



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Barbora Kotrčová

**Klimakomfort ve vozidle pro zvláštní skupiny
uživatelů**

Diplomová práce

2022



K616.....Ústav dopravních prostředků

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Barbora Kotrčová

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Klimakomfort ve vozidle pro zvláštní skupiny uživatelů**

Název tématu (anglicky): In-vehicle Climacomfort for Special User Groups

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza problémů souvisejících s nízkou úrovní klimakomfortu ve vozidle
- Rešerše způsobů ovládní klimakomfortu v současných vozidlech
- Zjištění a analýza zákaznických potřeb zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu
- Návrh technických řešení pro zajištění zákaznických potřeb
- Analýza výsledků navržených technických řešení
- Diskuze výsledků a návrh dalšího postupu



Rozsah grafických prací: Upřesní vedoucí práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: J.Machan a spol. : Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku - aplikace v automobilovém průmyslu, 2012, 978-80-87042-50-2.

R. Bosch, Automotive Handbook 9th edition, 2014, ISBN: 978-1-119-03294-6

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaroslav Machan, CSc.**
Ing. David Lehet

Datum zadání diplomové práce: **22. června 2021**
(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: **16. května 2022**
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. Petr Bouchner, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních prostředků



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Barbora Kotrčová
jméno a podpis studenta

V Praze dne8. března 2022

PODĚKOVÁNÍ

Velmi ráda bych poděkovala oběma vedoucím diplomové práce doc. Ing. Jaroslavu Machanovi, CSc. za odborné vedení a konzultace a Ing. Davidovi Lehetovi za podnětné rady a metodickou pomoc při vypracování. Děkuji za vstřícnost, trpělivost a ochotu při zpracování dané problematiky. Dále děkuji všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace. Slova díků za sounáležitost náleží mým spolužákům a přátelům z fakulty. V neposlední řadě patří velké poděkování mojí rodině za podporu během celé doby mého studia.

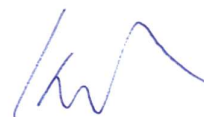
PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně. Stvrzuji, že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití 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 13. května 2022



.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Klimakomfort ve vozidle pro zvláštní skupiny uživatelů

diplomová práce

květen 2022

Bc. Barbora Kotrčová

ABSTRAKT

Téma předkládané diplomové práce je klimakomfort ve vozidle pro zvláštní skupiny uživatelů. V práci jsou uvedeny specifikace problémů související s nízkou úrovní klimakomfortu v současných vozidlech. Práce se zabývá nároky a požadavky zákazníků na klimakomfort uvnitř kabiny automobilu, zpracované pomocí metody kvality. Předmětem práce je navržení technických řešení pro zajištění zákaznických potřeb, včetně popisu výsledků.

Klíčová slova:

Interiér automobilu, klimakomfort, metoda kvality, požadavky zákazníků, technická řešení, zvláštní skupiny uživatelů

ABSTRACT

The topic of the submitted diploma thesis is climate comfort in the vehicle for special groups of users. The thesis presents specifications of problems related to low levels of climate comfort in current vehicles. The thesis deals with the demands and requirements of customers for climate comfort inside the car cabin processed using the quality method. The subject of the thesis is the design of technical solutions to ensure customer needs, including a description of results.

Keywords:

Car interior, climate comfort, customer requirements, quality method, special user groups, technical solutions

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
SEZNAM FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK	10
SEZNAM CHEMICKÝCH SLOUČENIN	10
1 Úvod	11
2 Cíl diplomové práce	12
3 Specifikace problémů souvisejících s nízkou úrovní klimakomfortu ve vozidle	12
3.1 Teplota vzduchu v interiéru vozidla	13
3.2 Suchý vzduch v interiéru vozidla	13
3.3 Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla	14
3.4 Prašné prostředí	15
3.4.1 Silniční prach	15
3.4.2 Prašné cesty	15
3.5 Smogové prostředí	16
3.6 Pylové prostředí	16
3.7 Hluk ventilátorů	16
4 Způsoby ovládání klimakomfortu v současných vozidlech	17
4.1 HVAC systém	17
4.1.1 Nastavení (regulace) teploty	18
4.1.2 AC – klimatizace	19
4.1.3 Režim AUTO	22
4.1.4 Nastavení rychlosti ventilátoru	22
4.1.5 Nastavení proudění vzduchu	23
4.1.6 Vnitřní okruh (recirkulace)	23
4.2 Vyhřívání sedadel a volantu	24
4.3 Využitelnost stahování oken	24
5 Shrnutí teoretické části	25
6 Analýza zákaznických potřeb zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu ...	26
6.1 Tvorba dotazníku č. 1	26

6.2	Sběr a zpracování dat.....	28
6.3	Analýza výsledků mezi jednotlivými skupinami	28
6.3.1	Optimální teplota v interiéru vozidla u jednotlivých skupin respondentů	29
6.3.2	Nejvíce obtěžující vlastnosti/škodliviny vzduchu u jednotlivých skupin respondentů	29
6.3.3	Více vyhovující prostředí při cestování u jednotlivých skupin respondentů	30
6.3.4	Více obtěžující kvalita vzduchu.....	31
7	Vyhodnocení dotazníku č. 1 s použitím metody QFD	32
7.1	Požadavky zákazníků	32
7.2	Naplnění požadavků	33
7.3	Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Astmatici.....	35
7.4	Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Alergici.....	37
7.5	Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Starší lidé (60+)	39
7.6	Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19.....	41
7.7	Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Zdravá populace	43
7.8	Celkové vyhodnocení dotazníkového šetření č. 1	46
8	Technická řešení pro zajištění zákaznických potřeb.....	47
8.1	Kvalitní kabinové filtry	47
8.1.1	Dělení filtrů dle norem.....	47
8.1.2	Typy filtrů.....	48
8.2	Využití zvlhčovače vzduchu	49
8.3	Rozšíření funkcí infotainmentu.....	50
8.4	Větrání okny	51
8.5	Přetlak v kabině vozu.....	51
8.6	Senzor kvality vzduchu vně vozidla	52
8.7	Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla.....	52
8.8	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel	53
8.9	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu	53
8.10	Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	53

8.11	Integrace ionizátoru.....	54
8.12	Použití speciálních materiálů.....	55
8.12.1	Antistatické materiály.....	55
8.12.2	Specifické materiály pohlcující pachy	55
8.13	Využití deflektorů oken.....	56
9	Analýza výsledků navržených technických řešení	57
9.1	Tvorba dotazníku č. 2	57
9.2	Sběr a zpracování dat.....	59
10	Vyhodnocení dotazníku č. 2.....	59
10.1	Analýza výsledků mezi jednotlivými skupinami.....	59
10.1.1	Vymezení aktivních řidičů	59
10.1.2	Rok výroby vozidel používaných u jednotlivých skupin respondentů.....	60
10.1.3	Čas strávený ve vozidle u jednotlivých skupin respondentů.....	61
10.2	Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Astmatici	61
10.3	Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Alergici	62
10.4	Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Starší lidé (60+)...	62
10.5	Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19	63
10.6	Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Zdravá populace .	64
10.7	Celkové vyhodnocení dotazníkového šetření č. 2.....	65
11	Diskuze výsledků a návrh dalšího postupu.....	66
12	Závěr.....	67
13	POUŽITÉ ZDROJE	70
13.1	TIŠTĚNÉ ZDROJE.....	70
13.2	INTERNETOVÉ ZDROJE	70
14	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	76
15	SEZNAM TABULEK.....	77
16	SEZNAM GRAFŮ.....	78

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AC – Air conditioning (Klimatizace)

AUTO – Automatic (Automatická klimatizace)

COVID-19 – Coronavirus disease 2019 (Koronavirové onemocnění 2019)

ČSN – Česká technická norma

HVAC – Heating, Ventilation, Air-Conditioning (Topení, větrání, klimatizace)

PM – Particulate Matter (Jemný prach, pevné částice)

QFD – Quality Function Deployment (Metoda kvality)

TÜV – Technischer Überwachungs-Verein (Technické kontrolní sdružení)

VOC – Volatile Organic Compound (Těkavé organické sloučeniny)

SEZNAM FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK

µm – Mikrometr, mikron

dB – Decibel

Ppm – Částice na jeden milion (Parts per million)

SEZNAM CHEMICKÝCH SLOUČENIN

C₂Cl₄ – Tetrachlorethylen

C₄H₁₀ – Butan

C₆H₆ – Benzen

C₇H₈ – Toluén

CO – Oxid uhelnatý

CO₂ – Oxid uhličitý

CH₂O – Formaldehyd

NH₃ – Amoniak

NO₂ – Oxid dusičitý

NO_x – Oxidy dusíku

O₃ – Ozón

SO₂ – Oxid siřičitý

SO_x – Oxidy síry

1 Úvod

Současné moderní automobily poskytují veškeré pohodlí pro náš každodenní život. Pro mnohé nejsou vozidla pouze dopravním prostředkem, ale slouží jako plnohodnotný obytný prostor. Čas, který lidé tráví ve vozidlech, se neustále prodlužuje. V posledních letech se stává intenzivně diskutovaným tématem prostředí v interiéru vozidla. Klimakomfort nabývá na významu a dostává se do popředí zájmu uživatelů vozidel.

Většina lidí se nesprávně domnívá, že uvnitř automobilu jsou chráněni před škodlivinami více, než kdyby se pohybovali například pěšky nebo na kole. Kvalita vnitřního ovzduší v automobilu je několikanásobně více znečištěna v porovnání se vzduchem v našich domácnostech, kancelářích. [1] Na znečištění kabin vozů se podílí především vzduch, který přichází zvenčí. Zhoršená kvalita vzduchu má závažné dopady na lidské zdraví.

Z pohledu bezpečnosti je nutné ve vozidle zajistit tepelný komfort pro řidiče, podstatně se tím snižuje riziko nehod. Současně má tepelný komfort přímý vliv na zdraví pasažerů.

Klimakomfort ovlivňuje celá řada faktorů – vzduch, povrchová teplota palubní desky, intenzita a úhel dopadu přímého slunečního záření, špatná izolace interiéru. Specifikaci problémů souvisejících s nízkou úrovní klimakomfortu ve vozidle bude věnována třetí kapitola diplomové práce.

V následující čtvrté části budou popsány způsoby ovládání klimakomfortu v současných vozidlech. Nyní lze klimakomfort v interiéru vozidla ovlivnit nastavením teploty, rychlostí ventilátorů, prouděním vzduchu, zapnutím vnitřní cirkulace, využitím klimatizačního systému. Dále pak funkcí vyhřívání sedadel a volantu, v neposlední řadě využitím stahování oken. Shrnutí teoretické části práce popisuje kapitola pět.

V navazující šesté a sedmé části si přiblížíme rozbor požadavků zákazníků na klimakomfort ve vozidle s využitím dotazníkové metody. Dotazníkové šetření č. 1 bude zaměřeno na zjištění, zpracování a vyhodnocení potřeb zvláštních skupin uživatelů, včetně grafického znázornění.

Osmá část práce se zabývá návrhem technických řešení pro zajištění zákaznických potřeb, které cílí na zvýšení kvality klimakomfortu v kabině automobilu.

Devátá kapitola obsahuje vytvoření druhého dotazníkového šetření č. 2 se zaměřením na analýzu výsledků navržených technických řešení.

Vyhodnocení dotazníku č. 2 s navrženými technickými řešeními bude zakomponováno v kapitole číslo deset.

V jedenácté kapitole a v závěru diplomové práce bude navržen postup směřující ke zvýšení úrovně klimakomfortu, který reflektuje zjištěné požadavky zákazníků. Navržený postup je nedílnou součástí procesu, průběžně bude dále modifikován a přizpůsobován dle dalších podnětů a potřeb od zákazníků.

2 Cíl diplomové práce

Cílem diplomové práce je návrh opatření, postupů a řešení ke zvýšení úrovně klimakomfortu ve vozidle.

K naplnění a dosažení cíle je potřeba splnit několik dílčích cílů:

1. Specifikace problémů souvisejících s nízkou úrovní klimakomfortu ve vozidle.
2. Shrnutí způsobů ovládnání klimakomfortu v současných vozidlech.
3. Zjištění a analýza zákaznických potřeb zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu.
4. Návrh technických řešení pro zajištění zákaznických potřeb.
5. Analýza výsledků navržených technických řešení.
6. Diskuze výsledků a návrh dalšího postupu.

3 Specifikace problémů souvisejících s nízkou úrovní klimakomfortu ve vozidle

Tato kapitola se zabývá řešením 1. dílčího cíle.

Klimakomfort je definován jako míra spokojenosti s klimatickými podmínkami v daném prostředí, v našem případě ve vozidle. Tepelnou pohodu charakterizujeme jako tepelný vjem člověka z okolního prostředí. Pomocí tohoto vjemu vyjadřujeme úroveň spokojenosti s klimakomfortem, který má přímý vliv na pohodlí, bezpečnost. Příjemné tepelné prostředí pozitivně ovlivňuje průběh jízdy, zmírňuje únavu, snižuje podrážděnost a celkově zvyšuje bezpečnost jízdy.

Pro dosažení tepelného komfortu musí lidské tělo dosáhnout tepelné rovnováhy s okolním prostředím.

Tepelný komfort je předmětem výzkumu již dlouhodoběji. Výzkum v této oblasti vedl k nadefinování indexů pro hodnocení tepelného komfortu. Indexy byly původně vyvinuty pro budovy, později byly převzaty i pro samotné hodnocení komfortu přechodného a nestejnorodého tepelného prostředí, kam zařazujeme interiér vozidla. Na rozdíl od hodnocení tepelné pohody v budovách má hodnocení klimakomfortu ve vozidlech hned několik zvláštností. Klimakomfort uvnitř automobilu ovlivňuje řada parametrů, patří mezi ně:

- vzduch (teplota přiváděného vzduchu, průtok, rychlost a směr proudění vzduchu z klimatizačního systému)
- povrchová teplota palubní desky

- intenzita a úhel dopadu přímého slunečního záření
- špatná izolace interiéru

Samotné lidské tělo přirozeně zvyšuje teplotu v kabině a naopak teplota v interiéru vozidla má přímou vazbu na zvýšení tělesné teploty lidského těla, navzájem se oboustranně ovlivňují. Značná část povrchu těla je v automobilu v těsném kontaktu se sedadlem, a dále s opěradlem a volantem. Povrch lidského těla si intenzivně vyměňuje teplo především se sedadlem. [2]

3.1 Teplota vzduchu v interiéru vozidla

Za optimální teplotu v kabině vozidla je považováno 20 až 24 °C. Při této teplotě se řidič vozidla nejvíce soustředí na řízení automobilu. Naopak při vyšších teplotách dochází ke zvýšení tepové frekvence, vyčerpání z horka. Lidské tělo při dlouhodobém vystavení vysokým teplotám postupně ztrácí tělesné tekutiny a soli. Mezi typické příznaky vyčerpání z horka patří únava. Tělo se dehydratuje, objem krve se snižuje a krevní tlak klesá. Tyto nežádoucí faktory mají negativní vliv na schopnosti řidičů reagovat na potenciálně nebezpečné situace. Řidiči se s větší pravděpodobností mohou stát účastníky dopravní nehody. [3]

3.2 Suchý vzduch v interiéru vozidla

Suchý vzduch vzniká při poklesu vlhkosti vzduchu (sniží se obsah vodní páry ve vzduchu). Za suchý vzduch považujeme takový vzduch, jehož relativní vlhkost nepřesahuje 35 až 40 % (míra nasycení vzduchu vodní párou). K největšímu poklesu vlhkosti vzduchu dochází v prostředí, kde je vysoká teplota. [4]

Suchý vzduch způsobuje zúžení a uzavření dýchacích cest v těle. Zúžení dýchacích cest může vyvolat následující nežádoucí symptomy [5]:

- kašel
- sípání
- dušnost
- tlak na hrudi

Mezi další symptomy nežádoucího působení suchého vzduchu prokazatelně patří i kožní problémy. Bez dostatečné vlhkosti vzduchu pokožka začíná vysychat, svědí, tvoří se praskliny. Extrémně suchá kůže je varovným signálem pro klinický stav známý jako dermatitida¹.

Dalšími nepříjemnými zdravotními projevy v důsledku suchého vzduchu v interiéru jsou:

- suché, svědivé oči
- krvácení z nosu

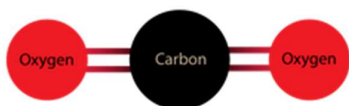
¹ Dermatitida = zánět kůže

- zimnice
- zhoršení příznaků nachlazení a chřipky
- větší pravděpodobnost onemocnění dýchacích cest
- riziko šíření respiračních onemocnění

3.3 Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla

Oxid uhličitý, který vydechujeme, se dokáže v malém uzavřeném prostoru velmi rychle nahromadit a způsobit ospalost, bolesti hlavy či špatné soustředění. V minulosti koncentrace CO₂ v kabině vozu nepředstavovala tak velký problém z důvodu nedostatečně těsnících karoserií. V současných vozidlech se vydýchaný vzduch stává bezpečnostním rizikem. V moderních autech s klimatizací lze kabinu zcela uzavřít (od venkovního vzduchu separovat úplně) zapnutím uzavřeného okruhu nebo spuštěním klimatizace na maximální výkon. [6]

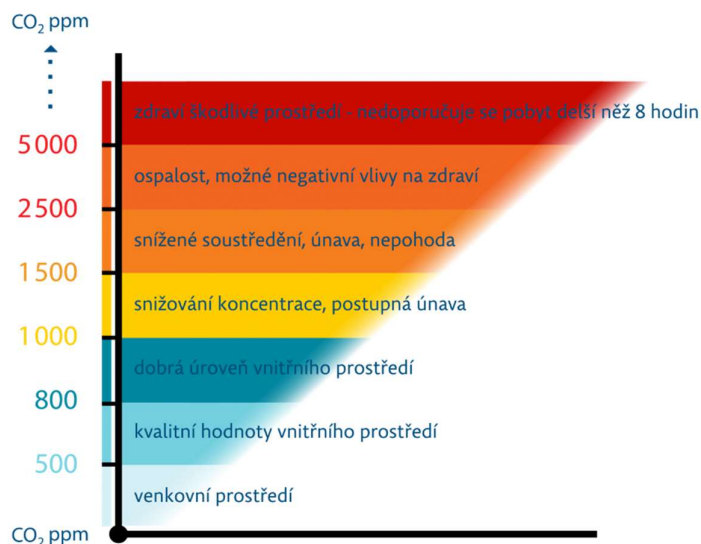
Oxid uhličitý je jednoduchá molekula (Obrázek 1) složená z 1 atomu uhlíku a 2 atomů kyslíku.



Obrázek 1: Molekula oxidu uhličitého – CO₂ [7]

Oxid uhličitý je jedním z nejčastěji vyskytujících se plynů na Zemi. Hladina CO₂ ve vydechovaném vzduchu je asi 3,8 %, neboli 38 000 ppm (částic na milion). Při vydechování se oxid uhličitý rychle mísí s okolním vzduchem a při řádné a správné ventilaci se koncentrace rychle sníží na zcela neškodnou úroveň. Hladiny CO₂ v interiéru se obvykle pohybují mezi 400 a 2 000 ppm (částic na milion), naopak venkovní hladiny CO₂ jsou obvykle nižší 350 – 450 ppm. [7]

Na Obrázku 2 jsou uvedeny příklady negativních projevů vydýchaného vzduchu.



Obrázek 2: Stupnice zajímavých hodnot CO₂ [8]

3.4 Prašné prostředí

3.4.1 Silniční prach

Silniční prach se skládá z pevných částic, které vznikají při jakémkoli mechanickém zpracování materiálů (drcení, mletí, rychlý náraz, přeprava, detonace a dekrementace organických a anorganických materiálů), jako jsou horniny, rudy a kovy. Když se prach dostane do ovzduší třením pneumatik pohybujících se po nezpevněných polních cestách, a také zpevněných cestách pokrytých prachem, označuje se jako silniční prach. [9]

Sloučeniny olova a chromu v silničním prachu jsou spojovány s příčinou zánětu dýchacích cest, který by postupně mohl vést až k rakovině dýchacích cest. Negativní vliv silničního prachu je rovněž spojován s kardiovaskulárními problémy. [10]

3.4.2 Prašné cesty

Štěrkové a polní cesty jsou zdrojem pevných částic ve vzduchu, pro lidské zdraví jsou škodlivé. Částice prachu jsou dostatečně malé na to, aby je bylo možné vdechnout. V případě, že proniknou do průdušnic, způsobují kašel a sípání, mohou zapříčinit podráždění a zarudnutí očí. Kýčání a rýma je také běžným příznakem přítomnosti prachu ve vzduchu. Někteří lidé (alergičtí na prach) mohou pociťovat příznaky připomínající sezónní sennou rýmu. Lidé s astmatem mohou dostat těžké záchvaty, které jsou vyvolány výskytem prachu ve vzduchu (prach zvyšuje závažnost astmatických záchvatů). [11]

3.5 Smogové prostředí

Je všeobecně známo, že hodnoty znečišťujících látek uvnitř vozidel jsou často vyšší než venku. Automobily přijímají emise z okolních vozidel a recirkulují je. Vozidla nejsou konstruována tak, aby byla zcela vzduchotěsná, znečišťující látky se dostávají do kabiny vozu větracími otvory.

Osobní vozidla uvolňují do ovzduší zejména tyto látky:

- VOC – těkavé organické sloučeniny (působí karcinogeně)
- NO_x – oxidy dusíku (příčina dýchacích problémů)
- PM – pevné částice (usazují se v plicních tkáních a vyvolávají respirační onemocnění – astma, bronchitida, rozedma plic) – PM_{2,5}²
- CO – oxid uhelnatý (způsobuje únavu, zmatenost, přispívá ke zvýšení nehodovosti)
- SO_x – oxidy síry (způsobují dušnost a bolest na hrudi)

Smogová kontaminace interiéru vozidla, které stojí v hustém provozu nebo na semaforech je až o 40 % vyšší, než když je auto v plném pohybu. [12]

3.6 Pylové prostředí

Pyl je jemná, až středně hrubá, prášková látka vytvářena rostlinami jako součást jejich reprodukčního procesu. Na jaře se objevuje především ze stromů, v létě dominuje z trav a na podzim zejména z plevelů. Přítomnost pylu ve vzduchu vyvolává kýčání, slzení očí a další příznaky podobné nachlazení (sezónní alergie, známá také jako alergická rýma nebo senná rýma). [13]

Pyl se do vozidla dostává přes pylový filtr, kterým je přiváděn veškerý vzduch do vozidla. Je tedy důležité tento filtr řádně čistit a pravidelně měnit. Pylový filtr bývá umístěn za odkládací schránkou u spolujezdce.

3.7 Hluk ventilátorů

Ventilátory mnohdy bývají největším zdrojem hluku v interiéru vozidla, čím rychleji se otáčí, tím jsou hlučnější. Hluk ventilátorů je vytvářen vibrujícím tělesem, které se šíří interiérem k řidiči a posádce vozidla.

Hluk je obecně považován za zvuk nechtěný, má vysoce rušivý charakter, je škodlivý především svou nadměrnou intenzitou. Účinky hluku jsou subjektivní, mohou být vysoce obtěžující, ruší soustředění a psychickou pohodu.

² Částice o průměru mezi 0,1 a 2,5 μm. [12]

K měření hluku se používá přístroj hlukoměr (Obrázek 3), který má zabudovaný mikrofon. Nejčastěji používanou jednotkou pro měření hluku je decibel – dB. [26]



Obrázek 3: Hlukoměr [14]

4 Způsoby ovládání klimakomfortu v současných vozidlech

Touto kapitolou je řešen 2. dílčí cíl.

V posledních letech se čím dál častěji v automobilovém průmyslu dostává do popředí zaměření na řešení klimakomfortu ve vozidlech. Hlavním důvodem, proč pozornost směřuje k tepelnému prostředí je zajištění optimálního zdravého prostředí, komfortu a pohodlí především pro řidiče, ale také pro posádku ve vozidle. V parném létě, nebo naopak v zimě, je důležitá manualní úprava teploty v interiéru. Především pro děti, seniory, lidi s kardiovaskulárním onemocněním, ale i pro zdravou populaci, je v horkém létě vysoká teplota v interiéru velmi riziková, zvláště pak, když vozidlo není vůbec klimatizováno.

4.1 HVAC systém

Jedná se o klimatizační systém určený k regulování klima (Obrázek 4) v interiéru vozidla. Jeho hlavní funkcí je zajištění stálého přívodu čerstvého vzduchu a regulace vnitřního prostředí. Hraje také významnou roli v oblasti bezpečnosti, odstraňuje páru a vlhkost z interiéru, čelního skla a oken. Systém HVAC zabezpečuje tři základní funkce

- vytápění
- větrání
- klimatizaci

Všechny tři funkce jsou vzájemně propojené, kooperují mezi sebou tak, aby cestujícím poskytly příjemnou, vhodnou teplotu a příznivou kvalitu vzduchu. [15]



Obrázek 4: Ovládání systému HVAC pomocí dotykové obrazovky ve vozidle Škoda [16]

Cílem dnešních moderních klimatizačních systémů je dosáhnout v okolí hlav posádky vozidla teploty 20 °C v časovém intervalu do 20 min.

Přesné proudění vzduchu (Obrázek 5) zajistí dobrý výhled z vozu a v zimě také rozmrazení oken. Pomocí čidel vlhkosti dokáže systém HVAC zabránit zamlžení skel během celého roku. Aktuální klimatizační systémy mají funkci automatického přepínání vnitřního okruhu v závislosti na kvalitě vzduchu uvnitř i vně vozidla. Při jízdě v prašném prostředí automaticky zamezí přísunu znečištěného vzduchu. Další čidla ve vozidle snímají např. teplotu, úhel a intenzitu slunečních paprsků. Systém podle toho dokáže regulovat teplotu pro různé části vozu. [16]



Obrázek 5: Proudění vzduchu ze systému HVAC ve vozidle Škoda Scala [16]

4.1.1 Nastavení (regulace) teploty

Ve vozidlech bez klimatizačního systému se teplota nastavuje manuálně, pomocí ovládací posuvné páky, u některých typů k ovládání slouží otočné kolečko. V případě potřeby zajištění

příhodného tepla v interiéru kabiny proces probíhá následujícím způsobem – horká chladicí kapalina motoru cirkuluje přes malý chladič, před jádrem ohřívače je umístěn ventilátor, který fouká studený venkovní vzduch přes žebra. Tento vzduch prochází skrz jádro ohřívače, stává se horkým vzduchem a je vyfukován otvory ventilátorů. [17] V opačném případě (tzn. potřeba zajištění chladu v kabině) si vozidlo nasává vzduch z venku, do vozidla proudí stejná teplota vzduchu, jako je teplota venkovní.

Většina současných aut má funkcionalitu nastavení teploty v interiéru zpravidla již digitální. U automatické klimatizace (popsáno v kapitole 4.1.3) se teplota v interiéru reguluje samočinně dle nastavené hodnoty. Teplotní soustava čidel v interiéru automaticky nastaví teplotu, intenzitu a místo, kam má být přiváděn klimatizovaný vzduch, aby co nejrychleji výše teploty v interiéru odpovídala hodnotě nastavené řidičem, posádkou vozidla. Nastavená teplota vzduchu je kombinací čerstvého vzduchu, teplého vzduchu z ohřívače a studeného vzduchu z výparníku klimatizace. Pomocí tlačítka (Obrázek 6) nastavujeme požadovanou teplotu v interiéru vozidla.



Obrázek 6: Tlačítko nastavení teploty ve vozidle Toyota RAV4

4.1.2 AC – klimatizace

AC je zkratka pro air conditioning (klimatizace). Klimatizace (Obrázek 7) umožňuje ochlazovat vzduch v interiéru vozidla, zajišťuje chladnější prostředí pro řidiče a cestující.



Obrázek 7: Tlačítko zapnutí/vypnutí klimatizace ve vozidle Toyota RAV4

Klimatizace ve vozidle byla poprvé uvedena na trh v roce 1939 (Obrázek 8). Tehdejší systém využíval odpařování vody k ochlazení vzduchu, který byl vháněn dovnitř otevřeným oknem na straně spolujezdce. [18]

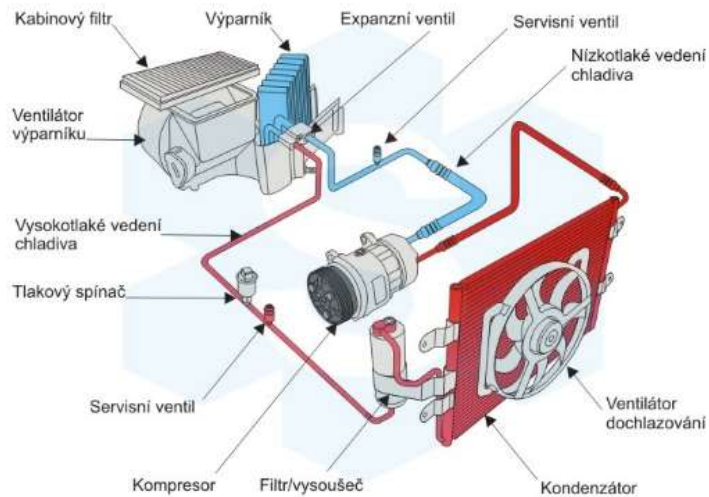


Obrázek 8: Jedna z prvních klimatizací ve vozidlech [18]

Současné klimatizace fungují na téměř stejných základních principech, jaké byly vyvinuty ve 30. letech minulého století. Klimatizační systém vozu se skládá ze tří hlavních částí (Obrázek 9):

- kompresoru
- kondenzátoru
- výparníku

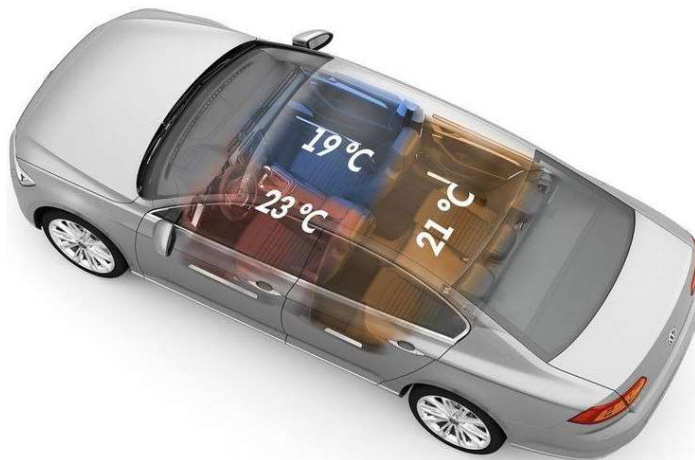
Všechny části pracují s chladivem v plynném stavu. Kompresorem (poháněn řemenem připevněným k motoru) je nízkotlaký chladicí plyn stlačen na vysokotlaký plyn o vysoké teplotě. Kondenzátor ochlazuje plynné chladivo pod vysokým tlakem a vytvoří z něj vysokotlakou kapalinu. Slouží také jako chladič vozidla. Z vysokotlaké kapaliny se stane nízkotlaká kapalina a přesune se do výparníku. V tomto okamžiku se z kapalného nízkotlakého chladiva opět stane plyn, který vystupuje z výparníku a odebírá teplo z interiéru vozidla. Během celého procesu ventilátor fouká přes vnější část kompresoru a vhání chladný vzduch do interiéru vozidla. [19]



Obrázek 9: Schéma klimatizačního systému automobilu [20]

Pokročilé technologie pro ovládání klima v automobilu nabízejí tzv. „zónové“ ovládání klimatizace. Systém zónového ovládání umožňuje řidiči, posádce ve voze nastavit si požadovanou teplotu, která ovlivní pouze jejich sedadla. Každá oblast ve specifických zónách má samostatný senzor, který detekuje aktuální teplotu pouze dané oblasti.

- Dvouzónová klimatizace – systém má dvě regulace teploty, jednu pro levou a druhou pro pravou stranu.
- Třízónová klimatizace – systém má tři zóny (Obrázek 10), každou s nezávislým řízením teploty, dvě zóny jsou vpředu (levá, pravá strana), jedna zóna je vzadu (prostor pro posádku).
- Čtyřzónová klimatizace – systém má čtyři zóny, jednu zónu pro každé sedadlo v autě.



Obrázek 10: Třízónová klimatizace ve vozidle Volkswagen [21]

4.1.3 Režim AUTO

Ve většině moderních automobilů nalezneme na středovém panelu klimatizace tlačítko AUTO (Obrázek 11). Ve vozidlech se nachází automatická klimatizace, teplota uvnitř vozidla se automaticky změní na nastavenou teplotu.

Automatická klimatizace je koncipována tak, aby upravila rychlost ventilátoru, proudění a teplotu dodávaného vzduchu, a co nejrychleji a efektivně dosáhla, a současně udržovala nastavenou teplotu v interiéru vozidla. V případě manuální úpravy automatického režimu, např. zvýšení nebo snížení teploty, se režim přepne do manuálního režimu.



Obrázek 11: Tlačítko AUTO na středovém panelu ve vozidle Toyota RAV4

4.1.4 Nastavení rychlosti ventilátoru

Dnešní vozidla mají k dispozici jeden vícerychlostní ventilátor, který fouká vzduch potrubím a ventilačními otvory na základě požadované rychlosti, kterou stanoví řidič, posádka vozidla. Otáčky jsou řízeny rezistorem nebo řídicím modulem počítače, k aktivaci dochází prostřednictvím spínače ventilátoru. [22]

Regulace objemu vzduchu cirkulujícího ve vozidle se ve většině vozidel nastavuje pomocí otočné hlavice (Obrázek 12) nebo kolébkovým tlačítkem.



Obrázek 12: Nastavení rychlosti ventilátoru ve vozidle Škoda Fabia

4.1.5 Nastavení proudění vzduchu

Rozvod vzduchu zabezpečuje systém potrubí s klapkami a vývody.

Cestující ve vozidle si mohou pomocí jednotlivých tlačítek nastavit intenzitu a místo v kabině vozu, kam chtějí vzduch přivádět (Obrázek 13):

- přívod vzduchu na čelní sklo (odmlžení, odmražení)
- přívod vzduchu na horní část těla
- přívod vzduchu k nohám

Systém rozvodu vzduchu by měl být nastaven tak, aby proudění vzduchu nad určitou částí těla bylo schopno odvádět přebytečné teplo.



Obrázek 13: Tlačítka pro jednotlivé režimy rozvodu vzduchu ve vozidle Škoda Superb

4.1.6 Vnitřní okruh (recirkulace)

Recirkulace udržuje vzduch uvnitř vozidla, z kabiny uniká jen minimální množství vzduchu. Tento režim se využívá při nezbytnosti rychlého zchlazení interiéru automobilu nebo při jízdě prostředím s nežádoucím zápachem. Při prvním zapnutí recirkuluje mírně chladný vzduch vycházející přímo z klimatizace, namísto cirkulace teplého vzduchu z vnějšího prostředí. Čím déle je klimatizační systém zapnutý, tím chladnější je vzduch uvnitř kabiny vozidla. Přes zimní měsíce recirkulovaný vzduch zachycuje vlhkost uvnitř automobilu, bohužel bývá příčinou zamlžení oken nebo dokonce i stimul k případnému vzniku plísní. [23]

Tlačítko recirkulace vzduchu (Obrázek 14) je graficky znázorněno kruhovou, točivou šipkou, stisknutím tohoto tlačítka se režim zapne.



Obrázek 14: Tlačítka recirkulace vzduchu ve vozidle Toyota RAV4

4.2 Vyhřívání sedadel a volantů

Topná spirála je umístěna pod potahem sedadla, nazývá se rezistor. Když spirálou prochází elektrický proud, energie se mění na teplo a zahřívá sedadla řidiče a posádky.

Stejně jako mnoho systémů ve vozidle fungují vyhřívání sedadla na reléový spínač. Reléový spínač je relativně jednoduchá mechanická spoušť umožňuje přijímat energii.

Většina vyhřívání autosedaček má termostat, který měří teplotu sedadla. Když dosáhne určité teploty, vyšle signál a automaticky vypne relé do doby, dokud sedadlo částečně nevychladne. Přehřátí by mohlo způsobit požár, zranění nebo poškození celého vozu. [24]

Tlačítko pro vyhřívání sedadel (Obrázek 15) nalezneme ve vozidlech na středovém panelu nebo v blízkosti řadící páky.



Obrázek 15: Vyhřívání pravého sedadla ve vozidle Škoda Fabia

4.3 Využitelnost stahování oken

Před zapnutím klimatizace v horkém počasí se doporučuje vyvětrat interiér vozidla pomocí oken a dveří, aby se horký vzduch ve vozidle dostal ven z interiéru. Při rozjezdu je dobré

zapnout klimatizaci a současně nechat několik málo minut otevřená okna. Výše popsany postup je považován za nejúčinnější a nejefektivnější způsob, jak „ochladit“ interiér automobilu.

Při stažení oken na nevhodně dlouhou dobu hrozí nebezpečí vzniku akutního zánětu dutin, zánětu očních spojivek, středního ucha, angína nebo bolest zátylku. [25]

Obrázek 16 spínač elektrického stahování oken.



Obrázek 16: Symbol elektrického stahování oken ve vozidle Škoda Fabia

5 Shrnutí teoretické části

Ve třetí kapitole byly specifikovány problémy, které souvisí s nízkou úrovní klimakomfortu ve vozidle. Jedním z faktorů ovlivňujících klimakomfort v interiéru vozidla je nevhodně zvolená teplota. Jestliže teplota přesáhne hodnotu 24 °C, řidič pociťuje únavu, bolesti hlavy, snižuje se celková pozornost při řízení vozidla. [3] Proto je kontrola teploty klíčem k bezpečné jízdě a celkové pohodě. Suchý vzduch v interiéru vozidla má přímý vliv jak na řidiče vozidla, tak na spolucestující – způsobuje především nepříjemné a závažné zdravotní komplikace, může ovlivnit i bezpečnost jízdy. [5] Vydýchaný vzduch v interiéru automobilu, tzn. vysoká koncentrace CO₂, se u řidiče projevuje zvýšenou ospalostí, letargií, únavou, poruchou soustředění. U spolucestujících způsobuje bolesti hlavy, pálení očí, nepříjemný pocit v oblasti hrudníku, ovlivňuje kognitivní funkce³. [8] Celkový pokles koncentrace řidiče může být hlavní příčinou dopravních nehod, proto je velmi důležité udržet CO₂ v nízkých hodnotách. Prašné, smogové a pylové prostředí představuje zdravotní riziko pro pasažéry vozidla, dýchání škodlivin, mikroskopického prachu a pylu zvyšuje riziko onemocnění dýchacích cest, kardiovaskulárních chorob nebo i rakovinu. [10,11,12,13]

Ve čtvrté kapitole bylo popsáno, jakými způsoby lze ovládat klimakomfort v současných vozidlech – pomocí systému HVAC (regulace teploty, využití klimatizace, nastavení rychlosti

³ Kognitivní funkce – pozornost, paměť, řeč, prostorová orientace.

ventilátorů a proudění vzduchu, zapnutí recirkulace vzduchu), otevřením/zavřením oken, použitím vyhřívání sedadel a volantu. Využití dosavadních systémů není zcela v souladu s potřebami zákazníků, neodpovídá jejich současným požadavkům.

První dva dílčí cíle byly splněny v rámci teoretické části diplomové práce. Oba vytčené cíle se zabývaly významnými nedostatky v klimakomfortu uvnitř automobilu a současně dostupnými možnostmi ovládní tepelného komfortu. Z poznatků teoretické části čerpala praktická část diplomové práce.

6 Analýza zákaznických potřeb zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu

Kapitola 6 a 7 se zabývá řešením 3. dílčího cíle.

Pro získání zákaznických potřeb zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu byla použita dotazníková metoda. Jedná se o rychlou a efektivní metodu pro získávání dat, informací od velkého vzorku lidí. [27]

6.1 Tvorba dotazníku č. 1

Dotazník č. 1 byl vytvořen pomocí online nástroje Google Forms. Obsahoval celkem 28 otázek, 27 uzavřených (respondenti volili z nadefinovaných možností) a 1 otevřenou (respondenti uváděli číselnou hodnotu °C – optimální, nejvíce vyhovující teplotu při jízdě v automobilu). Cílem dotazníku bylo zjištění zákaznických potřeb s vazbou na klimakomfort ve vozidle.

Jednotlivé otázky z dotazníku jsou uvedeny níže. Připojen je vzor vytvořeného dotazníkového formuláře (Obrázek 17). U otázek č. 13 – 28 byla vymezena odpověď pomocí stupnice 1 – 9 (míra hodnocení: 1 vadí nejméně/9 vadí nejvíce).

1. Muž/žena
2. Věk
3. Jste aktivní řidič?
4. Jste astmatik?
5. Prodělali jste prokazatelně onemocnění COVID-19?
6. Objevil se u Vás následně postcovidový syndrom (kašel, dušnost, zadýchávání se, ztráta chuti, čichu, bolesti hlavy, únava, malátnost apod.)?
7. Jste alergik?
8. Kolik času denně trávíte v autě?
9. Jakou značku auta využíváte nejčastěji?

10. Jaký je rok výroby automobilu, který využíváte nejčastěji?
11. Jaké prostředí v interiéru vozidla je pro Vás při cestování více vyhovující?
12. Jaká teplota v interiéru automobilu je pro Vás optimální?
13. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí teplo?
14. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí chlad?
15. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí hluk?
16. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí pach z klimatizace?
17. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí nefunkční klimatizace?
18. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí vydýchaný vzduch v interiéru automobilu?
19. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí suchý vzduch v interiéru automobilu?
20. Jaký diskomfort Vám při řízení vozidla způsobují stažená okénka?
21. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí jízda v prašném prostředí?
22. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí, když se prach dostane do interiéru vozidla?
23. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí průjezd smogovým prostředím/městem?
24. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí, když se smog (oxid dusičitý, sloučeniny síry, aromatické uhlovodíky apod.) dostane do interiéru vozidla?
25. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí průjezd pylovým prostředím/přírodou?
26. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí, když se pyl dostane do interiéru vozidla?
27. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí proudění vzduchu na horní část těla při zapnutí režimu AUTO?
28. Jak moc Vám při jízdě ve vozidle vadí hluk z ventilátorů na začátku režimu AUTO?

Klimakomfort ve vozidle pro zvláštní skupiny uživatelů - diplomová práce (část 1.)

Dobrý den,
jmenuji se Barbora Kotrčová, jsem studentkou 2. ročníku magisterského studia Fakulty dopravní, Českého vysokého učení technického v Praze. Tématem mé diplomové práce je Klimakomfort ve vozidle pro zvláštní skupiny uživatelů.
Dotazník Vám nezabere více, jak 3 minuty.
Předem Vám děkuji za jeho vyplnění.

*Povinné pole

1. Jste: *

- muž
 žena

2. Do jaké věkové kategorie patříte? *

- méně než 18 let
 18-30 let

Obrázek 17: Ukázka vytvořeného dotazníkového formuláře

6.2 Sběr a zpracování dat

Dotazník č. 1 byl rozeslán prostřednictvím sociálních sítí a e-mailových adres.

Po sběru potřebných dat následovala logická kontrola odpovědí a editace, která probíhala pomocí programu Microsoft Excel.

Celkem bylo 125 respondentů, každá skupina měla zastoupení 25 respondentů.

Rozdělení byli do pěti skupin:

- skupina Astmatici
- skupina Alergici
- skupina Starší lidé (nad 60 let)
- skupina Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19
- skupina Zdravá populace

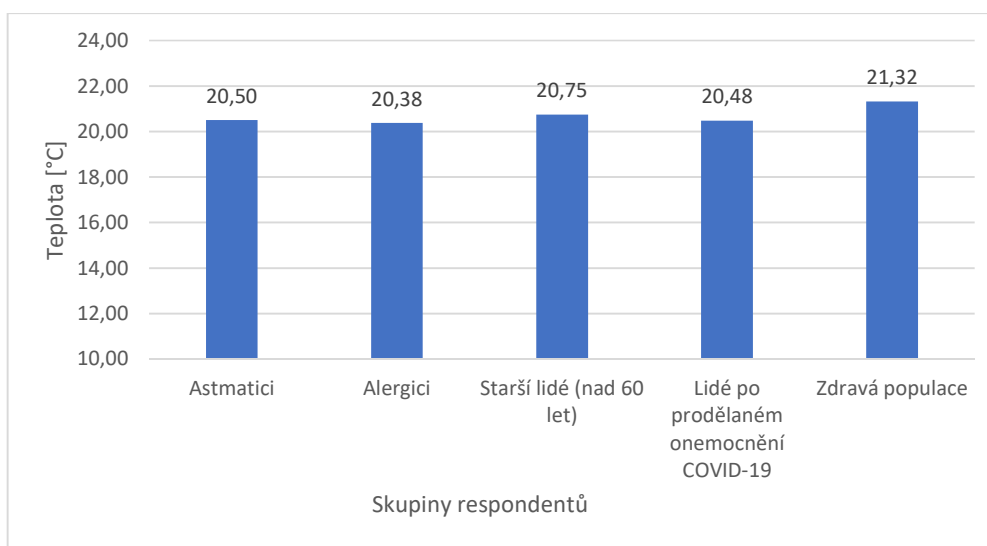
6.3 Analýza výsledků mezi jednotlivými skupinami

Níže v podkapitolách 6.3.1 až 6.3.4 jsou slovně a pomocí grafů analyzovány výsledky dotazníkového šetření č. 1 s vazbou na segmenty dotazníku č. 1 a s rozpadem na jednotlivé cílové skupiny.

6.3.1 Optimální teplota v interiéru vozidla u jednotlivých skupin respondentů

Dotazníkové šetření č. 1 obsahovalo směrem k respondentům jen jednu otevřenou otázku: Jaká teplota v interiéru automobilu je pro Vás optimální?

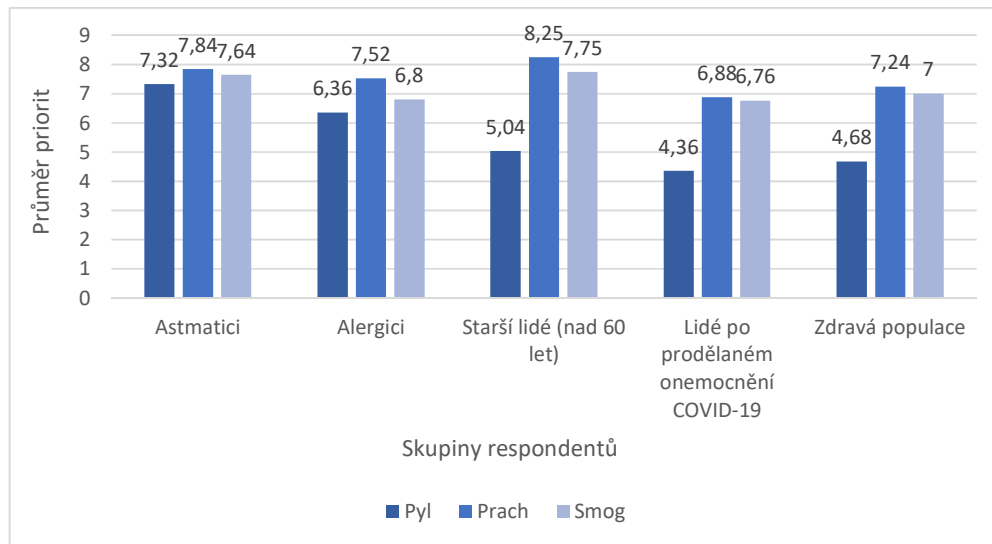
Ze všech zodpovězených hodnot u jednotlivých dotazovaných skupin byl vypočten matematický průměr teploty. Nejnižší průměrnou hodnotu teploty v interiéru vozidla uvedla skupina Alergiků (20,38 °C), naopak nejvyšší hodnoty teploty (21,32 °C) v interiéru automobilu uváděla skupina Zdravá populace. (Graf 1) Rozdíl mezi zmíněnými skupinami respondentů je necelý 1 °C.



Graf 1: Optimální teplota v interiéru vozidla u jednotlivých skupin respondentů

6.3.2 Nejvíce obtěžující vlastnosti/škodliviny vzduchu u jednotlivých skupin respondentů

Nejvyšší hodnotu průměru priorit dosáhl prach (8,25) u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let). Nejnižší hodnotu po vyhodnocení získal pyl (4,36), a to u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19. (Graf 2) V celkovém součtu všech skupin, pomocí doplňujícího výpočtu, je hodnocen jako nejvíce obtěžující prach v interiéru (37,73), nejméně obtěžující je pyl v interiéru vozidla (27,76).



Graf 2: Nejvíce obtěžující vlastnosti/škodliviny vzduchu u jednotlivých skupin respondentů

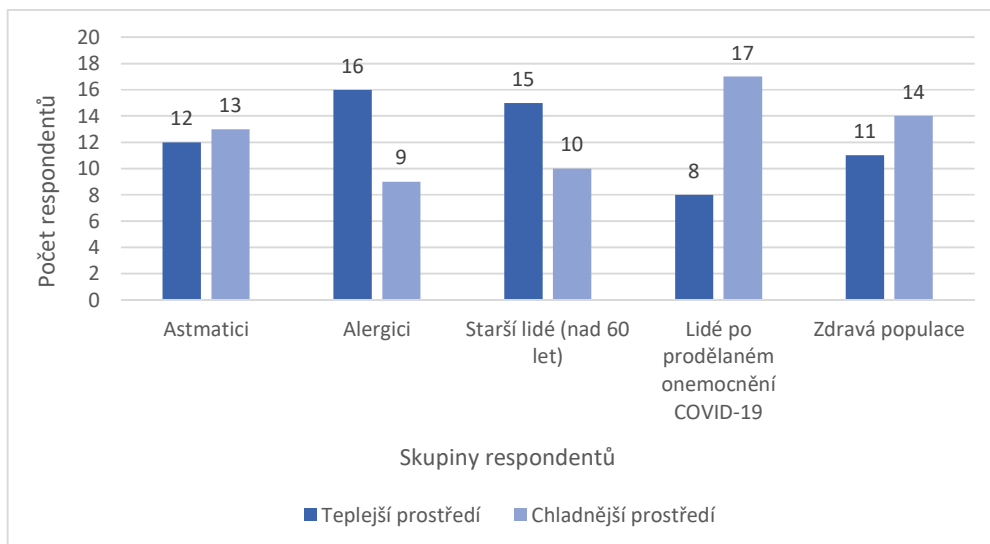
6.3.3 Více vyhovující prostředí při cestování u jednotlivých skupin respondentů

Otázka č. 11 v dotazníkovém šetření č. 1 zněla: Jaké prostředí v interiéru vozidla je pro Vás při cestování více vyhovující?

Na výběr bylo z možností:

- chladnější prostředí
- teplejší prostředí

Skupina Astmatiků, Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19, Zdravá populace (přestože v kapitole 6.3.1 udala nejvyšší hodnotu průměru teploty 21,32 °C) by spíše volila chladnější prostředí v interiéru vozidla. Naopak skupina Alergiků a Starších lidí (nad 60 let) by volila teplejší prostředí. U skupiny Astmatiků byly volby prostředí vyrovnané, rozhodl pouze jeden respondent. (Graf 3)

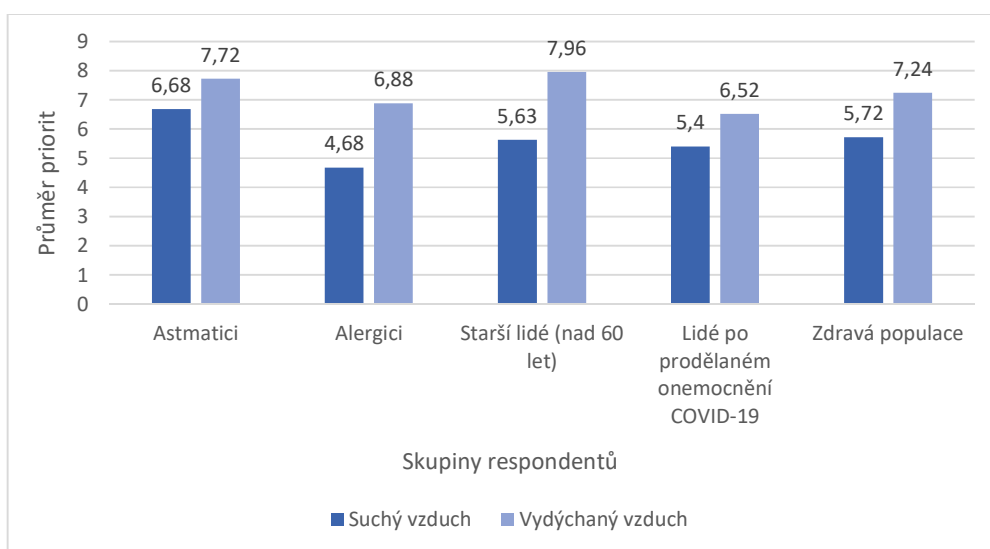


Graf 3: Více vyhovující prostředí při cestování u jednotlivých skupin respondentů

6.3.4 Více obtěžující kvalita vzduchu

Podkapitola 6.3.4 byla zaměřena na porovnání priorit z hlediska obtěžující kvality vzduchu – vydýchaný/suchý vzduch v interiéru vozidla.

Vyšší hodnotou priority jednoznačně dominoval vydýchaný vzduch v interiéru automobilu u všech dotazovaných skupin. (Graf 4) Nejvyšší hodnotu průměru priority (7,96) dosáhl vydýchaný vzduch u skupiny Starší lidé (nad 60 let).



Graf 4: Více obtěžující kvalita vzduchu u jednotlivých skupin respondentů

7 Vyhodnocení dotazníku č. 1 s použitím metody QFD

K vyhodnocení dotazníku č. 1 byla použita metoda QFD, která je popsána v knize Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu (J. Machan a kol., 2012). Metoda QFD slouží k efektivnímu definování a převodu požadavků zákazníků do technického řešení. [27]

7.1 Požadavky zákazníků

Požadavky zákazníků byly zjištěny výstupem z dotazníkového šetření č. 1. Na základě četnosti odpovědí byly jednotlivým požadavkům přiřazeny patřičné váhy dle důležitosti pro samotného zákazníka. Následně byly všechny požadavky vepsány a zpracovány v matici. (Tabulka 1)

Tabulka 1: Matice s požadavky zákazníků

Číslo požadavku	Požadavky zákazníků		
		Priorita <1; 9>	Ideal
1	Teplo v interiéru vozidla	4,52	9
2	Chlad v interiéru vozidla	5,88	9
3	Hluk v interiéru vozidla	5,52	9
4	Zápach z klimatizace	5,76	9
5	Nefunkční klimatizace	5,48	9
6	Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla	7,24	9
7	Suchý vzduch v interiéru vozidla	5,72	9
8	Stažená okna	5,00	9
9	Průjezd v prašném prostředí	5,72	9
10	Prach v interiéru vozidla	7,24	9
11	Průjezd ve smogovém prostředí	5,36	9
12	Smog v interiéru vozidla	7,00	9
13	Průjezd v pylovém prostředí	3,52	9
14	Pyl v interiéru vozidla	4,68	9
15	Proudění vzduchu na horní část těla	4,52	9
16	Hluk z ventilátoru vozidla	4,84	9

1. Teplo v interiéru vozidla – za podmínky opačného stavu vně vozidla.
2. Chlad v interiéru vozidla – za podmínky opačného stavu vně vozidla.
3. Hluk v interiéru vozidla – zvýšená hlasitost médií, hluk ze stažených oken.
4. Zápach z klimatizace – zanesený výparník klimatizace, zanedbaná údržba klimatizace.

5. Nefunkční klimatizace.
6. Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla.
7. Suchý vzduch v interiéru vozidla.
8. Stažená okna – průvan a hluk ze stažených oken.
9. Průjezd v prašném prostředí.
10. Prach v interiéru vozidla – usazený i rozvířený v interiéru.
11. Průjezd ve smogovém prostředí.
12. Smog v interiéru vozidla.
13. Průjezd v pylovém prostředí.
14. Pyl v interiéru vozidla – usazený i rozvířený v interiéru.
15. Proudění vzduchu na horní část těla – proudění studeného vzduchu na začátku režimu AUTO⁴.
16. Hluk z ventilátorů – v interiéru vozidla na začátku režimu AUTO.

7.2 Naplnění požadavků

Technická řešení pro naplnění požadavků:

1. Kvalitní filtry – zachytí více nečistot a jemných částic.
2. Zvlhčovač vzduchu – zvlhčení vzduchu např. pomocí ultrazvukových nebo parních zvlhčovačů.
3. Infotainment⁵ – zobrazí informace o kvalitě vzduchu uvnitř i vně automobilu, o stavu kabinového filtru, upozorní na výměnu či vyčištění.
4. Větrání okny – automatické otevření oken při detekci např. nefunkční klimatizace nebo vydýchaného vzduchu.
5. Přetlak v kabině – kabina automobilu je utěsněna tak, aby bylo možné udržovat přetlak v kabině, zamezí se průniku nečistot do interiéru vozidla.
6. Senzor kvality vzduchu vně vozidla – senzor na snímání kvality vzduchu vně automobilu, s následným předáním informace do infotainmentu, senzor může obsahovat teploměr a vlhkoměr.
7. Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla – senzor na snímání kvality vzduchu uvnitř automobilu, s následným předáním informace do infotainmentu, senzor může obsahovat teploměr a vlhkoměr.
8. Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel.

⁴System automatické klimatizace přizpůsobí rychlost ventilátoru, proudění vzduchu a teplotu dodávaného vzduchu tak, aby co nejrychleji a efektivně dosáhl a udržoval nastavenou teplotu v interiéru vozidla.

⁵System, který pasažérům vozidla poskytuje informace a zábavu.

9. Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu.
10. Automatické zapnutí vnitřní cirkulace – při zjištění nekvalitního vzduchu vně vozidla, automobil automaticky zapne vnitřní cirkulaci vzduchu.
11. Integrovaná ionizace – vyčištění vzduchu od smogu, od prachu, pylu, integrována do systému HVAC⁶.
12. Použití speciálních materiálů – antistatické materiály a pachy pohlcující materiály.
13. Deflektory oken – umožní ve vozidle přirozenou cirkulaci vzduchu, předchází zamlžování oken, usměrňují proudění vzduchu při stažení oken, snižují průvan a hluk.

Vzájemné korelace mezi požadavky zákazníků a technickými řešeními jsou ohodnoceny tak, do jaké míry ovlivní odpovídající požadavek zákazníků. (Tabulka 2)

Vztahy jsou dle významnosti ohodnoceny hodnotami 0, 1, 3, 9.

- 0 = žádné ovlivnění
- 1 = nízké ovlivnění
- 3 = průměrné ovlivnění
- 9 = úplné ovlivnění

Při rozhodování o významnosti vzájemných vztahů, je nutné, aby se přímého rozhodování účastnil tým složený z pracovníků ze všech dotčených oblastí. Společná diskuze odborníků by vyústila v jednoznačnou kolektivní shodu. [27]

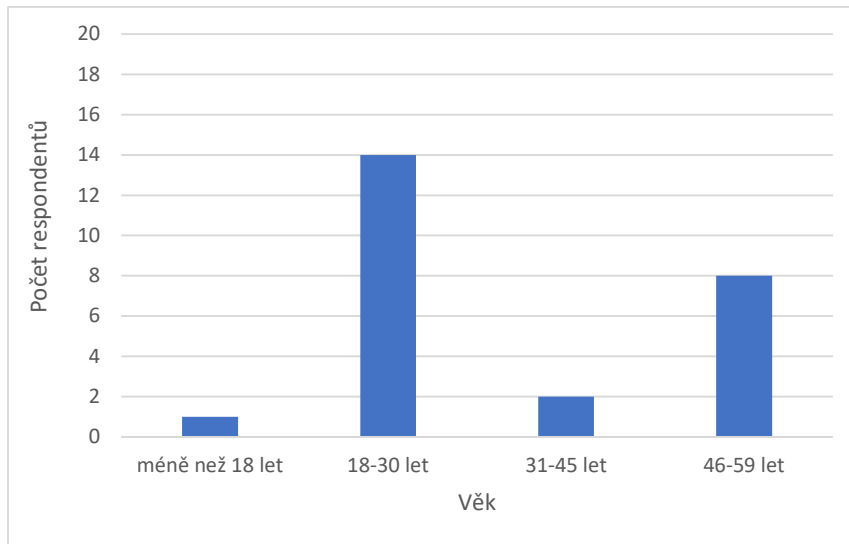
Tabulka 2: Technická řešení a vzájemné korelace mezi požadavky (Tabulka 1)

Číslo požadavku	Kvalitní filtry	Zvlhčovač vzduchu	Infotainment	Větrání oken	Přetlak v kabině	Senzor kvality vzduchu vně vozidla	Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu	Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	Integrovaná ionizace	Použití speciálních materiálů	Deflektory oken
1	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
2	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
3	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	9	0
5	0	0	3	9	0	3	9	0	0	3	0	0	3
6	3	0	3	9	0	3	9	0	0	0	3	0	1
7	3	9	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
10	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
11	9	0	3	0	0	9	0	0	0	9	1	1	0
12	9	0	0	3	1	0	9	0	0	9	1	9	0
13	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
14	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9

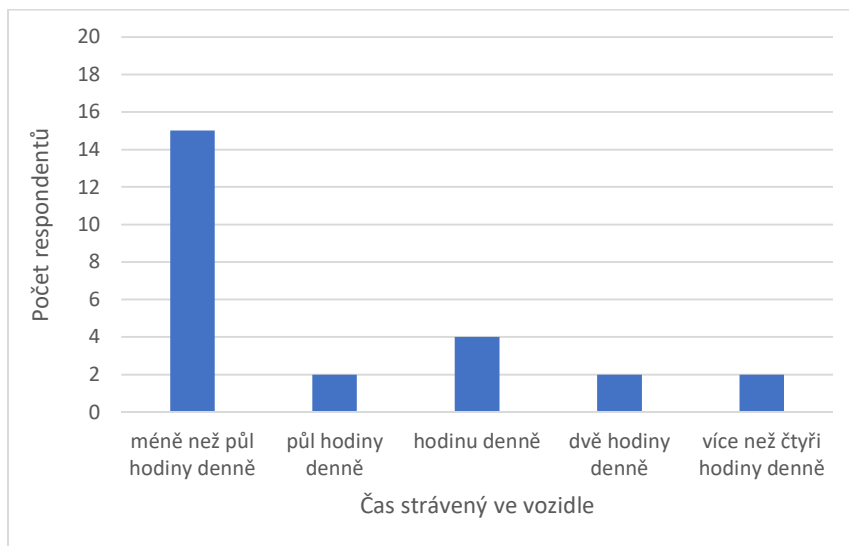
⁶ Systém HVAC pojímá tři základní funkce – vytápění, větrání a klimatizaci.

7.3 Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Astmatici

Ze 125 dotázaných respondentů bylo 25 astmatiků. Nejčastěji odpovídali astmatici ve věkové kategorii 18–30 let (Graf 5), s časem stráveným ve vozidle méně než půl hodiny. (Graf 6)



Graf 5: Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Astmatici



Graf 6: Graf znázorňující čas strávený ve vozidle u skupiny respondentů Astmatici

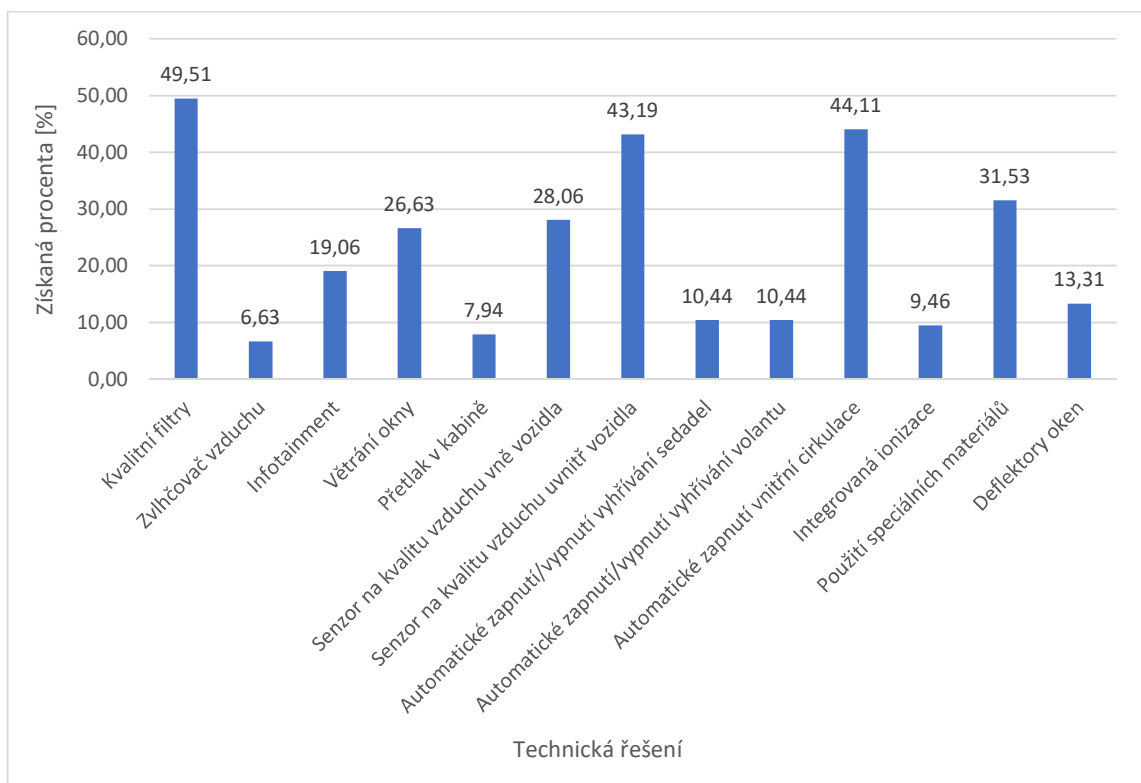
Zpracovaným výstupem jejich odpovědí je matice QFD (Tabulka 3), která ukazuje, že respondenti ze skupiny astmatiků by nejvíce uvítali kvalitní filtry a dále pak automatické

zapnutí vnitřní cirkulace ve vozidle. Tyto položky dosáhly nejvyššího počtu procent (Graf 7) – kvalitní filtry ve vozidle 49,51 % a automatické zapnutí vnitřní cirkulace 44,11 %.

Výpočet procent byl proveden pomocí vzorce – součin korelací a priorit daného parametru vydělen hodnotou stejného výpočtu pro sloupec ideál krát 100.

Tabulka 3: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Astmatici

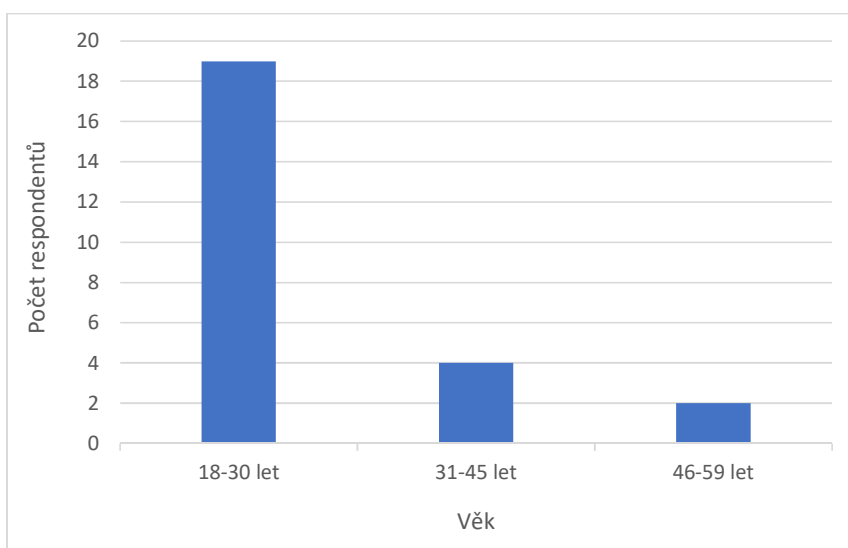
Číslo požadavku	Požadavky zákazníků	Číslo řešení		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Zvlhčovač vzduchu	Infotainment	Větrání okny	Přetlak v kabině	Senzor kvality vzduchu vně vozidla	Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu	Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	Integrovaná ionizace	Použití speciálních materiálů	Deflektory oken
1	Teplo v interiéru vozidla	4,68	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
2	Chlad v interiéru vozidla	5,28	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
3	Hluk v interiéru vozidla	5,44	9	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Zápach z klimatizace	6,80	9	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	9	0
5	Nefunkční klimatizace	6,68	9	0	0	3	9	0	3	9	0	0	3	0	0	3
6	Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla	7,72	9	3	0	3	9	0	3	9	0	0	0	3	0	1
7	Suchý vzduch v interiéru vozidla	6,68	9	3	9	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
8	Stlažená okna	5,36	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Průjezd v prašném prostředí	7,44	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
10	Prach v interiéru vozidla	7,84	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
11	Průjezd ve smogovém prostředí	6,00	9	9	0	3	0	0	9	0	0	0	9	1	1	0
12	Smog v interiéru vozidla	7,64	9	9	0	0	3	1	0	9	0	0	9	1	9	0
13	Průjezd v pylovém prostředí	5,96	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
14	Pyl v interiéru vozidla	7,32	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
15	Proudění vzduchu na horní část těla	4,92	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Hluk z ventilátoru vozidla	4,96	9	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9
TOTAL		<1; 9>	906,48	448,84	60,12	172,80	241,36	71,96	254,36	391,52	94,60	94,60	399,84	85,76	285,80	120,64
			100%	49,51	6,63	19,06	26,63	7,94	28,06	43,19	10,44	10,44	44,11	9,46	31,53	13,31



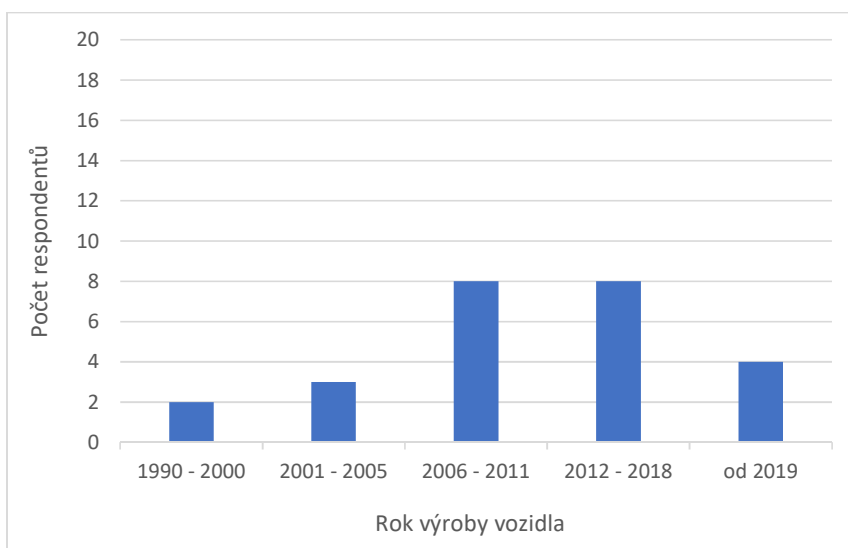
Graf 7: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Astmatici

7.4 Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Alergici

Další skupinou byli lidé trpící alergiemi. Skupina Alergiků měla největší zastoupení ve věkové skupině 18–30 let (Graf 8), nejčastěji cestují ve vozidlech vyrobených v letech 2006 – 2018. (Graf 9)



Graf 8: Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Alergici

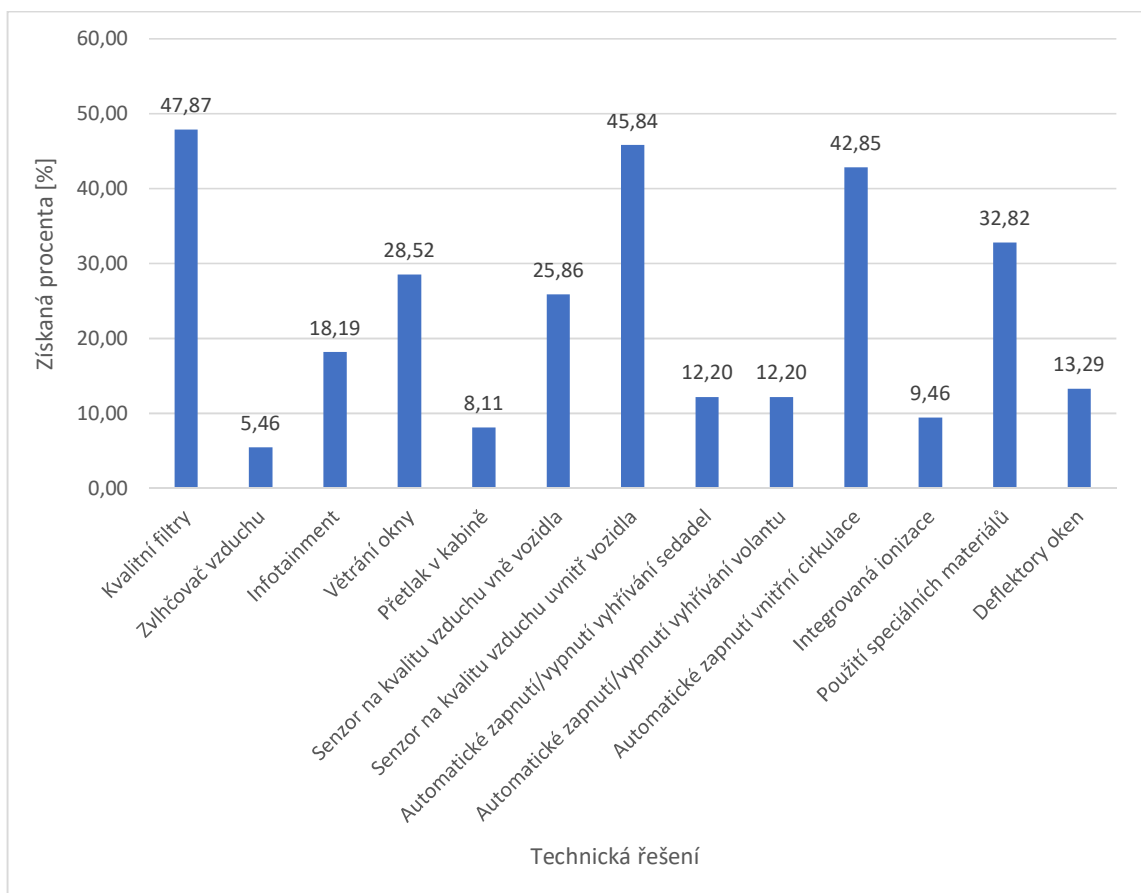


Graf 9: Graf znázorňující rok výroby vozidel u skupiny respondentů Alergici

Nejvíce procent (Tabulka 4) u skupiny respondentů Alergici dosáhly položky kvalitní filtry ve vozidle 47,87 % a senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla 45,84 %. Podrobně znázorněno v grafu. (Graf 10)

Tabulka 4: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Alergici

Číslo požadavku	Požadavky zákazníků		Číslo řešení												
	Priorita <1; 9>	Ideal	1 Kvalitní filtry	2 Zvlhčovač vzduchu	3 Infotainment	4 Větrání okny	5 Přetlak v kabině	6 Senzor kvality vzduchu vně vozidla	7 Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla	8 Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel	9 Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu	10 Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	11 Integrovaná ionizace	12 Použití speciálních materiálů	13 Deflektory oken
1	4,56	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
2	5,40	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
3	4,88	9	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5,88	9	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	9	0
5	6,16	9	0	0	3	9	0	3	9	0	0	3	0	0	3
6	6,88	9	3	0	3	9	0	3	9	0	0	0	3	0	1
7	4,68	9	3	9	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
8	4,20	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	5,48	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
10	7,52	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
11	4,76	9	9	0	3	0	0	9	0	0	0	9	1	1	0
12	6,80	9	9	0	0	3	1	0	9	0	0	9	1	9	0
13	3,72	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
14	6,36	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
15	4,00	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4,36	9	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9
TOTAL	<1; 9>	770,76	368,96	42,12	140,20	219,84	62,52	199,32	353,28	94,00	94,00	330,24	72,92	253,00	102,40
		100%	47,87	5,46	18,19	28,52	8,11	25,86	45,84	12,20	12,20	42,85	9,46	32,82	13,29

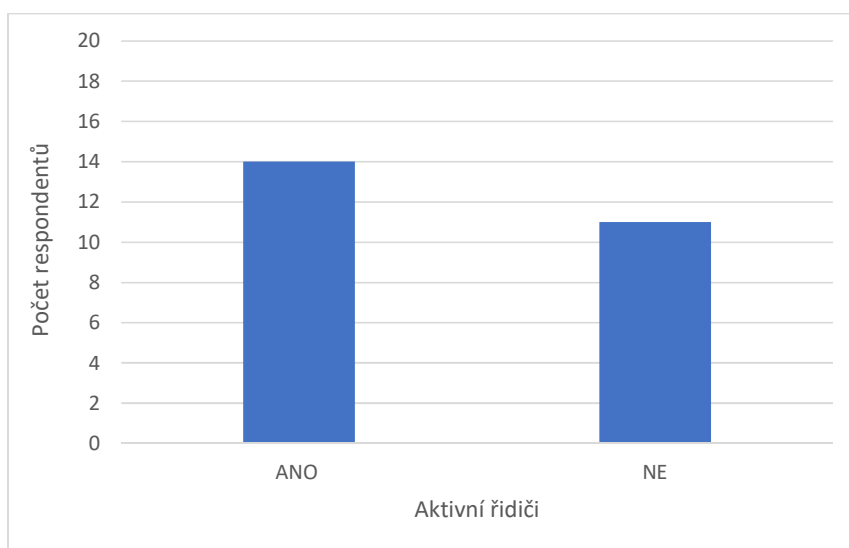


Graf 10: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Alergici

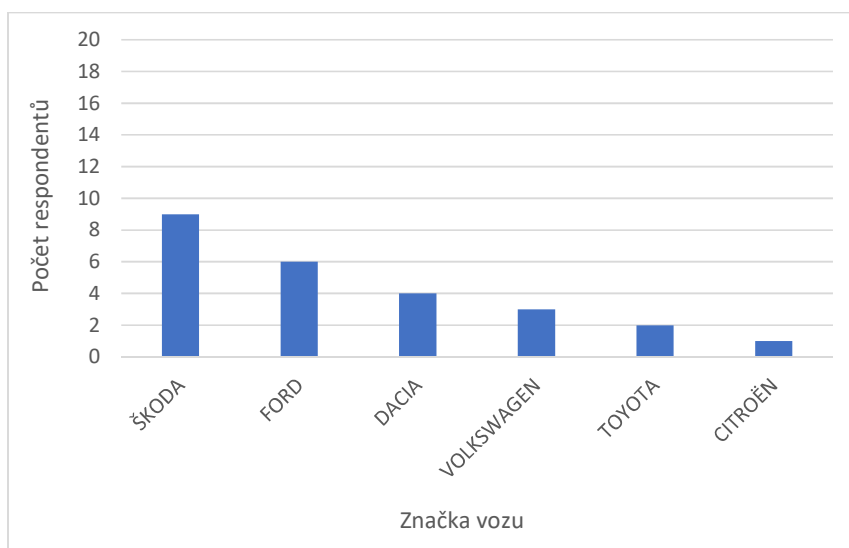
7.5 Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Starší lidé (60+)

Třetí skupinou respondentů jsou Starší lidé (nad 60 let), 14 respondentů je aktivními řidiči⁷. (Graf 11)

Vozidlem značky ŠKODA jezdí 9 z 25 respondentů. (Graf 12)



Graf 11: Graf znázorňující aktivní řidiče u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)



Graf 12: Graf znázorňující značky vozidel u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)

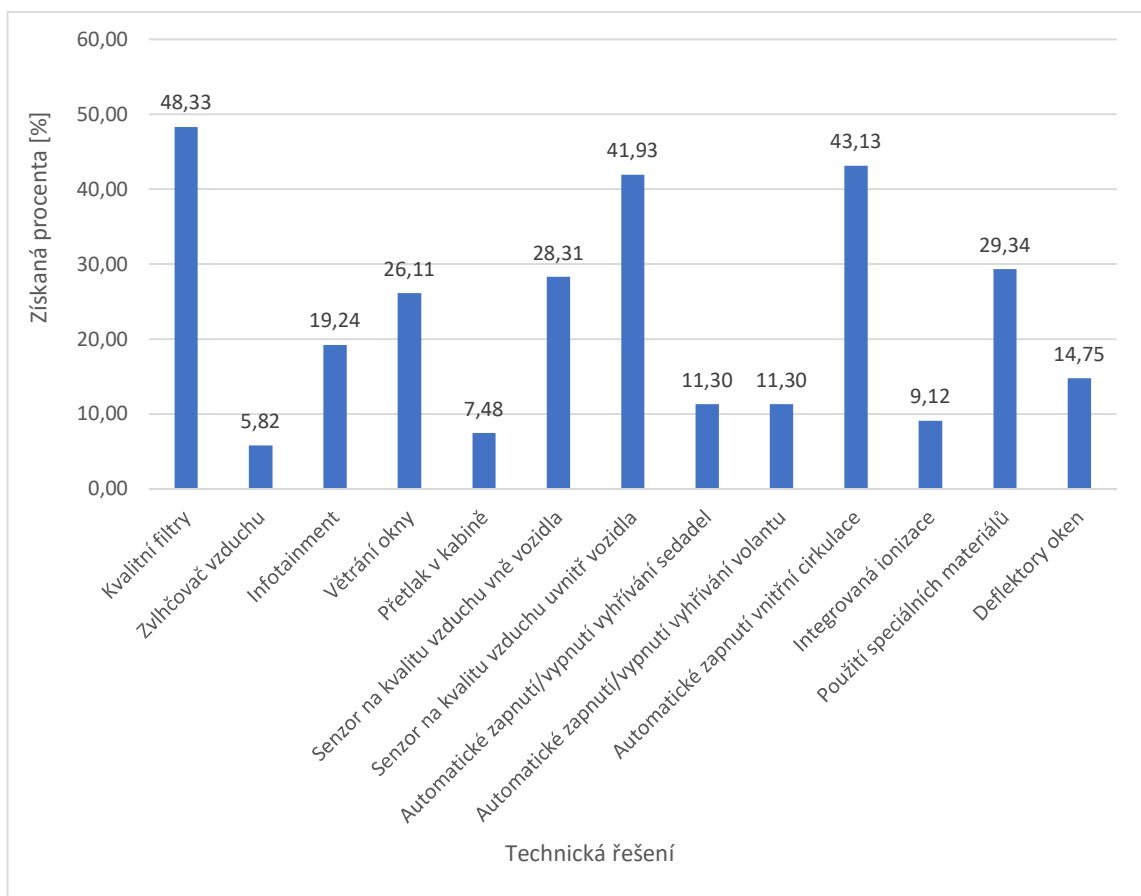
⁷ Majitelé řidičského oprávnění, kteří pravidelně řídí vozidlo

Výsledky odpovědí skupiny Starší lidé (nad 60 let) jsou zaznamenány pomocí matice QFD. (Tabulka 5)

Nejvíce procent dosáhly položky kvalitní filtry ve vozidle 48,33 % a automatické zapnutí vnitřní cirkulace 43,13 %. (Graf 13)

Tabulka 5: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)

Číslo požadavku	Požadavky zákazníků	Číslo řešení		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Zvlhčovač vzduchu	Infotainment	Větrání okny	Přetlak v kabině	Senzor kvality vzduchu vně vozidla	Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu	Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	Integrovaná ionizace	Použití speciálních materiálů	Deflektory oken
1	Teplo v interiéru vozidla	4,75	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
2	Chlad v interiéru vozidla	5,63	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
3	Hluk v interiéru vozidla	5,63	9	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Zápach z klimatizace	5,21	9	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	9	0
5	Nefunkční klimatizace	5,58	9	0	0	3	9	0	3	9	0	0	3	0	0	3
6	Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla	7,96	9	3	0	3	9	0	3	9	0	0	0	3	0	1
7	Suchý vzduch v interiéru vozidla	5,63	9	3	9	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
8	Slažená okna	6,67	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Průjezd v prašném prostředí	7,42	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
10	Prach v interiéru vozidla	8,25	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
11	Průjezd ve smogovém prostředí	6,96	9	9	0	3	0	0	9	0	0	0	9	1	1	0
12	Smog v interiéru vozidla	7,75	9	9	0	0	3	1	0	9	0	0	9	1	9	0
13	Průjezd v pylovém prostředí	4,38	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
14	Pyl v interiéru vozidla	5,04	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
15	Proudění vzduchu na horní část těla	4,92	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Hluk z ventilátoru vozidla	4,83	9	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9
TOTAL		<1; 9>	869,25	420,13	50,63	167,25	226,96	65,04	246,13	364,46	98,21	98,21	374,88	79,29	255,00	128,21
			100%	48,33	5,82	19,24	26,11	7,48	28,31	41,93	11,30	11,30	43,13	9,12	29,34	14,75

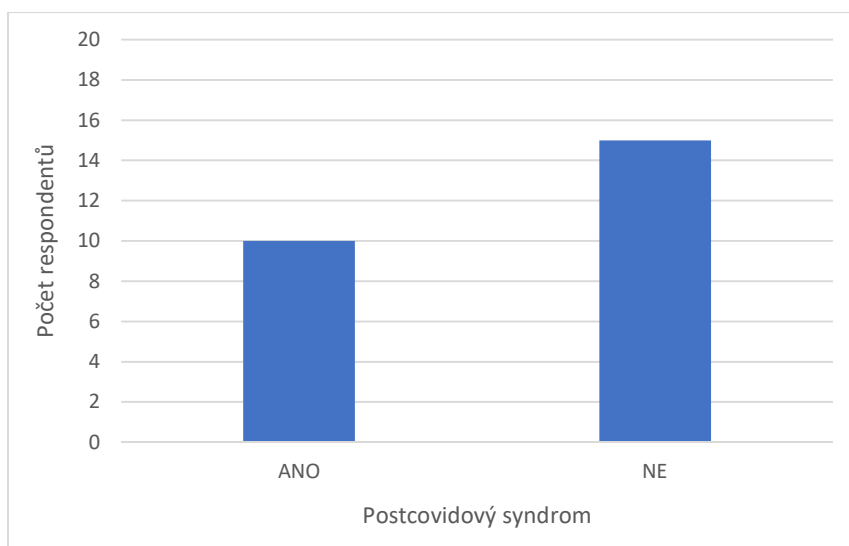


Graf 13: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)

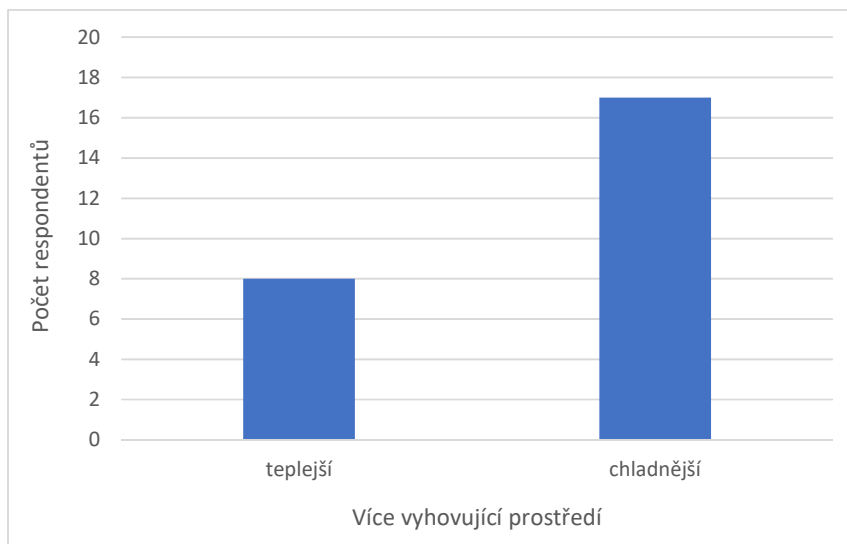
7.6 Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

Další oslovenou skupinou respondentů jsou lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19.

15 respondentů netrpí následným postcovidovým syndromem – kašel, dušnost, zadýchávání se, ztráta chuti, čichu, bolesti hlavy, únava, malátnost apod. (Graf 14) Nejčastěji odpovídali lidé, pro které je v interiéru vozidla více vyhovující chladnější prostředí. (Graf 15)



Graf 14: Graf znázorňující počet respondentů, kteří trpí postcovidovým syndromem – skupina respondentů lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

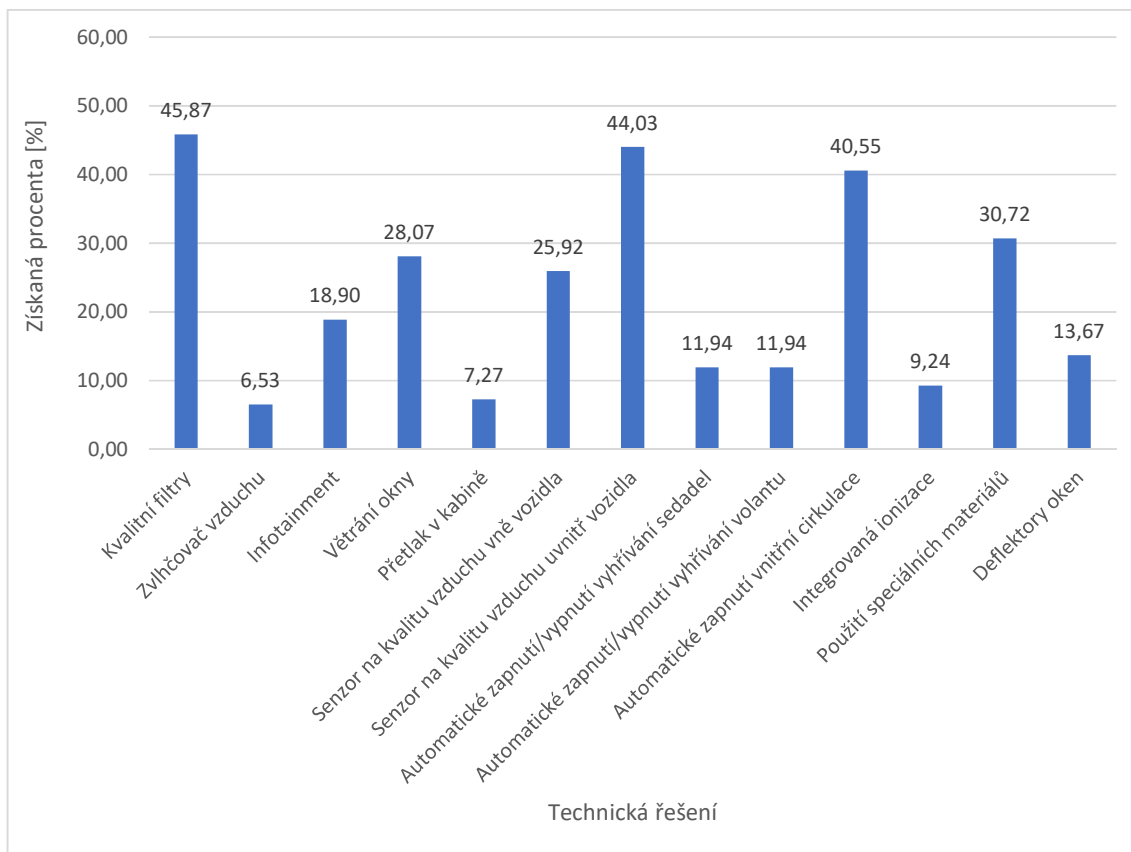


Graf 15: Graf znázorňující více vyhovující prostředí u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

U čtvrté definované skupiny (Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19) nejvyššího počtu procent (Tabulka 6) dosáhly položky kvalitní filtry 45,87 % a senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla 44,03 %. (Graf 16)

Tabulka 6: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

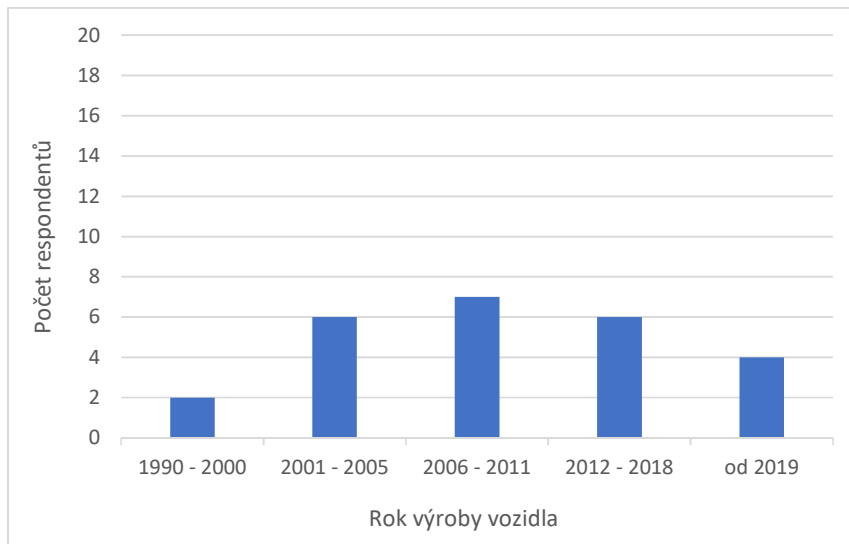
Číslo požadavku	Požadavky zákazníků	Číslo řešení		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Zvlhčovač vzduchu	Infotainment	Větrání okny	Přetlak v kabině	Senzor kvality vzduchu vně vozidla	Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadla	Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání vošnu	Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	Integrovaná iontace	Použití speciálních materiálů	Deflektory oken
1	Teplo v interiéru vozidla	5,04	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
2	Chlad v interiéru vozidla	4,32	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
3	Hluk v interiéru vozidla	5,00	9	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Zápach z klimatizace	5,92	9	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	9	0
5	Nefunkční klimatizace	6,32	9	0	0	3	9	0	3	9	0	0	3	0	0	3
6	Vydýchaný vzduch v interiéru vozidla	6,52	9	3	0	3	9	0	3	9	0	0	0	3	0	1
7	Suchý vzduch v interiéru vozidla	5,40	9	3	9	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
8	Stážení okna	3,84	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Průjezd v prašném prostředí	5,68	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
10	Prach v interiéru vozidla	6,88	9	9	0	9	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
11	Průjezd ve smogovém prostředí	4,76	9	9	0	9	0	0	9	0	0	0	9	1	9	0
12	Smog v interiéru vozidla	6,76	9	9	0	9	3	1	0	9	0	0	9	1	9	0
13	Průjezd v pylovém prostředí	3,00	9	9	0	9	0	1	9	0	0	0	9	1	9	0
14	Pyel v interiéru vozidla	4,36	9	9	0	9	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
15	Proudění vzduchu na horní část těla	4,28	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Hluk z ventilátoru vozidla	4,64	9	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9
	TOTAL	<1; 9>	744,48	341,48	48,60	140,72	208,96	54,16	192,96	327,76	88,88	88,88	301,92	68,76	228,72	101,80
			100%	45,87	6,53	18,90	28,07	7,27	25,92	44,03	11,94	11,94	40,55	9,24	30,72	13,67



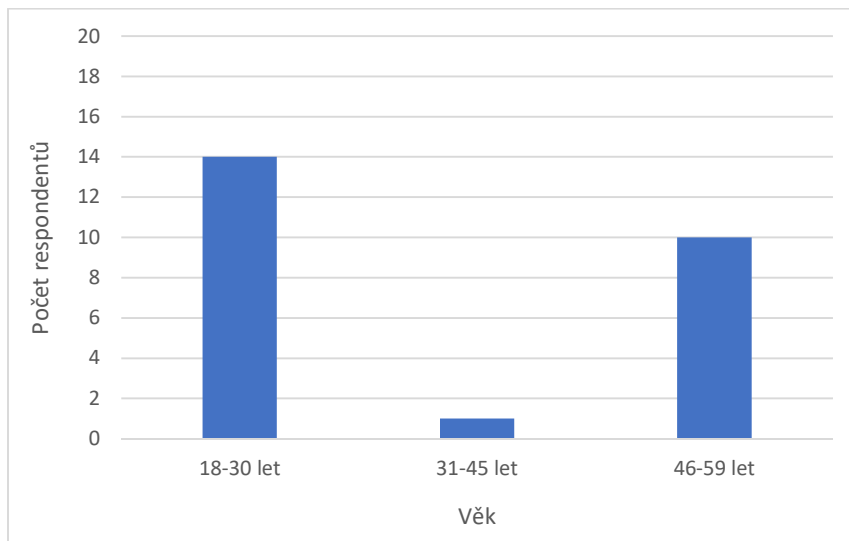
Graf 16: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

7.7 Výsledky dotazníkového šetření č. 1 skupiny respondentů – Zdravá populace

Poslední oslovenou skupinou byla skupina Zdravá populace. 10 z 25 respondentů jezdí ve vozidle vyrobeném po roce 2012. (Graf 17) Nejčastěji odpovídali lidé ve věkové kategorii 18 – 30 let. (Graf 18)



Graf 17: Graf znázorňující rok výroby vozidla u skupiny respondentů Zdravá populace

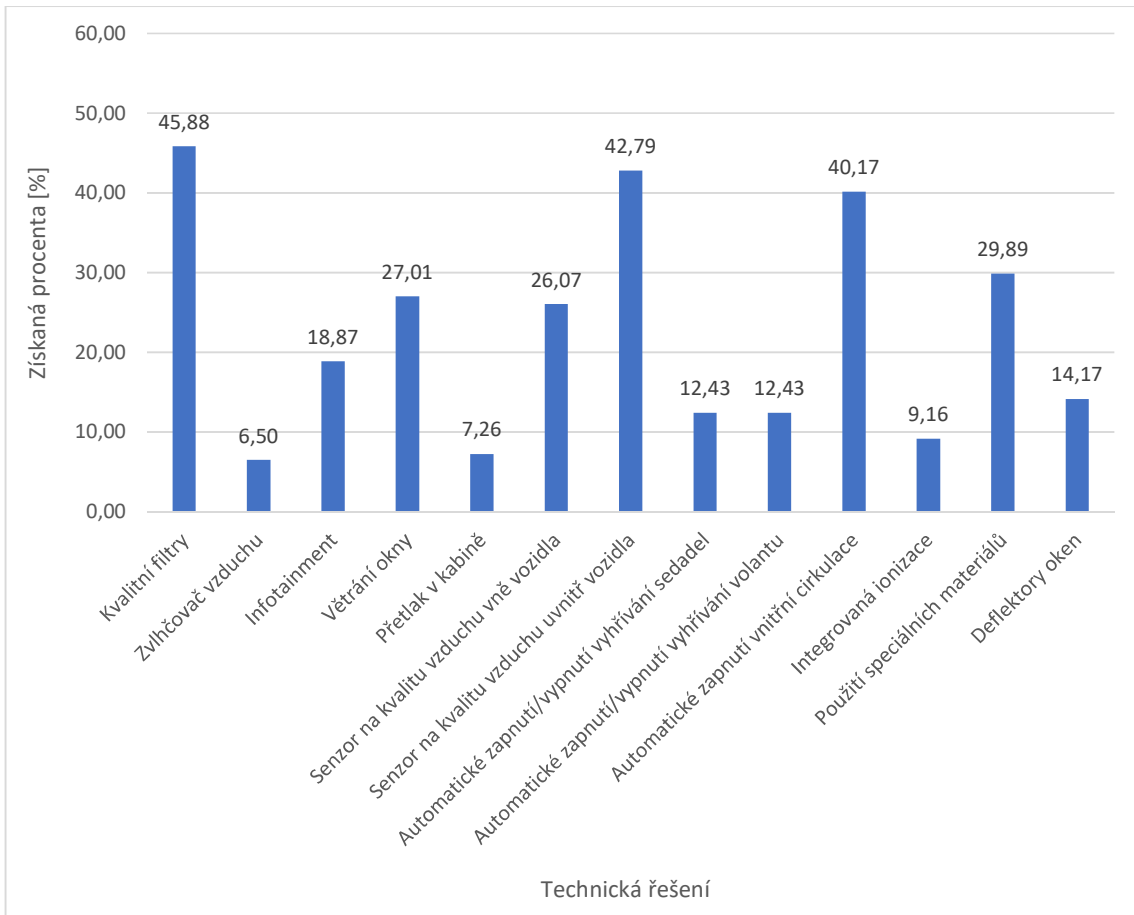


Graf 18: Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů u skupiny Zdravá populace

U poslední dotazované skupiny (Zdravá populace) je výsledek obdobný jako u skupiny předešlé – Tabulka 7. Nejvíce procent získaly položky kvalitní filtry 45,88 % a senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla 42,79 %. (Graf 19)

Tabulka 7: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Zdravá populace

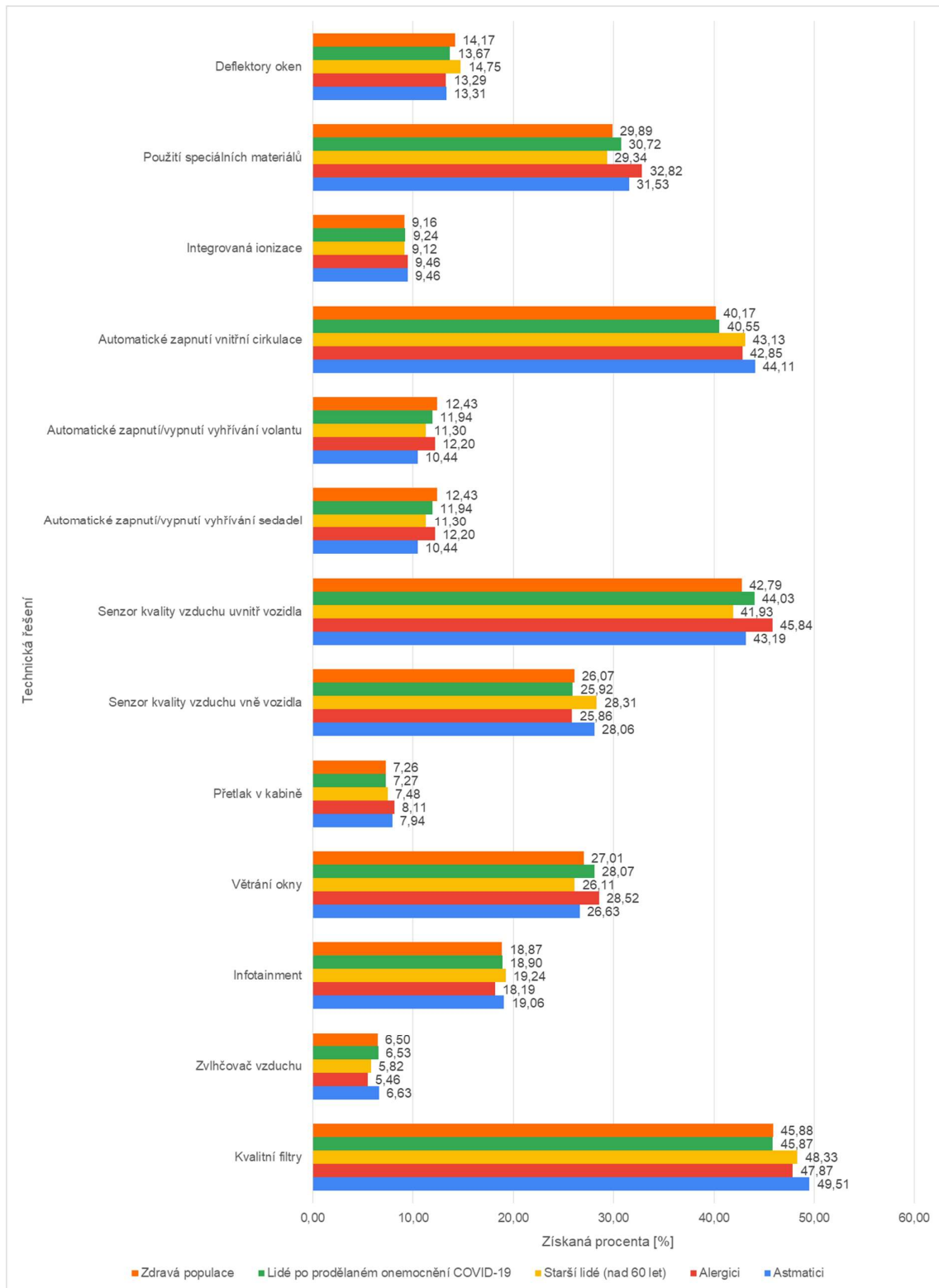
Číslo požadavku	Požadavky zákazníků		Číslo řešení												
	Priorita <1; 9>	Ideal	1 Kvalitní filtry	2 Zvlhčovač vzduchu	3 Infotainment	4 Větrání okny	5 Přetlak v kabině	6 Senzor kvality vzduchu vně vozidla	7 Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla	8 Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel	9 Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu	10 Automatické zapnutí vnitřní cirkulace	11 Integrovaná ionizace	12 Použití speciálních materiálů	13 Deflektory oken
1	4,52	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
2	5,88	9	0	0	1	3	0	3	3	9	9	0	0	0	0
3	5,52	9	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5,76	9	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	9	0
5	5,48	9	0	0	3	9	0	3	9	0	0	3	0	0	3
6	7,24	9	3	0	3	9	0	3	9	0	0	0	3	0	1
7	5,72	9	3	9	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
8	5,00	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	5,72	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
10	7,24	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
11	5,36	9	9	0	3	0	0	9	0	0	0	9	1	1	0
12	7,00	9	9	0	0	3	1	0	9	0	0	9	1	9	0
13	3,52	9	9	0	3	0	1	9	0	0	0	9	1	1	0
14	4,68	9	9	0	0	3	3	0	9	0	0	9	1	9	0
15	4,52	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4,84	9	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9
TOTAL	<1; 9>	792,00	363,36	51,48	149,48	213,92	57,52	206,48	338,88	98,44	98,44	318,12	72,52	236,72	112,24
		100%	45,88	6,50	18,87	27,01	7,26	26,07	42,79	12,43	12,43	40,17	9,16	29,89	14,17



Graf 19: : Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Zdravá populace

7.8 Celkové vyhodnocení dotazníkového šetření č. 1

Celkové vyhodnocení dotazníku č. 1 – Graf 20



Graf 20: Graf celkového vyhodnocení dotazníku č. 1 u jednotlivých skupin respondentů

8 Technická řešení pro zajištění zákaznických potřeb

Tato kapitola se zabývá řešením 4. dílčího cíle.

V bodech 8.1 až 8.13 jsou podrobněji popsány návrhy technických řešení ke zkvalitnění a zvýšení úrovně klimakomfortu uvnitř vozidla.

Pro přehlednost uvádím výčet řešení:

- používání kvalitních kabinových filtrů
- využití zvlhčovače vzduchu
- rozšíření funkcí infotainmentu
- větrání okny
- přetlak v kabině vozu
- zabudování senzoru kvality vzduchu vně vozidla
- zabudování senzoru kvality vzduchu uvnitř vozidla
- automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel
- automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu
- funkce automatické zapnutí vnitřní cirkulace
- integrace ionizátoru
- použití speciálních materiálů
- využití deflektorů oken

8.1 Kvalitní kabinové filtry

Ve ventilačním systému vozidla jsou umístěny kabinové vzduchové filtry, slouží pro čištění vzduchu, který se dostává do kabiny automobilu. Zachycují prach, vlhkost, saze i drobný hmyz.

Nevýhody standardních kabinových filtrů:

- časem se zanesou a je nutné je vyčistit nebo vyměnit
- zanesený kabinový filtr nepřivádí do systému HVAC dostatek vzduchu

Výhody kvalitních kabinových filtrů [28]:

- zlepšení výkonu HVAC systému
- zbavení se nepříjemných pachů (zlepšení kvality vzduchu)
- snížení alergických reakcí (přímý vliv na zdraví cestujících)

8.1.1 Dělení filtrů dle norem

Dle velikostně vymezených částic, které dokáží kabinové filtry spolehlivě zachytit, je řadíme do několika definovaných tříd. (Tabulka 8)

Parametry filtrů musí splňovat technické specifikace a požadavky podle České technické normy – EN ISO 16890–1.

„Dělení dle následujících tříd:

- ISO ePM₁ – částice menší, než 1 mikron. Tyto částice se mohou dostat až do krevního oběhu.
- ISO ePM_{2,5} – částice menší, než 2,5 mikronu. Tyto částice se dostanou do dolních cest dýchacích.
- ISO ePM₁₀ – částice menší, než 10 mikronů. Tyto částice se dostanou do horních cest dýchacích.
- ISO Coarse – hrubé nečistoty.

Předpokladem pro zatřídění do skupiny je, že filtr zachytí alespoň 50 % částic dané třídy.“ [29]

Tabulka 8: Velikosti částic jemného prachu, hodnotící kritérium účinnosti filtru [30]

Účinnost	Rozsah velikostí (μm)
ePM10	$0,3 \leq X \leq 10$
ePM2,5	$0,3 \leq X \leq 2,5$
ePM1	$0,3 \leq X \leq 1$

Technické specifikace a požadavky:

„Filtrační prvek musí být navržen nebo označen pro směr průtoku vzduchu tak, aby se zabránilo jeho nesprávnému namontování.

Filtrační prvek musí být vyroben z vhodného materiálu, který snáší běžné používání a vystavování takovým teplotám, vlhkostem a korozivním prostředím, u nichž je pravděpodobné, že se v praxi budou vyskytovat.

Filtrační prvek musí být navržen tak, aby odolal mechanickému namáhání, které se pravděpodobně vyskytne během normálního používání.

Filtrační prvek musí být zkoušen při jeho jmenovitém průtoku vzduchu, na který byl navržen.“ [30]

8.1.2 Typy filtrů

Na trhu s kabinovými filtry se standartně objevují dva typy (Obrázek 18):

- papírový filtr
- filtr s aktivním uhlím

Klasický papírový kabinový filtr se objevuje ve všech současných vozidlech, zamezí pouze průniku prachových částic do interiéru vozidla.

Daleko větší ochranu posádky vozidla nabízí filtr s aktivním uhlím. Dokáže zachytit i škodlivé spaliny, smog, emise ze silniční dopravy a velmi malé částice – pyl, prach a jedovaté plyny (NO_2 – oxid dusičitý, C_4H_{10} – butan, C_7H_8 – toluen, O_3 – ozón, SO_2 – oxid siřičitý). Filtr je třívrstvý, jedna z vrstev je vyplněna drtí aktivního uhlí. [31]



Obrázek 18: Klasický papírový filtr a filtr s aktivním uhlím [32]

8.2 Využití zvlhčovače vzduchu

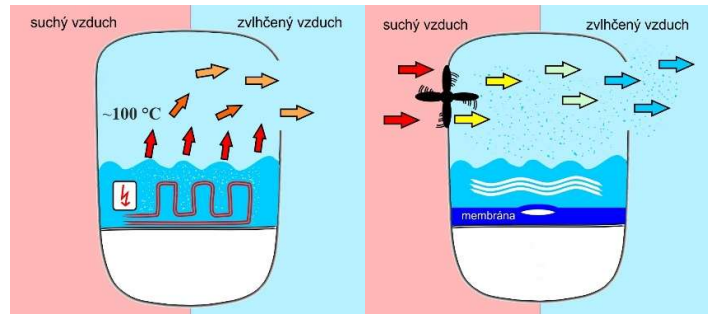
Hlavní funkcí interiérového zvlhčovače vzduchu je udržovat vnitřní prostředí vozidla chladné, pohodlné, příjemné a svěží. Při vysokých venkovních teplotách, a zejména při používání klimatizačních systémů, se zcela ztrácí vlhkost ze vzduchu, který uvnitř automobilu dýcháme. Interiérový zvlhčovač určený do automobilu je konstruován tak, aby do atmosféry vrátil náležité množství vlhkosti. Jako každý jiný zvlhčovač postupně uvolňuje do vzduchu malé množství vody, čímž zabraňuje vysychání vzduchu. Některé zvlhčovače vzduchu obsahují i vonnou esenci k navození příjemného klima v interiéru vozidla. Současně také zamezuje nepříjemnému vysušení a popraskání pokožky.

Výhody umístění zvlhčovače vzduchu ve vozidle [33]:

- udržuje chladnější, komfortnější prostředí v interiéru automobilu zejména v letních měsících
- zamezuje poškození povrchů interiéru vozidla nadměrným suchem – např. popraskání palubní desky, kožených sedadel
- zmírňuje astmatické a alergické příznaky – suchý vzduch je jedním z mnoha spouštěčů respiračních problémů, zvlhčovač dodá vlhkost zpět do vzduchu – dojde k celkovému zlepšení respiračních funkcí
- zabraňuje nepříjemnému popraskání kůže a ucpanému nosu

Typy zvlhčovače vzduchu (Obrázek 19) [34]:

- parní – princip horké páry (ničí bakterie)
- ultrazvukový – přeměna vody v zásobníku na jemnou páru (nevytváří minerální prach)



Obrázek 19: Princip fungování parního a ultrazvukového zvlhčovače vzduchu [34]

Řešením pro zvýšení úrovně klimakomfortu by bylo integrovat zvlhčovač vzduchu, do systému vytápění, větrání a klimatizace (HVAC).

8.3 Rozšíření funkcí infotainmentu

Informační panel by bylo vhodné rozšířit o funkce spojené s poskytováním dat a údajů o kvalitě ovzduší. Řidiči vozidel s inteligentními prvky by měli možnost výběru optimální „zdravé“ trasy a vytýčeného cíle. (Obrázek 20) Integrací údajů o kvalitě ovzduší (na základě polohy), by bylo možné cestu (využívanou s opakovanou pravidelností) přizpůsobit, aby zahrnovala z pohledu ochrany nejzdravější variantu.



Obrázek 20: Mapa kvality ovzduší v infotainmentu vozidla [35]

Jako další nastavbová funkce infotainmentu se nabízí – poskytovat pokyny a doporučení řidičům. Po zpracování a vyhodnocení dostupných dat ze senzorů kvality ovzduší by systém dal pokyn, doporučil by, co má za dané situace řidič udělat (Obrázek 21), například:

- zapnutí nebo vypnutí klimatizace
- zavření nebo otevření oken
- zapnutí nebo vypnutí vnitřní cirkulace vzduchu



Obrázek 21: Poskytování pokynů a doporučení řidiči [35]

8.4 Větrání okny

Při detekci disfunkčnosti systému klimatizace, vydýchaného vzduchu, nekomfortního klima v interiéru vozidla, a současně při rozpoznání kvalitnějšího prostředí vně vozidla, by systém propojený s infotainmentem automaticky pootevřel okna vozidla nebo dal pomocí infotainmentu pokyn řidiči k otevření oken. Systém by paralelně spolupracoval se senzorem kvality ovzduší uvnitř i vně vozidla a v případě detekce nekvalitního vzduchu vně vozidla by automaticky okna zavřel.

Větrání ve vozidle je také důležité při detekci vysoké vlhkosti v interiéru. Při vysoké vlhkosti ve vozidle je doporučováno nejprve vzduch v interiéru ohřát (zatopit) a poté okna automobilu otevřít.

Otevřením oken se také zbavíme nežádoucích částic (pylu, prachu) a smogu. Ve vozidle je nutné vytvořit tzv. „průvan“ (pohyb vzduchu v uzavřeném prostoru, způsoben teplotními a tlakovými rozdíly vzduchu [36]).

8.5 Přetlak v kabině vozu

Přetlak v kabině se dnes běžně používá u důlních vozidel a u vozidel vojenské techniky k ochraně posádky před vnějším nebezpečím. Princip fungování – ve vozidle je mírný přetlak, částice a choroboplodné zárodky nemohou být vtlačeny do vozidla. Přetlakový systém je navržený tak, aby naplnil vnitřek čerstvým vyčištěným vzduchem a do interiéru se nedostaly žádné znečišťující látky.

V kabině vozidla by byl namontován monitor tlaku, který by měřil tlak uvnitř kabiny a porovnával jej s atmosférickým tlakem. Jestliže by tlak v kabině klesl na úroveň, která není dostatečně vysoká, aby zabránila průniku prachu a jiných materiálů do kabiny, na displeji by se objevila červená kontrolka, a tím by na momentální situaci upozornila řidiče, cestující ve vozidle.

Všechny elektronické komponenty v kabině, jako jsou spínače a konektory, by vydržely déle, protože by nebyly vystaveny prachu a jemným částicím. [37]

Úplná vzduchotěsnost vozidla by také zamezila propustnosti pylu, prachu a plynů do kabiny vozidla. Chránila by cestující před alergickými reakcemi a znečišťujícími látkami (NH₃, NO_x, C₆H₆, CO₂, kouř apod.).

8.6 Senzor kvality vzduchu vně vozidla

Měření kvality venkovního ovzduší je velmi důležité, vysoké hladiny NO_x a O₃ ve venkovním vzduchu mají výrazný negativní vliv na zdraví. Škodlivé látky ve vzduchu způsobují primárně nárůst astmatu, dalších dýchacích problémů, působí karcinogeně.

Senzory by měřily znečišťující látky ve formě oxidovatelných nebo redukovatelných plynů ve vzduchu vně vozidla. Mezi oxidovatelné plyny patří oxid uhelnatý (CO), uhlovodíky (např. výpary benzenu – C₆H₆ [38]) a další částečně spálené složky paliva. Pokud by kvalita venkovního vzduchu klesla, řídicí systém infotainmentu by aktivoval režim recirkulace vzduchu nebo zavření oken. Zcela by zabránil průniku znečištěného vzduchu do kabiny automobilu a udržoval optimální kvalitu vzduchu uvnitř vozidla. Senzor by disponoval zabudovaným teploměrem – měření venkovní teploty, doplňující informace pro řidiče, posádku automobilu.

8.7 Senzor kvality vzduchu uvnitř vozidla

Senzor měření kvality vzduchu uvnitř vozidla (Obrázek 22), by detekoval znečišťující látky (NH₃, NO_x, C₆H₆, CO₂, kouř apod.) v kabině vozu. Naměřené hodnoty, získaná data by exportoval do infotainmentu a do řídicí jednotky klimatizačního systému vozidla k dalšímu zpracování a vyhodnocení. Klimatizační systém vozidla by na základě dat ze snímače kvality vzduchu samostatně ovládal následující parametry:

- teplota interiéru
- poloha recirkulační klapky
- otáčky ventilátoru

Infotainment by po zpracování a vyhodnocení dat poskytl pokyny a doporučení řidiči:

- zapnutí/vypnutí klimatizace
- zavření/otevření oken
- zapnutí/vypnutí vnitřní cirkulace vzduchu



Obrázek 22: Senzor kvality vzduchu [39]

Podobně jako senzor kvality vzduchu vně vozidla by také disponoval teploměrem pro určení teploty uvnitř vozidla.

8.8 Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel

Vyhřívání sedadel jsou již standardním vybavením většiny vozidel současnosti. Automaticky by se spustila funkce vyhřívání sedadel a přizpůsobila by se rozpoznané teplotě uvnitř kabiny. Systém automatického vyhřívání sedadel by byl propojen se senzorem kvality vzduchu uvnitř vozidla. Nedílnou součástí senzoru by byl zabudovaný teploměr.

Do infotainmentu vozidla by se předem nadefinovaly stropové teploty v automobilu, při kterých se má funkce automatického zapnutí/vypnutí vyhřívání sedačky aktivovat.

8.9 Automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu

Tato funkce by úzce souvisela s funkcí automatického zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel. Fungovala by na zcela stejném principu.

8.10 Automatické zapnutí vnitřní cirkulace

Systém automatického zapnutí vnitřní cirkulace mají standardně ve výbavě všechna moderní vozidla. Prioritní funkcí je zajistit klimakomfort v interiéru automobilu v letním období. Funkce recirkuluje chladný vzduch z ventilačního systému klimatizace a zároveň nepustí teplý vzduch z vně vozidla do interiéru.

V zimním období recirkulovaný vzduch zachycuje vlhkost uvnitř automobilu, způsobuje zamlžení oken a vznik plísní v celém systému HVAC – proto použití této funkce v zimních měsících není zcela vhodné.

Funkcionalita automatického zapnutí vnitřní cirkulace by se dala rozšířit o další funkci, která by s určitostí zvýšila komfort posádky při cestování vozidlem. Vnitřní cirkulace (Obrázek 23) by se aktivovala na základě zpracovaných hodnot o kvalitě vzduchu vně i uvnitř automobilu. Vozidlo by disponovalo senzory na měření kvality vzduchu vně i uvnitř vozidla

(uvedeno v podkapitole 8.6 až 8.7 – Senzor kvality vzduchu vně/uvnitř vozidla). Software by následně zpracoval všechny naměřené údaje a na základě vyhodnocených dat aktivoval/neaktivoval vnitřní cirkulaci.



Obrázek 23: Tlačítko vnitřní cirkulace vzduchu ve vozidle Toyota RAV4

8.11 Integrace ionizátoru

Ionizátory jsou zařízení odstraňující částice ve vzduchu pomocí záporných iontů. Tím získávají drobné částice elektrický náboj, shlukují se, a usazují na nejrůznějších površích (podlahy, stěny, desky). Jakmile se částice usadí, lze povrchy vyčistit.

Výhody ionizátorů [40]:

- inhibují viry, bakterie, plísně
- podporují pozitivní náladu, snižují stres

Nevýhody ionizátorů:

- jsou neúčinné na pachy a plyny
- nedisponují schopností odstranit velké částice ve vzduchu – prach, pyl

Ekonomickým řešením ionizace vzduchu v kabině automobilu je ionizátor do 12V zásuvky ve vozidle. (Obrázek 24)

Nákladnějším řešením je integrace ionizace do systému HVAC.



Obrázek 24: Ionizátor vzduchu do 12V zásuvky ve vozidle [41]

8.12 Použití speciálních materiálů

8.12.1 Antistatické materiály

Většina plastů disponuje velmi nízkou elektrickou vodivostí, má silnou tendenci akumulovat náboje, které se shromažďují na povrchu při kontaktu s jinými materiály – přitahují prach.

V případě použití antistatických materiálů ve vozidle by prach, pyl a drobné nečistoty na palubních deskách, plastových dílech byly odpuzovány, zabránilo by se intenzivnímu usazování všech nečistot. Aktuálně se antistatické plasty používají u schránek na brýle ve středové střešní konzoli (Obrázek 25) a u zrcátek ve slunečních clonách, kde je kumulace prachu, zejména pro ženy, zcela nežádoucí.

Výroba vstřikovaných dílů z materiálů s trvalou antistatickou funkcí je bohužel ze všech hledisek velmi náročná – pro zpracovatele i pro výrobce dílů. [42]



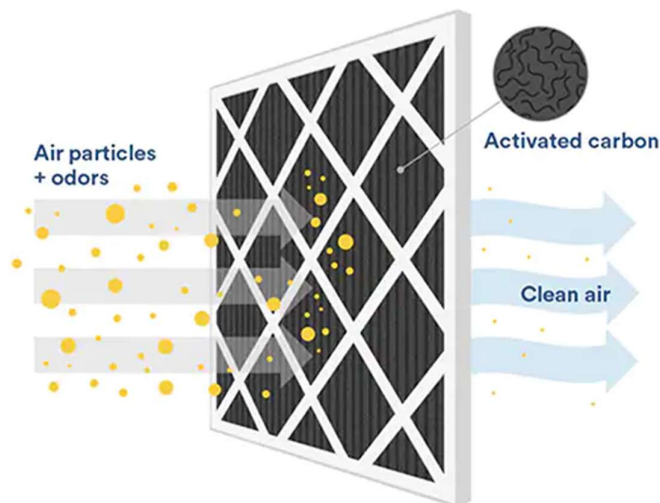
Obrázek 25: Použití antistatického plastu u schránky na brýle [42]

8.12.2 Specifické materiály pohlcující pachy

Aktivní uhlí obsahuje speciální druh uhlíku, který má vyšší absorpční kapacitu, pohlcuje více škodlivých plynů (např. oxid uhelnatý). Vrstva aktivního uhlí kromě výfukových plynů a pevných částic absorbuje i pachy a výpary. Odpudivé a velmi nepříjemné pachy pocházejí z těžkých organických sloučenin (VOC). Jedná se o velké skupiny lehkých molekul na bázi uhlíku, které reagují s atmosférou, např. benzen (C_6H_6), formaldehyd (CH_2O), tetrachlorethylen (C_2Cl_4), toluen (C_7H_8), nacházejí se v mnoha spotřebitelských a průmyslových výrobcích. Patří mezi látky těžké, uvolňují se do okolního prostředí a vytvářejí obtěžující pachy.

Již v části 8.1.2 jsou zmíněny filtry s aktivním uhlím, navrženy a uzpůsobeny jsou tak, aby filtrovaly plyny přes vrstvu aktivního uhlí. Pachy zachycují procesem nazývaným adsorpce (Obrázek 26) – molekuly se stabilizují na vnější straně povrchu filtru, proces zamezí průniku molekul dovnitř filtru. Existuje přímá úměra mezi porézností aktivního uhlí a zabezpečením

příjemného klimakomfortu ve vozidle – čím více je aktivní uhlí porézní, tím se zvětší množství povrchového prostoru určeného pro zachycení nečistot ze vzduchu, který filtrem prochází.



Obrázek 26: Princip fungování filtru s aktivním uhlím [43]

8.13 Využití deflektorů oken

Jízda při stažených oknech mění aerodynamiku vozidla, zvyšuje hluk ve vozidle a způsobuje průvan, který negativně ovlivňuje posádku ve vozidle. Namontované deflektory (Obrázek 27) mírně změni aerodynamický obrys vozidla a zabrání proudění vzduchu do interiéru automobilu. Pomocí deflektorů snížíme potřebu používání klimatizačního systému a současně snížíme i spotřebu paliva.

Většina okenních deflektorů je vyrobena z litého akrylu, jsou lehce zbarvená, aby pohltily odlesky.

Pro každý typ automobilu jsou vyrobeny specificky, aby přesně zapadly do okenních rámců dveří vozidla.

Výhody deflektorů oken [44]:

- snížení odporu vzduchu – aerodynamický design
- snížení hluku
- odklon deště, sněhu, drobného hmyzu a nečistot od otevřeného okna
- snížení oslnění – lehké tónování
- snížení spotřeby paliva – snížení používání klimatizace
- nízkonákladové řešení
- schváleno TÜV⁸

⁸ Technischer Überwachungs-Verein – Technické kontrolní sdružení



Obrázek 27: Deflektory oken [45]

Deflektory oken by mohly být součástí montáže přímo při výrobě automobilu.

9 Analýza výsledků navržených technických řešení

Devátou a desátou kapitolou je řešen 5. dílčí cíl diplomové práce.

Po zjištění podstatných nedostatků (špatná kvalita vzduchu ve vozidle, hluk ve vozidle) v rámci klimakomfortu vozidla, a pro získání již zcela konkrétních zákaznických potřeb zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu byla opět použita dotazníková metoda. Dotazníkovým šetřením č. 2 bylo zjišťováno, zda by oslovení respondenti tato technická řešení akceptovali.

9.1 Tvorba dotazníku č. 2

Dotazník č. 2 obsahoval 21 uzavřených otázek a byl jako předešlý (Dotazník č. 1) vytvořen pomocí online nástroje Google Forms. V otázce č. 11 až 21 byla vymezena odpověď pomocí stupnice 1 – 9 (míra hodnocení 1 vadí nejméně/9 vadí nejvíce). Vzor vytvořeného dotazníkového formuláře č. 2 je přiložen níže. (Obrázek 28)

1. Muž/žena
2. Věk
3. Jste aktivní řidič?
4. Jste astmatik?
5. Prodělali jste prokazatelně onemocnění COVID-19?
6. Objevil se u Vás následně postcovidový syndrom (kašel, dušnost, zadýchávání se, ztráta chuti, čichu, bolesti hlavy, únava, malátnost apod.)?
7. Jste alergik?
8. Kolik času denně trávíte v autě?

9. Jakou značku auta využíváte nejčastěji?
10. Jaký je rok výroby automobilu, který využíváte nejčastěji?
11. Uvítali byste informaci o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla?
12. Uvítali byste informaci o kvalitě vzduchu vně vozidla?
13. Uvítali byste automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel?
14. Uvítali byste automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu?
15. Uvítali byste absolutní zamezení propustnosti částic a plynů do interiéru automobilu?
16. Uvítali byste integrovaný zvlhčovač vzduchu ve vozidle?
17. Uvítali byste automatické otevření oken při detekci např. nefunkční klimatizace nebo vydýchaného vzduchu?
18. Uvítali byste při detekci nekvalitního vzduchu vně vozidla automatické zamezení propustnosti škodlivých částic a plynů do interiéru vozidla?
19. Uvítali byste integrované čištění vzduchu v interiéru vozidla?
20. Uvítali byste použití speciálních materiálů ve vozidle např. antistatické materiály, samočistící a pachy pohlcující látky apod.?
21. Uvítali byste namontování okenních deflektorů přímo z výroby?

12. Uvítali byste informaci o kvalitě vzduchu vně vozidla? (1 - neuvítal/a, 9 - uvítal/a) *

1

2

3

4

5

6

7

8

9

13. Uvítali byste automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel? (1 - neuvítal/a, 9 - uvítal/a) *

1

2

3

4

Obrázek 28: Vzor vytvořeného dotazníkového formuláře

9.2 Sběr a zpracování dat

Dotazník č. 2 byl opět rozeslán prostřednictvím sociálních sítí a e-mailových adres.

Po sběru potřebných dat následovala logická i formální kontrola odpovědí a editace probíhala prostřednictvím programu Microsoft Excel.

Respondenti byli rozděleni do pěti skupin, celkem bylo opětovně zapojeno 125 respondentů.

Každá skupina měla zastoupení 25 respondentů.

Rozdělení respondentů do skupin:

- skupina Astmatici
- skupina Alergici
- skupina Starší lidé (nad 60 let)
- skupina Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19
- skupina Zdravá populace

10 Vyhodnocení dotazníku č. 2

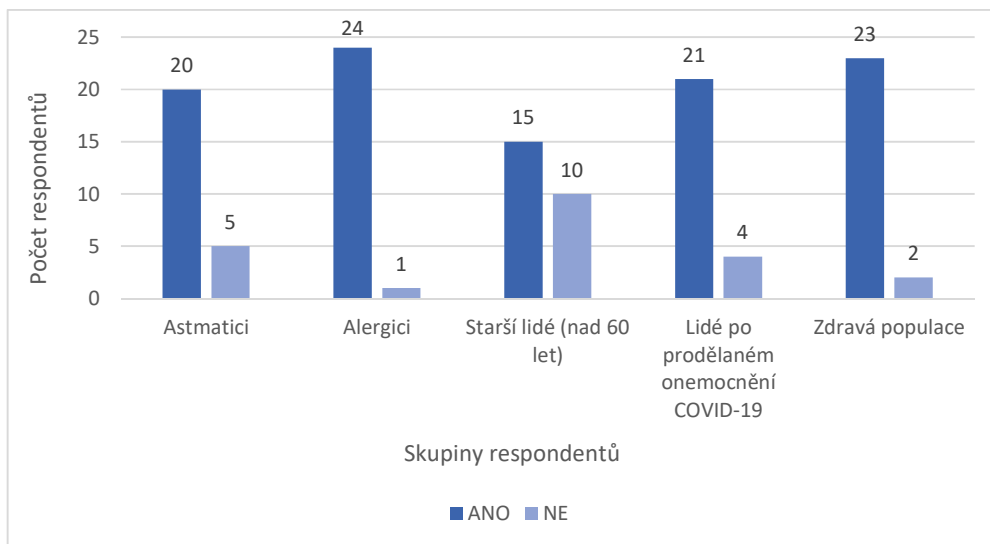
10.1 Analýza výsledků mezi jednotlivými skupinami

Níže v podkapitolách 10.1.1 až 10.1.3 jsou slovně a pomocí grafů analyzovány výsledky dotazníkového šetření č. 2 s vazbou na segmenty dotazníku č. 2 a s rozpadem na jednotlivé cílové skupiny.

10.1.1 Vymezení aktivních řidičů

Při dotazníkovém šetření č. 2 u všech skupin odpovídali především aktivní řidiči. (Graf 21)

Nejvíce ze skupiny Alergiků (24 respondentů) a nejméně ze skupiny Starší lidé (nad 60 let) – 15 respondentů.

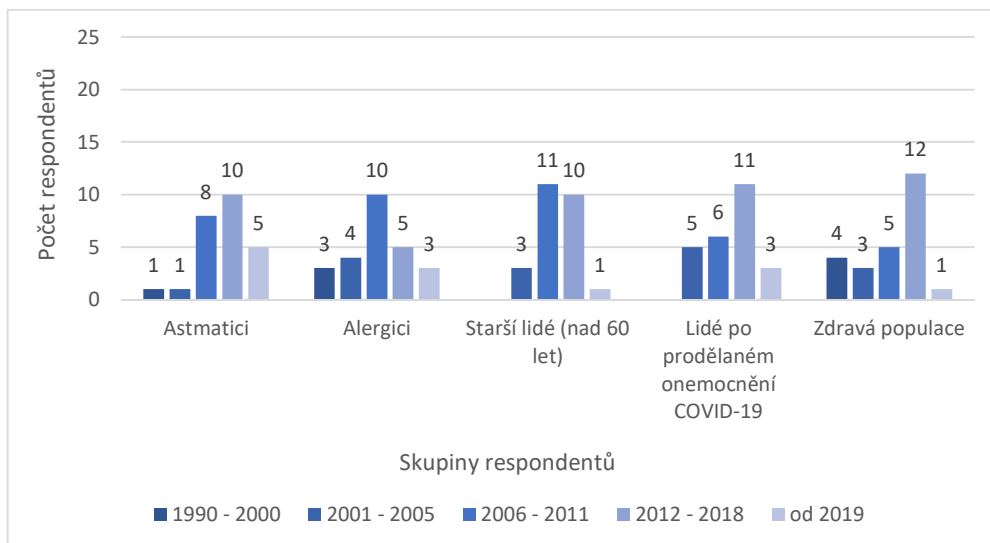


Graf 21: Graf znázorňující počet aktivních řidičů u jednotlivých skupin respondentů

10.1.2 Rok výroby vozidel používaných u jednotlivých skupin respondentů

Nejčastěji zastoupeným definovaným obdobím roků výroby vozidla u všech dotazovaných respondentů bylo rozhraní let 2012 – 2018. Ve vozech vyrobených v tomto rozmezí roků jezdí 48 dotazovaných respondentů, tzn. většina respondentů, cestuje ve vozidlech – stáří vozu do 10 let. (Graf 22)

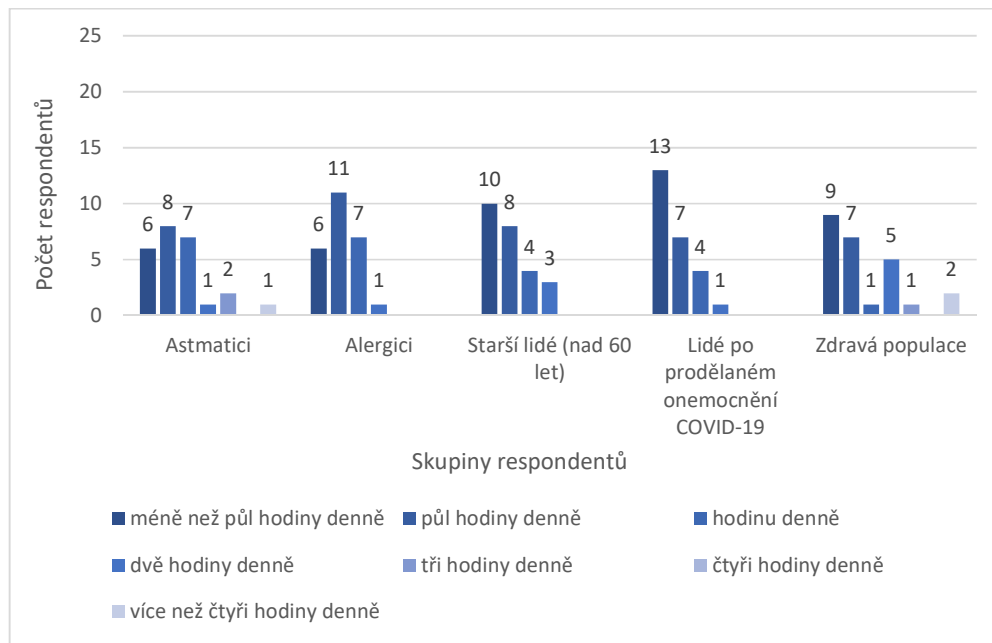
Doplňujícím výpočtem bylo zjištěno, že 80,8 % dotazovaných respondentů cestuje ve vozidle s rokem výroby 2006 a výše.



Graf 22: Graf znázorňující rok výroby vozidel u jednotlivých skupin respondentů

10.1.3 Čas strávený ve vozidle u jednotlivých skupin respondentů

Z níže uvedeného grafického znázornění (Graf 23) je zcela patrné, že největší počet oslovených respondentů tráví ve vozidlech méně než půl hodiny denně.

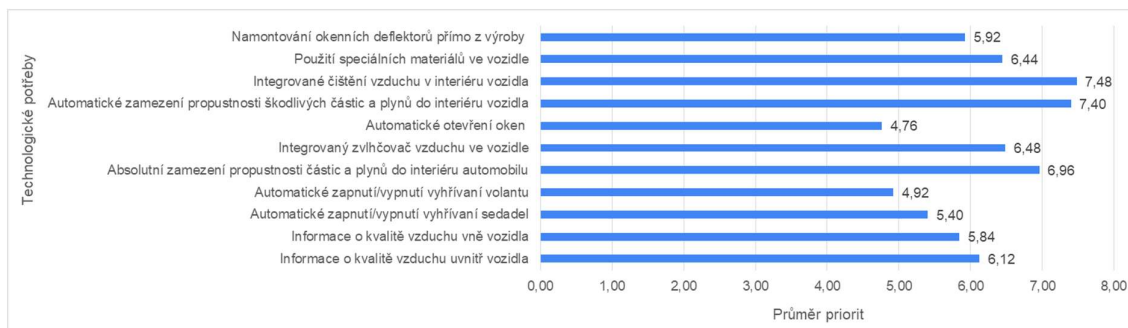


Graf 23: Graf znázorňující čas strávený ve vozidle u jednotlivých skupin respondentů

10.2 Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Astmatici

Ze 125 dotázaných respondentů bylo 25 Astmatiků. Respondenti by nejvíce uvítali integrované čištění vzduchu v interiéru vozidla (7,48) a hodnota 7,40 náleží automatickému zamezení propustnosti škodlivých částic a plynů do interiéru vozidla. (Graf 24) Výše uvedeným technologickým potřebám v podstatě věci odpovídají technická řešení – integrovaná ionizace ve vozidle (čištění vzduchu v interiéru vozidla) a automatické zapnutí vnitřní cirkulace (zamezení propustnosti škodlivin).

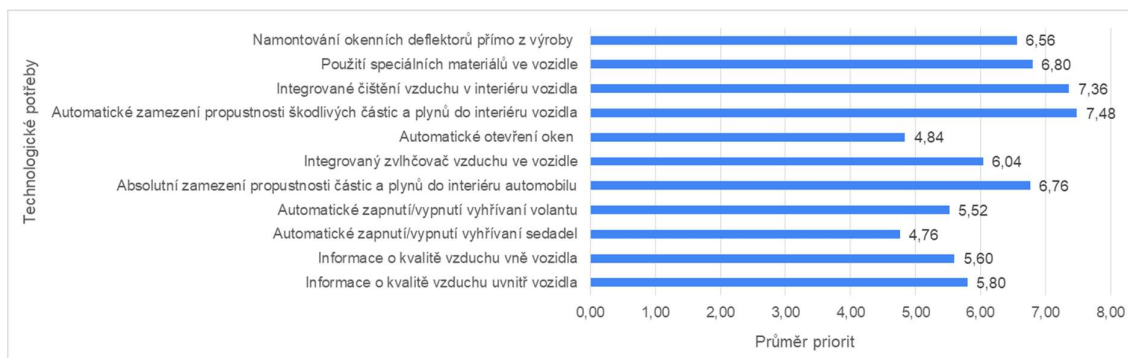
Finální výpočet priorit byl proveden pomocí průměru všech uvedených předností z odpovědí respondentů.



Graf 24: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Astmatici

10.3 Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Alergici

Další oslovenou skupinou dotazníkového šetření č. 2 byla skupina respondentů Alergici. Tato skupina by, shodně s astmatiky, nejvíce uvítala automatické zamezení propustnosti škodlivých částic a plynů do interiéru vozidla (7,48) a integrované čištění vzduchu v interiéru vozidla (7,36) – Graf 25. Jako u předchozí skupiny, těmto technologickým potřebám odpovídají technická řešení automatické zapnutí vnitřní cirkulace a integrovaná ionizace ve vozidle.

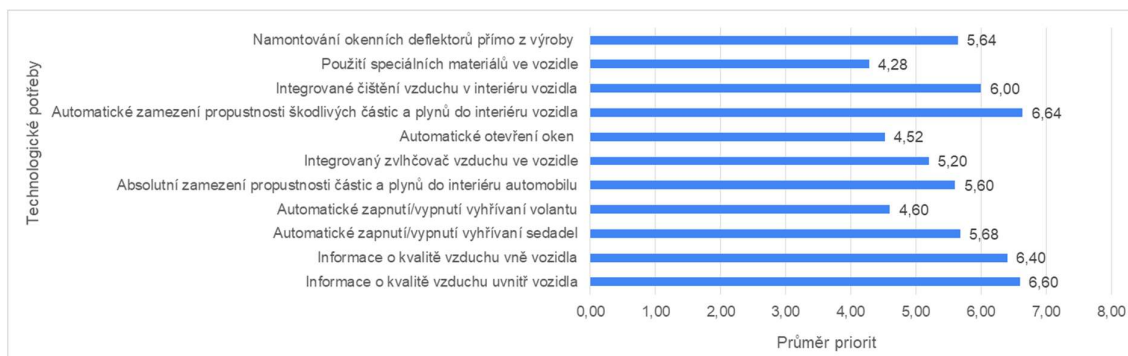


Graf 25: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Alergici

10.4 Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Starší lidé (60+)

Třetí oslovenou skupinou byla skupina respondentů Starší lidé (nad 60 let). U této skupiny dosáhla nejvyšší priority technologická potřeba automatického zamezení propustnosti škodlivých částic a plynů do interiéru vozidla (6,64) a informace o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla

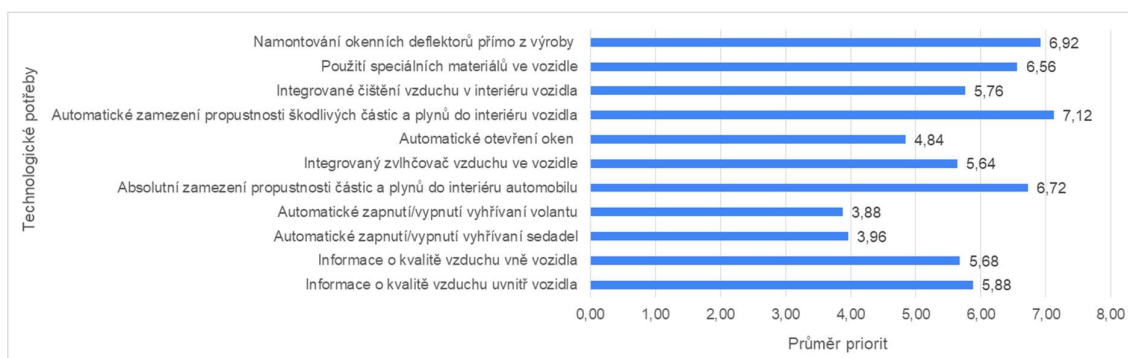
(6,60) – Graf 26. Technologické potřeby skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let) vyřeší automatické zapnutí vnitřní cirkulace a senzor měření kvality vzduchu uvnitř vozidla.



Graf 26: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)

10.5 Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

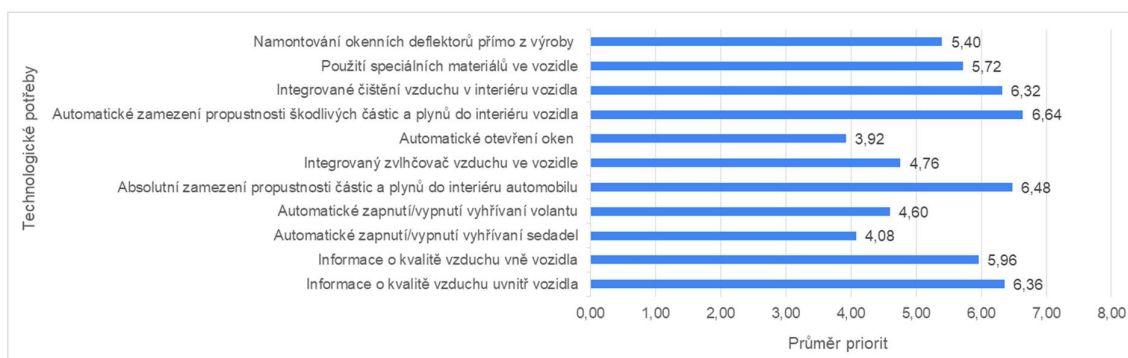
Následná skupina respondentů – Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19 by nejvíce uvítala automatické zamezení propustnosti škodlivých částic a plynů do interiéru vozidla (7,12) a zároveň namontování okenních deflektorů přímo z výroby (6,92) – Graf 27.



Graf 27: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19

10.6 Výsledky dotazníkového šetření č. 2 skupiny respondentů – Zdravá populace

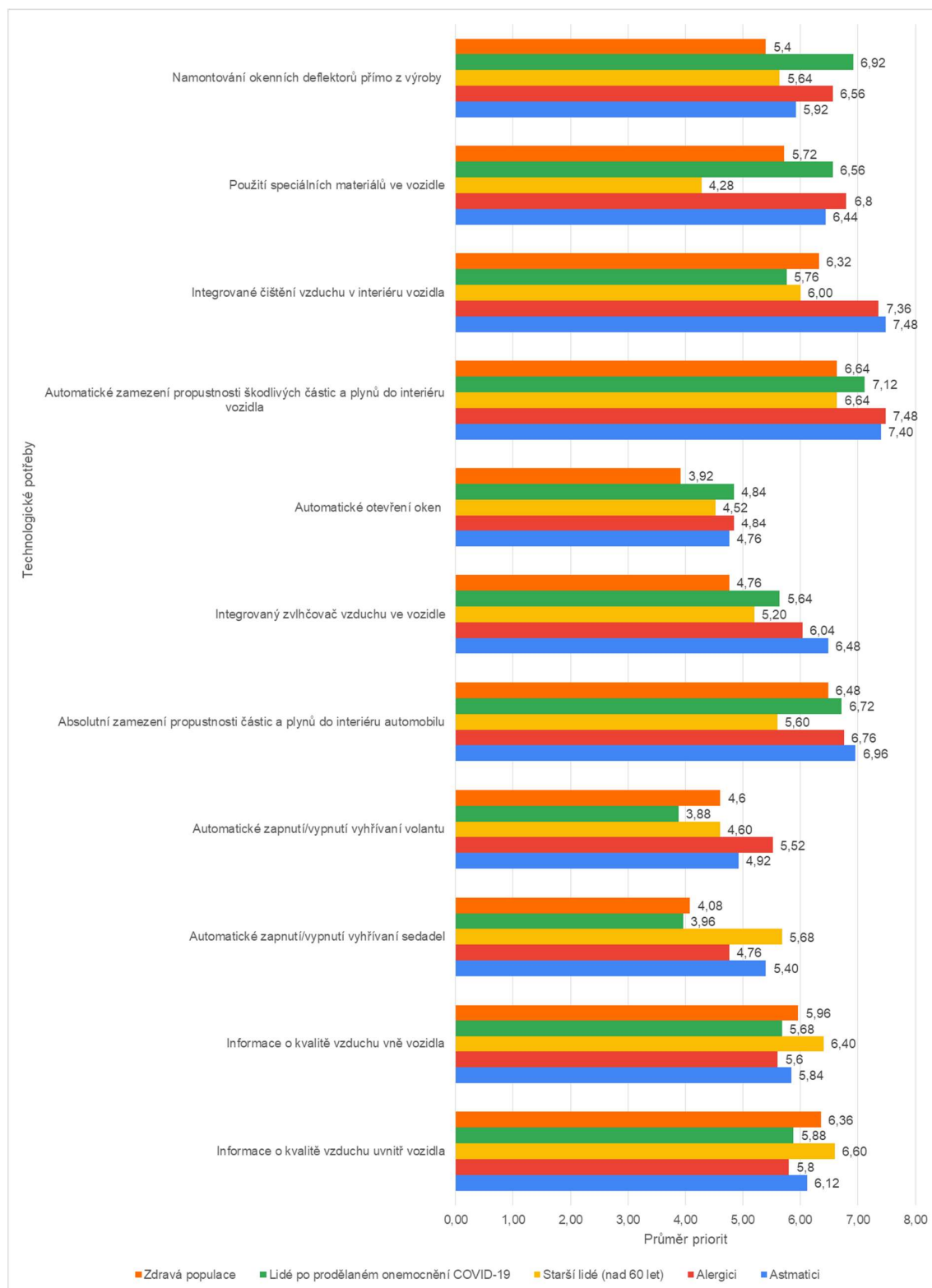
Poslední skupinou dotazníkového šetření č. 2 byla skupina respondentů Zdravá populace. U této skupiny dosáhly nejvyššího ohodnocení položky automatické zamezení propustnosti škodlivých částic a plynů do interiéru vozidla (6,64) a absolutní zamezení propustnosti částic a plynů do interiéru automobilu (6,48) – Graf 28. První technologická potřeba by byla vyřešena stejně jako u všech předchozích skupin respondentů. Absolutní zamezení propustnosti částic a plynů do interiéru automobilu by vyřešilo technické řešení – přetlak v kabině.



Graf 28: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Zdravá populace

10.7 Celkové vyhodnocení dotazníkového šetření č. 2

Celkové vyhodnocení dotazníku č. 2 – Graf 29.



Graf 29: Graf celkového vyhodnocení dotazníku č. 2 u jednotlivých skupin respondentů

11 Diskuze výsledků a návrh dalšího postupu

Jedenáctou kapitolou je řešen 6. dílčí cíl diplomové práce.

Z výsledků uvedených v kapitole sedm vyplývá, že nejvíce obtěžující pro pasažéry vozidla je prach, pyl, smog a vydýchaný vzduch v kabině vozidla. Dalším nekomfortem pro cestující ve vozidle bývá nefunkční klimatizace, zápach z klimatizace, hluk z ventilátorů a průvan ze stažených oken.

Na základě podkladů získaných z 3. dílčího cíle (kapitola 6 a 7) diplomové práce je patrné, že nejvíce těmto požadavkům odpovídají následující technická řešení:

- kvalitní filtry
- automatické zapnutí vnitřní cirkulace
- senzor na kvalitu vzduchu uvnitř vozidla
- použití speciálních materiálů
- větrání okny

V úzké návaznosti a po zpracování a vyhodnocení dotazníku č. 2, je s určitostí zřejmé, že řidiči i cestující ve vozidle nejvíce preferují níže uvedená technická řešení:

- automatické zapnutí vnitřní cirkulace
- senzor na kvalitu vzduchu uvnitř vozidla
- integrovaná ionizace
- přetlak v kabině
- deflektory oken

První čtyři technická řešení jsou úzce spojena s rozšířenými funkcemi infotainmentu, které jsou popsány v kapitole osm.

Výstup z dotazníku č. 2, výše uvedená technická řešení nejsou zcela v souladu s navrženými technickými řešeními dotazníkového šetření č. 1.

Jako příklad uvádím – kvalitní filtry (s obsahem aktivního uhlí) ve vozidle byly nejlépe vyhodnoceným technickým řešením v dotazníkovém šetření č. 1. Naopak po vyhodnocení a zpracování dotazníku č. 2 se ve výčtu preferovaných technických řešení vůbec neobjevily. Domnívám se, že hlavním důvodem rozporu je nevědomost na straně respondentů. Oslovení (ve většině případů se jedná o laickou veřejnost) o technickém řešení s použitím kabinových filtrů neví, pro mnohé je jejich přednost celkově náročnější na pochopení. Z prostudovaných materiálů, publikovaných odbornou veřejností je zcela evidentní, že toto technické řešení je preferováno, považují ho za nejlepší variantu na zvýšení úrovně klimakomfortu ve vozidle.

Z výsledků dále vyplývá, že oslovení respondenti více upřednostňují kvalitu vzduchu (ochrana zdraví) v interiéru před tepelnou pohodou ve vozidle. Pravděpodobně je to dáno tím, že ve většině cílových skupin odpovídali respondenti z mladší věkové kategorie. Během diskuze nad technickými řešeními byl vznesen podnětný názor směrem ke zvýšení úrovně klimakomfortu – zejména v zimních měsících je vysoce komfortní a důležité vyhřívání volantu. Mezi respondenty varianta pro toto technické řešení nebyla významná. Opět to může souviset s mladším vzorkem respondentů (nepocítují intenzivně chlad). Také se můžeme domnívat, že mezi vzorkem oslovených nebyli respondenti, kteří celoročně pracují ve venkovních, chladných prostorech nebo například aktivní provozovatelé zimních sportů (lyžaři), kteří by jistě toto podnětné řešení v zimních měsících rádi uvítali.

Nutno ještě doplnit, že s větším počtem oslovených respondentů, by se mohly výsledky dotazníkové šetření nepatrně změnit (osloveno bylo 125 respondentů a dá se s určitostí říci, že se celkově jednalo o mladší věkovou kategorii).

Všechny oslovené skupiny respondentů preferují možnost zvýšit úroveň a pozitivně ovlivnit klimakomfort uvnitř automobilu. Výrobci automobilů by se měli ve fázi vývoje zaměřit na nové progresivní technologie k dosažení co nejvyšší kvality klimakomfortu v interiéru vozidla a nadále rozvíjet a hledat nová inovativní řešení v tomto směru.

12 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo navrhnout opatření, postupy a optimální řešení ke zvýšení úrovně klimakomfortu na základě požadavků zákazníků. Cíl byl na počátku práce rozdělen na dalších šest dílčích cílů.

Prvním vymezeným cílem byla specifikace problémů související s nízkou úrovní klimakomfortu. Z dostupných informací, z prostudovaných materiálů a údajů bylo zjištěno, že klimakomfort v současných vozidlech negativně ovlivňuje především teplota vzduchu, suchý a vydýchaný vzduch, prašné, pylové a smogové prostředí a hluk ventilátorů.

Druhý dílčí cíl byl splněn v kapitole čtyři, byly zde popsány a shrnuty dosavadní způsoby ovládání klimakomfortu v současných vozidlech. Je patrné, že ovládat klima v interiéru současných vozidel lze pomocí nastavení teploty, zapnutím/vypnutím klimatizace, nastavením rychlosti a proudění vzduchu a dále pak pomocí zapnutí/vypnutí vyhřívání volantu a sedadel a v neposlední řadě pomocí, otevření/zavření oken.

Další část diplomové práce kapitola pět, se zabývala sumarizací prvního a druhého dílčího cíle – výstupem tohoto shrnutí je poznatek, že využívání dosavadních systémů pro ovládání klimakomfortu ve vozidle není zcela v souladu s potřebami zákazníků, neodpovídá jejich současným požadavkům, nekoresponduje s jejich nároky.

Třetí dílčí cíl, šestá a sedmá kapitola, byl zaměřen na analýzu zákaznických potřeb pro zvláštní skupiny uživatelů v kontextu klimakomfortu. Popsána zde byla tvorba dotazníku č. 1, sběr dat, následné zpracování a vyhodnocení. Dotazník č. 1 obsahoval 28 otázek, cílem dotazníku bylo zjistit požadavky zvláštních skupin uživatelů v kontextu klimakomfortu. Při získávání dat byli oslovení respondenti rozděleni do 5 skupin (Astmatici, Alergici, Starší lidé 60+, Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19, Zdravá populace) a údaje poté editovány v programu Microsoft Excel.

Čtvrtým dílčím cílem bylo navrhnout technická řešení pro zjištění zákaznických potřeb. V kapitole osm byla navržena tato technická řešení – používání kvalitních kabinových filtrů, využití zvlhčovače vzduchu, rozšíření funkcí infotainmentu (automatické větrání okny a ovládání přetlaku v kabině, instalace senzoru kvality vzduchu vně/uvnitř vozidla, automatické zapnutí/vypnutí vyhřívání sedadel a volantu, automatické zapnutí/vypnutí vnitřní cirkulace a integrace ionizátoru), použití speciálních materiálů, montáž okenních deflektorů.

Analýza výsledků navržených technických řešení byla zpracována v kapitole číslo devět a deset. Náplní těchto kapitol bylo vytvoření dotazníku č. 2, sběr údajů a informací, zpracování a vyhodnocení. Dotazník č. 2 zahrnoval 21 otázek cílených na určení preferovaných technických řešení na zvýšení úrovně klimakomfortu v interiéru vozidla. Celkem bylo znovu osloveno 125 respondentů, rozdělených opět do 5 skupin, každá skupina měla zastoupení 25 respondentů. Touto částí práce byl naplněn dílčí cíl číslo pět.

Poslední šestý dílčí cíl byl řešen v kapitole jedenáct, která se detailněji zabývala diskuzí výsledků a návrhem dalšího postupu.

V dotazníkovém šetření č. 1 oslovení respondenti uvedli jako nejvíce obtěžující faktory v interiéru vozidla pyl, prach, smog a vydýchaný vzduch, nefunkční klimatizace a její obtěžující zápach, nepříjemný hluk průvan ze stažených oken. Těmto požadavkům odpovídají následující technická řešení – používání kvalitních filtrů, automatické zapnutí vnitřní cirkulace, senzor na měření kvality vzduchu uvnitř kabiny a deflektory oken. V dotazníkovém šetření č. 2 dosáhly nejvíce procent od respondentů, ze všech oslovených cílových skupin, navržená technická řešení, která mají přímou vazbu na rozšíření funkcionality infotainmentu (automatické zapnutí vnitřní cirkulace, integrovaná ionizace, přetlak v kabině, senzor na měření kvality vzduchu uvnitř vozidla) a dále pak deflektory oken namontované přímo ve výrobě.

Všechna uvedená technická řešení směřují ke zvýšení úrovně klimakomfortu ve vozidle. V případě, že výrobci automobilů chtějí i nadále zajišťovat vysokou spokojenost zákazníků musí se stále zaměřovat na kvalitu svých výrobků. Prvořadě preferovaným cílem navrhovaných technických řešení by mělo být zajištění zdraví a bezpečnosti pasažérů v interiéru vozidla. Jak již bylo na několika místech v diplomové práci zmíněno, špatná kvalita vnitřního vzduchu může způsobovat mnoho zdravotních komplikací, nenávratné, vážné

poškození zdraví nebo dokonce i úmrtí. Nemalou měrou se znečištěný vzduch v kabině vozu podílí i na snížení bezpečnosti jízdy, negativně ovlivňuje soustředění a chování řidiče.

Při použití nejmodernějších technologických řešení můžeme v interiéru vozidla docílit téměř stejné kvality vzduchu jako v přírodě. K životu bezpodmínečně potřebujeme vzduch a k dobrému životu čistý vzduch.

Diplomová práce naplnila svůj cíl navrhnout účinná technická řešení, na základě potřeb oslovených respondentů, vedoucí ke zvýšení úrovně a kvality klimakomfortu v interiéru vozidla.

13 POUŽITÉ ZDROJE

13.1 TIŠTĚNÉ ZDROJE

[26] REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCHE. *Automotive handbook. 9th edition, revised and extended.* Karlsruhe: Robert Bosch, [2014]. ISBN 978-1-119-03294-6.

[27] MACHAN, Jaroslav. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku - aplikace v automobilovém průmyslu. 2., přeprac. a rozš. vyd.* V Praze: České vysoké učení technické, Fakulta dopravní, 2012. ISBN 978-80-87042-50-2.

[30] ČSN EN ISO 16890. *Vzduchové filtry pro všeobecné větrání – Část 1: Technické specifikace, požadavky a klasifikační metody založené na účinnosti odlučování částic (ePM).* © Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

13.2 INTERNETOVÉ ZDROJE

[1] *Auto před zplodinami neochrání. Řidiči dýchají horší vzduch než chodci, ukázal rozsáhlý průzkum [online]. [cit. 12.05.2022]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2806793-auto-pred-zplodinami-neochrani-ridici-dychaji-horsi-vzduch-nez-chodci-ukazal-rozsahly>*

[2] DANCA, 2019. *Evaluation of the thermal comfort for its occupants inside a vehicle during summer [online]. [cit. 02.05.2022]. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/595/1/012027>*

[3] *What is the most suitable temperature for the vehicle interior? - AvtoTachki. AvtoTachki.com – автоновости, статьи, тест-драйвы, фото аэмо [online]. Dostupné z: <https://avtotachki.com/en/kakova-naibolee-podhodyashhaya-temperatura-v-salone-avtomobilya/>*

[4] *Suchý vzduch v místnosti škodí dýchacím cestám i pokožce [online]. [cit. 19.04.2022]. Dostupné z: <https://www.proalergiky.cz/suchy-vzduch-v-mistnosti-skodi-dychacim-cestam-i-pokozce#clanky>*

- [5] *Dry Air: What Is It and What Problems Does It Cause?* | Molekule Blog. Molekule Blog - Improving Indoor Air Quality [online]. Dostupné z: <https://molekule.science/dry-air-what-is-it-and-what-problems-does-it-cause/>
- [6] *Vydýchaný vzduch v kabíne může být nebezpečný* - Auto SME. Auto SME | Největší magazín o autách na Slovensku [online]. Copyright © Copyright 1997 [cit. 11.05.2022]. Dostupné z: <https://auto.sme.sk/c/20612784/vydychany-vzduch-v-kabine-moze-byt-nebezpecny.html>
- [7] *Access denied* [online]. Copyright © CO2Meter.com 2022. All Rights Reserved. All prices USD. [cit. 19.04.2022]. Dostupné z: <https://www.co2meter.com/blogs/news/10709101-what-is-carbon-dioxide>
- [8] *Projevy Vydýchaného Vzduchu | O Kvalitě Vzduchu.* [online]. Copyright © 2016, [cit. 19.04.2022]. Dostupné z: <https://www.careforair.eu/en/6-negative-effects-of-expired-air/>
- [9] *EPA. Alaska Native Village Air Quality Fact Sheet Series Road Dust* [online]. 1-2 [cit. 02.05.2022]. Dostupné z: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1008ELK.PDF?Dockey=P1008ELK.PDF>
- [10] *Solid-phase speciation of Pb in urban road dust sediment: a XANES and EXAFS study* - PubMed. PubMed [online]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20337471/>
- [11] *Dust from Roads and Your Respiratory Health.* Access denied [online]. Copyright © Copyright 2022 Oransi [cit. 20.03.2022]. Dostupné z: <https://oransi.com/blogs/blog/dust-roads-your-respiratory-health>
- [12] *In-Car Air Pollution* | IQAir. Empowering the World to Breathe Cleaner Air | IQAir [online]. 2020 [cit. 21.03.2022]. Dostupné z: <https://www.iqair.com/blog/air-quality/in-car-pollution>
- [13] *pollen | Description, Characteristics, Importance, Pollination, & Facts* | Britannica. Encyclopedia Britannica | Britannica [online]. Copyright © Ververidis Vasilis [cit. 11.05.2022]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/pollen>
- [14] *Hlukoměr VOLTCRAFT SL-10; 30 - 130 dB; 31.5 Hz - 8 kHz* - Epřístroje.cz. MĚŘICÍ PŘÍSTROJE :[online]. Copyright © Pobo Page Builder [cit. 19.04.2022]. Dostupné z: <https://www.epristroje.cz/hlukomer-voltcraft-sl-10--30-130-db--31-5-hz-8-khz/>

[15] *What is HVAC & How Does It Function? Read More - CarBikeTech. CarBikeTech - Be Autological [online]. Copyright © Copyrights Reserved 2022 [cit. 11.05.2022]. Dostupné z: <https://carbiketech.com/hvac-design-function/>*

[16] *Klimatizace: Žhavá fakta ze zákulisí chlazení - ŠKODA Storyboard. [online]. Copyright © ŠKODA AUTO a.s. 2022 [cit. 10.03.2022]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/inovace-a-technologie/technologie-cs/klimatizace-zhava-fakta-ze-zakulisi-chlazenii/?state=NEW&aid=3cqs8slx-e8nh-y7fu-htwc-zzwzbt3f4l92&or=www.google.com>*

[17] *Car Heating and air conditioning system explained A/C HVAC.. Auto Repair Advice, Learn about your car and how it works. [online]. Copyright © 2022 [cit. 06.05.2022]. Dostupné z: <https://www.autoeducation.com/autosshop101/hvac.htm>*

[18] *Who came up with the first air conditioner and the split system? Conditioners: brief history of the creation and development of the industry who invented split system. [online]. Copyright © 2021 Bugulma [cit. 10.03.2022]. Dostupné z: <https://bugulma-lada.ru/en/terminy/kto-pridumal-pervyi-kondicioner-i-split-sistemu-kondicionery.html>*

[19] *How Do Air Conditioning Systems Work in a Car?. Universal Technical Institute [online]. Copyright © 2022 Universal Technical Institute, Inc. All rights reserved. [cit. 10.03.2022]. Dostupné z: <https://www.uti.edu/blog/automotive/air-conditioning>*

[20] *SOUČÁSTI KLIMATIZAČNÍHO OKRUHU. ÚVODNÍ STRANA [online]. Copyright © 2008 [cit. 06.05.2022]. Dostupné z: <https://www.schiessl.cz/stranka-soucasti-klimatizacniho-okruhu-119>*

[21] *"Climatronic" 3-Zone Air Conditioning. In: Volkswagen (Glenmarie by F.A. Wagen) [online]. [cit. 10.03.2022]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/Glenmarie.Volkswagen/photos/climatronic-3-zone-air-conditioningthe-3-zone-pure-air-climatronic-automatically/810212989347406>*

[22] *Should AC Fan Be On Auto or On? | Sun Auto Service. Auto Repair Shop | Maintenance and Service In Texas and Nevada [online]. Copyright © 2022 Sun Auto Service. All Rights Reserved. [cit. 11.03.2022]. Dostupné z: <https://www.sunautoservice.com/should-ac-fan-be-on-auto-or-on/>*

[23] *What does the air-recirculation button do? - Eden Tyres & Servicing. Tyres, Car Service, MOT | Eden Tyres & Servicing [online]. Dostupné z: <https://www.edentyres.com/the-purpose-of-the-air-recirculation-button-in-your-car/>*

[24] *How Do Heated Seats Work in Cars? - The News Wheel. The News Wheel - We Wheely Like Cars! [online]. Dostupné z: <https://thenewswheel.com/how-do-heated-seats-work-in-cars/>*

[25] *The quickest way to cool your car down | RAC Drive. RAC Breakdown Cover & Car Insurance | Route Planner | RAC [online]. Copyright © 2022 RAC Motoring Services. All rights reserved. [cit. 11.05.2022]. Dostupné z: <https://www.rac.co.uk/drive/advice/driving-advice/the-quickest-way-to-cool-your-car-down/>*

[28] *Best Cabin Air Filters (Review & Buying Guide) in 2022 | The Drive. The Drive - Automotive News, Car Reviews and Car Tech | The Drive [online]. Copyright © [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://www.thedrive.com/reviews/27753/best-cabin-air-filters>*

[29] *Nová norma ČSN EN ISO 16890-1, 16890-2 | IB FILTR. Lakovny, filtry do lakoven a vzduchotechniky | IB FILTR [online]. [cit. 22.04.2022] Dostupné z: <https://ibfiltr.cz/Clanky/Nova-norma-CSN-EN-ISO-16890-1-16890-2>*

[31] *Kabinový filtr s aktivním uhlím. Autodíly Mjauto – náhradní díly na vozy evropské i japonské / asijské výroby [online]. [cit. 24.04.2022] Dostupné z: <https://www.mjauto.cz/kabinovy-filtr-s-aktivnim-uhlim>*

[32] *FILTRY. Www.eshop-car.cz - oleje, filtry, autoprodukty [online]. Copyright © [cit. 24.04.2022]. Dostupné z: <https://www.eshop-car.cz/kategorie/filtry/>*

[33] *American Express. Access denied [online]. Copyright © Car Cologne [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://carcologne.co.uk/blogs/news/what-is-a-car-humidifier>*

[34] *Není zvlhčovač jako zvlhčovač. Jak vybrat ten správný? - Airbi. O zdravém vzduchu víme skoro vše - Airbi [online]. Copyright © Airbi, 2022. Všechna práva vyhrazena. [cit. 22.04.2022]. Dostupné z: <https://www.airbi.cz/neni-zvlhcovac-jako-zvlhcovac-jak-vybrat-ten-spravny>*

- [35] *Air Quality in Cars Driving Buyer Demand for Better Data. Blog - BreezoMeter [online]. Copyright © 2022 BreezoMeter, All Rights Reserved. [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://blog.breezometer.com/air-quality-cars>*
- [36] *Vyznam-slova.com-Vyhledávání ve slovníku [online]. Dostupné z: <https://www.vyznam-slova.com/Pr%C5%AFvan>*
- [37] *Cabin Pressure Monitoring - Freudenberg Filtration Technologies. Freudenberg Filtration Technologies - Technology Leader in Air, Gas Phase, Water, Liquids Filtration - www.freudenberg-filter.com [online]. Copyright © Freudenberg Filtration Technologies Australia Pty.Ltd. [cit. 28.04.2022]. Dostupné z: <https://freudenberg-filter.com.au/safeair/safeair-cabin-filtration/cabin-pressure-monitoring/#c25128>*
- [38] *Aromatické uhlovodíky - areny - Chemie - Maturitní otázky. Soukromé a státní vysoké školy - přijímací zkoušky, studium na VŠ a vzdělávání - Vysoké školy [online]. Copyright © 1996 [cit. 11.05.2022]. Dostupné z: <https://www.vysokeskoly.cz/maturitniotazky/chemie/aromaticke-uhlovodiky-areny>*
- [39] *Senzor pro detekci kvality vzduchu MQ-135 | laskakit.cz. LASKARDUINO.cz | by Makers for Makers [online]. Dostupné z: https://www.laskakit.cz/senzor-pro-detekci-kvality-vzduchu-mq-135/?gclid=Cj0KCQjwplmTBhCmARIsAKr58cy8dBTmuZTjwzNAy8eEjPLJl-H1jiD0j3b_Q7FiD1bN-PK0l0tJ7ckaAtVsEALw_wcB*
- [40] *Air Ionizers: How They Work, Benefits & Drawbacks. Healthline: Medical information and health advice you can trust. [online]. Copyright © 2005 [cit. 24.04.2022]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/what-does-an-ionizer-do#benefits>*
- [41] *Technaxx TX-130 ionizátor 12 V, 24 V | Conrad.cz. Conrad Electronic » Your Sourcing Platform [online]. Copyright © Conrad Electronic Česká republika, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 24.04.2022]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/p/technaxx-tx-130-ionizator-12-v-24-v-2267922>*
- [42] *Polykemi's antistatic materials - breaking through at automotive manufacturers! [online]. [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://www.plasticportal.eu/en/polykemi%C2%B4s-antistatic-materials-breaking-through-at-automotive-manufacturers/c/3581/>*

[43] *How a Carbon Filter Works* [online]. [cit. 10.03.2022]. Dostupné z: https://www.filtrete.com/3M/en_US/filtrete/home-tips/full-story/~/how-it-works-carbon-filter/?storyid=96a8db3c-5c93-4c8a-b12c-26e632af88ff

[44] *What Are Wind Deflectors And Why Do I Need Them?*. Van Conversion & Van Styling Accessories Online - Van Demon [online]. Copyright © Copyright Van Demon [cit. 25.04.2022]. Dostupné z: <https://www.vandemon.co.uk/blog/article/benefits-of-wind-deflectors/>

[45] *Praktické okenní deflektory: K čemu slouží a proč si je pořídit?* - Fifth Gear. Úvodní strana - Fifth Gear [online]. Dostupné z: <https://fifthgear.cz/prakticke-okenni-deflektory-k-cemu-slouzi-a-proc-si-je-poridit/>

14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Molekula oxidu uhličitého – CO ₂ [7]	14
Obrázek 2: Stupnice zajímavých hodnot CO ₂ [8]	15
Obrázek 3: Hlukoměr [14]	17
Obrázek 4: Ovládání systému HVAC pomocí dotykové obrazovky ve vozidle Škoda [16]....	18
Obrázek 5: Proudění vzduchu ze systému HVAC ve vozidle Škoda Scala [16]	18
Obrázek 6: Tlačítko nastavení teploty ve vozidle Toyota RAV4	19
Obrázek 7: Tlačítko zapnutí/vypnutí klimatizace ve vozidle Toyota RAV4	19
Obrázek 8: Jedna z prvních klimatizací ve vozidlech [18].....	20
Obrázek 9: Schéma klimatizačního systému automobilu [20].....	21
Obrázek 10: Třízónová klimatizace ve vozidle Volkswagen [21]	21
Obrázek 11: Tlačítko AUTO na středovém panelu ve vozidle Toyota RAV4	22
Obrázek 12: Nastavení rychlosti ventilátoru ve vozidle Škoda Fabia.....	23
Obrázek 13: Tlačítka pro jednotlivé režimy rozvodu vzduchu ve vozidle Škoda Superb.....	23
Obrázek 14: Tlačítka recirkulace vzduchu ve vozidle Toyota RAV4	24
Obrázek 15: Vyhřívání pravého sedadla ve vozidle Škoda Fabia.....	24
Obrázek 16: Symbol elektrického stahování oken ve vozidle Škoda Fabia	25
Obrázek 17: Ukázka vytvořeného dotazníkového formuláře	28
Obrázek 18: Klasický papírový filtr a filtr s aktivním uhlím [32]	49
Obrázek 19: Princip fungování parního a ultrazvukového zvlhčovače vzduchu [34].....	50
Obrázek 20: Mapa kvality ovzduší v infotainmentu vozidla [35].....	50
Obrázek 21: Poskytování pokynů a doporučení řidiči [35].....	51
Obrázek 22: Senzor kvality vzduchu [39]	53
Obrázek 23: Tlačítko vnitřní cirkulace vzduchu ve vozidle Toyota RAV4.....	54
Obrázek 24: Ionizátor vzduchu do 12V zásuvky ve vozidle [41]	54
Obrázek 25: Použití antistatického plastu u schránky na brýle [42]	55
Obrázek 26: Princip fungování filtru s aktivním uhlím [43].....	56
Obrázek 27: Deflektory oken [45].....	57
Obrázek 28: Vzor vytvořeného dotazníkového formuláře	58

15 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Matice s požadavky zákazníků.....	32
Tabulka 2: Technická řešení a vzájemné korelace mezi požadavky (Tabulka 1).....	34
Tabulka 3: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Astmatici.....	36
Tabulka 4: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Alergici	38
Tabulka 5: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let).....	40
Tabulka 6: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19.....	42
Tabulka 7: Výsledná matice QFD skupiny respondentů Zdravá populace.....	45
Tabulka 8: Velikosti částic jemného prachu, hodnotící kritérium účinnosti filtru [30]	48

16 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Optimální teplota v interiéru vozidla u jednotlivých skupin respondentů	29
Graf 2: Nejvíce obtěžující vlastnosti/škodliviny vzduchu u jednotlivých skupin respondentů	30
Graf 3: Více vyhovující prostředí při cestování u jednotlivých skupin respondentů.....	31
Graf 4: Více obtěžující kvalita vzduchu u jednotlivých skupin respondentů	31
Graf 5: Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Astmatici.....	35
Graf 6: Graf znázorňující čas strávený ve vozidle u skupiny respondentů Astmatici	35
Graf 7: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Astmatici	36
Graf 8: Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Alergici	37
Graf 9: Graf znázorňující rok výroby vozidel u skupiny respondentů Alergici	37
Graf 10: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Alergici.....	38
Graf 11: Graf znázorňující aktivní řidiče u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)	39
Graf 12: Graf znázorňující značky vozidel u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)....	39
Graf 13: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let).....	40
Graf 14: Graf znázorňující počet respondentů, kteří trpí postcovidovým syndromem – skupina respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19.....	41
Graf 15: Graf znázorňující více vyhovující prostředí u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19.....	42
Graf 16: Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19	43
Graf 17: Graf znázorňující rok výroby vozidla u skupiny respondentů Zdravá populace.....	44
Graf 18: Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů u skupiny Zdravá populace.....	44
Graf 19: : Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Zdravá populace	45
Graf 20: Graf celkového vyhodnocení dotazníku č. 1 u jednotlivých skupin respondentů.....	46
Graf 21: Graf znázorňující počet aktivních řidičů u jednotlivých skupin respondentů.....	60
Graf 22: Graf znázorňující rok výroby vozidel u jednotlivých skupin respondentů	60
Graf 23: Graf znázorňující čas strávený ve vozidle u jednotlivých skupin respondentů	61
Graf 24: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Astmatici	62
Graf 25: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Alergici ..	62
Graf 26: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Starší lidé (nad 60 let)	63

Graf 27: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Lidé po prokazatelně prodělaném onemocnění COVID-19.....	63
Graf 28: Graf znázorňující priority technologických potřeb u skupiny respondentů Zdravá populace.....	64
Graf 29: Graf celkového vyhodnocení dotazníku č. 2 u jednotlivých skupin respondentů.....	65