



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Barbora Kotrčová

**Kvalita vzduchu ve vozidle**

Bakalářská práce

**2020**



**K616** ..... **Ústav dopravních systémů**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Barbora Kotrčová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika**

Název tématu (česky): **Kvalita vzduchu ve vozidle**

Název tématu (anglicky): Air quality in the vehicle

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Stav kvality vzduchu v interiéru současných vozidel
  - Dominantní druhy znečištění vzduchu v interiéru
  - Použití metod kvality k určení požadavků různých skupin zákazníků
  - Návrhy splnění požadavků zákazníků
  - Diskuze výsledků, shrnutí, závěr
  - Návrh dalšího postupu
-



Rozsah grafických prací: Rozsah upřesní vedoucí práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 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 bakalářské práce:

**doc. Ing. Jaroslav Machan, CSc.**

**Ing. Michal Malý**

Datum zadání bakalářské práce:

**11. června 2019**

(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 bakalářské práce:

**10. srpna 2020**

- 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

L. S.

.....  
doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.

vedoucí

Ústavu dopravních systémů

.....  
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

.....  
Barbora Kotrčová

jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 11. června 2019

## **PODĚKOVÁNÍ**

Velice ráda bych poděkovala vedoucím bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Machanovi, CSc. za odborné vedení a konzultace, Ing. Michalovi Malému 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. V neposlední řadě patří poděkování také mojí rodině za podporu během celé doby mého studia.

## **PROHLÁŠENÍ**

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

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a 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 5. srpna 2020

.....

podpis

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Kvalita vzduchu ve vozidle

bakalářská práce

srpen 2020

Barbora Kotrčová

## **ABSTRAKT**

Předmětem předkládané bakalářské práce je posouzení kvality vzduchu v interiéru vozidla. Práce se zabývá stavem kvality vzduchu v interiéru současných vozidel, požadavky zákazníků na kvalitu vzduchu uvnitř kabiny. Dále použitím metod kvality ke zjištění požadavků zákazníků a doporučením možných úprav ke zlepšení kvality vzduchu v interiéru vozidla.

Klíčová slova:

Kabinový filtr, kvalita vzduchu, metody kvality, požadavky zákazníků

## **ABSTRACT**

The subject-matter of this Bachelor's Thesis is the evaluation of air quality inside a vehicle. It deals with air quality in the interior of current vehicles, customers' requirements regarding the air quality inside a vehicle. Furthermore, it deals with the use of quality methods to determine requirements, and recommending possible adjustments for improvement.

Keywords:

Air quality, box-filter, customers' demands, quality methods

# OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	6
SEZNAM FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK .....	6
SEZNAM CHEMICKÝCH SLOUČENIN .....	6
1 Úvod .....	7
2 Cíl bakalářské práce .....	8
3 Stav kvality vzduchu v interiéru současných vozidel.....	8
4 Popis a fungování kabinového filtru.....	9
4.1 Specifikace a výměna kabinového filtru .....	9
4.1.1 Dělení filtrů a požadavky dle norem.....	10
4.1.2 Výměna kabinového filtru.....	10
5 Dominantní druhy znečištění vzduchu v interiéru automobilu .....	11
5.1 Emise z okolních vozidel.....	12
5.2 Alergeny .....	12
5.2.1 Plísně .....	13
5.2.2 Prachové roztoče.....	13
5.2.3 Pyl .....	13
6 Použití metod kvality k určení požadavků různých skupin zákazníků .....	14
6.1 Metody ke zjištění požadavků zákazníků .....	15
6.1.1 Dotazníkové šetření.....	16
6.2 Metoda QFD .....	16
6.2.1 Dům kvality.....	18
6.2.2 Implementace metody QFD do jednotlivých fází vývoje produktu .....	20
7 Tvorba dotazníku, výběr metody sběru a zpracování dat .....	20
7.1 Tvorba dotazníku.....	20
7.2 Sběr a zpracování dat.....	22
8 Vyhodnocení dotazníku s použitím metody QFD.....	23
8.1 Požadavky zákazníků .....	23
8.2 Naplnění požadavků .....	23

8.3	Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Rodiče s dětmi.....	25
8.4	Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Alergici .....	27
8.5	Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Zdravá populace.....	29
8.6	Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Starší lidé (nad 60 let) ....	31
8.7	Celkové vyhodnocení .....	33
9	Návrh řešení .....	34
9.1	Automatické zapnutí vnitřní cirkulace při špatné kvalitě vzduchu vně vozidla.....	35
9.2	Kvalitní kabinové filtry .....	36
9.3	Rozšíření nabídky funkcí infotainmentu .....	37
9.4	Údržba a čištění vozidla.....	38
9.5	Využití nových technologií .....	39
10	Závěr.....	40
11	POUŽITÉ ZDROJE .....	42
11.1	TIŠTĚNÉ ZDROJE.....	42
11.2	INTERNETOVÉ ZDROJE .....	42
12	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	46
13	SEZNAM TABULEK.....	47

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AC – Air - Condition (Klimatizace)

ČSN – Česká technická norma

DFMAS – Metoda k úspoře nákladů

ES – Evropské společenství

EU – Evropská unie

EUR – Měna eurozóny

FMEA – Metoda k zamezení chyb

HEPA – High Efficiency Particulate Air filter (Vysoce efektivní filtr vzduchových částic)

HoQ – House of Quality (Dům kvality)

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

K-FMEA – Konstrukční FMEA

P-FMEA – Procesní FMEA

PM – Particulate Matter (Jemný prach, pevné částice)

QFD – Quality Function Deployment (Metoda kvality)

USA – Spojené státy americké

VoC – Voice of Customers (Požadavky zákazníka)

VOC – Volatile Organic Compound (Těkavé organické sloučeniny)

VW – Volkswagen

## SEZNAM FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK

μm – Mikrometr

nm – Nanometr

## SEZNAM CHEMICKÝCH SLOUČENIN

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> – Butan

C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> – Toluén

CO<sub>2</sub> – Oxid uhličitý

NO<sub>2</sub> – Oxid dusičitý

O<sub>3</sub> – Ozón

SO<sub>2</sub> – Oxid siřičitý



# 1 Úvod

Současná doba je charakteristická velmi rychlým technickým vývojem a vyznačuje se uplatňováním celé řady inovačních procesů, které bezprostředně ovlivňují náš každodenní život. Jedním z odvětví, které je příznačné rychlým rozvojem technologií a implementací technických novinek je automobilový průmysl. Automobil není již pouhým strohým dopravním prostředkem, značná část populace ho řadí mezi obytný prostor. Na interiér vozidla jsou ze strany zákazníků kladeny čím dál vyšší nároky. Do popředí se právem dostávají požadavky spotřebitelů týkající se kvality vzduchu uvnitř automobilu, na základě opodstatněného vyhodnocení – nemalou měrou působí na naše zdraví. Vzduch v kabině automobilu má vliv na komfort při řízení a může ohrozit i zdraví celé posádky.

Kvalitu vzduchu v interiéru vozidla ovlivňuje celá řada faktorů, které závisí zejména na vlastnostech kabinového filtru. Ten zabraňuje průniku pylu, prachu, zápachu a jiných nečistot do ventilačního systému vozidla. Většina dnešních vozidel je tímto filtrem vybavena. Kabinové filtry musí splňovat nadefinované požadavky podle norem, doporučuje se také jejich pravidelná výměna. Tématu stavu kvality vzduchu uvnitř vozidla a kabinového filtru bude věnována třetí a čtvrtá kapitola.

V následující páté části budou popsány dominantní druhy znečištění vzduchu v interiéru vozidla. Uvnitř automobilu se kumulují nečistoty a vnitřní vzduch v kabině může být mnohdy výrazně horší, než vně vozidla. Mezi dominantní druhy znečištění vzduchu uvnitř kabiny patří různé druhy pylu, prach, emise a další.

Navazující šestá část se bude zabývat metodami kvality, které jsou považovány za efektivní a relevantní nástroj pro výzkum. Soubor metod slouží k zjištění spokojenosti zákazníků. Zároveň umožňuje propojení subjektivních vjemů spotřebitelů s možnostmi technického řešení, které napomáhá pozitivnímu tržnímu posouzení. V práci budou popsány různorodé metody kvality a jejich členění. Podrobně bude specifikována jedna z metod, s následným použitím v praktické části práce.

V kapitole sedm a osm si přiblížíme detailní rozbor požadavků zákazníků na kvalitu vzduchu ve vozidle s použitím dotazníkové metody. Dotazníkové šetření bude cíleno na zjištění potřeb definovaných skupin zákazníků, aktivních uživatelů automobilu. Praktická část dále bude zahrnovat vyhodnocení dotazníků (včetně grafického znázornění) a požadavky zákazníků jednotlivých oslovených skupin.

Na závěr bakalářské práce budou navržena konkrétní řešení pro zlepšení kvality vzduchu v interiéru vozidla a další postupy při vývoji a výrobě automobilů, s přihlédnutím na současné požadavky zákazníků. Vystalá řešení neznamení ukončení vývoje, jsou většinou začátkem procesu, v jehož průběhu budou tato řešení prezentována a modifikována dle podnětů a poznatků od zákazníků během využívání a testování systému.

## 2 Cíl bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je návrh opatření ke zvýšení kvality vzduchu v interiéru vozidla pomocí aplikace metod kvality.

K dosažení cíle je potřeba splnit několik dílčích cílů:

1. Rešerše stavu kvality vzduchu v interiéru současných vozidel.
2. Analýza dominantních druhů znečištění vzduchu v interiéru.
3. Aplikace metod kvality k určení požadavků různých skupin zákazníků.
4. Výběr vhodných opatření na základě podkladů získaných v předchozích dílčích cílech.

## 3 Stav kvality vzduchu v interiéru současných vozidel

Tato kapitola se zabývá řešením 1. dílčího cíle.

Kvalita a čistota vzduchu je životně důležitá především pro zdraví obyvatelstva. Hladiny znečišťujících látek jsou v interiéru automobilu často vyšší, než vně vozidla. Automobily ve velké míře přijímají i emise z okolních vozidel. Většina těchto látek uvnitř kabiny pochází z vozidel v těsné blízkosti před automobilem, zejména pokud se jedná o velká nákladní naftová vozidla.

Nejčastější průnik látek do vnitřku vozidel je v místě na křižovatkách se světelným signalizačním zařízením nebo z provozu typu „stop-and-go“<sup>1</sup>. Zastavení vozidla na červené znamená až 29x vyšší koncentraci látek, které proniknou přes větrací otvory. Z tohoto důvodu je důležité dodržování dostatečných rozestupů mezi vozidly, zavření oken a recirkulace vzduchu.

Nabízí se mnoho způsobů, jak filtrovat vzduch v kabině vozu. Na palubní desce automobilu lze aktivovat režim větrání, rychlost proudícího vzduchu a možnost recirkulace vzduchu. Na druhou stranu nastavení recirkulace vzduchu a uzavření oken přispívá k tvorbě oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v interiéru vozidla. Pouze minimum současných automobilů má zabudovanou technologii ke snižování oxidu uhličitého. [1]

---

<sup>1</sup> Dopravní provoz charakterizovaný pravidelně vynucovanými zastávkami, který je způsobenými silným provozem nebo dopravními signály.

## 4 Popis a fungování kabinového filtru

Filtry obecně zabraňují průniku toxických a alergenních látek nacházejících se v ovzduší.

Dnešní moderní automobily jsou vybaveny filtry:

- vzduchovými
- kabinovými

Vzduchový filtr chrání motor před nečistotami a prachem, které se vyskytují vně automobilu.

Filtr kabinový zabraňuje průniku pylu, sazí, prachu a ostatních nečistot do interiéru vozidla.

Při zapnuté recirkulaci opakovaně filtruje vzduch uvnitř. Jedná se o filtr, od kterého se odvíjí kvalita vzduchu uvnitř automobilu. Díky přítomnosti tohoto filtru nevzniká v kabině těžko dýchatelný vzduch, negativně ovlivňující koncentraci a komfort řidiče (únava, vyčerpání a další zdravotní indispozice). Výkonnost řidiče přímo závisí na kvalitě ovzduší v kabině automobilu.

### 4.1 Specifikace a výměna kabinového filtru

Kabinový filtr (Obrázek 4.1) má totožnou funkci v prostředí interiéru vozidla, jako zastává vzduchový filtr pro motor automobilu. Kabinový filtr se jako nedílná součást vybavení automobilů začal objevovat okolo roku 2002. [2] Jedná se o rozměrově menší, skládaný filtr z vícevláknové papírové bavlny nebo jiného umělého materiálu. Ve většině vozidel se filtr nachází za odkládací schránkou v palubní desce u spolujezdce. Je snadno přístupný prostřednictvím uvolnění odkládací schránky. Filtrem proniká venkovní vzduch, vedený přes systém větrání, klimatizace a vytápění. Zachycuje vzdušné nečistoty, prach a různé alergenní látky tak, aby se nedostaly dále do kabiny vozidla.



Obrázek 4.1 – Kabinový filtr [3]

#### 4.1.1 Dělení filtrů a požadavky dle norem

Kabinové filtry se dělí na několik skupin dle velikosti částic, které dokáží zachytit (Tabulka 4.1). Parametry musí splňovat technické specifikace a požadavky podle České technické normy – EN ISO 16890–1.

„Dělení dle následujících tříd:

- ISO ePM<sub>1</sub> – částice menší, než 1 mikron<sup>2</sup>. Tyto částice se mohou dostat až do krevního oběhu.
- ISO ePM<sub>2,5</sub> – částice menší, než 2,5 mikronu. Tyto částice se dostanou do dolních cest dýchacích.
- ISO ePM<sub>10</sub> – částice menší, než 10 mikronů. Tyto částice se dostanou do horních cest dýchacích.
- ISO Coarse – hrubé nečistoty.

Předpokladem pro zařazení do skupiny je, že filtr zachytí alespoň 50 % částic dané třídy.“ [4]

Tabulka 4.1 – Velikosti částic jemného prachu, hodnotící kritérium účinnosti filtru [5]

Účinnost	Rozsah velikostí (μm)
ePM <sub>10</sub>	$0,3 \leq X \leq 10$
ePM <sub>2,5</sub>	$0,3 \leq X \leq 2,5$
ePM <sub>1</sub>	$0,3 \leq X \leq 1$

#### Technické specifikace a požadavky:

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

Filtreační 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.

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

Filtreační prvek musí být zkoušen při jeho jmenovitém průtoku vzduchu, na který byl navržen.“ [5]

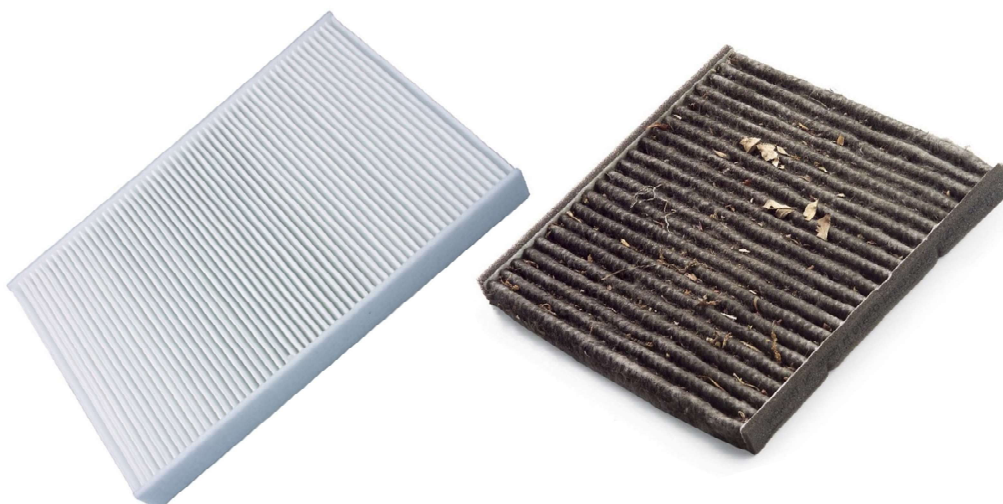
#### 4.1.2 Výměna kabinového filtru

Primárním účelem kabinového filtru je zabránit vniknutí prachu, plísni a jiných znečišťujících látek do interiéru vozidla. Jednou z nejčastějších indikací znečištěného kabinového filtru je nepříjemný nebo zatuchlý pach. Nastává to v případě zapnutého topení nebo klimatizace.

<sup>2</sup> Mikron = mikrometr (μm)

Znečištěný filtr (Obrázek 4.2) zvyšuje zápach v kabině a snižuje výkon ventilátoru. Při znečištěném kabinovém filtru dochází také ke zvýšení zamlžení oken a snížení průtoku vzduchu z větracích otvorů. [6]

Výrobci doporučují výměnu filtru po každých 15 000–30 000 najetých km, při obtěžujícím zápachu nebo alespoň jedenkrát za rok.



Obrázek 4.2 – Vlevo nový, čistý kabinový filtr [7], vpravo znečištěný kabinový filtr [8]

## 5 Dominantní druhy znečištění vzduchu v interiéru automobilu

Kapitola pět se zabývá řešením 2. dílčího cíle.

Silniční doprava je jedním z nejzávažnějších původců znečišťování ovzduší. Lidé ve vozidlech, jako účastníci silničního provozu, v průměru tráví 45 minut denně. Vnitřní „nekvalitní vzduch“ je často příčinou snížení komfortu, může rovněž zapříčinit zdravotní indispozice a vést k vážným onemocněním. Vdechované znečišťující látky bezesporu přechází do celého těla. Jedná se o emise toxických látek z ovzduší, souvisejících s motorizovaným provozem na ulicích. [9] Úroveň znečištění vzduchu v automobilu závisí na hustotě provozu, rychlosti jízdy, větrání, dopravní situaci, typu vozidel jedoucích v těsné blízkosti, počasí a dalších faktorech.

Uvnitř automobilu zastávají určitou ochranu filtry ve ventilačním systému. Ventilační systém chrání před částicemi a prachem, ale nedisponuje ochranou proti průniku plynů. Působení těchto škodlivých látek může mít negativní účinek na zdraví organismu (oslabení funkce plic, zhoršení astma či bronchitidy). [10]

Řada VOC (Volatile Organic Compound; těkavé organické sloučeniny) vzniká z materiálů uvnitř automobilu, nejvíce z kobereců, vinylů, plastů, kůže, tkanin, pěnových polštářů, lepidel

a tmelů, především v nových automobilech. K uvolňování přispívá i horké počasí, mnohdy je příčinou rozkladu na toxické vedlejší produkty. Vůně a osvěžovače interiéru též nevhodně (kontaminace výpary) ovlivňují vnitřní vzduch v kabině. [11]

## 5.1 Emise z okolních vozidel

Z výfuků okolních vozidel se do ovzduší dostávají nebezpečné látky, poté následně pronikají do kabiny automobilů. Nejčastěji se jedná o níže uvedené látky:

- $\text{NO}_2$  – oxid dusičitý (je příčinou dýchacích problémů)
- $\text{CO}_2$  – oxid uhličitý (únava, zmatenost, přispívá ke zvýšení nehodovosti)
- $\text{SO}_2$  – oxid siřičitý (způsobuje dušnost a respirační onemocnění)
- jemné částice o průměru 0,1–2,5  $\mu\text{m}$  (částice se mohou usadit na plicní tkáni, vyvolat astma, zvyšují riziko kardiovaskulárních onemocnění) [1]

V režimu recirkulace HVAC (Heating, Ventilation, Air-Conditioning; topení, ventilace a klimatizace) se hladina  $\text{CO}_2$  v kabině zvyšuje v důsledku výdechu cestujících. [9]

V EU (Evropská Unie) je dopravní provoz současných automobilů zodpovědný za přibližně 12 % celkových emisí oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ), hlavního skleníkového plynu.

Nařízení ES č. 443/2009 stanovilo povinné cíle snižování emisí nových automobilů. První cíl byl plně uplatněný od roku 2015, nový cíl bude postupně zaveden v letošním roce, plně použitelný bude od roku 2021. Hodnota povolených emisí od roku 2015 činí 130 g  $\text{CO}_2/\text{km}$ , emise 130 g  $\text{CO}_2/\text{km}$  odpovídají spotřebě paliva přibližně 5,6 l/100 km benzínu nebo 4,9 l/100 km nafty. Od roku 2021 bude průměrný cíl emisí nových vozidel v celé flotile EU 95 g  $\text{CO}_2/\text{km}$ , to odpovídá spotřebě paliva přibližně 4,1 l/100 km benzínu nebo 3,6 l/100 km nafty.

Závazné emisní cíle pro výrobce jsou stanoveny podle průměrné hmotnosti vozidel pomocí křivky mezních hodnot. Výrobcům těžších automobilů jsou povoleny vyšší emise než výrobcům lehčích automobilů. Křivka je stanovena tak, aby bylo dosaženo cílů průměrných emisí z celé flotily EU. Pokud v daném roce výrobce z flotily EU překročí svoji hodnotu průměrné emise  $\text{CO}_2$ , musí za každé registrované vozidlo zaplatit poplatek za překročení emisí. Od roku 2019 je pokuta 95 EUR za každý g/km překročení cíle. [12]

## 5.2 Alergeny

Alergeny nacházející se vozidle mohou především alergikům zkomplikovat jízdu. Vozidlo má nespočet různých štěrbin a malých spár, kde se hromadí prach a nečistoty způsobující alergické reakce. Mezi nejčastější alergeny, které se objevují v interiéru vozidla, patří: plísně,

prachové roztoče, pyl, výpary z osvěžovačů. Alergenní částice mohou mít nepatřičný vliv na řidiče i posádku automobilu.

### 5.2.1 Plísně

Plísně se nejhojněji nacházejí v klimatizačním systému automobilu. Jednou z příčin může být z kondenzovaná voda na výparníku, vznikající během činnosti klimatizace, která se nestihla odpařit po vypnutí ventilátoru. Původem vzniku plísní je také vlhkost v interiéru automobilu, způsobena především nedostatečným těsněním oken a dveří. Vlhkost se také drží v čalounění a v kobercích. [13]

### 5.2.2 Prachové roztoče

Prachové roztoče se řadí mezi hlavní příčiny alergií a astmatu. Roztoče s délkou pouhých 250–300  $\mu\text{m}$  mají průsvitná těla, jsou pouhým okem neviditelní. Jedná se o drobný hmyz, který primárně žije na odumřelých kožních buňkách. Kožní buňky a šupiny se obvykle nacházejí v matracích, kobercích a čalounění.

Roztoče primárně nepřenášejí nemoci, ale jejich stolice může způsobit alergické reakce, zejména astmatikům.

Nejvíce zasažené plochy v interiéru automobilu jsou: autosedačky, koberce, volant, rádio, řadicí páka a držáky nápojů.

Rýma, kýchání, nosní kongesce, červené nebo vodnaté oči, astma a potíže s dýcháním, ekzém a kašel patří k typickým příznakům alergické reakce. U jedince se mohou objevit všechny symptomy nebo jen některý z těchto příznaků. [14]

### 5.2.3 Pyl

Pyl do interiéru vozidla proniká otevřenými dveřmi a okny, původcem jeho přítomnosti ve vozidle může být znečištěný nebo nekvalitní kabinový filtr.

Kabinový filtr bývá nejvíce zanášen pylem, proto se občas nazývá pylový filtr. Pokud se pylový filtr zanese, projeví se to zvláště nepříjemným zápachem v kabině, zamlženými okny nebo hlučnějším chodem ventilátorů. [15]

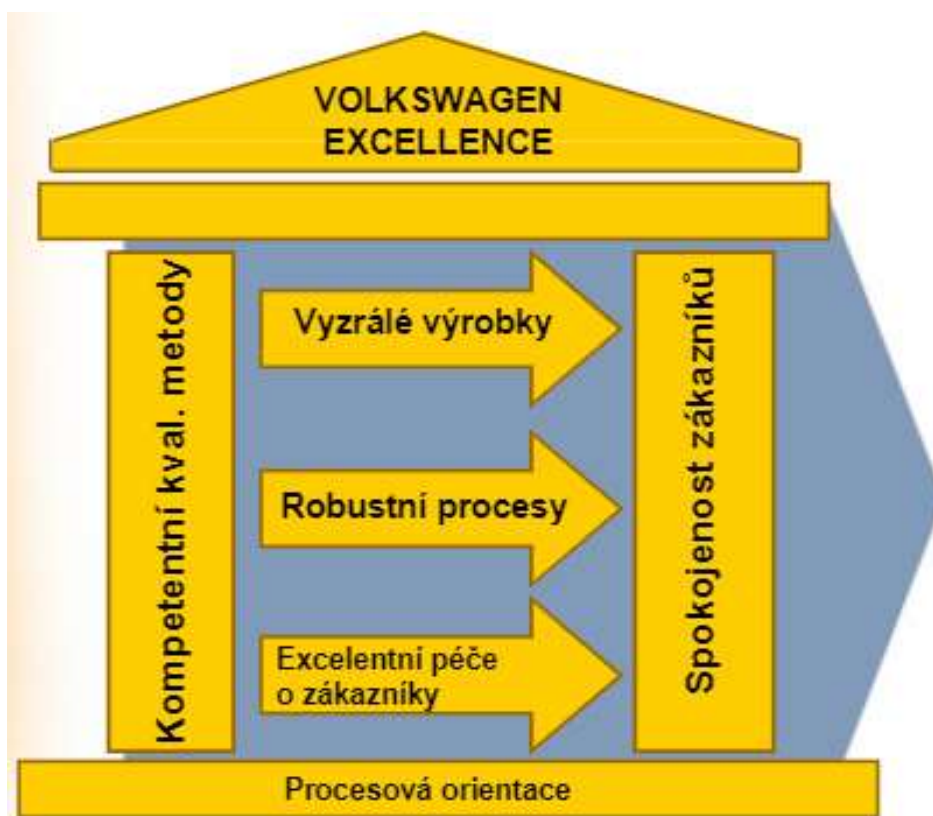
Alergické reakce na pyl se projevují vodnatou rýmou, svěděním kolem očí a nosu, častým kýcháním, zduřelou nosní sliznicí, zarudlými nebo slzícími očima a dýchacími obtížemi.

## 6 Použití metod kvality k určení požadavků různých skupin zákazníků

Zájmem každého výrobce je dosáhnout co největší spokojenosti svých zákazníků. Pro dosažení stanoveného musí splnit následující podmínky:

- vyrábět vyzrálé výrobky
- zajistit excelentní péči o své zákazníky
- používat robustní, stabilní procesy

Jako příklad systémového přístupu je uveden postup koncernu VW. Koncern VW definoval tzv. Dům Excellence (Obrázek 6.1). [16]



Obrázek 6.1 – Dům Excellence koncernu VW [16]

K dosažení splnění těchto podmínek se využívají metody kvality. Členíme je do čtyř skupin:

- Metody pro zjištění požadavků zákazníků
- Metody k úspoře nákladů (DFMAS)
- Metody k zamezení chyb (K-FMEA, P-FMEA)
- Podpůrné metody [16]





### 6.1.1 Dotazníkové šetření

Jedná se o nejčastější nástroj marketingového průzkumu. Jde o kvantitativní výzkumnou metodu, u které se využívají dotazníky. U této metody je důležité si správně definovat skupinu dotazovaných (zákazníků).

Dotazník musí obsahovat stručné, srozumitelné otázky, které jsou psány spisovným jazykem. Otázky nesmí být nepříjemné nebo těžko zapamatovatelné, aby se respondent nesoustředil na pochopení otázky, ale mohl se plně soustředit na svoji odpověď. Kvalita přípravy dotazníku je v přímé úměře s kvalitou výsledku. [16]

Technika dotazníkového šetření je dále zpracovávána navazujícími metodami, v případě této práce, metodou QFD (Quality Function Deployment).

## 6.2 Metoda QFD

Každá společnost, firma, která chce zůstat konkurence schopná, si musí jasně definovat, jaké vlastnosti produktů tvoří vnímání kvality.

Firmy často integrují do návrhu a výroby „hlas zákazníka“ (požadavky zákazníka) – VoC. Tato efektivní komunikace „hlasu zákazníka“ umožňuje celé organizaci spolupracovat a vyrábět produkty s vysokou úrovní hodnoty vnímané zákazníkem.

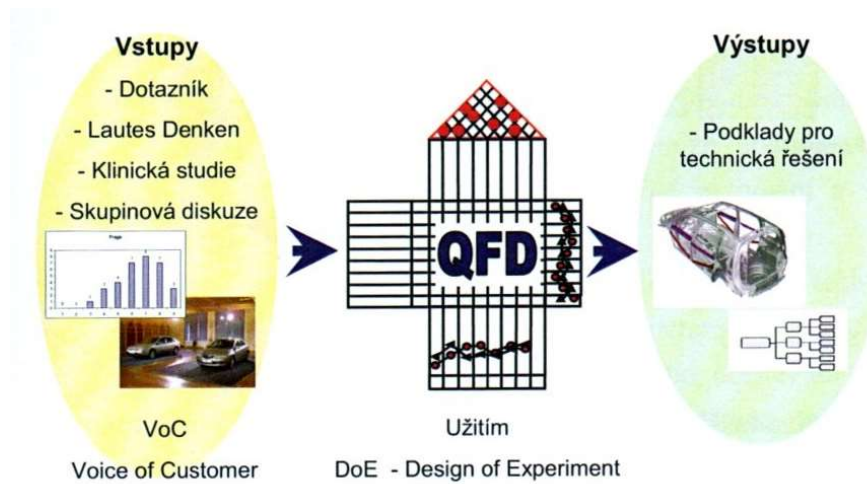
Jedním z nástrojů, který se používá ke zjištění požadavků zákazníků, je metoda QFD. Metoda se aplikuje k efektivnímu definování požadavků zákazníků a jejich převádění do podrobných technických specifikací a plánů vývoje. QFD se uplatňuje k převodu požadavků zákazníků na měřitelné konstrukční cíle, počínaje úrovní montáže, podsestav, komponentů a výrobních procesů. Metoda poskytuje definovanou sadu matic používaných k usnadnění samotného procesu. Slouží i ke snížení nákladů na vlastní výrobu produktů a zkrácení samotné doby výroby. [17]

Metoda QFD byla vyvinuta v Japonsku na konci 60. let 20. století při práci pro loděnici Mitsubishi. Později byla přijata jinými společnostmi, včetně společnosti Toyota. Na počátku 80. let 20. století byla v USA zavedena metoda QFD třemi velkými automobilovými společnostmi a několika výrobci elektroniky. Přijetí a růst využívání metody QFD v USA byl zpočátku poměrně pomalý, ale od té doby si získala popularitu a v současné době se používá ve výrobních, zdravotnických a servisních společnostech. [17]

Na grafickém znázornění (Obrázek 6.3) je schematicky uvedena interface<sup>5</sup> QFD mezi požadavky zákazníků a stanovení parametrů.

---

<sup>5</sup> Rozhraní, převodník, spojení mezi dvěma systémy.



Obrázek 6.3 – Metoda QFD jako rozhraní [16]

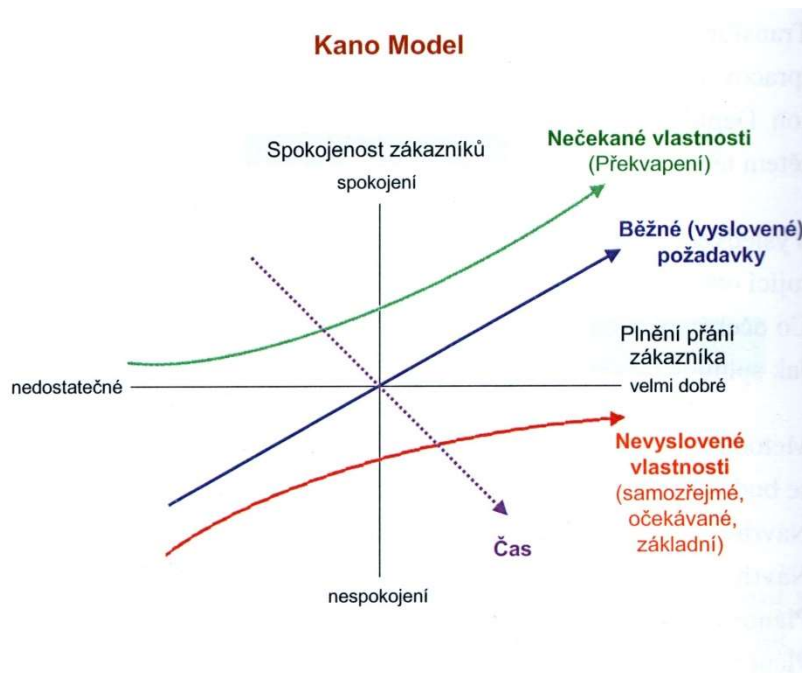
Metoda QFD je čtyřfázový proces, zahrnující činnost v celém cyklu vývoje produktu. Pro každou fázi se používá řada matic k převodu požadavků zákazníka VoC (Voice of Customers). Počáteční matice je nazývána Dům kvality. Vstupními zdroji pro metodu QFD jsou:

- „Požadavky zákazníků (VoC).
- Zkušenosti vývojového pracoviště.
- Povinné předpisy a technologické trendy.
- Zkušenosti z předchozích projektů, zpětná vazba z prodaných výrobků.“ [16]

Výsledkem této metody jsou odpovědi na otázky:

- „Co očekávají zákazníci?
- Jak splníme tato očekávání?“ [16]

V současnosti rozeznáváme tři základní typy zákaznických požadavků dle Kano Modelu (Obrázek 6.4). [16]

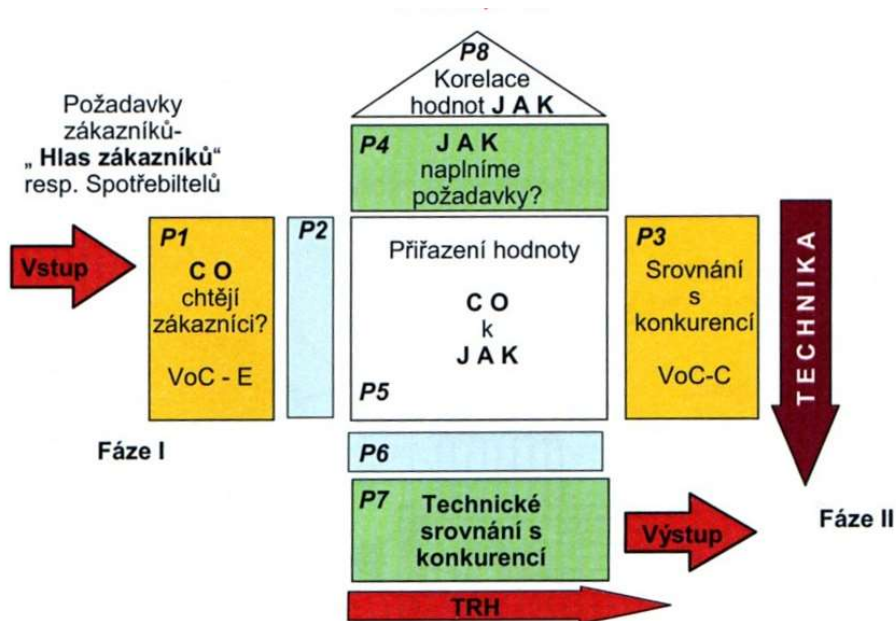


Obrázek 6.4 – Kano Model [16]

- Nevyslovené požadavky (jsou očekávány automaticky, zákazník o nich začne přemýšlet až tehdy, kdy je produkt přestane vykonávat).
- Běžné požadavky (zákazník je při dotazu dokáže vyjmenovat).
- Nečekané vlastnosti (zákazník je z nich mile překvapen, udiven). [16]

### 6.2.1 Dům kvality

Dům kvality (Obrázek 6.5) – (HoQ) je definován jako matice plánování produktu. Vytvořena je tak, aby názorně ukázala požadavky zákazníků, přímo související s metodami, které mohou společnosti, firmy k dosažení požadavků použít. Dům kvality připomíná obrys domu. HoQ je považován za primární nástroj, usnadňující skupinové rozhodování. [18] Jedná se o celkovou strukturu matic metody QFD. [16]



Obrázek 6.5 – Dům kvality (HoQ) [16]

Obsah jednotlivých oblastí HoQ:

P1 – Co zákazníci očekávají.

P2 – Priority očekávání. Všem očekáváním jsou přiřazeny priority. Rozsah hodnot 1–9, kde 1 je nejnižší priorita.

P3 – Porovnání s konkurencí. Jsou zde uvedeny hodnoty srovnání vlastností více výrobků, dle názoru zákazníků.

P4 – Seznam technických parametrů, kterými lze plnit očekávání zákazníků.

P5 – Vzájemné korelace mezi očekáváním zákazníků a technickými parametry. Uvádí se hodnoty, které určují míru ovlivnění technickým parametrem – 0, 1, 3, 9. 0 = bez ovlivnění, 9 = plné ovlivnění.

P6 – Hodnoty důležitosti technických parametrů, součet součinu korelací daného parametru a priorit očekávání.

P7 – Zapsané reálné technické hodnoty porovnávaných výrobků.

P8 – Korelace technických parametrů. Rozsah hodnot 0, 1, 3, 9, 0 = žádné ovlivnění, 9 = plné ovlivnění. [16]

Výhody Domu kvality:

- Definovány potřeby a požadavky zákazníků, které následně slouží k vytváření a upřednostňování nabídek služeb a produktů.
- Identifikace potřeb a požadavků zákazníků, jejich dosažení vede k jejich spokojenosti.
- Společnost lépe porozumí svým zákazníkům, což vede k efektivnějšímu prodeji daného produktu. [18]

## 6.2.2 Implementace metody QFD do jednotlivých fází vývoje produktu

### 1. fáze vývoje produktu – návrh, specifikace produktu

Shromažďování, převádění požadavků a přání zákazníka do specifikací produktu, počáteční koncepce designu, která je založena na požadavcích zákazníka. Tato fáze může obsahovat i analýzu konkurence. Potřeby nebo požadavky zákazníků jsou uvedeny na levé straně matice.

### 2. fáze – vlastnosti produktu

Druhá fáze identifikuje kritické vlastnosti produktu. Fáze, ve které přichází kreativita. Koncepce produktů jsou vytvářeny, kontrolovány, aby se ověřilo, zda splňují požadavky na design. Výsledné kritické vlastnosti součástí jsou dokumentovány pro použití ve fázi 3.

### 3. fáze – vývoj

Během této fáze se navrhují výrobní a montážní procesy, které jsou doporučeny na základě specifikací produktu. Zde jsou také identifikovány kritické rysy procesu.

### 4. fáze – kontrola kvality procesu

V této fázi jsou stanoveny parametry procesu a vyvíjeny příslušné procesní kontroly. Upřednostňují se metody a parametry řízení procesů. [17]

## 7 Tvorba dotazníku, výběr metody sběru a zpracování dat

Dílčí cíl 3 byl řešen v sedmé a osmé kapitole.

Pro zjištění požadavků zákazníků byla použita dotazníková metoda. Jedná se o rychlý a efektivní způsob získání velkého množství dat/informací od početného vzorku lidí.

### 7.1 Tvorba dotazníku

Dotazník obsahoval celkem 20 otázek, 16 uzavřených (respondenti volili z definovaných možností) a 4 polouzavřené (definované možnosti a možnost odpovědět volným textem). Dotazník byl výhradně určen pro držitele řidičského oprávnění skupiny B, vytvořen pomocí online nástroje Google Forms. Cílem dotazníku bylo zjištění požadavků zákazníků na kvalitu vzduchu uvnitř vozidla.

Jednotlivé otázky dotazníku jsou uvedeny níže. Ukázka vytvořeného dotazníkového formuláře (Obrázek 7.1).

1. Muž/žena
2. Věk
3. Máte děti do 18 let?
4. Jak dlouho vlastníte ŘP?
5. Kolik kilometrů najedete za rok jako řidič?
6. Jakou značku auta řídíte nejčastěji?
7. Jaký je rok výroby Vašeho automobilu?
8. Jak Vám záleží na kvalitě vzduchu uvnitř vozidla?
9. Uvítali byste informaci o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla?
10. Jak Vám záleží na kvalitě vzduchu vně vozidla?
11. Uvítali byste informaci o kvalitě vzduchu vně vozidla?
12. Jste alergičtí na (možnosti výběru: pylové částice, prachové částice, zvířecí alergen, kouř, atmosférické částice a nejsem alergický).
13. Co Vás v autě obtěžuje nejvíce (možnosti výběru: pylové částice, prachové částice, zvířecí alergen, kouř, zápach, vůně, saze a atmosférické částice).
14. Víte, co je a k čemu slouží kabinový filtr?
15. Jak často měníte kabinový filtr?
16. Jaký interval výměny kabinového filtru v servise byste akceptovali?
17. Jaký interval výměny kabinového filtru svépomocí byste akceptovali?
18. Jak je pro Vás důležité abyste si byl/a schopen/a vyměnit kabinový filtr sám/sama?
19. Jak je pro Vás důležitá funkce vnitřní cirkulace vzduchu ve vozidle?
20. Uvítali byste vzduchotěsnost automobilu?

## Kvalita vzduchu ve vozidle - bakalářská práce

Dobrý den, jmenuji se Barbora Kotrčová, jsem studentkou 3. ročníku Fakulty dopravní, Českého vysokého učení technického v Praze. Téma mé bakalářské práce je Kvalita vzduchu ve vozidle. Dotazník je určen pouze pro držitele řidičského oprávnění skupiny B. Nezapere Vám více, jak 3 minuty. Předem Vám děkuji za jeho vyplnění.

\*Povinné pole

1. Jste: \*

muž

žena

2. Kolik je Vám let? \*

18-30 let

31-45 let

46-59 let

60+ let

Obrázek 7.1 – Ukázka vytvořeného dotazníkového formuláře

### 7.2 Sběr a zpracování dat

Dotazník byl rozeslán prostřednictvím e-mailových adres.

Po sběru dat následovala editace a logická kontrola odpovědí. Editace probíhala v programu Microsoft Excel.

Při zpracování dat byli respondenti rozděleni do čtyř skupin, celkem bylo 80 respondentů. Každá skupina měla zastoupení 20 respondentů, 13 mužů a 7 žen.

Rozdělení respondentů do skupin:

- skupina Rodiče s dětmi
- skupina Alergici
- skupina Zdravá populace
- skupina Starší lidé (minimální věk 60 let)



## 8 Vyhodnocení dotazníku s použitím metody QFD

K vyhodnocení dotazníku byla použita metoda QFD, která slouží k efektivnímu definování a převodu požadavků zákazníků do technického řešení.

U jednotlivých oslovených skupin jsou v podkapitolách (8.3, 8.4, 8.5, 8.6) pomocí grafického znázornění uvedeny jak primární, tak druhotné (příklady dat z výstupů – věk respondentů, rok výroby automobilů respondentů, apod.) informace získané pomocí dotazníkového šetření.

### 8.1 Požadavky zákazníků

Dotazníkovým šetřením byly zjištěny požadavky zákazníků. Na základě četnosti odpovědí byly jednotlivým požadavkům přiřazeny váhy dle důležitosti pro zákazníka. Všechny požadavky byly vepsány do matice (Obrázek 8.1), která je součástí Domu kvality (oblast P1, P2).

č.	Požadavky zákazníků	Priorita <1; 9>
1	Informace o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla	8
2	Informace o kvalitě vzduchu vně vozidla	7
3	Výměna kabinového filtru svépomocí	6
4	Vnitřní cirkulace vzduchu	7
5	Vzduchotěsnost	6
6	Měření CO <sub>2</sub> uvnitř vozidla	8
7	Měření O <sub>2</sub> uvnitř vozidla	8
8	Měření CO <sub>2</sub> vně vozidla	7
9	Filtrování prachových částic	7
10	Filtrování alergenů	8
11	Filtrování škodlivých plynů	8
12	Filtrování zápachu ve vozidle	9

Obrázek 8.1 – Matice s požadavky zákazníků

### 8.2 Naplnění požadavků

Oblast P4 Domu kvality zahrnuje technická řešení, jakými můžeme plnit požadavky zákazníků. V oblasti P5 jsou zapsány vzájemné korelace mezi požadavky a technickým řešením (Obrázek 8.2). Jedná se o hodnoty, určující, do jaké míry ovlivníme technickým řešením požadavky zákazníků. Vztahy jsou dle významnosti ohodnoceny hodnotami 1, 3, 9 a v případě, že mezi sebou nemají žádný vztah, náleží jim hodnota 0.

Technická řešení pro naplnění požadavků:

- kvalitní filtry (zachytí více nečistot a jemných částic),
- čištění filtru (pravidelné čištění kabinového filtru, vyčištění od nečistot svépomocí nebo v autorizovaném servisu),
- návštěva servisu (výměna filtru v autorizovaném servisu),
- infotainment<sup>6</sup> (zobrazí informace o kvalitě vzduchu uvnitř i vně automobilu, o stavu kabinového filtru, upozorní na výměnu či vyčištění),
- vůně do vozidel (integrované vůně a osvěžovače vzduchu ve vozidle přímo od výrobce automobilu),
- výměna filtru (pravidelná výměna znečištěného filtru za nový),
- větrání okny,
- snadnost výměny filtrů (snadná výměna filtru, nejlépe svépomocí),
- vhodně umístěný filtr (ve vozidle je umístěn tak, aby k němu byl snadný přístup, mohla být provedena nenáročná výměna, nejlépe svépomocí),
- přetlak v kabině (kabina automobilu utěsněna tak, aby bylo možné udržovat přetlak v kabině, zamezí tak průniku nečistot do interiéru vozidla),
- automatické zapnutí vnitřní cirkulace (při zjištění „nekvalitního vzduchu“ vně vozidla, automobil automaticky zapne vnitřní cirkulaci vzduchu),
- senzor na kvalitu vzduchu uvnitř vozidla (senzor na snímání kvality vzduchu uvnitř automobilu, s následným předáním informace do infotainmentu),
- senzor na kvalitu vzduchu vně vozidla (senzor na snímání kvality vzduchu vně automobilu, s následným předáním informace do infotainmentu).

---

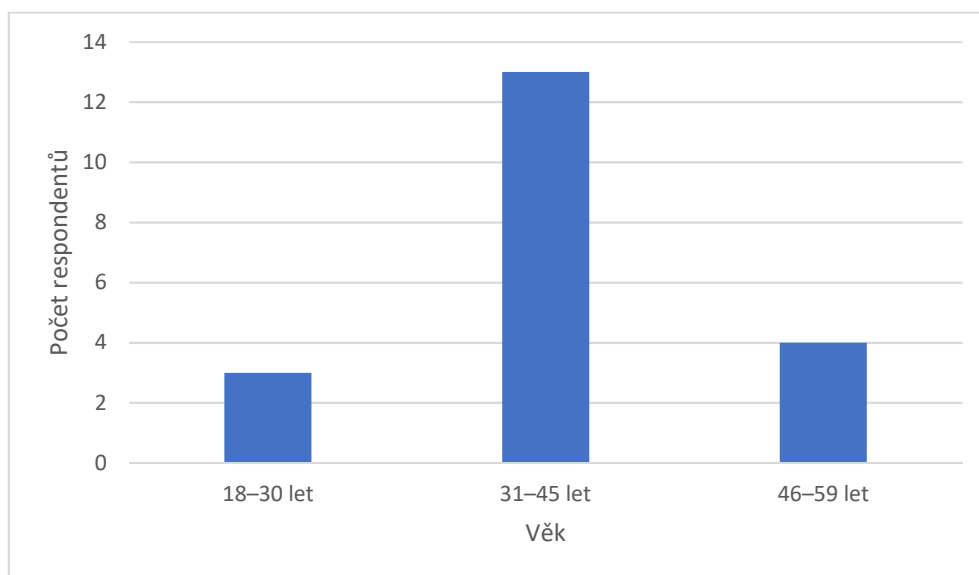
<sup>6</sup> Systém, který pasažérům vozidla poskytuje informace a zábavu.

č. požadavků zákazníků	Kvalitní filtry	Čištění filtru	Návštěva servisu	Infotainment	Víně do vozidel	Výměna filtru	Větrání okny	Snadnost výměny filtrů	Dobře umístěný filtr	Přelak v kabině	Aut. zapnutí vnitřní cirkulace	Senzor na kval. vz. uvnitř voz.	Senzor na kval. vz. vně voz.
1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	3	1	9	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0
4	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	9	9	9
5	9	0	0	1	0	0	0	0	0	9	3	0	0
6	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
7	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
8	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
10	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
11	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
12	9	9	0	0	9	9	9	1	1	0	9	0	0

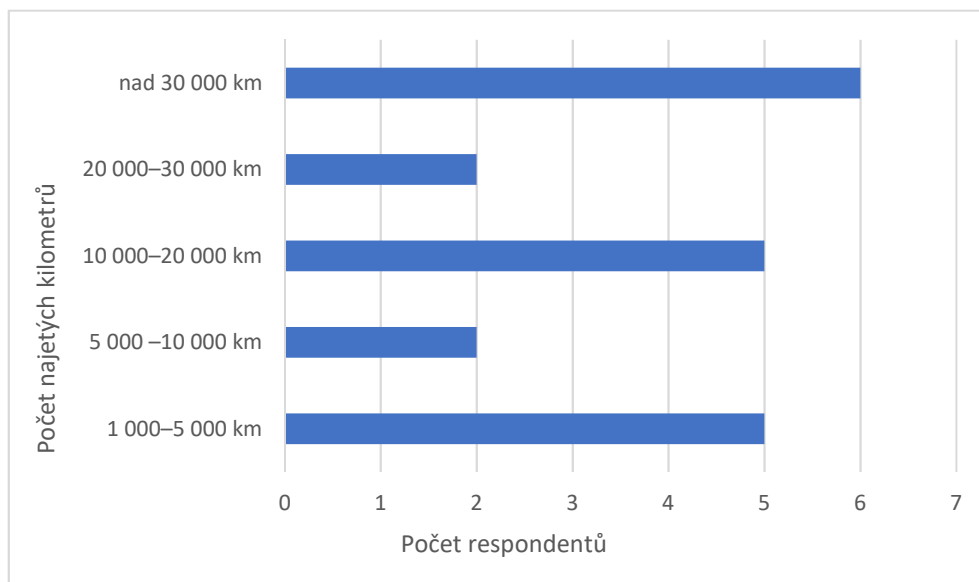
Obrázek 8.2 – Technická řešení a vzájemné korelace mezi požadavky (Obrázek 8.1) a technickým řešením

### 8.3 Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Rodiče s dětmi

Z 80 dotázaných respondentů bylo 20 rodičů s dětmi, v poměru 13 otců, 7 matek, kteří mají dítě do 18 let. Nejčastěji odpovídali rodiče ve věku 31–45 let (Obrázek 8.3) s počtem najetých kilometrů za rok více než 30 000 km (Obrázek 8.4).



Obrázek 8.3 – Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Rodiče s dětmi



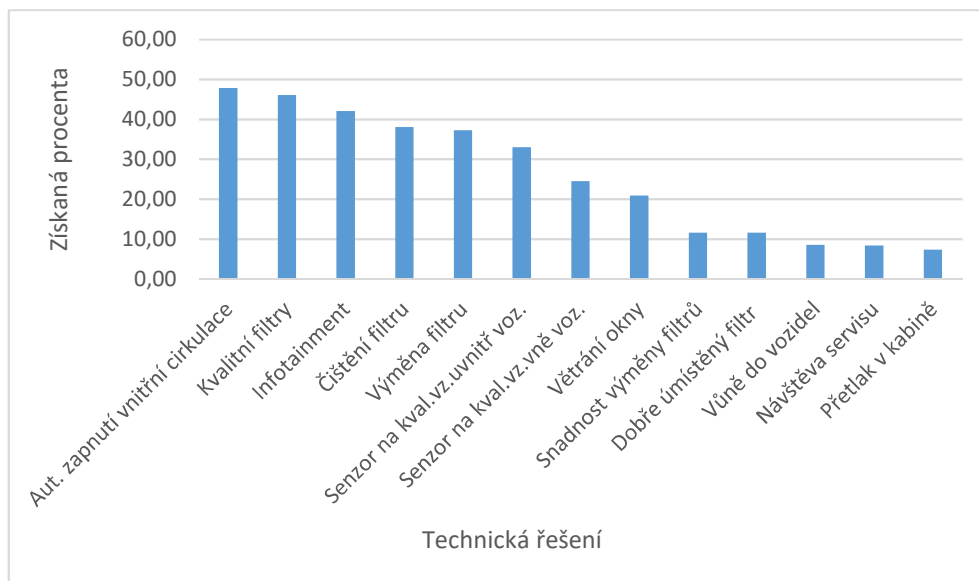
Obrázek 8.4 – Graf znázorňující počet najetých kilometrů za rok ve skupině respondentů Rodiče s dětmi

Zpracovaným výstupem jejich odpovědí je matice QFD (Obrázek 8.5), která prezentuje, že respondenti by nejvíce uvítali automatické zapnutí vnitřní cirkulace a dále pak kvalitní filtry ve svém vozidle. Obě položky dosáhly nejvyššího počtu procent (Obrázek 8.6) – automatické zapnutí vnitřní cirkulace 47,87 % a kvalitní filtry ve vozidle 46,10 %.

Výpočet procent byl proveden pomocí vzorce – skalární součin korelací daného parametru a priority odpovídajícího očekávání.

č.	Požadavky zákazníků	Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Čištění filtru	Návštěva servisu	Infotainment	Vůně do vozidel	Výměna filtru	Větrání okny	Snadnost výměny filtrů	Dobře umístěný filtr	Přetlak v kabině	Aut. zapnutí vnitřní cirkulace	Senzor na kval.vz.uvnitř voz.	Senzor na kval.vz.vně voz.
1	Informace o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
2	Informace o kvalitě vzduchu vně vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	Výměna kabinového filtru svépomocí	7	9	3	1	9	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0
4	Vnitřní cirkulace vzduchu	8	9	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	9	9	9
5	Vzduchotěsnost	6	9	9	0	0	1	0	0	0	0	0	9	3	0	0
6	Měření CO <sub>2</sub> uvnitř vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
7	Měření O <sub>2</sub> uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
8	Měření CO <sub>2</sub> vně vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Filtrování prachových částic	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
10	Filtrování alergenů	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
11	Filtrování škodlivých plynů	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
12	Filtrování zápachu ve vozidle	8	9	9	9	0	0	9	9	9	1	1	0	9	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>&lt;1; 9&gt;</b>	<b>846,00</b>	390,00	322,00	71,00	356,00	72,00	315,00	177,00	98,00	98,00	62,00	405,00	279,00	207,00
			<b>100 %</b>	<b>46,10</b>	<b>38,06</b>	<b>8,39</b>	<b>42,08</b>	<b>8,51</b>	<b>37,23</b>	<b>20,92</b>	<b>11,58</b>	<b>11,58</b>	<b>7,33</b>	<b>47,87</b>	<b>32,98</b>	<b>24,47</b>

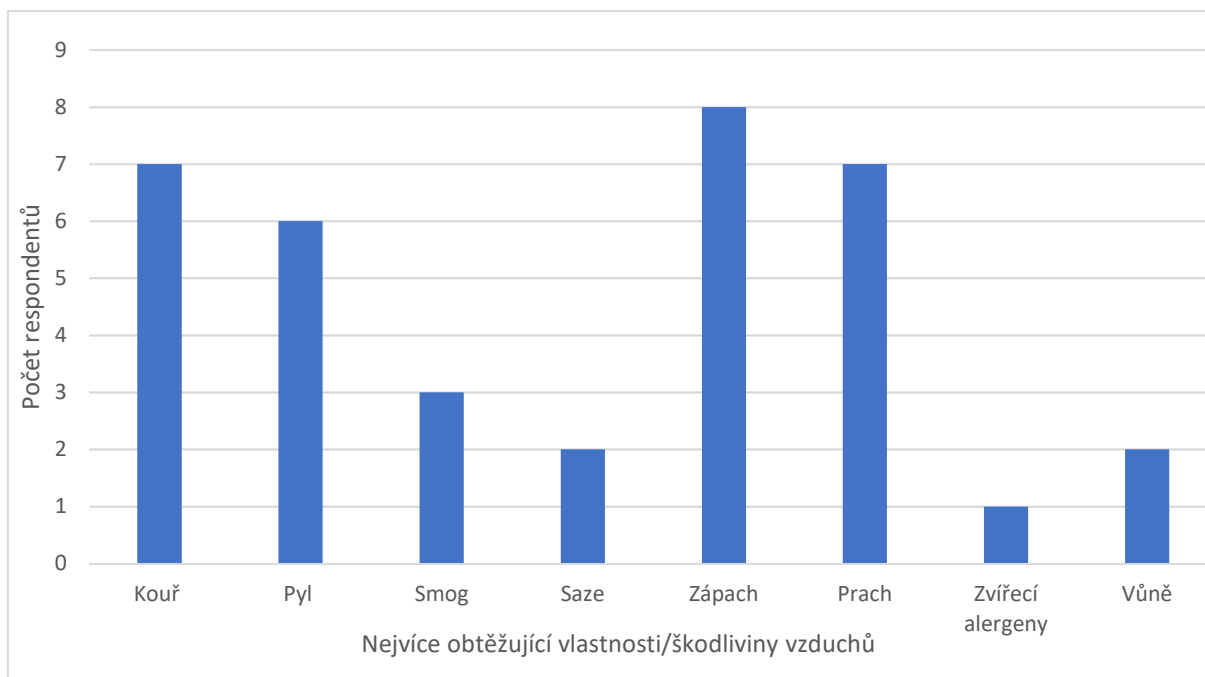
Obrázek 8.5 – Výsledná matice QFD skupiny respondentů Rodiče s dětmi



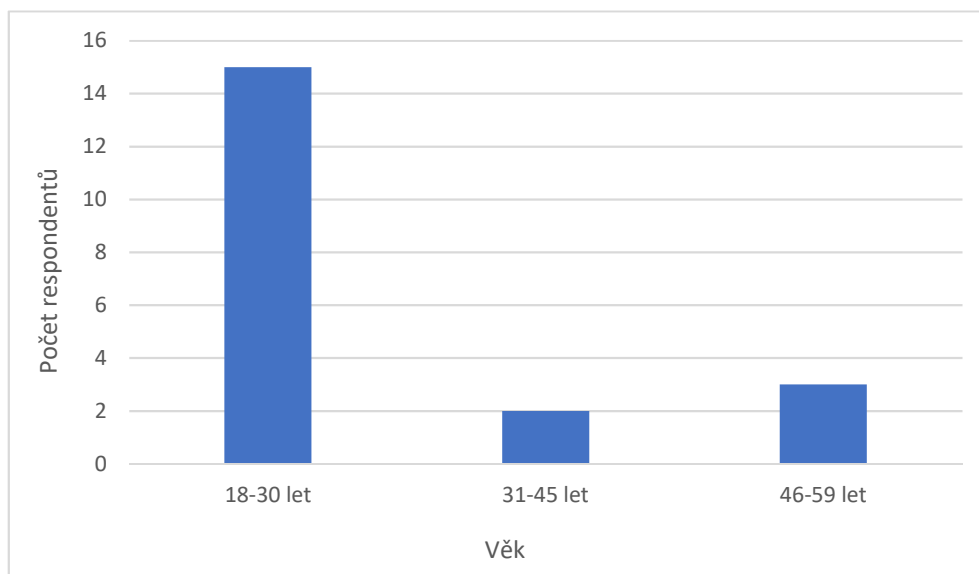
Obrázek 8.6 – Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Rodiče s dětmi

#### 8.4 Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Alergici

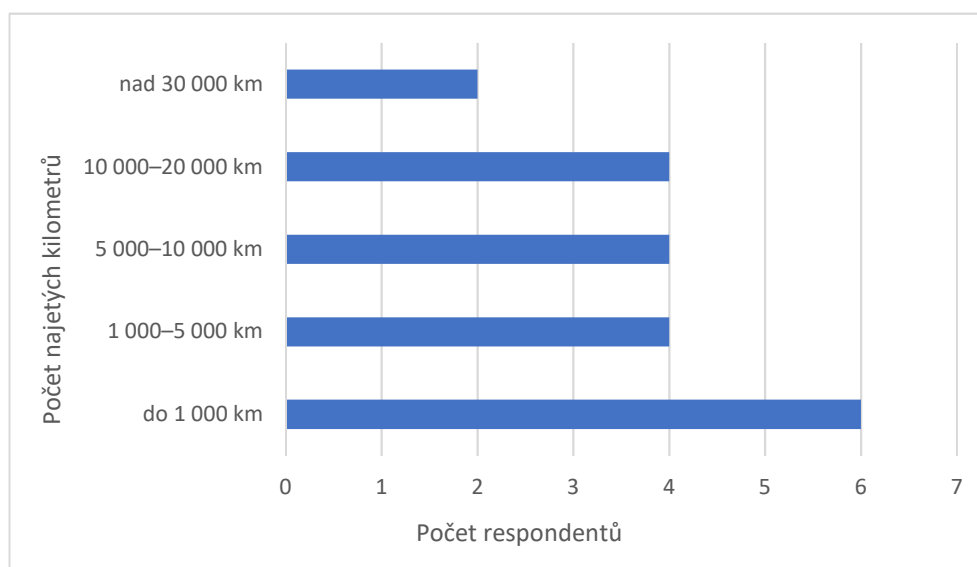
Další oslovenou skupinou byli lidé trpící alergiemi. Alergiky v interiéru automobilu nejvíce obtěžuje zápach, prach, kouř a pyl (Obrázek 8.7). Skupina Alergiků měla největší zastoupení ve věku 18–30 let (Obrázek 8.8), s počtem najetých kilometrů za rok do 1 000 km (Obrázek 8.9).



Obrázek 8.7 – Graf znázorňující nejvíce obtěžující vlastnosti/škodliviny vzduchů pro skupinu respondentů Alergici



Obrázek 8.8 – Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Alergici

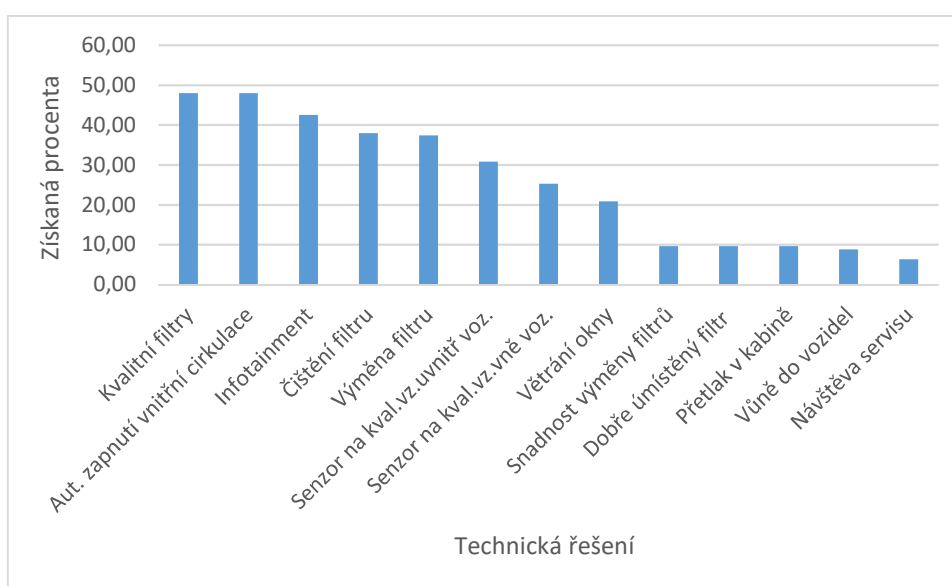


Obrázek 8.9 – Graf znázorňující počet najetých kilometrů za rok ve skupině respondentů Alergici

Výsledky odpovědí skupiny Alergiků jsou zaznamenány pomocí matice QFD (Obrázek 8.10). Výstup je srovnatelný s maticí skupiny respondentů Rodiče s dětmi. Opět nejvíce procent dosáhly položky automatické zapnutí vnitřní cirkulace a kvalitní filtry ve vozidle (Obrázek 8.11). Obě získaly shodně 47,99 %.

č.	Požadavky zákazníků	Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Čištění filtru	Návštěva servisu	Infotainment	Vůně do vozidel	Výměna filtru	Větrání okny	Snadnost výměny filtrů	Dobře umístěný filtr	Přetlak v kabině	Aut. zapnutí vnitřní cirkulace	Senzor na kval.vz.uvnitř voz.	Senzor na kval.vz.vně voz.
1	Informace o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
2	Informace o kvalitě vzduchu vně vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	Výměna kabinového filtru svépomocí	5	9	3	1	9	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0
4	Vnitřní cirkulace vzduchu	7	9	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	9	9	9
5	Vzduchotěsnost	8	9	9	0	0	1	0	0	0	0	0	9	3	0	0
6	Měření CO <sub>2</sub> uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
7	Měření O <sub>2</sub> uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
8	Měření CO <sub>2</sub> vně vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Filtrování prachových částic	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
10	Filtrování alergenů	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
11	Filtrování škodlivých plynů	8	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
12	Filtrování zápachu ve vozidle	8	9	9	9	0	0	9	9	9	1	1	0	9	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>&lt;1; 9&gt;</b>	<b>819,00</b>	393,00	311,00	52,00	348,00	72,00	306,00	171,00	79,00	79,00	79,00	393,00	252,00	207,00
			<b>100 %</b>	<b>47,99</b>	<b>37,97</b>	<b>6,35</b>	<b>42,49</b>	<b>8,79</b>	<b>37,36</b>	<b>20,88</b>	<b>9,65</b>	<b>9,65</b>	<b>9,65</b>	<b>47,99</b>	<b>30,77</b>	<b>25,27</b>

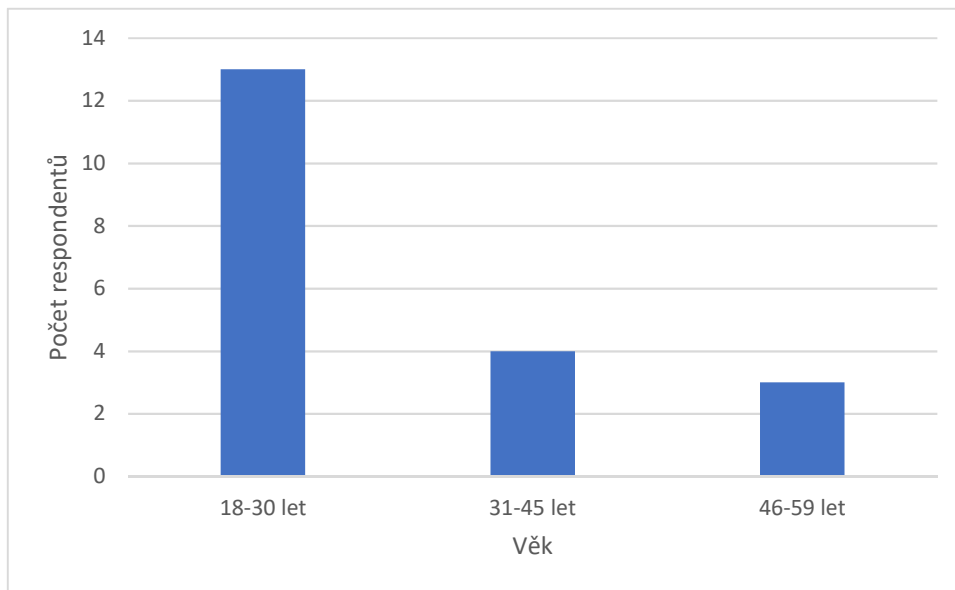
Obrázek 8.10 – Výsledná matice QFD skupiny respondentů Alergici



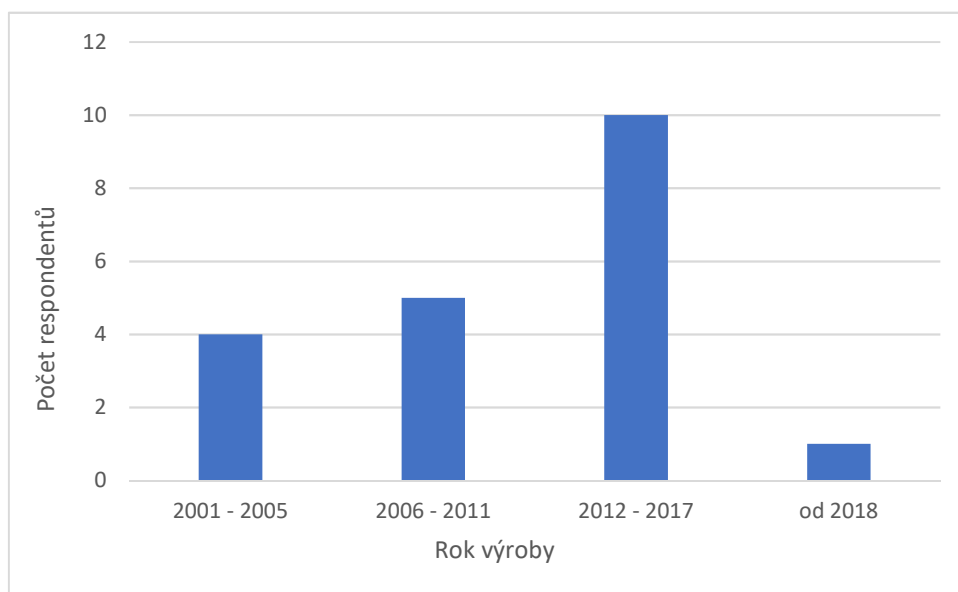
Obrázek 8.11 – Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Alergici

## 8.5 Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Zdravá populace

Třetí oslovenou skupinou dotazníkového šetření byla Zdravá populace (bez zdravotních obtíží – alergií). Převážně ve věku 18–30 let (Obrázek 8.12). 11 respondentů z 20 cestuje v automobilu vyrobeném po roce 2012 (Obrázek 8.13).



Obrázek 8.12 – Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Zdravá populace



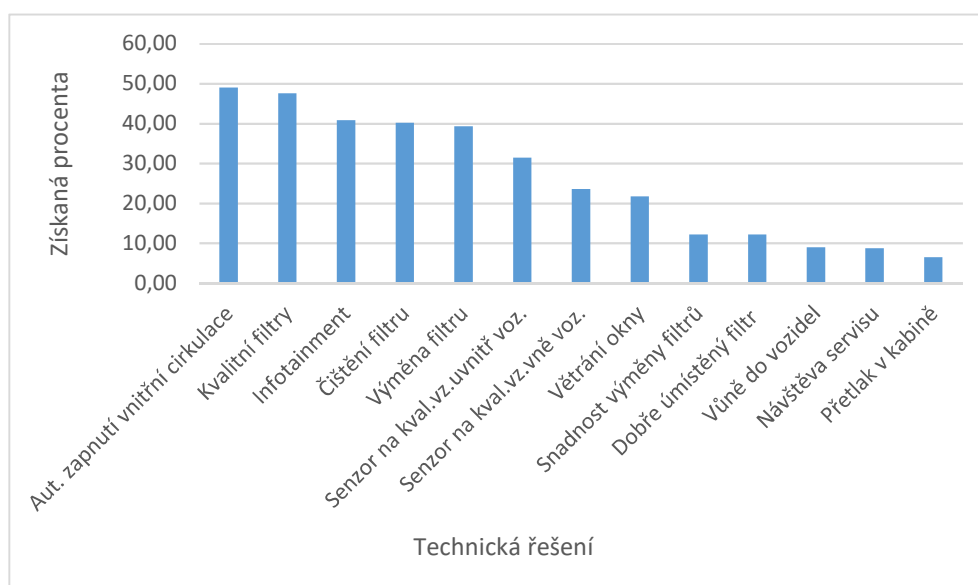
Obrázek 8.13 – Graf znázorňující rok výroby vozidel u skupiny respondentů Zdravá populace

Nejvíce procent (Obrázek 8.15), stejně jako u předešlých skupin respondentů, opětovně dosáhly položky automatické zapnutí vnitřní cirkulace 49,06 % a kvalitní filtry ve vozidle 47,57 % (Obrázek 8.14).



č.	Požadavky zákazníků	Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Čištění filtru	Návštěva servisu	Infotainment	Vůně do vozidel	Výměna filtru	Větrání okny	Snadnost výměny filtru	Dobře umístěný filtr	Přetlak v kabině	Aut. zapnutí vnitřní cirkulace	Senzor na kval.vz.uvnitř voz.	Senzor na kval.vz.vně voz.
1	Informace o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
2	Informace o kvalitě vzduchu vně vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	Výměna kabinového filtru svépomocí	7	9	3	1	9	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0
4	Vnitřní cirkulace vzduchu	7	9	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	9	9	9
5	Vzduchotěsnost	5	9	9	0	0	1	0	0	0	0	0	9	3	0	0
6	Měření CO <sub>2</sub> uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
7	Měření O <sub>2</sub> uvnitř vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0
8	Měření CO <sub>2</sub> vně vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9	Filtrování prachových částic	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
10	Filtrování alergenů	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
11	Filtrování škodlivých plynů	9	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0
12	Filtrování zápachu ve vozidle	8	9	9	9	0	0	9	9	9	1	1	0	9	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>&lt;1; 9&gt;</b>	<b>801,00</b>	<b>381,00</b>	<b>322,00</b>	<b>70,00</b>	<b>327,00</b>	<b>72,00</b>	<b>315,00</b>	<b>174,00</b>	<b>98,00</b>	<b>98,00</b>	<b>52,00</b>	<b>393,00</b>	<b>252,00</b>	<b>189,00</b>
			<b>100 %</b>	<b>47,57</b>	<b>40,20</b>	<b>8,74</b>	<b>40,82</b>	<b>8,99</b>	<b>39,33</b>	<b>21,72</b>	<b>12,23</b>	<b>12,23</b>	<b>6,49</b>	<b>49,06</b>	<b>31,46</b>	<b>23,60</b>

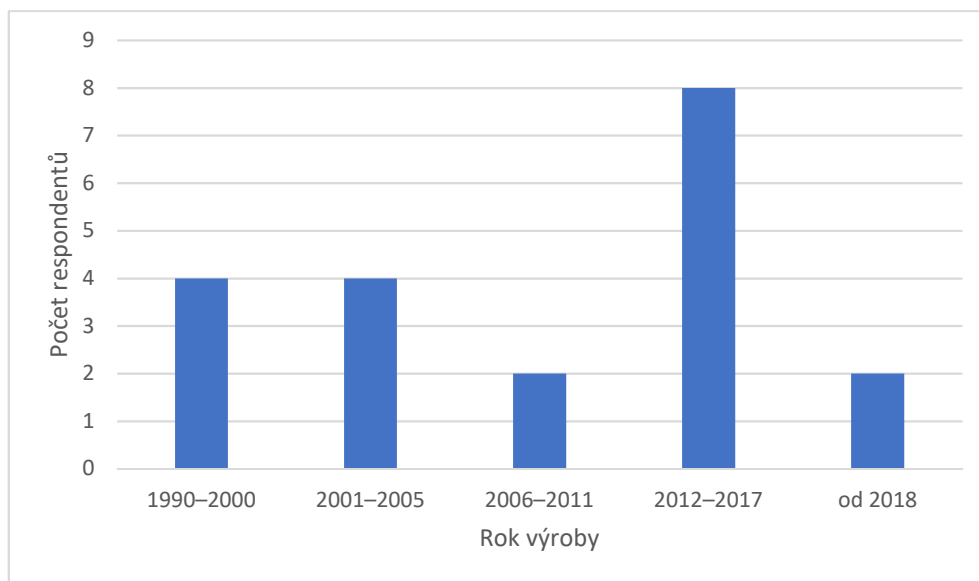
Obrázek 8.14 – Výsledná matice QFD skupiny respondentů Zdravá populace



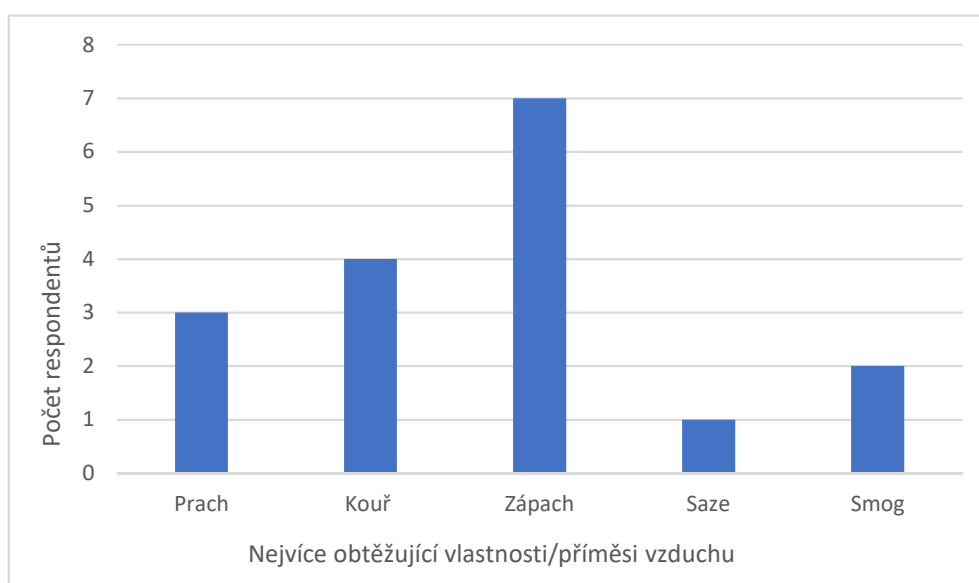
Obrázek 8.15 – Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Zdravá populace

## 8.6 Výsledky dotazníkového šetření skupiny respondentů – Starší lidé (nad 60 let)

Poslední skupinou respondentů jsou starší lidé nad 60 let, v poměru 13 mužů, 7 žen. 10 respondentů používá k jízdě automobil vyrobený po roce 2012, naopak 8 respondentů jezdí ve vozidle vyrobeném do roku 2005 (Obrázek 8.16). Při řízení automobilu je nejvíce obtěžuje zápach uvnitř kabiny (Obrázek 8.17).



Obrázek 8.16 – Graf znázorňující rok výroby vozidel u skupiny respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)

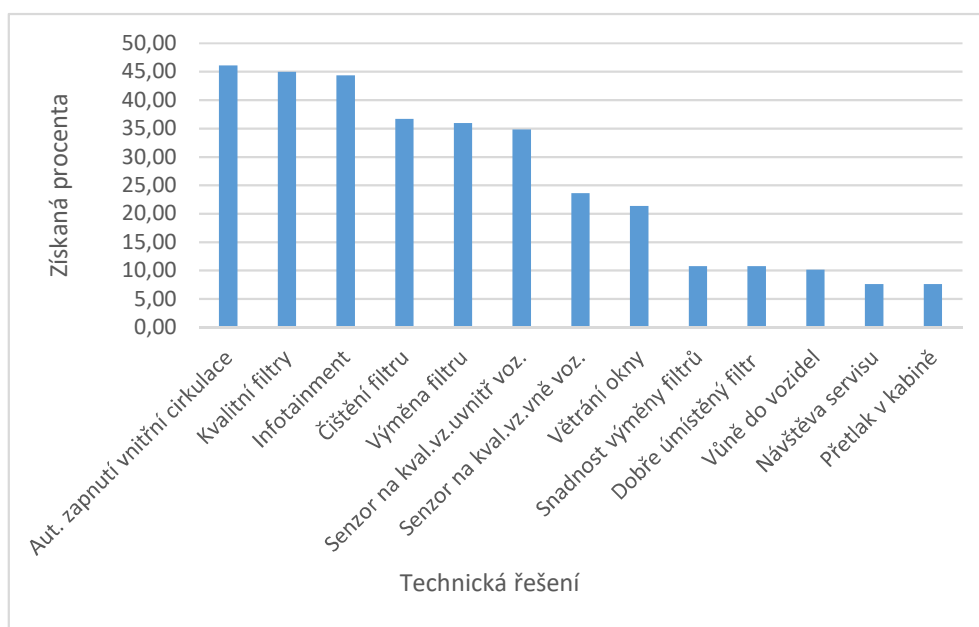


Obrázek 8.17 – Graf znázorňující nejvíce obtěžující vlastnosti/příměsi vzduchu pro skupinu respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)

I u poslední dotazované skupiny je výsledek obdobný jako u předešlých skupin. Nejvyššího počtu procent (Obrázek 8.19) dosáhly položky automatické zapnutí vnitřní cirkulace 46,07 % a kvalitní filtry ve vozidle 44,94 % (Obrázek 8.18).

č.	Požadavky zákazníků	Priorita <1; 9>	Ideal	Kvalitní filtry	Čištění filtru	Návštěva servisu	Infotainment	Vůně do vozidel	Výměna filtru	Větrání okny	Snadnost výměny filtrů	Dobře umístěný filtr	Přetlak v kabině	Aut. zapnutí vnitřní cirkulace	Senzor na kval.vz.uvnitř voz.	Senzor na kval.vz.vně voz.	
1	Informace o kvalitě vzduchu uvnitř vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
2	Informace o kvalitě vzduchu vně vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	Výměna kabinového filtru svépomocí	6	9	3	1	9	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0
4	Vnitřní cirkulace vzduchu	7	9	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	9	9	9	9
5	Vzduchotěsnost	6	9	9	0	0	1	0	0	0	0	0	9	3	0	0	0
6	Měření CO <sub>2</sub> uvnitř vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
7	Měření O <sub>2</sub> uvnitř vozidla	8	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
8	Měření CO <sub>2</sub> vně vozidla	7	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
9	Filtrování prachových částic	7	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0	0
10	Filtrování alergenů	8	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0	0
11	Filtrování škodlivých plynů	8	9	9	9	0	0	0	9	3	1	1	0	9	0	0	0
12	Filtrování zápachu ve vozidle	9	9	9	9	0	0	9	9	9	1	1	0	9	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>&lt;1; 9&gt;</b>	<b>801,00</b>	360,00	294,00	61,00	355,00	81,00	288,00	171,00	86,00	86,00	61,00	369,00	279,00	189,00	
			<b>100 %</b>	<b>44,94</b>	<b>36,70</b>	<b>7,62</b>	<b>44,32</b>	<b>10,11</b>	<b>35,96</b>	<b>21,35</b>	<b>10,74</b>	<b>10,74</b>	<b>7,62</b>	<b>46,07</b>	<b>34,83</b>	<b>23,60</b>	

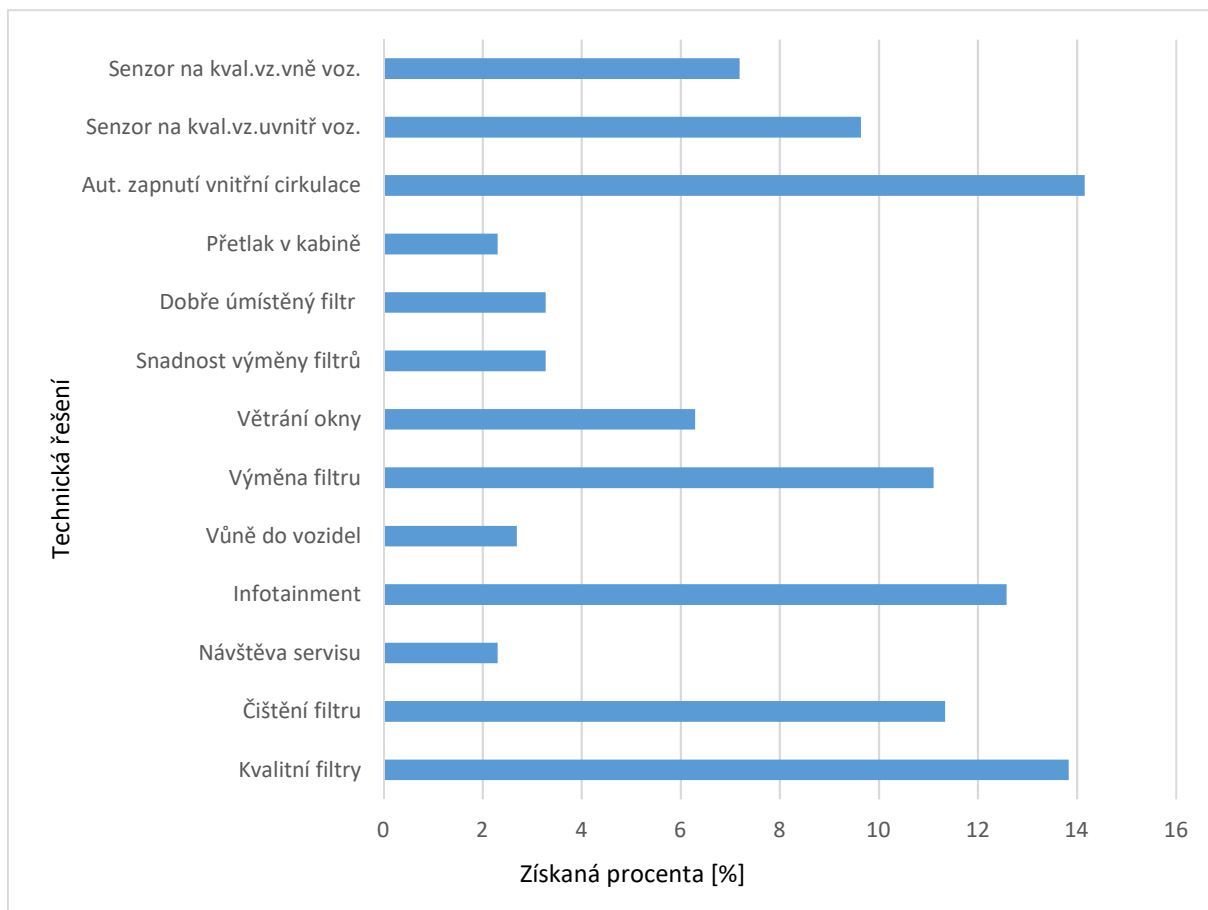
Obrázek 8.18 - Výsledná matice QFD skupiny respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)



Obrázek 8.19 – Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)

## 8.7 Celkové vyhodnocení

Z dílčích výsledků vyplývá, že respondenti ve všech cílových skupinách by ve svém vozidle nejvíce uvítali možnost automatického zapnutí vnitřní cirkulace a dále kvalitní filtry ve vozidle. V neposlední řadě i infotainment, který by ukazoval kvalitu vzduchu uvnitř i vně automobilu. Naopak, nejméně procent pak získala technická řešení stanoveného zadání – návštěva servisu, přetlak v kabině a vůně do interiéru automobilu. Výsledky jsou patrné v grafu níže (Obrázek 8.20), graf znázorňuje, kolik jednotlivé položky získaly procent v celkovém součtu dotazovaných skupin.



Obrázek 8.20 – Graf celkového vyhodnocení technických řešení

## 9 Návrh řešení

Devátou kapitolou byl řešen 4. dílčí cíl.

Charakter dnešní doby, nastavené životní tempo si žádá četnou migraci a opakovaný přesun obyvatel. V důsledku, toho tvoří nezanedbatelnou část aktivního dne, doba strávená v kabině vozidla (v průměru 45 minut/den). Z výše uvedeného je zřejmé, že i tato doba má poměrně značný vliv na naše zdraví.

Na základě podkladů získaných z předchozích dílčích cílů jsou v této kapitole uvedeny návrhy opatření, zaměřené na zlepšení kvality vzduchu v interiéru vozidel:

- Automatické zapnutí vnitřní cirkulace při špatné kvalitě vzduchu vně vozidla.
- Kvalitní kabinové filtry.
- Rozšíření funkcí infotainmentu.
- Údržba a čištění vozidla.
- Využití nových technologií.

## 9.1 Automatické zapnutí vnitřní cirkulace při špatné kvalitě vzduchu vně vozidla

Většina dnešních vozidel je již standardně vybavena automatickým zapnutím vnitřní cirkulace. Pomocí této funkce lze zabezpečit komfortní a příjemné klima v interiéru vozidla obzvláště v letních měsících. Při prvním zapnutí recirkuluje mírně chladný vzduch, který vychází přímo z klimatizace, namísto cirkulace teplého vzduchu z vnějšího prostředí. Čím déle je klimatizační systém zapnutý, tím chladnější je vzduch uvnitř kabiny vozidla.

Naopak, přes zimní měsíce recirkulovaný vzduch zachycuje vlhkost uvnitř automobilu, bývá příčinou zamížení oken nebo dokonce i stimul k případnému vzniku plísní. Proto lze doporučit používání klimatizačního systému výhradně přes letní měsíce. [19]

(Obrázek 9.1) – Tlačítko se znakem pro zapnutí vnitřní cirkulace.



Obrázek 9.1 – Tlačítko vnitřní cirkulace vzduchu v automobilu – aktivované [20]

Výše uvedené automatické zapnutí vnitřní cirkulace by bylo vhodné rozšířit o další uživatelsky vyhovující funkci, která by vedla ke zvýšení komfortu při cestování vozidlem. Aktivovala by se na základě informací (naměřených hodnot) o kvalitě vzduchu vně vozidla. Automobil by disponoval několika senzory, které by nepřetržitě měřily kvalitu ovzduší. Zabudovaný software by následně vyhodnotil, zda aktivuje recirkulaci vzduchu uvnitř vozidla.

Stejný princip by mohl být aplikován při řešení nevyhovující kvality vzduchu uvnitř kabiny. Rizikové hodnoty naměřené vnitřním senzorem, v porovnání s hodnotami vně automobilu, by deaktivovaly vnitřní cirkulaci, případně by se nepatrně otevřela okna automobilu a interiérový vzduch by se vyvětral.

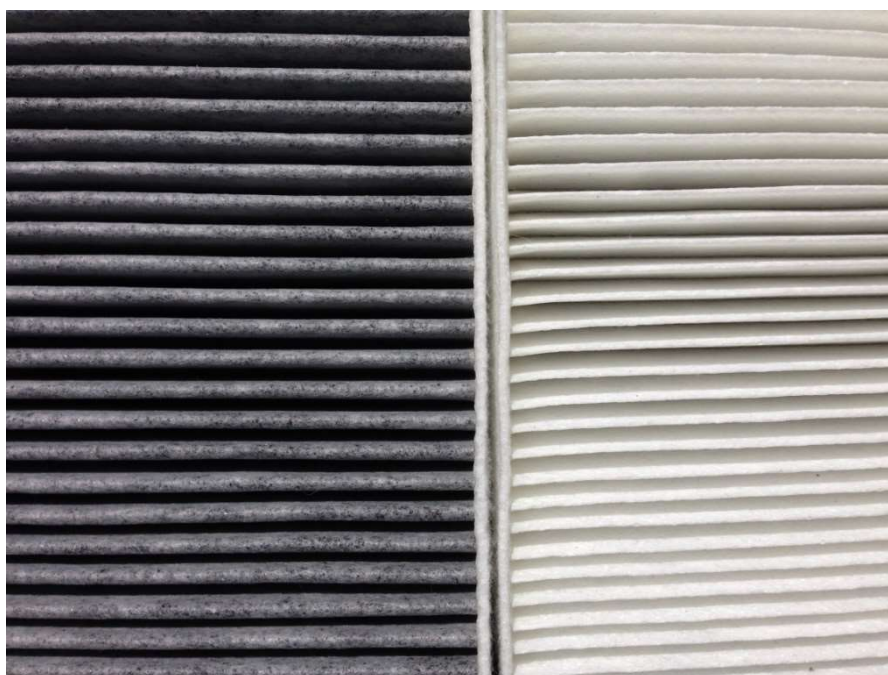
## 9.2 Kvalitní kabinové filtry

Standartně se na trhu s kabinovými filtry nabízí dva typy (Obrázek 9.2):

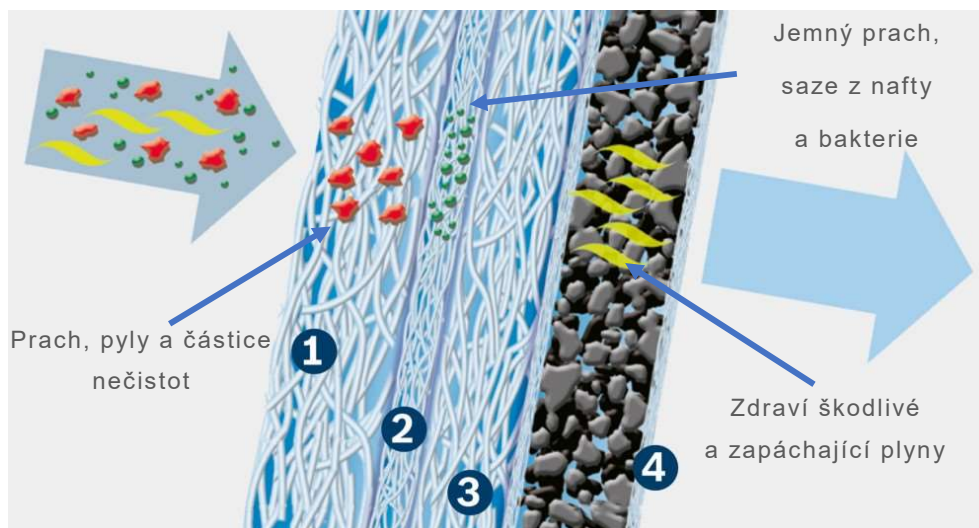
- klasický papírový filtr
- filtr s aktivním uhlím

Papírový kabinový filtr je téměř ve většině současných automobilů. Filtr zamezuje průniku prachových částic do kabiny vozidla, interiér je tedy daleko čistější než vnitřní prostředí automobilu, kde není žádný kabinový filtr instalován.

Filtr s aktivním uhlím dokáže posádku vozidla chránit i před emisemi ze silniční dopravy (okolních vozidel) a průmyslové výroby (škodlivé spaliny, smog). Filtr se vyrábí z netkané textilie, je třívrstvý, vyplněn je jednou vrstvou drtí aktivního uhlí. Dokonalým uspořádáním optimálně silných vrstev zachytí filtr i velmi malé částice, oproti výše zmiňovanému papírovému filtru (Obrázek 9.3). Vedle pylu, prachu dokáže zachytit také jedovaté plyny ( $\text{NO}_2$  – oxid dusičitý,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – butan,  $\text{C}_7\text{H}_8$  – toluen,  $\text{O}_3$  – ozón,  $\text{SO}_2$  – oxid siřičitý). [21]



Obrázek 9.2 – Filtr s aktivním uhlím (vlevo) a obyčejný papírový filtr (vpravo) [21]



Obrázek 9.3 – Vrstvy filtru s aktivním uhlím [22]

Při plánované výměně kabinového filtru je tedy lepší investovat do filtrů vyšší cenové kategorie – Filtry s aktivním uhlím. Popisované třívrstvé filtry garantují zvýšenou ochranu před nejrůznějšími nečistotami (prachové částice, pyl, jedovaté plyny) a zajišťují celkovou ochranu zdraví.

### 9.3 Rozšíření nabídky funkcí infotainmentu

Infotainment (Obrázek 9.4) je součástí palubní desky, soustřeďuje všechny podstatné informace týkající se provozu automobilu. Funkce infotainmentu by mohly být rozšířeny o poskytování údajů a informací o kvalitě vzduchu uvnitř i vně (průjezd znečištěnou oblastí) automobilu s přímou vazbou na upozornění a pokyny pro řidiče. Systém by zpracoval a vyhodnotil všechna získaná data a následně doporučil, dal pokyn řidiči, co by měl za dané situace udělat, například:

- Zavření/otevření oken
- Zapnutí/vypnutí vnitřní cirkulace vzduchu
- Zapnutí/vypnutí klimatizace

Systém by disponoval i funkcí plánování nejméně rizikové trasy (nejbezpečnější, nejčistší trasa) z pohledu kvality ovzduší. Data by byla importována z několika zdrojů – z dopravních informací a zpráv, z předpovědi počasí a z údajů o kvalitě ovzduší.



Obrázek 9.4 – Infotainment ve vozidle Škoda [23]

Systém automatického zapnutí/vypnutí vnitřní cirkulace vzduchu nyní již funguje u několika modelů automobilů Škoda. Konkrétně se jedná o systém Air Care, který se vyskytuje u modelů Octavia, Karoq, Kodiaq a Superb.

Systém měří vlhkost a kvalitu vzduchu v kabině vozidla. Při detekování většího znečištění vzduchu se automaticky zapne vnitřní cirkulace, zamezí se tím průniku dalšího znečištěného vzduchu do interiéru vozidla. Systém Air Care využívá kabinový filtr s aktivním uhlím. Posádka těchto modelů, se zabudovaným systémem Air Care, je dostatečně chráněna před neuspokojivou, škodlivou kvalitou vzduchu uvnitř automobilu. [23]

## 9.4 Údržba a čištění vozidla

Zásadním a správným řešením, jak udržet kvalitu vzduchu ve vozidle, je pravidelná údržba a čištění automobilu. Řádné utírání prachu, pylu na palubní desce v kabině automobilu nezanedbatelně zamezí vdechování těchto částic. Důležitá je i údržba a čištění sedadel, kde se vyskytuje velké množství prachových roztočů a alergenů. Údržba tkaninových sedadel je obtížná, pracně se čistí. Je lepší investovat do kožených sedadel, které se snadněji udržují v čistotě.

Koberečky z textilních materiálů zachytí velké množství prachových roztočů, pylu a často se v nich tvoří i plísně. Přínosné je vyměnit textilní koberečky za plastové nebo gumové, které se snáze udržují, lze je pravidelně umývat.



Řádná dezinfekce klimatizace by měla být prováděna minimálně jednou za rok. Klimatizační systém se doporučuje příležitostně čistit ozónem (O<sub>3</sub>) – (Obrázek 9.5) – vydezinfikuje a odstraní zápach. Při čištění ozónem je vhodná i výměna kabinového filtru. Ozón je prospěšný i na čištění interiéru vozidel. Dokáže zničit plísně, bakterie, viry, parazity. Je zdravotně zcela nezávadný, ekologický a účinnější, než běžné čisticí prostředky.



Obrázek 9.5 – Generátor ozónu [24]

## 9.5 Využití nových technologií

Z předchozích výsledků vyplývá, že zákazníkům automobilek v nemalé míře záleží na kvalitě vzduchu v kabině vozidla. Především alergici, mladší generace, ale i zdravá populace preferují možnost pozitivně ovlivnit klima uvnitř automobilu. Výrobci vozidel by se měli ve fázi vývoje cíleně zaměřit na nové technologie k dosažení co nejvyšší kvality vzduchu v interiéru a nadále rozvíjet a hledat nová inovativní řešení v tomto směru.

Jedním z řešení je montáž filtrů nejvyšší kvality, které zachytí co nejvíce nečistot (malé částice i toxické látky). Filtry s aktivním uhlím by automobily montovaly do vozidel přímo ve výrobě. Filtry nejvyšší kvality se nabízí jako jedna z možností vedoucí k dosažení vyhovující kvality vzduchu ve vozidle.

Možným řešením pro dosažení optimální kvality vzduchu v interiéru kabiny jsou i HEPA (High Efficiency Particulate Air filter; vysoce efektivní filtr vzduchových částic) filtry. Jsou mnohonásobně přeloženy, poskládány do tvaru harmoniky, vyrobeny ze skelného mikrovlákna, vloženy do pevného rámu. Dokáží zamezit průniku velmi malých

částic (až 100 nm). [26] Do interiéru vozidla tak neproniknou bakterie, pyl, viry ani malé částice z ovzduší. Uvítala by je zejména skupina Alergiků.

Další variantou je montáž přídatných filtrů do vozidla. Při detekci neuspokojivé kvality vzduchu vně vozidla by se automaticky za kabinový filtr nainstaloval další filtr. Přidaný filtr by zachytil další nečistoty, které pronikly přes kabinový filtr. Jednalo by se o duplicitní ochranu, ale docházelo by tím k menšímu průniku vzduchu do kabiny. Při zlepšení kvality vzduchu vně automobilu by se filtr odinstaloval a vzduch do kabiny by proudil opět pouze přes kabinový filtr.

Posledním návrhem řešení, týkající se uspokojivé kvality vzduchu uvnitř kabiny vozidla, se nabízí ionizace. Jedná se účinný nástroj na odstranění znečišťujících látek ve vzduchu. Proces ionizace dokáže odstranit pachy, zahubit viry i bakterie, zabraňuje tím i šíření nemocí. Tato technologie by mohla být integrována do systému HVAC. Propojením těchto dvou inovativních technologií by do kabiny vozidla proudil čistý a kvalitní vzduch.

Je nutné, aby všechny výše uvedené inovativní postupy nejprve prošly řádným laboratorním testováním.

## 10 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout optimální opatření ke zvýšení kvality vzduchu v interiéru vozidla. Cíl byl na začátku práce rozdělen na čtyři dílčí cíle.

Prvním stanoveným cílem bylo posouzení kvality vzduchu v interiéru současných vozidel. Z dostupných informací bylo zjištěno, že k nejčastějšímu průniku škodlivých látek do kabin automobilů dochází především na křižovatkách se světelným signalizačním zařízením při zastavení na červenou.

Navazujícím tématem byla specifikace kabinových filtrů, jejich rozdělení a zkušební metody podle normy, včetně procesu fungování.

Další část práce, kapitola pět, se zabývala dominantními druhy znečištění uvnitř kabiny automobilu. Mezi nejvíce se vyskytující původce znečištění uvnitř vozidla patří: emise z okolních vozidel a alergeny (pyl, plísně a prachové roztoče). Všechny tyto škodlivé látky ovlivňují soustředění řidiče a mají nezanedbatelný vliv na zdraví organismu celé posádky. Druhý dílčí cíl byl zpracováván v kapitole pět.

Šestá kapitola byla zaměřena na metody kvality, jimiž lze zjistit požadavky zákazníků. Podrobně popsána byla metoda dotazníkového šetření a metoda QFD, se kterou se následně pracovalo v praktické části bakalářské práce.

Praktická část práce byla započata v sedmé kapitole. Náplní této kapitoly byla tvorba dotazníku a sběr dat. Dotazník obsahoval 20 otázek, cílem dotazníku bylo zjistit požadavky na kvalitu

vzduchu uvnitř vozidla. Při sběru dat byli respondenti rozděleni do čtyř skupin a data následně editována v programu Microsoft Excel.

Ve druhém celku praktické části byla vyhodnocena data, pomocí metody QFD, získána z dotazníkového šetření. Byly zjištěny požadavky jednotlivých skupin zákazníků a popsána možná technická řešení pro naplnění jednotlivých požadavků. Třetí dílčí cíl byl splněn v kapitolách sedm a osm.

Poslední dílčí cíl byl řešen v deváté kapitole, která se detailněji zabývala návrhem řešení. V celkovém vyhodnocení dosáhly nejvíce procent od respondentů, ze všech cílových skupin, tři neoptimálnějších a neefektivnějších technická řešení:

- Automatické zapnutí vnitřní cirkulace
- Kvalitní filtry
- Infotainment

Mezi další návrh řešení patří údržba a čištění vozidla, kterou lze považovat za podpůrnou, doplňující techniku ke všem výše uvedeným. Posledním vyvstalým řešením jsou nové technologie. Výrobci automobilů by měli intenzivně pracovat na vývoji a rozvoji nových technologií v této oblasti.

Všechna výše uvedená technická řešení cílí ke zvýšení úrovně kvality vzduchu v interiéru vozidla. Jestliže chce výrobce vozidel zajistit nadstandardní spokojenost svých zákazníků, musí vyrábět po všech stránkách vyzrálé výrobky. Prioritním cílem všech navrhovaných řešení by měla být ochrana zdraví posádky v kabině automobilu. Nekvalitní vnitřní vzduch může způsobovat zdravotní komplikace, jako jsou alergie, respirační onemocnění, bolesti hlavy, podráždění očí ale také diskomfort řidiče, který může vést ke snížení celkové pozornosti. Interiér vozidla by měl poskytovat bezpečné a zdravé prostředí.

Bakalářská práce naplnila svůj cíl navrhnout účinná a efektivní opatření ke zvýšení kvality vzduchu v interiéru vozidla pomocí aplikace metod kvality a včetně analýzy dominantních druhů znečištění vzduchu.

# 11 POUŽITÉ ZDROJE

## 11.1 TIŠTĚNÉ ZDROJE

[5] 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.

[16] 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.*

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

## 11.2 INTERNETOVÉ ZDROJE

[1] *In-Car Air Pollution | IQAir. Empowering the World to Breathe Cleaner Air | IQAir [online]. 2020 [cit. 06. 06. 2020]. Dostupné z: <https://www.iqair.com/blog/air-quality/in-car-pollution>*

[2] *FAQs About Your Car's Fuel and Air Filters | Completely Firestone. Firestone Complete Auto Care Blog | Completely Firestone [online]. 2020 [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: <https://blog.firestonecompleteautocare.com/maintenance/faqs-about-your-cars-cabin-fuel-and-air-filters/>*

[3] *Cabin Air Filter. Washable Air Filters, Cabin Filters, Cold Air Kits & Oil Filters | K&N [online]. 2020 K [cit. 28. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.knfilters.com/vf2033-cabin-air-filter>*

[4] *Nová norma ČSN EN ISO 16890-1, 16890-2 | IB FILTR. Lakovny, filtry do lakoven a vzduchotechniky | IB FILTR [online]. [cit. 14. 06. 2020] Dostupné z: <https://ibfiltr.cz/Clanky/Nova-norma-CSN-EN-ISO-16890-1-16890-2>*

[6] *How often should you change your cabin filter?. Hansel Auto Group in Santa Rosa and Petaluma CA | Used Cars Hansel Auto Group [online]. 2018 Hansel Auto Group [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.gohansel.com/blog/how-often-should-you-change-your-cabin-filter/>*

- [7] Kabinový filtr IVECO CU2952 | Prekos.net - veškeré autodíly pro nákladní vozy. Prekos.net - veškeré autodíly pro nákladní vozy [online]. 2020 Prekos.net [cit. 28. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.prekos.net/kabinovy-filtr-iveco-cu2952-20409cz161/>
- [8] Improve Car Heating and Cooling With a New Car Cabin Air Filter. The Family Handyman | Do it Yourself Home Improvement: Home Repair [online]. 2020 Home Service Publications, Inc. [cit. 28. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.familyhandyman.com/project/improve-car-heating-and-cooling-with-a-new-cabin-air-filter/>
- [9] Indoor Air Pollution in Cars: An Update on Novel Insights. National Center for Biotechnology Information [online]. 2019 [cit. 15. 07. 2020] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6650813/>
- [10] Cars are no protection from polluted air. Sciencenorway [online]. 2018 [cit. 15. 07. 2020] Dostupné z: <https://sciencenorway.no/air-quality-forskningno-norway/cars-are-no-protection-from-polluted-air/1454720>
- [11] In-Car Air Pollution: What to Know | Berkeley Wellness. Berkeley Wellness | Berkeley Wellness [online]. 2016 [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.berkeleywellness.com/healthy-community/environmental-health/article/pollution-inside-your-car>
- [12] Reducing CO2 emissions from passenger cars - before 2020 | Climate Action. European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache [online]. [cit. 24. 07. 2020] Dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en)
- [13] Can You Be Allergic to Your Car? Find Out What Makes You Sick. Let's Talk Allergies - [online]. 1996 [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: <https://allergy.allergystore.com/your-car-and-allergies.aspx/>
- [14] Dust Mite Bites: Pictures, Symptoms, Treatment, Prevention. Healthline: Medical information and health advice you can trust. [online]. 2005 [cit. 28. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/dust-mites-bites#description>

[15] *Jak vyčistit auto od pylu zvenku i zevnitř? - Auto Opat. Autorizovaný dealer a servis ŠKODA Praha | AUTO OPAT [online]. 2020 Auto Opat [cit. 05. 08. 2020]. Dostupné z: <https://www.autoopat.cz/novinky/jak-vycistit-pyl/>*

[17] *QFD | Quality Function Deployment | Quality-One. Quality-One | Quality and Reliability Services [online]. © 2020 [cit. 14. 07. 2020] Dostupné z: <https://quality-one.com/qfd/>*

[18] *House of Quality Tutorial - How to Fill Out a House of Quality | ASQ. Excellence Through Quality | ASQ [online]. 2020 American Society for Quality. All rights reserved. [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: <https://asq.org/quality-resources/house-of-quality>*

[19] *Here's What the Air Recirculation Button in Your Car Actually Does | Southern Living. Southern Living - Recipes, Home Decor, Gardening, DIY and Travel | Southern Living [online]. 2019 Meredith Corporation. Southern Living is a registered trademark of [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.southernliving.com/news/car-air-recirculation-button>*

[20] *What are the "recirculation" and "fresh air mode" buttons on a vehicle's air conditioner for? - CardealPage. Japanese Used Cars for sale | CardealPage [online]. Copyright © CardealPage , 2018 All [cit. 14. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.cardealpage.com/column/4796>*

[21] *Kabinový filtr s aktivním uhlím. Autodíly Mjauto – náhradní díly na vozy evropské i japonské / asijské výroby [online]. [cit. 11. 07. 2020] Dostupné z: <https://www.mjauto.cz/kabinovy-filtr-s-aktivnim-uhlim>*

[22] *Cabin Filters . Document Moved [online]. Copyright © Robert Bosch Ltda. [cit. 24. 07. 2020]. Dostupné z: [http://br.bosch-automotive.com/en/internet/parts/parts\\_and\\_accessories\\_2/specials\\_1/commercial\\_vehicle/maintenance/filters\\_2/cabin\\_filters\\_2/cabin\\_filters\\_3.htm](http://br.bosch-automotive.com/en/internet/parts/parts_and_accessories_2/specials_1/commercial_vehicle/maintenance/filters_2/cabin_filters_2/cabin_filters_3.htm)*

[23] *Nejen pro alergiky: Čistý vzduch ve vozech ŠKODA díky systému Climatronic Air Care - ŠKODA Storyboard. [online]. Copyright © ŠKODA AUTO a.s. 2020 [cit. 28. 07. 2020]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/nejen-pro-alergiky-cisty-vzduch-ve-vozech-skoda-diky-systemu-climatronic-air-care/>*

[24] *Generátor ozonu GO-4000 pro 100% odstraňování všech typů zápachů. Generátory ozonu profiozon určené na likvidaci virů, bakterií a zápachu [online]. [cit. 29. 07. 2020]*  
Dostupné z: <https://profiozon.cz/eshop/generatory-ozonu/generator-ozonu-go-4000/>

[26] *Co je to HEPA filtr? | Provysavače.cz. Vaše místo pro vysavače a jejich kompletní příslušenství | Provysavače.cz [online]. 2002 [cit. 05. 08. 2020].*  
Dostupné z: <https://www.provysavace.cz/co-je-to-hepa-filtr-x31063>

## 12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 4.1	Kabinový filtr
Obrázek 4.2	Vlevo nový, čistý kabinový filtr, vpravo znečištěný kabinový filtr
Obrázek 6.1	Dům Excellence koncernu VW
Obrázek 6.2	Přehled metod využívaných ve fázi vývoje výrobku
Obrázek 6.3	Metoda QFD jako rozhraní
Obrázek 6.4	Kano Model
Obrázek 6.5	Dům kvality
Obrázek 7.1	Ukázka vytvořeného dotazníkového formuláře
Obrázek 8.1	Matice s požadavky zákazníků
Obrázek 8.2	Technická řešení a vzájemné korelace mezi požadavky (Obrázek 8.1) a technickým řešením
Obrázek 8.3	Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Rodiče s dětmi
Obrázek 8.4	Graf znázorňující počet najetých kilometrů za rok ve skupině respondentů Rodiče s dětmi
Obrázek 8.5	Výsledná matice QFD skupiny respondentů Rodiče s dětmi
Obrázek 8.6	Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Rodiče s dětmi
Obrázek 8.7	Graf znázorňující nejvíce obtěžující vlastnosti/škodliviny vzduchů pro skupinu respondentů Alergici
Obrázek 8.8	Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Alergici
Obrázek 8.9	Graf znázorňující počet najetých kilometrů za rok ve skupině respondentů Alergici
Obrázek 8.10	Výsledná matice QFD skupiny respondentů Alergici
Obrázek 8.11	Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Alergici
Obrázek 8.12	Graf znázorňující věkové zastoupení respondentů ve skupině Zdravá populace
Obrázek 8.13	Graf znázorňující rok výroby vozidel u skupiny respondentů Zdravá populace
Obrázek 8.14	Výsledná matice QFD skupiny respondentů Zdravá populace
Obrázek 8.15	Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Zdravá populace



Obrázek 8.16	Graf znázorňující rok výroby vozidel u skupiny respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)
Obrázek 8.17	Graf znázorňující nejvíce obtěžující vlastnosti/příměsi vzduchu pro skupinu respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)
Obrázek 8.18	Výsledná matice QFD skupiny respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)
Obrázek 8.19	Graf znázorňující procentuální vyjádření technických řešení u skupiny respondentů Starší lidé (minimální věk 60 let)
Obrázek 8.20	Graf celkového vyhodnocení technických řešení
Obrázek 9.1	Tlačítko vnitřní cirkulace vzduchu v automobilu
Obrázek 9.2	Filtr s aktivním uhlím (vlevo) a obyčejný papírový filtr (vpravo)
Obrázek 9.3	Vrstvy filtru s aktivním uhlím
Obrázek 9.4	Infotainment ve vozidle Škoda
Obrázek 9.5	Generátor ozónu

## 13 SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.1	Velikosti částic jemného prachu, podle kterého se hodnotí účinnost filtru
-------------	---