barvach-62835>
- [8] ZIKMUND, Petr. *Vlastnosti a využití displejů* [online]. Zlín, 2006 [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/2177/zikmund_2006_bp.pdf?sequence=1.
Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
- [9] Láníček, Petr. Jak fungují monitory (CRT, LCD a plazma). *cnews.cz* [online]. 24.8.2009 [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.cnews.cz/jak-funguji-monitory-crt-lcd-a-plazma/>
- [10] Displej z tekutých krystalů. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 6. 4. 2013 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Displej_z_tekut%C3%BDch_krystal%C5%AF
- [11] <http://old.spsemoh.cz/vyuka/zel/obrazovky.htm>
- [12] KABÁT, Zdeněk. Technologie: TFT LCD displeje. *Svět hardware* [online]. 17.3.2003 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/technologie-tft-lcd-displeje/7555>
- [13] Všetečka, Roman. Jak funguje LCD. *idnes.cz* [online]. 11.9.2003 [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/technet/pc-mac/jak-funguje-lcd.A030910_5233001 hardware](https://www.idnes.cz/technet/pc-mac/jak-funguje-lcd.A030910_5233001硬件)

- [14] OLED. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 6. 5. 2013 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/OLED>
- [15] How works a transparent OLED?. *OLED-DISPLAY.NET* [online]. © 2013 [cit. 2019-2-28]. Dostupné z: <http://www.oled-display.net/how-works-a-transparent-oled/>
- [16] Vojáček, Antonín. Přehled typů displejů OLED a jejich varianty. *automatizace.hw.cz* [online]. 17.8.2006 [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006081701>
- [17] FREUDENRICH, Craig. How OLEDs Work. *HowStuffWorks* [online]. © 1998-2013 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <http://electronics.howstuffworks.com/oled4.htm>
- [18] BMW Group Česká republika. *BMW.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <http://www.bmw.cz/cz/cs/newvehicles/modelfinder/modelfinder.html>
- [19] https://www.idnes.cz/auto/magazin/test-nova-mazda-3.A130710_011021_auto_testy_fdv/tisk
- [20] BMW. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 1. 2. 2019 [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/BMW>
- [21] Technika. *BMW revue* [online]. 7.2.2011 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <http://bmwrevue.cz/clanek.php?id=225>
- [22] Audi. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 28. 1. 2019 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Audi>
- [23] AUDI modely. *Audi.cz* [online]. © 2013 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: www.audi.cz/modely
- [24] Mercedes-Benz. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 12. 2. 2019 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz>
- [25] Mercedes-Benz Česká republika. *mercedes-benz.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <http://https://www.mercedes-benz.cz/?csref= sem cz-central-ad search>
- [26] Volkswagen. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. 1. 3. 2019 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Volkswagen>
- [27] VW head up display. *volkswagen-newsroom.com* [online] 2019 Dostupné z: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/head-up-display-3957>
- [28] Volkswagen Česká republika. *volkswagen.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/>
- [29] Ford Motor Company. *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. 18. 9. 2018 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Ford_Motor_Company

- [30] Ford Česká republika. ford.cz [online]. 2019 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://www.ford.cz/>
- [31] Nissan. Wikipedia the free encyclopedia [online]. 27. 2. 2019 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nissan>
- [32] BLASCHKE, Serena. You'll be Wowed by the 2013 Nissan Altima. CosmoBC.com [online]. 20.10.2012 [cit.2013-05-19]. Dostupné z: <http://techblog.cosmobic.com/2012/09/20/youll-wowed-2013-nissan-altima/>
- [33] Nissan. nissan.cz [online]. 2019 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://www.nissan.cz/>
- [34] Lexus. Wikipedia the free encyclopedia [online]. 1. 3. 2019 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lexus>
- [35] Lexus Europe. lexus.cz [online]. 2019 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://www.lexus.cz>
- [36] Mazda Česká republika. mazda.cz [online]. 2019 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.mazda.cz/>
- [37] <https://www.techcrates.com/will-heads-up-displays-make-an-appearance-in-your-car/>
- [38] <http://www.bmwgarage.pl/2014/04/doposazenie-headup-hud-bmw-e61-2009-kod-610/>
- [39] <http://nymag.com/intelligencer/2019/01/the-past-and-future-of-the-head-up-display.html>
- [40] Také v autě promítáte. itest.cz. [online]. 10. 11. 2019 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.itest.cz/digitalni-svet/take-v-aute-promitate/>
- [41] OBD HUD A8. kanaco.cz [online]. 2019
Dostupné z: <https://www.kanaco.cz/zbozi/6162/monitor-a8-s-hud-projekcnim-displejem-55-obdii-full/>
- [42] FORET, M.: Marketingový výzkum. Praha: Grada Publishing, 2003. 160 s.
ISBN 80-247-0385-8
- [43] HAVLOVÁ, Jaroslava. Informa ní p etí0ení. In: KTD: eská terminologická databáze knihovnictví a informa ní v dy (TDKIV) [online]. Praha : Národní knihovna R, 2003- [cit. 2015-10-13]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000003317&local_base=KTD

9. PŘÍLOHY

Příloha 1 – Dotazník

1. Jste muž nebo žena?

Muž

Žena

2. Jaký je váš věk?

18-30 let

31-50 let

51-70 let

70-75 let

3. Jste aktivní řidič/ka a máte vozidlo?

Ano

Ne

4. Jaký typ vozidla máte?

Vozidlo malé kategorie (např Škoda Fabia, Peugeot 206 atd...)

Vozidlo nižší třídy (např Ford Focus, Škoda Octavia atd...)

Vozidlo střední třídy (např Ford Mondeo, Audi A4 atd...)

Vozidlo vyšší střední třídy (např Škoda Superb, BMW 5 atd...)

Luxusní vozidlo (např Mercedes-Benz S, BMW atd...)

5. Počet hodin strávených denně za volantem?

méně jak 1 hod.

1 hod. - 3 hod.

3 hod. a více

6. Počet kilometrů ujetých za měsíc?

méně jak 300 km

301 km-1 000 km

1 001 km a více

7. Víte, co je to Head-up displej?

Ano

Ne

8. Máte nebo chtěli byste HUD ve vašem vozidle?

Ano

Ne

Možná

9. Preferovali byste spíše tovární nebo alternativní model HUD*?

Tovární

Alternativní

Je mi to jedno

10. Jaké informace byste zobrazovali na HUD nejvíce?

Pouze základní informace – rychlost, výstražné kontrolky, navigaci

Základní a přídatné informace – informace asistenčních systémů, video hovory atd.

*Respondenti byli seznámeni s výhodami jednotlivých typů HUD

