

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra systémového inženýrství



**Hodnocení vybraných bezpečnostních prvků osobních
automobilů**

Diplomová práce

Martin Horák

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Martin Horák

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Hodnocení vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů

Název anglicky

Evaluation of selected safety features in cars

Cíle práce

Cílem práce je vytvoření obecné metodiky pro zhodnocení prvků osobních automobilů z hlediska jejich bezpečnosti.

Metodika

1. nastudování odborné literatury, konceptualizace
2. případová studie
 - 2.1 výběr ekonomicko-matematických metod
 - 2.2 aplikace ekonomicko-matematických metod na daný problém
 - 2.3 tvorba matematických modelů
 - 2.4 interpretace výsledků včetně ekonomického zhodnocení výsledku
3. tvorba obecné metodiky pro zhodnocení prvků osobních automobilů
4. závěr práce

Doporučený rozsah práce

60-80 stran

Klíčová slova

Bezpečnost, osobní automobil, vícekriteriální rozhodování, tvorba metodiky.

Doporučené zdroje informací

- Broström, R., Bengtsson, P. and Axelsson, J. (2011) 'Correlation between safety assessments in the driver car interaction design process', Applied Ergonomics, vol. 42, no. 4, pp. 575-582.
- Davis, N.L., Zenchenko, Y., Lever, A. and Rhein, L. (2013) 'Car Seat Safety for Preterm Neonates: Implementation and Testing Parameters of the Infant Car Seat Challenge', Academic Pediatrics, vol. 13, no. 3, pp. 272-277.
- Koleček, P. a Růžička, B. (2005) Pneumatiky pro váš automobil: praktická příručka- Rady a tipy pro řidiče Svazek 7, Praha: CP Books.
- Vlk, F. (2006) Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy : [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče], Brno: František Vlk.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2014

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 16. 03. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5. 4. 2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi poskytl v průběhu tvorby práce.

Hodnocení vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů

Evaluation of Selected Safety Features in Cars

Souhrn

Většina zákazníků se při nákupu nového auta zabývá, kromě jiných kritérií, kritériem bezpečnosti. Zákazníci nejčastěji získávají informace o souhrnném ukazateli bezpečnosti v podobě počtu hvězd udělovaným nezávislým konsorciem Euro NCAP. I přesto, že auto dosahuje nejvyššího ocenění z hlediska bezpečnosti, může se stát, že některá dílčí kritéria bezpečnosti naplňuje pouze například ze 75 %. Proto je nutné se při výběru auta v rámci sledování bezpečnosti zaměřit i na dílčí kritéria, brát v potaz individualizované požadavky a preference zákazníků a snažit se pro ně najít takový produkt, který bude co nejlépe vyhovovat jejich požadavkům. V práci je na základě dotazníkového šetření a následné statistické analýzy odvozena stávající metodika výběru nového vozu s ohledem na bezpečnost. Dále je navržena nová metodika, která rozšiřuje stávající metodiku o několik bodů, tzn. zahrnuje systémový přístup pro hodnocení bezpečnosti a pro výběr prvků ovlivňující bezpečnost, tj. využívá matematický aparát, dále navrhuje experta pracujícího s komplexní databází zdrojů dat o bezpečnosti, navrženou metodiku též doplňuje i ekonomická analýza nákladů po ukončení užívání vozu. Obě metodiky (stávající a nově navržená) jsou porovnávány v rámci případové studie. Přínosem diplomové práce je tvorba metodického aparátu, která může mít celou řadu praktických aplikací.

Klíčová slova: Bezpečnost, osobní automobil, vícekritériální rozhodování, tvorba nové metodiky, pneumatiky.

Summary

When buying a new car, most customers deal with the criterion of safety (among others). The customers are getting the information about a summary safety indicator based on the number of stars awarded by the Euro NCAP independent consortium in most cases. Even if a car reaches the highest score in the terms of safety, it is possible that it satisfies some safety sub-criteria e.g. by 75% only. When choosing a car, it is therefore necessary to focus on sub-criteria, to consider individualized requirements and preferences of customers, and to try to find a product that will suit their demands the best within the scope of monitoring the safety as well. Based on a survey and subsequent statistic analysis, existing methodology of choosing a new car while taking safety into account is derived in the paper. Furthermore, new methodology is proposed to extend the existing methodology by adding several points, i.e. to include a system approach to evaluating the safety and to choose the elements with an impact on safety which means that mathematical apparatus is used. Moreover, an expert to work with a complex database of safety data sources is proposed and the proposed methodology is also complemented with an economic analysis of costs after the end of use of the car. Both methodologies (existing and newly proposed) are compared in a case study. The benefit of the thesis work is the creation of a methodological apparatus which can have a wide range of practical applications.

Keywords: Safety, car, multi-criteria decision making, creation of new methodology, tyres.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika	3
2.1	Cíl práce.....	3
2.2	Metodika práce	3
3	Literární rešerše	6
3.1	Bezpečnost automobilů	6
3.2	Euro NCAP.....	9
3.2.1	Posuzované oblasti aktivní bezpečnosti	9
3.2.2	Nová metodika Euro NCAP	10
3.2.3	Posuzované kategorie	11
3.2.4	Testovací figuríny.....	16
3.3	Pneumatiky	18
3.3.1	Definice	18
3.3.2	Konstrukce pneumatiky	19
3.4	Metody vícekritériálního rozhodování	27
3.4.1	Metody odhadu vah kritérií	28
3.4.2	Metody vícekritériálního hodnocení variant.....	30
3.5	Metody statistické analýzy	32
4	Praktická část práce	33
4.1	Stav dopravní nehodovosti a jejich důsledků z dlouhodobého hlediska	35
4.1.1	Hlavní faktory působící na pokles počtu dopravních nehod	35
4.1.2	Hlavní faktory působící na zvyšování počtu dopravních nehod.....	36
4.1.3	Vliv nepříznivých přírodních podmínek na nehodovost	36
4.1.4	Mladí a nezkušení řidiči jako rizikový faktor nehodovosti	36
4.1.5	Dopravní nehody ve srovnání s Evropou	37
4.2	Vlastní průzkum včetně statistické analýzy.....	37
4.3	Stávající metodika	45
4.4	Komparativní analýza.....	50
4.5	Návrh nové metodiky	56
4.6	Případová studie	60
4.6.1	Charakteristika klienta	60
4.6.2	První část případové studie: Výběr vozu dle stávající metodiky	61
4.6.3	Druhá část případové studie: Výběr vozu dle nové metodiky.....	65
4.6.4	Přínosy nově navržené metodiky ve srovnání se stávající metodikou	79
5	Závěr.....	80
6	Zdroje literatury	82

Seznam obrázků

Obrázek 1: Test čelního nárazu do deformovatelné bariéry.....	11
Obrázek 2: Schéma bočního nárazu deformovatelnou překážkou	12
Obrázek 3: Schéma bočního nárazu na kůl	13
Obrázek 4: Schéma testů zabývajících se ochranou chodců	14
Obrázek 5: Symboly označující 4 kategorie testů Euro NCAP	15
Obrázek 6: Testovací figuríny Hybrid III a ES-2	16
Obrázek 7: Náznorné označování vyhodnocených dat na obrázku figurín	18
Obrázek 8: Radiální a diagonální konstrukce pneumatiky	19
Obrázek 9: Porovnání klasické a bezdušové pneumatiky	20
Obrázek 10: Řez konstrukcí radiální pneumatiky	20
Obrázek 11: Označení rozměru a dalších informací o dané pneumatice	22
Obrázek 12: Symetrický tvar dezénu	25
Obrázek 13: Asymetrický tvar dezénu	25
Obrázek 14: Směrový tvar dezénu.....	25
Obrázek 15: Ilustrační obrázek segmentace pneumatik pro výrobce Nankang pro rok 2014 ..	26
Obrázek 16: Štítek pro označení pneumatik.....	27
Obrázek 17: Hierarchická struktura pro úlohu AHP	32
Obrázek 18: Schéma praktické části diplomové práce.....	34
Obrázek 19: Histogram věkových kategorií respondentů	39
Obrázek 20: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria cena.....	42
Obrázek 21: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria bezpečnost	42
Obrázek 22: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria provozní náklady	43
Obrázek 23: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria styl a design.....	44
Obrázek 24: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria renomé značky.....	44
Obrázek 25: Vliv typu kritéria na celkové hodnocení důležitosti kritérií	45
Obrázek 26: Schéma stávající metodiky koupě nového vozu	46
Obrázek 27: Schéma navržené metodiky koupě nového vozu	57
Obrázek 28: Struktura analytického hierarchického procesu	71
Obrázek 29: Aplikace Moje auto.....	75
Obrázek 30: Graf podílu pořizovací ceny na celkových nákladech	77
Obrázek 31: Graf podílu ceny za pneumatiky a kola na celkových nákladech.....	78
Obrázek 32: Graf podílu ceny nafty na celkových nákladech.....	78
Obrázek 33: Graf podílu uhrazené částky formou cizího financování na celkových nákladech	79

Seznam tabulek

Tabulka 1: Procenta potřebná pro zisk daného počtu hvězd	15
Tabulka 2: Index zátěže (LI)	23
Tabulka 3: Index rychlosti (SI).....	23
Tabulka 4: Testování statistických hypotéz	41
Tabulka 5: Přehled aspiračních úrovní	62
Tabulka 6: Vybrané modely	62
Tabulka 7: Parametry úvěru (Ford)	64
Tabulka 8: Saatyho matice - stanovující váhy kritérií	66
Tabulka 9: Saatyho matice - váhy dílčích kritérií pro kritérium bezpečnost.....	66
Tabulka 10: Vybrané modely	67
Tabulka 11: Kriteriaální matice pro vybrané vozy.....	68
Tabulka 12: Ideální a bazální varianta pro vybrané vozy.....	68
Tabulka 13: Standardizovaná kriteriaální matice a vypočtený užitek - pneumatiky	68
Tabulka 14: Pneumatiky - váhy posuzovaných kritérií	70
Tabulka 15: Kriteriaální matice pro výběr pneumatik	71
Tabulka 16: Brzdná dráha na sněhu při zastavení z 50 km/h [m]	71
Tabulka 17: Rychlost při ztrátě adheze na vodě [km/h].....	72
Tabulka 18: Ovladatelnost na mokru - průměrná rychlost [km/h]	72
Tabulka 19: Brzdná dráha na vodě při zastavení z 80 km/h [m].....	72
Tabulka 20: Brzdná dráha na suchu při zastavení ze 100 km/h [m].....	73
Tabulka 21: Pneumatiky - výsledek AHP	73
Tabulka 22: Parametry úvěru (Hyundai)	74
Tabulka 23: Tabulka nákladů a tržeb spojených s užíváním vozu	76

1 Úvod

V současné době, kdy provoz na silnicích neustále narůstá, je bezpečnost automobilů stále častěji diskutovaným tématem nejen v mediích, ale i mezi lidmi. Úroveň bezpečnosti automobilů se za posledních dvacet let výrazně zvýšila, a proto se automobilky v rámci konkurenceschopnosti musejí zabývat bezpečností stále více. To se kladně podepisuje i například na statistice nehodovosti v celé Evropě.

Pokud nový model automobilu projde souborem bezpečnostních testů (např. Euro NCAP pro Evropské automobily) úspěšně, tedy získá potřebné procentuální ohodnocení pro získání maximálního počtu hvězd, které například u Euro NCAP značí, že vůz spadá do kategorie nejbezpečnějších vozů, tak tento údaj, společně s dalšími údaji, může automobilka využít pro propagaci příslušných vozů. Tím, že se jednotlivé automobilky pod tlakem společností Euro NCAP a dalších věnují stále více vývoji bezpečnostních prvků a celkovému zdokonalení konstrukce vozu, dochází k tomu, že velká část portfolia nabízených modelů automobilek na trhu dosahuje nejvyššího počtu hvězd, tedy nejvyššího hodnocení z hlediska bezpečnosti.

Aby auto získalo maximální počet hvězd, musí splňovat z určitých procent i jednotlivá dílčí kritéria. Na základě metodiky Euro NCAP se může však stát, že auto má plný počet hvězd, ale např. z hlediska ochrany dětí splňuje toto kritérium pouze ze 75 %. Jelikož zákazníci při koupi nového vozu sledují úroveň bezpečnosti, a to pouze pomocí celkového ukazatele počtu hvězd, je vhodné při výběru vozu zohlednit i posuzování jednotlivých dílčích kritérií v rámci zjištěných dat společností Euro NCAP. Jelikož každý uživatel vozu má jiné potřeby a těmto potřebám by měl do jisté míry podřídit i své preference v jednotlivých dílčích posuzovaných kritériích bezpečnosti (například vysoká preference ochrany dětí, pokud děti jsou často vozem přepravovány apod.). Návrh, jak k tomuto problému přistupovat, je právě jedním z hlavních bodů vlastní části diplomové práce, a to ve formě nově navržené metodiky výběru vozu při ohledu na bezpečnost a výběr ostatních bezpečnostních prvků.

Dalším velmi důležitým prvkem automobilu, který přímo ovlivňuje bezpečnost, jsou pneumatiky. Pneumatiky jsou jako jediný prvek automobilu v přímém kontaktu s povrchem, po kterém se automobil pohybuje. Nabízené nepřeberné množství pneumatik však do značné míry komplikuje zájemci o jejich koupi výběr. Pneumatika může nabízet komplexní výkony ve všech situacích a na všech površích, ale to neznamená, že je vhodná zrovna pro každého zákazníka, který si ji právě koupí.

Jelikož i pneumatiky jsou testovány velkým množstvím nezávislých testů, jako je tomu například u automobilů a společnosti Euro NCAP, opět se v rámci výběru pneumatik nabízí

využití matematického aparátu v rámci vícekriteriálního rozhodování, konkrétně při výběru kompromisní varianty pneumatiky. Diplomová práce navrhuje užít výše zmíněný přístup a aplikuje ho na příkladu výběru zimních pneumatik pro vybraný vůz, a to na základě skutečných požadavků klienta. Hlavním bodem práce, který spojuje výše vyzdvižené prvky bezpečnostní výbavy, je návrh nové metodiky při výběru vozu. Nově navržená metodika mimo jiné přistupuje k těmto prvkům systémově, pohledem ekonomicko matematických metod, pomocí kterých jsou posuzována daná kritéria od skutečného nejmenovaného klienta, pro kterého je proveden pomocí případové studie návrh postupu na koupi nového vozu. Tento postup, mimo výše zmíněné body, nabízí také i návrh, jak zhodnotit budoucí celkové náklady spojené s koupí nového vozu na určité období.

Diplomová práce se zabývá hodnocením vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů, které je součástí nově navržené metodiky pro výběr osobního automobilu.

Znalost problematiky bezpečnosti, bezpečnostních prvků, metod vícekriteriálního rozhodování a ekonomického zhodnocení vychází z absolvovaných předmětů autora diplomové práce. Výstupy práce lze aplikovat v praxi, a to hned v několika oblastech, např. u potenciálních klientů, kteří mají zájem o koupi nového vozu, u prodejců nových vozů, v rámci poradenského servisu či při tvorbě podnikatelského záměru a tvorbě expertního systému obsahující komplexní data o bezpečnosti vozů a ostatních jejich parametřů.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je vytvoření obecné metodiky pro zhodnocení prvků osobních automobilů z hlediska jejich bezpečnosti. Dílčími cíli jsou:

1. Tvorba dotazníkového šetření včetně statistické analýzy,
2. sestavení stávající metodiky výběru osobního automobilu,
3. navržení nové metodiky,
4. testování obou metodik v rámci případové studie.

2.2 Metodika práce

1. Nastudování odborné literatury a konceptualizace

Činnost je založena na prostudování odborné literatury v oblasti bezpečnosti osobních automobilů včetně vybraných aktivních a pasivních prvků automobilové dopravy. Práce s vybranými pojmy, konceptualizace a vyhledávání v odborných článcích, literatuře či jiných zdrojích vyústila v literární rešerši diplomové práce.

2. Vlastní průzkum včetně statistické analýzy

První část vlastní části práce je založena na dotazníkovém šetření. Na základě cíle práce byly sestaveny pracovní a operativní hypotézy, které budou pomocí dotazníkového šetření potvrzeny, či vyvráceny. Dotazník byl vytvořen pomocí online aplikace dostupné v Google dokumentech¹.

Dotazník má za úkol zjistit přístup potenciálního klienta, který si chce koupit nový vůz, k bezpečnostním prvkům a k celkové pasivní a aktivní bezpečnosti vozů, preference jednotlivých kritérií při koupi nového vozu a odvodit postup klientů při výběru nového osobního vozu.

Data byla zpracována pomocí základních statistických metod (základní popisné statistiky, charakteristiky polohy, charakteristiky variability), byly otestovány statistické hypotézy (χ^2 test a jednofaktorová analýza rozptylu) na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

¹ Dostupné na adrese: <https://docs.google.com/forms/d/1MFav5URKd0ddVZhvh0GUnANcXg9YjRu6w-5Tvo6Akt4/viewform?c=0&w=1>.

Na základě zamítnutí či nezamítnutí stanovených nulových statistických hypotéz byla odvozena stávající metodika pro nákup nového vozu se zaměřením na bezpečnostní prvky osobních vozů.

3. Stávající metodika

Tento bod navazuje na předchozí činnost. Spočívá v sestavení vývojového diagramu, který zobrazuje stávající postup dotazovaných potenciálních klientů, včetně zařazení preference bezpečnosti osobních vozů.

4. Komparativní analýza možností získávání informací o bezpečnosti vozů a jednotlivých bezpečnostních prvků

Tato činnost spočívá ve zhodnocení možností získávání informací o bezpečnosti automobilů, které mají klienti k dispozici, či mohou být obsaženy v rámci expertního systému, který je zmíněn v nové metodice. Avšak jeho navržení není tématem této práce. Analýza je založena na určení kladů a záporů jednotlivých možností.

5. Návrh nové metodiky

Na základě výsledků z činností 2 (Vlastní průzkum včetně statistické analýzy) a 4 (Analýza možností získávání informací o bezpečnosti vozů a jednotlivých bezpečnostních prvků), je navržena nová metodika pro výběr automobilů včetně zařazení preference bezpečnosti. Je sestaven vývojový graf, do kterého je zakomponováno užití pokročilých metod vícekriteriálního rozhodování (např. metoda AHP, metoda váženého součtu, Saatyho metoda), včetně ekonomického vyhodnocení, tj. zohlednění aspektu ceny, jako jednoho z preferovaných kritérií, ovlivněné způsobem platby (hotovost, leasing a jiné formy) a ekonomickým zhodnocením nákladů spojených s užíváním vozu.

6. Případová studie

Případová studie je založena na komparaci stávající a nově navržené metodiky výběru osobního automobilu pro konkrétního klienta, tj. práce s konečným seznamem variant vozů a variant vybraných prvků, které ovlivňují bezpečnost (tedy pneumatik). Včetně zhodnocení silných a slabých stránek nově navržené metodiky pro její využití potenciálními zákazníky.

7. Závěr

Závěr obsahuje shrnutí celé práce, tj. jednotlivých jejích částí, dále obsahuje stanovení přínosů pro praktické užití, včetně nástinu možného rozšíření nově navržené metodiky do budoucna a zamýšleném využití práce autorem práce.

3 Literární rešerše

3.1 Bezpečnost automobilů

Provoz na silnicích ať už v ČR, či zahraničí stále narůstá a s ním, přibývá i kolizních situací, které mohou způsobit menší či větší následky dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015).

Dle Burga a Mosera (2007) je za průkopníka problematiky automobilové bezpečnosti považován prof. Lawrence M. Patrick, který se jako první začal zabývat údaji o automobilových nehodách v padesátých letech minulého stolení. Společně s prof. Patrickem pracoval i Johnem Paul Stapp, který řešil vliv decelerace na lidský organismus.

Prof. Patrick z výsledku testů, které prováděl na vlastní osobě, vyvodil následující pravidla, která mají platnost dodnes. Tato pravidla říkají (Patrick, 1965) :

- Je nutné, aby posádka vozu měla v případně kolize dostatečný prostor pro přežití za jakékoliv situace, kterou může být i převrácení vozu na střechnu. Do daného prostoru nesmí proniknout žádný předmět, tedy ani část konstrukce vozidla, která tam nepatří.
- V daném prostoru se nesmí nacházet žádné části, které by mohly způsobit zranění posádky, tedy ostré výstupky a hrany je nutné odstranit či je nahradit rádiusy.
- Uvnitř tohoto prostoru musí být použity materiály, které tlumí náraz a plochy které mohou přijít do styku s posádkou vozu, musí být co největší.
- Kokpit vozu musí být zkonstruován tak, aby se při havárii co nejméně deformoval a tím pádem aby prostor pro přežití nebyl narušen a umožnil otevření alespoň jedněch dveří bez použití nástrojů na vyprošťování.
- Sedačky musí být v kokpitu upevněny tak, aby v případě nárazu zůstaly na svém místě.
- Posádka vozu musí být v sedadlech fixována tak, aby bylo zajištěno zachycení energie nárazu a nebylo tak umožněno kontaktu posádky s pevnými částmi kokpitu.
- Konstrukce zámků vozidla musí být upravena tak, aby zajišťovala, že se při nárazu dveře neotevřou samovolně a posádka z vozu nevypadne.

- Konstrukce vozidla musí být upravena tak, aby docházelo k rozprostření energie nárazu a tak bylo zajištěno její pohlcení v přední a zadní části vozidla. Dále tak, aby nedocházelo k překročení kritické hodnoty sil působících na lidský organismus.
- Konstrukce oken musí být uzpůsobená do takové míry, aby při nárazu nedocházelo k řeznému poranění posádky.
- Při nehodě nesmí dojít k úniku paliva a následnému vznícení vozu.
- Interiér vozu musí být sestaven z materiálů, které jsou nehořlavé, nebo alespoň mají omezenou hořlavost.

Lie a Tingvall (2002) uvádí, že kvalitu konstrukce vozu ověřují bezpečnostní bariérové testy tzv. crash testy. Aby se zabránilo nehodě či kolizi, je třeba, aby zasáhly tzv. aktivní prvky bezpečnosti, mezi které například patří brzdy, pneumatiky, přesné řízení, kvalitní tlumiče, výkonná světla a další. V posledních letech tyto prvky ještě doplňují systémy např. zabraňující zablokování kol při brzdění (ABS), prokluzu kol (ASR) či stabilizační systém (ESP) a další. Některé z těchto systémů se již staly zákonem povinnými u každého nově vyrobeného vozidla. Propojením aktivních systémů a pasivních prvků bezpečnosti vznikají systémy integrované bezpečnosti.

ABS

Anti-lock Brake System představuje systém, který zajišťuje směrovou stabilitu a říditelnost při brzdění a současně má za úkol co nejvíce zkrátit brzdnu dráhu na jakémkoliv povrchu a za jakéhokoliv počasí. Automobil, tak i při zhoršených povětrnostních podmínkách, kterými mohou být například sníh, či voda na vozovce zůstává i při tzv. panickém brzdění (kdy bez systému ABS dochází k blokaci kol a následnému smyku) ovladatelný i při vyhýbajícím manévru (Vlk, 2006b).

ASR

Je přidružený systém k ABS, který zajišťuje směrovou stabilitu při akceleraci. Funguje na principu kontroly řídicí jednotky dat od snímačů jednotlivých kol. Pokud při akceleraci nedojde k přenosu kroutícího momentu od kol na povrch a zvýší se otáčky minimálně jednoho kola, tedy se zvýší hnací moment nad přenesitelný kroutící moment, tak systém ASR omezí množství kroutícího momentu na prokluzované kolo a tím zajistí navrácení přilnavosti kol (Vlk, 2006a).

ESP

Je regulátor jízdní dynamiky, který pracuje na principu vstupních, výstupních veličin a toku signálu. ESP vypočítává stáčivý moment potřebný pro přizpůsobení skutečných veličin na veličiny požadované. Pro to aby ESP fungovalo, jsou přijímány výstupní hodnoty z podřazeného ABS a ASR. Data snímána snímači stáčivé rychlosti, podélného a příčného zrychlení jsou porovnávána s informacemi o rychlosti, zrychlení a natočení volantu. Příčné zrychlení definuje velikost odstředivé síly, která působí na vozidlo. Podélné zrychlení pak definuje velikost akcelerace či decelerace (Jan a kol., 2009).

3.2 Euro NCAP

V roce 1996 vznikla organizace Euro NCAP, která se zabývá vyhodnocováním pasivní bezpečnosti u nově vyráběných vozidel. V roce 2010 se společnost Euro NCAP začala zabývat v programu Euro NCAP Advanced i prvky aktivní bezpečnosti, které zatím však nehodnotí na základě dat, které naměřila, nýbrž posuzuje hlavně data samotných automobilek. Na základě souboru několika nárazových zkoušek, které jsou prováděny nezávisle na automobilkách a jiných zájmových skupinách, hodnotí Euro NCAP úroveň bezpečnosti aut. Dříve toto hodnocení bylo prováděno uděleným počtem bodů a následně počtem udělených hvězdiček, kdy posuzovaný vůz mohl obdržet až pět hvězd, což bylo maximální ohodnocení. V roce 2009 prošla současná metodika testů a hodnocení několika změnami. Nyní se již v rámci výsledného hodnocení z jednotlivých posuzovaných kategorií pro prezentaci výsledků veřejnosti neudělují body, nýbrž je hodnocení prováděno procentuálním vyjádřením jednotlivých kategorií. Aktivní bezpečnost je hodnocena v devíti oblastech (Solopov a Zuzov, 2014).

3.2.1 Posuzované oblasti aktivní bezpečnosti

Mezi posuzované oblasti aktivní bezpečnosti v rámci metodiky Euro NCAP patří těchto devět oblastí (Kullgren a kol., 2010):

- Monitorování mrtvého bodu ve zpětných zrcátkách,
- systémy pro jízdu v jízdním pruhu,
- systémy upozorňující na překročení aktuální povolené rychlosti,
- systémy pro udržení pozornosti řidiče,
- systémy pro minimalizování následků nebo předcházení nehody,
- systémy autonomního krizového brzdění,
- systémy nouzového volání po dopravní nehodě,
- systémy pro zlepšení viditelnosti,
- další užitečné bezpečnostní systémy.

Výrobci a prodejci se zájemcům o automobily prezentují počtem udělených hvězd. Tento symbol se stal nedílnou součástí jejich propagačních materiálů. Výrobci se s nejnovějšími modely snaží dosáhnout na maximální počet hvězd. Tento cíl se však projevil na nárůstu

hmotnosti vozidel, protože vozidla nyní obsahují více konstrukčních a elektronických prvků pasivní i aktivní bezpečnosti. S nárůstem bezpečnosti však došlo i k nárůstu kinetické energie v případě brzdění, což klade větší důraz na brzdovou soustavu vozidla a jeho pneumatiky. V případě nárazu to znamená, že kinetická energie musí být pohlcena. To vede k velkému rozvoji aktivních prvků bezpečnosti, které se snaží předejít nehodě, či zmírnit její následky. V budoucnosti se společnost Euro NCAP chce podílet na vývoji nových systémů přímo s automobilkami a bude využívat data, která doposud nashromáždil (Solopov a Zuzov, 2014).

3.2.2 Nová metodika Euro NCAP

Ke změně metodiky došlo v roce 2009. Nová metodika vychází ze stejných principů jako metodika původní. Stále se hodnotí bezpečnost dospělých cestujících, bezpečnost dětí a bezpečnost chodců. Nová metodika však přináší změnu v udělování počtu hvězd a to takovou, že hvězdy jsou udělovány jen jednou, a to jako výsledné ohodnocení. Dříve se pro každé hodnocené kategorii uváděl počet hvězd zvlášť. Další velkou změnou je vznik nové kategorie, která je nově posuzovaná, a tím je kategorie asistenčních systémů. Tato nová kategorie zohledňuje přítomnost elektronických asistenčních systému na palubě. Asistenční systémy však musí prokazatelně kladně ovlivňovat aktivní či pasivní bezpečnost. V nové metodice již však nedochází ke škrtnání hvězd za situace, že v jedné či více posuzovaných kategoriích nedosahuje vyrovnaných výsledků (Kullgren a kol., 2010).

Pro každou kategorii je pevně stanovené bodové maximum a celková známka je následně určena z průměru těchto hodnot. Váha jednotlivých kategorií zohledňuje relativní důležitost jednotlivých posuzovaných kategorií pro bezpečnost automobilů. Celkové bodové ohodnocení je převedeno na počet hvězd dle stanoveného klíče. Pokud vůz v některé z kategorií nedosahuje určitého minima pro daný počet hvězd v celkovém hodnocení, může být celková známka snížena. Toto opatření je zavedeno proto, aby automobily dosahovaly vyrovnaných výsledků ve všech kategoriích (Kullgren a kol., 2010).

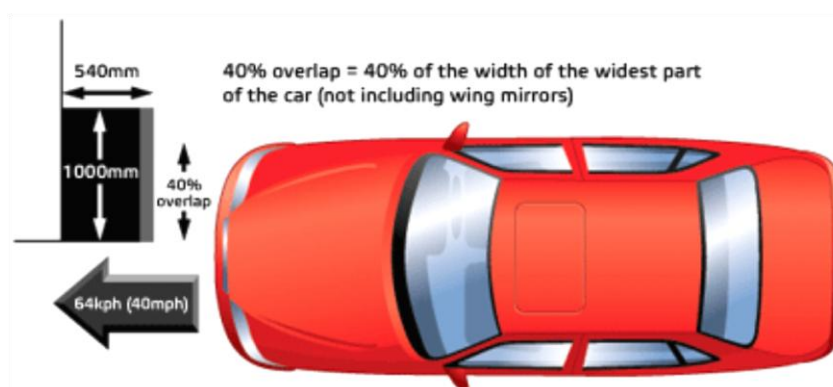
3.2.3 Posuzované kategorie

Kategorie číslo 1: Ochrana dospělých cestujících

Jedná se o základní kategorii, která je převzatá z původní metodiky s několika změnami, které se však netýkají vyhodnocování. V této kategorii probíhají následující testy:

- Test čelního nárazu do deformovatelné bariéry je založen na metodice testu, který vyvinula Evropská komise pro bezpečnost vozidel. Čelní náraz je testován při rychlosti 64 km/hod, kdy vozidlo narazí do deformovatelné bariéry. Naměřené hodnoty jsou používány pro zhodnocení ochrany dospělých pasažerů na předních sedadlech (Solopov a Zuzov, 2014).

Obrázek 1: Test čelního nárazu do deformovatelné bariéry

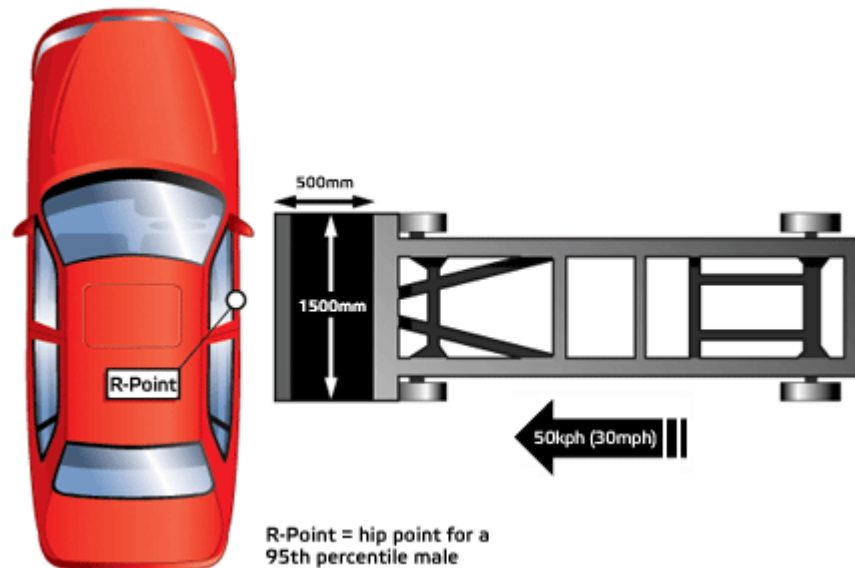


zdroj: dTest (2015)

Na obrázku č. 1 je zobrazen čelní náraz vozidla do překážky tvořené deformovatelnými hliníkovými pláty. Tento test simuluje náraz s protijedoucím vozidlem podobné hmotnosti. Bariéra je vůči testovanému vozidlu nastavena tak, aby do ní vůz narazil při střetu čtyřiceti procenty své přední části. Bariéra se při střetu deformuje proto, aby lépe simulovala deformující se protijedoucí automobil, jak uvádí Choi a Jeong (2012).

- Druhým nejvýznamnějším posuzovaným testem je test bočního nárazu, který je vyobrazen na obrázku č. 2. Tento test spočívá v naražení mobilní deformovatelné překážky do bočních předních dveří. Náraz probíhá při rychlosti překážky 50 km/h, kdy překážka naráží do vozidla. (Choi a Jeong 2012).

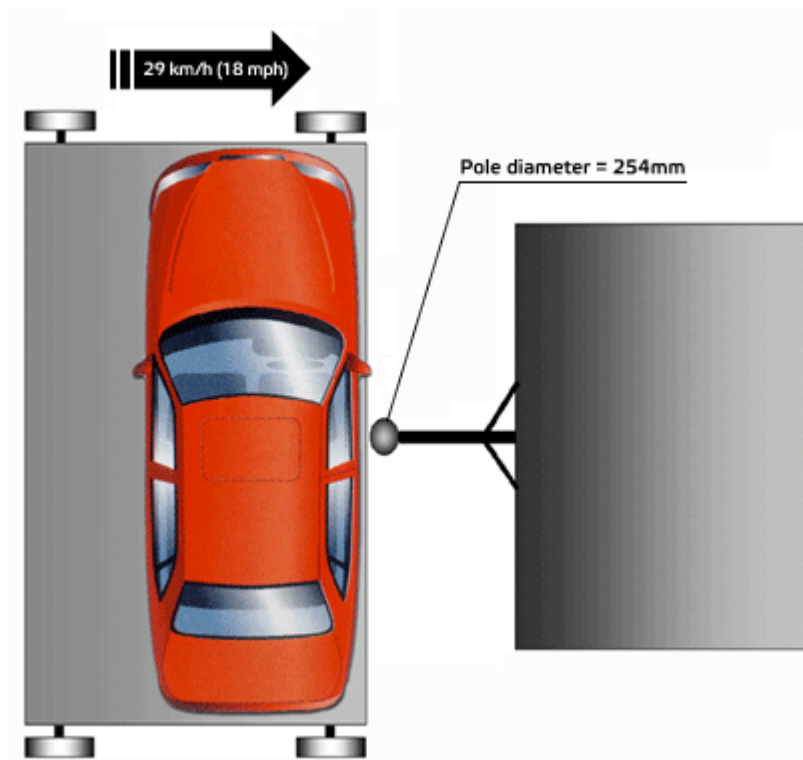
Obrázek 2: Schéma bočního nárazu deformovatelnou překážkou



zdroj: dTest (2015)

- Dalším v pořadí třetím testem test bočního nárazu vozu na kůl. Schéma tohoto testu je zobrazeno na obrázku č. 3. Test probíhá v rychlosti vozidla 29 km/h, kdy je vůz v této rychlosti vržen na kůl. Tento test posuzuje zatížení částí těla, které by mohly být nárazem postiženy. Jedná se například o hlavu, hrudník a břicho. Tento nárazový test má simulovat situaci, kdy do vozu naráží z boku jiný vůz, či když dojde k nárazu do stojící překážky jako je například strom, jak uvádí Lilehkoohi a kol. (2013).

Obrázek 3: Schéma bočního nárazu na kůl



zdroj: dTest (2015)

- Poslední disciplínou v první kategorii je hodnocení rizika poranění krční páteře. Tento test spočívá v hodnocení geometrie sedadla a z dalších dynamických testů (Lilehkoohi a kol., 2013).

Kategorie číslo 2: Ochrana dětí

- Tento test je rozdělen do několika subkategorií. První a druhou podkategorií jsou dynamické testy simulované na figurínách dětí ve věku 1,5 roku a 3 roky, které jsou upevněné v zádržných systémech. Tyto testy spočívají v čelním a bočním nárazu. Ve třetí podkategorii se sleduje např. označení vypnutých airbagů, tříbodové pásy, přítomnost úchyty ISOFIX atd. Od roku 2009 je ochrana dětí hodnocena tak, že se sleduje spojení specifické dětské autosedačky, kterou doporučuje výrobce, s vozem (Solopov a Zuzov, 2014).

Kategorie číslo 3: Ochrana chodců

Testy spočívají v simulaci nárazu hlavy dítěte pomocí impaktoru o hmotnosti 2,5 kg a nárazu hlavy dospělé osoby pomocí impaktoru o hmotnosti 4,8 kg. Tento test zobrazuje obrázek číslo 4. Dalším posuzovaným testem je test rizika poranění dolních končetin o nárazník, posledním testem je test rizika poranění o hrany nárazníku a kapoty (Liu a kol., 2011).

Obrázek 4: Schéma testů zabývajících se ochranou chodců



zdroj: dTest (2015)

Kategorie číslo 4: Asistenční systémy

Jedná se o nejnovější kategorii testů, která se týká elektronických asistenčních systémů, ovlivňujících bezpečnost vozidla. Těmito systémy jsou tzv. připomínáče nezapnutých bezpečnostních pásů, přítomnost zařízení omezujícího jízdu nastavenou rychlostí s funkcí varování řidiče či aktivního zasáhnutí (Solopov a Zuzov, 2014).

Čtyři výše uvedené kategorie jsou označeny symboly na obrázku č. 5, a to v pořadí: ochrana chodců, ochrana dospělých cestujících, ochrana dětí a asistenční systémy.

Obrázek 5: Symboly označující 4 kategorie testů Euro NCAP



zdroj: dTest (2015)

V tabulce č. 1 jsou uvedena procenta maximálních bodových hodnocení v jednotlivých kategoriích stanovená pro získání hvězd pro rok 2015.

Tabulka 1: Procenta potřebná pro získání daného počtu hvězd

Procenta maximálních bodových hodnocení potřebná pro získání hvězd (2015)					
2015	Ochrana dospělých	Ochrana dětí	Ochrana chodců	Asistenční systémy	Vážený průměr
Pro 5 hvězd	80%	75%	60%	60%	80%
Pro 4 hvězdy	70%	60%	50%	40%	70%
Pro 3 hvězdy	40%	30%	25%	25%	60%
Pro 2 hvězdy	30%	25%	15%	15%	55%
Pro 1 hvězdu	20%	15%	10%	5%	45%

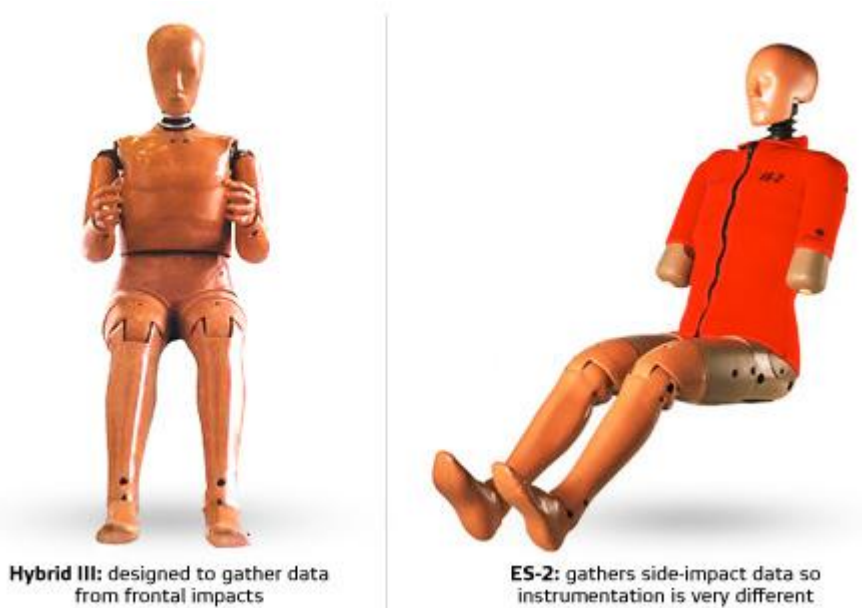
zdroj: Auto.cz (2015)

Pro získání 5 hvězd je podmínkou splnění maximálních bodových přidělení, které jsou založeny na váženém průměru všech čtyř kategorií. Vážený průměr je uveden v posledním sloupci tabulky č. 1. Další podmínkou je splnění minimální úrovně jednotlivých dílčích kategorií Auto.cz (2015).

3.2.4 Testovací figuríny

Označení figurín je Hybrid III (pro testování čelního nárazu) a ES-2 (také značen jako EuroSID II, slouží pro testování bočního nárazu), které jsou zobrazeny na obrázku č. 6. Jsou používány pro simulace nehod a závisí na nich přesnost měření, protože při nárazových testech je nutné zajistit místa řidiče a pasažéra uvnitř vozu. Pro další testy se užívají figuríny dětí, či pouze části různých figurín, kterými mohou být například umělé končetiny (Kullgren a kol., 2010).

Obrázek 6: Testovací figuríny Hybrid III a ES-2



zdroj: dTest (2015)

Složení figurín

Hlava

Solopov a Zuzov (2014) uvádějí, že část, která pro nárazové testy tvoří simulaci lidské hlavy je vyrobena z hliníku a pokryta gumou. Uvnitř hlavy se nacházejí akcelerometry, které poskytují údaje o síle a zrychlení, kterému je mozek vystaven.

Krk

Solopov a Zuzov (2014) uvádějí, že v části která nahrazuje lidský krk je umístěn přístroj měřící síly, které namáhají krk ohybem, smykem a dalšími napětími, když je hlava během nárazu vržena dopředu a následně dozadu.

Ruce

Ruce figurín se při testech nekontrolovatelně pohybují, jsou v nich také měřicí přístroje, které získávají data pro následnou analýzu (Choi a Jeong, 2012).

Hrudník (čelní náraz)

Choi a Jeong (2012) uvádí, že hrudník figuríny je vybaven ocelovými žebry, obsahující měřicí přístroje, které zaznamenávají deformaci hrudního koše při čelním nárazu, kterou způsobují bezpečnostní pásy. Dle naměřených hodnot lze posoudit velikost této deformace.

Hrudník (boční náraz)

Figurína pro boční náraz (ES-2), má odlišnou konstrukci hrudníku. Hrudník obsahuje přístroje pro měření stlačení hrudníku a rychlost komprese (Choi a Jeong, 2012).

Břicho

EuroSID II obsahuje senzory pro záznam sil, které mohou způsobovat zranění břicha (Choi a Jeong, 2012).

Pánev

EuroSID II je obsahuje snímače v pánevním pletenci. Tyto snímače slouží pro zachycení bočních sil, které mohou vést ke zlomeninám či vykloubení kyčelního kloubu (Choi a Jeong, 2012).

Horní část nohy

Figurína Hybrid III má tuto část tvořenou z pánve, stehenní kosti a kolen. Data pořízena snímači ve stehenní oblasti při čelním nárazu poskytují obraz o možných místech zranění včetně kyčelního kloubu (Solopov a Zuzov, 2014).

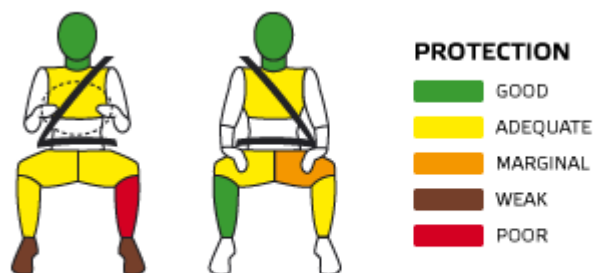
Bérec

Další posuzovanou částí je bérec, který slouží pro měření ohýbání, smýkání, kompresi a napětí. Tato měření umožňují zhodnocení rizik zranění bérce a lýtkové kosti (Kullgren a kol., 2010).

Chodidla a kotníky

Pro zhodnocení rizika úrazu chodidel při čelním nárazu, je měřena deformace chodidel, která je zapříčiněna pedály řidiče (Solopov a Zuzov, 2014).

Obrázek 7: Názorné označování vyhodnocených dat na obrázku figurín



zdroj: *dTest (2015)*

Na obrázku č. 7 jsou vyobrazena schémata figurín, na kterých jsou znázorněny jejich jednotlivé části, které jsou popsány výše. Stupeň ochrany je znázorněn barevně (zelená značí dobrou ochranu, žlutá značí přiměřenou ochranu, oranžová značí okrajovou ochranu, hnědá značí slabou ochranu a červená značí nejslabší ochranu) *dTest (2015)*.

3.3 Pneumatiky

Tulach a kol. (2014) uvádí, že pneumatiky zajišťují jediný přímý kontakt s povrchem, po kterém se automobil pohybuje, a to za jakéhokoliv počasí, na jakémkoliv povrchu a za jakýchkoliv situací musí přenášet kroučící moment, brzdou sílu a mnoho dalších sil či namáhání. Proto je velmi důležitá jejich kvalita a jejich vlastnosti, aby byly schopné všechny tyto požadavky, které jsou na ně kladeny, splnit. Z výše uvedených důvodů jsou pneumatiky jedním z nejdůležitějších prvků bezpečnosti.

3.3.1 Definice

Koleček a Růžička (2005) uvádí, že pneumatiku lze definovat jako těleso složené z pryžových směsí, textilu a ocelových nebo syntetických výztuží, které zaručuje spojení vozidla s povrchem komunikace a je naplněné směsí plynů a to nejčastěji vzduchem.

3.3.2 Konstrukce pneumatiky

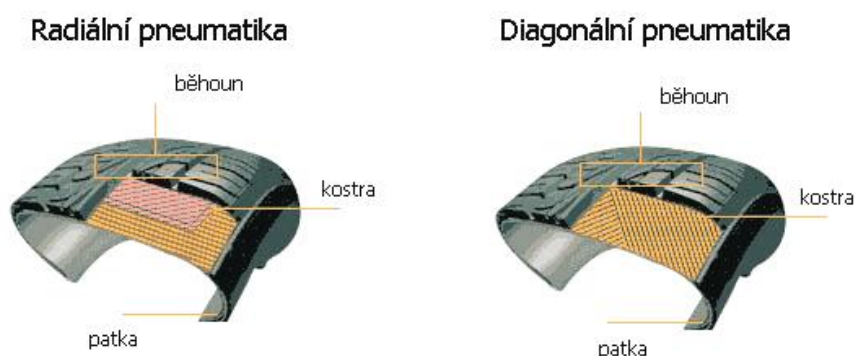
Diagonální konstrukce

Vlk (2000) uvádí, že vrstvy materiálu s jedním sklonem vláken jsou diagonálně umístěny na kostru pneumatiky od jedné patky pneumatiky k druhé pod úhlem 30° až 65° ke střední ose, to je vyobrazeno na obrázku č. 8. Tato konstrukce je však zastaralá a již nevyhovuje požadavkům moderních vozů. Proto se již na moderních vozech nepoužívá vůbec.

Radiální konstrukce

Vlk (2000) uvádí, že kostra se skládá z jedné vrstvy ocelových kordů, které vedou od patky k patce pod úhlem 90° . Schéma je znázorněno na obrázku č. 8. Další konstrukční část se nazývá koruna. Ta je zpevněná několika nárazníkovými vrstvami. Kostra a nárazníky jsou nezávislé části. Dalším konstrukčním prvkem je obal plátů pod povrchem dezénu, tím je zajištěna větší konstrukční stabilita. Obal plátu umožňuje dobrou ovladatelnost vozu při vysokých rychlostech, protože brání deformaci pneumatiky.

Obrázek 8: Radiální a diagonální konstrukce pneumatiky



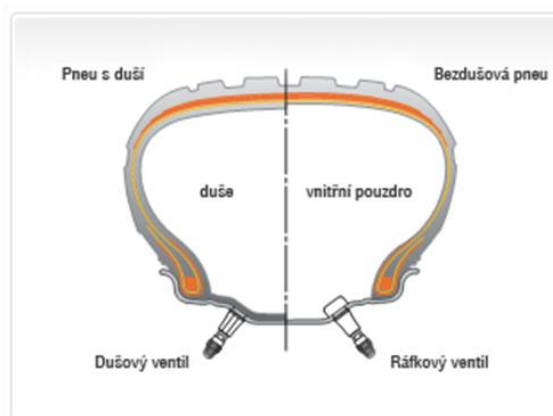
zdroj: *Autolexicon.net* (2015)

Bezdušové pneumatiky

Koleček a Růžička (2005) uvádí, že z důvodu stále se zvyšujících požadavků na bezpečnost a zatěžování pneumatik byla vyvinuta bezdušová konstrukce pneumatiky. Místo duše se uvnitř pneumatiky použije vrstva pryže tzv. vnitřní pogumování, která brání úniku vzduchu z pneumatiky a ráfku. Pokud dojde k propíchnutí pneumatiky hřebíkem v době, kdy je auto

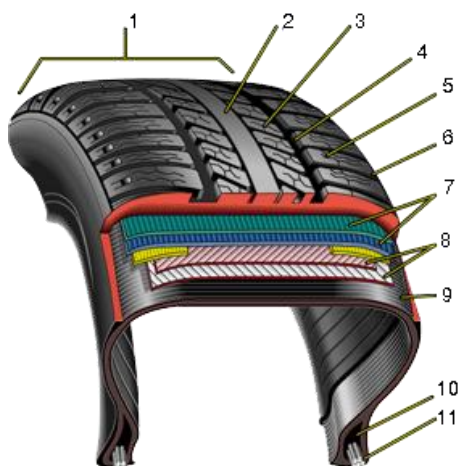
v pohybu, tlak vzduch v pneumatice se nesníží tak rychle, jako tomu bylo u pneumatiky dušové, která se na moderním vozu již neuvžívá. Rozdíl mezi těmito dvěma konstrukcemi je znázorněn pomocí schématu na obrázku č. 9.

Obrázek 9: Porovnání klasické a bezdušové pneumatiky



zdroj: Hankook: driving emotion (2015)

Obrázek 10: Řez konstrukcí radiální pneumatiky



zdroj: Pneu360.cz (2015)

Na obrázku č. 10 je znázorněn řez konstrukcí radiální pneumatiky, která je dnes výhradně využívána moderními vozy a je složena z těchto částí:

1. Vrchní běhoun
2. Drážka
3. Příčná drážka
4. Obvodové drážky
5. Příčné drážky
6. Rameno pneumatiky
7. Kostra pneumatiky
8. Ocelové pásy
9. Radiální drážky
10. Ochrana patky
11. Patka pneumatiky

pozn.: Tato konstrukce se může lišit v některých bodech dle výrobce

Tulach a kol. (2014) uvádí, že mezi další parametry pneumatik patří jejich rozměry a další vlastnosti, které lze vyčíst ze samotného označení, uvedeném na pneumatice. Na obrázku č. 11 je uvedeno základní označení rozměru a dalších informací dané pneumatiky.

Obrázek 11: Označení rozměru a dalších informací o dané pneumatice



zdroj: AZ pneu (2015)

- 195 - Šířka pneumatiky [mm] pozn. měřeno od patky k patce
- 65 - Profilové číslo - poměr výška / šířka [%]
- R - Radiální konstrukce pneumatiky, pozn. (D - diagonální konstrukce)
- 15 - Průměr ráfku [v palcích]
- 91 - Index zátěže (LI)
- T - Index rychlosti (SI)

Tabulka č. 2 uvádí indexy zátěže (LI), kde jednotlivým indexům odpovídají určité hmotnosti, například hodnotě indexu 91, odpovídá hmotnost 615 kg, což je maximální přípustná zátěž na jednu takto označenou pneumatiku.

Tabulka 2: Index zátěže (LI)

Index zátěže (LI)	Nosnost [kg]	Index zátěže (LI)	Nosnost [kg]	Index zátěže (LI)	Nosnost [kg]	Index zátěže (LI)	Nosnost [kg]	Index zátěže (LI)	Nosnost [kg]
70	335	80	450	90	600	100	800	110	1060
71	345	81	462	91	615	101	825	111	1090
72	355	82	475	92	630	102	850	112	1120
73	365	83	487	93	650	103	875	113	1150
74	375	84	500	94	670	104	900	114	1180
75	387	85	515	95	690	105	925	115	1215
76	400	86	530	96	710	106	950	116	1250
77	412	87	545	97	730	107	975	117	1285
78	425	88	560	98	750	108	1000	118	1320
79	437	89	580	99	775	109	1030	119	1360

zdroj: Pneu360.cz (2015), zpracování vlastní

V tabulce č. 3 jsou uvedeny indexy rychlostí, které uvádí maximální rychlost, při které je možno pneumatiky dlouhodobě provozovat.

Tabulka 3: Index rychlosti (SI)

Index rychlosti (SI)	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	H	V	W	Y	ZR
Max. rychlost [km/hod]	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	240	270	300	>240

zdroj: Pneu360.cz (2015), zpracování vlastní

Další označení uvedené na pneumatice

Dle Pneu360.cz (2015) na pneumatikách je dále uvedeno:

- TL/ TUBELESS** - Bezdušová pneu
- TT** - Dušová pneu
- RF** - Reinforced = zesílená kostra
- M+S** - Mud (bláto), Snow (sníh) - Toto označení má pneumatika, která dle legislativy může být použita pro zimní provoz, ale toto označení nezaručuje, že pneumatika je konstruována výhradně jako zimní. Toto označení se totiž používá i pro pneumatiky celoroční, ale i pro pneumatiky určené do mírného terénu.



- Tento symbol označuje zimní pneumatiku, pokud na pneumatice není, tak danou pneumatiku nelze označit jako zimní.

- FR** - Ochrana ráfky před poškozením, je využívána ráfky z lehkých slitin.
- DOT XXXX** - První dvojčíslí označuje týden a druhé rok výroby pneu
Označení (zkratky) systému nouzového dojetí u některých výrobců:
- Bridgestone - RFT (Run Flat Technology)
- Continental - SSR (Self Supporting Runflate)
- Dunlop - DSST znamená Dunlop Self-Supporting Technology

Tlak v pneumatikách

Tulach a kol. (2014) uvádí, že Doporučené tlaky huštění pneumatik jsou uvedeny u každého vozidla v manuálu a to pro každý rozměr, který je uveden výrobcem vozu v technickém průkazu. Dále může být uveden na víku nádrže nebo u zámku předních dveří. Od 1.11.2014 jsou výrobci automobilů povinni dle norem Evropské unie (ES 661/2009, ECE-R 64) vybavit všechny nové osobní vozy pro evropský trh monitorovacím systémem kontroly tlaku v pneumatikách tj. TPMS (Tyre Pressure Monitoring System). Některé vozy tento systém používaly již dříve. U vozů se starším datem výroby, které tento systém nemají, se dle doporučení výrobců má tlak v pneumatikách kontrolovat po určitém období, na délku tohoto období se názory výrobců expertů liší, ale všeobecný názor je, že minimální frekvence kontroly tlaku v pneumatikách je jednou za měsíc. V současné době lze pneumatiky hustit nejen vzduchem, ale i speciální směsí dusíku a jiných plynů. Hlavní přednost této směsi spočívá v tom, že tato směs nezvyšuje svůj objem při rostoucí teplotě. Tím jsou pneumatiky nahuštěny stejným tlakem při všech provozních podmínkách. Dále má tato směs oproti vzduchu snížený únik. Tyto faktory příznivě působí hlavně na výdrž pneumatik a jejich opotřebení. Tulach a kol. (2014) uvádějí, že žádoucí vlastnosti směsi dusíku jsou však pozorovány až u více zatěžovaných pneumatik, jako jsou pneumatiky závodních vozů.

Druhy tvarů dezénu

Koleček a Růžička (2005) uvádí, že následující obrázky č. 12, 13, 14 zobrazují možné tvary dezénu pneumatiky.

Obrázek 12: Symetrický tvar dezénu



zdroj: Pneu360.cz (2015)

Symetrický - pneu je možné na vozidle jakkoli měnit a otáčet

Obrázek 13: Asymetrický tvar dezénu



zdroj: Pneu360.cz (2015)

Asymetrický - při montáži je nutno dodržet správné umístění vnější a vnitřní strany, označeno na bočnici pneumatiky jako „outside“ a „inside“

Obrázek 14: Směrový tvar dezénu

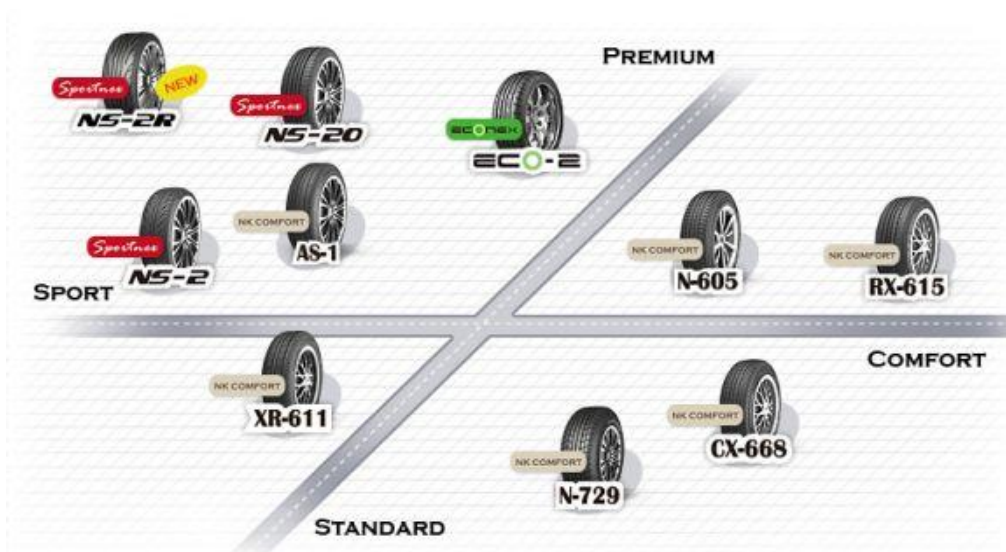


zdroj: Pneu360.cz (2015)

Koleček a Růžička (2005) uvádí, že směrový - při montáži je nutno dodržet směr otáčení, je vyznačen šipkou na bočnici pneumatiky

Segmentace pneumatik u jednotlivých výrobců, která je vyobrazena na obrázku č. 15. Rozděluje portfolio pneumatik vyráběných jedním výrobcem (v tomto případě výrobcem Nankang) do různých podskupin (například: sportovní či komfortní pneumatiky). Pneumatiky jsou však do těchto podskupin z části předurčeny svým portfoliem rozměrů, ve kterých jsou vyráběny. Avšak na okraji těchto segmentů se často rozměry prolínají.

Obrázek 15: Ilustrační obrázek segmentace pneumatik pro výrobce Nankang pro rok 2014



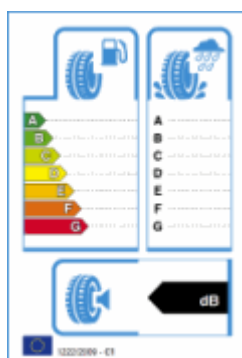
zdroj: driversweb (2015)

Tulach a kol. (2014) uvádějí, že pneumatiky jsou jediný prvek dotyku vozidla s povrchem silnice. Aby byla zajištěna jejich potřebná funkce je u pneumatik důležité věnovat patřičnou pozornost několika důležitým provozním parametrům. V první řadě je to kontrola tlaku jejich nahuštění. Pro každý vůz a rozměr pneumatik a jejich zatížení je stanoven předepsaný tlak výrobcem automobilu. Dalším sledovaným parametrem je hloubka dezénu, která dle zákona musí být minimálně 1,6 mm u letních a u zimních pneumatik musí být minimálně 4 mm. Tyto dvě hodnoty jsou však již hraniční a to hned z několika důvodů, jak uvádějí Tulach a kol. (2014). Mezi tyto důvody patří, že vzorek pneumatiky má za úkol při jízdě na mokru odvádět vodu, či při jízdě na sněhu odvádět sníh a to z důvodu aby se materiál pneumatiky udržel v kontaktu s povrchem vozovky. Pokud pneumatika nemá správný tvar a hloubku dezénu, tak k odvodu vody či sněhu nedochází a tím pádem řidič ztrácí kontrolu nad vozidlem. Dalším parametrem jak uvádí Tulach a kol. (2014) je aktuální kvalita materiálu pneumatiky. Životnost pneumatiky je značně ovlivněna prostředím, ve kterém je pneumatika provozována. V optimálních skladovacích podmínkách, neprovozovaná pneumatika má životnost max. 10 let. Avšak pneumatika, která je provozována v různých prostředích a při různých teplotách, má životnost výrazně zkrácenou. Proto je optimální pneumatiku měnit každé dvě až tři sezóny, i za předpokladu, že má pneumatika najeto málo kilometrů a tedy neopotřebovaný vzorek. Důvodem je, že směs pneumatiky stárne a pneumatika již nemá stejné vlastnosti, jako když byla nová.

Štítky

Tulach a kol. (2014) uvádí, že povinné označování pneumatik štítky nabylo účinnosti 1. listopadu 2012 a platí pro pneumatiky vyrobené od 1. července 2012. Štítek na obrázku č. 16 obsahuje údaje o valivém odporu, který má vliv na spotřebu paliva. Dalším posuzovaným kritériem je přilnavost na mokru, která má vliv na brzdnou dráhu na mokru. Poslední posuzovanou vlastností je hlučnost. Toto označování má zajistit splnění minimálních požadavků na bezpečnost provozu a vliv na životní prostředí. Nevýhoda tohoto systému označování je, že o bezpečnosti a ekologičnosti pneumatik mají posuzované vlastnosti špatnou vypovídací schopnost a to z toho důvodu, že opomíjejí mnoho dalších faktorů a nejsou tedy přesné. Dalším problémem je, že výrobci tzv. ladí své pneumatiky tak, aby co nejlépe obstály právě v posuzovaných vlastnostech, přičemž ostatní vlastnosti mohou opomíjet.

Obrázek 16: Štítek pro označení pneumatik



zdroj: *Hankook: driving emotion (2015)*

3.4 Metody vícekriteriálního rozhodování

Následuje výčet metod vícekriteriálního rozhodování, které jsou použity v praktické části práce, a to v rámci návrhu nové metodiky a dále v rámci jejího ověření v případové studii. Brožová a kol. (2014) popisují dva možné přístupy k vícekriteriálnímu rozhodování, které se liší dle charakteru množiny variant či přípustných řešení. Rozlišují se dva typy modelů, tj. modely vícekriteriálního hodnocení variant a modely vícekriteriálního programování. Modely vícekriteriálního hodnocení variant, zadávané pomocí konečného seznamu variant a jejich ohodnocení podle jednotlivých kritérií, jsou užívány v praktické části práce.

3.4.1 Metody odhadu vah kritérií

Kritéria

Šubrt a kol. (2011) uvádí, že kritérium je hledisko hodnocení variant. Kritéria mohou být kvantitativní nebo kvalitativní. Volba jednotlivých kritérií je velmi důležitá, zvolená kritéria musí být nezávislá a měla by pokrývat všechna hlediska výběru, ale počet kritérií musí být přiměřený, aby se problém nestal nepřehledný.

Kriteriální matice

Šubrt a kol. (2011) zmiňuje, že kriteriální matici lze vytvořit až poté, máme-li hodnocení variant dle kritérií kvantifikováno. Takto vzniklá matice se nazývá Y , kdy prvek y_{ij} vyjadřuje hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria.

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \cdots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Kde $Y = (y_{ij})$ ve sloupcích jsou uvedena odpovídající kritéria a v řádcích jsou uvedeny jednotlivé varianty.

Brožová a kol. (2014) uvádějí, že kritéria, dle nichž je vybírána optimální varianta, lze rozdělit dle různých hledisek.

Prvním z těchto hledisek je povaha kritérií, která je rozlišována na maximalizační a minimalizační. Kde kritéria maximalizační mají při rozhodování nejvyšší hodnoty, kterými se vyznačují nejlepší varianty. Naopak kritéria minimalizační se vyznačují nejnižšími hodnotami, které značí nejlepší hodnoty.

Dále autoři Brožová a kol. (2014) zmiňují, že pro řešení problému za pomoci modelu vícekriteriální analýzy variant je velmi důležité, jestli dochází k preferenci některého kritéria před jiným. Tato preference jednotlivých kritérií může být vyjádřena několika způsoby.

Mezi tyto způsoby patří:

- Metoda aspirační úrovně kritérií,
- ordinální informace o kritériích zajišťuje metoda pořadí kritérií,
- kardinální informace o kritériích zajišťují váhy jednotlivých kritérií,
- v neposlední řadě sem patří způsob kompenzace kriteriálních hodnot.

Váha kritéria

Váha kritérií je obecně hodnota, která se pohybuje v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$ jimiž jsou vyjadřovány relativní důležitosti jednotlivých kritérií v porovnání s ostatními kritérii. Součet vah všech porovnávaných kritérií je roven jedné (Šubrt a kol. 2011).

Jablonský (2007) zmiňuje, že váhu kritérií lze stanovit například pomocí Saatyho metody. Saatyho metoda je sofistikovanější způsob odhadu vah kritérií. Při aplikaci této metody jsou porovnávány všechny možné kombinace dvojic jednotlivých kritérií navzájem. Důležitost jednotlivých kritérií je zde vyjadřována celočíselnými hodnotami na stupnici od 1 do 9, kde hodnota 1 znamená, že obě porovnávaná kritéria mají stejnou důležitost, tedy jsou si rovnocenná. Naopak hodnota 9, znamená, že je kritérium absolutně preferováno před kritériem, se kterým ho porovnáваме. Pokud je jedno kritérium méně důležité než druhé, použije se pro dané kritérium převrácená hodnota použitá u kritéria důležitějšího.

Pro prvky v Saatyho matici platí, že na diagonále matice jsou samé jedničky a dále jsou jednotlivé prvky symetricky podle diagonály převrácenými hodnotami.

Jablonský (2007) dále uvádí, že jednou z podmínek pro zajištění použitelnosti a relevantnosti zjištěných informací musí být matice kritérií dostatečně konzistentní. Matice je plně konzistentní, pokud pro libovolnou trojici indexu i, j, q platí, že $s_{ij} = s_{ij} s_{jq}$. Ovšem u matic, které jsou sestavovány s počtem kritérií $k > 3$, je prakticky nemožné zadat své preference, tak aby matice S byla plně konzistentní. Právě v takovém případě Saaty navrhuje odvodit váhy kritérií jako vlastní vektor matice S příslušející největšímu vlastnímu číslu matice, tj.

$Sv = \lambda_{max}v$, kde v je hledaný odhad váhového vektoru a $\lambda_{max} = k$, pro matice, které nejsou plně konzistentní je $\lambda_{max} > k$. Čím je rozdíl $(\lambda_{max} - k)$ vyšší, tím je u matice S více porušena konzistence. Tuto problematiku řeší tzv. index konzistence ($C.I.$), který slouží k porovnání zda-li je matice dostatečně konzistentní. Index konzistence je definován jako:

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$$

Pokud je hodnota indexu konzistence nižší než 0,1. Pak lze matici prohlásit za dostatečně konzistentní.

Brožová a kol. (2014) uvádí, že případy kdy je Saatyho matice nekonzistentní, nastávají velmi často v případě, kdy se jedná o rozsáhlejší úlohy a to hlavně při špatném odhadu zadávání poměru vah, kdy nebyla prováděna žádná kontrola těchto odhadů.

3.4.2 Metody vícekritériálního hodnocení variant

Jablonský (2007) uvádí, že metod pro vícekritériální hodnocení variant je velké množství a jsou založené na různých principech. Mezi nejčastěji používané metody patří metoda AHP, metoda váženého součtu a další.

Metoda váženého součtu

Jablonský (2007) uvádí, že metoda váženého součtu bývá označována také jako WSA (Weighted Sum Approach). Tato metoda využívá konstrukce lineárního užítku na stupnici od 0 do 1, kde nejhorší varianta dle daného kritéria bude mít užitek 0 a nejlepší varianta bude mít naopak užitek 1. Ostatní varianty se budou velikostí užítku pohybovat mezi těmito hodnotami. Brožová a kol. (2014) uvádějí, že metoda váženého součtu vyžaduje kardinální informace, a to kritériální matici Y a vektorem vah kritérií \vec{v} . Tato metoda vytváří celkové hodnocení pro každou variantu, a to tak, že ji lze použít jak pro hledání jedné nejvýhodnější varianty, tak pro uspořádání variant od nejlepší po nejhorší. Metoda váženého součtu je speciálním ukázkou metody funkce užítku. Tato metoda vychází z principu maximalizace užítku. Pokud varianta a_i dosáhne podle kritéria j určité hodnoty y_{ij} , přináší tak užitek, který je možný vyjádřit pomocí lineární funkce užítku. Celkový užitek varianty je pak vyjádřen váženým součtem hodnot dílčích funkcí užítku.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y_{ij})$$

kde u_j jsou dílčí funkce užítku jednotlivých kritérií a váhy kritérií jsou označovány v_j .

Následující výčet kroků ukazuje postup metody váženého součtu.

1. Nejprve převedeme minimalizační kritéria na maximalizační a to dle vztahu:

$$y_{ij} = \max_{i=1, \dots, m} (y_{ij}) - y_{ij}$$

Tak dostaneme pro každou variantu ohodnocení, o kolik je dle příslušného kritéria lepší než nejhorší varianta. Kritériální matici, která je takto transformovaná, budeme označovat dále Y . Tato úprava slouží ke zjednodušení následujícího kroku, ale není podmíněčně nutná.

2. V tomto kroku určíme ideální a bazální variantu. Ideální variantu označíme H s ohodnocením (h_1, \dots, h_n) a bazální variantu označíme D s ohodnocením (d_1, \dots, d_n) .
3. Jednotlivé prvky kritériální matice R , získáme pomocí vzorce

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Lineárně transformované prvky matice \mathbf{R} již představují matici hodnot funkce užitku z i -té varianty podle j -tého kritéria. Pak platí, že $r_{ij} \in \langle 0; 1 \rangle$. Poté bazální variantě odpovídá hodnota nula a naopak ideální variantě odpovídá hodnota jedné.

4. Agregovanou funkci užitku vypočteme pro jednotlivé varianty dle vztahu:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}$$

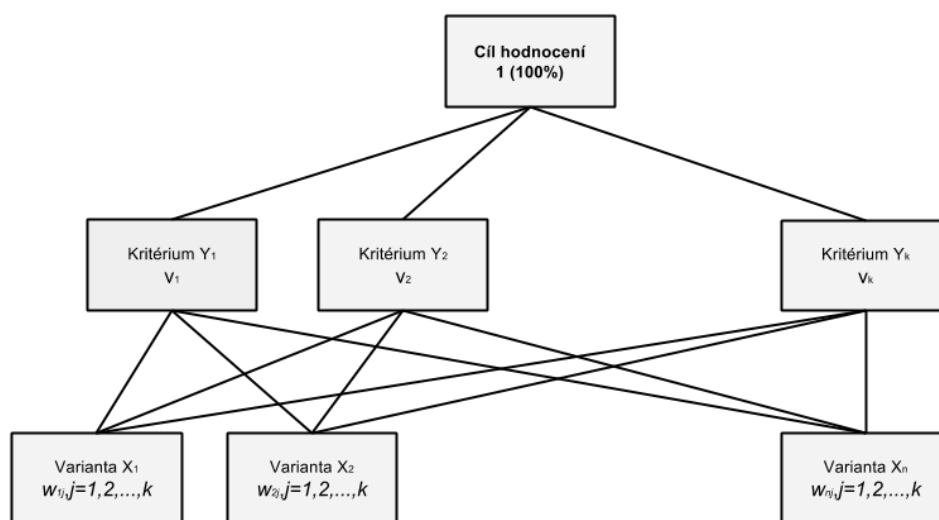
5. Na závěr varianty seřadíme sestupně dle hodnot $u(a_i)$ a potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užitku považujeme za řešení daného problému.

Metoda AHP

Brožová a kol. (2007) uvádějí, že ve složitých rozhodovacích případech metoda AHP (Analytický Hierarchický Proces) poskytuje rámec pro přípravu účinných rozhodnutí. Proces rozhodování se za použití metody AHP zjednoduší a zrychlí přirozený proces rozhodování. Metoda AHP tvoří hierarchický systém daného problému, protože při použití této metody dochází k rozkladu složité nestrukturované situace na jednodušší komponenty.

Jablonský (2007) uvádí, že mezi nejpoužívanější nástroje pro podporu rozhodování patří, zejména v USA, metoda AHP (Analytical Hierarchy Process), jež je založena na principu párového porovnání prvků na jednotlivých úrovních hierarchické struktury, jež je modelem daného rozhodovacího problému. Hierarchická struktura je rozdělena do určitého počtu úrovní, kde každá z nich zahrnuje několik prvků. Úrovně hierarchie jsou uspořádány od obecného ke konkrétnímu, tj. čím obecnější jsou prvky ve vztahu k danému rozhodovacímu problému, tím zaujímají v hierarchii vyšší pozici a naopak. Mezi prvky po sobě následujících úrovní lze definovat vazby a vztahy. Pokud je úloha dostatečně jednoduchá, má její hierarchická struktura tři úrovně, jak ukazuje obrázek č. 17.

Obrázek 17: Hierarchická struktura pro úlohu AHP



zdroj: Jablonský (2007), zpracování vlastní

3.5 Metody statistické analýzy

Výsledky dotazníkového šetření ve vlastní části práce byly statisticky analyzovány, tj. data byla seříděna, u kvalitativních znaků byly vypočteny četnosti (absolutní, relativní) a u kvantitativních znaků elementární charakteristiky (polohy a variability, tj. průměr, směrodatná odchylka a rozptyl), např. v Neubauer a kol. (2012).

Dále byly testovány statistické hypotézy, tj. testování hypotézy o nezávislosti kvalitativních znaků v kontingenčních tabulkách. Kontingenční tabulky byly vytvořeny pro vizualizaci vztahů mezi jednotlivými kvalitativními znaky. Relevantní hypotézy byly testovány pomocí χ^2 testu. V případě zamítnutí nulové hypotézy o nezávislosti znaků na zvolené hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) tj. p hodnota testu $< \alpha$, byla ověřována i síla závislosti, a to pomocí Pearsonova koeficientu kontingence, jenž je založen na statistice χ (Budíková a kol., 2010).

Též pro testování statisticky významné závislosti faktoru na hodnotu náhodné veličiny byla použita analýza rozptylu (ANOVA), konkrétně jednofaktorová analýza rozptylu, která sleduje vliv pouze jednoho kvalitativního znaku na kvantitativní znak. V případě zamítnutí nulové hypotézy o neexistenci rozdílu v průměrech u jednotlivých obměn (variant) statistického znaku na zvolené hladině významnosti ($\alpha = 0,05$) tj. p hodnota testu $< \alpha$, bylo provedeno i podrobnější vyhodnocení pomocí Scheffeho testu, aby bylo konkrétně zjištěno, mezi kterými obměnami znaku dochází k rozdílu v hodnotách průměrů (Bílková a kol., 2009).

Veškeré výpočty a grafické výstupy byly provedeny v programu *Statistica12*, *Statsoft* dle návodů Klímka a kol. (2009).

4 Praktická část práce

Praktická část práce vychází ze sekundární analýzy dat o dopravní nehodovosti v České republice dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015), ze které vyplývá potřeba zaměřit se na hodnocení bezpečnosti osobních automobilů již při jejich výběru.

Dále se vlastní část práce skládá z dotazníkového šetření a statistické analýzy, která zjišťuje návyky respondentů při pořizování nových vozů včetně zaměření se na vybrané bezpečnostní prvky, tj. pneumatiky a na komplexní kritérium bezpečnost automobilů ve srovnání s ostatními kritérii, ovlivňující koupi nového vozu.

Na základě výsledků dotazníkového šetření je odvozena tzv. stávající metodika koupě nového osobního vozu, tj. je sestaven vývojový diagram popisující proces koupě vozu, včetně sledování výběru bezpečnostních prvků.

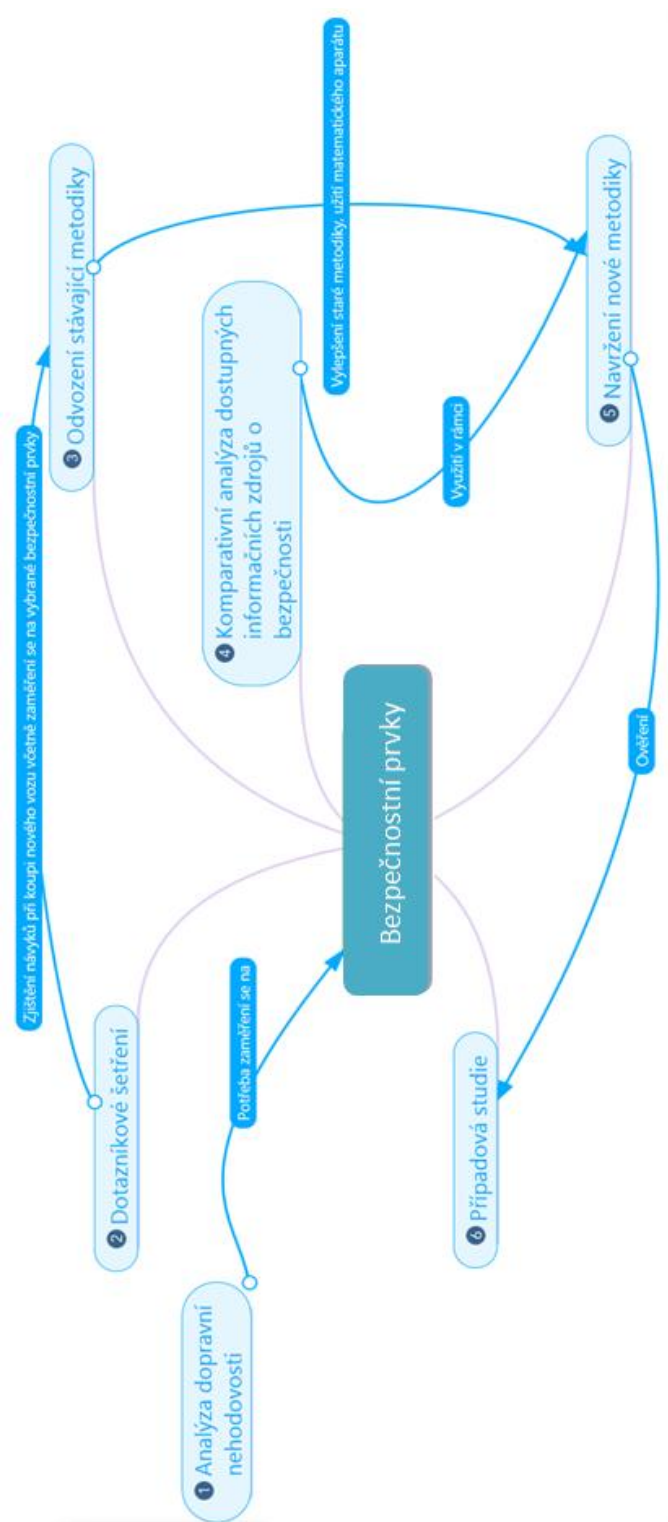
Dále navazuje komparativní analýza jednotlivých informačních zdrojů o bezpečnosti automobilů, které může klient využívat při zhodnocení bezpečnosti či může být využita v expertním systému, jehož použití je navrženo jako alternativa možné návaznosti na tuto práci. Tvorba expertního systému však není cílem této práce.

Nově navržená metodika je opět zobrazena vývojovým diagramem, přičemž do procesu výběru nového vozu a dalších vybraných bezpečnostních prvků je zahrnut matematický aparát ve formě metod vícekritériálního rozhodování.

Poslední část praktické části práce se skládá z případové studie, která porovnává výběr vozu pro konkrétního klienta dle stávající a nově navržené metodiky, přičemž se zaměřuje zejména na relevantnost kritéria bezpečnost a vhodný výběr bezpečnostních prvků.

Provázanost jednotlivých částí praktické části práce s tématem hodnocení vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů zobrazuje obrázek č. 18

Obrázek 18: Schéma praktické části diplomové práce



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu MindMeister

4.1 Stav dopravní nehodovosti a jejich důsledků z dlouhodobého hlediska

Bezpečnost je klíčový prvek dopravního systému. Na velikost dopravní nehodovosti silniční dopravy má vliv mnoho faktorů. Mezi tyto faktory patří přírodní klimatické podmínky, stav vozového parku pohybujícího se na území ČR, stav silniční infrastruktury. Vzhledem ke skutečnosti, že 90 % nehod v silničním provozu způsobují jeho účastníci sami, je možné snižovat nehodovost především zodpovědným chováním samotných řidičů či chodců (Policie České republiky, 2015).

4.1.1 Hlavní faktory působící na pokles počtu dopravních nehod

Mezi hlavní faktory působící na pokles počtu dopravních nehod dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015) patří:

- Obměna vozového parku směrem k většímu zastoupení modernějších vozidel vybavených větším počtem bezpečnostní výbavy a celkovou konstrukcí, která je stále více zaměřená na bezpečnost.
- Rozvoj dopravní infrastruktury.
- Preventivní i represivní dopravní opatření.
- Demografický vývoj, který způsobil změnu za posledních deset let k postupnému posunu populačně silných kohort z věku typického vysokou nehodovostí řidičů začínajících, kde se jejich stáří pohybuje okolo 20 let do kategorie vyzrálejších řidičů, kde se stáří pohybuje okolo 30 let.
- Metodická změna povinnosti hlásit nehody v závislosti na výši hmotné škody. Tato změna výrazně ovlivnila počet nehod uvedených ve statistikách, především mezi roky 2008 a 2009, nemá však vliv na nehody s následky na zdraví. U těchto nehod trvá povinnost hlásit každou událost policii.

Chování účastníků silničního provozu, stav infrastruktury, úroveň zdravotní péče a všech složek integrovaného záchranného systému má pozitivní dopad na snižování počtu vážných zranění. To potvrzuje snižující se podíl zemřelých na následky nehod v intervalu 24 hodin až 30 dnů po nehodě. Zatímco v roce 1998 v tomto časovém rozmezí zemřelo 12,8 % všech obětí silničních nehod, v roce 2010 byl jejich počet poloviční.

4.1.2 Hlavní faktory působící na zvyšování počtu dopravních nehod

Mezi hlavní faktory působící na zvyšování počtu dopravních nehod dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015) patří:

- Dlouhodobý nárůst počtu vozidel, zejména osobních a toho plynoucí růst dopravních výkonů (do roku 2008).
- Zvyšující se agresivita řidičů, která se zejména u začínajících řidičů může kombinovat s jejich nedostatečnými zkušenostmi při řešení hůře předvídatelných krizových situací.

4.1.3 Vliv nepříznivých přírodních podmínek na nehodovost

Nehody dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015), které vznikly vlivem nepříznivých přírodních podmínek, lze rozčlenit do několika skupin. Účastníků silničního provozu se nejvíce týká stav vozovky, povětrnostní podmínky a viditelnost, která je dále ovlivněná především denním cyklem a v osídlených částech intenzitou a rozmístěním veřejného osvětlení. Dalším nepříznivým vlivem je opotřebenost silnic povětrnostními podmínkami a intenzivní nákladní dopravou. Četnost nehod způsobených primárně technickou závadou komunikace je dlouhodobě nízká, v roce 2011 se na celkové nehodovosti podílela 0,6 %. Následky takto způsobených nehod jsou méně závažné, pouze 5 % takových nehod má dopad na zdraví osob.

4.1.4 Mladí a nezkušení řidiči jako rizikový faktor nehodovosti

Velmi mladí řidiči ve věku do 25 let zavinili v roce 2011 v ČR téměř 10 000 dopravních nehod. Řidiči do 35 let zavinili téměř 25 tis. V převážné většině šlo o řidiče osobních aut s větším podílem viníků nehod na motocyklech než v jiných kategoriích, významné množství nehod způsobují také cyklisté. Nepříznivým doprovodným jevem nehod zaviněných mladými řidiči je jejich větší závažnost co do důsledků na zdraví. Řidiči do 25 let v osobních automobilech zavinili v letech 2007-2010 v silničním provozu ČR 21,3 % nehod, při kterých však přišlo o život 24,8 % usmrcených při všech nehodách. Vyšší závažnost nehod způsobují i řidiči nad 65 let, u kterých je na vině jejich horší zdravotní stav, který se zde často kombinuje s jízdou ve starších méně bezpečných vozidlech. Z celkového pohledu se věkové složení viníků nehod se v posledních letech příliš nemění dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015).

4.1.5 Dopravní nehody ve srovnání s Evropou

Navzdory pozitivnímu vývoji v posledních pěti letech patří ČR stále k třetině zemí EU s nejvyšším počtem usmrcených staženo na obyvatele. Navzdory příznivému vývoji v posledním pětiletí v roce 2013 převyšovala úroveň celé EU o téměř celou pětinu, úmrtnost byla kromě Polska nejvyšší z celého středoevropského regionu. V dlouhodobém pohledu zaznamenala ČR významné změny z hlediska svého pořadí mezi současnými unijními členy, zatímco v roce 1991 ještě patřila ČR do třetiny zemí EU s nejnižší intenzitou usmrcených při nehodách a to dokonce lepším postavením než Německo. V roce 1997 se zařadila do první desítky států s nejvyšší nehodovostí a v roce 2003 jí patřilo sedmé místo. Přestože četnost smrtelných následků nehod v ČR se vyvíjí příznivěji, i v roce 2013 byla ČR v první desítce unijních zemí s nejvyšší smrtelnou nehodovostí. Silný pokles intenzity usmrcených při nehodách byl totiž v posledních pěti letech do značné míry celoevropským fenoménem (ta v ČR poklesla o 40 %, v celé EU ale téměř o 35 %). ČR tak zatím jen z malé části kompenzovala nepříznivý vývoj z 90. let i první poloviny následující dekády dle statistických ročenek o nehodovosti (Policie České republiky, 2015).

Z důvodu, že ČR patří i v posledních letech k zemím v EU s nejvyšší smrtelnou nehodovostí, jak je popsáno výše, vyplývá potřeba zaměřit se na hodnocení bezpečnostních prvků vozů.

4.2 Vlastní průzkum včetně statistické analýzy

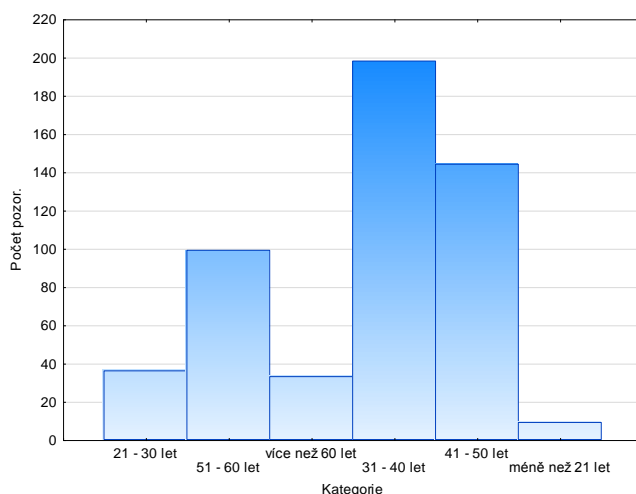
Dotazníkové šetření zjišťuje návyky respondentů při pořizování nového vozu a zaměřuje se na vybrané bezpečnostní prvky, tj. pneumatiky a na komplexní kritérium bezpečnost automobilů ve srovnání s ostatními kritérii ovlivňujícími koupi nového vozu.

Následuje 15 hypotéz, které byly v rámci dotazníkového šetření ověřovány na zvolené hladině významnosti ($\alpha = 0,05$). Následující hypotézy vycházejí z předpokladu, že o koupi nového vozu, případně zkušenosti s koupi nového vozu, již budou mít zájem konkrétní věkové skupiny respondentů, u kterých je očekávána preference jistých kritérií a určité požadavky na vůz, včetně návyků na servis vozu či na koupi zimních pneumatik apod. Následující hypotézy jsou definovány ve formě statistických hypotéz, tj. nulových hypotéz o nezávislosti sledovaných znaků (u hypotéz H1 - H9, testováno χ^2 testem a Pearsonovým koeficientem kontingence v kontingenčních tabulkách) a nulových hypotéz o shodných průměrech (u hypotéz H10 - H15, testováno analýzou rozptylu a post hoc testem, tj. Scheffův test).

- H 1: Koupě nebo zkušenost s koupí nového vozu není ovlivněna věkem respondenta.
- H 2: Typ funkce nově kupovaného vozu není ovlivněn věkem respondenta.
- H 3: Využívaná forma financování nového automobilu není ovlivněna věkem respondenta.
- H 4: Věk respondenta neovlivňuje zájem o určitý počet míst v nově kupovaném voze.
- H 5: Zájem o konkrétní rozmezí objemu zavazadlového prostoru není ovlivněn věkem respondenta.
- H 6: Typ servisu nového vozu není ovlivněn věkem respondenta.
- H 7: Způsob užívání zimních pneumatik není ovlivněn věkem respondenta.
- H 8: Volba zimních pneumatik na základě renomé značek prodejců pneumatik není ovlivněna věkem respondenta.
- H 9: Způsob vybírání zimních pneumatik není ovlivněn věkem respondenta.
- H 10: Všechny věkové kategorie v průměru přidělily stejný počet bodů (na škále 1 - 5) kritériu cena z hlediska jeho důležitosti.
- H 11: Všechny věkové kategorie v průměru přidělily stejný počet bodů (na škále 1 - 5) kritériu bezpečnost z hlediska jeho důležitosti.
- H 12: Všechny věkové kategorie v průměru přidělily stejný počet bodů (na škále 1 - 5) kritériu provozní náklady z hlediska jeho důležitosti.
- H 13: Všechny věkové kategorie v průměru přidělily stejný počet bodů (na škále 1 - 5) kritériu renomé značky z hlediska jeho důležitosti.
- H 14: Všechny věkové kategorie v průměru přidělily stejný počet bodů (na škále 1 - 5) kritériu styl a design z hlediska jeho důležitosti.
- H 15: Všechna sledovaná kritéria získala v průměru stejný počet bodů (na škále 1 - 5) z hlediska jejich důležitosti.

Dotazníku se účastnilo 292 mužů a 222 žen. Nejvíce respondentů (198) se nacházelo ve věkové kategorii 31 - 40 let, rozložení mezi věkové kategorie znázorňuje obrázek č. 19. 10,51 % respondentů uvedlo, že nemají v plánu koupit nový vůz, ani nemají zkušenosti s pořízováním vozu z minulosti, proto s nimi bylo dotazování ukončeno a v dotazování pokračovalo 89,49 % z původního počtu 514 respondentů.

Obrázek 19: Histogram věkových kategorií respondentů



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

60,12 % respondentů uvedlo, že vůz, který mají v plánu pořídit, či který si pořizovali v minulosti, bude plnit (plní) funkci rodinného vozu, 18,68 % respondentů uvedlo funkci lifestyleového vozu a zbytek respondentů označil funkce pracovní, sportovní či jiné. Dále respondenti hodnotili body na škále od 1 bodu (min) do 5 bodů (max) důležitost jednotlivých kritérií. Kritérium bezpečnost získalo v průměru nejvíce bodů, tj. 4,480 bodů, na druhém místě kritérium cena 4,038 bodů, na třetím místě kritérium provozní náklady 3,710 bodů, na čtvrtém místě kritérium styl a design 3,461 bodů a na posledním místě renomé značky 3,251 bodů.

31,61 % respondentů uvedlo, že nemá v plánu smlouvat o nabídce s prodejcem, či nikdy tak nečinili, 41,94 % bude smlouvat, či smlouvali, pouze pokud s nabídkou nesouhlasili a zbytek respondentů má v plánu, či smlouvá o nabídce vždycky. V případě, že respondenti smlouvají, tak nejčastěji vyžadují volitelné příslušenství od prodejce navíc (např. zimní pneumatiky, nosič na střechu, koberečky apod.), či snížení ceny nebo výbavové balíčky.

47 % respondentů volí jako formu financování leasing, 29 % hotovost, zbytek respondentů uvádí úvěr, či kombinace již zmíněných možností. 90,73 % respondentů uvádí, že se zajímají o bezpečnost a zjišťování informací bezpečnosti. Nejčastěji respondenti uváděli, že získávají informace na internetu (177 respondentů) či od prodejce (168 respondentů). Pokud volí zjišťování informací přes internet, nejčastěji oficiální webové stránky výrobců a prodejců (225 respondentů) v menší míře diskusní fóra či internetové pořady. Většina lidí (362 respondentů) uvedla, že mají v plánu pořídit 5ti místný vůz. Nejčastěji respondenti požadují (168 respondentů) velikost objemu zavazadlového prostoru v rozsahu 451 litrů až 550 litrů. 219 respondentů požaduje motor na benzín, 198 respondentů motor na naftu, ostatním respondentům je buď jedno, jestli naftu nebo benzín, v ojedinělých případech volili možnost CNG, elektrickou energii, či hybridní pohon.

144 respondentů uvedlo, že požaduje maximální kroutící moment v rozsahu od 151 Nm do 200 Nm. 252 respondentů uvedlo, že servisují vůz u autorizovaných servisů po celou dobu užívání vozu, 186 respondentů uvedlo, že po dobu záruky servisuje vůz u autorizovaných servisů, po uplynutí záruky u neautorizovaných servisů. 90,97 % respondentů užívá zimní pneumatiky, a to v zimním období, zbytek respondentů buď užívá zimní pneumatiky po celý rok, či užívají celoroční pneumatiky, či protektorované pneumatiky apod. 222 respondentů uvedlo, že nakupují nové zimní pneumatiky renomovaných značek (např. Michelin, Dunlop, Pirelli, Nokian) a 177 respondentů uvedlo, že nakupují nové zimní pneumatiky méně renomovaných značek (např. Barum, Matador), zbytek respondentů uvedl, že nakupuje buď nerenomované značky, protektorované pneumatiky či celoroční pneumatiky. Nové pneumatiky pak respondenti nakupují dle nabídek prodejce a na základě vlastních zkušeností, či zkušeností známých (312 respondentů), 30 respondentů uvedlo, že dle testů od nezávislých společností (např. ADAC). 159 respondentů uvedlo, že kontroluje tlak v pneumatikách permanentně, a to díky systému TPMS, 102 respondentů kontroluje tlak v pneumatikách často (minimálně 1krát měsíčně) a 117 respondentů občas (tj. 1krát za 6 měsíců až 1krát za rok), zbytek respondentů buď kontroluje tlak v pneumatikách výjimečně, či vůbec. 375 respondentů uvedlo, že pořizuje nové pneumatiky při sjetí dezénu na zákonem stanovenou hranici, a to 4 mm u zimních a 1,6 mm u letních pneumatik. 51 respondentů uvedlo, že mění pneumatiky po 4 letech či dříve, a to i když není sjetý dezén na zákonem stanovenou mez. Zbytek respondentů mění pneumatiku při defektu nebo až při nižší hloubce dezénu, než je zákonem stanovená mez.

Následující tabulka č. 4 zobrazuje podklady k jednotlivým testovaným hypotézám uvedeným výše, poslední sloupeček tabulky uvádí verdikt o zamítnutí či nezamítnutí nulové hypotézy na zvolené hladině významnosti.

Tabulka 4: Testování statistických hypotéz

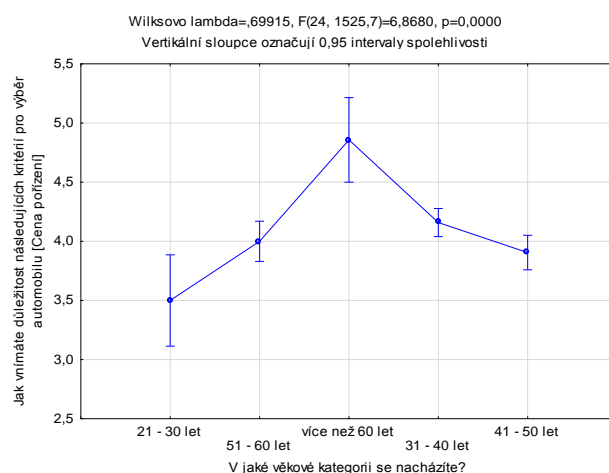
Hypotéza	Statistická metoda	Stupně volnosti	P hodnota χ^2	Pearsonův koeficient	Verdikt
H 1	χ^2 test, test kontingence	36	0	6322,34	zamítnuto
H 2	χ^2 test, test kontingence	30	0	4023,23	zamítnuto
H 3	χ^2 test, test kontingence	36	0	4250,28	zamítnuto
H 4	χ^2 test, test kontingence	54	0	4130,41	zamítnuto
H 5	χ^2 test, test kontingence	60	0	4060,45	zamítnuto
H 6	χ^2 test, test kontingence	24	0	3803,11	zamítnuto
H 7	χ^2 test, test kontingence	30	0	4269,73	zamítnuto
H 8	χ^2 test, test kontingence	30	0	4001,6	zamítnuto
H 9	χ^2 test, test kontingence	66	0	5110,45	zamítnuto
Hypotéza	Statistická metoda	Stupně volnosti	P hodnota F test	Meziskupinový poměr čtverců	Verdikt
H 10	ANOVA, Scheffeův test	442	0	0,695	zamítnuto
H 11	ANOVA, Scheffeův test	442	0	0,688	zamítnuto
H 12	ANOVA, Scheffeův test	442	0	0,878	nezamítnuto
H 13	ANOVA, Scheffeův test	442	0	1,223	zamítnuto
H 14	ANOVA, Scheffeův test	442	0	1,861	zamítnuto
H 15	ANOVA, Scheffeův test	1985	0	1,005	zamítnuto

zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

14 hypotéz bylo zamítnuto, 1 hypotéza (H 12) nebyla zamítnuta na zvolené hladině významnosti ($\alpha = 0,05$). V hypotézách H 1 až H 9 je patrné, že věk respondentů má vliv na další sledované znaky a u jednotlivých kategorií se statisticky významně odlišují odpovědi na příslušné otázky. Hypotézy H 10 až H 14 byly testovány pomocí analýzy rozptylu a opět byl sledován vliv věkové kategorie na stanovení důležitosti jednotlivých kritérií vyjádřené průměrným počtem přidělených bodů na škále od 1 do 5 bodů. V poslední hypotéze je pomocí analýzy rozptylu testována celková průměrná důležitost sledovaných kritérií bez ohledu na věkovou kategorii.

Obrázek č. 20 zobrazuje, jak jednotlivé věkové kategorie vnímají v průměru důležitost kritéria cena. Test potvrdil, že se výsledky u jednotlivých kategorií různí a pomocí podrobnějšího vyhodnocení Scheffeho testem bylo zjištěno, že ke statisticky významným rozdílům dochází u věkových kategorií více než 60 let a všech ostatních kategorií, též kategorie 21 - 30 let se významně liší od kategorie 31 - 40 let.

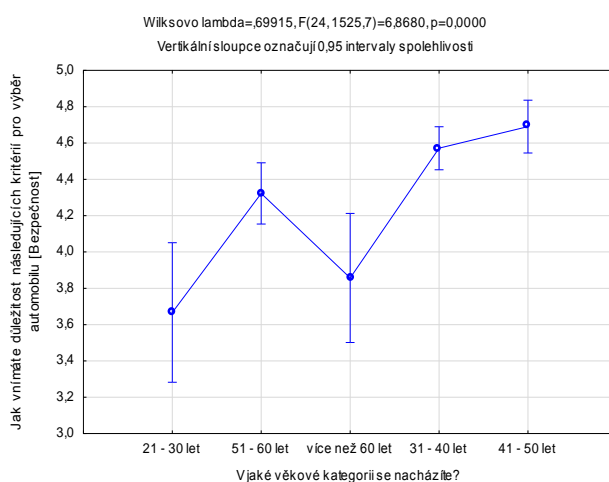
Obrázek 20: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria cena



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

Obrázek č. 21 zobrazuje, jak jednotlivé věkové kategorie vnímají v průměru důležitost kritéria bezpečnost na škále 1 - 5 bodů. Test potvrdil, že se výsledky u jednotlivých kategorií různí a pomocí podrobnějšího vyhodnocení Scheffeho testem bylo zjištěno, že ke statisticky významným rozdílům dochází u následujících věkových kategorií 41 - 50 let a 21 - 30, dále 41 - 50 let a 51 - 60, 41 - 50 let a více jak 60 let. Dále je statisticky významný rozdíl u následujících kategorií 31 - 40 a 21 - 30, 31 - 40 a více jak 60 let. Z grafu je patrné, že kritérium bezpečnost je nejvíce důležité u lidí ve věku 31 - 40 let a 41 - 50 let.

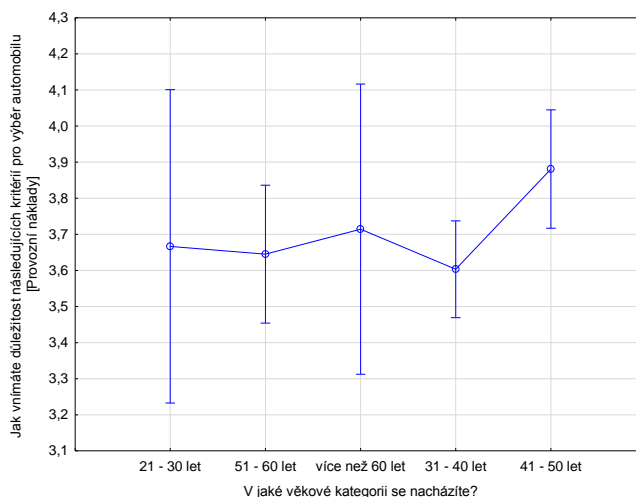
Obrázek 21: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria bezpečnost



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

Obrázek č. 22 zobrazuje, jak jednotlivé věkové kategorie vnímají v průměru důležitost kritéria provozní náklady na škále 1-5 bodů. Test potvrdil, že jsou výsledky u jednotlivých kategorií shodné, tudíž rozdílný věk respondentů na vnímání tohoto kritéria nemá statisticky významný vliv, což je patrné i z průběhu grafu na obrázku č. 22.

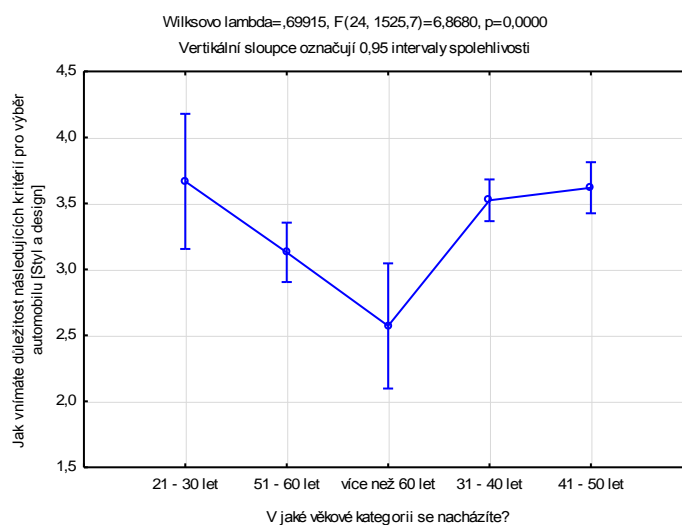
Obrázek 22: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria provozní náklady



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

Obrázek č. 23 zobrazuje, jak jednotlivé věkové kategorie vnímají v průměru důležitost kritéria styl a design na škále 1 - 5 bodů. Test potvrdil, že se výsledky u jednotlivých kategorií různí a pomocí podrobnějšího vyhodnocení Scheffeho testem bylo zjištěno, že ke statisticky významným rozdílům dochází u věkových kategorií 51 - 60 let a 41 - 50 let, dále mezi kategoriemi více jak 60 let a 31 - 40 let a více jak 60 let a 41 - 50 let. Z grafu je patrné, že starší respondenti nedávají kritériu styl a design takovou váhu, jako mladší respondenti.

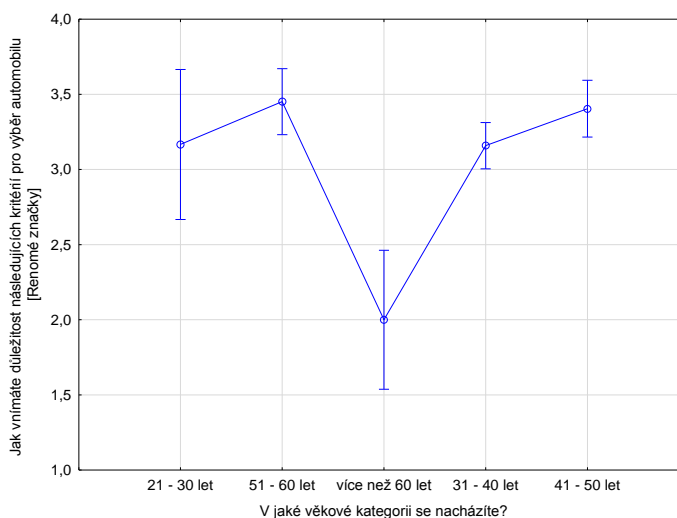
Obrázek 23: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria styl a design



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

Obrázek č. 24 zobrazuje, jak jednotlivé věkové kategorie vnímají v průměru důležitost kritéria renomé značky škále 1 - 5 bodů. Test potvrdil, že se výsledky u jednotlivých kategorií různí a pomocí podrobnějšího vyhodnocení Scheffeho testem bylo zjištěno, že ke statisticky významným rozdílům dochází u věkové kategorie více jak 60 let, která se statisticky významně odlišuje od všech ostatních věkových kategorií. Z grafu je patrné, že respondenti starší než 60 let přikládají kritériu renomé značky statisticky významně nižší váhu než ostatní věkové kategorie.

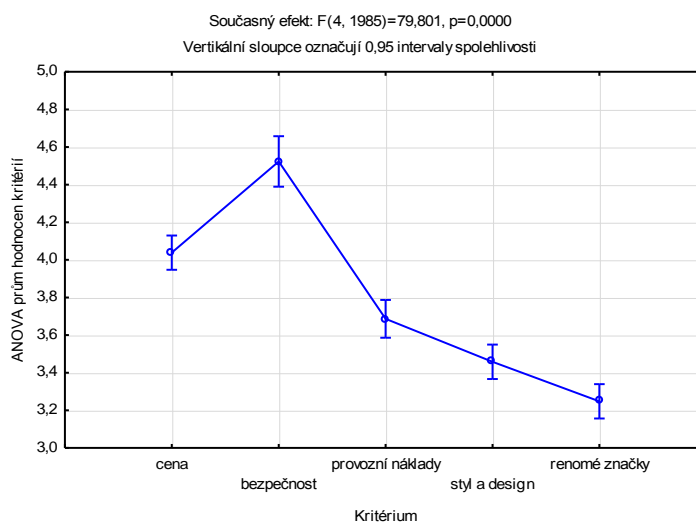
Obrázek 24: Vliv věkové kategorie na vnímání důležitosti kritéria renomé značky



zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

Obrázek č. 25 zobrazuje, jak jsou v průměru jednotlivá kritéria vnímána respondenty z hlediska jejich důležitosti (vyjádřené body na škále v intervalu od 1 bodu do 5 bodů, přičemž 5 je maximální hodnota). Test potvrdil, že se výsledky u jednotlivých kritérií různí a pomocí podrobnějšího vyhodnocení Scheffeho testem bylo zjištěno, že ke statisticky významným rozdílům dochází u všech sledovaných kritérií navzájem. Z grafu je patrné, že jako nejdůležitější kritérium bylo v průměru zvolené kritérium bezpečnost, naopak nejméně důležité kritérium bylo renomé značky.

Obrázek 25: Vliv typu kritéria na cellkové hodnocení důležitosti kritérií



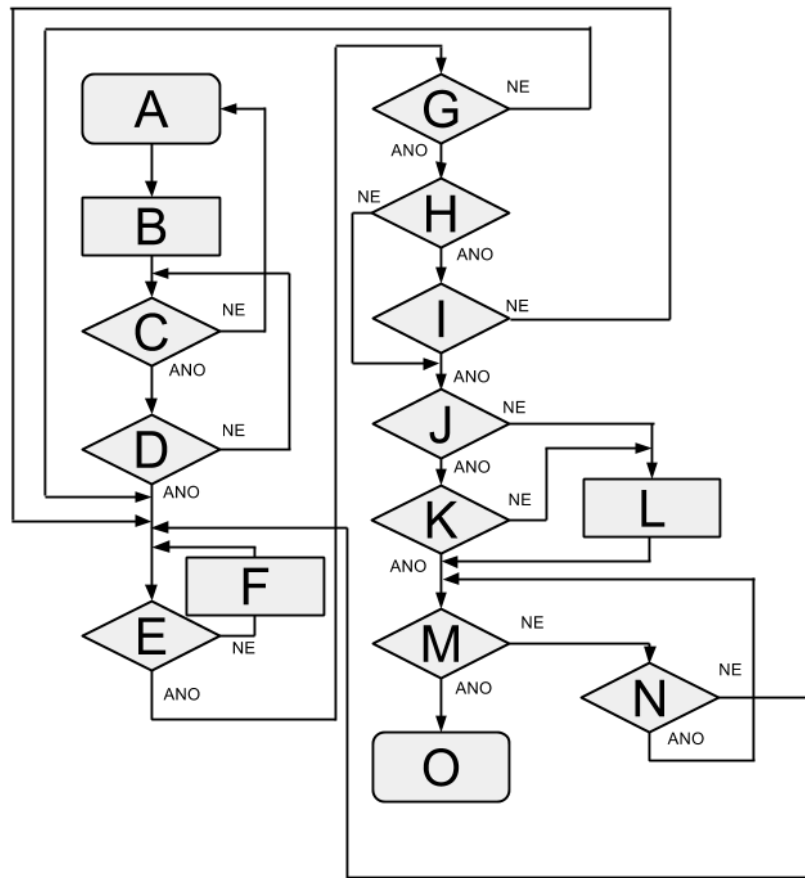
zdroj: vlastní, zpracování vlastní v programu Statistica 12, StatSoft

4.3 Stávající metodika

Na základě výsledků dotazníkového šetření je odvozena tzv. stávající metodika koupě nového osobního vozu, tj. je sestaven vývojový diagram popisující proces koupě vozu, včetně sledování výběru bezpečnostních prvků.

Z dotazníkového šetření podrobně popsaného výše vyplynul následující obecný postup, tj. metodika výběru nového osobního automobilu ve funkci rodinného vozu pro osobní účely. Obecný postup lze rozdělit na 15 kroků, které jsou podrobně popsány níže. Návaznost jednotlivých kroků zobrazuje schéma na obrázku č. 26. V následujících bodech je popsán výběr nejen z pohledu klienta, ale též je popsáno informační působení prodejce, které může značně ovlivnit výsledné rozhodnutí klienta a celkovou dobu trvání rozhodovacího procesu.

Obrázek 26: Schéma stávající metodiky koupě nového vozu



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

A Situační analýza

V prvním bodě potenciální zákazník vyhledává dostupné informace o nabízených automobilech na trhu. Dle dotazníku bylo zjištěno, že nejčastěji využívá informačních zdrojů dostupných na internetu. Konkrétně se jedná o zdroje: internetové stránky výrobců automobilů. Dále zde pracuje s informacemi, které již zná například z reklamy.

B Přehledová analýza

Zákazník si dělá přehled o cenových hladinách jednotlivých tříd a kategoriích vozů, přičemž nejčastěji využívá, jak bylo zjištěno z dotazníku, internetových stránek, katalogů výrobců a informací z reklamy.

C Má klient konkretizované požadavky na vůz?

Klient stanovuje požadavky na vůz z hlediska jeho vlastností, přičemž bere v potaz své potřeby a přání, dalšími faktory, které ovlivňují tvorbu požadavků je zaměření řidiče, styl jeho jízdy a požadavky ostatních osob, které budou vůz užívat, apod. V případě, že klient má stanoveny požadavky pokračuje bodem D, v případě, že nemá, tak se vrací zpět k bodu A a rozšiřuje řešerši.

D Má klient stanovena relevantní kritéria?

V tomto bodě klient stanovuje kritéria podle předchozích požadavků, dle kterých bude vůz vybírat. Zabývá se povahou jednotlivých kritérií (minimalizační vs. maximalizační) a nastavuje si aspirační úroveň pro relevantní kritéria. Aspirační úroveň stanovuje intuitivně, na základě vlastních zkušeností, doporučení třetí osoby (známý, kolega či příbuzný), recenzí na internetu, případně dle recenzí v časopisech a dalších. V případě, že již má stanovena kritéria, tak pokračuje bodem E. Když kritéria stanovena nemá, vrací zpět k bodu C a znovu konkretizuje požadavky.

E Má klient již stanoveny značky, modely a případné prodejce

V případě, že již má stanoveno, pokračuje bodem G. V případě, že nemá stanoveno, pokračuje bodem F.

F Stanovení značek modelů a případných prodejců

V tomto bodě klient porovnává jednotlivé značky a jejich modely, filtruje si jednotlivé nabídky značek a modelů dle nastavených aspiračních úrovní v bodě D a též zjišťuje dostupnost dealerů značek.

G Je zákazník spokojen s vystavovanými vozy dle vybraných značek a modelů?

Pokud klient nepřišel s vozem do styku, tedy ho nezná, jde za prodejcem. V tomto bodě se jedná o první kontakt s vystavovanými vozy, kde se u většiny zákazníků rozhodne, zda-li jejich zájem o konkrétní vůz bude pokračovat. Pokud ano, přechází klient k bodu H. Pokud není zákazník spokojen, což může být způsobeno tím, že požadovaný model na klienta nezapůsobil, či ho odradil přístup prodejce apod., tak se klient vrací zpět k bodu E, kde znovu zvažuje značky, modely a dostupné prodejce.

H Přeje si zákazník vyzkoušet vůz v předváděcí jízdě?

Pokud si zákazník přeje vyzkoušet předváděcí vůz, využívá možnosti předváděcí jízdy. V případě, že si nepřeje vyzkoušet vůz, rozhoduje se bez předváděcí jízdy a přechází k bodu J.

I Je zákazník spokojen s předváděcí jízdou?

V případě, že využil zákazník předváděcí jízdu a byl s ní spokojen, čímž podpořil své rozhodnutí o koupi vozu, tak přechází k bodu J. V případě, že nebyl spokojen, vrací se k bodu E, tj. kde znovu zvažuje značky, modely a dostupné prodejce.

J Má zákazník dostatečné množství hotovosti (či peníze na běžném účtu) na koupi vozu?

Zde již zákazník přichází rozhodnout, že má zájem o pořízení konkrétního vozu v konkrétní specifikaci. Zvažuje vlastní zdroje financování na základě nabídky dané prodejcem. V případě, že má dostatečnou hotovost (či peníze na běžném účtu), přistupuje k dalšímu bodu, bodu K. V případě, že nemá dostatečné množství hotovosti (či peníze na běžném účtu) k pořízení auta, přistupuje k cizímu financování v bodě L.

K Přeje si zákazník hotovost (či peníze na běžném účtu) použít ke koupi vozu?

V případě, že si zákazník přeje využít hotovost (či peníze na běžném účtu) ke koupi vozu, přistupuje k bodu M. V případě, že si ji nepřeje použít, např. díky vlivům prodejce a aktuálních akčních nabídek při cizí formě financování, přistupuje k bodu L.

L Volba cizí formy financování

V tomto bodě zákazník volí cizí zdroj financování, většinou dle nabídky prodejce. Nejčastěji v České republice bývá využíván leasing, úvěr, či nově (pro soukromou osobu) též operativní leasing od bankovních i nebankovních institucí. Jak vyplynulo z dotazníkového šetření, klienti nejčastěji volí leasing jako cizí formu

financování, a to i z důvodu využití akčních nabídek a bonusů od leasingových společností či prodejců.

M Je zákazník spokojen s celkovou nabídkou prodejce, tj. s formami financování, cenou vozu a případnými bonusy nabízené ze strany prodejce?

Pokud je zákazník zcela spokojen, přistupuje k podpisu smlouvy v bodě O. Pokud není spokojen, může smlouvat o nabídce dané prodejcem v bodě N.

N Chce zákazník smlouvat o nabídce?

V případě, že si přeje smlouvat, tak smlouvá a prodejce upravuje nabídku, čímž se vrací k bodu M. V případě, že již nechce smlouvat a není spokojen s finální nabídkou od prodejce, tak se vrací k bodu E, tj. kde volí jiného prodejce, či jinou značku s jinými modely.

O Podpis smlouvy

Závěrečný bod metodiky souvisí s podepsáním smlouvy. Typ smlouvy záleží na formě financování.

4.4 Komparativní analýza

Komparativní analýza jednotlivých informačních zdrojů o bezpečnosti automobilů sleduje silné a slabé stránky jednotlivých možných informačních zdrojů o bezpečnosti vozů včetně testování různých bezpečnostních prvků a jejich porovnání. Informační zdroje bude využívat klient, či mohou být využity při návrhu expertního systému a získaná data budou na základě metod vícekritériálního rozhodování analyzována.

Informace o bezpečnosti vozů dostupné na internetu	Informace o bezpečnosti vozů dostupné v tisku a v tištěné podobě	Další zdroje informací
<ul style="list-style-type: none">• Internetové časopisy například- auto.cz,• internetové stránky jednotlivých značek a jejich prodejců,• pořady na internetu- meziplýn atd.,• auto club ADAC,• Euro NCAP.	<ul style="list-style-type: none">• Rubriky v novinách,• motoristické časopisy- Svět motorů, Autotip atd.,• katalogy výrobců a prodejců.	<ul style="list-style-type: none">• TV pořady- Auto Moto Revue, Autosalon, Top Gear atd.,• osobní zkušenosti, zkušenosti kolegů, známých atd.,• besedy s odborníky,• konference o bezpečnosti.

Informace o bezpečnosti vozů dostupné pomocí internetu

Na internetu lze dohledat velké množství informací ohledně bezpečnosti automobilů z několika zdrojů. Těmi jsou například nezávislé internetové časopisy, které produkují velmi podobné a v některých internetových časopisech stejné články jako redakce, které vydávají články v tištěných časopisech. Tyto články většinou pracují se stejnými zdroji a publikují je v některých časopisech i stejní redaktoři a to z důvodu provázanosti vydavatelství a jednotlivých redakcí. Pro porovnání lze získat mnoho informací i z internetových časopisů vydávaných v zahraničních redakcích.

Dalším zdrojem pro získání informací o bezpečnosti jsou internetové stránky výrobců a prodejců dané značky, které již nejsou nezávislé, ale naopak vyzdvihují přednosti, protože fungují jako jeden z propagačních materiálů. Nicméně v materiálech vydávaných samotnými automobilkami nebo prodejci těchto značek většinou nejsou informace porovnatelné s konkurencí. Pokud propagovaná značka v nějakém testu dopadla lépe než většina konkurence, pak je tato skutečnost vyzdvihována. V propagačních materiálech samotných

výrobců většinou dochází k porovnání se dřívějším již zastaralým modelem a jsou zde vyzdvihovány přednosti modelu nového.

Další možností jak získat informace o bezpečnosti je sledování internetových pořadů o automobilech, ale tyto pořady jsou koncipovány jako zájmové pořady o problematice týkající se automobilů a tedy zde není hlavní pozornost věnována bezpečnosti.

Mezi nejvíce vypovídající zdroje informací a dat lze považovat informace publikované autokluby jako je například německý autoklub ADAC, který provádí sám nezávislé testy bezpečnostních prvků automobilů.

Nejkomplexnější informace o bezpečnosti automobilů na internetu lze získat od nezávislé společnosti Euro NCAP, která provádí řady testů bezpečnosti automobilů. Po vyhodnocení provedených testů hodnotí každý vůz dle své metodiky procentuálním ohodnocením v dané disciplíně a posléze tuto problematiku značně zjednodušuje udělováním hvězd. Popis viz výše. Z tohoto zdroje je možné čerpat při porovnávání vozů v dané třídě, protože zde existuje mnoho parametrů, které lze porovnávat.

Informace o bezpečnosti vozů dostupné v tisku a v tištěné podobě

V denním tisku lze získat v rubrikách věnovaných automobilům nebo nepravidelných rozšířených vydáních publikované výsledky testů, prováděných například společnostmi Euro NCAP, který používá jako zdroj dat například časopis dTEST nebo autoklub ADAC.

Dalším zdrojem informací v tištěné podobě jsou motoristické magazíny jako je např. AutoTIP, nepravidelně publikují výsledky baterie testu Euro NCAP, tyto výsledky však většinou nerozebírají podrobně, ale pouze zmiňují již zjednodušené udělené ohodnocení hvězdami. U tohoto zdroje dochází však k horší porovnatelnosti, ať už kvůli malému množství uvedených výsledků, a nebo kvůli nepravidelnosti uvádění těchto výsledků. Dalším tématem v těchto časopisech jsou změny legislativy a například uvedení nového zákona, který rozšiřuje povinnou bezpečnostní výbavu o nějaký prvek.

V katalozích výrobců je možné najít informace o bezpečnostních prvcích, ale podobně jako u internetových propagačních materiálů zde dochází k vyzdvihování bezpečnostních prvků, které v dané třídě vozů patří k nadstandardu. Dále zde nalezneme výsledky testu od nezávislých společností jako je Euro NCAP, které ovšem prodejce nebo automobilka ve svých propagačních materiálech uvádí pouze při vzniklé situaci, že je jejich vůz v testech

úspěšný minimálně jako konkurence, nebo úspěšnější. V opačném případě se snaží na fakt bezpečnosti příliš neupozorňovat.

Další zdroje informací

V TV pořadech o automobilech jako jsou například Auto Moto Revue, Autosalon, nebo zahraniční Top Gear se bezpečnosti věnují spíše, když je představován nějaký bezpečnostní prvek jako novinka na trhu, nebo pokud se prvek z vyšších tříd vozu dostávají do nižších tříd. Jako další informace o bezpečnostních prvcích se v těchto médiích uvádějí změny legislativy a nová nařízení daná zákonem (např. pokud je některý prvek bezpečnostní výbavy uveden jako povinný prvek výbavy všech nově vyrobených vozů, které jsou uváděny na trh v ČR či EU). Ale opět tyto informace nelze porovnávat, protože jsou pouze útržkovité a nedávají celkový přehled o bezpečnosti jako takové.

Mezi další zdroje získávání informací o bezpečnosti vozidel, mohou být různé konference, které pořádají samy automobilky, opět se ale většinou vztahují jen k určitému prvku, který je představován jako novinka na trhu, nebo k inovaci některého z bezpečnostních prvků. Dalším zdrojem informací mohou být i odborné konference, které ale nejsou zdarma přístupné pro jakéhokoliv zájemce o informace.

Někteří prodejci pořádají různé akce pro stálé zákazníky nebo pro zákazníky, které chtějí získat například na autosalónech, kde jsou pořádány různé besedy i na téma bezpečnosti, někdy v rámci takovýchto besed zazní i nějaká porovnávání, opět ale neukazují problematiku komplexně napříč celým trhem automobilů v ČR či EU.

Informace o bezpečnosti automobilů lze získat i od známých, kolegů, nebo od rodinných příslušníků, kteří mají zkušenost s užíváním některého typu automobilů, nebo i získali zkušenost při nehodě. Tento informační zdroj však nemusí být nestranný, jelikož jde většinou o subjektivní názor.

Informace o bezpečnosti vozů dostupné pomocí internetu

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">• Rychlá dostupnost,• možnost porovnání s konkurencí,• možnost dohledávání relevantních informací,• velký rozsah informačních zdrojů,• dostupnost názorů odborníků,• flexibilita,• možnost využívání informací z celého světa (Evropy).	<ul style="list-style-type: none">• Nutnost ověřování informací,• nepřehlednost pro nezainteresovaného člověka,• rychlé šíření milných informací virálním efektem,• nerelevantní informace z celého světa.

Silné stránky

Možnost velmi rychle získat velké množství informací z různých zdrojů. Získané informace lze do jisté míry porovnávat. Vždy je však nutné zjistit, jestli jsou zjištěné informace vůbec srovnatelné a jestli jsou zdroje informací relevantní. Dále lze získat mnoho porovnatelných relevantních dat od společností Euro NCAP či např. autoklubu ADAC. Další informace lze obdržet od odborníků zabývajících se problematikou bezpečnosti automobilové dopravy (např. novinářů).

Lze využívat aktuálních informací. Dále by bylo možné využívat například mobilních aplikací pro chytré telefony (které však zatím nejsou k dispozici). Lze využívat poznatků z celé Evropy, potažmo z celého světa (u této možnosti se musí brát v potaz velká rozdílnost norem mezi Evropským a ostatními trhy s vozy).

Slabé stránky

Informace nalezené na internetu mohou být často zavádějící, nebo dokonce chybné, proto je nutné ověřovat jejich relevantnost. Dále lze říci, že nelze nalézt informace týkající se bezpečnosti automobilů komplexně uspořádané na jednom místě, vhodné k porovnání. Jedna z mála společností, která informace o pasivní a nově i o aktivní bezpečnosti, nabízí je společnost Euro NCAP, ale i zde lze nalézt mnoho problémů při porovnávání jednotlivých vozů a to například rozdíly ve staré nebo nové metodice, nebo praktická nemožnost srovnání bezpečnosti automobilů napříč jednotlivými třídami.

Nevýhodou je rychlé šíření milných nebo zavádějících informací například pomocí sociálních sítí, kde se projevuje virální efekt. Možnost porovnávání vozů stejně se nazývajících automobilů vyráběných a prodávaných na různých kontinentech. Tyto automobily mohou vykazovat značné rozdíly, prakticky ve všech parametrech, tedy i bezpečnostních, a to z důvodu rozdílnosti norem, ale i marketingových strategií pro různé trhy.

Informace z tisku

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> •Jednodušší orientace v informacích, •možnost získávání informací od erudovaných odborníků, •vyfiltrované informace, •efektivní získání relativně erudovaných informací. 	<ul style="list-style-type: none"> •Menší dostupnost informací, •pomalejší přístup, •nedostupnost některých právě potřebných informací, •některé informace uváděné v těchto zdrojích jsou zavádějící nebo chybné , •malý počet vydavatelství v ČR, •některé informace mohou být ovlivňovány automobilkami, nebo prodejci, •někteří novináři se mohou nechat ovlivňovat mírou sympatií k jednotlivým značkám, •neodbornost některých zdrojů.

Silné stránky

Snazší orientace v informacích, a to z důvodu jejich vyfiltrování a vysvětlení odbornými novináři na danou problematiku. Efektivní získání relativně erudovaných informací.

Slabé stránky

Menší dostupnost a horší vyhledávání informací než v případě internetových zdrojů. Nedostupnost potřebných informací v aktuálních vydáních. V některých časopisech se objevují zavádějící, nepravdivé nebo chybné informace. Poměrně drahý zdroj informací. Možnost ovlivnění názorů novinářů automobilkami a samotnými prodejci. Novináři se mohou snažit ovlivňovat veřejné mínění svými názory, i když nemusejí být pravdivé, a to například projevováním sympatií k určité značce.

Další informační zdroje

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">• Velké množství informací z různých zdrojů,• velmi snadné utvoření si nadhledu nad problematikou,• možnost získání informací ověřených dlouholetou praxí a zkušenostmi .	<ul style="list-style-type: none">• Nepřehlednost informací,• získání neúplných informací,• informace mohou být neodborné,• nutnost ověřování získaných informací,• možnost získání zavádějících informací z důvodu neobjektivnosti zdrojů,• nutnost filtrování informací,• možnost získání zavádějících informací, z důvodu dynamicky se rozvíjejícího se trhu a pomalé reakce zdrojů informací.

Silné stránky

Snadno získané informace z různých zdrojů, mohou být i velmi kvalitní. Pokud je k dispozici odborný zdroj informací, lze se rychle zorientovat v dané problematice. Možnost získání velmi kvalitních informací od erudovaných zdrojů s dlouholetou zkušeností.

Slabé stránky

Vysoká nepřehlednost informací a získávání neúplných informací, které nemusejí být podloženy fakty. Proto je nutné si informace získané tímto směrem ověřovat a filtrovat. Možnost získání zavádějících informací z důvodu dynamicky se rozvíjejícího trhu a neaktuálních informovanosti zdroje.

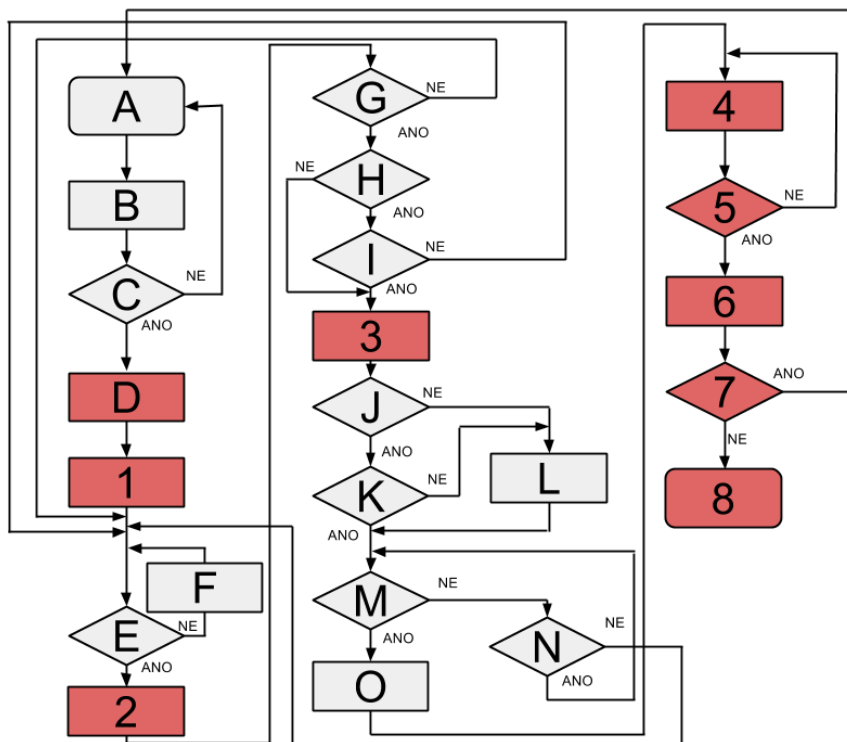
4.5 Návrh nové metodiky

Nově navržená metodika je opět zobrazena vývojovým diagramem v obrázku č. 27, přičemž do procesu výběru nového vozu a dalších vybraných bezpečnostních prvků je zahrnut matematický aparát ve formě metod vícekriteriálního rozhodování, též autor práce navrhuje užití expertního systému (Pozn. v práci autor zmiňuje pouze metody, které by mohly být v rámci systému naprogramované a informační zdroje o bezpečnostních prvcích automobilů, které může systém využívat. Samotné naprogramování systému včetně seznamu všech jeho funkcionalit je však nad rámec této diplomové práce).

Nová navržená metodika vyplývá z metodiky stávající, je však rozšířena o několik podstatných kroků. Využívá matematických modelů (modely vícekriteriálního rozhodování) pro exaktní stanovení preferencí kritérií klienta a nalezení vhodných modelů vozů, přičemž v souladu s tématem diplomové práce, je rozšiřujícím bodem v nové metodice i podrobné sledování kritéria "bezpečnost". Toto kritérium, jak uvádějí výsledky dotazníkového šetření, je ve stávající metodice často odsouváno ve své důležitosti za kritérium "cena" a sledováno pouze komplexně, např. počtem hvězd udělených organizací Euro NCAP, nikoliv však podrobně, např. dle úspěšnosti v různých typech nárazových testů či hodnocení aktivních prvků zajišťujících bezpečnost. Dále v návaznosti na kritérium "bezpečnost" je do nově navržené metodiky zapracováno i hodnocení (pomocí modelů vícekriteriálního hodnocení) vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů, tj. zimních pneumatik, které budou exaktně vybírány dle individuálních potřeb klientů. Dále je možné do metodiky zařadit do procesu výběru vozu i nezávislý expertní systém, který by sloužil k objektivizaci celého procesu a sumarizaci všech volně dostupných aktuálních dat. V neposlední řadě je nová metodika rozšířena i o ekonomický aspekt, tj. zohlednění celkových nákladů na pořízení a užívání vozu, tj. ceny vozu, kterou klient zaplatí při určitém druhu financování, nákladů za spotřebované palivo, nákladů na garanční prohlídky, opravu, pořízení pneumatik a dalších výdajů spojených s užíváním vozu.

Do obecného postupu, který byl podrobně popsán výše ve stávající metodice pomocí patnácti kroků, je včleněno 8 nových kroků (1 až 8) a jeden vylepšen (D), které jsou červeně znázorněny ve schématu na obrázku č. 27.

Obrázek 27: Schéma navržené metodiky koupě nového vozu



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

D Stanovení relevantních kritérií

Tento bod již obsahovala stávající metodika, jen kritéria byla zákazníkem stanovena velmi intuitivně. Nová metodika předpokládá, že klient vyplní příslušný webový formulář, na základě jehož výsledků expert či možný expertní systém stanoví, respektive vygeneruje klientovi relevantní kritéria.

1 Stanovení preferencí kritérií

V bodě 1, který navazuje na nově upravený bod D, je třeba určit váhy stanovených či vygenerovaných kritérií. Klient ohodnotí ve webovém prostředí příslušná kritéria pomocí škál a expertní systém jeho odpovědi přehodnotí pomocí Saatyho matice, kde je nutné zajistit, aby hodnota byla pod danou hranicí 0,1 (Šubrt a kol. 2011).

2 Nalezení kompromisního řešení konkrétního modelů vozů dle sledovaných kritérií

Bod 2 navazuje na bod E ze stávající metodiky. V bodě 2 klient sdělí expertovi či vyplní do expertního systému konkrétní modely, které si vybral v bodě E. Expert či expertní systém

přiřadí pro tyto konkrétní modely data ze své permanentně aktualizované databáze a na základě kritérií a jejich vah z bodu 1 určí kompromisní řešení metodou váženého součtu. Výpočet metodou váženého součtu probíhá na pozadí systému. Klientovi jsou předloženy výsledky formou pořadí jednotlivých variant vozů z hlediska jejich hodnoty funkce užitku.

3 Nalezení kompromisního řešení modelů zimních pneumatik dle sledovaných kritérií

Bod 3 zahrnuje zhodnocení bezpečnostních prvků - tj. zimních pneumatik. Na základě dat o klientovi z upraveného bodu D, jsou vygenerována relevantní kritéria (dle klientových preferencí) pro výběr zimních pneumatik, dále je třeba určit váhy vygenerovaných kritérií. Klient ohodnotí ve webovém prostředí příslušná kritéria pro zimní pneumatiky pomocí škál a expertní systém jeho odpovědi přehodnotí pomocí Saatyho metody. Expert či expertní systém sleduje hodnotu indexu konzistence a udržuje ji pod danou hranicí 0,1. (Šubrt a kol. 2011). Dále klient společně s expertem stanoví či vyplní do systému několik variant pneumatik, o kterých uvažuje a expertní systém přiřadí pro tyto konkrétní modely pneumatik data z databáze, a na základě kritérií a jejich vah určí kompromisní řešení metodou AHP. Klientovi jsou předloženy výsledky formou pořadí jednotlivých variant pneumatik z hlediska jejich vážené hodnoty.

4 Sběr dat o provozních nákladech

Bod 4 navazuje na poslední bod O stávající metodiky. Nová metodika vychází z předpokladu, že koupí vozu, resp. podpisem smlouvy proces nekončí a je třeba sbírat data o provozních nákladech automobilu. Sběr dat lze provádět pomocí webové či mobilní aplikace, které jsou v dnešní době volně dostupné, a které umožňují dělat přehledy, zobrazovat analýzy apod.

5 Uplynul počet let, na která auto bylo pořízeno?

Pokud uplynul počet let, na která bylo auto pořízeno, tak se přechází k bodu 6, pokud nikoliv, tak se vracíme k bodu 4 a neustále sbíráme informace o provozních nákladech.

6 Ekonomické zhodnocení nákladů

Bod 6 nám poskytne kompletní informace o struktuře nákladů spojených s užíváním vozu. Tento bod se skládá z kalkulačního vzorce.

Do celkových nákladů se započítávají následující položky:

- Celková cena uhrazena po splacení cizího financování [Kč] se přičítá,
- odhadovaná cena dle eurotaxu (EurotaxGLASS'S, 2015) po m letech a po x km [Kč] se odečítá,
- cena za služby celkem za m roky [Kč] se přičítá,
- celková cena za kola a pneumatiky (pneumatiky + disky + výměna) [Kč] se přičítá,
- celková cena všech garančních prohlídek/y km + výměna brzdových destiček (pozn. poslední garanční servis ve x km zákazník již nebude hradit) [Kč] se přičítá,
- cena nafty na ujetí x km [Kč] se přičítá.

7 Má zákazník v plánu kupovat nový vůz?

V případě, že má zákazník v plánu kupovat nový vůz, je možné využít informace z bodu 6, jako zpětnou vazbu, která ovlivní celý nový postup při vybírání vozu, tj. např. jasnější představa klienta při stanovení preferencí jednotlivých kritérií nebo zrychlení jednotlivých fází, stanovení preference značky a další. Pokud zákazník již nemá v plánu kupovat nový vůz, je proces ukončen bodem 8.

8 Ukončení procesu

4.6 Případová studie

Poslední část praktické části práce se skládá z případové studie, rozdělené do dvou částí. První část případové studie ukazuje, jak by daný klient vybíral vůz podle stávající metodiky a jakým způsobem by vnímal kritérium bezpečnost. Druhá část ukazuje, jak by totožný klient postupoval dle nově navržené metodiky, jak vnímá kritérium bezpečnosti, dále jak by vybral pneumatiky, jako důležitý prvek bezpečnosti. Závěr případové studie porovnává jednotlivé metodiky, jejich klady a zápory, přičemž se zaměřuje zejména na relevantnost kritéria bezpečnost a vhodnost výběru zimních pneumatik, jako důležitého prvku bezpečnosti.

4.6.1 Charakteristika klienta

Klient se účastnil výše zmíněného dotazníkového šetření a dále byl ochoten poskytnout i další dodatečné informace nad rámec zmíněného šetření pro účely případové studie.

Dotazovaný klient, manažer IT oddělení zahraniční firmy, je muž ve věku 37 let. Žije se svou rodinou v Rakovníku, tj. manželkou a dvěma malými dětmi ve věku 1,5 roku a 3 roky. Klient potřebuje rodinný automobil, nejlépe karoserie kombi. Dle představ klienta by cena pořizovaného automobilu neměla přesáhnout hodnotu 530 000 Kč. Dalším požadavkem klienta je, aby automobil byl nižší střední třídy. Klient preferuje nízké náklady na kilometr, a to z důvodu poměrně vysokého nájezdu kilometrů za rok, který dosahuje přibližně 40 000 km ročně. Nechce automobil s motorem spalujícím CNG ani jiné alternativní palivo, a to z důvodu požadavku dobré dostupnosti daného paliva, proto preferuje turbodieslový motor. Vůz chce kupovat na 3 roky, tedy počítá s tím, že při užívání vozu, podrobně popsaném v následujícím odstavci, bude mít vůz najeto přibližně 120 000 km.

Klient i jeho žena denně dojíždí do Prahy do zaměstnání a zpět, tj. celkem 120 km/den, a tedy během pracovního týdnu tráví ve voze přibližně 2,5 hodiny. Zároveň po celou dobu jízdy s rodiči jezdí i obě malé děti, pro které je zajištěno v Praze hlídání. Vzhledem k tomu, že velká část trasy vede přes rychlostní silnici R6, je pro klienta velmi důležitá bezpečnost vozu a ochrana jeho dětí přepravovaných v autosedačkách. O víkendy tráví klient s rodinou ve voze v průměru 2 hodiny. Celkem klient najede v průměru 40 000 km/rok, tj. suma cest do práce a zpět, cestování o víkendech, prázdninách a jiné drobné pojezd'ky.

4.6.2 První část případové studie: Výběr vozu dle stávající metodiky

A Situační analýza

Jako první si klient vyhledal dostupné informace na o nabízených automobilech na internetu. Tyto informace hledal na stránkách výrobců automobilu. V tomto bodě se klient zabýval širokým spektrem vozů i napříč třídami. Nekladl zde ještě takový důraz na cenu, spíše se orientoval na trhu a zabýval se i variantami, které pro něj nejsou reálné.

B Přehledová analýza

V tomto bodě si klient zjišťoval cenové hladiny vozů, které ho zaujali v předchozím kroku nebo byl ovlivněn reklamou v televizi či působením jiných mediích. Jako zdroj informací mu sloužili internetové stránky výrobců, katalogy dostupné na stránkách výrobců k jednotlivým modelům a prováděl velmi hrubý výběr hodnot do konfigurátorů jednotlivých značek, a to z důvodu rychlejší orientace v cenových hladinách.

C Má klient již konkretizované požadavky na vůz?

V tomto bodě se již klient zaměřoval více na konkrétní požadavky, které na vůz měl. Tyto požadavky se již týkaly i technických parametrů vozu, kterými byly například velikost vozu a jeho prostornost, výkonové parametry dodávaných motorů, možnosti pohonu (tj. benzín, nafta a jejich alternativy) atd. Když si klient ujasnil tyto požadavky, tak přistoupil k bodu D.

D Má klient stanovena relevantní kritéria?

Tento bod úzce souvisí s předchozím bodem, kde klient stanovil požadavky, které na vůz má. V tomto bodě přecházel k jejich transformaci do relevantních kritérií a přiřadil jim aspirační úroveň, ve kterých pracoval s jejich povahou. Stanovil si cenový strop 530 000 Kč, přes který se nechce za žádné situace dostat, toto kritérium bylo tedy minimalizační povahy. Dalším kritériem byla bezpečnost, kde klient pracoval s informací, že nejbezpečnější vozy mají v testech Euro NCAP uděleno pět hvězd. Jelikož má klient dvě malé děti, přiřadil tomuto kritériu nejvyšší váhu. O vůz s menším počtem hvězd než je pět, z výše zmíněných testů Euro NCAP, by již neměl zájem. Toto kritérium je tedy maximalizační povahy. Dalším kritérii byly maximální výkon motoru a jeho kroutící moment, které jsou ovlivněny tím, že preferoval turbodieselový motor. Jeho výkonnostní parametry mají tedy povahu maximalizačního kritéria a jsou stanoveny do úrovně pro výkon do 100 kW a pro kroutící moment v rozmezí 250 - 320 Nm . Dalším kritériem byla kombinovaná spotřeba paliva, jejíž

hodnota je udávána výrobcem, kdy klient počítá s reálnou odchylkou cca 1 l/100 km této hodnoty. Toto kritérium má povahu minimalizační a aspirační úroveň je 4,8 l/100 km. Posledním kritériem, kterému klient stanovil aspirační úroveň, byl objem zavazadlového prostoru. Jeho aspirační úroveň byla 451 - 600 litrů, jeho povaha byla maximalizační. Po stanovení těchto kritérií, klient přešel k dalšímu bodu metodiky. Hodnoty aspiračních úrovní jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Přehled aspiračních úrovní

Kritéria	Aspirační úroveň	Povaha kritérií
Cena [Kč]	530 000	min.
Bezpečnost - hodnocení EuroNCAP [*]	5	max.
Maximální výkon [kW]	61 - 100	max.
Kroutící moment moment [Nm]	250 - 320	max.
Kombinovaná spotřeba udávaná výrobcí [l/100km]	maximálně 4,8	min.
Objem zavazadlového prostoru [l]	451 - 650	max.

zdroj: nejmenovaný klient, zpracování vlastní

E Má klient již stanovené značky modely a případné prodejce?

V tomto bodě si klient vybral s ohledem na předchozí kroky tyto modely, které zobrazuje tabulka č. 6.

Tabulka 6: Vybrané modely

	Počet hvězd získaných v nárazových testech	Cena [Kč]	Max. výkon [kW]	Max. kroutící moment [Nm]	Spotřeba [l/100km]	Objem z.p. [l]
Ford Focus kombi 1,6 Duratoq TDCi	5 hvězd	458 990	85	270	4,5	490
Škoda Octavia Combi 1,6 TDI Ambition	5 hvězd	523 000	77	250	4,2	590
Hyundai i 30 kombi 1,6 CRDi Triolor	5 hvězd	429 990	81	280	4	528
Seat Leon ST 1,6 TDI kombi Reference	5 hvězd	459 000	77	250	4,1	587
Toyota Auris Touring Sports 2,0 D-4D DPF Active	5 hvězd	494 900	91	310	4,4	530
VW Golf Variant 1,6TDI BMT Comfortline	5 hvězd	526 900	81	250	3,3	605
Peugot 308 SW 1,6 HDI Active	5 hvězd	506 000	85	270	4	610

zdroj: Auto.cz (2015)

G Je zákazník spokojen s vystavovanými vozy dle vybraných značek modelů?

V tomto bodě se klient šel podívat na jím vybrané vozy v předchozím kroku, ale již předem vyřadil některé vozy, a to z důvodu špatné dostupnosti prodejců či nespokojenosti s desingnem těchto vozů. Zákazník vyřadil *VW Golf Variant*, *Seat Leon ST*, *Toyotu Auris Touring Sports*.

H Přeje si zákazník vyzkoušet vůz v předváděcí jízdě?

Zákazník přistoupil k předváděcí jízdě u těchto vozů:

- *Škoda Octavia Combi*,
- *Ford Focus kombi*,
- *Hyundai i30 kombi*,
- *Peugeot 308 SW*.

I Je zákazník spokojen s předváděcí jízdou?

Po předváděcí jízdě klient vyřadil vůz *Škoda Octavia Combi*. Tento vůz klientovi nevyhovoval z hlediska jízdních vlastností. Působil na klienta příliš sportovně. A to i z důvodu, že prodejce měl k dispozici pouze silnější variantu tohoto vozu. Dalším důvodem proč tento vůz nezvolil do užšího výběru, byla strohost jeho interiéru. *Peugeot 308 SW* na klienta také nezapůsobil dobře, zejména ergonomií interiéru, proto o něm klient přestal uvažovat. U vozů *Hyundai i30 kombi* a *Ford Focus kombi* byl zákazník spokojen s předváděcí jízdou. U těchto dvou vozů zákazník přecházel k dalšímu bodu metodiky J. O ostatních vozech již neuvažoval.

J Má zákazník dostatečné množství hotovosti na koupi vozu?

Zákazník neměl dostatečnou hotovost a věděl, že bude muset zvolit jinou, tj. cizí formu financování.

L Volba cizí formy financování

V tomto bodě již byl zákazník rozhodnut, že si jeden z těchto vozů koupí, ale rozhodl se vyslechnout si nabídky prodejců na cizí formu financování. Navštívil tedy prodejce Ford, kde mu byl nabídnut úvěr, popsáný v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Parametry úvěru (Ford)

Ford Focus kombi 1,6 Duratoq TDCi	
Finanční produkt	Úvěr od Ford Credit
Záloha	150 000 Kč
Doba v měsících	36
Cena vozu včetně DPH	458 990 Kč
Výše úvěru	308 990 Kč
Poplatek za zpracování smlouvy	4 635 Kč
Výpůjční úroková sazba	0,0771
RPSN	0,1524
Měsíční splátka úvěru	9 641 Kč
Měsíční splátka úvěru včetně pojištění	10 953 Kč
Celková částka úvěru splatná spotřebitelem	398 943 Kč

zdroj: Ford.cz (2015)

M Je zákazník spokojen s celkovou nabídkou tj. s formami financování, cenou vozu a případnými bonusy nabízenými ze strany prodejce?

Nabídka v tabulce č. 7 klienta zaujala i proto, že se domníval, že bude muset zvolit leasing. Úvěr se mu však zamlouval více, protože v rámci úvěrové smlouvy se po jejím podpisu stane majitelem vozu on, a ne poskytovatel finančního produktu. Avšak klient se ještě zmínil prodejci, že by si ještě rád vyslechl nabídku prodejce Hyundai. Prodejce Fordu mu však v zápětí nabídl sadu zimních kol s pneumatikami *Michelin Alpin A4 195/65 R15* v hodnotě cca 20 000 Kč. A dalšími slovními argumenty ho přesvědčil, aby tuto nabídku přijal.

N Chce zákazník smlouvat o nabídce?

Klient již dále o nabídce nesmlouval.

O Podpis smlouvy

Klient podepsal úvěrovou smlouvu a vůz si odvezl.

4.6.3 Druhá část případové studie: Výběr vozu dle nové metodiky

A Situační analýza

Jako první si klient vyhledal dostupné informace na o nabízených automobilech na internetu. Tyto informace hledal na stránkách výrobců automobilů. V tomto bodě se klient zabýval širokým spektrem vozů i napříč třídami. Nekladl zde ještě takový důraz na cenu, spíše se orientoval na trhu a zabýval se i nereálnými variantami.

B Přehledová analýza

V tomto bodě si klient zjišťoval cenové hladiny vozů, které ho zaujaly v předchozím kroku nebo byl ovlivněn reklamou v televizi či jiných médiích. Jako zdroj informací mu sloužily internetové stránky výrobců, katalogy dostupné na stránkách výrobců k jednotlivým modelům a prováděl odhad hodnot cent pomocí konfigurátorů jednotlivých značek, a to z důvodu rychlejší orientace v cenových hladinách.

C Má klient již konkretizované požadavky na vůz?

V tomto bodě se již klient zaměřoval více na konkrétní požadavky, které na vůz měl. Tyto požadavky se již týkaly i technických parametrů vozu, kterými byly například velikost vozu a jeho prostornost, výkonové parametry dodávaných motorů, možnosti pohonu (tj. benzín, nafta a jejich alternativy) atd. Když si klient ujasnil tyto požadavky, tak přistoupil k bodu D.

D Stanovení relevantních kritérií

Tento bod je oproti původní metodice inovován o nový přístup ke stanovování kritérií. Ty jsou pro klienta generována expertním systémem na základě vyplněného formuláře. Tedy klient vyplní formulář, dle kterého mu jsou stanovena jednotlivá kritéria. Poté, co má klient stanovena kritéria, přechází do bodu 1.

Pro praktickou ukázkou byla reálnému klientovi stanovena kritéria na základě rozhovoru takto: Bezpečnost (v nové metodice se již neuvažuje pouze počet hvězd, ale hlavně se zde jedná o jednotlivé kategorie, pro které jsou testy Euro NCAP prováděny, tedy: **cestující dospělí** [%], **cestující děti** [%], **chodci** [%] a jako poslední jsou hodnoceny **asistenční systémy** [%] (konkrétní metodika stanovování testů Euro NCAP a hodnocení asistenčních systémů je uvedena v rešeršní části práce, v kapitolách č. 3.1 a 3.2). Další hodnocená kritéria byla: **objem zavazadlového prostoru** [l], **výkon** [kW], **kroučící moment** [Nm], tj. kritéria, která

jsou maximalizační povahy. Další dvě kritéria jsou svou povahou minimalizační, jedná se o kritéria **cena** [Kč] a **spotřeba paliva** [l/100 km].

Pro klienta byla výše zmiňovaná kritéria stanovena mimo jiné i z důvodu, že chce ve voze přepravovat rodinu, která se skládá ze dvou malých dětí (1,5 roku a 3 roky) a manželky, které denně přepravuje několik desítek kilometrů. Další kritéria byla odvozena dle potřeb klienta na základě rozhovoru.

1 Stanovení preferencí kritérií

Bod číslo 1 spočívá ve stanovení preferencí kritérií, které byly vybrány v předchozím bodě. Klient se zaměřuje hlavně na bezpečnost, kvůli své rodině, se kterou tráví ve voze hodně času. Preference jsou zadávány dle klientových potřeb, a to pomocí Likertových škál, které budou zakomponovány do webových dotazníků expertního systému či dotazníku experta. Tyto škály dále poslouží pro vstupní data do Saatyho matice, napomáhají stanovit váhy jednotlivých kritérií. Do procesu bude zakomponována i kontrola konzistentnosti matic. V tabulce č. 8 je uvedena Saatyho matice, která stanovuje váhy kritérií pro výše uvedeného klienta. Index konzistence je roven 0,0557. Dále byly stanoveny váhy dílčích kritérií v rámci komplexního kritéria bezpečnost, zobrazené v tabulce č. 9. Index konzistence Saatyho matice v tabulce č. 9 je 0,0292. Klient po zjištění vah, přechází do bodu E.

Tabulka 8: Saatyho matice - stanovující váhy kritérií

	Cena	Objem z.p.	Bezpečnost	Výkon	Kroutící moment	Spotřeba	G. průměr	Váha
Cena	1	7	0,333	5	3	2	2,030	0,228
Objem z.p.	0,143	1	0,111	0,333	0,200	0,167	0,237	0,027
Bezpečnost	3	9	1	7	5	4	3,947	0,443
Výkon	0,200	3	0,143	1	0,500	0,250	0,470	0,053
Kroutící moment	0,333	5	0,200	2	1	0,333	0,778	0,087
Spotřeba	0,500	6	0,250	4	3	1	1,442	0,162
						Celkem	8,904	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka 9: Saatyho matice - váhy dílčích kritérií pro kritérium bezpečnost

	Cestující dospělí	Cestující děti	Chodci	Asistenční systémy	G. průměr	Váha	
Cestující dospělí	1	0,333	5	3	1,495	0,245	
Cestující děti	3	1	9	7	3,708	0,607	
Chodci	0,200	0,111	1	0,333	0,293	0,048	
Asistenční systémy	0,333	0,143	3	1	0,615	0,101	
					Celkem	6,111	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

E Má klient již stanovené značky modely a případné prodejce?

V tomto bodě si klient vybral s ohledem na předchozí kroky modely zobrazené v tabulce č. 10.

Tabulka 10: Vybrané modely

	Počet hvězd získaných v nárazových testech	Cena [Kč]	Max. výkon [kW]	Max. kroutící moment [Nm]	Spotřeba [l/100km]	Objem z.p. [l]
Ford Focus kombi 1,6 Duratoq TDCi	5 hvězd	458 990	85	270	4,5	490
Škoda Octavia Combi 1,6 TDI Ambition	5 hvězd	523 000	77	250	4,2	590
Hyundai i 30 kombi 1,6 CRDi Triolor	5 hvězd	429 990	81	280	4	528
Seat Leon ST 1,6 TDI kombi Reference	5 hvězd	459 000	77	250	4,1	587
Toyota Auris Touring Sports 2,0 D-4D DPF Active	5 hvězd	494 900	91	310	4,4	530
VW Golf Variant 1,6TDI BMT Comfortline	5 hvězd	526 900	81	250	3,3	605
Peugeot 308 SW 1,6 HDI Active	5 hvězd	506 000	85	270	4	610

zdroj: Auto.cz (2015), zpracování vlastní

F Nalezení kompromisního řešení konkrétního modelu vozů dle sledovaných kritérií

Bod 2 navazuje na bod E. V bodě 2 klient vyplnil do expertního systému konkrétní modely, viz tabulka č. 10, které si vybral v bodě E. V tomto bodě jsou přiřazena data z aktualizované databáze. Výběr vozu je určen dle metody váženého součtu.

Následující tabulka č. 11 zobrazuje podkladové údaje kritériální matice pro výpočet užítka jednotlivých alternativ metodou váženého součtu. Zároveň v této tabulce je již komplexní kritérium bezpečnost, skládající se ze čtyř dílčích kritérií (**cestující dospělí, cestující děti, chodci a asistenční systémy**) zobrazeno s příslušnými váhami vyjádřenými jako poměry stanovené v Saatyho matici v tabulce č. 9 z celkové váhy přiřazené bezpečnosti zobrazené v tabulce č. 8. Ze sedmi nabízených variant není ani jedna dominována podle stavů okolností, proto pro výpočet metody váženého součtu lze brát v potaz všechny tyto varianty.

Tabulka 11: Kriteriaální matice pro vybrané vozy

	Cena [Kč]	Objem z.p. [l]	Bezpečnost				Výkon [kW]	Krutící moment [Nm]	Spotřeba [l]	
			Cestující dospělí [%]	Cestující děti [%]	Chodci [%]	Asistenční systémy [%]				
Ford Focus kombi 1,6 Duratoq TDCi	458 990	490	92	82	72	71	85	270	4,5	
Škoda Octavia Combi 1,6 TDI Ambition	523 000	590	93	86	66	66	77	250	4,2	
Hyundai i 30 kombi 1,6 CRDi Triolor	429 990	528	90	90	67	86	81	280	4	
Seat Leon ST 1,6 TDI kombi Reference	459 000	587	94	92	70	71	77	250	4,1	
Toyota Auris Touring Sports 2,0 D-4D DPF Active	494 900	530	92	84	68	66	91	310	4,4	
VW Golf Variant 1,6 TDI BMT Comfortline	526 900	605	94	89	65	71	81	250	3,3	
Peugot 308 SW 1,6 HDI Active	506 000	610	92	79	64	81	85	270	4	
Váhy	0,228	0,027	0,108	0,269	0,021	0,045	0,053	0,087	0,162	
			0,443							

zdroj: *Auto.cz (2015), zpracování vlastní*

Následující tabulka č. 12 zobrazuje hodnoty ideální a bazální varianty pro všechna sledovaná kritéria v metodě váženého součtu. Žádná z nabízených alternativ nedosahuje hypotetických hodnot ideální a bazální varianty.

Tabulka 12: Ideální a bazální varianta pro vybrané vozy

	Cena [Kč]	Objem z.p. [l]	Cestující dospělí [%]	Cestující děti [%]	Chodci [%]	Asistenční systémy [%]	Výkon [kW]	Krutící moment [Nm]	Spotřeba [l]
H - ideální varianta	429 990	610	94	92	72	86	91	310	3,3
D - bazální varianta	526 900	490	90	79	64	66	77	250	4,5

zdroj: *Auto.cz (2015), zpracování vlastní*

Tabulka č. 13 zobrazuje přepočtenou standardizovanou kriteriaální matici, váhy kritérií a hodnotu funkce užítku, dle které je určeno pořadí jednotlivých alternativ, tj. alternativy jsou seřazeny sestupně dle hodnoty funkce užítku. Kompromisním řešením je tedy varianta *Hyundai i30 1,6 CRDi Triolor*, která má nejvyšší hodnotu funkce užítku (0,643). Naopak nejnižší hodnotu funkce užítku (0,290) má varianta *Peugeot 308 1,6 HDI Active*.

Tabulka 13: Standardizovaná kriteriaální matice a vypočtený užitek - pneumatiky

	Cena [Kč]	Objem z.p. [l]	Cestující dospělí [%]	Cestující děti [%]	Chodci [%]	Asistenční systémy [%]	Výkon [kW]	Krutící moment [Nm]	Spotřeba [l]	Užitek [-]	Pořadí
Ford Focus kombi 1,6 Duratoq TDCi	0,701	0,000	0,500	0,231	1,000	0,250	0,571	0,333	0,000	0,368	5
Škoda Octavia Combi 1,6 TDI Ambition	0,040	0,833	0,750	0,538	0,250	0,000	0,000	0,000	0,250	0,303	6
Hyundai i 30 kombi 1,6 CRDi Triolor	1,000	0,317	0,000	0,846	0,375	1,000	0,286	0,500	0,417	0,643	1
Seat Leon ST 1,6 TDI kombi Reference	0,701	0,808	1,000	1,000	0,750	0,250	0,000	0,000	0,333	0,640	2
Toyota Auris Touring Sports 2,0 D-4D DPF Active	0,330	0,333	0,500	0,385	0,500	0,000	1,000	1,000	0,083	0,406	4
VW Golf Variant 1,6 TDI BMT Comfortline	0,000	0,958	1,000	0,769	0,125	0,250	0,286	0,000	1,000	0,532	3
Peugot 308 SW 1,6 HDI Active	0,216	1,000	0,500	0,000	0,000	0,750	0,571	0,333	0,417	0,290	7
Váhy	0,228	0,027	0,108	0,269	0,021	0,045	0,053	0,087	0,162		

zdroj: *vlastní, zpracování vlastní*

Dle výsledků uvedených v tabulce č. 13 je zřejmé, že při použití matematického aparátu (metody váženého součtu) pro vícekritéria rozhodování dle individuálně stanovených preferencí jednotlivých kritérií klientem, by si klient měl vybrat vůz

Hyundai i30 1,6 CRDi Trikolor (vůz s nejvyšší propočtenou hodnotou užítku), případně *Seat Leon ST 1,6 TDI kombi Reference* (vůz s druhou nejvyšší propočtenou hodnotou užítku).

G Je zákazník spokojen s vystavovanými vozy dle vybraných značek modelů?

Na základě doporučení experta, který zohledňuje preference klienta, se klient rozhodl navštívit prodejce vozů *VW Golf Variant*, *Seat Leon ST* a *Hyundai i30 kombi* (o varianty vozů, které dopadly na 4 - 6. místě v předchozím kroku, již nejeví zájem). U všech třech prohlédnutých vozů, byl s vystavenými vozy spokojen a požádal o zkušební jízdu.

H Přeje si zákazník vyzkoušet vůz v předváděcí jízdě?

Zákazník přistoupil k předváděcí jízdě u těchto vozů:

- *Hyundai i30 kombi*,
- *Seat Leon ST*,
- *VW Golf Variant*.

I Je zákazník spokojen s předváděcí jízdou?

Po předváděcí jízdě klient vyřadil vůz *VW Golf Variant*. Tento vůz klientovi nevyhovoval z hlediska jeho vyšší ceny. U vozů *Hyundai i30 kombi* a *Seat Leon ST* byl zákazník spokojen s předváděcí jízdou úplně stejně. A rozhodl se tedy na základě doporučení experta zvolit Hyundai, pro který si v následujícím bodě 3 vybere zimní pneumatiky.

3 Výběr pneumatik jako prvků ovlivňující bezpečnost

Metoda analytického hierarchického procesu (metoda AHP) bude využita pro výběr vhodné alternativy zimních pneumatik. Na základě charakteristiky klienta a typu jeho jízd, které klient uvedl do webového kalkulátoru, bylo expertem vybráno pět relevantních kritérií pro vlastnosti pneumatik a následně byly stanoveny jejich váhy pomocí Saatyho metody.

Klient denně dojíždí 80 km po rychlostní silnici R6 do zaměstnání a zpět a zbytek cesty jede po městě a po silnici první třídy. Tato cesta tvoří největší podíl na ujetých celkových kilometrech za rok (cca 70 %).

Pro daného klienta byly pomocí Saatyho metody (matice, viz tabulka č. 14) stanoveny váhy k předem vybraným pěti kritériím, tj. aquaplaning, brzdění na vodě, brzdění na sněhu, brzdění na suchu a ovladatelnost na mokru. Seznam kritérií, jejich povaha a konkretizace jsou následující:

- **Brzdění sních** (brzdná dráha na sněhu při zastavení z 50 km/h [m]) je kritérium minimalizační,
- **brzdění voda** (brzdná dráha na vodě při zastavení z 80km/h [m]) je kritérium minimalizační,
- **brzdění sucho** (brzdná dráha na suchu při zastavení ze 100 km/h [m]) je kritérium minimalizační,
- **aquaplaning** (rychlost při ztrátě adheze na vodě [km/h]) je kritérium maximalizační,
- **ovladatelnost mokro** (průměrná rychlost [km/h]) je kritérium maximalizační.

Tabulka 14: Pneumatiky - váhy posuzovaných kritérií

	Brzdění sních	Brzdění voda	Brzdění sucho	Aquaplaning	Ovladatelnost mokro	G. průměr	Váha
Brzdění sních	1	0,333	2	0,167	4	0,850	0,114
Brzdění voda	3	1	4	0,333	5	1,821	0,243
Brzdění sucho	0,500	0,250	1	0,143	2	0,514	0,069
Aquaplaning	6	3	7	1	8	3,987	0,533
Ovladatelnost mokro	0,250	0,200	0,500	0,125	1	0,315	0,042
					Celkem	7,487	1

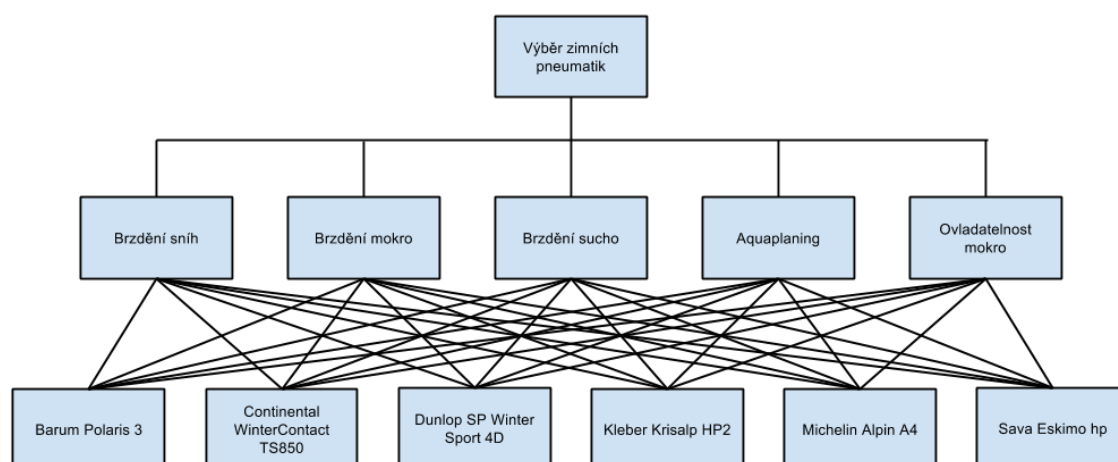
zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Dle tabulky č. 14 má největší podíl kritérium Aquaplaning (váha 0,533) a to z důvodu, že silnice v České republice jsou v zimě nejčastěji mokré a na rychlostních silnicích je povolena vysoká maximální rychlost 130 km/h. Tyto dva aspekty nejvíce ovlivňují příčinu vzniku a aquaplaningu. Dalším kritériem je Brzdění voda (s váhou 0,243), a to opět z důvodu velkého podílu srážek na našem území v zimním období. Kritérium Brzdění sních má váhu 0,114, a to z důvodu, že klient jezdí do práce časně ráno. Když napadne sníh, tak většinou ještě není chemicky upravena vozovka. Kritérium Brzdění sucho má váhu 0,069, a to z důvodu velmi malého podílu zimních dnů, kdy je silnice suchá. Přestože klient upřednostňuje velmi klidný jízdní styl, bylo vybráno i kritérium Ovladatelnost mokro, a to z důvodu velkých srážek v zimním období, toto kritérium má ze všech vah nejnižší váhu 0,042. Index konzistence pro tuto matici je 0,039.

Následně pak klientovi bude vybrána vhodná alternativa z 6 nabízených značek pneumatik, které jsou dle Auto tipu (2013) uváděny jako nejprodávanější zimní pneumatiky na trhu v České republice tj. *Barum Polaris 3, Continental WinterContact TS850, Dunlop SP Winter Sport 4D, Kleber Krisalp HP2, Michelin Alpin A4 a Sava Eskimo hp.*

Strukturu analytického hierarchického procesu pro sledovaného klienta znázorňuje obrázek č. 28.

Obrázek 28: Struktura analytického hierarchického procesu



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka č. 15 zobrazuje kritériální matici pro sedm variant pneumatik dle pěti sledovaných kritérií.

Tabulka 15: Kritériální matice pro výběr pneumatik

Zimní pneumatiky 195/65 R 15 rok 2013	Brzdná dráha na sněhu při zastavení z 50 km/h [m]	Rychlost při státní adheze na vodě [km/h]	Ovladatelnost na mokru - průměrná rychlost [km/h]	Brzdná dráha na vodě při zastavení z 80km/h [m]	Brzdná dráha na suchu při zastavení ze 100 km/h [m]
Barum Polaris 3	32,3	78,5	71,6	45,7	44,8
Continental WinterContact TS850	32,1	86	72,3	42,9	43,6
Dunlop SP Winter Sport 4D	31,9	84,6	72,4	46,4	45,8
Kleber Krisalp HP2	32,6	78,3	70,6	45,9	46,3
Michelin Alpin A4	32,7	79,6	71,8	45,9	44,9
Sava Eskimo hp	31,9	84,2	70	47,4	44,6
Povaha kritéria	min.	max.	max.	min.	min.

zdroj: Auto tip (2013), zpracování vlastní

Následujících 5 tabulek, tj. tabulka č. 16 až tabulka č. 20 zobrazují jednotlivé Saatyho matice pro porovnání jednotlivých alternativ v rámci výše zmíněných kritérií.

Tabulka 16: Brzdná dráha na sněhu při zastavení z 50 km/h [m]

Brzdná dráha na sněhu při zastavení z 50 km/h [m]	Barum Polaris 3	Continental WinterContact TS850	Dunlop SP Winter Sport 4D	Kleber Krisalp HP2	Michelin Alpin A4	Sava Eskimo hp	G. průměr	Váha
Barum Polaris 3	1	0,500	0,200	2	4	0,200	0,737	0,081
Continental WinterContact TS850	2	1	0,333	6	7	0,333	1,451	0,160
Dunlop SP Winter Sport 4D	5	3	1	7	9	1	3,133	0,345
Kleber Krisalp HP2	0,500	0,167	0,143	1	2	0,143	0,388	0,043
Michelin Alpin A4	0,250	0,143	0,111	0,500	1	0,111	0,246	0,027
Sava Eskimo hp	5	3	1	7	9	1	3,133	0,345
						Celkem	9,087	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka č. 16 zobrazuje porovnání alternativ dle kritéria Brzdění sněh, z tabulky je patrné, že nejvyšší váhu mají alternativy *Dunlop SP Winter Sport 4D* a *Sava Eskimo hp*, naopak nejnižší váhu má alternativa *Michelin Alpin A4*. Index konzistence Saatyho matice je 0,032.

Tabulka 17: Rychlost při ztrátě adheze na vodě [km/h]

Rychlost při ztrátě adheze na vodě [km/h]	Barum Polaris 3	Continental WinterContact TS850	Dunlop SP Winter Sport 4D	Kleber Krisalp HP2	Michelin Alpin A4	Sava Eskimo hp	G. průměr	Váha
Barum Polaris 3	1	0,143	0,167	2	0,500	0,200	0,410	0,046
Continental WinterContact TS850	7	1	2	9	5	3	3,516	0,399
Dunlop SP Winter Sport 4D	6	0,500	1	7	4	2	2,349	0,266
Kleber Krisalp HP2	0,500	0,111	0,143	1	0,250	0,167	0,263	0,030
Michelin Alpin A4	2	0,2	0,250	4	1	0,333	0,715	0,081
Sava Eskimo hp	5	0,333	0,500	6	3	1	1,570	0,178
						Celkem	8,824	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka č. 17 zobrazuje porovnání alternativ dle kritéria Aquaplaning, z tabulky je patrné, že nejvyšší váhu má alternativa *Continental WinterContact TS850*, naopak nejnižší váhu má alternativa *Kleber Krisalp HP2*. Index konzistence Saatyho matice je 0,032.

Tabulka 18: Ovladatelnost na mokru - průměrná rychlost [km/h]

Ovladatelnost na mokru - průměrná rychlost [km/h]	Barum Polaris 3	Continental WinterContact TS850	Dunlop SP Winter Sport 4D	Kleber Krisalp HP2	Michelin Alpin A4	Sava Eskimo hp	G. průměr	Váha
Barum Polaris 3	1	0,200	0,200	2	0,500	3	0,702	0,079
Continental WinterContact TS850	5	1	0,500	7	3	8	2,737	0,306
Dunlop SP Winter Sport 4D	5	2	1	7	3	9	3,516	0,394
Kleber Krisalp HP2	0,500	0,143	0,143	1	0,250	2	0,415	0,046
Michelin Alpin A4	2	0,333	0,333	4	1	5	1,282	0,144
Sava Eskimo hp	0,333	0,125	0,111	0,500	0,200	1	0,278	0,031
						Celkem	8,930	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka č. 18 zobrazuje porovnání alternativ dle kritéria Ovladatelnost mokro, z tabulky je patrné, že nejvyšší váhu má alternativa *Dunlop SP Winter Sport 4D*, naopak nejnižší váhu má alternativa *Sava Eskimo hp*. Index konzistence Saatyho matice je 0,027.

Tabulka 19: Brzdná dráha na vodě při zastavení z 80 km/h [m]

Brzdná dráha na vodě při zastavení z 80 km/h [m]	Barum Polaris 3	Continental WinterContact TS850	Dunlop SP Winter Sport 4D	Kleber Krisalp HP2	Michelin Alpin A4	Sava Eskimo hp	G. průměr	Váha
Barum Polaris 3	1	0,333	6	4	4	8	2,520	0,276
Continental WinterContact TS850	3	1	8	5	5	9	4,189	0,460
Dunlop SP Winter Sport 4D	0,167	0,125	1	0,500	0,500	2	0,467	0,051
Kleber Krisalp HP2	0,250	0,200	2	1	1	3	0,818	0,090
Michelin Alpin A4	0,250	0,200	2	1	1	3	0,818	0,090
Sava Eskimo hp	0,125	0,111	0,500	0,333	0,333	1	0,303	0,033
						Celkem	9,115	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka č. 19 zobrazuje porovnání alternativ dle kritéria Brzdění mokro, z tabulky je patrné, že nejvyšší váhu má alternativa *Continental WinterContact TS850*, naopak nejnižší váhu má alternativa *Sava Eskimo hp*. Index konzistence Saatyho matice je 0,028.

Tabulka 20: Brzdná dráha na suchu při zastavení ze 100 km/h [m]

Brzdná dráha na suchu při zastavení ze 100 km/h [m]	Barum Polaris 3	Continental WinterContact TS850	Dunlop SP Winter Sport 4D	Kleber Krisalp HP2	Michelin Alpin A4	Sava Eskimo hp	G. průměr	Váha
Barum Polaris 3	1	0,333	4	5	2	0,333	1,282	0,148
Continental WinterContact TS850	3	1	7	9	5	2	3,516	0,405
Dunlop SP Winter Sport 4D	0,250	0,143	1	2	0,500	0,200	0,439	0,051
Kleber Krisalp HP2	0,200	0,111	0,500	1	0,333	0,143	0,284	0,033
Michelin Alpin A4	0,500	0,200	2	3	1	0,25	0,729	0,084
Sava Eskimo hp	3	0,500	5	7	4	1	2,438	0,281
						Celkem	8,689	1

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Tabulka č. 20 zobrazuje porovnání alternativ dle kritéria Brzdění sucho, z tabulky je patrné, že nejvyšší váhu má alternativa *Continental WinterContact TS850*, naopak nejnižší váhu má alternativa *Kleber Krisalp HP2*. Index konzistence Saatyho matice je 0,026.

Výsledné zhodnocení metodou AHP zobrazuje tabulka č. 21, z výsledků skalárního součinu vah jednotlivých kritérií a vah alternativ stanovených dle každého kritéria v předchozích maticích (Tabulka č. 16, 17, 18, 19 a 20). Z tabulky č. 21 je patrné, že pořadí jednotlivých alternativ je založeno na velikosti skalárního součinu pro jednotlivé alternativy, který je seřazen sestupně. Dle charakteristiky sledovaného klienta a jeho preferencí kritérií byla na základě matematického aparátu (metody AHP) vybrána alternativa *Continental WinterContact TS850*, na druhém místě by připadala alternativa *Dunlop SP Winter Sport 4D*, další umístění zbývajících alternativ je patrné z posledního sloupce tabulky č. 21.

Tabulka 21: Pneumatiky - výsledek AHP

	Brzdění sněh	Brzdění voda	Brzdění sucho	Aquaplaning	Ovladatelnost mokro	Skal. součin	Pořadí
Barum Polaris 3	0,081	0,276	0,148	0,046	0,079	0,115	4
Continental WinterContact TS850	0,160	0,460	0,405	0,399	0,306	0,383	1
Dunlop SP Winter Sport 4D	0,345	0,051	0,051	0,266	0,394	0,213	2
Kleber Krisalp HP2	0,043	0,090	0,033	0,030	0,046	0,047	6
Michelin Alpin A4	0,027	0,090	0,084	0,081	0,144	0,080	5
Sava Eskimo hp	0,345	0,033	0,281	0,178	0,031	0,163	3
Váhy	0,114	0,243	0,069	0,533	0,042		

zdroj: vlastní, zpracování vlastní

J Má zákazník dostatečné množství hotovosti na koupi vozu?

Zákazník neměl dostatečnou hotovost a věděl, že bude muset zvolit jinou cizí formu financování.

L Volba cizí formy financování

V tomto bodě již byl zákazník rozhodnut, že si Hyundai koupí. Navštívil tedy prodejce Hyundai, kde mu byl nabídnut úvěr, který je popsán v tabulce č. 22.

Tabulka 22: Parametry úvěru (Hyundai)

Hyundai i 30 kombi 1,6 CRDi Triolor	
Finanční produkt	Úvěr
Záloha (Kč)	150 497 Kč
Doba v měsících	36
Cena vozu včetně DPH	429 900 Kč
Výše úvěru	279 493 Kč
RPSN *	19,9%
Měsíční splátka úvěru	8 980 Kč
Měsíční splátka úvěru včetně pojištění	10 364 Kč

zdroj: Hyundai (2015), zpracování vlastní

V tabulce č. 22 jsou vyobrazeny jednotlivé parametry úvěru nastavené dle klientových požadavků.

M Je zákazník spokojen s celkovou nabídkou tj. s formami financování, cenou vozu a případnými bonusy nabízené ze strany prodejce?

Zákazník je spokojen s nabídkou, a prodejce mu k leasingu přidal střešní box *Thule Pacific 500* v hodnotě 5 000 Kč a střešní nosič v hodnotě 8 000 Kč.

N Chce zákazník smlouvat o nabídce?

Klient již dále o nabídce nesmlouval.

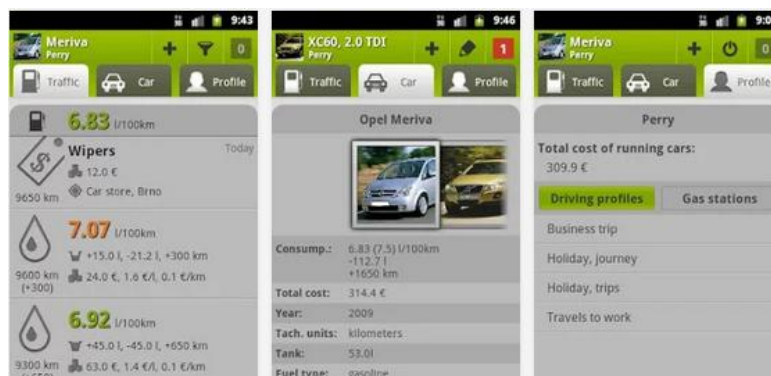
O Podpis smlouvy

Klient podepsal leasingovou smlouvu.

4 Sběr dat o provozních nákladech

Bod 4 navazuje na poslední bod O stávající metodiky. Nová metodika vychází z předpokladu, že koupí vozu, resp. podpisem smlouvy proces nekončí a je třeba sbírat data o provozních nákladech automobilu. Sběr dat je prováděn např. pomocí již existující mobilní aplikace *Moje auto* (Google, 2015), která je volně dostupná v obchodu Google play pro mobilní aplikace, a která umožňuje dělat přehledy, zobrazovat analýzy apod., viz obrázek č. 29.

Obrázek 29: Aplikace Moje auto



zdroj: Google (2015)

5 Uplynul počet let, na která auto bylo pořizováno?

Auto klienta je pořizováno na 3 roky, po uplynutí této doby přechází klient k bodu 6.

6 Ekonomické zhodnocení nákladů

Bod 6 poskytne klientovi kompletní informace o struktuře nákladů spojených s užíváním automobilu.

Tabulka 23: Tabulka nákladů a tržeb spojených s užíváním vozu

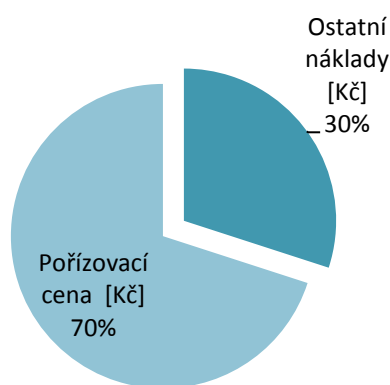
Parametry	Hodnota
Požízovací cena [Kč]	429900 ¹
Celková cena uhrazena po splacení cizího financování [Kč]	473777 ²
Doba používání [let]	3
Odhadovaná cena dle eurotaxu po 3 letech a po 120 000 km [Kč]	207500 ³
Povinné ručení na 1 rok [Kč]	2894 ⁴
Povinné ručení celkem za 3 roky [Kč]	8 682,00
Havarijní pojištění na 1 rok [Kč]	12857 ⁵
Havarijní pojištění celkem za 3 roky [Kč]	38 571
Cena služby celkem za 3 roky [Kč]	47 253
Cena pneumatiky Continental ContiPremiumContact 2 195/65 R15 H91, cena jedné pneumatiky (pozn. 4 potřeba ks) [Kč/ks]	1514 ⁶
Cena pneumatiky Continental WinterContact TS850 195/65 R15 T91, cena jedné pneumatiky (pozn. potřeba 8 ks) [Kč/ks]	1533 ⁷
Celková cena pneumatik a jejich výměna (1 500 Kč) ¹³ [Kč]	19 820
Cena ocelového disku cena za jeden ks (pozn. potřeba 4 ks) [Kč]	929 ⁸
Celková cena ocelových disků [Kč]	3 716
Celková cena za kola a pneumatiky (pneumatiky+disky+výměna) [Kč]	23 536
Průměrná cena jedné garanční prohlídky/30 000 km (dle originálního servisu) [Kč]	7574 ⁹
Cena brzdových destiček a jejich montáž [Kč]	2981 ¹⁰
Celková cena všech garančních prohlídek/90 000 km + výměna brzdových destiček (pozn. poslední garanční servis ve 120 000 km zákazník již nebude hradit) [Kč]	25 703
Průměrná cena nafty [Kč/l]	36,1 ¹¹
Reálná spotřeba na [l/100 km]	5,8 ¹²
Roční ujetá vzdálenost [km]	40 000
Cena nafty na ujetí 40 000 km (roční nájezd km) [Kč]	83 752
Celkový počet ujetých [km]	120 000
Cena nafty na ujetí 120 000 km [Kč]	251 256
Průměrné náklady na 1 rok užívání [Kč]	204 675
Celkové náklady na 3 roky a ujetí 120 000 km [Kč]	614 025
Náklady na ujetí 1 km v [Kč]	5,12

zdroj:

- 1 Hyundai (2015)
- 2 Hyundai (2015)
- 3 EurotaxGLASS'S (2015)
- 4 Výpočet na základě kalkulátoru ČSOB Pojišťovna (2015)
- 5 Výpočet na základě kalkulátoru ČSOB Pojišťovna (2015)
- 6 Ceník dle www.nejlevnejsipneu.cz (2015)
- 7 Ceník dle www.nejlevnejsipneu.cz (2015)
- 8 Ceník dle www.nejlevnejsipneu.cz (2015)
- 9 Dle článku uveřejněného na Auto.cz (2015)
- 10 Dle článku uveřejněného na Auto.cz (2015)
- 11 Webových stránek Bussines.center.cz (2015)
- 12 Dle článku uveřejněného na Auto.cz (2015)

V tabulce č. 23 jsou vyčísleny náklady spojené s pořízením a užíváním nového vozu, a to na 120 000 km v časovém horizontu 3 let. Tento odhad se může lišit od skutečnosti, protože v něm nejsou zahrnuty neplánované opravy a některé další náklady, které mohou vznikat s užíváním vozu, dále je zde započítána pouze odhadní prodejní cena vozu po 3 letech užívání a najetí 120 000 km, tato cena se může do značné míry lišit od skutečné částky, kterou původní majitel za vůz při prodeji obdrží, a to hned z několika důvodů. Těmito důvody mohou být například značné opotřebení vozu zapříčiněné nesprávným užíváním, či případná nehoda, se kterou by byly spojeny i další náklady, které by nehradila pojišťovna. Zároveň by v případě nehody, dále došlo ke snížení prodejní ceny. Nicméně, tento výpočet dotváří obraz o celkových nákladech a ukazuje na to, že pořizovací cena tvoří jen část z těchto nákladů.

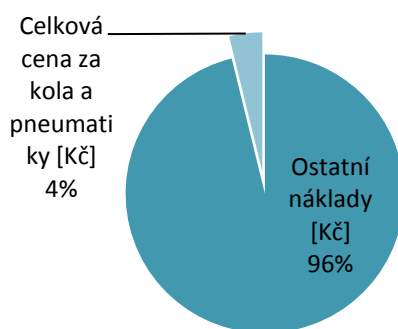
Obrázek 30: Graf podílu pořizovací ceny na celkových nákladech



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

V grafu na obrázku č. 30 je vynesena pořizovací cena, která tvoří 70 % z celkových nákladů i se zahrnutím odhadní ceny vozu po 3 letech a 120 000 km, která v tomto případě tvoří výnos. Ostatní náklady zde tvoří 30 %.

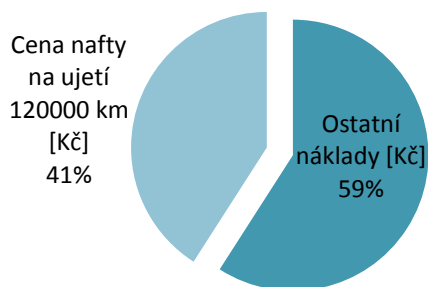
Obrázek 31: Graf podílu ceny za pneumatiky a kola na celkových nákladech



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

V grafu na obrázku č. 31 je vynesena cena pneumatik a kol, které byly k vozu dokupovány, tedy zde nejsou započítávány pneumatiky a kola, která na voze byla dodána z výroby. Z grafu je patrné, že celková cena pneumatik a kol tvoří jen 4 % z celkových nákladů. Lze tedy říci, že na pneumatikách není vhodné šetřit, ale spíše je nutné se zaměřit na jejich vlastnosti, aby odpovídaly preferencím daného klienta, protože náklady na jejich pořízení tvoří jen malou část.

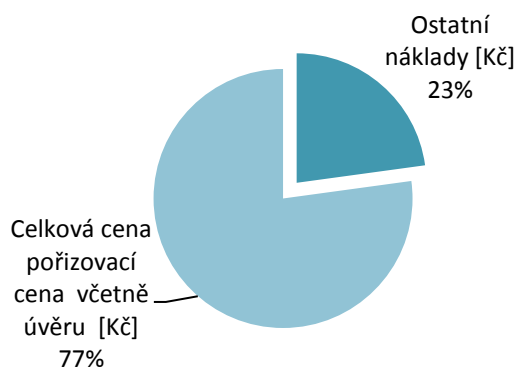
Obrázek 32: Graf podílu ceny nafty na celkových nákladech



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Z grafu na obrázku č. 32 je zřejmé, že pro ujetí 120 000 km je podíl ceny paliva 41 % vůči ostatním nákladům podstatná část nákladů. Podíl paliva navíc může být ovlivněn jízdním stylem klienta či vyšší cenou paliva, v tomto případě nafty. (Poznámka: Graf na obrázku č. 32 ukazuje náklady v podobě peněz vydaných za naftu, kdy výpočet je založen na odhadu z reálně dosažitelných hodnot spotřeby).

Obrázek 33: Graf podílu uhrazené částky formou cizího financování na celkových nákladech



zdroj: vlastní, zpracování vlastní

Graf na obrázku č. 33 značí podíl celkové částky uhrazené formou cizího financování, který je 77 % vůči ostatním nákladům spojeným s celkovými náklady, opět je zde započten i výnos spojený s prodejem vozu po 3 letech a 120 000 km.

7 Má zákazník v plánu kupovat nový vůz?

Zákazník má zájem o koupi nového vozu a o proti postupu v původní metodice se poučil o vhodnosti zahrnutí nově navržených kroků a to hlavně v hodnocení prvků bezpečnosti, které obsahuje nová metodika. Dále dle výsledků v bodě 6 přistupuje k výběru nového vozu a to tak, že nyní si pomocí kalkulačního vzorce vypočetl celkovou sumu nákladů, které mu v budoucnu vzniknou na základě pořízení nového vozu, porovná s již vzniklými náklady vozu stávajícího. Tato zpětná vazba ovlivňuje jeho rozhodnutí při výběru dalšího nového vozu, má jasnější představu o preferenci značky a způsobu stanovení preferencí jednotlivých kritérií. Tyto skutečnosti budou přispívat k zrychlení průběhu nákupu nového vozu.

4.6.4 Přínosy nově navržené metodiky ve srovnání se stávající metodikou

Přínosy nové metodiky spočívají v potlačování marketingového a reklamního snažení a v rámci vytvoření nových kroků a vyzdvižení systematického přístupu a exaktnosti ve výběru nového vozu, tak aby klient měl jasné stanovené kroky, které mu jsou právě novou metodikou nabízeny. Tyto kroky značně usnadňují problém výběru nového vozu, tvoří jej přehlednějším a systematictější. Současně klientovy poskytují podporu v důležitém rozhodnutí. Dalším podstatným krokem nové metodiky je nabídnutí přístupu k vyhodnocení vypočtených celkových nákladů na pořízení a používání nového vozu, které se samozřejmě můžou dle přesnosti zadávaných proměnných lišit od celkových reálných nákladů, nicméně

poskytují ucelený pohled na celkové náklady. Lze tento krok použít pro porovnání u dvou či více vozů, a to jak ve fázi výběru nového vozu, tak ve fázi hodnocení po době užívání, pro vytvoření lepší představy o následujících nákladech s pořízením nového vozu. Dále se zde otevírá možnost, v rámci využití nové metodiky v praxi, a to v možnostech nastavení a vytvoření expertního systému jako podnikatelského záměru. Kde by mohl expertní systém poskytovat nezávislou podporu při koupi nového vozu, a to ať už pro klienty jednotlivce, či firmy v rámci nákupů celých firemních flotil. Hlavní přínos nové metodiky spočívá v možnosti vyhodnocení prvků bezpečnosti a to s důrazem na klientovi preference. Tyto preference kritérií se promítají i do výběru nových pneumatik, kde je v nové metodice pomocí metod vícekritériálního rozhodování navrhnout postup pro jejich výběr, aby co nejlépe odpovídaly kritériím klienta.

5 Závěr

Práce se zabývala hodnocením vybraných bezpečnostních prvků osobních automobilů.

Hlavním cílem bylo vytvořit obecnou metodiku pro zhodnocení prvků osobních automobilů z hlediska jejich bezpečnosti. Hlavní cíl i dílčí cíle práce, stanovené v kapitole č. 2.1, byly naplněny pomocí představeného metodického aparátu.

Teoretická část práce v podobě literární rešerše uvádí tematiku bezpečnosti automobilů, dále popisuje nezávislé konsorcium Euro NCAP, jež provádí nárazové testy automobilů, včetně metodiky hodnocení a způsobu testování. V teoretickém přehledu jsou dále popsány z technického hlediska pneumatiky, které autor vybral jako ukázkou prvků automobilu ovlivňující jeho bezpečnost. V závěru teoretické části práce jsou uvedeny metody užívané ve vlastní části práce, konkrétně metody z oblasti vícekritériálního rozhodování, tj. metody vícekritériální analýzy variant a metody statistické analýzy.

Praktická část práce se skládá z několika na sebe navazujících částí, podkapitol.

První část, podkapitola č. 4.1, je analýzou dopravní nehodovosti a jejich důsledků z dlouhodobého hlediska. Z tohoto rozboru vyplývá potřeba zaměřením se na bezpečnost a na prvky automobilů, které ji ovlivňují.

Podkapitola č. 4.2 se zaměřuje na vlastní průzkum formou dotazníkového šetření včetně statistického vyhodnocení. Cílem dotazníku, který byl mezi respondenty distribuován elektronicky, bylo zjistit, jak respondenti postupují při nákupu nového vozu, jak je pro ně důležité kritérium bezpečnost ve srovnání s jinými kritérii, či jakým způsobem vybírají pneumatiky. Byly stanoveny hypotézy, které byly testovány na zvolené hladině významnosti. Na základě výsledků dotazníku byla odvozena stávající metodika výběru nového vozu, a to

v podkapitole č. 4.3, kde byl sestaven vývojový diagram znázorňující postup tohoto procesu. V podkapitole č. 4.4 je provedena komparativní analýza jednotlivých zdrojů informací o bezpečnosti automobilů a jednotlivých bezpečnostních prvků.

V podkapitole č. 4.5 je navržena nová metodika výběru vozu, tato metodika doplňuje stávající metodiku z podkapitoly č. 4.3 o matematický aparát (využití metod vícekriteriálního rozhodování), dále o práci experta (či expertního systému) pracující s komplexní databází zdrojů dat o bezpečnosti (popsaných v podkapitole č. 4.4), metodiku též doplňuje ekonomická analýza nákladů po ukončení užívání vozu.

V podkapitole č. 4.6 je zpracována případová studie, kdy pro konkrétního klienta je vybírán vůz a pneumatiky dle staré a dle nově navržené metodiky. V závěru případové studie je provedena komparace obou metodik.

Přínosem práce je vytvoření metodického aparátu při výběru nového osobního automobilu.

Jelikož se jedná o univerzální postup lze ho využít s různými obměnami i při výběru jiných typů vozů či dopravních prostředků či lze tento postup rozšířit případně i o jiná kritéria apod.

Výhodou nově navržené metodiky je, že respektuje individuální potřeby zákazníků a snaží se jim nalézt produkt, který bude nejlépe odpovídat individuálním požadavkům zákazníka.

Výstupy práce lze aplikovat v praxi, a to hned v několika oblastech, např. u potenciálních klientů, kteří mají zájem o koupi nového vozu, u prodejců nových vozů, v rámci poradenského servisu či při tvorbě podnikatelského záměru a tvorbě expertního systému obsahující komplexní data o bezpečnosti vozů a ostatních jejich parametřů.

Do budoucna má autor práce v plánu využít navrženého metodického aparátu v rámci podnikatelské činnosti v podobě poradenských služeb při výběru nového osobního automobilu. Hlavní strategií bude poskytnout nezávislé poradenství, které dokáže exaktně zmapovat preference klientů, a navrhne klientovi ke koupi odpovídající produkt, který bude splňovat jeho požadavky.

6 Zdroje literatury

Tištěné zdroje:

BÍLKOVÁ, D., BUDINSKÝ, P. a VOHÁNKA, V. *Pravděpodobnost a statistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2009, 639 s. ISBN 978-80-7380-224-0.

BROŽOVÁ, Helena, ŠUBRT, T. a HOUŠKA, M. *Modely pro řízení znalostí a podporu rozhodování*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 117 s. ISBN 978-80-213-1633-1.

BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, M. a ŠUBRT, T. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2014, 172 s. ISBN 80-213-1019-7.

BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M. a MAROŠ, B. *Průvodce základními statistickými metodami*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 272 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3243-5.

BURG, H. a MOSER, A. Biomechanik. In: *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion, Unfallaufnahme — Fahrdynamik — Simulation*. Vieweg, 2007. s. 531-546.

CHOI, W. M. a JEONG, H. Y. *Design methodology to reduce the chest deflection in US NCAP and EURO NCAP tests*. *International Journal of Automotive Technology* [online]. 2012, vol. 13, issue 5, s. 765-773 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.1007/s12239-012-0076-6.

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.

JAN, Z., ŽÁNSKÝ, B., UPERA, J. *Automobily: Podvozky*. Brno: Nakladatelství Avid, 2009. ISBN 978-80-87143-11-7.

KLÍMEK, P., STRÍŽ, P. a KASAL, R. *Počítačové zpracování dat v programu STATISTICA*. 1. vyd. Bučovice: Martin Stříž, 2009, 92, 102 s. ISBN 978-80-87106-25-9.

KOLEČEK, P. a RŮŽIČKA, B. *Pneumatiky pro váš automobil*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 154 s. Rady a tipy pro řidiče (CP Books). ISBN 80-251-0561-x.

KULLGREN, A., LIE, A. a TINGVALL, C. *Comparison Between Euro NCAP Test Results and Real-World Crash Data*. *Traffic Injury Prevention* [online]. 2010, vol. 11, issue 6, s. 587-593 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.1080/15389588.2010.508804.

LIE, A. a TINGVALL, C. *How Do Euro NCAP Results Correlate with Real-Life Injury Risks? A Paired Comparison Study of Car-to-Car Crashes*. *Traffic Injury Prevention* [online]. 2002, vol. 3, issue 4, s. 288-293 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.1080/15389580214632.

LILEHKOHI, A. H., FAIEZA, A. A., SAHARI, A. NURAINI, A. a HALALI, M. *Effect of Material on Crashworthiness for Side Doors and B Pillar Subjected to Euro NCAP Side Impact Crash Test*. *Advanced Science Letters* [online]. 2013, vol. 19, issue 2, s. 359-362 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.1166/asl.2013.4749.

LIU, W., CHENG, X., SHAN, Y., LI, H. a YANG, H.. *Improvement of bumper structure for pedestrian lower leg protection based on Euro-NCAP*. In: *2011 International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC)* [online]. 2011, s. 587-593 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.1109/mec.2011.6025549.

NEUBAUER, J., SEDLAČÍK, M. a KRÍŽ, O. *Základy statistiky: aplikace v technických a ekonomických oborech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 236 s. ISBN 978-80-247-4273-1.

PATRICK, L., "*Human Tolerance to Impact - Basis for Safety Design*," *SAE Technical Paper 650171*, 1965, doi:10.4271/650171.

SOLOPOV, D. a ZUZOV, V. *Active Head Restraints Used to Improve the Car Seats Safety in a Rear Impact Situation, in Accordance with the Requirements of EURO NCAP*. *Science and Education of the Bauman MSTU* [online]. 2014, vol. 14, issue 12, s. 288-293 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.7463/1214.0740048.

ŠUBRT, T. a kolektiv. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

TULACH, P., KOVANDA, J., KOVANDOVÁ, H. a KREJČÍ, J. *Vybrané experimenty v oblasti nárazových zkoušek* In: *Soudní inženýrství*. 2014, roč. 25, č. 4, s. 274-281. ISSN 1211-443X.

VLK, F. *Podvozky motorových vozidel: pneumatiky a kola: zavěšení kol, nápravy: odpružení: řídicí ústrojí: brzdové soustavy*. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, 392 s. ISBN 80-238-5274-4.

VLK, F (a). *Automobilová elektronika 1, Asistenční a informační systémy*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006, 269 s. ISBN 80-239-6462-3.

VLK, F (b). *Automobilová elektronika 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006, 308 s. ISBN 80-239-7062-3.

Internetové zdroje:

AUTOLEXIKON.NET. *Radiální pneumatika: Náskok díky znalostem* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/radialni-pneumatika/>

AZ PNEU PRO CZ S.R.O. *Technické rady na téma pneumatiky a informace pro motoristy*. [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.az-pneu.cz/rady-informace>

CZECH NEWS CENTER A.S. *Auto tip: Nejčtenější motoristický čtrnáctideník* [online]. 2013 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://autotip.auto.cz/>

CZECH NEWS CENTER A.S. - Auto.cz. *Euro NCAP 2015: Audi TT – Čtyři hvězdy pro kupé*. [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/euro-ncap-2015-audi-tt-cetyri-hvezdy-kupe-85966>

ČSOB Pojišťovna. *Pojištění vozidel* [online]. 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <https://app2.csobpoj.cz/iv/mobilbalicek>

DRIVERSWEB. *Nankang: Kvalitní pneumatiky* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://www.driversweb.cz/clanky/Reklama/Nankang_kvalitni_pneumatiky_za_neodolatelnou_cenu

DTEST O.P.S. *Crash testy aut: Nezávislé testy- víc než jen recenze* [online].2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <https://www.dtest.cz/crashtesty>

EUROTAXGLASS'S INTERNATIONAL AG. *EurotaxGLASS'S* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.eurotaxglass.cz/>

FORD MOTOR COMPANY: Ford.cz. *Konfigurator* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ford.cz/Konfigurator/Novy-Ford-Focus>

GOOGLE. *Moje Auto: Aplikace pro Android ve službě Google Play* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.dorazil.jan.MyCar>

HAVIT, s.r.o. *Businesscenter.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/finance/cestnahr/benzin.aspx>

HYUNDAI MOTOR CZECH, s.r.o. *Hyundai: New Thinking New Possibilities* [online].2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.hyundai.cz/>

JOPECO SPOL. S.R.O. , Hankook: driving emotion. *Druhy pneumatik* [online].2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.hankookcz.cz/technologie/druhy-pneumatik>

JOPECO SPOL. S R.O., Hankook: driving emotion, *Štítkování* [online].2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.hankookcz.cz/technologie/stitkovani>

POLICIE ČR. *Statistika nehodovosti* [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mw%3d%3d>

TOMKET S.R.O. *www.nejlevnějšípneu.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <https://www.nejlevnejsipneu.cz/cz/info.php>

3SIXTY, s.r.o., *Pneu360.cz. Technický rádce o pneumatikách* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.pneu360.cz/technicke-informace>