

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKE V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Anastasiia Silivonchuk

**Aplikace metod kvality pro vyhodnocení pocitu
z jízdy v autonomním automobilu**

Diplomová práce

2019



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Anastasiia Silivonchuk

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LA – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Aplikace metod kvality pro vyhodnocení pocitu z jízdy v autonomním automobilu**

Název tématu (anglicky): **Applying Quality Methods for Assessing the Feeling of Driving an Autonomous Car**

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:


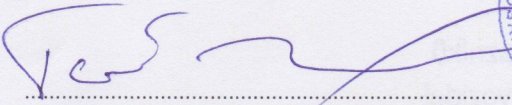
- Vypracování rešerže k řešené problematice
- Realizace experimentu
- Zpracování výsledku experimentu včetně dotazníků
- Shrnutí bezpečnosti a ekologie autonomních vozidel
- Vyhodnocení a návrh vybraných vlastností autonomního automobilu

- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucích diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Machan, J.: Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku, vyd. Praha : Mladá Boleslav : ČVUT v Praze, Fakulta strojní; Škoda Auto, 2008
BOSCH, V.: Kvalita dopravních a přepravních procesů. 1. vyd. Pardubice, Institut Jana Pernera 2003
Automated Vehicles for Safety - NHTSA, 2018

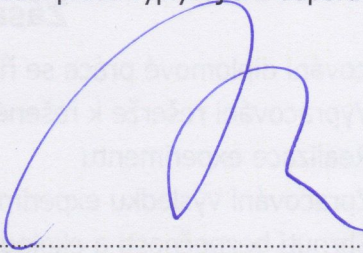
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Bc. Pavel Edvard Vančura, Ph.D.**
doc. Ing. Jaroslav Machan, CSc. FEng.

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2018**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **2. prosince 2019**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Anastasiia Silivonchyk
jméno a podpis studenta

V Praze dne6. června 2019

Poděkování

Ráda bych poděkovala svým vedoucím panu doc. Ing. Jaroslavu Machánovi, CSc. FEng. a panu Ing. Bc. Pavlu Edvardu Vančurovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování diplomové práce. Velké poděkování patří kolegům, kteří zorganizovali, vyhodnocovali a zúčastnili se experimentu, mé rodině, mému manželovi a taky svým rodičům a kolegům za morální, finanční a veškerou pomoc a podporu ve studiu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou magisterskou práci vypracovala samostatně pod vedením svých vedoucích práce doc. Ing. Jaroslava Máchana, CSc. FEng. a Ing. Pavla Edvarda Vančury, Ph.D. a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne _____

Podpis _____

Anastasiia Silivonchyk

Název práce: Aplikace metod kvality pro vyhodnocení pocitu z jízdy v autonomním automobilu

Autor: Bc. Anastasiia Silivonchyk

Obor: Logistika a řízení dopravních procesů

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Bc. Pavel Edvard Vančura, Ph.D

Ústav logistiky a managementu dopravy (16117)

ČVUT v Praze Fakulta dopravní

Ing. Jaroslav Machán, Ph.D

Ústav dopravních prostředků (16116)

ČVUT v Praze Fakulta dopravní

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá popisem aplikace metody QFD při návrhu výroby autonomního vozidla s cílem zlepšení pocitu lidí při jízdě autonomními auty. V teoretické části práce je nastíněna krátká historie výroby a testování autonomních aut, rozdíly mezi jednotlivými stupni autonomie, popsány výhody a nevýhody autonomních aut, důvody pro jejich nasazení do provozu. Dále jsou zde popsány What-if a SWOT analýza rizik, uvedena základní morální dilemata v souvislosti s autonomními automobily a nakonec popis metody QFD. V druhé, praktické části práce jsou popsány výsledky dotazování probandů při jízdě na zkušebním simulátoru a analýza získaných výsledků. Probandi vybírali při simulaci jízdy optimální polohu tabletu. V poslední části práce je zpracována matice QFD s popisem.

Klíčová slova

autonomní vozidla, stupně autonomie, matice QFD, morální rozhodování, poloha, dotazník, experiment, požadavky zákazníků.

Title: Applying Quality Methods for Assessing the Feeling of Driving an Autonomous Car

Author: Bc. Anastasiia Silivonchyk

Department: Department of Logistics and Management of Transport

Document type: Master's thesis

Thesis advisor: Ing. Bc. Pavel Edvard Vančura, Ph.D.
Department of Logistics and Management of Transport (16117)
CTU in Prague Faculty of Transportation Sciences
Ing. Jaroslav Machán, Ph.D.
Department of vehicle technology (16116)
CTU in Prague Faculty of Transportation Sciences

Abstract

This diploma thesis is focused on the application of the QFD method in the design of autonomous vehicle production with the aim of improving the peoples comfort in the car. In the first part, there is a short history of production and testing of autonomous cars, description of differences between the individual levels of autonomy, described advantages and disadvantages, reasons for their deployment, a description of What -if and SWOT risk analysis and problems of moral decision, QFD method. In the second part of the work was carried out and evaluates data from probands survey on the test simulator car. The probands were supposed to choose the optimal positionof the tablet. The work contains a proposal of the QFD matrix with description.

Keywords

autonomous vehicles, levels of autonomy, QFD matrix, moral decision, position, questionnaire, experiment, customer requirements.

Obsah

Seznam použitých zkratek	6
Úvod	7
1 Rešerše	8
1.1 Historie autonomních automobilů	8
1.2 Projekt Google.....	10
1.3 Waymo – dceřiná společnost Googlu	11
1.4 Tesla Motors	12
1.5 Ostatní automobilky.....	15
2 Úrovní automatizace aut.....	17
2.1 Pět úrovní automatizace podle NHTSA	17
2.2 Důvody omezování vlivu lidského faktoru na pohyb vozidla	21
3 Problematika autonomních vozidel	25
3.1 Výhody autonomních vozidel.....	25
3.2 Nevýhody autonomních vozidel.....	26
4. Shrnutí problematiky bezpečnosti a ekologie autonomních vozidel.....	28
5. Metody ke zjištění požadavků zákazníků	33
5.1 Dotazníková metoda	33
5.2 Skupinová diskuze	35
5.3 Klinická studie	35
5.4 QFD – Quality Function Deployment	35
6. Praktická část	38
6.1 Realizace a popis experimentu.....	39
6.2 Zpracování a vyhodnocení výsledku dotazníků	40
6.3 Návrh matice QFD.....	53
6.4 Některé etické otázky autonomních automobilů a jejich provozu	63
Závěr	65
Seznam použitých zdrojů.....	67
Seznam tabulek	70
Seznam obrázků.....	71

Seznam použitých zkratek

QFD	Quality Function Deployment (Nasazení kvalitních funkcí)
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency (Agentura pro obranu pokročilých výzkumných projektů)
RCA	Radio Corporation of America
GM	General Motors
VaMoRs	Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität und Rechnersehen (Pilotní vozidlo pro autonomní mobilitu a počítačové vidění)
LIDAR	Light Identification Detection and Ranging (Detekce a nastavení světelné identifikace)
EUREKA	European Research Coordination Agency (Evropská agentura pro koordinaci výzkumu)
NAHSC	National Automated Highway Systems (Národní automatizované dálniční systémy)
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration (Národní správa bezpečnosti silničního provozu)
ABS	Anti-lock Brake System (Protiblokovací brzdový systém)
ASR	Anti-Slip Regulation (Protiskluzová regulace)
VoC	Voice of customer (Hlas zákazníka)

Úvod

Autonomní vozidla jsou význačným fenoménem současné doby. Velmi často bývají námětem různých mediálních sdělení – tyto informace jsou ale často nepřesné, proto má pak řada lidí o těchto vozidlech zkreslené představy.

Mnoho aspektů autonomních vozidel je jistě lákavých – moci využít jízdu automobilem k četbě novin, vyřízení e-mailové korespondence, nemuset se zabývat situací na silnici... V budoucnu budou autonomní automobily s velkou pravděpodobností k dispozici daleko většímu počtu lidí. Znamenají příslib komfortního, spolehlivého, bezpečného cestování, které daleko méně uškodí životnímu prostředí než současná vozidla.

Těmto příslibům napomáhají některé obchodní názvy (v některých případech příliš neodpovídají současné realitě), např. Autopilot Tesla.. Tato vozidla jsou pouze částečně autonomní (a vůbec se pro ně nehodí označení samořiditelná). Čtvrtý stupeň je již testován v USA, ale není jasné, kdy budou vozidla s tímto systémem volně prodávána.

Jedním ze základních předpokladů úspěšného prodeje jakýchkoliv produktů je zjistit, co zákazník od daného produktu vůbec očekává. V případě automobilů je velmi vhodné zjišťovat tyto informace pomocí dotazování respondentů kvalitativní metodou – QFD aj., tyto metody pomohou určit, jak by mohl další ze série autonomních automobilů vypadat (jedná se o souvislé zdokonalování a doplňování funkčních prvků do vozidel). Velkou výhodou je, pokud mají dotazovaní zkušenost s podobnými produkty.

Cílem dane práce je vytvořit matici QFD a stanovit ergonomické požadavky na autonomní automobily. Pro dosažení definovaného cíle bude vyžadováno provedení následujících úkolů:

- zanalyzovat výhody a nevýhody autonomních automobilů,
- na základě dotazníkového průzkumu určit, jakými způsoby tráví lidé svůj čas při cestování v různých dopravních prostředcích;
- pomoci jízdě na simulátoru autonomního auta zjistit, jak je možné zlepšit počet lidí, kteří budou cestovat v autonomního automobilu a používat např. tabety, abych cestování bylo více komfortně a pohodlnější, proto je nutné vytvořit cílové skupiny řidičů podle pohlaví a určit jejich požadavky na autonomní automobily;
- na základě průzkumu řidičů formulovat parametry, kterým budou čelit výrobci automobilů při vývoji budoucích automobilů.

1 Rešerše

1.1 Historie autonomních automobilů

V současné době se autonomní automobily pomalu stávají realitou, což je výsledkem několika desetiletí vývoje. Pro pochopení náročnosti zrealizování plně autonomního řídicího systému je třeba důkladně popsat historický vývoj autonomních vozů, a to od realizace prvního samonaváděcího systému přes utopické vize designérů a vývojářů, slepé větve vývoje autonomních automobilů, ale i první konstrukce připomínající autonomní automobily 21. století a vliv americké agentury DARPA.

Pokusy vytvořit autonomní vozidlo se objevily už ve 20. letech minulého století. První autopilot byl vynalezen v roce 1912 americkou společností Sperry Corporation. Jednalo se o gyroskop a indikátor pozice, který byl mechanicky spojený s klapkami ovládajícími směr a výšku. Toto zařízení značně usnadnilo práci pilotům, neboť do té doby museli udržet pozornost po celou dobu několikahodinového letu, což bylo nesmírně náročné. Vývoj těchto systémů byl poté uspíšen, a to především kvůli 2. světové válce.

Na začátku 50. let 20. století pak začaly společnosti RCA Laboratories a GM Research pracovat na vývoji Automatizovaných dálnic 1, po kterých by se autonomní vozidla mohla pohybovat za pomoci senzorů umístěných jak v dálnici, tak ve vozidle [16].

Tento nový standard autonomních automobilů začal v roce 1986, kdy profesor Ernst Dickmanns a jeho tým z Universität der Bundeswehr München sestrojili automobil VaMoRs (Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität und Rechnersehen), a to na bázi automobilu Mercedes-Benz. VaMoRs byl vybaven kamerami, senzory a jeho „mozek“ tvořilo osm 16bitových mikroprocesorů a další softwarové vybavení. Automobil pracoval s obrazovými daty, která překládal do náležitých příkazů ovládajících akceleraci, brzdění a směr jízdy. Největší pokrok představovalo vytváření obrazových modelů okolí v reálném čase, díky čemuž dokázal automobil vyhodnocovat ideální trasu, a to i za přítomnosti nežádoucích informací, jako byl šum či nejistota pramenící ze špatné odezvy senzorů. V roce 1986 v USA objevují projekty, které přinášejí významný technologický pokrok. Například projekt ALV, financovaný agenturou DARPA, kdy byla poprvé pro autonomní vůz použita technologie LIDAR (Light Detection And Ranging), což je technologie umožňující vzdálený průzkum metodou dálkového měření vzdálenosti. Tato technologie sleduje dobu, za kterou se vrátí vyslaný laserový paprsek odražený od vzdáleného objektu. Další významný projekt vznikl na Carnegie Mellon University v Pittsburgu a jako první využíval neuronových sítí, které tvoří základ současných technologických postupů. Neuronová síť je algoritmus, který si bere za vzor činnost lidského mozku. Již v dřívějších dobách bylo zjištěno, že mozek je tvořen velkým množstvím vzájemně propletených buněk,

keré nazýváme neurony, jež spolu komunikují pomocí elektrických impulzů. Jednotlivé neurony jsou vzájemně propojeny spoji ohodnocenými vahami. Takováto propojení a schopnost tyto váhy adaptovat neboli je učit na základě tréninkových vzorů v datech, dává neuronové síti nové široké možnosti v oblasti analýzy dat. Samotné učení neuronových sítí spočívá ve schopnosti zapamatovat si kombinace, které vedou k požadovanému výstupu, u nových vstupů pak hledá řešení na základě zkušeností a dokáže odhadnout pravděpodobný výsledek. Dalšími výhodami plynoucími z používání neuronových sítí je dovednost správně zareagovat i na vstupy, které nebyly součástí tréninkových dat, a schopnost pracovat s nepřesnými daty a šumy [21]. V praxi vyspělá neuronová síť funguje tak, že automobil je schopný reagovat na gesta řidičů nebo cyklistů, umí reagovat na nestandardní jednání ostatních řidičů nebo na řidiče porušující dopravní předpisy a učit se z chyb, jež v minulosti udělal jakýkoli jiný autonomní vůz, který přispěl svými daty do centrální databáze [13].

V roce 2004 zorganizovala agentura DARPA závod určený pro autonomní automobily s názvem DARPA Grand Challenge. Cílem závodu bylo absolvovat 240 kilometrů dlouhou trasu napříč Mohavskou pouští, a to v desetihodinové časové lhůtě, zcela bez lidského zásahu. Na vítězný tým čekala odměna ve výši 1 milion dolarů, sloužící jako finanční prostředek pro zdokonalení a urychlení vývoje technologií autonomních automobilů [23]. Prvního ročníku tohoto závodu se zúčastnilo 15 automobilů, ale do cíle nedorazil žádný z nich, proto se příští rok závod opakoval, tentokrát s odměnou ve výši 2 milionů dolarů. V roce 2005 úspěšně dokončilo závod pět automobilů a vítězný vůz jménem Stanley absolvoval trať v čase 6 hodin a 53 minut. Vůz Stanley byl sestaven na univerzitě Stanford v Kalifornii a vznikl ve spolupráci s Volkswagen Electronics Research Laboratory. Tento speciál postavený na základech sériového vozu Volkswagen Touareg TDI s pohonem všech kol využíval upravený řídicí systém, který byl v autě nainstalovaný od výrobce a s jehož pomocí mohlo šest řídicích počítačů Intel Pentium ovládat z kufru vozu akceleraci a brzdy automobilu. Řízení vozu bylo ovládáno elektromotorem, převodovka hydraulickými písty. Pro navigaci byla použita sestava pěti systémů LIDAR, které byly spolu s dalšími senzory, barevnou kamerou a dvojicí radarů umístěny na střeše automobilu a sloužily pro mapování blízkého i vzdáleného prostředí [25]. V roce 2007 agentura DARPA vypsala třetí ročník závodu, tentokrát s názvem DARPA Urban Challenge a s cenou pro vítěze ve výši 2 milionů dolarů. Tento závod byl zasazen do městského prostředí vytvořeného na letecké základně amerických vzdušných sil v Kalifornii a jeho součástí bylo dodržování dopravních předpisů ve městě. Závod dlouhý 96 kilometrů s časovým limitem 6 hodin úspěšně absolvovalo šest týmů. Zvítězil vůz Boss z týmu Tartan Racing, tvořeného lidmi z CMU a podporovaného automobilkou General Motors, v čase 4 hodiny a 10 minut. Chevrolet Tahoe vítězného týmu používal vyspělý zdrojový kód obsahující více než 500 000 řádků

kódu, jež umožňoval automobilu předvídat situaci, plánovat trasu, vnímat okolí a reagovat na ně. Vůz byl osazen sestavou laserů, kamer a radarů, pomocí kterých mapoval okolí, rozpoznával dopravní značení a orientoval se ve složitých dopravních situacích [26].

1.2 Projekt Google

Projekt Google zaměřený na samořídící vozidla začal v roce 2009 pod vedením profesora Stanfordské univerzity Sebastiana Thruna s hlavním cílem: vybudovat autonomní vozidlo do roku 2020. O sedm let později mají zkušební automobily společnosti Google za sebou 3 miliony km ve čtyřech amerických městech. Nicméně společnost Google, na rozdíl od konkurentů Uber a Tesla, dosud nedokázala své stroje komercializovat, přestože právě Google je poprvé přivedl na silnice.



Obrázek 1 – Auto Google [27]

Thrun započal svůj výzkum bezobslužných vozidel v Stanfordu; řídil studentské a výukové skupiny, v nichž se podařilo vyvinout robotický stroj Stanley. V soutěži DARPA Grand Challenge roku 2005 tento vůz zvítězil a vyhrál cenu 2 miliardy dolarů za to, že v poušti ujel více než 212 km.

Společnost Google zahájila svůj projekt se šesti vozy Toyota Prius a Audi TT, které projíždějí ulicemi Mountain View v Kalifornii, v sídle ústředí společnosti Google. Před testovací jízdou projel trasu řidič v běžném autě a provedl zmapování trasy, při samotných jízdách seděl v autonomním vozidle na místě spolujezdce vyškolený specialista, který mohl do řízení zasahovat a byl připraven případně převzít řízení.

Automobily Google používají GPS, senzory, kamery, radary a lasery, aby "viděly" svět kolem sebe. Snímače na zařízení mohou detekovat objekty ve vzdálenosti dvou fotbalových hřišť, včetně lidí, automobilů, stavebních zón, ptáků, cyklistů atd.

Do roku 2010 automobily Google ujely po silnicích více než 225 000 km. V té době společnost napsala na svém blogu, že věří ve svou schopnost snížit počet úmrtí na silnicích každý rok o polovinu.

V květnu 2014 společnost Google postavila svůj vlastní stroj a předvedla svůj prototyp na konferenci. Neměl brzdy, žádné řízení, žádný plynový pedál – jen tlačítko napájení. Společnost omezila rychlost přepravy na 40 km/h a plánovala vyrobit 100–200 kopií automobilu.

V únoru vozidlo Google vybavené technologií autonomního řídicího modelu RX450h utrpělo první havárii: jeden z automobilů narazil v Mountain View do autobusu, pohybujícího se rychlostí 3 km/h. Již dříve se vozidla dostala do různých drobných incidentů, které skončily škrábanci, toto byl případ nehody způsobené bezpilotním vozidlem. V dubnu Google začal testovat své stroje v Arizoně. V té době společnost vysvětlila, že byla zvolena arizonská poušť kvůli místním podmínkám, které pomohou pochopit, „jak se naše senzory a vozidla mohou vypořádat s extrémními teplotami a prachem ve vzduchu.“

Do července 2016 měly automobily společnosti Google 24 dopravních nehod, pouze jednou se prokazatelně jednalo o nehodu způsobenou chybou řídicího systému autonomního vozidla. Pokaždé šlo o lehké nehody s minimální škodou a bez lidských zranění [17].

V září 2016 měl jeden z automobilů Google vážnou nehodu, v jejímž důsledku bylo nutné hospitalizovat řidiče bezpilotního vozidla. Druhé auto jelo na křižovatce na červenou rychlostí 50 km/h a zaskočilo auto Google na pravé straně, což způsobilo značné škody.

Podle nejnovějších výpočtů automobily Google cestovaly více než 3 miliony km ve čtyřech testovacích městech. Společnost nyní disponuje flotilou 24 překlenovacích Lexus a 34 prototypů, z nichž každý ujede 40 000 km týdně. Po sedmi letech vývoje však stále není jasné, kdy budou automobily komerčně dostupné, přestože konkurenti Uber a Tesla již začali z bezpilotních technologií profitovat [17].

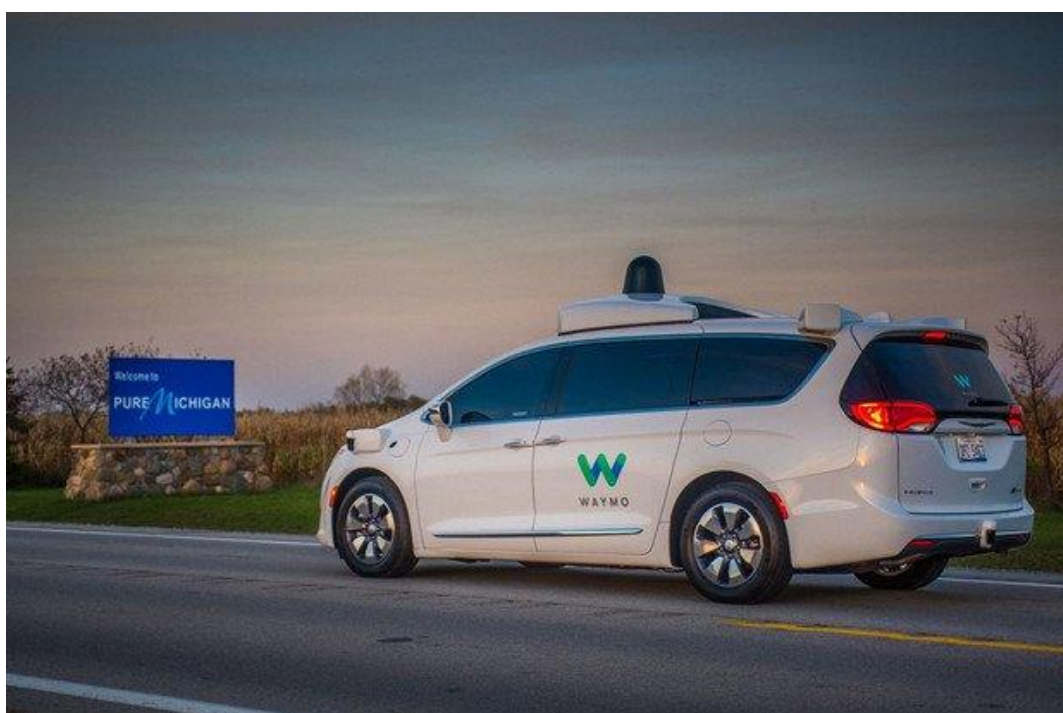
1.3 Waymo – dceřiná společnost Googlu

Jedno z největších jmen na poli autonomního řízení je společnost Waymo, co ukázáno na obrázku 2 níž. Projekt samořízených vozů společnost Waymo zahájila už téměř před deseti lety, avšak zatím je testovala s řidičem, který převzal řízení v mimořádných případech.

Má v Kalifornii povolení testovat tyto automobily se záložním řidičem. Od dubna mají možnost získat zvláštní povolení k jízdě bez řidiče.

Autonomní auta této amerického společnosti už najezdila několik milionů kilometrů a postupně je můžete potkávat i v různých amerických městech, kde slouží jako autonomní taxi. Z bezpečnostních důvodů však na pozici řidiče stále sedí člověk. Nyní tato dceřiná společnosti Googlu podepsala kontrakt s automobilkou Nissan a Renault, kterým bude dodávat technologie.

Onou revolucí je fakt, že ve Phoenixu si mohli by přes aplikaci Lyft objednat taxi Waymo. Deset vozidel přitom bude jezdit zcela autonomně. Nemusíte se ale bát – za volantem stále bude sedět člověk, který vše bude kontrolovat. Standardní operace by ale prý auto mělo zvládnou samo. Samozřejmě že si přes aplikaci Lyft můžete objednat i klasické taxi, které bude řídit výhradně člověk. Společnost Waymo mapovala ulice Phoenixu celé dva roky, aby mohla učinit tento krok. A ten se nyní stal skutečností. Doba, kdy auta v určitých městech budou jezdit zcela samostatně, je tedy zase o kousek blíže [27].



Obrázek 2 – Auto Waymo [27]

1.4 Tesla Motors

Automobilka Tesla Motors byla založena ve Spojených státech amerických 1. června 2003 Martinem Eberhardem a Marcem Tarpenningem. Původně se jednalo o startup nabízející elektrické automobily postavené na bázi sportovního automobilu Lotus Elise. S příchodem inovátora Elona Muska automobilka Tesla začala vyvíjet vlastní automobil – Tesla Roadster, elektrický automobil s vynikající jízdními vlastnostmi, využívající lithium-iontové baterie.

Díky tomuto modelu se ze společnosti Tesla Motors stala první konkurenceschopná automobilka nabízející pouze elektrické automobily. Do povědomí široké veřejnosti se automobilka dostala v roce 2012 uvedením automobilu Tesla Model S. Tento sedmimístný sedan používal v první generaci lithium-iontový bateriový modul, který mu umožňoval na jedno nabití ujet až 500 km, zároveň mu elektromotor dává dynamiku sportovního vozu. Inovativní jsou i další technologická řešení jako například stálé připojení k internetu, ovládání všech prvků v interiéru pomocí sedmnáctipalcového dotykového displeje nebo možnost vzdálených softwarových aktualizací [2]. V říjnu roku 2014 Elon Musk na tiskové konferenci představil novou úpravu modelu S, která byla vybavena radarem pro detekci objektů, systémem včasného varování před možností kolize a systémem autonomního řízení nesoucím název Autopilot.

Technologie Autopilot využívá 12 ultrazvukových senzorů, přední kameru s vysokým rozlišením, radar a GPS modul. Oproti technologii využívané společností Google nemá laserový systém LIDAR a nepracuje s obrazem prostředí generovaným v reálném čase. Autopilot pracuje pouze s jízdními pruhy, ve kterých se automobil nachází, a s překážkami. Výhodu autonomních systémů společnosti Tesla Motors představuje 100 000 vyrobených automobilů Model S, které sbírají data o ujetých trasách a vytváří detailní mapy, jež jsou pak k dispozici všem uživatelům služby Autopilot. Tato data jsou uložena v takzvaném Tesla cloudu [3].

První verze funkce Autopilot označovaná jako 7.0 nabízela pouze vyspělé asistenční systémy, jako je udržování automobilu v pruhu, změny jízdních pruhů v závislosti na rychlosti vozidla a dopravní situaci před vozidlem a za ním, zrychlování a zpomalování v závislosti na provozu za vozidlem a před vozidlem, systém včasného varování řidiče před možností boční kolize, funkce vyhýbání se překážkám v nouzové situaci a automatické parkování s řidičem na palubě. Tato verze sloužila hlavně jako testovací. Následná aktualizace, označená jako verze 7.1, uvolněná na začátku roku 2016 poskytla majitelům vozů funkci Summon a HomeLink. Tyto funkce umožňují automobilu zaparkovat na vyhrazené místo. Pokud se jedná o garáž s dálkově ovládanými vraty, je automobil schopný sám tato vrata ovládat, a to bez přítomnosti řidiče na palubě. Další novou funkcí je hlídání dostupnosti superchargerů v reálném čase.

V roce 2016 přišla společnost Tesla Motors s novou verzí detekčního systému Tesla Vision. V přední části automobilu, v prostoru zpětného zrcátka, se nacházejí tři kamery. Každá z nich má specifické vlastnosti. První kamera zachycuje plochu v úhlu 120° a slouží k detekci semaforů, dopravních značek a pro odhadování pravděpodobného pohybu objektů mířících k automobilu ze strany. Dosah této kamery je 60 metrů. Druhá kamera je hlavní a slouží ke sledování dopravní situace před vozidlem, její dosah je až 150 metrů. Třetí

kamera má úzké zorné pole a její dosah je až 250 metrů. Tato kamera slouží ke sledování dopravní situace ve vysokorychlostním provozu. Další kamery se nacházejí na bocích automobilu a slouží k monitorování situace po stranách automobilu, především při přejíždění z jednoho jízdního pruhu do druhého a při řešení dopravních situací na nepřehledných křižovatkách. Dosah těchto kamer je až 80 metrů, zabírají plochu v úhlu 90°. Dvě kamery se nacházejí na zadních partiích vozu a slouží ke sledování takzvaného mrtvého úhlu. Tyto kamery jsou důležité pro bezpečné přejíždění mezi pruhy. Maximální dosah těchto kamer je až 100 metrů. Zadní parkovací kamera byla propojena se systémem Autopilot. Automobil využívá radar umístěný v přední části vozu s dosahem až 160 metrů a ultrazvukové senzory, které hlídají situaci okolo něj a detekují objekty v jeho blízkosti, a to až do vzdálenosti 8 metrů. Zpracování velkého množství grafických dat má na starosti grafický akcelerátor NVIDIA GeForce GTX Titan, který byl pro automobilku Tesla Motors vyvinut ve speciální verzi zvládající teploty od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zároveň společnost vydala novou verzi softwaru Autopilot, která je označovaná jako verze 8.0 [4].

Hlavní změna oproti předchozím verzím nastala v naprogramování předního radaru jako primárního zařízení pro rozpoznávání objektů ve směru jízdy automobilu. Do této doby se automobil orientoval primárně podle přední kamery, její dohled ale snižovaly špatné povětrnostní podmínky, jako je hustý déšť, sníh anebo mlha. Dalším důvodem pro primární využití radaru je odraz jeho signálu, který umožňuje softwaru Autopilot kontrolovat trasu i před vozidlem jedoucím před automobilem Tesla. Nevýhodou využití radaru je špatné vyhodnocování odrazů signálu od kovových ploch talířového tvaru. Tento tvar působí zesílení zpětného signálu, systém Autopilot může proto vyhodnotit tento předmět jako mnohonásobně větší, než ve skutečnosti je, což by mohlo mít za následek nepředvídatelné brzdění nebo zbytečné vyhýbání se překážce. Proto automobily Tesla vybavené systémem Autopilot verze 8.0 sbírají jízdní data a odesílají je do centrální databáze firmy Tesla Motors [12].

Od uvedení Modelu S do výroby urazily automobily společnosti Tesla dohromady více než 200 milionů mil se spuštěným systémem Autopilot. Přestože systém Autopilot verze 8.0 je prezentován jako systém autonomního řízení úrovně 5, společnost Tesla Motors informuje majitele vozů, že během využívání této funkce musí neustále sledovat dění a být připraveni kdykoli převzít kontrolu nad vozem, a to za všech okolností. Nedoporučují tento systém používat ve městech nebo na komunikacích, kde se neustále mění dopravní situace a kde jsou součástí provozu cyklisté a chodci. Varování se týká i používání autonomních systémů na klikatých komunikacích s ostrými zatáčkami, za nevhodných klimatických podmínek nebo pokud je silnice kluzká či pokrytá ledem[6]. Tato výstraha byla ve verzi 8.0 doplněna o softwarovou funkci, která hlídá bdělost řidiče a v případě, že třikrát ignoruje výzvu

k převzetí kontroly nad automobilem, se systém Autopilot vypne až do doby, než automobil zastaví.

Automobilka se rozhodla pro zveřejňování čtvrtletních bezpečnostních zpráv na základě množících se novinových článků, které informovaly o nehodách vozů Tesla. Nejnovější bezpečnostní zpráva pro druhý kvartál roku 2019 navíc ukazuje, že došlo k velkému zlepšení. Automobilka opět komparovala nehody vozů s aktivovaným systémem Autopilot s nehodami automobilů, které neměly aktivovaný systém Autopilot, ani žádné jiné bezpečnostní prvky. Výsledkem je jedna nehoda vozu Tesla na 5,26 milionu ujetých kilometrů s aktivovaným systémem Autopilot. Bez aktivovaného systému Autopilot havarovaly vozy Tesla každých 3,5 milionu kilometrů a v případě, kdy neměl vůz zapnuté žádné bezpečnostní prvky, docházelo k nehodám každých 2,26 milionech najetých kilometrech. Tesla navíc přidala srovnání s průměrným počtem nehod ve Spojených státech, kde dochází k nehodám každých 801 tisíc ujetých kilometrů.

1.5 Ostatní automobilky

O vývoj vlastního autonomního vozidla se pochopitelně snaží i většina dalších velkých automobilek jako Volvo, BMW, Audi, Volkswagen, Mercedes, Nissan, Chevrolet, Toyota a mnohé další. Mnohé z prvků autonomního řízení jsou již k dispozici v dražších automobilech. Jedná se například o adaptivní tempomat, poprvé použitý Mercedesem v roce 1999, automatické parkování, asistent jízdy v jízdním pruhu či aktivní brzdový asistent, opět použitý poprvé Mercedesem [13].



Obrázek 3 – Reprezentativní design interiéru autonomního vozidla [31]

Koncern Daimler představil kamion Mercedes-Benz Actros 2025 s automatickou funkcí řízení Highway Pilot. Dne 2. října 2015 byl kamion Mercedes-Benz Actros poprvé vyzkoušen v reálném provozu na dálnici A8 [8]. Řídil jej ředitel oddělení nákladních vozidel a autobusů, jeho spolucestujícím byl německý spolkový ministr Bádenska-Württemberska. Zařízení vozidla: Vozidlo je schopné se bezdrátově spojit s ostatními vozidly - vehicle to vehicle. Stereokamera monitoruje prostor před vozidlem a dopravní značení, monoskopická kamera je použita pro Lane Departure Warning system. Kamery rozeznají jízdní pruhy, přechody, pohybující a nepohybující se objekty. To zajišťuje precizní analýzu prostředí okolo vozidla.

Síť amerických supermarketů Kroger Co oznámila zahájení dodávky zboží pomocí autonomních vozidel v Scottsdale v Arizoně . Začátek doručovací služby přišel po pilotním projektu, který začal v srpnu 2018. Projekt se týkal i bezpilotního vozu R1, co je na obrázku 4, od Nuro R1 dodává zboží obvyklým způsobem, na rozdíl od běžného vozu však v tomto vozidle není řidič [21].

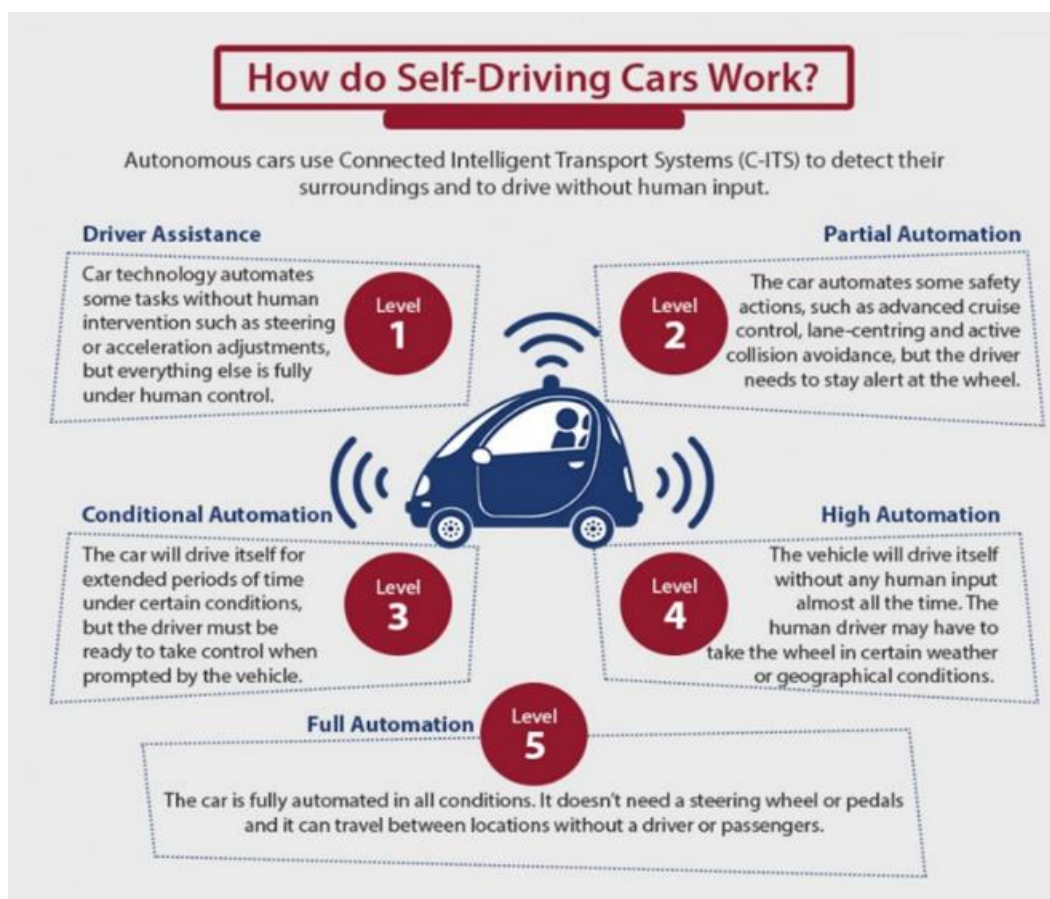


Obrázek 4 – Auto Nuro R1 [32]

2 Úrovní automatizace aut

2.1 Pět úrovní automatizace podle NHTSA

V současné době již existuje jednotná škála úrovní autonomního řízení. Jejím autorem je Society of Automotive Engineers (SAE), která celosvětově sdružuje 127 tisíc různých subjektů z oblasti automobilového a leteckého průmyslu. V rámci této škály se rozlišuje šest úrovní autonomie, od vozidla, které je vybaveno varovnými systémy a řídí jej pouze řidič, přes vozidlo vybavené parkovacími asistenty, asistenty pro udržování vozidla v určeném jízdním pruhu nebo asistenty pro udržení vzdálenosti mezi daným vozidlem a vozidly vpředu. U takto vybavených vozidel sice uvedené řídicí funkce probíhají automaticky, nicméně člověk musí být schopen kdykoliv převzít řízení. Posledním krokem postupného vývoje asistenčních systémů řízení je pátá, nejvyšší třída autonomních vozidel, kdy člověk sám aktivuje systém a pouze zadá cíl cesty.



Obrázek 5 – Úrovně automatizace aut [28]

Americká vládní agentura NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), zodpovědná za provoz tamních silnic a dálnic, definovala šest úrovní automatizace vozidla, i když na obrázku 5 jsou zobrazeno jich pět, protože úroveň 0 nemá automatizace. Systém začíná přebírat ovládání řízení, ovládání akcelerace nebo zpomalení, kontrolu řízení

a nouzové provádění dynamických jízd od částečného stupně na první úrovni do kompletního převzetí na úrovni páté

Úroveň 0 - No-automation: Tato úroveň neobsahuje žádné funkce autonomie. Řidič má výhradní kontrolu nad vozidlem. Ovládá všechny stránky řízení, jako je akcelerace, brzdění a řízení vozu, a to za všech okolností. Do této kategorie patří i automobily vybavené varovnými systémy [28].

Úroveň 1 - Function-specific Automation: Tato úroveň obsahuje specifické autonomní funkce. Zahrnuje automatizaci jedné nebo více specifických funkcí týkajících se řízení vozu, například funkce týkající se elektronické kontroly stability nebo brzdový asistent pomáhající řidiči zastavit auto v kritických situacích. Do této úrovně spadají automobily vybavené adaptivním tempomatem, který dokáže udržet automobil v podélném směru jízdy.

Úroveň 2 - Combined Function Automation: Autonomie na této úrovni zahrnuje automatizaci alespoň dvou primárních řídicích funkcí, čímž řidiči ulehčuje ovládání automobilu. Příkladem automatizace na této úrovni je například adaptivní tempomat spolupracující se systémem udržujícím vůz v jízdním pruhu. Systémy na této úrovni dokáží udržet automobil v podélném směru jízdy. Řidič má stále zodpovědnost za pohyb automobilu.

Úroveň 3 - Limited self-driving automation: Tato úroveň autonomie umožňuje řidiči přenechat kontrolu nad důležitými bezpečnostními prvky ovládání plně řídicímu systému. Tato možnost se ovšem nabízí pouze za určitých podmínek a v určitém provozu. Pokud jsou stanovené podmínky splněny, řidič se může plně spolehnout na automatické ovládání automobilu řídicím systémem, v případě náhlé změny podmínek může okamžitě přejít zpět na manuální řízení. Tato úroveň vyžaduje stálou kontrolu podmínek řidičem.

Úroveň 4 - High self-driving automation: Automobil na této úrovni automatizace je navržen tak, aby prováděl všechny úkony řízení a sledování jízdní trasy po celou dobu jízdy. Systém autonomního řízení na této úrovni předpokládá, že pasažér systému poskytne pouze cíl cesty, ale již nevyžaduje kontrolu podmínek během cesty. Tento automobil nemusí mít standardní ovládací prvky, popřípadě vůbec nemusí mít řidiče [1].

Úroveň 5: - Full automation: plná automatizace („řízení volitelné“). Automat řídí do libovolného cíle, řidič jen zadá místo, kam se chce dostat.

Tyto úrovně symbolizují vývoj jízdních asistentů. Automobil úrovně 0 nenabízí řidiči žádné jízdní asistenty. Automobil první úrovně je vybaven asistenty usnadňujícími řidiči ovládání automobilu. Mezi tyto asistenty můžeme řadit protiblokovací systém kol ABS (Anti-lock Brake System), elektronický stabilizační program ESP (Electronic Stability Program), systém regulace prokluzu kol ASR (Anti-Slip Regulation) nebo adaptivní tempomat. Automobil

splňující parametry úrovně 2 bývá vybaven systémem sledování jízdního pruhu, který udržuje automobil v podélném směru jízdy. Automobily úrovně 3 jsou reprezentovány systémy nahrazujícími řidiče pouze za splnění určitých podmínek, jako je například jízda po dálnici nebo jiné přehledné pozemní komunikaci. Automobil úrovně 4 můžeme označit za plně autonomní vůz, jelikož je schopen nahradit řidiče po celou dobu jízdy.

V tabulce 1 jsou popsány výhody a nevýhody každé úrovně automatizace aut.

Tabulka 1 - Popis úrovně bezpečnosti, jejich výhod a nevýhod

Úroveň automatizace	Popis	Výhody	Nevýhody
<i>0 – ŽÁDNÁ AUTOMATIZACE</i>	Sem patří většina dnešních vozů na silnici. Člověk má nad autem plnou kontrolu a všechno ovládá sám. Vůz maximálně vydává různá varování či upozornění. Typickým příkladem je ukazatel, který při teplotách kolem nuly upozorňuje na možnost námrazy na silnici.	Spolehlivost – čím méně elektronických systémů je v automobilu, tím je spolehlivější.	Člověk může být nepozorný, udělat chybu, ztratit vědomí apod. a stát se příčinou nehody. Podle statistik je lidský faktor nejčastější příčinou nehod. Pomoc automatizovaného zařízení (automatické zastavení, nouzové brzdění) pomůže nehody eliminovat.
<i>1 – PODPORA ŘIDIČE</i>	Adaptivní tempomat, který sám udržuje rychlost a odstup od vpředu jedoucího vozidla. Elektronika v autě může mírně zasahovat do řízení na základě aktuální jízdní situace, konkrétně zrychlovat, zpomalovat, lehce zatáčet. Ovšem auto může vykonávat vždy jen jednu funkci, nikoli je kombinovat.	Snižuje zatížení řidiče při dopravních zácpách.	Řidič se příliš spolehne na pomocné elektrody, např. při stání v dopravní zácpě začne používat mobilní telefon nebo sledovat televizi a bude předpokládat, že auto bezpečně ovládá tempomat (což nemusí odpovídat realitě).
<i>2 – ČÁSTEČNÁ AUTOMATIZACE</i>	Přezdívaná také „nohy z pedálů, oči na silnici.“ Auto „zvládá“ tytéž funkce jako systém o úroveň nižší, ale na rozdíl od něj je může kombinovat, tj. např. může samo zároveň zrychlovat či zpomalovat a současně točit volantem. Člověk musí být stále připraven okamžitě převzít řízení. Typickým příkladem je systém automatického parkování.	Statisticky zvyšuje bezpečnost jízdy vzhledem k tomu, že příčinou většiny nehod je lidský faktor.	Ne každý řidič ví, jak se bude auto chovat v kritické situaci. Ne každý řidič se ponoří do nuancí, jemností a nejrůznějších aspektů, aby věděl, kdy přesně bude/nebude možná částečná automatizace.

<p>3 – <i>PODMÍNĚNÁ AUTOMATIZACE</i></p>	<p>Za určitých podmínek může systém plně převzít kontrolu nad vozidlem. Typickým příkladem je relativně rovná a široká dálnice s dobře vyznačenými jízdními pruhy. Řidič nemusí mít ruce na volantu a (pokud na to má odvahu) ani sledovat silnici, ale stále musí být připraven na upozornění systému převzít řízení. Autopilot při jízdě po dálnici automaticky zrychluje, řídí, brzdí, a dokonce se i vyhýbá.</p>	<p>Snižuje zátěž řidiče při dlouhém cestování.</p>	<p>Řidič nebude stále v plné pohotovosti čekat na signál převzetí kontroly řízení, bude se snažit využít čas pro sebe (sledovat televizi, mluvit do telefonu, psát zprávy). Pokud dojde na silnici k neočekávané situaci a autopilot se vypne, řidiči bude trvat několik vteřin, než si uvědomí, že musí řídit auto. Při vysoké rychlosti nebo změně směru pak může snadno dojít k nehodě.</p>
<p>4 – <i>VYSOKÁ AUTOMATIZACE</i></p>	<p>Vozidla této úrovně člověk může řídit sám, ale není to nutné. Až na výjimky (např. velmi špatné klimatické podmínky – husté sněžení apod.) auto zvládá všechny funkce řízení samostatně. Umí si poradit i v případě, kdy vyzve člověka k převzetí řízení, ale ten nereaguje. Auto v takovém případě samo bezpečně zastaví.</p>	<p>Pokud je řidič náhle zdravotně indisponován, auto dorazí do nemocnice či domů.</p>	
<p>5 – <i>PLNÁ AUTOMATIZACE</i></p>	<p>Auto zvládá úplně všechny situace, volant není vůbec potřeba. Člověk jen nastoupí a zadá cílovou destinaci.</p>	<p>Snížení dopravní zácpy (která vzniká jako důsledek zpožděné reakce řidičů na silnicích). Snížení rizika vzniku nehody.</p>	<p>Autopilot není schopen předvídat akce řidiče pod vlivem silných emocí nebo návykové látky a adekvátně v takové situaci reagovat. K odvrácení kolize je v určitých případech vhodný přesun do protijedoucího pruhu nebo do příkopu. Autopilot má podobné akce zakázané, tudíž jich nemůže využít. Existuje riziko neoprávněného přístupu, výpadku napájení nebo útoku hackerů, když se vozidlo pohybuje vysokou rychlostí nebo jede v zatáčce.</p>

Zdroj: autor

2.2 Důvody omezování vlivu lidského faktoru na pohyb vozidla

V této kapitole se budu zabývat důvody, principy a statistickými údaji, ze kterých je patrný výrazný vliv autonomních vozidel na bezpečnost provozu. Bude zde vysvětleno, proč je tomu tak, bude popsán mimořádný význam bezpečnosti silničního provozu, vlivy, které do ní vstupují, a problém lidského faktoru. Možnost omezení lidského faktoru však neznamená, že zvýšení bezpečnosti je jedinou výhodou autonomních vozidel. Zavádění autonomie vozidel probíhá i z dalších důvodů. Tyto důvody, výhody a možnosti jsou popsány níže.

Silniční komunikace

Údržbu a výstavbu silničních komunikací zajišťuje stát a jeho nižší územně správní celky podle platné legislativy. Je to záležitost investičně velice nákladná. Existují určité rezervy v plnění zákonem určených povinností, ale technický stav dálkových a rychlostních komunikací odpovídá požadavkům vnitrostátního i mezinárodního provozu díky zvýšeným investicím v posledních letech.

Silniční vozidla

Velké společnosti, které vlastní a kontrolují téměř 100 % výroby silničních vozidel, osobních i nákladních, existují ve své podstatě za účelem vytváření zisku. Ten mohou vytvořit jen s výrobky, které uspějí v konkurenci na trhu, kde prvním požadavkem je vysoká míra bezpečnosti pro posádku vozidla. Technický stav automobilů, které jsou v provozu, je zabezpečován vyspělým a zaběhnutým systémem pravidelných kontrol daných legislativou [18].

Lidský faktor

K dopravním nehodám dochází podle statistiky organizace NHTSA ve Washingtonu z následujících příčin:

Statistika důvodů vzniku dopravních nehod [19]:

Lidský faktor - **94 %** +/- 2 %

Vozidlo - **2 %**

Prostředí - **2 %**

Přesně neurčitelné důvody - **2 %**

Nárůst intenzity a rozsahu dopravního provozu na silnicích

Selhání lidského faktoru jako hlavní příčina vzniku dopravních nehod je tedy zásadní problém. Po evropských dálnicích se neustále pohybuje mnoho a mnoho tisíc kamionů. Téměř každé osobní vozidlo, včetně těch, která jsou klasifikována jako malá, snadno

dosáhne rychlosti 150 km/hod. Existuje i mnoho dalších důvodů, proč mají vozidla pohybující se na silnicích velký potenciál pro vytváření rizikových situací.

Ročně zemřelo na silničních komunikacích celého světa v posledních pěti letech průměrně 1,3 milionu lidí, což je 3 287 každý den [14].

V tabulce 2 níže je znázorněno, jak stoupa počet nehod a mrtvých lidí na počtu automobilu.

Tabulka 2 - Nárůst nehodovosti na silnicích v závislosti na počtu automobilů v provozu

Rok	Automobilů v provozu v mil.	Počet mrtvých v tisících
1983	300	300
2000	1000	900
2015	1700	1300

Zdroj [14]

To jsou bohužel ztráty nejtragičtější, které však nejsou konečné – jsou doprovázeny přibližně 2,5 násobkem těžce raněných a 6,5 násobkem lehce raněných. Materiální ztráty se odhadují v řádu bilionů dolarů ročně. Již jen zde uvedená fakta dokazují, že člověk tuto techniku sám nezvládá.

Limity lidských možností

Smyslové vnímání

Základním zdrojem informací o dopravní situaci a o dalších okolnostech je pro řidiče smyslové vnímání. Zrakový vjem jako nejdůležitější zdroj informací ovlivňují tyto faktory: ostrost; velikost zorného pole; barvocit; schopnost prostorového vnímání; oslňování; optické klamy; rychlost optického postřehu; další smyslové orgány využívané při řízení, a to sluch a hmat.

Proces smyslového vjemu je zážitek složený postupně: z vnímání; uvědomování; určení vztahů v soustavě vnímaných předmětů a dějů.

Pro řešení situací v dopravním provozu je rychlost procesu smyslového vjemu maximálně důležitá a tvoří základ pro řidičovo následné rozhodnutí [13].

Z pohledu zajištění bezpečnosti silničního provozu je možné prohlásit: Jsme schopni vyrobit téměř dokonalá vozidla, postavit takřka dokonalé silniční komunikace, vybrat jako řidiče zdravého člověka, toho dobře vycvičit v autoškole, ale stále to bude člověk – člověk, který musí v každém okamžiku, kdy řídí vozidlo, činit na základě svých smyslových vjemů.

U žádného člověka nelze eliminovat vliv psychiky na jeho rozhodování za volantem. A na tomto místě je nutné zdůraznit, že rychlost rozhodnutí je mimořádně důležitá pro následnou reakci. Na této rychlosti pak mohou záviset lidské životy [13].

Srovnání člověka a systémů

V této části se zaměříme na srovnání člověka a jeho reakcí s reakcemi sledovacího systému:

reakční doba dobrého řidiče (součet časů trvání optické, psychické a svalové reakce) je asi 1–2 sekund,

sledovací systém má reakční dobu (od zaznamenání rizikového objektu do předání informace brzdovému systému) do 3 milisekund [18].

Jak je z uvedeného textu a údajů v něm obsažených zjevné, je rozdíl v rychlosti reakce systému nahrazujícího člověka v hodnotě tří řádů. Vozidlo vybavené systémem ABS zvládá velmi náročné a rizikové situace, např. neovladatelný smyk s rotací, do něhož se jakékoli vozidlo snadno dostane při jakémkoli intenzivnějším zabrzdění na kluzké vozovce.

Bezpečnost

Vliv provozu autonomních vozidel na bezpečnost silničního provozu je v každém případě nejdůležitější. Při srážce nákladního automobilu s osobním je ohrožena posádka osobního vozu nepoměrně více. Nákladní automobil kvůli své vysoké hmotnosti a velké hybnosti dokáže způsobit více škody než několik osobních vozů najednou. Právě zde hrají velkou roli schopnosti řidičů. V praxi jsou však tyto potřebné schopnosti snižovány mnoha okolnostmi, které nelze opomenout ani vyloučit. Zdlouhavé monotónní trasy profesionálních řidičů snižují výrazně jejich pozornost, snadno se může projevit únava, nebo dokonce smrtelně nebezpečný mikro spánek. Zdlouhavé předjíždění kamionů navzájem je také ohrožujícím prvkem.

Toto předjíždění má minimální vliv na časovou úsporu a je zcela zanedbatelné ve srovnání s časovou úsporou autonomních aut. Výhody roboaut pro zvýšení bezpečnosti jsou tedy v odstranění těchto problémů, zabránění spánku řidiče z důvodu únavy a následné ztráty pozornosti. Elektronické systémy zároveň eliminují všechny psychické a sociální problémy člověka a zamezí jeho zbytečným riskantním manévřům [12].

Úspora nákladů

Úspora nákladů je velmi široký pojem. Budeme-li se zabývat náklady na provoz jednoho nákladního vozidla, je nutné ještě rozlišit, k jakému účelu bude využíváno a v jakých provozních podmínkách bude pracovat. U roboauta se už nemusíme zabývat otázkou, kdo jej bude řídit, neboť lze předpokládat, že to bude vyspělá elektronika. Z předchozího textu je ale zřejmé, že je pořízeno za nějakým účelem a za nějakou cenu. Jednoduše řečeno, bude si na sebe muset vydělat, zaplatit investici vloženou do jeho nákupu a pokrýt průběžné náklady na svůj provoz. Nejprve je tedy nutné investovat do nákupu robovozidla, což vždy

představuje velkou počáteční investici, využití drahého vozidla tedy bude muset být velmi dobře připraveno a analyzováno z hlediska zajištění jeho produktivity.

Náklady na mzdy

Z náhrady řidiče řídicím softwarem logicky vyplývá, že dojde ke snížení nákladů na mzdy. Mzdové náklady tvoří zpravidla přibližně třetinu celkových nákladů u jakékoliv činnosti. Náklady na provoz každého z vozidel budou tedy sníženy o mzdu řidiče, kterého již není třeba. Bylo by velmi naivní předpokládat, že částka, která bude takto ušetřena, navýší zisk dopravní společnosti. K provozu autonomních vozidel bude zapotřebí (na rozdíl od řidičů) celé řady vysoce kvalifikovaných pracovníků jako dispečerů, programátorů a techniků pro údržbu těchto vozidel, na kterou běžný automechanik již stačit nebude. Tím výrazně vzrostou nároky na řízení a organizaci dopravních podniků a dopravních úseků všech ostatních firem. Lze očekávat, že sice vznikne jistá úspora na mzdách řidičů, ale je otázka, zda tyto peníze budou stačit na zaplacení daleko kvalifikovanějších zaměstnanců.

Zkrácení časů

Jedním ze základních problémů v autodopravě je nutnost pravidelných přestávek. Ty zvyšují čas nutný k přepravě o desítky procent. To je možné eliminovat použitím autonomních vozidel, která nepotřebují spát a odpočívat. Zkrácení přepravních časů otevírá nové možnosti. Potravinu přepravované nákladní dopravou budou doručeny čerstvější, což umožní například snížení množství konzervačních látek. Čas jsou peníze a snížení přepravních časů může přinést velké úspory jak na straně dopravce, tak na straně zákazníka, který si přepravu objednal.

Opotřebení vozidla

Vývoj autonomních vozidel si vyžádá podstatné zvýšení kvality dopravní infrastruktury tak, aby byla vhodná pro jejich využití. Tím není myšlena jen obvyklá kvalita a trvanlivost jejich povrchu, se kterou zápasí firmy provádějící dopravní stavby v České republice, ale také jejich celková kvalita včetně dopravního značení, trvalé péče o něj a zajištění jeho funkcí. Pravidelná a vysoce kvalitní, jak zimní, tak letní, údržba silničních komunikací bude v době roboaut bezpodmínečně nutná. Splnění všech těchto podmínek bude nejlepším předpokladem pro snižování opotřebení vozidla během jeho provozu. Efektivností a plynulostí provozu se také sníží opotřebení motorů [12].

3 Problematika autonomních vozidel

3.1 Výhody autonomních vozidel

První výhodou autonomních vozů je možnost zvládnout během cesty více činností. Zatímco jste přepravováni z místa na místo, můžete dělat cokoli jiného. Jíst, spát, pracovat, povídat si s blízkými, takže čas strávený cestou do práce již nebude muset být považován za „ztracený“.

Autonomní vozidla mají pozitivní dopad na životní prostředí vlivem snížení spotřeby paliva, následným zvýšením efektivity provozu a omezením počtu havárií, při kterých dochází k úniku škodlivých látek. Při velkých objemech motorů nákladních vozidel a vysokých výkonech, kterými disponují, jsou možnosti úspor paliva cestou dokonalejšího spalování reálné. Optimalizace spalovacího procesu, která vychází ze znalosti trasy, kdy využití výkonu je odvozováno ze znalosti odchylek od přímého směru a především pak od výškového charakteru s potřebným předstihem pro efektivní využití hybnosti vozidla, snižuje spotřebu paliva, a tedy i emise naprosto jednoznačně.

Autonomní řízení zajišťuje plynulost při provozu a tím i úspory paliva nebo energie. Vozidlo je předem seznámeno s terénem díky použití 3D map; díky dokonalé znalosti reliéfu jízdní trasy může účelně přizpůsobit jízdu. Například stejně jako zkušený řidič zvýší rychlost před kopcem, a naopak ubere před vrcholem kopce nebo využije klesání k akceleraci. Vozidla mohou využívat vzájemné komunikace mezi sebou a počítač nepřetržitě hlídá spotřebu. Běžného řidiče ovlivňují faktory, které zhoršují kvalitu jeho pracovního výkonu. To lze doložit na příkladech: jedním z nich je, že řidič málokdy přemýšlí nad efektivitou jízdy a většinou svoji práci provádí rutinně. Pokud nemá motivaci jezdit ekonomicky, bude spotřeba paliva sice konstantní, ale nebude klesat. Jde o vhodné řazení, předvídání, využívání hybnosti vozidla k jízdě bez brzdění, správný průjezd kopcem, omezení zbytečné akcelerace. Styl jízdy může být ovlivněn psychikou.

Další slibovanou výhodou je efektivita. Když samořídící automobil používá svou digitální obratnost k tomu, aby s námi projel městem co nejrychleji, bude současně komunikovat s ostatními autonomními vozy, například jako na obrázku 6. A nebude si povídat pouze s nimi, ale také s chytrou infrastrukturou před sebou a za sebou. To umožní uskutečnit spoustu efektivních věcí. Jeden autonomní automobil bude vědět, že jiné podobné vozy jedoucí předním najednou nezpomalí, takže bude možné zkrátit mezery mezi vozy [20].

Vývoj autonomních vozidel si vyžádá podstatné zvýšení kvality dopravní infrastruktury tak, aby byla vhodná pro jejich využití. Tím není myšlena jen obvyklá kvalita a trvanlivost jejich povrchu, se kterou zápasí firmy provádějící dopravní stavby v České republice, ale také jejich

celková kvalita včetně dopravního značení, trvalé péče o něj a zajištění jeho funkcí. Pravidelná a vysoce kvalitní, jak zimní, tak letní, údržba silničních komunikací bude v době roboaut bezpodmínečně nutná. Splnění všech těchto podmínek bude nejlepším předpokladem pro snižování opotřebení vozidla během jeho provozu. Efektivností a plynulostí provozu se také sníží opotřebení motorů [5].



Obrázek 6 – Chytrá komunikace vozidel mezi sebou [32]

Auta bez řidiče mohou poskytnout nové možnosti mobility také lidem se zdravotním postižením, kteří nemohou řídit. Na celém světě by se jednalo o miliony takových lidí. Studie naznačují, že inteligentní samořízená robotická auta by mohla vytvořit nové pracovní příležitosti pro přibližně dva miliony lidí se zdravotním postižením. Plně autonomní vozidla umožňují svobodné cestování i lidem bez řidičského průkazu, tedy i nevidomým, dětem, seniorům. Umožňují svobodnou přepravu materiálu, zboží a všech osob. Odstraňují nutnost použití lidské práce, snižují náklady na mzdy a nejsou ovlivněny nutností přestávek. Kromě snahy umožnit neomezenou mobilitu lidem, kteří nejsou schopni řídit automobil, nabízí autonomní vozidla značné usnadnění práce. Měla by být schopna odvézt děti do školy, vyzvednout zboží, posloužit jako taxi nebo umožnit věnovat se během jízdy jiným činnostem – například přípravě na jednání během cesty do práce [31].

3.2 Nevýhody autonomních vozidel

Dalším aspektem, který je nutno vzít v úvahu, je cena autonomních systémů, které mohou výrazně zvýšit cenu vozidel. Například 3D lidar, který je v současnosti klíčovým snímačem u velké většiny fungujících autonomních konceptů, svou cenou převyšuje cenu vlastního vozidla. Proto je kladen důraz na hledání řešení, která umožní využít cenově dostupnější snímače, k čemuž je třeba zejména dořešit problematiku pokročilé fúze těchto snímačů.

Současně se hledají cesty ke zefektivnění a zlevnění výroby stávajících drahých snímačů. Otázkou je, zda pro snížení ceny bude stačit pouhá masová výroba, nebo zda bude třeba výrazně zlepšit technologické řešení současných nákladných senzorů.

Pokud se však bavíme o bezpečnosti, vyvstává jedna důležitá otázka, a tou je problém zabezpečení. Vše, co je připojeno k síti, je možné ohrožení hamerským útokem. Již jen upgrade systémů bude realizován síťově, což se u společnosti Tesla již děje. Její automobily jsou vybaveny hardwarem pro autonomní řízení (tedy např. senzory, popsány v kapitole 2, a další) a software autonomního řízení je možné dokoupit a nahrát na dálku. Pravděpodobně bude tedy vždy existovat nějaký způsob, jak se do systémů aut nabourat a převzít nad nimi kontrolu. A sedět v autě bez pedálů a bez volantu, které pasažéry odváží neznámo kam, asi není příliš příjemný pocit. Znamená to tedy, že roboauto může být teoreticky použito také jako zbraň. Příkladem je například hackerský útok z července 2015, kdy se skupinka dvou programátorů (tzv. bílých hackerů) nabourala do elektroniky automobilu a převzala řízení. Dokázali vypínat a zapínat motor, ovládat akceleraci a dokonce volant, takže dovolili vozidlu prudké zatáčení ve vysoké rychlosti.

Hlavní legislativní zabranou je chybějící legislativní rámec v EU (včetně ČR) a zatím pouze částečně vytvořená legislativa v USA. V rámci legislativního procesu bude nutné dořešení otázek, jako je odpovědnost za provoz autonomního vozidla, etika provozu, úprava dopravních předpisů (např. dopravní kontroly), státní regulace (kontroly funkčnosti a bezpečnosti, povolování provozu a dalších).

4. Shrnutí problematiky bezpečnosti a ekologie autonomních vozidel

V dané kapitole jsou popsány možné problémy provozování autonomních aut a jejich následky. Možné problémy s jejich následky je uvedeno v tabulce 3.

Tabulka 3: Identifikace problému bezpečnosti

Problém	Dopady a následky
Poruchy hardwaru a softwaru	V případě poruchy hardwaru a softwaru, případně neovladatelnosti vozidla, může dojít v případě nehody ke zranění řidiče nebo ostatních účastníků dopravy (chodci).
Chování vozidla v situaci, kterou neumí vyhodnotit	Výrobce autonomních vozidel musí zajistit, aby vozidlo mělo signalizační zařízení poruchy (akustický a světelný signál), autonomní režim se musí vypnout.
Neproškolený řidič	Při nesprávném ovládní vozidla může dojít v případě nehody ke zranění řidiče nebo ostatních účastníků dopravy (chodci).
Neoprávněné připojení na ovládací systém vozidla přes telekomunikační síť (3G/4G), selhání sítí	Možnost ovládní vozidla bez řidiče ve vozidle, panika řidiče, v případě nehody může dojít ke zranění řidiče nebo ostatních účastníků dopravy (chodci).
Provoz autonomního režimu bez platných zákonů	Řidič se dopouští přestupku, případně trestného činu, protože v současné chvíli musí držet volant a věnovat se plně řízení vozidla.
Nehoda způsobená autonomním vozidlem	Vzroste nedůvěra veřejnosti v autonomní řízení.
Nevhodné povětrnostní podmínky (déšť, mráz, teplo, vlhko)	Výrobce autonomního vozidla musí stanovit, za jakých podmínek je bezpečné provozovat autonomní režim řízení.
Nekvalitní dopravní infrastruktura	Výrobce autonomních vozidel musí zajistit, aby vozidlo mělo signalizační zařízení poruchy (akustický a světelný signál), autonomní režim se musí sám vypnout.
Neovladatelné vozidlo, u kterého nelze vypnout autonomní režim	Ve vozidle musí vždy existovat možnost vypnout autonomní režim, případně jej hardwarově odpojit z kabiny vozidla. V případě poruchy může dojít k nehodě.
Jak se budou chovat autonomní vozidla, pokud se setkají	Vozidla musí správně vyhodnotit situaci, případně odpojit autonomní technologii, umět vyhodnotit např. vzájemné rušení lidarů.

Zdroj: autor

What-if –analýza dává možnost zjistit dopředu, co se stane, když při autonomním řízení dojde k selhání softwaru či hardwaru, a tím pádem k havárii, což je popsáno v tabulce 4.

Tabulka 4 - What-if –analýza

Chráněné zájmy	Možné dopady na chráněné zájmy
Životy a zdraví lidí	Úmrtí nebo zranění lidí v důsledku zničení nebo nájezdu aut; špatná hygiena; infekce
Bezpečí lidí	Nárůst agresivity; omezenost lékařské péče; traumata z události; obava z autonomního řízení aut; nedůvěra, sociální nejistota
Auta a infrastruktura	Přímé zničení nebo velké poškození aut, objektů, silnic, železnic, mostů, plotů, škody na vybavení budov, velké materiální škody na zařízeních, která nelze opravovat
Veřejné blaho	Zvýšení nezaměstnanosti; snížení životního standardu; škody na veřejných budovách a objektech, omezení dopravní obslužnosti
Životní prostředí	Znehodnocení životního prostředí, poškození složek životního prostředí únikem nebezpečných látek; poničení silničních soustav; kontaminace podzemní i povrchové vody; znehodnocení zemědělské půdy a úrody
Infrastruktura a technologie, které se dále člení na:	<p>Možné dopady na dodávky energií (elektrina, teplo, plyn): přerušení elektrické energie, plynu a tepla; nemožnost zajistit osvětlení, provoz lednic, čerpadel</p> <p>Možné dopady na systém dodávky vody: při přerušení dodávek elektrické energie selhání dodávek pitné vody; ztráta možnosti regulovat dodávky pitné a užitkové vody</p> <p>Možné dopady na přepravní síť: selhání dopravní obslužnosti; zničení komunikací, mostů, železnic; dopravní chaos, zácpy, havárie, přerušení provozu městské dopravy, autobusů i železnice, systémů řízení dopravy (semafony)</p> <p>Možné dopady na kybernetickou infrastrukturu (komunikační a informační sítě): hackerské útoky, v důsledku přerušení dodávek elektrické energie dojde i k selhání provozů řízených kybernetickými systémy</p> <p>Možné dopady na nouzové služby (policie, hasiči, zdravotníci): selhání bezpečnostních systémů nutných pro monitorování území – omezená činnost policie; znesnadněná činnost zdravotníků</p> <p>Možné dopady na základní služby na daném území (zásobování potravinami, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby), průmysl a zemědělství: průmyslové podniky omezují či zastavují provoz; škody na dobytku; zastavení provozoven pro likvidaci odpadu aj.; problémy se zásobováním; zhoršení kvality všech služeb apod.</p> <p>Možné dopady na státní správu a samosprávu: nemožnost plně fungovat; znehodnocení evidencí</p>

Zdroj: autor

Cílem What-If analýzy bylo určení rizik v oblasti bezpečnosti a lidského zdraví.

Pro bezpečnost autonomních prostředků je důležité rizika identifikovat, analyzovat, vyhodnotit, rozhodnout o nich a vypořádat se s nimi. To znamená identifikovat rizika, kde by mohlo dojít ke zranění řidiče, spolucestujících, ostatních osob a zranitelných účastníků provozu, jako jsou chodci. Největší riziko představuje schopnost autonomního systému bezpečně vyhodnocovat situaci a bezchybně na ni reagovat.

Je nutné zajistit, aby vozidlo bylo ovladatelné za každé situace, tedy i v případě poruchy hardwaru. Výrobce by měl vybavit vozidlo zařízením, které bude akusticky i dalšími způsoby signalizovat poruchu. Je rovněž nutné vybavit vozidlo nouzovým odpojením autonomního režimu, které musí být funkční za jakékoliv situace (především v případě ohrožení

zdraví lidí). Řidič musí být proškolený, nesmí dojít k tomu, že bude vozidlo ovládané neproškoleným řidičem, který se v řízení vozidla neorientuje. Dalším rizikem může být neoprávněné připojení do vozidla, což může rovněž ohrozit lidské zdraví. Nutné je rovněž analyzovat a eliminovat riziko v situaci, kdy se na vozovce střetnou dvě autonomní vozidla – určit, jak se budou chovat.

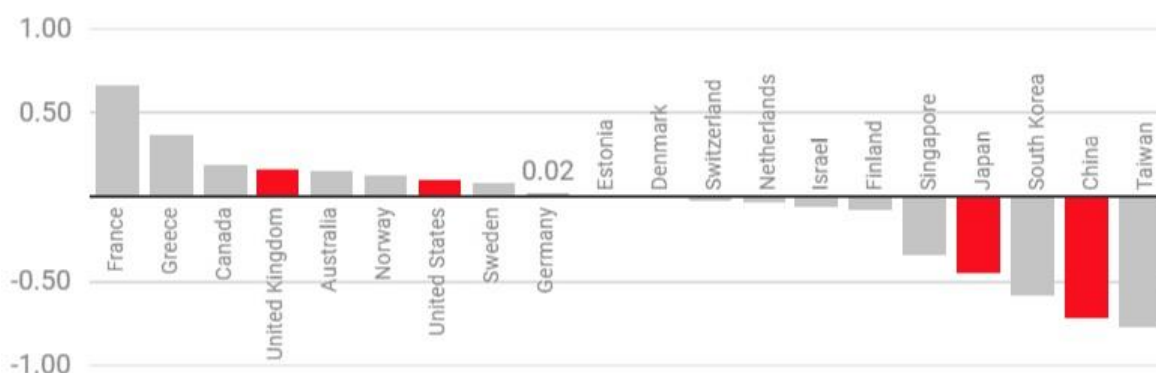
Všechna vyjmenovaná rizika jsou velice důležitá a je nutné je minimalizovat – školením řidičů, důslednou kontrolou technického stavu vozidel, zkouškami nouzového odpojení vozidla, vydáváním aktuálních softwarů pro vozidla, zabezpečením datové komunikace vozidla.

Závažné riziko by mohlo představovat i odmítnutí autonomních vozidel veřejností v případě narůstání nehod způsobených autonomními vozidly – lidé by se mohli cítit ohroženi strojem, proto je třeba vyřešit otázku odpovědnosti za provoz těchto vozidel.

Při posuzování dopadu z ekologického hlediska můžeme předpokládat příznivý vliv autonomních aut (na životní prostředí). Jejich zavedením dojde ke snížení dopravních zácp, a tím pádem i emisí. Dojde ke zklidnění provozu na dálnicích, auta budou dodržovat povolenou rychlost na příslušných úsecích, čímž vznikne i úspora paliv nebo energie. Pokud taková auta budou hybridní nebo elektrická, dojde pravděpodobně i k poklesu hluku, který rovněž představuje velký problém (především ve městech, ale i na rušných komunikacích v jiných oblastech).

Otázka loajality: „Koho zabít“ v případě nehody

Vědci zjistili, že názory lidí na tuto mimořádně citlivou otázku se v různých zemích velmi liší a jsou s největší pravděpodobností výrazně ovlivněny kulturou a ekonomikou. Například účastníci ankety v kolektivistických kulturách, jako je Čína a Japonsko, mají zájem v případě neodvratitelné nehody zachránit spíše starší lidi než mladé, v zemích s individualističtější kulturou se největší procento dotazovaných naopak vyslovilo pro záchranu mladých lidí.

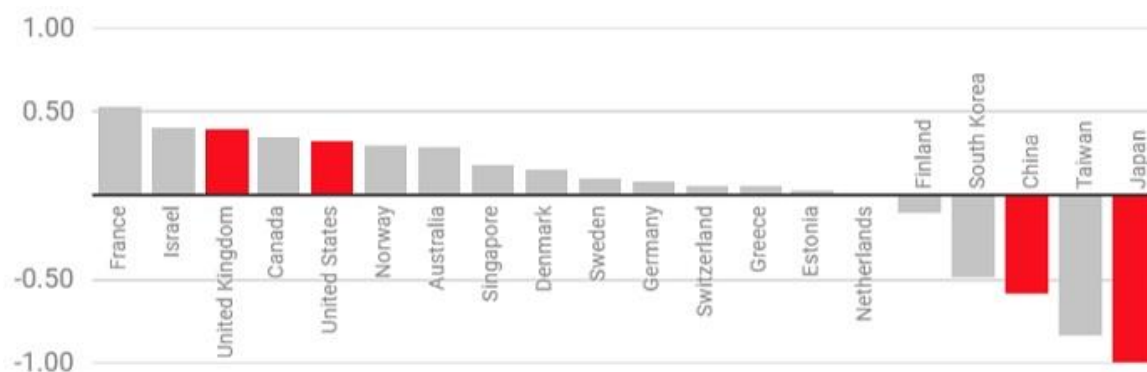


Obrazek 7 –V zemích s individualističtějšími kulturami je větší pravděpodobnost záchranu mladších lidí [22]

Srovnání názorů lidí na pravděpodobnost záchranu mladších lidí při možné havárii v různých zemích ukazuje obrázek 7: pokud je sloupec bližší k 1, respondenti považují za vhodnější zachránit životy mladých lidí; pokud je sloupec blíže -1, respondenti dávají přednost záchraně životů starších lidí; 0 je celkový průměr.

Dotazující s chudších zemí jsou více tolerantní k těm chodcům, kteří nedodrží pravidla silničního provozu a přecházejí mimo přechod [22].

Kromě toho vědci zjistili, že počet lidí, kteří mohou být nehodou zasaženi, není vždy nejdůležitějším faktorem při volbě, kdo má být přednostně zachráněn. Výsledky ukázaly, že respondenti z individualistických kultur, jako je Británie a Spojené státy, inklinovali spíše k volbě zachovat více životů, ale brali v úvahu i všechny ostatní možnosti.



Obrázek 8 – V zemích s individualističtějšími kulturami se s větší pravděpodobností pokusí zachránit více životů [22]

Srovnání názorů lidí na záchranu více lidí v různých zemích je zobrazeno na obrázku 8: pokud je sloupec bližší k 1, respondenti považují za vhodnější zachránit více životy; pokud je sloupec blíže -1, respondenti dávají přednost zachránit méně životů ; 0 je celkový průměr

Země, které se nacházejí v těsné blízkosti, ukazovaly skoro identické výsledky průzkumu, přičemž na západě, na východě a na jihu byly navíc rozlišeny tři hlavní skupiny.

Vědci si uvědomují, že výsledky mohou být poněkud zaujaté, protože účastníci průzkumu nebyli vybráni podle žádných kritérií a oni sami vyjádřili svůj zájem zapojit se do experimentu. Navíc to byli lidé s vysokým společenským postavením, úzce spojeni s internetem a technicky zdatní. Ale ti, kteří mají zájem o tento druh vozů, budou s největší pravděpodobností mít podobné vlastnosti.

Autoři studie však zdůraznili, že výsledky průzkumu nemají v úmyslu diktovat, jak by různé země měly postupovat. Navíc v některých případech by podle autorů inženýři-technologové a politici neměli naslouchat veřejnému mínění, říká Edmond Awad [22].

Výsledky průzkumu by měly být používány zástupci průmyslu jako základ pro pochopení toho, jak veřejnost bude reagovat na etiku různých navrhovaných a regulačních rozhodnutí. Edmond Awad, autor článku, doufá, že výsledky studie také pomohou technologům hluboce přemýšlet o etice umělé inteligence [22].

V dane tabulce 5 je představena Swot analýza pro autonomní auta.

Tabulka 5 - Swot analýza

<p>Strengths – silné stránky</p> <p>Komfortnější jízda na delší vzdálenosti po dálnici;</p> <p>Možnost využít volného času pro jiné aktivity;</p> <p>Bezpečnější doprava;</p> <p>Rychlejší reakce softwaru a hardwaru;</p> <p>Dodržení povolené rychlosti a výběr nejlepší trasy</p>	<p>Weaknesses – slabé stránky</p> <p>Vyhodnocení dat;</p> <p>Požadavek na kvalitu infrastruktury;</p> <p>Lidský faktor – na silnici nebudou jezdit nikdy pouze autonomní auta, účastníky provozu budou nadále i auta ovládaná řidičem;</p> <p>Málo zkušeností s autonomními vozidly;</p> <p>Legislativa upravující autonomní provoz;</p> <p>Cena nového vozidla;</p> <p>Cena provozu autonomního vozidla</p>
<p>Opportunities – příležitosti</p> <p>Nové oblasti vývoje a výzkumu;</p> <p>Snížení emisí a snížení počtu nehod;</p> <p>Hendikepovaní nebo starší lidé budou mít možnost ovládat vozidlo;</p> <p>Možnost vozidla zaparkovat za městem a být přivoláno majitelem;</p> <p>Při rovnoměrné jízdě dojde k úsporám paliva a energie.</p>	<p>Threats – hrozby</p> <p>Spolehlivost autonomního systému;</p> <p>Kdo bude mít odpovědnost za nehodu: řidič, majitel vozu, výrobce? (není ujasněno);</p> <p>Pojištění vozidel;</p> <p>Etický problém neodvratitelných kolizí;</p> <p>Pokles pracovních míst v přepravních společnostech;</p> <p>Zabezpečení proti vniknutí do vozidel přes komunikační síť a následné ovládnutí systému vozidel.</p>

Zdroj: autor

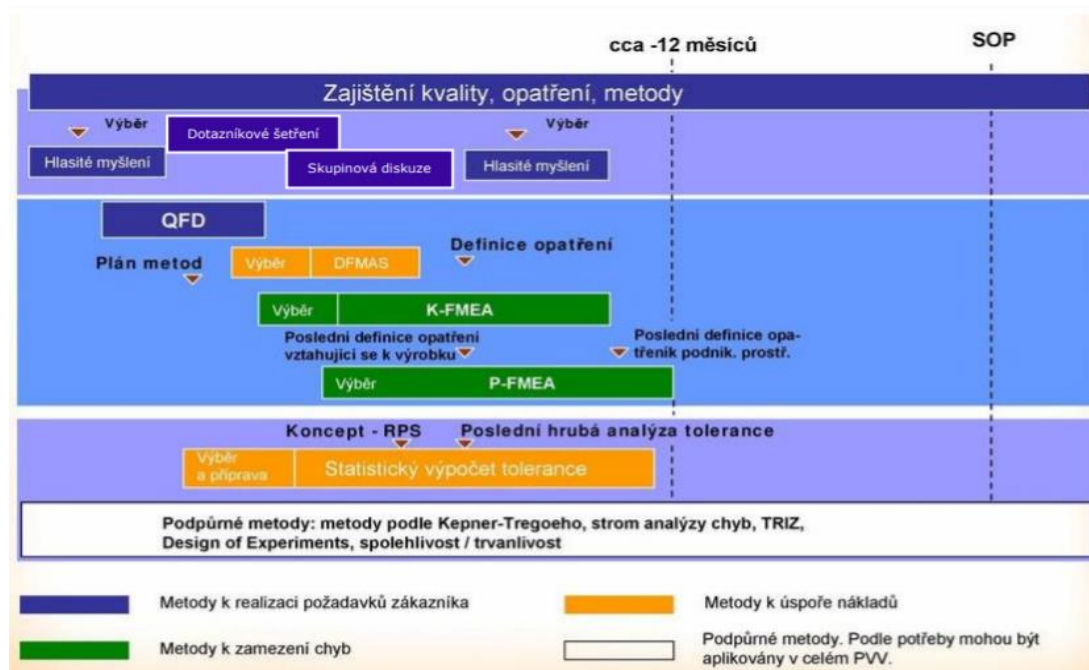
5. Metody ke zjištění požadavků zákazníků

Cílem každé komerční společnosti či výrobce je zjistit požadavky a očekávání zákazníků a poté vytvořit to, co chtějí. Poté je třeba ověřit jejich spokojenost s daným výrobkem, protože spokojenost zákazníků je nutnou podmínkou zisku a odbytu. Obecně se v mezinárodní literatuře tyto metody sjednocují pod anglickým názvem Voice of Customer – VoC.

Pro zjištění kvality existuje celá řada metod, které lze rozdělit do následujících skupin:

- Metody pro zjišťování požadavků zákazníků a jejich implementace do projektu připravovaného výrobku;
- Metody pro zjištění úspory nákladů, zvýšení produktivity a celkově ke zlepšení ekonomických ukazatelů projektu;
- Metody směřující k eliminaci chyb;
- Podpůrné metody.

Rozdělení metod do jednotlivých skupin a jejich časové svázání s procesem vývoje výrobku ukazuje následující obrázek 9.



Obrázek 9 – Přehled metod kvality využívaných ve fázi vývoje výrobku [15]

5.1 Dotazníková metoda

Dotazníková metoda je nejčastěji používaná metoda v marketingových průzkumech. Její výsledek do značné míry závisí na kvalitě přípravy, správnosti a vhodnosti dotazníku a určení cílové skupiny zákazníků. Výsledky metody dotazování jsou často využívány

jako vstupní data pro následující analýzy, prováděné pomocí dalších výzkumných metod kvality, jako je například metoda QFD.

Při tvorbě dotazníku je třeba mít neustále na mysli hlavní myšlenku dotazníku, tzn. co přesně je třeba zjistit, od koho lze tyto informace získat a v jakém rozsahu. Výběr vhodných respondentů pro dotazování probíhá podle předem daných výběrových kritérií. Cílový vzorek respondentů odpovídá předem stanoveným kvótám (např. podíl mužů a žen, věkové skupiny atd.). Otázky dotazníku musí být srozumitelné, logicky navazující (bloky otázek, tematické okruhy), přehledné. V dotazovaném je nutno vzbudit zájem o rozhovor a podpořit jeho ochotu sdělit své názory.

Otázky musí být: krátké, stručné, srozumitelné, jednoznačné, vhodně zvolené; psané spisovným jazykem.

Definování otázek: při formulaci otázek do dotazníku platí několik základních rad a doporučení. Dotazník by neměl být příliš dlouhý, doporučuje se maximálně 15 otázek. Otázky je nutno formulovat přesně, jednoduše, jednoznačně a hlavně srozumitelně. Důležité je vyhnout se odborným a technickým termínům, cizím slovům a dalším frázím, které by mohly být pro respondenta nesrozumitelné.

Volba vhodného formátu dotazníku: K měření spokojenosti se jeví jako nejvhodnější dva formáty – checklisty a tzv. Likertova škála. Checklisty jsou jednoduché dotazníky složené z určitých tvrzení, na které má respondent odpovídat „ano“ / „ne“, případně „souhlasím“ / „nesouhlasím“. Výsledkem tohoto typu je dvoustavové hodnocení spokojenosti – kladná reakce znamená pozitivní vnímání zákazníka, záporná reakce naopak negativní vnímání věci, na niž se ptáme. Likertův formát využívá vícebodové hodnocení – škály. Na jedné straně stupnice je naprosto pozitivní stupeň spokojenosti, strana druhá představuje naprosto negativní vnímání. Nejčastěji bývá využívána pětistupňová bodovací škála, ale konkrétní počet stupňů je možno stanovit pro jednotlivé výzkumy individuálně.

Popis vstupních informací je nutnou podmínkou správnosti odpovědí respondentů. Spočívá v určení pravidel a postupů při vyplňování dotazníku. Uvádějí se v záhlaví a slouží k vysvětlení účelu a cíle dotazování, poskytují instrukci ke správnému vyplnění dotazníku, determinují, kdo bude údaje z dotazníku využívat, objasňují smysl některých otázek a motivují zákazníka ke spolupráci.

Uspořádání dotazníku do tří základních částí umožní následně snadnější kvantifikaci spokojenosti zákazníků. K základním částem se řadí:

- a) Otázky souhrnného charakteru, které se zaměřují na celkovou spokojenost zákazníka.

b) Otázky zaměřené na hodnocení míry spokojenosti s jednotlivými znaky – tvoří nosnou část dotazníku.

c) Identifikační otázky pomáhají k identifikaci respondenta. Lze podle nich klienty segmentovat dle věku, pohlaví, místa bydliště, velikosti nákupu aj. Tyto otázky bývají důležité pro vyhodnocení údajů a následné analýzy.

5.2 Skupinová diskuze

Skupinová diskuze – angl. Focus Group – je kvalitativní metoda. Výhodami kvalitativní výzkumné metody jsou detailní informace od menšího počtu respondentů, což znamená zjištění hlavních názorových trendů. Diskuze je moderovaná odborníkem z oblasti výzkumu, který má na starosti její usměrňování za účelem dosažení požadovaných výsledků. Obvykle trvá 2–4 hodiny, za účasti 8 až 10 osob, z nich asi 50–65 % reprezentuje cílovou skupinu. Pořizování videozáznamu v průběhu diskuze není nezbytně nutné, avšak je to jedním ze základních doporučení. Existence videozáznamu významně usnadňuje proces vyhodnocení a návrh doplňujících otázek. Pro jeden projekt je obvykle realizováno několik takových diskuzí, v počtu podle potřeby [15].

5.3 Klinická studie

Klinická studie je kombinací kvalitativních a kvantitativních metod. Skládá se z kvalitativní skupinové diskuze a kvantitativního dotazování, v jehož průběhu se provádí sběr základních informací od velké skupiny respondentů.

Základním cílem klinické studie (car clinic) je zjistit zákaznický pohled na model nového produktu a získat informace o designu, technické charakteristice, test rozmezí a přijatelnosti cen aj. Informace zjištěné v průběhu klinické studie slouží obvykle jako podklad pro rozhodování o pokračování vývoje produktu anebo pro určování směru marketingové politiky pro daný produkt. Respondenti musejí pocházet z různých zemí a jejich počet má být cca 100–150 z každé země. Pro každý stát obvykle je realizováno šest skupinových diskuzí [15].

5.4 QFD – Quality Function Deployment

Metoda QFD je proces založený na principu maticových diagramů, který pomáhá identifikovat požadavky zákazníka a transformovat je do technických charakteristik výrobku. Je to technika určená pro dosažení kvalitních výstupních parametrů – podkladů pro řešení. Nutnou podmínkou pro její úspěšné provedení je mít k dispozici kvalitní a kompletní vstupní data – určení očekávání zákazníků. Metoda pochází z Japonska a její zavádění spadá do začátku 70. let (Yoji Akao, Shigeru Mizuno).

Cílem metody QFD je objasnit požadavky kladené na produkt, určit priority, které odpovídají požadavkům zákazníků.

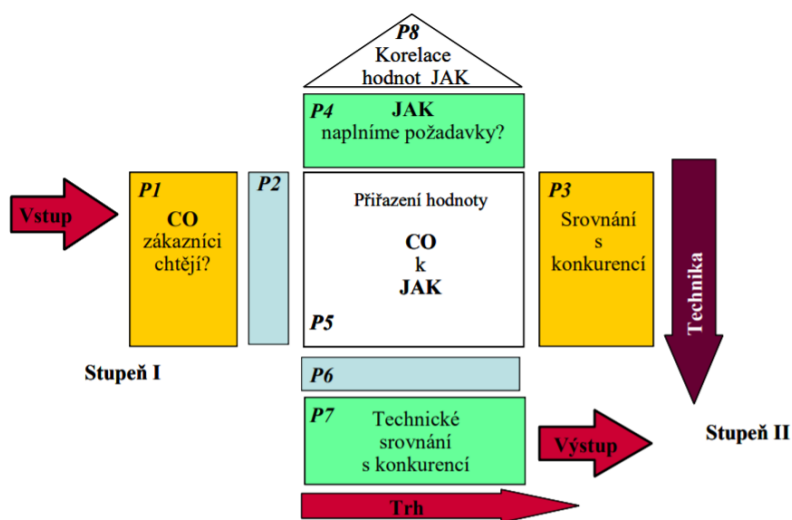
Výsledkem bude odpověď na to, co zákazník očekává a jak tato očekávání naplnit. Tato metoda je nejčastěji používána při návrhu produktů, zlepšování jednotlivých komponentů nebo jejich charakteristik, plánování procesu nebo produktu a optimalizaci.

Quality Function Deployment pomáhá odstranit následující problémy ve výrobě:

- Neporozumění požadavkům zákazníka;
- Špatná či nedostatečná koncentrace;
- Různé (odlišné) interpretace specifikací;
- Nedostatečná strukturalizace;
- Ztráta informací a času.

Případné chyby v přípravě a provedení marketingového výzkumu se v pozdějších fázích velmi špatně napravují a celý výsledek projektu tím může být negativně ovlivněn. Z tohoto důvodu je třeba věnovat dostatečnou pozornost identifikaci požadavků zákazníků.

Pro snazší identifikaci označíme jednotlivé struktury QFD P1 až P8, jako je ukázáno na obrázku 10.



Obrázek 10 – Struktura matic QFD [15]

Obsah jednotlivých struktur používaných ve Škoda Auto a. s. je následující:

P1 – *Hlas zákazníků*; v této části je seznam všech požadavků zákazníků včetně neočekávaných vlastností. Pro zjištění všech požadavků je vhodné použít skupinovou diskuzi.

P2 – *Priority zákazníků*; zde je vhodné použití dotazníkové techniky. Rozsah hodnot priorit je 1 až 9, kdy 1 je nejnižší priorita.

P3 – *Srovnání s konkurencí*; v této části jsou uvedeny hodnoty srovnání vlastností více výrobků podle názoru zákazníků. Dle některých publikací se doporučuje rozdělit hodnocení na stupně 1 až 9, ale na základě praktických zkušeností například ve Škoda Auto se používá místo absolutní stupnice relativní hodnocení vůči vybranému referenčnímu výrobku. Hodnoty se používají v rozmezí -3 až $+3$, kdy -3 znamená že posuzovaný výrobek je podstatně horší než výrobek referenční.

P4 – *Technické parametry*; v této oblasti je seznam technických parametrů, jimiž můžeme plnit očekávání zákazníků.

P5 – *Přiřazení hodnot*; v této oblasti jsou uvedeny hodnoty, které určují, do jaké míry daným technickým parametrem ovlivníme odpovídající očekávání zákazníků. Zde se uvádí pouze hodnoty 0 = žádné ovlivnění, 1 = nízké ovlivnění, 3 = průměrné ovlivnění a 9 = úplné ovlivnění.

P6 – *Důležitost technických parametrů*; každá hodnota parametru je dána součtem součinů korelací daného parametru (P5) a priority odpovídajícího očekávání (P2). Tato oblast je z hlediska dalšího postupu nejdůležitější. Na základě zde vypočítaných hodnot se dále rozhodneme, které technické parametry jsou nejdůležitější a které lze naopak v případě potřeby pominout (nezabývat se jimi tolik).

P7 – *Technické srovnání s konkurencí*; do této oblasti se zapisují skutečné technické hodnoty porovnávaných výrobků. Na základě našich praktických zkušeností je dobré tyto hodnoty normovat v rozsahu, kterému skutečně odpovídají porovnávané vzorky.

P8 – *Vzájemná korelace technických parametrů*; do této oblasti (někdy označované jako střecha) QFD se uvádí vzájemné korelace technických parametrů. Ve Škoda Auto se používají rozsahy hodnoty 0 = bez korelace, 1 = nízká korelace, 3 = střední korelace a 9 = úplná korelace, mimo to se ještě rozlišují znaménky kladné či záporné hodnoty.

Kromě očekávaných požadavků bychom měli i předvídat požadavky, které si zákazníci sami ani neuvědomují. Jestliže má produkt kromě očekávaných požadavků navíc ještě něco, co zákazníka příjemně překvapí, potom spokojenost zákazníka roste (filosofie Kano) [15].

Na celém modelu je nejzajímavější, že plnění požadavků, které zákazník v určitém čase vnímá jako atraktivní a považuje je za mimořádné, se postupem času přesune do požadavků, které bere jako samozřejmost.

6. Praktická část

Táto kapitola je venovaná analýze QFD, ktorá bola zaměřená na porovnání požadavku zákazníku a technických parametru . Jedním ze základních předpokladů prodeje jakýchkoliv produktů, je zjistit co zákazník od daného produktu očekává. V případě automobilů k tomu lze velmi dobře využít různé metody (mimo jiné např. metodu kvality – QFD), které jen s minimální nepřesností stanoví, jak by mohl další ze série automobilů vypadat. Jako velká výhoda se zde jeví zkušenost dotazovaných s podobnými produkty. V podstatě se jedná o souvislé zdokonalování a doplňování funkčních prvků do vozidel. V případě výzkumu autonomních vozidel však nelze využít žádných kauzálních vztahů. Není možné zjistit, jaký pocit budou při jízdě autonomním vozidlem mít, nebudou-li respondenti vystaveni reálným vlivům. Výzkumný pracovník je schopen položit otázky, ale respondent (potenciální zákazník) není schopen na řadu specifických otázek, úzce spojených s autonomními vozidly, řádně odpovědět. V případě, že bude respondent pomocí simulace vystaven reáliím autonomního vozidla, výstupní data se mohou velice zpřesnit.

Kritéria výběru automobilu

Není možné jednoduše stanovit rozdělení autonomních vozidel bez podrobné analýzy současného stavu. Potenciální zákazník, ať fyzická osoba či firma, vybírá využívaný dopravní prostředek dle několika obsáhlejších kritérií (vědomě či nevědomě). Tato kritéria, která po sumarizaci představují přínos pro zákazníka, lze charakterizovat takto:

komfort: zde vyjadřuje fyzický a psychický stav pasažéra při jízdě autonomním vozidlem. Jde o jednu z nejkritičtějších oblastí simulačního výzkumu autonomních vozidel a jeden z hlavních bodů řešených v této práci,

bezpečnost: souvisí nejen s fyzickými opatřeními v rámci konstrukce vozidla, ale vyjadřuje také pocit bezpečí při jízdě mimo jiné vzhledem k ostatním pasažérům, který se mění podle konkrétního dopravního prostředku (automobilu).

efektivita: zde zastupuje schopnost plnění účelu, k němuž je vozidlo určeno: množství přepravovaných osob či nákladu, úložný prostor, velikost vozidla atp.

přidaná hodnota: je vyjádřením vnitřního postoje majitele vozidla. Může zastupovat například oblíbenou značku či postoj k ekologii koupí vozidla méně zatěžujícího životní prostředí.

náklady: nejen na pořízení vozidla, ale také provozní náklady či cena hromadných dopravních prostředků.

6.1 Realizace a popis experimentu

Návrh experimentu

Hlavním úkolem experimentálního výzkumu bude určení poloh, které negativním či pozitivním způsobem ovlivňují pocit nevolnosti při pohybu vozidla. Nejvhodnější polohu je nutné zjistit nejen z důvodu volby základní pozice, ale také pro určení uspořádání platform ve vozidlech, které neumožňují vysokou míru variability prostředí interiéru.

Příklad: Nastavením různých poloh tabletu vzhledem ke směru jízdy v kombinaci s polohou sedadla v prostoru určit vliv jízdy autonomním automobilem na nevolnost pasažéra.

Zodpovězené otázky: Jaký vliv na nevolnost má poloha tabletu vzhledem ke směru jízdy vozidla?

Jaký vliv na nevolnost má poloha tabletu v prostoru? Jaké uspořádání je nejvhodnější zvolit jako výchozí?

V rámci experimentu byl využit dotazník. Úvodní rozřazovací dotazník slouží k výběru daného vzorku probandů, kteří jsou posuzováni z více hledisek. To nejpodstatnější pro výběr je nevolnost při pohybu vozidla. Po dohodě bylo stanoveno, že výběr nebude zahrnovat probandy, kteří při jízdě trpí nevolnostmi. Další primární podmínkou je věk a pohlaví probanda, což je min.:

3× osoba do 30 let (minimálně jedna žena)

4× osoba mezi 30 a 55 lety (dvě ženy)

3× osoba nad 55 let (minimálně jedna žena)

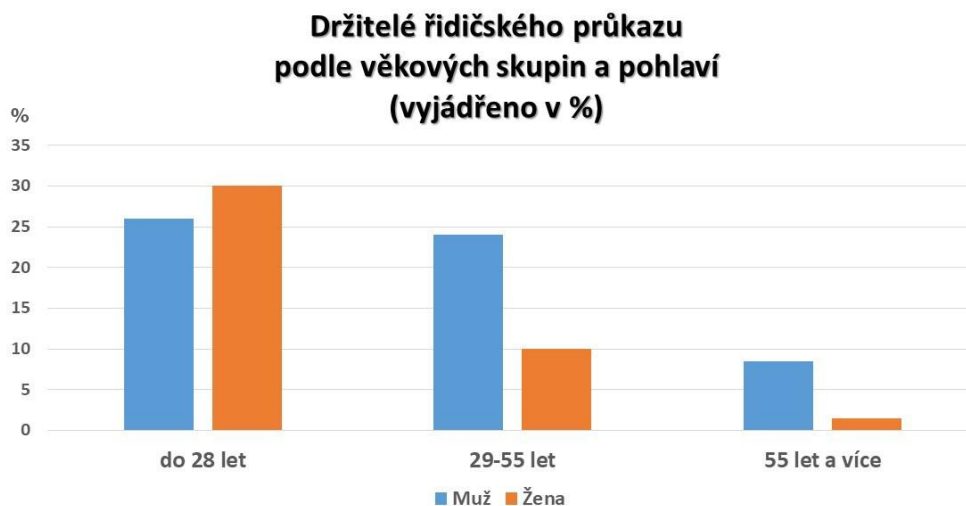
Při dostatečném počtu dat bude další výběr probíhat dle pomocných kritérií:

Odstupňování probandů dle času stráveného v dopravních prostředcích.

Polovina (5 probandů), kteří v první otázce vstupního dotazníku odpověděli první možností (*čtením*). Jako součást širšího portfolia prací, jejichž cílem je vytvoření jednotného, systematického laboratorního prostředí pro testování a měření celého spektra možných hypotéz, je tato práce zaměřena na získání a prohloubení informací v oblasti pocitu z pohybu autonomním vozidlem. Účelem získaných informací je přispět ke zkvalitnění projektu reálných vozidel a tvorby metodik a norem.

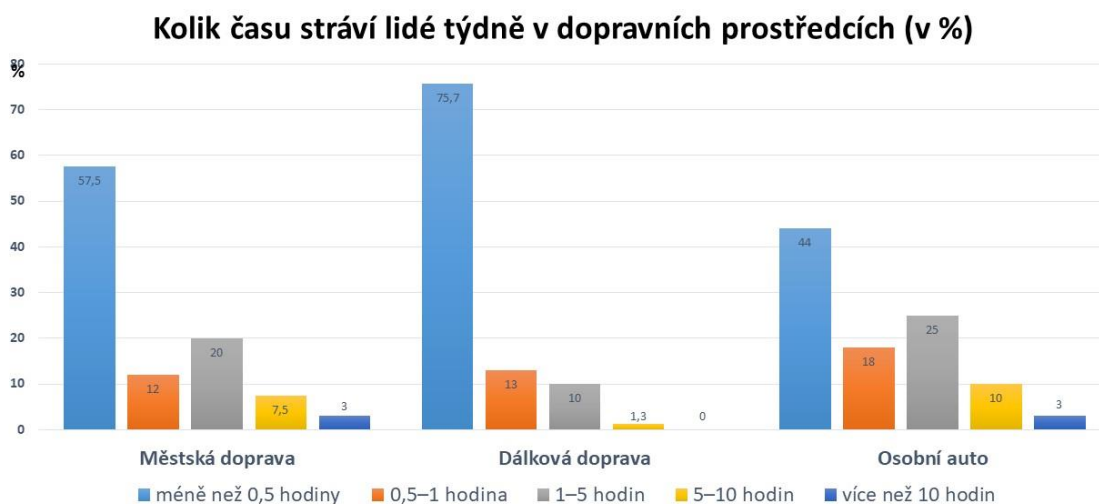
6.2 Zpracování a vyhodnocení výsledku dotazníků

Na obrázku 11 zobrazeno tři skupiny dotazujících lidí podle věku a pohlaví. Jako zajímavost je vidět, že ve skupině do 28 let je více držitelů řidičského oprávnění mezi ženami než muži.



Obrázek 11 – Držitelé řidičského průkazu podle věkových skupin a pohlaví [zdroj: autor]

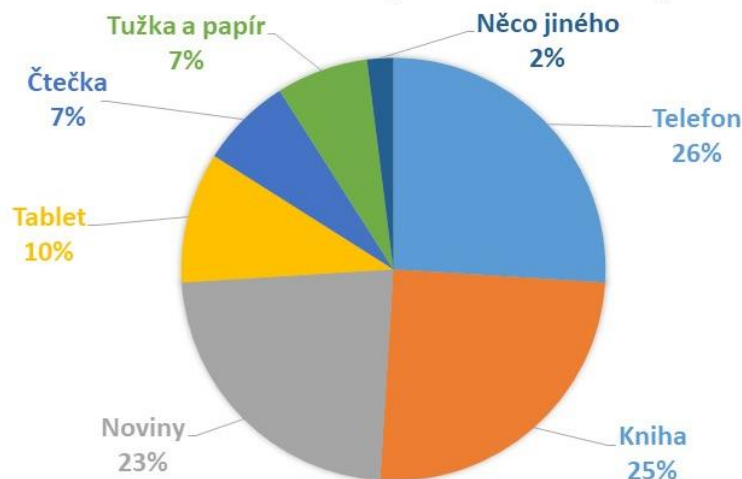
Následující obrázek 12 ukazuje, kolik času lidé tráví v jednotlivých dopravních prostředcích. Většina lidí v nich stráví přes 10 hodin týdně.



Obrázek 12 – Kolik času stráví lidé týdně v dopravních prostředcích [zdroj: autor]

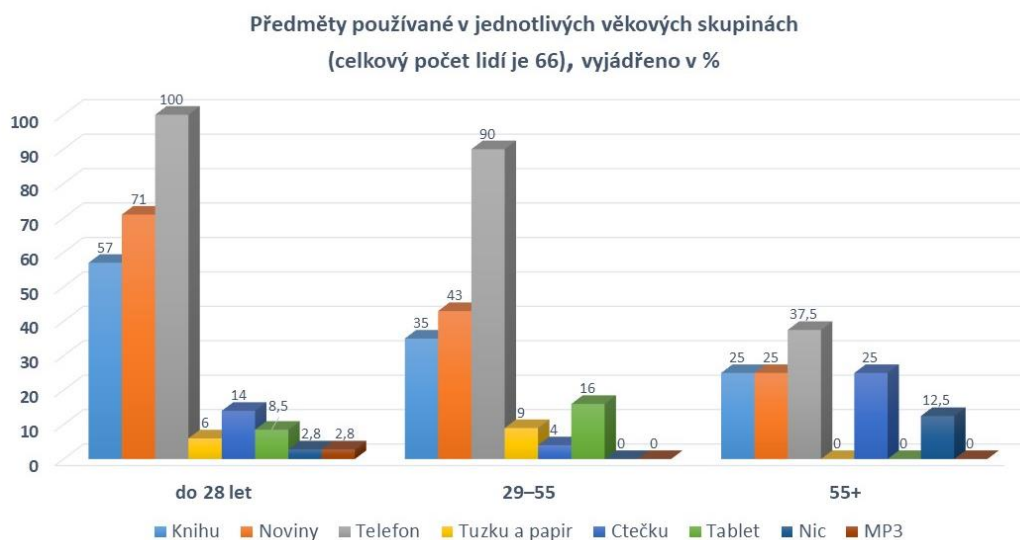
Procentní podíl předmětů, které lidé používají během jízdy dopravními prostředky znázorňuje obrázek 13. Nejpoužívanějšími předměty jsou telefony, knihy a noviny. Jen 10 % používá tablet, 7 % tužku a papír a 2 % něco jiného.

PŘEDMĚTY POUŽÍVANÉ ZA POSLEDNÍ MĚSÍC V DOPRAVNÍCH PROSTŘEDÍCH (VYJÁDŘENO V %)



Obrázek 13 – Předměty používané za poslední měsíc v dopravních prostředcích [zdroj:autor]

Následující obrázek 14 znázorňuje podíl používaných předmětů během cesty podle věkových skupin. Stejně jako na předchozím vidíme, že všechny skupiny nejčastěji používají telefony, dále knihy a noviny.



Obrázek 14 – Předměty používané podle jednotlivých věkových skupin [zdroj: autor]

Z tabulky 6 vyplývá, že ženy velmi často trpí nevolnostmi v dopravních prostředcích.

Tabulka 6 – Typy nevolnosti v dopravním prostředku – podle pohlaví

№	Nevolnosti	Muži, %	Ženy, %
1	Při cestě vlakem či v metru se mi na sedadle proti směru jízdy dělá nevolno.	5	26
2	Při cestě vlakem či v metru se mi na sedadle kolmo ke směru jízdy dělá nevolno.	2,5	3
3	Na sedadlech v zadní části autobusu trpím nevolnostmi.	0	26
4	Na sedadlech v přední části autobusu trpím nevolnostmi.	2,5	3
5	Na zadním sedadle osobního automobilu trpím nevolnostmi.	5	22
6	Na sedadle spolujezdce vedle řidiče osobního automobilu trpím nevolnostmi.	0	11
7	Při čtení v dopravním prostředku se cítím špatně.	10	37
8	Při cestování dopravním prostředkem jsem v posledních 5 letech užil léky proti nevolnosti (např. Kinedryl).	2,5	11

Zdroj: autor

Tabulka 7 vypovídá o nevolnostech podle věkových skupin. Podle získaných údajů trpí nevolnostmi lidé do 28 let více než ostatní věkové skupiny.

Tabulka 7 – Typy nevolnosti podle věkových skupin

№	Nevolnosti	Do 28 let %	29–55 let %	Od 55 let %
1	Při cestě vlakem či v metru se mi na sedadle proti směru jízdy dělá nevolno.	20	4,3	0
2	Při cestě vlakem či v metru se mi na sedadle kolmo ke směru jízdy dělá nevolno.	3	4,3	0
3	Na sedadlech v zadní části autobusu trpím nevolnostmi.	5	8,6	0
4	Na sedadlech v přední části autobusu trpím nevolnostmi.	14	4,3	0
5	Na zadním sedadle osobního automobilu trpím nevolnostmi.	17	8,6	0
6	Na sedadle spolujezdce vedle řidiče osobního automobilu trpím nevolnostmi.	5,5	0	12,5
7	Při čtení v dopravním prostředku se cítím špatně.	31	13	0
8	Při cestování dopravním prostředkem jsem v posledních 5 letech užil léky proti nevolnosti (např. Kinedryl).	11,5	4,3	0

Zdroj: autor

Na dalších tabulkách 8 až 10 jsou uvedené aktivity, kterými se lidé zabývají během jízdy v různých dopravních prostředcích v závislosti na délce jízdy. V každé z těchto tabulek

jsou označeni 1 až 9: 1 – Vůbec, 3 – Jen někdy, 5 – Dostatečně často, 7 – Často, 9 – Velmi často.

Tabulka 8 – Aktivita, jimiž se lidé zabývají v městské hromadné dopravě v závislosti na délce jízdy

Čas / Aktivita	Čtení	Práce	Relaxace	Sledování cesty	Spánek	Hraní her	Komunikace	Sledování videa	Internet
Do 30 min	3	2	3	5	2	2	3	2	3
30 min – 1 h	2	1	1	4	1	1	2	1	2
1 h – 5 h	4	3	4	9	1	2	5	1	3
5 h – 10 h	5	3	2	4	4	1	3	2	2
Více než 10 h	6	3	5	8	2	2	4	3	5

Zdroj: autor

Tabulka 9 – Aktivita, jimiž se lidé zabývají v dálkové dopravě v závislosti na délce jízdy

Čas / Aktivita	Čtení	Práce	Relaxace	Sledování cesty	Spánek	Hraní her	Komunikace	Sledování videa	Internet
Do 30 min	5	2	4	5	3	2	3	2	3
30 min – 1 h	6	4	5	5	5	1	3	2	4
1 h – 5 h	6	5	4	6	5	2	3	2	5
5 h – 10 h	1	3	1	1	2	1	1	1	1
Více než 10 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: autor

Tabulka 10 – Aktivita, kterými se lidé zabývají při jízdě automobilem jako spolujezdci v závislosti na délce jízdy

Čas / Aktivita	Čtení	Práce	Relaxace	Sledování cesty	Spánek	Hraní her	Komunikace	Sledování videa	Internet
Do 30 min	1	1	3	6	3	1	6	1	2
30 min – 1 h	2	1	3	5	3	1	6	1	3
1 h – 5 h	1	1	4	5	3	1	6	1	2
5 h – 10 h	2	1	5	7	2	1	6	1	2
Více než 10 h	1	1	1	3	1	3	6	3	3

Zdroj: autor

Vyhodnocení dotazníku č. 2 po provedení experimentu:

Experiment byl proveden ve třech etapách, celkem zúčastnilo se 45 probandů.

Jednou z nejdůležitějších otázek byl dotaz na komfort při jízdě v autonomním autě. Čtecí zařízení bylo umístěno stejným způsobem v různých polohách (dole, nahoře, uprostřed).

Návrh experimentu – zkušební jízda na autonomním simulátoru

Vstupní data

Do analýzy QFD by měla vstupovat data z metod VoC – dotazníkových šetření, skupinových diskuzí a dalších. V tomto konkrétním případě byla použita data získaná v průběhu dvou setů měření na simulátoru auta v prostorách Fakulty dopravní ČVUT v akademickém roce 2018.

Prvního, druhého a třetího setu měření se zúčastnilo po 15 probandů. VoC informace byly získány ze závěrečných dotazníků a protokolů měření, pořízených v průběhu zkoušky.

Hrubý odhad možných činností je známý díky dotazníkovým studiím a vlastním hypotézám plynoucích z analýzy. Možným postupem pro experimentální výzkum je kvalitativní posouzení pocitu potenciálních pasažérů při vystavení různým činnostem při simulaci jízdy. Jako výchozí data mohou posloužit výsledky ze simulace v konvenčním vozidle. Při následných měřeních na simulátoru autonomního vozidla se mohou měnit podmínky, při kterých budou činnosti vykonávány. Tím bude stanoven vliv jednotlivých podmínek, které lze následně optimalizovat.

Podmínky, které mohou ovlivnit komfort při různých vykonávaných činnostech, mohou být následující:

- poloha pasažéra vzhledem ke směru jízdy;
- poloha média vzhledem k pasažérovi;
- poloha média v závislosti na vizuální vazbě s okolím;
- velikost vizuální vazby s okolím;
- specifické podmínky vázané na danou činnost (velikost písma při čtení...).

Vzhledem k počtu činností a proměnných, které mohou mít na výsledná data vliv, je patrný vysoký počet eventuálně uskutečnitelných měření. Jako vstupní experimenty, jejichž data budou následně porovnávána, je vhodné zařadit měření na konvenčním automobilu (pokud lze danou činnost v takovém automobilu vykonávat).

Příklad 1: Kvalitativní posouzení činnosti – čtení – při různých podmínkách a stejném scénáři jízdy.

Proměnné podmínky jsou poloha média při čtení a poloha pasažéra vzhledem ke směru jízdy. Specifické podmínky činnosti je možné upravovat v závislosti na požadovaném rozsahu experimentu.

Zodpovězené otázky: Jaká je míra komfortu čtení při simulované jízdě konvenčním automobilem v základní poloze pasažéra a média?

Jakým způsobem se změní míra komfortu čtení při úpravě polohy média vzhledem k pasažérovi?

Jakým způsobem se změní míra komfortu čtení při úpravě polohy pasažéra vzhledem ke směru jízdy?

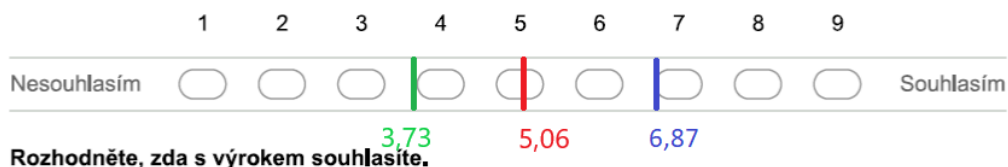
Tímto experimentem budou získána data, která bude v následujících etapách vývoje možné mimo jiné srovnávat s experimentálními daty z téže oblasti řešené při vývoji autonomních vozidel. Pokud bude cílem zkoumat činnosti, které nelze simulovat na konvenčních vozidlech, možnost srovnání není k dispozici. Nabízí se však srovnání s kvalitativními daty činností jiných a následné vytvoření poměrně vypovídajících závěrů. Za účelem relevance dosažených výsledků je vhodné zvolit jednotný formát scénáře simulace u všech souvisejících experimentů, jejichž data mohou být následně porovnávána. V případě, že budou účastníci vystaveni rozdílným scénářům, budou data s největší pravděpodobností pro srovnání devalvována.

Příkladem je pocit nevolnosti při jízdě autonomním vozidlem způsobený vynecháním řidiče jako prvku řízení, zvýšené vnímání nebezpečí při rychlejší jízdě autonomním vozidlem a další. Okruhy obecných proměnných velmi úzce souvisí s kritérii komfortu a bezpečí. Specifickým rysem soukromých vozidel je ale požitok (či potěšení), které přináší řízení vozidla. Tato vlastnost je v případě plně automatizovaného soukromého vozidla zcela zrušena a není možné ji nijak nahradit. Minimalizovat tuto relativní nevýhodu lze doplněním jiných vlastností, jako je např. umožnění snadné interakce s ostatními cestujícími a podobně.

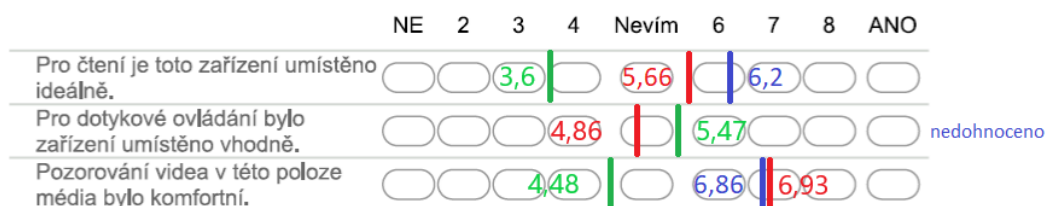
Na obrázku 15 je uvedené nejdůležitější názory respondentu na polohu čtecího zařízení – hardwaru. Barevná označení: červená – poloha nahoře, zelená – dole, modrá – úroveň skla.

Umístění čtecího zařízení mne přišlo příjemné ve všech ohledech.

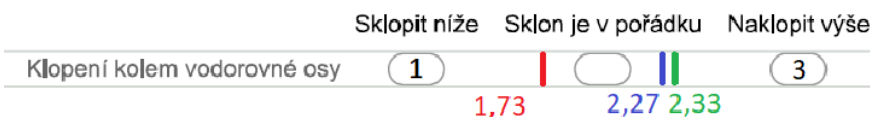
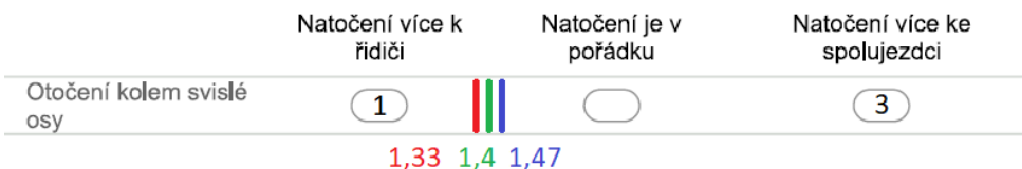
Použitím škály ohodnoťte, do jaké míry s výrokem souhlasíte.



Rozhodněte, zda s výrokem souhlasíte.



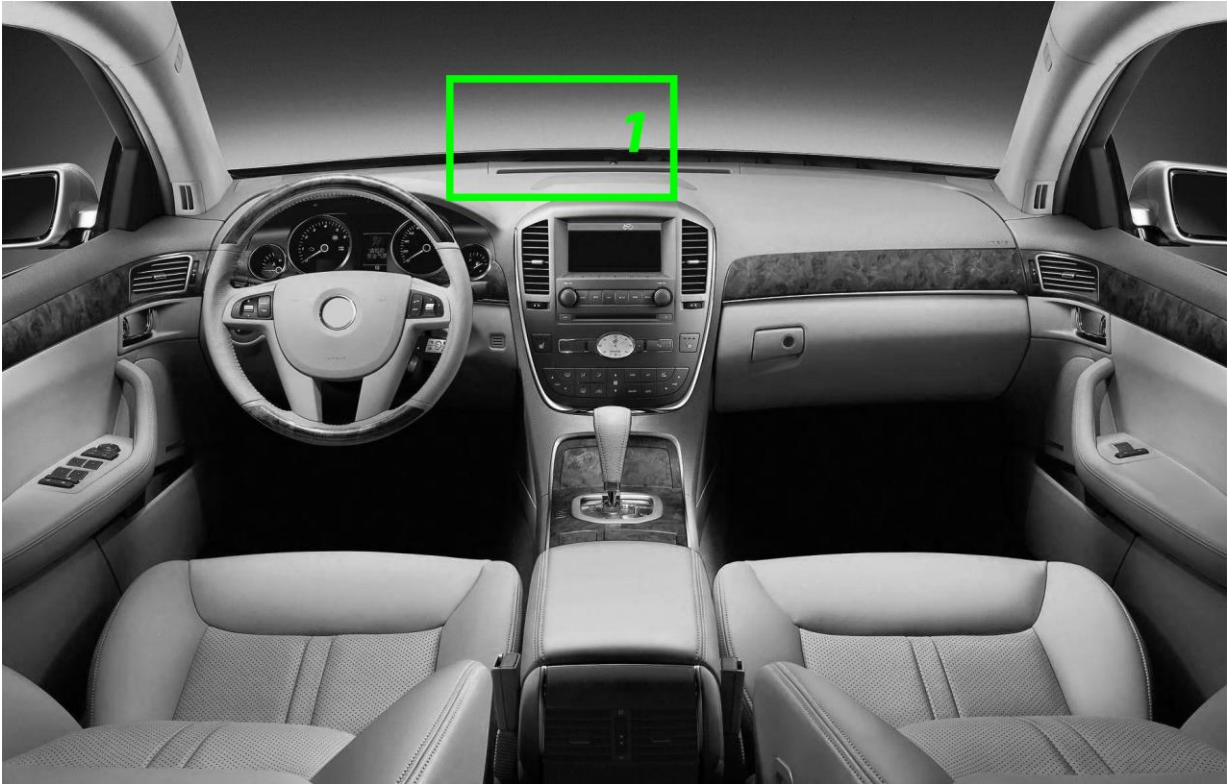
Polohu zařízení bych si upravil/a následovně:



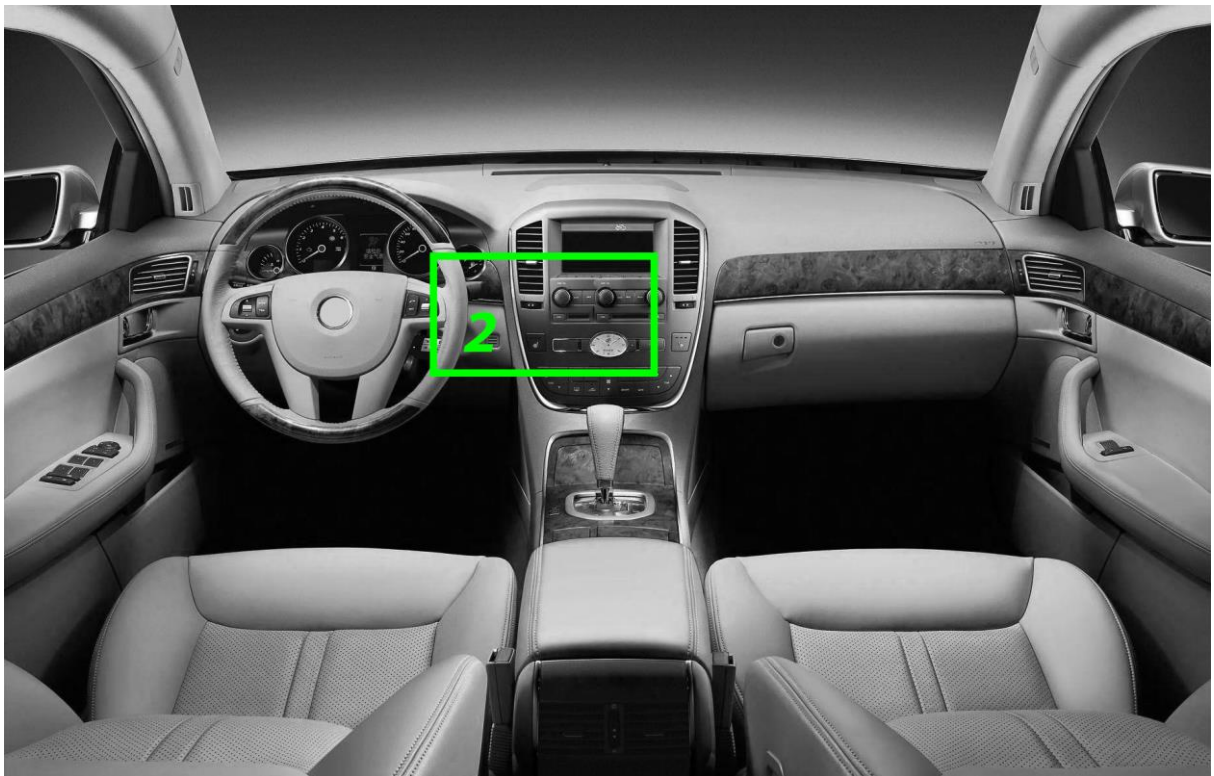
Obrázek 15 – Zjištění nejdůležitějších názorů respondentů na polohu hardwaru [zdroj: autor]

Na dalších obrázcích 16 až 18 jsou označené polohy čtecího zařízení. A na obrázku 19 fialovou barvou je ukázáno nejvhodnější výsledky všech tří poloh.

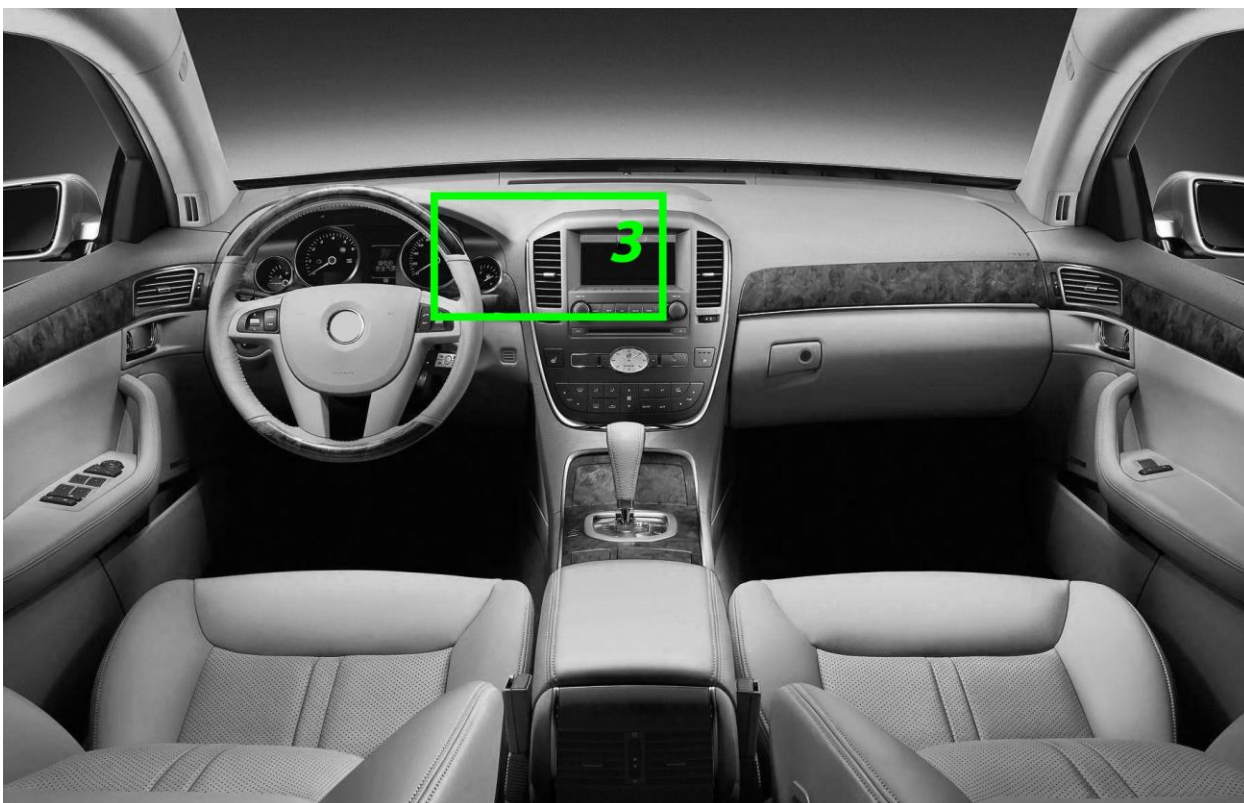
Dále v tabulkách 12 až 14 jsou uvedeny rozdíly mezi skutečnou a ideální polohou těla probandů a ovládání zařízení (odpovědi „ano“) při takových aktivitách, jak čtení, sledování videa a hledání nějakých produktů na e-shopu. Bylo dotazováno 3 skupiny lidí, přičemž několik s nich byli vyloučeni z hodnocení kvůli nevolnosti anebo že špatně se cítily.



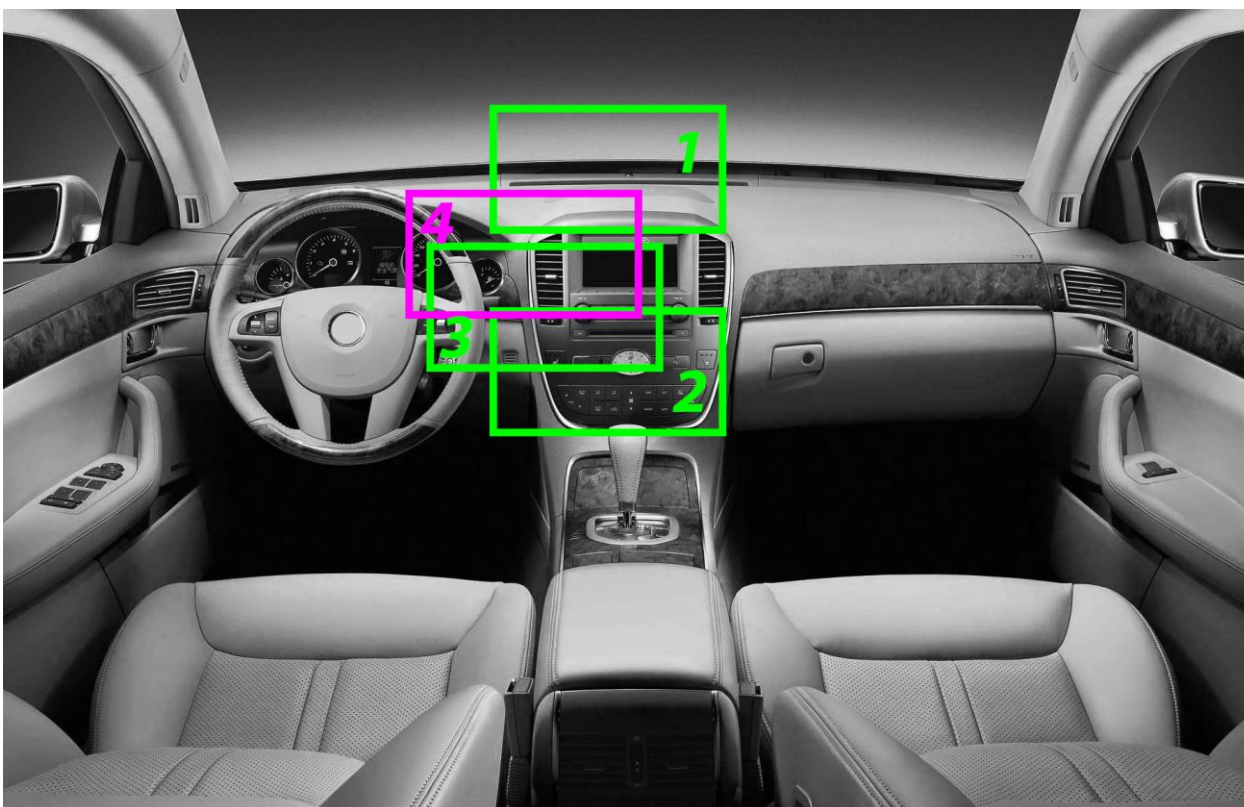
Obrázek 16 – Poloha 1 (nahore) [zdroj: autor]



Obrázek 17 – Poloha 2 (dole) [zdroj: autor]



Obrázek 18 – Poloha 3 (uprostřed) [zdroj: autor]



Obrázek 19 – Výsledek všech tří poloh [zdroj: autor]

Tabulka 11 – Vyhodnocení dotazníku

	<i>Poloha 1 (nahore) – 15 probandů</i>	<i>Poloha 2 (dole) – 15 probandů</i>	<i>Poloha 3 (uprostřed) – 15 probandů</i>	<i>Celkem – 45 probandů</i>
Spontánní kritika				
Malý text operačního systému	4	4		8
Možnost natočení pracovní plochy zařízení	3	1		4
Chybí opora ruky pro snadnější ovládání	2			2
Vyjímatelnost zařízení	1	2		3
Zařízení je příliš vzdálené od uživatele	2			1
Zařízení je příliš vysoko	1			
Zmíněno vzdálené ovládání zařízení (u loketní opory)		1		1
Negativní názor na ovládání myší			3	
Požadavek na větší plochu zařízení			2	
Negativní názor na čtecí plochu ve výhledu			2	
Chybí okraje displeje (řidič nebyl v ose zařízení)			2	
Konkrétní otázky				
Jaký typ ovládání zařízení byste preferovali v případě stejného umístění zařízení? Například joypad, ovládání hlasem, gestikulace atp.				
Dotykové	3	8	2	13
Joypad, Touchpad	2	2	10	14
Hlasem	3	1	3	7
Klasická tlačítka		2		2
Nic		2		2
Dotykové ne (odmítnutí)			2	2
Hlasem ne (odmítnutí, averze)	2	1		3
Joypad ne (odmítnutí, averze)	1			1
Znáte jiné typy ovládání než dotykové u podobných zařízení jiných značek automobilu než joypady (dotykové ovladače u loketní opěrky), které z nich se Vám zdá nejlepší?				
Joypad (kolečko)	2	1	6	9
Voice control	1		1	2
Měnil se nějak Váš pocitový stav během experimentu? Kdy Vám bylo nejhůře a kdy nejlépe?				
Nejhůře u videa	3			3
Nejhůře u vyhledávání na internetu	2			2
Nejhůře u čtení		1		1
Nejhůře u zpomalování vozidla	1			1

Zdroj: autor

V této tabulce 11 je uveden počet lidí, kteří odpověděli ano na dané otázky.

Tabulka 12 – Vyhodnocení – poloha těla a ovládání zařízení

Poloha 1 (nahore)			Rozdíly mezi skutečnou a ideální polohou těla (rovné, nakloněné)						Ovládejte pohyby rukou			
Poloha 1	Pohlaví	Věk	Počet lidí	Sklonil se Dopředu	Sklonil se doprava	Použití loketní opěrky	Druhá ruka na volantu	Ruku na řadicí páku	Bez podpory pro ruku (ve vzduchu)	Pevné prsty na rámu zařízení	Dál ruční ovládání: opřel se o volant (pro leváky)	Displej zoom použit
Čtení	Muži	18–29	3	2	2	3			3			
		30–55	4	1	1	3		2	4			
		56+	4		2	3			4			2
	Ženy	18–29	3	1	2	1	1		3			
		30–55	1		1	1				1		
		55+	0									
	SUMA [%]		100 (15)	26,7	53,3	73,3	6,7	13,3	93,3	6,7	0,0	13,3
Sledování videa	Muži	18–29	3	1	2	3						
		30–55	4	2	3	4		1				
		56+	4		2	3						2
	Ženy	18–29	3		2	1						
		30–55	1		1	1						
		55+	0									
	SUMA [%]		100 (15)	20,0	66,7	80,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	13,3
E-hledání	Muži	18–29	3	3	3	3			2	1		1
		30–55	4	3	4	3		2	4			
		56+	4		2	1	2		2	1	1	
	Ženy	18–29	2	2	2	1				1	1	
		30–55	1		1	1				1		
		55+	0									
	SUMA [%]		100 (14)	53,3	80,0	60,0	13,3	13,3	53,3	26,7	13,3	6,7

Zdroj: autor

Tabulka 13 - Vyhodnocení – poloha těla a ovládání zařízení

Poloha 2 (dole)				Rozdíly mezi skutečnou a ideální polohou těla (rovné, nakloněné)					Ovládejte pohyby rukou				
Position 2	Pohlaví	Věk	Počet lidí	Sklonil se dopředu	Sklonil se doprava	Použití loketní opěrky	Druhá ruka na volant	Ruku na řadicí páku	Bez podpory pro ruku (ve vzduchu)	Pevné prsty na rámu zařízení	Dál ruční ovládání: opřel se o volant (pro leváky)	Displej zoom použit	
Čtení	Muži	18–29	4	1	1	4			4			1	
		30–55	2	1		2	2	1	1	1			
		56+	5	2	3	3		2	4		1	1	
	Ženy	18–29	2		1	1				1	1		
		30–55	0										
		55+	1			1			1				1
	SUMA [%]		100 (14)	28,6	35,7	78,6	14,3	21,4	78,6	14,3	6,7	21,4	
Sledování videa	Muži	18–29	4	2	2	4						1	
		30–55	2	1		2	1	1					
		56+	5	2	3	3						1	
	Ženy	18–29	2		1	1							
		30–55	0										
		55+	0										
	SUMA [%]		100 (13)	38,5	46,2	76,9	7,7	7,7	0,0	0,0	0,0	15,3	
E-hledání	Muži	18–29	4	2	2	4			4			1	
		30–55	2	1	1	2			2				
		56+	5	2	3	5	2	1	3	1	1	1	
	Ženy	18–29	2	1	1	1			2				
		30–55	0										
		55+	0										
	SUMA [%]		100 (13)	46,2	53,8	92,3	14,3	7,7	84,6	6,7	6,7	15,3	

Zdroj: autor

Tabulka 14 – Vyhodnocení – poloha těla a ovládání zařízení

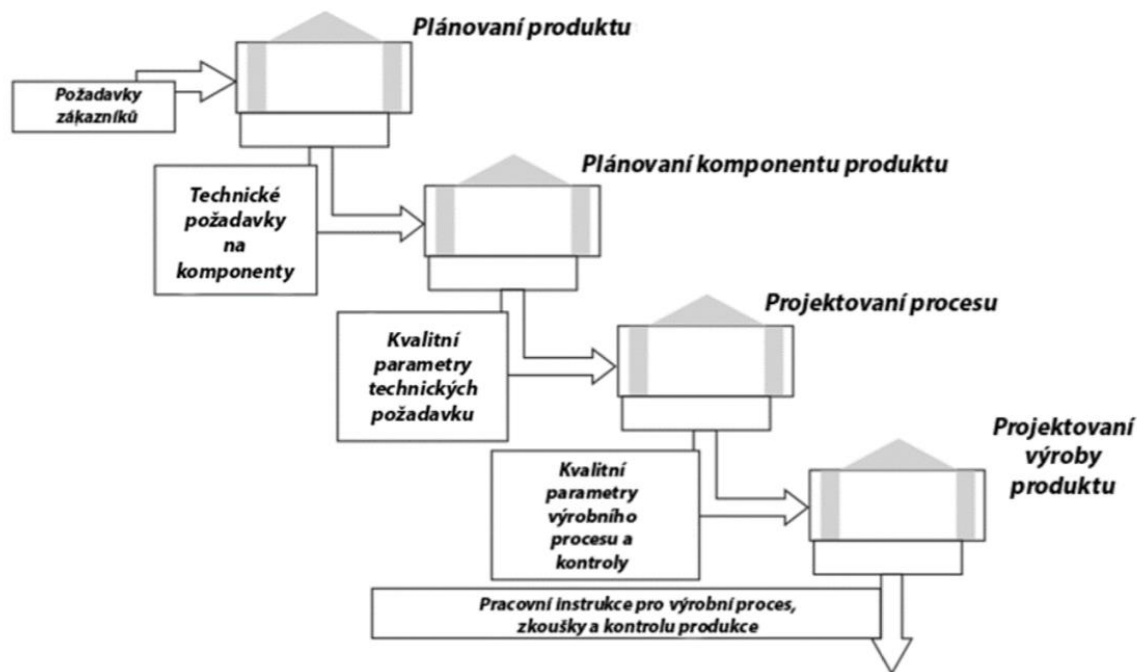
Poloha 3 (uprostřed)				Rozdíly mezi skutečnou a ideální polohou těla (rovné, nakloněné)					Ovládejte pohyby rukou				
Poloha 3	Pohlaví	Věk	Počet lidí	Sklonil se dopředu	Sklonil se doprava	Použití loketní opěrky	Druhá ruka na volantu	Ruku na řadicí páku	Bez podpory pro ruku (ve vzduchu)	Pevné prsty na rámu zařízení	Dál ruční ovládání: opřel se o volant (pro leváky)	Displej zoom použit	
Čtení	Muži	18–29	2		1	2			1	1			
		30–55	5	1		2						1	
		56+	4	1	2	3	2		3				
	Ženy	18–29	2		1	1							
		30–55	1	1	1	1							
		55+	1		1	1					1		
	SUMA [%]			100 (15)	20,0	40	66,6	13,3	0,0	26,7	6,7	6,7	6,7
Sledování videa	Muži	18–29	2		1	1				1			
		30–55	5	1		2	1					1	
		55+	4		1	3	1						
	Ženy	18–29	2	1		1			1	1			
		30–55	1		1	1							
		55+	1		1	1					1	1	
	SUMA [%]			100 (15)	13,3	26,6	60	13,3	0,0	6,7	13,3	6,7	6,7
E-hledání	Muži	18–29	2	1					3	1			
		30–55	5	1	2	1	1		1	1		1	
		56+	4	2		3	1						
	Ženy	18–29	2	1	1	1							
		30–55	1		1	1				1	1		
		55+	1	1	1							1	
	SUMA [%]			100 (15)	40	33,3	40	13,3	0,0	38,5	20	0,0	13,3

Zdroj: autor

6.3 Návrh matice QFD

Nasazení funkce kvality prochází čtyřmi fázemi (procesy), v nichž je prováděno QFD:

1. Plánování produktu. Konstrukce odpovídající matice je podrobně popsána výše. V této fázi výrobce určuje a objasňuje požadavky zákazníků. Výsledkem konstrukce matice jsou přesné hodnoty inženýrských charakteristik, tj. cíle výrobce.
2. Plánování komponent produktu. Tady děláme matice QFD. V této fázi jsou stanoveny nejdůležitější komponenty vytvořeného produktu, které zajišťují implementaci technických charakteristik identifikovaných na základě konstrukce první matice. V první matici byly jako „vstupy“ požadavky zákazníků, ve druhé matici jsou takovými vstupy hodnoty inženýrských charakteristik. V důsledku toho by měl být vybrán projekt, který nejlépe odpovídá očekávaným hodnotám produktů pro spotřebitele. Přijatý projekt (pro hlavní části a součásti produktu) by měl poskytnout možné způsoby zlepšení parametrů kvality a poskytnout provozní korekci vlastností produktu v závislosti na reakci trhu na jeho vzhled.
3. Projektování procesu. V této fázi se vlastnosti (parametry kvality) navrhovaného výrobku transformují do konkrétních technologických operací, které zajišťují příjem produktu s požadovanými vlastnostmi, což zahrnuje stanovení hlavních parametrů každé operace a výběr metod pro jejich kontrolu. Vývoj technologického procesu výroby produktu je nutně doprovázen vytvořením systému řízení procesu a způsobů, jak tento proces dále zlepšovat v souladu s tržní reakcí na hotový produkt.
4. Projektování výroby produktu zahrnuje vypracování výrobních pokynů a výběr nástrojů pro sledování kvality výroby tak, aby každý provozovatel měl jasnou představu o tom, co a jak kontrolovat během provádění procesu. Pokyny by také měly stanovit možnost zlepšení práce operátora v závislosti na tom, kolik měření by mělo být provedeno a jak často, jaké měřicí zařízení bude použito.



Obrázek 20 – Nasazení funkce kvality [15]

Podstatou metody QFD je, že požadavky zákazníků musí být „nasazeny“ a konkretizovány ve všech fázích, počínaje předinvestičním výzkumem a konče přípravou před prodejem. Pro pochopení významu metody QFD je nejpodstatnější uznání faktu, že existuje velký rozdíl mezi vlastnostmi vnímanými spotřebitelem a parametry produktu regulovanými v normách, předpisech a technických podmínkách.

Tato technologie pro navrhování produktů a procesů umožňuje převádět přání spotřebitele na technické požadavky na výrobky a parametry procesu jejich výroby.

Prvním krokem P1 - je nejdříve identifikovat zákazníka. Následujícím úkolem je zjistit, co zákazník přesně požaduje a očekává od daného výrobku. Důležité je znát jeho přání a pochopit ho v takové míře, abychom byli schopni ho specifikovat do konkrétních parametrů produktu.

Další krok P2 - spočívá v určení, jak významné jsou jednotlivé požadavky pro zákazníka. Díky tomu je možné později určit, jakou měrou jednotlivé parametry zasahují do splnění zadaných požadavků zákazníkem. Je velice důležité, aby zákazník důkladně pochopil, o co se jedná, a proč je velice důležité, aby přiřadil jednotlivé váhy co nejpřesněji.

Požadavky zákazníků jsem zjišťovala dotazováním svých známých, kteří mají řídičské oprávnění a jsou aktivními řidiči. Nejdříve jsem zjistila, co považují při koupi auta za prioritu. Požádala jsem je, aby uvedli parametry, které považují u autonomního vozidla za důležité, a ohodnotili tyto parametry od 1 do 9 (nejvyšší priorita). Měli vycházet z hypotetické situace, že tato auta již jsou v provozu a oni si nějaké chtějí koupit. Celkem bylo dotazováno 20 lidí,

z toho 13 mužů a 7 žen. Požadavky zákazníků s popisem a jejich prioritami jsou uvedené v tabulce 15. Taky v další tabulce 16 je uvedeno střední podíl priorit daných požadavky podle pohlaví.

Tabulka 15 – Požadavky zákazníku

Požadavek zákazníka	Popis	Priorita
Spotřeba paliva	spotřeba paliva, litry na 100 km	6,8
Rychlost rozjíždění	zrychlení 0–100	6
Cena servisu auta a náhradních dílů	použitelnost (výměna oleje, filtry), náklady na náhradní díly pro tento model	6,65
Komfort	jízdní a akustické pohodlí (ticho v kabině, zvuková izolace motoru, nedostatek vibrací v kabině, měkké odpružení)	6,9
Úroveň bezpečnosti podle st. Euroncap	stupeň ochrany řidiče a cestujících při nehodě (ochrana hlavy, kolen)	5,75
Multimediální standardy	podporuje nabíjení telefonů USB, Apple CarPlay, Google auto, podporuje Bluetooth, MP3	5,9
Prostor salonu	prostor nad hlavou, místo pro kolena, přítomnost kapesních šuplíků pro skladování, objem těchto prostorů	6,5
Velikost kufru	zda je vhodný pro vícedenní cestování (možnost umístit alespoň tři kufrů) nebo pro velký nákup	6,2
Stupeň autonomie auta	chybějící, částečná, plná	5,05
Interiér	design interiéru, úroveň dokončovacích materiálů, nepřítomnost rušivých zvuků, kvalita plastu, kůže	6,75
Exteriér	design vozu, kvalita laku, rovnoměrné mezery a spáry	6,65
Kvalita auta a materiálu	kvalita konstrukce, kvalita oceli, spolehlivost svařování, upevnění panelů karoserie	7,25
Lokalizace map GPS	úprava map a geolokačních služeb pro místo použití automobilu, názvy místních obchodů, hotelů, podpora lokální sady fontů	6,4
Dálkové ovládání a komunikace	schopnost prohřívát vozidlo na dálku, zavolat auto z parkoviště ke vchodu, přenášet obrázky z kamer automobilu do smartphonu, dálkové hlídání jízdy auta	3,65
Cena použitého auta	jak rychle model ztratí na ceně po zakoupení, poptávka po takovém modelu mezi kupujícími, zda jde o vzácné auto, které je obtížné prodat	6
Profily řidičů a personalizace	profily řidiče pro každého člena rodiny, nastavení vozidla pro každého řidiče anebo pro dítě, které je potřeba odvézt nebo vyzvednout ze školy	3,7
Přizpůsobení klimatickým podmínkám	schopnost jezdit během bouřky, mlhy, sněžení, deště	7,35
Odolnost proti hackerským útokům	ochrana před neoprávněným přístupem, únosy třetími stranami, útoky hackerů	7,95

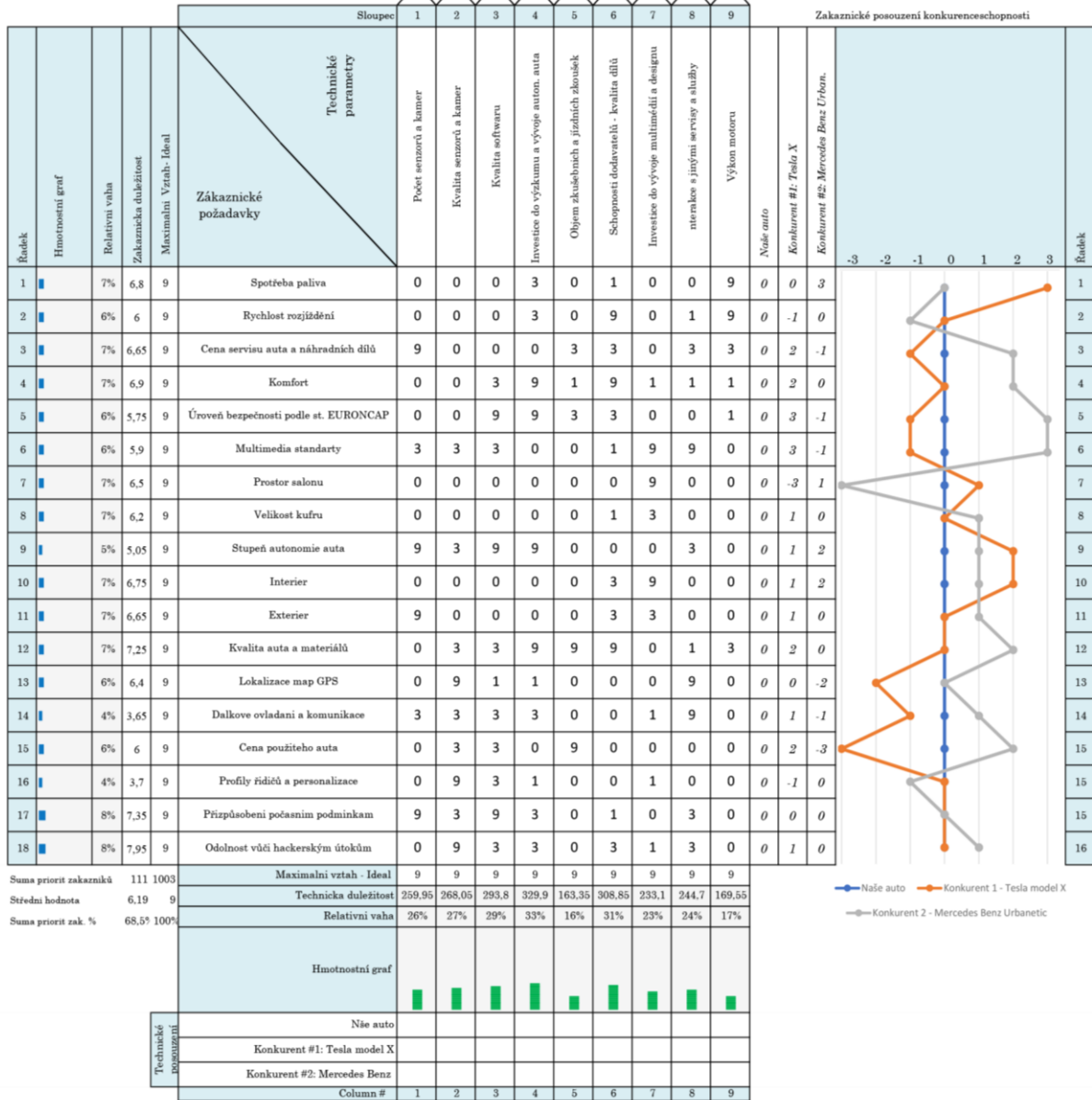
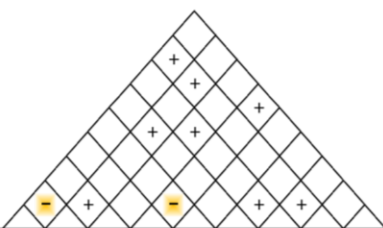
Zdroj: autor

Tabulka 16 – Priorita požadavek zákazníku podle pohlaví

Požadavek	Střední priorita mužů	Střední priorita žen
Spotřeba paliva	5,85	6,75
Rychlost rozjíždění	5,92	4,75
Cena servisu auta a nahradnich dilů	6,08	6
Komfort	6,08	6,75
Uroven bezpečnosti podle st. EURONCAP	5,31	5,13
Multimedia standarty	5,15	5,5
Prostor salonu	5,46	6,75
Velikost kufru	5,00	6,75
Stupeň autonomie auta	4,15	5,37
Interier	6,15	6,25
Exterier	6,77	4,75
Kvalita auta a materialu	6,77	6,25
Lokalizace map GPS	5,62	6,13
Dalkove ovladani a komunikace	3,08	4
Cena použiteho auta	6,08	4,25
Profily řidiču a personalizace	3,62	2,88
Prizpusobeni počasnim podminkam	5,92	7,88
Odolnost proti hakerskym utokům	6,85	8,78

Zdroj: autor

Vztahy	
Silný	9
Střední	3
Slabý	1
Korelace	
Positivna	+
Negativna	-
Není korelace	

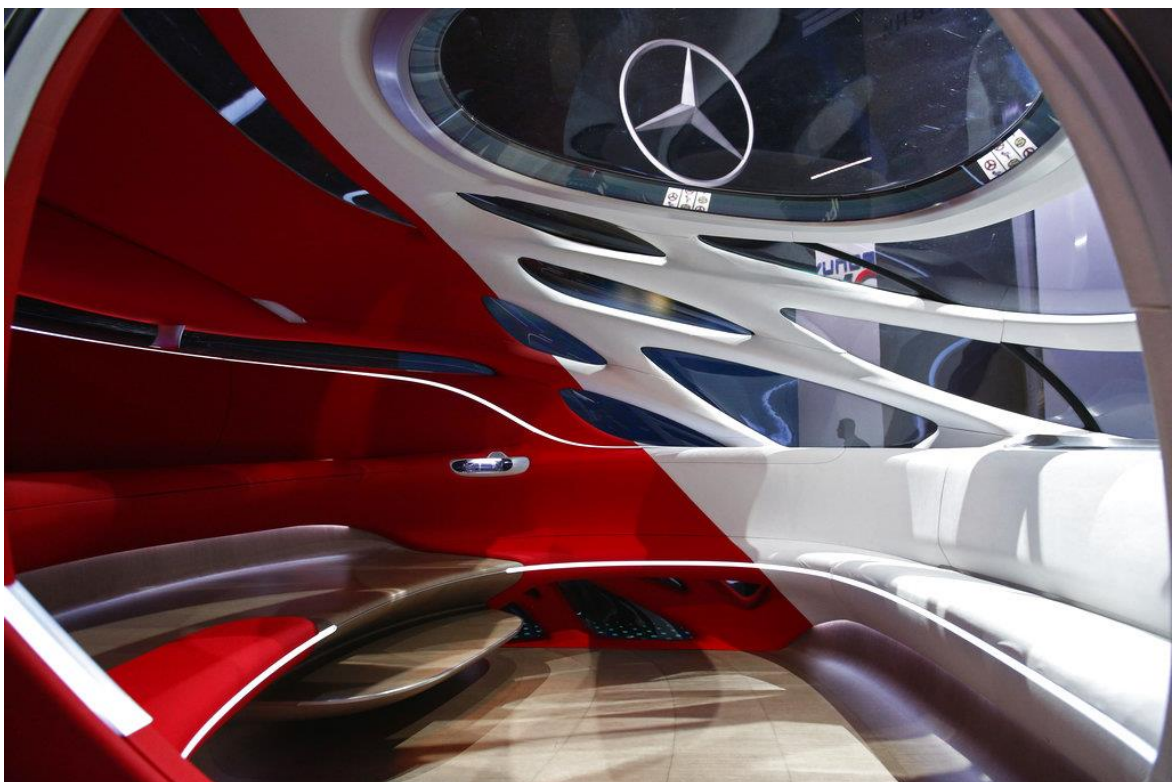


Obrázek 21 – Matice QFD [zdroj: autor]

Dalším krokem P3 je srovnání s konkurencí. Pro vyhodnocení konkurence mnou navrženého auta jsem vybrala ještě dvě auta: Tesla Model X a Mercedes Vision Urbanetic, které jsou na obrázcích 22 až 24 a provedla jsem srovnání podle výše uvedených požadavků.



Obrázek 22 – Mercedes Vision Urbanetic [33]



Obrázek 23 – Interiér Mercedes Vision Urbanetic [33]



Obrázek 24 – Tesla Model X [30]



Obrázek 25 – Interiér Tesla Model X [30]

Navrhované auto jsem uvedla jako 0, a konkurenční ohodnotila od -3 do 3 podle odhadu jako příklad. Každé auto má svoje silnější i slabší stránky, proto je mohou jednotliví lidé hodnotit různě, což je potřeba vzít v úvahu a popsat podle zkušenosti.

Další kroky P4 a P5 zahrnují fázi určení, jakými parametry jsme schopni co nejlépe splnit dane požadavky stanovené zákazníkem. V tuto chvíli bylo by dobré svolání technologických zástupců projektového týmu, tedy technika kvality a procesního plánovače, kteří také

určují právě vztah, jak moc jednotlivé parametry společnosti ovlivní jednotlivé požadavky zákazníka. Je nutné k tomu přistupovat zodpovědně, veškeré chyby v tomto určení se projeví v celkově nesprávném sestavení této části. Cílem je dosažení maximálního uspokojení zákazníka. Musíme tedy optimalizovat funkci - uspokojení zákazníka je potřeba přiřazení hodnoty, názorně vyjadřující vztah mezi CO a JAK.

Technické parametry a nástroje, s jejichž pomocí lze uspokojit požadavky zákazníků:

Senzory a kamery (počet senzorů, kamer)

Kvalita senzorů a kamer (spolehlivost senzoru, citlivost senzoru, rozlišení kamery)

Kvalita softwaru (kvalita vývoje softwaru – bezchybnost)

Investice do výzkumu a vývoje autonomního auta (investice do vytváření nových materiálů, které tvoří vůz – nové kovové slitiny, technologie svařování, lehčí a odolnější materiály, kvalita plastů, pryžové výrobky)

Objem zkušebních a jízdních zkoušek – množství zkoušek, které výrobce provádí před uvolněním modelu k prodeji (testování na špatných silnicích, testování v zimě a v létě, testování automobilů v dopravních zácpách, na silnici, na asfaltu, písku)

Práce dodavatelů – kvalita dílu (schopnost dodavatelů vyrábět náhradní díly se stanovenými vlastnostmi – sedací kůže určité barvy, měkký plast, alcantara místo čalouněné tkaniny, světlometry složitěho tvaru, karosářské panely složitěho tvaru)

Investice do vývoje multimédií a designu – investice do krásné grafiky, informačního obsahu displeje a váhy přístroje, osvětlení interiéru v různých barvách)

Interakce s ostatními servisy a službami – integrace map Google, úložiště aplikací pro Apple a Android, schopnost přehrávat hudbu přímo z iPhone, schopnost zobrazovat poštu nebo SMS zprávu na obrazovce automobilu

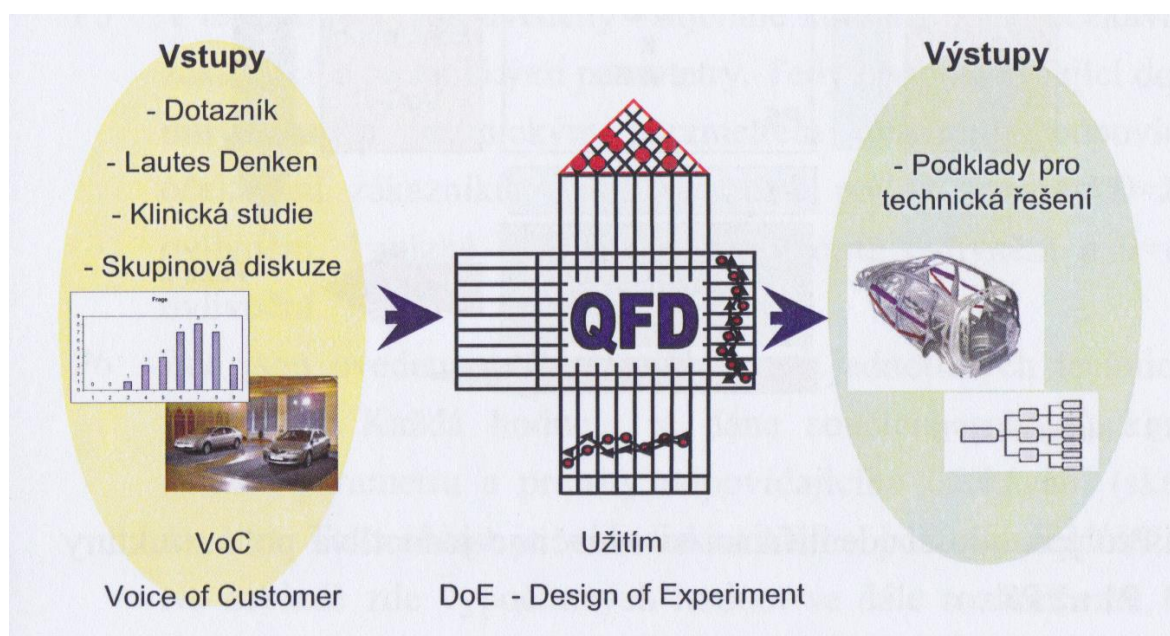
Výkon motoru – výkon v kW nebo v koních

Jako další krok P6 je potřeba spočítat důležitost technických parametru každá hodnota parametru se provádí pomocí skalárního součinu jako sloupec zákaznická důležitost umnožen na sloupec hodnot korelací jednotlivých technických řešení Pomoci daných hodnot se dále rozhodneme, které technické parametry jsou méně a více důležité s pohledu splnění požadavku zákazníků. Výpočet korelace pro ideální řešení se provádí jako skalární součin sloupce zákaznická důležitost a sloupce maximální vztah - Ideal. Výpočet pro řádek "Relativní váha" se provádí jako poměr technické důležitosti daného technického řešení a hodnoty pro ideální technické řešení.

Technické posouzení P7 v současné době není možné provést, protože některé parametry jsou známy pouze vývojovým oddělením daných koncernů a nejsou zatím zveřejněny.

Následujícím krokem P8 je nutné zvážit, zda se jedná o důležité, potřebné, skutečné parametry, je korelační matice. Zde se stanovují vztahové funkce mezi jednotlivými parametry. Už v této části je možné použít později rozebraný plánovaný experiment k určení vztahů. I v této části je potřeba získat informace od procesního plánovače, který dostatečné znalosti a zkušenosti s danými procesními parametry. Jen přesné a objektivní řešení vede ke zdárnému cíli.

Dana matice QFD může sloužit podkladem pro technická řešení pro výrobu autonomních vozidel.



Obrázek 26 – Metoda QFD jako rozhraní mezi požadavky zákazníků a určením technických parametrů [15]

Hlavní výhody použití QFD:

umožňuje nejúčinnější způsob identifikace očekávání spotřebitelů, ukáže na vazby mezi nimi (z hlediska organizačního úspěchu) a pomůže je převést do výroby;

poskytuje ujištění, že spotřebitelé výrobek přijmou, a umožní využít nové (modernizované) produkty ještě dříve, než budou vyráběny a uváděny na trh;

výrazně zkracuje dobu cyklu „Průzkum trhu – design – production – sales“, snižuje výrobní náklady experimentální šarže produktů (20–40 %) a náklady na předběžnou výrobu vyvíjeného produktu – více než 5krát;

zvyšuje úroveň trhu díky rychlejšímu vstupu produktů s vyšší úrovní kvality na trh;

jasněji definuje procesy samotné organizace, která následně nemusí procházet tak velkými změnami (po zahájení výroby);

poskytuje příležitost k optimální distribuci, což znamená – co nejlépe využít omezené zdroje organizace zajistit taktické i strategické cíle;

přináší moderní pracovní styl pro odborníky – nepracují „pro oddělení“, ale „pro projekt“. K tomu přispívá grafický způsob prezentace základních informací srozumitelný zástupcům všech oddělení organizace.

Tabulka 17 – Plnění požadavku zákazníka a technických parametru ohledně max. hodnot vztahu

Požadavky zákazníků a technické parametry	Plnění požadavku a parametru ohledně max. hodnot vztahu v %
Spotřeba paliva	16
Rychlost rozjíždění	27
Cena servisu auta a náhradních dílů	26
Komfort	31
Úroveň bezpečnosti podle st. EURONCAP	31
Multimedia standarty	35
Prostor salonu	11
Velikost kufru	5
Stupeň autonomie auta	41
Interier	15
Exterier	19
Kvalita auta a materiálů	46
Lokalizace map GPS	25
Dalkove ovladani a komunikace	27
Cena použitého auta	19
Profily řidičů a personalizace	17
Přizpůsobení počasním podmínkam	35
Odolnost vůči hackerským útokům	27
Počet senzorů a kamer	26
Kvalita senzorů a kamer	28
Kvalita softwaru	30
Investice do výzkumu a vývoje auton. auta	33
Objem zkušebních a jízdních zkoušek	15
Schopnosti dodavatelů - kvalita dílů	28
Investice do vývoje multimédií a designu	23
Interakce s jinými servisy a služby	26
Výkon motoru	16

Zdroj: autor

V tabulce 17 jsou označené vztahy mezi stupni autonomie, technickými parametry a požadavky zákazníků.

Tabulka 18 – Vztahy mezi stupněm autonomie a parametrů aut

Zákaznické požadavky / Technické parametry	Počet senzorů	Kvalita senzorů	Kvalita softwaru	Zranitelnost vůči hackerským útokům	Bezpečnost aktivní / pasivní	Technická úroveň auta	Profily řidičů	Dálkové ovládání	Adaptace softwaru	Velikost vozidla	Výkon motoru
Stupeň autonomie 0	▽	▽	▽	▽	●	○	▽	▽	▽	▽	▽
Stupeň autonomie 1	▽	▽	▽	▽	●	○	▽	▽	▽	▽	▽
Stupeň autonomie 2	○	○	○	○	●	○	○	▽	○	▽	▽
Stupeň autonomie 3	○	○	○	●	●	○	○	▽	○	▽	▽
Stupeň autonomie 4	●	●	●	●	●	●	○	○	●	▽	○
Stupeň autonomie 5	●	●	●	●	●	●	●	○	●	▽	○

Zdroj: autor

Jejich označení znamená: ▽ – slabý vztah, jako 1; ○ – střední vztah, jako 3; ● – silný vztah, jako 9. Je zřejmé, že silnější vztahy jsou již od druhého stupně a jejich počet dál postupně stoupá.

6.4 Některé etické otázky autonomních automobilů a jejich provozu

Existuje mnoho nevyjasněných etických otázek, nejdůležitější jsou takové, které mohou mít vliv na lidské zdraví nebo dokonce život – například „mysl“ autonomního stroje se může ocitnout v situaci, kdy musí zvolit, zda v případě nevyhnutelné kolize ochránit starší osobu, nebo mladší? Ženu, nebo muže? Mluvíme o situaci, kdy se vůz musí rozhodnout, kolik a jakých životů obětuje. Třeba v případě, že nestihne zabrzdit před přechodem plným lidí. Pak vůz začne zvažovat následující – buď může zabít pár nešťastníků, kteří stojí na chodníku vpravo, nebo se může rozhodnout zatočit do protisměru pod kamion a zabít vás. Nebo také jet rovně přímo přes přechod. O tom, že by se počítač rozhodl maximálně logicky, nelze ani pochybovat. Jenže – je to vždy správné řešení? A kdo by v tom případě byl za ně odpovědný? To jsou zásadní otázky... Vlastní posádku, nebo se řídit tím, kolik lidí bude ohroženo? Kvůli těmto složitým dilematům je v Německu povolena pouze částečná autonomní kontrola řízení. Němečtí zákonodárci rozhodli, že automatizační systémy by měly být schopné kdykoli ukončit nebo převzít kontrolu, a odpovědnost musila by vždycky zůstat na člověku.

Další problém autonomních vozů se týká omezených možností naučit se ovládat vůz. Vyplývá to z logiky věci: jak se chcete naučit řídit, když se váš vůz řídí většinu času sám? Tento efekt lze pozorovat už nyní, kdy si spousta řidičů kvůli různým asistentům myslí, že na jejich vozy neplatí zákony fyziky.

V budoucnosti je nutné vyřešit otázku společného provozu autonomních automobilů a poháněných automobilů. Umělá inteligence autonomního vozidla bude muset rozpoznat typ řidiče jiného auta. Například agresivní řidič může velmi pravděpodobně předjet ostatní auta nebo odbočit bez zapnutí směrového signálu, případně může i zastavit. Někteří řidiči opovrhují autonomními vozy a snaží se u nich prokázat svou nadřazenost.

A jiné řidiči budou využívat nevýhody autonomních vozidel. Například projíždět křižovatkou na červené světlo s vědomím, že autonomní automobil, který jede na zelenou, bude muset zastavit a ustoupit, protože je naprogramován tak, aby zabránil nehodě.

S rozšířením autonomních automobilů bude další otázka logiky a postupu AI (artificial intelligence) v nouzových situacích. Například, když začne autonomní vůz brzdit v situaci, když dítě vyskočí na silnici a za autem pojede kamion, který nemá dostatečnou brzdovou dráhu pro náhlé zastavení. Co bude dělat autonomní automobil? Zabije dítě, aby zachránil životy ostatních cestujících? Nebo dramaticky zpomalí kvůli záchraně dítěte a ohrozí tak ostatní cestující?

Dopravní policie se bude muset přizpůsobit vzhledu autonomních automobilů na silnicích. Budou se muset rozpoznávat, zda bylo autonomní auto v době nehody pod kontrolou řidiče, nebo se o pohybech rozhodovalo samostatně. Zda autopilot jednal nezávisle, nebo došlo k pokusu zasáhnout do řízení autopilota třetí stranou.

Soudní systém bude rovněž muset přizpůsobit a určit vinu a stupeň trestu při nehodách autonomních vozidel. Například, když vada senzoru (kamera, ultrazvuk) je příčinou nehody autonomního automobilu. Kdo bude za tuto situaci vinný: výrobce senzoru, výrobce softwaru, který senzor ovládá, nebo výrobce samotného automobilu?

Závěr

Tato práce je věnována výzkumu v oblasti autonomních automobilů, které v budoucnu s vysokou pravděpodobností využijí miliony lidí. Jedním ze základních úkolů při uvádění čehokoliv do výroby/prodeje je zjistit, co zákazník od daného produktu požaduje. Proto jsem ve své práci využila metodu QFD.

V první části jsou uvedené výhody a nevýhody autonomních a částečně autonomních automobilů. Taky je popsán dopad na bezpečnost lidského faktoru (řidiče) a umělou inteligenci. Toto pomůže přizpůsobit silniční infrastrukturu podmínkám používání pro všechny typy vozidel, jako například: řízených, částečně řízených a autonomních.

Vzhledem k nárůstu počtu ojetých automobilů ve světě a nárůstu počtu nehod byla udělána předpověď změn, které nás očekávají v budoucnu. Byla porovnána reakční rychlost řidiče a umělé inteligenci. Bylo zjištěno, že autonomní auta snižují náklady na výrobu automobilů a mzdové výplaty, šetří čas na přepravu.

V práci jsou popsány typy, výhody a nevýhody autonomních vozidel, uvedeno SWOT-analýzu a What-If analýzu. Je zde rovněž základní popis použité metody QFD.

Druhá část práce je zaměřena na použití metody QFD. Proto zvláštní pozornost byla věnovaná dotazování řidičů. To umožnilo získat vysoce kvalitní zpětnou vazbu od těch, kteří budou v budoucnu pravděpodobně uživatele autonomních automobilu. Řidiči byli rozděleni do cílových skupin podle věku a pohlaví. Na základě průzkumů byly systematizovány informace o tom, jak lidé preferují trávit čas v dopravě.

Současně je důležité konstatovat, že největší vliv při jízdě má změna polohy čtecího zařízení, protože sedačku je možné individuálně přizpůsobit, ale tablet v daném případě už ne. Nejlepší pocit měli lidé při čtení v poloze po směru jízdy, jako nejhorší hodnotili polohu bokem a při odbočkách (zatáčkách). Nastavováním poloh sedadel a objektů při simulované jízdě určit vliv těchto činností na komfort a pocit z pohybu autonomního vozidla. Současně určily náročnost jednotlivých úkonů při jízdě, jako je vyhledávání a porovnávání produktu na e-shopu, sledování filmů a čtení, na komfort a pocit z pohybu autonomním vozidlem. Podle daného průzkumu lze zaznamenat, že nejhůře hodnotili probandi pozorování filmu – jedním ze zadaných experimentálních úkolů bylo zapamatovat si počet zvířat ve filmu, a silná koncentrace pohledu na obrazovku způsobila, že se každý z dotazových cítil nevolnost.

Podle získaných dat nevolností většinou trpí ženy anebo mladí lidé do 28 let.

S ohledem na přání řidičů byly rovněž stanoveny požadavky na autonomní automobily. Mezi těmito požadavky jsou stanoveny priority. To umožní výrobcům automobilů lépe porozumět požadavkům zákazníků a přizpůsobit jim své výrobky. V této části diplomového

práce se používá metoda QFD, pomocí které je možné upřesnit požadavky klientů a případně porovnávat produkty s konkurenčními. Výhodou je, když respondenti mají s podobnými produkty zkušenosti. V našem případě probandi bohužel takové zkušeností neměli, proto byl použit simulátor autonomního vozidla. Podle této matice lze zjistit, které technické parametry je potřeba upravit (zvětšit nebo zmenšit, což je velmi důležité při plánování výroby daného produktu). To umožnilo formulovat požadavky na ergonomii autonomního automobilu a usnadnit pohodlnější pocit v něm. Výsledkem této práce byla zpracovaná matice QFD, a nyní je podkladem pro další technická řešení.

Dále bylo analyzováno, jak stávající autopiloti tyto požadavky splňují. Jako příklad byl vybrán částečně autonomní model Tesla X s funkcí autopilota a autonomní koncept Mercedes-Benz Vision Urbanetic.

Před finálním zaváděním autonomního vozidla do výroby je vhodné provést zkušební provoz alespoň jednoho vozidla a upřesnit technické parametry – to pomůže přesně definovat výhody a nevýhody auta. Dále dle těchto závěrů provést technické porovnání s konkurenčním systémem, nebo pokračovat ve vyhledávání dalších variant, které budou splňovat požadavky. Je možné přidat a zlepšit funkce naklonění monitoru pod různými úhly směrem k řidiči a spolujezdci (např. jako v Mercedesu E221).

Seznam použitých zdrojů

1. National Highway Traffic Safety Administration: Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles [online]. [cit. 2018-11-19]. Dostupné z: http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf.
2. Vance, Ashlee. Elon Musk: Tesla, Space X a hledání fantastické budoucnosti. Přeložila Eva Neverlá. V Brně: Jan Melvil Publishing, 2015. ISBN 978-80-87270-73-8.
3. Horčík, Jan. Tesla vytváří s pomocí Autopilota extrémně detailní mapy. Hybrid [online]. Chamanne, 19. 10. 2015 [cit. 2018-11-25]. ISSN 1802-5323. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/tesla-vytvari-s-pomoci-autopilota-extremne-detailni-mapy>.
4. Tesla [online]. [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: https://www.tesla.com/en_GB/about/legal
5. Tesla: Upgrading Autopilot: Seeing the World in Radar [online]. [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: https://www.tesla.com/en_GB/blog/upgrading-autopilot-seeing-world-radar?redirect=no_
6. Traffic-Aware Cruise Control. Tesla S owner manual [online]. 2016, s. 68 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: https://carmanuals2.com/get/tesla-model-s-2016-owner-s-manual-89478_
7. Džmurán, Daniel. Německý regulátor zakázal Tesle značku Autopilot. Euro [online] [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: http://www.euro.cz/byznys/nemecky-regulator-zakazal-tesle-znacku-autopilot-1310238_
8. Daimler-Truck auf Premieren-Geisterfahrt [online]. Auto Bild [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: http://www.autobild.de/artikel/autonomer-lkw-test-in-badenwuerttemberg-5971499.html_
9. Feigenbaum, Armand Vallin. Total Quality Control: Engineering and Management. New York: McGraw-Hill, 1951. ISBN 0070203520.
10. Machan, Jaroslav. Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, 2008. ISBN 978-80-01-04094-2.
11. Management Mania. QFD (Quality Function Deployment). Management Mania [online] [cit. 02-05-2017]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/quality-function-deployment>.
12. Verband der automobilindustrie. From Driver Assistance Systems to Automated Driving [online] [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <https://www.iaa.de/de/nmw>.
13. Hudeček, Milan. Provoz silničních vozidel. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7082-875-7.
14. Asirt, Association for safe international road travel. Road Crash Statistics [online]
15. [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://asirt.org/initiatives/informing-road-users/road-safety-facts/road-crash-statistics>. 2017_

16. Machan, J. Aplikace metod kvality ve fázi vývoje výrobku – příklady užití v automobilovém průmyslu [Habilitační práce], Praha: ČVUT v Praze, 2008.
17. Veber, Jaromír. Řízení jakosti a ochrana spotřebitele. Praha: Grada, 2002. Manažer. ISBN 80-247-0194-4.
18. Google Self-Driving Car Project: Monthly reports [online]. [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: <https://www.google.com/selfdrivingcar/reports/>
19. Vlk, František. Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.
20. National Highway Traffic Safety Administration, U. S. Department of Transportation. Traffic Safety Facts. [online] [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812115>. Washington, 2015.
21. Rand Corporation. Autonomous Vehicle Technology How to Best Realize Its Social Benefits. [online] [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9755.html
22. Novinky.cz: v USA začínají rozvážet jídlo pomocí autonomních aut [online]. 20. 8. 2018 [cit. 2019-11-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/clanek/v-usa-zacinaji-rozvazet-jidlo-pomoci-autonomnich-aut-40065829>
23. Hao Karen, MIT technology review, Should a self-driving car kill the baby or the grandma? Depends on where you're from. [online] [cit. 2018-08-25]. Dostupné z: <https://www.technologyreview.com/s/612341/a-global-ethics-study-aims-to-help-ai-solve-the-self-driving-trolley-problem/>.
24. Defense Advanced Research Projects Agency, [online] [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: <https://www.darpa.mil/news-events>.
25. Alex Davies, Inside the Races That Jump-Started the Self-Driving Car. [online]
26. [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/darpa-grand-urban-challenge-self-driving-car/>
27. Thrun, Sebastian. Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge. Journal of Field Robotics [online]. 2006, (23) [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/rob.20147>.
28. Spice, Byron a Anne WATZMAN. Carnegie Mellon's "Boss" Robot First To Qualify for Darpa Urban Challenge: Tartan Racing Team Making Final Preparations for Saturday's Race. In: Carnegie Mellon: Tartan Racing [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.tartanracing.org/press.html>.
29. Špaček, Jakub. Společnost Waymo dostala v Kalifornii povolení testovat auta bez řidiče. Fdrive.cz [online]. [cit. 2019-11-13]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/spolecnost-waymo-dostala-v-kalifornii-povoleni-testovat-auta-bez-ridice-2936>.

30. Self-Driving Infographic – All About Self-Driving Cars [online]. [cit. 2019-10-09]. Dostupné z: <https://artchester.net/2019/01/self-driving-infographic/>
31. Le Beau, Phill. Waymo just signed a deal to make self-driving cars for use in France and Japan [online]. 19. 6. 2019 [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: Waymo just signed a deal to make self-driving cars for use in France and Japan.
32. Tesla: Model X [online]. [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: <https://www.tesla.com/modelx>
33. Owyang, Jeremiah. Self Driving Cars will save you Time and Money [online]. 1. 12. 2017 [cit. 2019-11-13]. Dostupné z: <http://web-strategist.com/blog/2017/12/01/self-driving-cars-will-you-save-time-and-money/>.
34. Vondra, Tomáš. ČEZ se budoucnosti nebojí. Vsadil na úspory i autonomní auta. Obnovitelně.cz: chytrá řešení pro život [online]. 6. 10. 2017 [cit. 2019-11-13]. Dostupné z: <http://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/171/cez-se-budoucnosti-neboji-vsadil-na-uspory-i-autonomni-auta/>.
35. Mercedes Benz: Vehicles transporter vision urbanetic [online]. [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.com/en/vehicles/transporter/vision-urbanetic-the-mobility-of-the-future/>

Seznam tabulek

Tabulka 1	Popis úrovně bezpečnosti, jejich výhod a nevýhod
Tabulka 2	Nárůst nehodovosti na silnicích v závislosti na počtu automobilů v provozu
Tabulka 3	Identifikace problému bezpečnosti
Tabulka 4	What-if –analýza
Tabulka 5	Swot analýza
Tabulka 6	Typy nevolnosti v dopravním prostředku – podle pohlaví
Tabulka 7	Typy nevolnosti podle věkových skupin
Tabulka 8	Aktivity, jimiž se lidé zabývají v městské hromadné dopravě v závislosti na délce jízdy
Tabulka 9	Aktivity, jimiž se lidé zabývají v dálkové dopravě v závislosti na délce jízdy
Tabulka 10	Aktivity, kterými se lidé zabývají při jízdě automobilem jako spolujezdci v závislosti na délce jízdy
Tabulka 11	Vyhodnocení dotazníku
Tabulka 12	Vyhodnocení – poloha těla a ovládání zařízení
Tabulka 13	Vyhodnocení – poloha těla a ovládání zařízení
Tabulka 14	Vyhodnocení – poloha těla a ovládání zařízení
Tabulka 15	Požadavky zákazníku
Tabulka 16	Priorita požadavek zákazníku podle pohlaví
Tabulka 17	Plnění požadavku zákazníku a technických parametrů ohledně max. hodnot vztahu
Tabulka 18	Vztahy mezi stupněm autonomie a parametry aut

Seznam obrázku

Obrázek 1	Auto Google
Obrázek 2	Auto Waymo
Obrázek 3	Reprezentativní design interiéru autonomního vozidla
Obrázek 4	Auto Nuro R1
Obrázek 5	Úrovně automatizace aut
Obrázek 6	Chytrá komunikace vozidel mezi sebou
Obrázek 7	V zemích s víc individualistickými kulturami je větší pravděpodobnost zachránit mladších lidí
Obrázek 8	V zemích s individualističtějšími kulturami se s větší pravděpodobností pokusí zachránit více životů
Obrázek 9	Přehled metod kvality využívaných ve fází vývoje výrobku
Obrázek 10	Struktura matic QFD
Obrázek 11	Držitelé řidičského průkazu podle věkových skupin a pohlaví
Obrázek 12	Kolik času stráví lidé týdně v dopravních prostředcích
Obrázek 13	Předměty používané za poslední měsíc v dopravních prostředcích
Obrázek 14	Předměty používané v jednotlivých věkových skupinách
Obrázek 15	Zjištění hlavních názorů na polohu hardwaru
Obrázek 16	Poloha 1 (nahore)
Obrázek 17	Poloha 2 (dole)
Obrázek 18	Poloha 3 (uprostřed)
Obrázek 19	Výsledek všech tří poloh
Obrázek 20	Nasazení funkce kvality
Obrázek 21	Matice QFD
Obrázek 22	Mercedes Vision Urbanetic
Obrázek 23	Interier Mercedes Vision Urbanetic
Obrázek 24	Tesla Model X
Obrázek 25	Interiér Tesla Model X
Obrázek 26	Metoda QFD jako rozhraní mezi požadavky zákazníků a určením technických parametrů