

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta
Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Metody hodnocení kvality osobních automobilů

Bakalářská práce

Autor: Jan Tarant
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.
Praha 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Tarant

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Metody hodnocení kvality osobních automobilů

Název anglicky

Quality assessment methods of automobiles

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše zabývající se metodami hodnocení kvality se zaměřením na osobní automobily.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíl a metodika práce
- 3) Metody hodnocení kvality strojírenských výrobků
- 4) Aplikace metod hodnocení kvality na vybranou kategorii osobních automobilů
- 5) Závěr

Doporučený rozsah práce

40 – 50

Klíčová slova

kvalita, parametrická metoda, párové porovnávání

Doporučené zdroje informací

HAVLÍČEK, J. et al.: Provozní spolehlivost strojů. SZN Praha, 610 s., 1989.

JURAN, J a Joseph A DE FEO. Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence. 6th ed. New York: McGraw Hill, c2010, xxi, 1113 p. ISBN 978-0-07-162973-7.

KAVAN, Michal. Výrobní management. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006, 213, [10] s. ISBN 80-010-3445-3.

NENADÁL, Jaroslav, et al. Moderní management jakosti: Principy, postupy a metody. 1. vyd. Praha: Management Press, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

NENADÁL, Jaroslav. Měření v systémech management jakosti. Praha: Management Press, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.

VEBER, Jaromír, et al. Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: Legislativa, systémy, metody, praxe. 1. vyd. Praha: Management Press, s.r.o., 2006. 358 s. ISBN 80-7261-146-1.

VEBER, Jaromír, et al. Řízení jakosti a ochrana spotřebitele . 2. aktualiz. vyd. [s.l.] : Grada Publishing a.s., 2007. 201 s. ISBN 8024717824.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 8. 2. 2016

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne

Jan Tarant

Poděkování:

Chtěl bych vyjádřit mé díky panu Ing. Zdeňkovi Alešovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a pomoc, kterou mi během zpracování této práce poskytnul.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá metodami hodnocení kvality osobních automobilů. Nejdříve je proveden teoretický rozbor jednotlivých důležitých pojmů týkajících se kvality a jakosti, se kterými se v práci pracuje, poté následuje obecný popis metod hodnocení kvality. V praktické části jsou metody aplikovány na hodnocení kvality vybraných automobilů.

Klíčová slova:

kvalita, parametrická metoda, párové porovnávání

Abstract:

The aim of this thesis is the quality assessment methods of automobiles. At first a theoretical analysis of important terms related to quality is carried out, then a general description of quality assessment methods follows. In the practical part those methods are used for choosing the right automobile for different kinds of customers.

Key words:

quality, parametric method, paired comparison

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl a metodika práce	2
3 Metody hodnocení kvality strojírenských výrobků	3
3.1 Literární rešerše.....	3
3.1.1 Kvalita.....	3
3.1.1.1 Kritérium bezvadnosti.....	4
3.1.1.2 Kritérium kvalitativních parametrů.....	4
3.1.1.3 Kritérium stability	4
3.1.1.4 Rovnováha kritérií kvality	4
3.1.2 Jakost.....	5
3.1.2.1 Navrhovaná jakost.....	5
3.1.2.2 Konformační jakost.....	5
3.1.2.3 Dílčí jakostní vlastnosti.....	5
3.1.3 Rozdíl mezi jakostí a kvalitou.....	7
3.1.4 Norma ČSN EN ISO 9000	7
3.1.5 Norma ČSN EN ISO 9001	8
3.1.6 Norma ČSN EN ISO 9004.....	8
3.2 Parametrická metoda.....	9
3.2.1 Výběr vlastností	9
3.2.1.1 Měřitelné vlastnosti.....	9
3.2.1.2 Neměřitelné vlastnosti.....	9
3.2.2 Stanovení úrovní dílčích vlastností	10
3.2.2.1 Stanovení úrovně mezních měřitelných vlastností.....	10
3.2.2.2 Stanovení úrovně optimálních měřitelných vlastností	11
3.2.2.3 Stanovení úrovně neměřitelných vlastností expertním hodnocením	12
3.2.3 Stanovení významu vlastností.....	13

3.2.3.1	Přímé expertní ohodnocení váhy vlastností	13
3.2.3.2	Ohodnocení metodou párového porovnávání	13
3.2.4	Výpočet výsledné úrovně jakostí	15
3.3	Nákladová metoda.....	16
3.4	Metoda PROMETHEE II.....	17
3.4.1	Výpočet	17
3.4.2	Výhody a nevýhody	19
3.5	Metoda analytického hierarchického procesu (AHP) se systémem se zpětnou vazbou (SWF)	19
3.5.1	Kritéria	20
3.5.1.1	Spolehlivost.....	20
3.5.1.2	Délka výrobního cyklu.....	21
3.5.1.3	Flexibilita	21
3.5.1.4	Kvalita.....	22
3.5.1.5	Náklady	22
4	Aplikace metod hodnocení kvality na vybranou kategorii osobních automobilů.....	23
4.1	Srovnávané automobily.....	23
4.1.1	Ford Mondeo	23
4.1.2	Škoda Octavia	24
4.1.3	Toyota C-HR.....	25
4.2	Porovnávání vlastností	26
4.2.1	Měřitelné vlastnosti s minimálními parametry	26
4.2.1.1	Výkon motoru	26
4.2.1.2	Točivý moment motoru.....	27
4.2.1.3	Maximální rychlost	28
4.2.1.4	Objem zavazadlového prostoru.....	28
4.2.1.5	Maximální hmotnost přípojného vozidla	28

4.2.2 Měřitelné vlastnosti s maximálními parametry.....	29
4.2.2.1 Zrychlení z 0 na 100 km/h	29
4.2.2.2 Spotřeba paliva.....	29
4.2.2.3 Emise oxidů dusíku.....	30
4.2.2.4 Pohotovostní hmotnost.....	30
4.2.2.5 Součinitel odporu vzduchu.....	31
4.2.3 Měřitelné vlastnosti s optimálními parametry	33
4.2.3.1 Objem motoru	33
4.2.3.2 Objem palivové nádrže	33
4.2.3.3 Světlá výška	34
4.2.4 Neměřitelné vlastnosti.....	34
4.2.4.1 Nabízené motorizace.....	34
4.2.4.2 Převodovka.....	35
4.2.4.3 Ovladatelnost	36
4.2.4.4 Komfortní výbava	37
4.2.4.5 Jednoduchost používání a ergonomie ovládacích prvků.....	38
4.2.4.6 Kvalita zpracování interiéru.....	40
4.2.4.7 Variabilita vnitřního uspořádání	40
4.2.4.8 Výhled z vozu	41
4.2.4.9 Hluk v kabině.....	41
4.2.4.10 Bezpečnostně asistenční systémy.....	42
4.3 Výpočty	43
4.3.1 Stanovení úrovní dílčích vlastností	43
4.3.1.1 Výpočet měřitelné vlastnosti s minimálním parametrem	43
4.3.1.2 Výpočet měřitelné vlastnosti s maximálním parametrem.....	43
4.3.1.3 Výpočet měřitelné vlastnosti s optimálním parametrem.....	44
4.3.1.4 Výpočet neměřitelné vlastnosti.....	44

4.3.2 Stanovení významu vlastností.....	44
4.3.2.1 Počet soudů jednoho experta.....	44
4.3.2.2 Určení významu vlastností.....	44
4.4 Výsledky	45
5 Závěr	46
6 Seznamy	48
6.1 Seznam použité literatury.....	48
6.2 Seznam použitých obrázků	51
6.3 Seznam použitých tabulek	51
7 Přílohy.....	53
7.1 Parametry měřitelných vlastností.....	53
7.1.1 Změřené a minimální parametry měřitelných vlastností.....	53
7.1.2 Změřené a maximální parametry měřitelných vlastností.....	54
7.1.3 Změřené a optimální parametry měřitelných vlastností.....	55
7.2 Úrovně měřitelných vlastností K_i	55
7.2.1 Úrovně vlastností s mezními minimálními parametry.....	55
7.2.2 Úrovně vlastností s mezními maximálními parametry	56
7.2.3 Úrovně vlastností s optimálními parametry	56
7.3 Ohodnocení neměřitelných vlastností s jejich úrovněmi K_i	56
7.4 Párové porovnávání podle autora.....	59
7.5 Tabulky s četnostmi výskytu f_{ij} , důležitostmi M_i , úrovněmi K_i a celkovými úrovněmi jakosti K	61

1 Úvod

V současné době se lidé s pojmy kvalita a jakost setkávají každý den, neboť jsou velice důležitým faktorem při výběru výrobku či služby. Kvalitu není lehké spolehlivě standardizovat, protože je poměrně subjektivní, v automobilovém průmyslu se navíc musí dávat do určité rovnováhy s cenou a způsobem užívání. To je v dnešní době velice těžké, jelikož každý zákazník chce od svého vozidla něco jiného.

Proto byly vytvořeny metody pro hodnocení kvality, jejichž cílem je určit, který produkt je vhodný pro danou aplikaci. Toto je velice přínosné, neboť sám zákazník si dokáže zvolit, co je pro něj z celé nabídky nejvhodnější, aniž by byl nucen brát ohled na různé testy. Ty totiž nemusí mít záruku důvěryhodnosti a nezájatosti, což je v dnešní době velký problém a bohužel častý jev.

Tyto způsoby výběru ideálního produktu ovšem mají také význam pro podniky, vyvíjející nový produkt. Mohou totiž srovnávat výrobek, jenž se chystají vyvinout, s vlastními aktuálně vyráběnými, nebo popřípadě s konkurenčními, na trhu se nacházejícími, subjekty. Je tudíž možné upravovat jeho budoucí charakter na základě vlastností, které mají ty ostatní a které jsou zákazníky vyžadovány. To je velice důležité, neboť dnes ve většině odvětví převládá tvrdé konkurenční prostředí, kde je velice málo prostoru pro chyby a pozdní reakce na měnící se požadavky.

Metody pro určování kvality jsou neustále zlepšovány a obzvláště v průmyslovém prostředí se sílí automatizací a zvětšujícím se výpočetním výkonem je možné proces hodnocení provést velmi rychle a efektivně.

2 Cíl a metodika práce

Cílem práce je čtenáři popsat metody hodnocení kvality strojírenských výrobků, přičemž některé ze zmíněných jsou aplikovány na příklad z automobilového průmyslu, konkrétně se bude jednat o výběr nejkvalitnějšího automobilu na základě požadavků zákazníka.

Nejprve je ale třeba přiblížit pojmy, které jsou s touto problematikou spojené. Ty jsou rozebrány v teoretické části, která začíná literární rešerší témat kvalita a jakost včetně dalších souvislostí. Kvalitou se také zabývají některé ISO normy, jež budou v práci podrobněji rozepsány. V její druhé polovině jsou představeny metody hodnocení kvality, které se dají použít pro určení kvality produktu, výběr ideálního produktu pro danou situaci nebo hodnocení výroby.

V praktické části jsou aplikovány teoreticky popsané poznatky, kde budou použity metody parametrické a párového porovnávání na reálný příklad výběru kvalitního automobilu. Rozhodovat se bude mezi Fordem Mondeo kombi, Škodou Octavia kombi a Toyotou C-HR, které budou před samotnými výpočty obecně popsány, stejně tak jako vlastnosti, podle kterých budou vozy hodnotit. Jednotlivé parametry, které jsou kvůli lepší čitelnosti textu v tabulkách v příloze, budou zjišťovány z automobilových časopisů a internetových stránek, případně přímo z firemní dokumentace. Poté budou parametry dosazeny do výpočtů pro názorné představení zvolených výpočetních metod. V obsahové části budou počítány pouze hodnoty Fordu Mondeo, zbylé je možné nalézt v příloze. Zjištěné hodnoty budou následně okomentovány za účelem vyvození jasných výsledků.

3 Metody hodnocení kvality strojírenských výrobků

Metody, které budou níže popsány, slouží k určování kvality výrobků. Jejich výsledky se dají dobře použít pro porovnávání více produktů a slouží ke zjednodušení rozhodnutí, který je pro daného zákazníka a aplikaci nejvhodnější.

3.1 Literární řešerše

V této kapitole budou rozebrány důležité pojmy a souvislosti spojené s kvalitou a způsoby jejího určování a hodnocení.

3.1.1 Kvalita

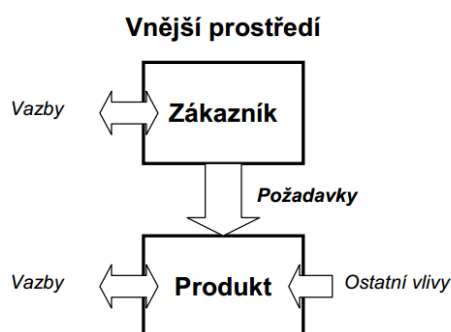
Kvalita je poměrně subjektivní pojem, existuje ovšem několik definic tohoto pojmu. Například Akademický slovník slov ji popisuje jako „*souhrn užitných vlastností výrobku nebo služby, souhrn typických, zpravidla kladných vlastností*“, nebo Joseph M. Juran jako „*způsobilost k užití*“. [1] Asi nejdůležitější z nich je ale definice podle české technické normy EN ISO 9000:2016, která ji popisuje jako stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik. [9] To je možné chápat jako charakteristika výrobku, které je pro něj typická nebo která je od něj očekávána. Jiný obecný popis kvality je možné vidět na obrázku č. 1.

Obrázek 1: Popis kvality [13]

$$Kvalita = \frac{znaky}{požadavky}$$

Bezchybný výrobek ovšem může být velmi nedokonalým, pokud by byl umístěn a používán v nevhodném prostředí, pro které nebyl navržen. Schéma tohoto problému je možné vidět na obrázku č.2.

Obrázek 2: Vliv prostředí na kvalitu [13]



Jako příklad je možné uvést sněžné dělo, od kterého se předpokládá, že za podmínek daných výrobcem pokryje sjezdovku umělým sněhem. Produkt či služba je kvalitní, pokud splňuje tři kritéria. [2]

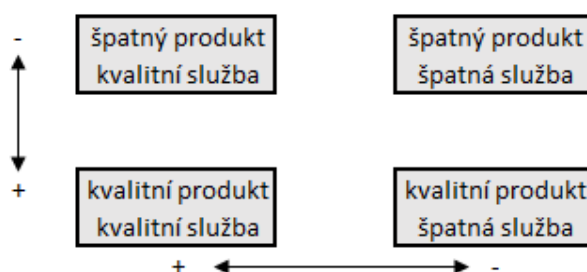
3.1.1.1 Kritérium bezvadnosti

Výrobek musí být bez vad. Pokud zákazník dostane výrobek, který vykazuje zjevné známky poškození či neoptimálního fungování, zhoršuje to reputaci výrobce. Výroba se stále zdokonaluje a tím pádem i množství vadných výrobků stále klesá, nelze ovšem předpokládat, že všechny produkty jsou úplně bez vad. [2]

3.1.1.2 Kritérium kvalitativních parametrů

Toto kritérium se dělí na dvě části. První část souvisí přímo se samotným výrobkem, ve které přímo záleží na jeho vlastnostech a přínosnosti pro zákazníka. Druhá polovina úspěchu závisí na službách, které produkt provázejí při prodeji a následném užívání. Může se jednat například o jeho dostupnost, dopravu či následně o možnosti oprav. [2] Na obrázku č. 3 je vidět znázornění důležitosti obou částí, ze kterého jde jasně poznat, že je důležité dbát o co nejvyšší úroveň obou aspektů kritéria kvalitativních parametrů.

Obrázek 3: Kritérium kvalitativních parametrů [2]



3.1.1.3 Kritérium stability

Kritérium stability jinými slovy znamená stabilita udržování určité jakosti bez výchylek. V současné době je na toto kritérium kladen velký důraz, zejména pro velkoodběratele je toto důležitý faktor. Zaručit se dá zejména vstupními kontrolami nebo zapracováním kvality v přípravné fázi či ve výrobě. [2]

3.1.1.4 Rovnováha kritérií kvality

V ideálním případě by byly na všechny tři kritéria brány nejvyšší možné ohledy, to ovšem není v dnešním světě možné, neboť by byly ceny výrobku kvůli obrovským nákladům

způsobeným maximální přesností a kvalitou výroby nepřijatelné. Proto je jakost a kvalita úzce spjatá s ekonomikou, zejména tedy s výrobními náklady.

Dalším faktorem je také objem výroby, neboť platí pravidlo, při kterém výdaje na výrobu klesají s rostoucím produkovaným množstvím. [2] Je proto na výrobcích, aby našel pro něj vhodnou rovnováhu mezi množstvím, produkčními náklady a kvalitou s ohledem na očekávaný výdělek.

3.1.2 Jakost

Jakost lze definovat vlastnostmi, které charakterizují způsobilost produktu k užívání, neboli jinými slovy výrobek je jakostní, pokud při stanoveném způsobu používání vykazuje charakteristiky dané výrobcem. Stupeň jakosti se určuje konečným rozborem, který určí, jestli výrobek odpovídá předpokladům. Tímto procesem se zjistí buď jakost navrhovaná nebo konformační. [4]

3.1.2.1 Navrhovaná jakost

Tímto pojmem se myslí jakost, která byla pro výrobek navržena jako cíl při jeho plánování. Do jejího návrhu výrazně promlouvá navržená rovnováha mezi kvalitou a cenou, která se určuje v závislosti na průzkumu trhu či na možnostech výroby a kontrolních postupech. Obecně se dá říct, že čím vyšší je navrhovaná jakost, tím dražší bude výrobní postup, který zaručí její dosažení. [4]

3.1.2.2 Konformační jakost

Tento pojem znamená, jakou jakost hotový výrobek opravdu má, a tudíž slouží jako kontrola jakosti navrhované. Hodnotí se, jak moc se jí podařilo přiblížit. Pokud je odchylka příliš velká, je výrobek vadný. [4]

3.1.2.3 Dílčí jakostní vlastnosti

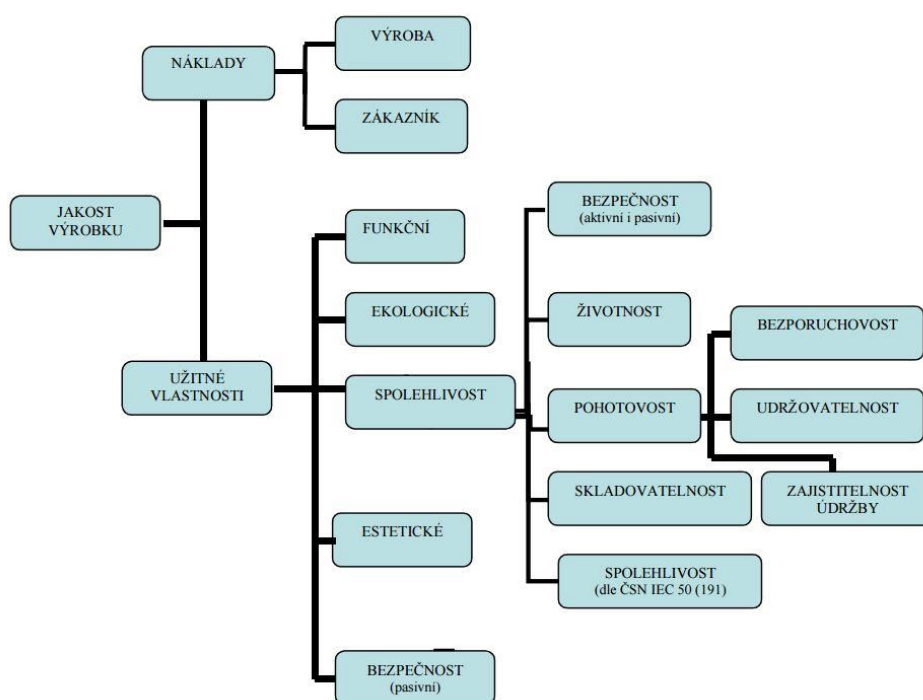
V závislosti na například typu cílového zákazníka, způsobu užívání výrobku nebo i jeho ceně lze jakost rozdělit do dvou skupin, tj. základní a doplňující, dle důležitosti jakostních vlastností samotného produktu. Tyto vlastnosti jsou znázorněny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Dílčí vlastnosti [6]

Funkčnost	Popisuje, jak moc splňuje výrobek svůj účel, když je užíván za předepsaných podmínek.
Výkonnost	Vyjadřuje práci vykonanou za určitý čas.
Funkční přesnost	Určuje kvalitu provedené práce.
Ovladatelnost	Definuje snadnost práce s výrobkem, jak moc velké přizpůsobení je vyžadováno.
Spolehlivost	Vlastnost předmětu během určitého času plnit bez větších odchylek svojí funkci podle stanovených podmínek.
Hygieničnost	Schopnost plnit svoji funkci v souladu s hygienickými předpisy.
Bezpečnost užití	Schopnost výrobku plnit svojí funkci a zároveň udržovat určitou úroveň ochrany a zdraví uživatele.
Estetická působivost	Schopnost lahodit oku člověka jak samotným předmětem, tak i jeho obalem, stejně tak i jako rovnováha mezi formou a funkcí.

Pouhým zaměřením se na tyto dílčí jakostní vlastnosti a jejich neustálým zdokonalováním by se teoreticky dosáhlo dokonalého výrobku, ovšem jeho cena by byla příliš vysoká, proto se zavedl termín optimální jakost. Ta dává do poměru cenu výrobku a jeho celkovou užitečnost pro zákazníka. Obrazný popis tohoto poměru můžeme vidět na obrázku č. 4. Z toho se dá odvodit, že existuje vztah mezi ekonomickou a technickou stránkou věci a také mezi jednotlivými dílčími užitnými vlastnostmi, díky kterému je vhodné vyvíjet a zlepšovat výrobek jako celek a ne pouze jeho části. [6]

Obrázek 4: Schéma vyjádření jakosti výrobku [21]



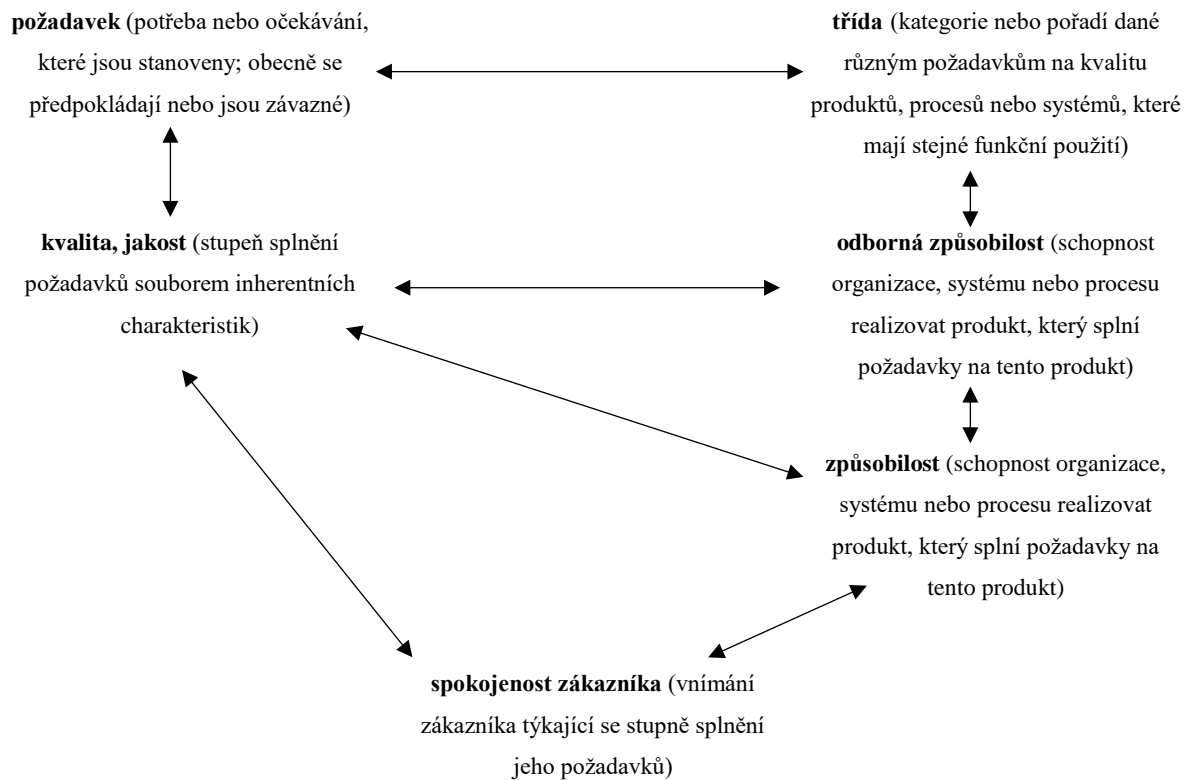
3.1.3 Rozdíl mezi jakostí a kvalitou

Podle normy ČSN EN ISO 9000 je jakost a kvalita identická s anglickým slovem quality, což by mohlo napovídat, že jde o jedno a to samé. [5] Částečně je toto tvrzení, že jde o synonyma, pravdivé, protože v určitých významech je možné slovo kvalita nahradit jakostí, i když by se jednalo o zastaralý výraz. Když se jedná o rozřazování do skupin či norem podle toho, jak dobře je zboží vyrobeno, mluví se o jakostních skupinách. Při obecném popisu například vzhledu či zpracování se jedná o kvalitu. [3]

3.1.4 Norma ČSN EN ISO 9000

Tato norma popisuje základní termíny a principy managementu kvality, které se užívají jak v této, tak dalších ISO normách řady 9000. Definuje, co je kvalita a jakost, management jejich dodržování, zlepšování, dokumentaci a následný audit. Obsahuje také grafické znázornění různých procesů v organizaci. Na obrázku č. 5 je možné vidět pojmy týkající se kvality. [9]

Obrázek 5: Důležité pojmy a jejich souvislosti týkající se kvality, vysvětlené v normě ISO 9000 [9]



3.1.5 Norma ČSN EN ISO 9001

V této normě jsou specifikovány požadavky na management kvality organizace či jednotlivce, který má zajistit, aby byly dodrženy předepsané předpisy a byla zajištěna spokojenost zákazníka či jiných zúčastněných stran. Norma ISO 9001 i všechny ostatní v řadě 9000 nejsou nijak povinné, získání certifikátu o její dodržování je čistě dobrovolné, ovšem pokud je předmětem smlouvy jako dohodnutá úroveň kvality, stává se z ní norma závazná. Důvod, proč chtějí firmy a jednotlivci certifikátu dosáhnout, je zvýšení kredibility, neboť organizace s tímto osvědčením musí dodržovat určité kvalitativní standardy. [10]

3.1.6 Norma ČSN EN ISO 9004

Norma ISO 9004 je rozšíření normy 9001 o udržování a zlepšování efektivity a výkonnosti organizace, neslouží však k certifikaci, ale jen jako doporučující norma, kterou není možné použít ke smluvním účelům. [11]

3.2 Parametrická metoda

Funkce parametrické metody spočívá ve vybrání určitého množství typově stejných výrobků (například automobilů), porovnání parametrů jejich jakostních vlastností a parametrů, které zákazník považuje za optimální a mezní. Výsledkem by mělo být jasné doporučení, který výrobek je na základě zákaznickových preferencí nejvhodnější. Postup používaný v této metodě se dělí na několik kroků, které jsou popsány níže.

3.2.1 Výběr vlastností

Nejdříve je nutné vybrat množinu ukazatelů jakosti, které se budou porovnávat. Není nijak definováno, jaké mají být vybrané vlastnosti, dokonce ani jejich množství a specifičnost, ale je vhodnější jich vybrat více, neboť je poté snazší dodržet přesné požadavky, na druhou stranu příliš velké množství a přílišná detailnost může působit zmatečně a tím zákazníka odradit.

Vybrané vlastnosti je dále nutné rozdělit na měřitelné (výkon, spotřeba atd.) a neměřitelné (kvalita zpracování, vzhled atd.), neboť se s každou kategorií pracuje v dalších částech metody jinak.

3.2.1.1 Měřitelné vlastnosti

Měřitelné vlastnosti je možné empiricky změřit a popsat ve fyzikálních jednotkách. [6] Určení jejich parametrů (hodnot) spočívá v jejich změření či dohledání z jiných zdrojů. Jejich přesnost záleží na správné kalibraci měřících přístrojů či věrohodnosti zdroje.

3.2.1.2 Neměřitelné vlastnosti

Po výběru neměřitelných vlastností je nutné vlastnosti ohodnotit vybranými experty za účelem určení stupně jejich jakosti (např. úroveň kvality provedení interiéru). Z tohoto faktu vzniká problém, neboť nikdy nebude zaručena naprostá přesnost, protože tam vždy bude přítomen faktor subjektivního názoru. Například zajištěním nezaujatosti expertů je možné tuto potíž zmírnit, nikdy ovšem úplně nezmizí.

Mohou být použity čtyři jakostní stupně K , které je možné vidět v tabulce č. 2. Stupeň závisí na úsudku vybraného experta a je tolik hodnot stupňů, kolik je přítomno expertů, což znamená větší vykazovací hodnotu při větším množství soudců, při kterém je větší šance na eliminaci subjektivních názorů. V případě, že zkoumaný objekt hodnocenou vlastností nevykazuje, je ohodnocen úrovní jakosti 0.

Tabulka 2: Stupně jakosti [6]

Stupeň jakosti	Úroveň jakosti K
Výborná Q	1,2
Dobrá I	0,95
Vyhovuje II	0,6
Nevyhovuje III	0,3 (případě 0)

3.2.2 Stanovení úrovní dílčích vlastností

V této části se početně porovnávají zákazníkovi optimální parametry se získanými z předešlého kroku. Vlastnosti se dělí na měřitelné (např. výkon, spotřeba pohonných hmot) a neměřitelné (např. vzhled), neboť se pro každou podskupinu liší následný výpočet. U měřitelných vlastností je navíc nutné určit, zdali je vyžadováno porovnání s minimálním (např. výkon), maximálním (např. spotřeba pohonných hmot), nebo optimálním parametrem (např. světlá výška vozu). Toto stanovení etalonu je jedno z úskalí této metody, neboť to může být poměrně náročné. Dalším možným zkreslení může být změna parametrů během aktivního používání

3.2.2.1 Stanovení úrovně mezních měřitelných vlastností

Smysl této metody spočívá v určování úrovně vlastností, což znamená jak moc se změřený či dohledaný parametr přiblíží k etalonové hodnotě. K tomu se využívá exponenciální funkce s Eulerovým číslem v jejím základu. Výpočet č. (1) se postupně použije pro všechny zvolené parametry, které se mají porovnávat s mezními hodnotami. Výsledek se dále použije v dalších částech postupu.

$$K_i = e^{\pm \frac{P_i - P_{mi}}{P_{mi}}} \quad (1)$$

K_i = úroveň i-té vlastnosti

e = Eulerovo číslo

P_i = naměřená či dohledaná hodnota parametru i-té vlastnosti

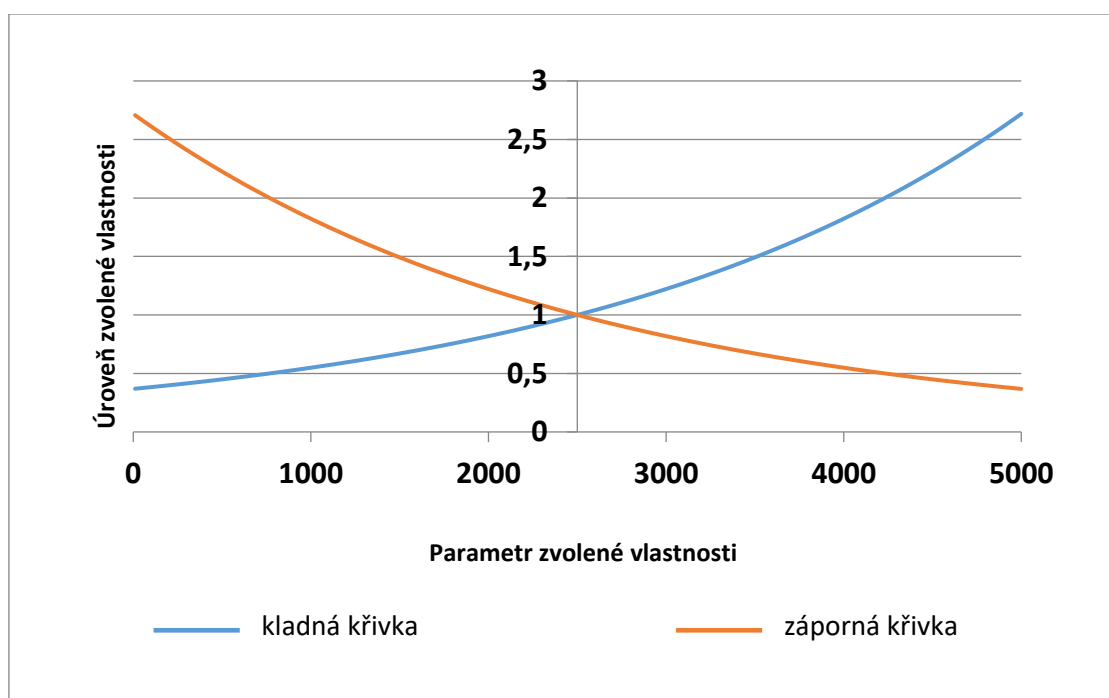
P_{mi} = maximální či minimální hodnota parametru i-té vlastnosti [12]

Znaménko před zlomkem se mění podle toho, jestli je vybráno srovnání s maximálním (mínus) či minimálním (plus) parametrem. Na obrázku č. 6 je možné vidět příklad výsledného

grafu zmíněné funkce. Modrá křivka znázorňuje srovnání s minimálním mezním parametrem, oranžová s maximálním.

Když by například byl při mezním minimálním srovnání změřený parametr vyšší, úroveň dané vlastnosti by byla vyšší než jedna a výsledek by se nacházel na modré křivce v pravé části. Pokud by se ovšem parametr vybrané vlastnosti shodoval se zadanou hodnotou, výsledek by byl jedna, což by znamenalo, že by se výsledný bod nacházel na křivce přesně uprostřed a vlastnost zvoleného výrobku by byla na hranici přijatelnosti.

Obrázek 6: Obecný graf stanovení mezní měřitelné vlastnosti s kladnou i zápornou křivkou [12]



3.2.2.2 Stanovení úrovně optimálních měřitelných vlastností

Postup tohoto výpočtu (vzorec č. 2) je velice podobný jako u mezních vlastností. Výsledek vyjadřuje, jak moc je změřený parametr blízko k optimální hodnotě vlastnosti, kterou si zvolil zákazník. Výpočet je opět proveden pro všechny vybrané vlastnosti, od kterých je vyžadována komparace s optimálními parametry.

$$K_i = e^{-\left| \frac{P_i - P_i^{et}}{P_i^{et}} \right|} \quad (2)$$

K_i = úroveň i-té vlastnosti

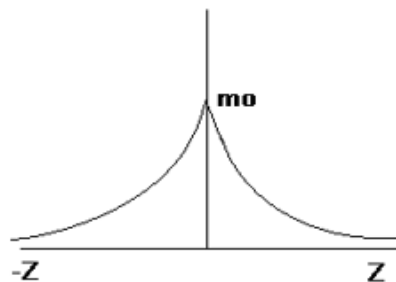
e = Eulerovo číslo (cca 2,71)

P_i = naměřená či dohledaná hodnota parametru i-té vlastnosti

P_i^{et} = optimální etalonová hodnota parametru i-té vlastnosti [12]

Výsledným grafem jsou dvě exponenciály, klesající od bodu s hodnotou optimálního parametru, který je možné vidět na obrázku č. 7. Pokud by výsledná úroveň nebyla shodná s optimální, bude se nacházet na jedné z dvou polovin křivky. V případě shody parametrů by byl výsledek přesně na jejím vrcholu.

Obrázek 7: Obecný graf stanovení optimální měřitelné vlastnosti [12]



3.2.2.3 Stanovení úrovně neměřitelných vlastností expertním hodnocením

Výpočet úrovně pro neměřitelné vlastnosti je velice odlišný od předchozích metod, jelikož jsou zde aplikovány stupně jakosti, které byly zjištěny předchozím ohodnocením. Zjednodušeně lze říct, že se sečtou ohodnocení všech expertů a následně se podělí jejich počtem. Tento postup podle výpočtu č. (3) se opakuje pro všechny vlastnosti a jejich ohodnocení.

$$K_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{ij}$$

(3)

K_i = úroveň i-té vlastnosti

n = počet expertů hodnotících neměřitelné vlastnosti

K_{ij} = úroveň i-té vlastnosti odhadnutá j-tým expertem [12]

Před výpočtem je možné vyřadit extrémní ohodnocení, tj. to které se vymyká ostatním. Když se nějaký soud vyřadí, musí se taktéž zmenšit počet expertů ve jmenovateli.

3.2.3 Stanovení významu vlastností

Kdyby byla vynechána tato část, tak by všechny vlastnosti byly stejně důležité, což je v praxi velice nepravděpodobné. Proto se zavádějí metody určení jejich váhy, které se promítnou do finálního výpočtu úrovně kvality produktu.

3.2.3.1 Přímé expertní ohodnocení váhy vlastností

Tento způsob určení důležitosti spočívá pouze v přímém rozhodnutí expertů. [13] Z toho ovšem vyplývá, že kvalita ohodnocení závisí pouze na správném úsudku a nezájatosti hodnotitelů.

3.2.3.2 Ohodnocení metodou párového porovnávání

Jak již název naznačuje, finální výsledek se bude odvíjet od porovnávání dvou vlastností. Všechny vlastnosti se rozřadí do tabulky, přičemž nijak nezáleží na pořadí, a připíše se k nim pořadové číslo, sloužící pouze pro přehlednost a které nijak nezávisí na předešlých výpočtech. Poté se budou vlastnosti srovnávat způsobem každá s každou tak, že se v porovnávané dvojici rozhodne, která z nich je důležitější, a její pořadové číslo se zapíše do příslušné buňky. Příklad je možné vidět v tabulce č. 3:

Tabulka 3: Párové porovnávání [12]

P.č.		1	2	3	4
	Vlastnost	<i>Výkonnost</i>	<i>Brzdná dráha</i>	<i>Únosnost pneumatik</i>	<i>Estetická působivost</i>
1	<i>Výkonnost</i>	x			
2	<i>Brzdná dráha</i>	2	x		
3	<i>Únosnost pneumatik</i>	1	2	x	
4	<i>Estetická působivost</i>	1	2	3	x

Po dokončení tabulky je vhodné si podle rovnice č. (4) spočítat počet soudů jednoho experta.

$$I = \frac{k * (k - 1)}{2} \quad (4)$$

I = počet soudů jednoho experta

k = celkový počet hodnocených vlastností [12]

Po tomto mezikroku se přejde k samotnému výpočtu váhy vlastnosti, kde si využije předchozí výsledek. Ten se musí provádět pro každý ukazatel zvlášť (vztah č. 5).

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^n f_{ij}}{n * I} \quad (5)$$

M_i = váha i-té vlastnosti

n = počet hodnotících v párovém porovnávání

f_{ij} = absolutní četnost výskytu pořadového čísla i-té vlastnosti v tabulce j-tého experta

I = počet soudů jednoho experta [12]

Touto metodou se dá lépe omezit míra nepřesnosti v porovnání s přímým expertním ohodnocením, neboť se zde pouze srovnávají dvě vlastnosti. Nicméně s rostoucím počtem vyhodnocovaných charakteristik klesá jejich maximální možná váha, tudíž by mohly být některé důležité vlastnosti přehlíženy více, než by bylo zapotřebí. Pro vyrovnání této nevýhody je možné kombinovat oba způsoby, kdy se nejdůležitější vlastnosti ohodnotí přímo a ostatní se porovnají [13]

3.2.4 Výpočet výsledné úrovně jakosti

V této finální části se spojí dohromady všechny vypočtené úrovně kvality měřitelných i neměřitelných vlastností (kap. 3.2.2) a jejich vah (kap. 3.2.3). Výpočet vychází z harmonického průměru (vztah č. 6):

$$K = \frac{\sum_{i=1}^k M_i}{\sum_{i=1}^k \frac{M_i}{K_i}} \quad (6)$$

K = výsledná úroveň jakosti

M_i = váha i -té vlastnosti

K_i = úroveň i -té vlastnosti [12]

Podle výsledku je možné výrobek zařadit podle historického dělení do jakostních kategorií (příklad tabulka č. 4).

Tabulka 4: Jakostní kategorie [12]

Interval úrovně jakosti	Stupeň jakosti	Slovní vyjádření stupně jakosti
$K > 1,1$	Q	Státní značka jakosti
$0,8 < K \leq 1,1$	I	První stupeň jakosti
$0,4 < K \leq 0,8$	II	Druhý stupeň jakosti
$K \leq 0,4$	III	Nevyhovující jakost

Po provedení celého postupu pro všechny srovnávané výrobky je možné podle vypočtené úrovně jakosti určit, který je pro daného zákazníka nejvýhodnější.

3.3 Nákladová metoda

Jelikož je ekonomická stránka věci často významný faktor v pořizování nových výrobků, používá se také metoda nákladová. Ta kvalitu určuje podle vydaných prostředků za celou plánovanou životnost stroje, tudíž platí, že nejkvalitnější výrobek je ten, které vyžaduje během doby užívání nejmenší náklady, které je možné vyjádřit například v korunách za hodinu. [6] Vzorec (č. 7) pro výpočet je následující:

$$u(T_o) = \frac{N_o + N_b(T_o) + N_e(T_o) + N_z(T_o) + N_u(T_o) + N_d(T_o) + N_r(T_o)}{T_o} \quad (7)$$

N_o = náklady na obnovu celého stroje [Kč/h]

N_b = pracovní mzdové náklady na obsluhu stroje [Kč/h]

N_e = náklady na energii a provozní hmoty stroje [Kč/h]

N_z = velikost provozních ztrát [Kč/h]

N_u = náklady na údržbu [Kč/h]

N_d = náklady na diagnostiku [Kč/h]

N_r = náklady na opravy [Kč/h]

T_o = střední doba používání stroje [h] [6]

Tímto výpočtem se určí, jaké jsou průměrné jednotkové náklady na provoz stroje za jeho průměrnou životnost. V tom spočívá přednost této metody, neboť je v ní obsažená většina jakostních vlastností spojených s penězi, což je, obzvláště pro výrobce, většinou nejzajímavější. V průměrných jednotkových nákladech jsou započítány i jiné vlastnosti jako například výkonnost, funkční přesnost (čím větší přesnost, tím nižší provozní ztráty) nebo ovladatelnost (ovlivňuje počet obsluhujících zaměstnanců a jejich mzdy). [6]

Z principu je ovšem nemožné zahrnout neměřitelné vlastnosti, které je nutné porovnat například parametrickou metodou. V průmyslové praxi se tedy při použití nákladové metody provádí i parametrická, která ovšem nemá většinou takovou váhu jako výsledek z metody nákladové. Další možnost je použít oba způsoby a jejich výsledky pro dosažení větší přesnosti porovnat. [6]

Velká nevýhoda nákladového srovnání spočívá ve velmi obtížném vyčíslení dílčích nákladů bez předchozích zkušeností. Pro jejich kvalitní určení je velice vhodné čerpat ze

zkušeností z produktů, které byly užívány nebo vyráběny v minulosti. Tento nedostatek je obzvláště patrný například při přípravách na výrobu úplně nového produktu, který se ale může zmírnit například vyrobou prototypů a jejich krátkodobé testování a zároveň odhadem některých vstupních parametrů (například náklady obnovy či opravy). Jelikož ale výrobci provádějí analýzy možných výsledků, je tato metoda v tomto případě použitelná. Může také dobře fungovat jako zpětné hodnocení.

3.4 Metoda PROMETHEE II

Tato metoda slouží k určení pořadí vybraných výrobků podle vhodnosti v dané situaci. Tato metoda je aplikována v oblastech, jako jsou například bankovníctví, vzdělání, logistika, doprava, výroba atd. [7]

Jednotlivé objekty lze srovnávat pouze na základě jejich měřitelných vlastností. Pokud je zapotřebí užití neměřitelné vlastnosti, je nutné jim přiřadit konkrétní hodnoty. Po výběru vlastností je potřeba jim přidělit důležitost. Tato metoda váhu jednotlivých vlastností neurčuje, musí se tedy kombinovat s jiným postupem či je možné důležitosti odhadnout. [7]

3.4.1 Výpočet

Před samotnými výpočty je ještě zapotřebí rozdělit vlastnosti podle toho, zdali má být daný parametr maximální či minimální. Prvním krokem je normalizování kriteriální matice, čehož se v případě maximálního parametru dosáhne rovnicí č. (8). Tento krok se provede pro všechny srovnávané produkty a jejich vlastnosti. [7]

$$R_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (8)$$

R_{ij} = normalizovaná kriteriální matice i-té alternativy

X_{ij} = výkonnost i-té alternativy ohledem na j-té kritérium [7]

Za použití minimálního parametru je třeba rovnici upravit na vztah č. (9).

$$R_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (9)$$

R_{ij} = normalizovaná kritériální matice i-té alternativy

X_{ij} = výkonnost i-té alternativy ohledem na j-té kritérium [7]

Ve druhém kroku se zjistí rozdíl mezi výsledky normalizovaných kritériálních rovnic jednotlivých produktů. Tento postup podle rovnice č. (10) je nutné provést pro všechny kombinace rozdílů. V případě, kdy by byl rozdíl záporný či rovný nule, je výsledek nula. [7]

$$P_j(i, i') = (R_{ij} - R_{i'j}) \quad (10)$$

$P_j(i, i')$ = funkce preference i-té alternativy

R_{ij} = normalizovaná kritériální matice i-té alternativy [7]

Dále je třeba vypočítat agregovanou funkce preference. Ta se zjistí dle rovnice č. (11) vynásobením předchozích výsledků vahami jednotlivých vlastností a následnou úpravou o součet všech vah. [7]

$$\Pi(i, i') = \frac{[\sum_{j=1}^m W_j * P_j(i, i')]}{\sum_{j=1}^m W_j} \quad (11)$$

$\Pi(i, i')$ = agregovaná funkce preference i-té alternativy

W_j = váha i-té vlastnosti

$P_j(i, i')$ = funkce preference i-té alternativy [7]

Ve čtvrtém kroku se zjišťuje vstupní a výstupní tok. Výstupní tok (rovnice č. 12) vyjadřuje, o kolik je i-tá alternativa lepší než ostatní, kdežto vstupní tok (rovnice č. 13) naopak popisuje, o kolik je i-tá alternativa horší. [7]

$$\phi^+(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{i'=1}^n \Pi(i', i) \quad (i \neq i')$$

(12)

$$\phi^-(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{i'=1}^n \Pi(i, i') \quad (i \neq i')$$

(13)

$\phi^+(i)$ = výstupní tok i-té alternativy

$\phi^-(i)$ = vstupní tok i-té alternativy

n = počet alternativ

$\Pi(i, i')$ = agregovaná funkce preference i-té alternativy [7]

Na závěr se podle rovnice č. (14) vypočítá čistý tok a podle něj se určí pořadí vhodnosti produktů. Nejvhodnější výrobek pro danou situaci je ten, který má hodnotu čistého toku nejvyšší. [7]

$$\phi(i) = \phi^+(i) - \phi^-(i)$$

(14)

$\phi(i)$ = čistý tok i-té alternativy

$\phi^-(i)$ = vstupní tok i-té alternativy

$\phi^+(i)$ = výstupní tok i-té alternativy [7]

3.4.2 Výhody a nevýhody

Výhodou této metody je přesnost a nenáročnost při porovnání kvantitativních vlastností, ovšem mezi její velké nevýhody patří fakt, že s ní nelze určit váhy jednotlivých vlastností, které se musí buď odhadnout nebo zjistit použitím jiné metody, a nemožnost přímo porovnávat kvalitativní vlastnosti. Těm se nejdříve musí přiřadit číselné hodnoty a následně se s nimi pracuje, jako by byly měřitelné. [7]

3.5 Metoda analytického hierarchického procesu (AHP) se systémem se zpětnou vazbou (SWF)

Tato metoda se používá pro zhodnocení výkonu podniku nebo zdali je profitabilní a zároveň vyzdvihuje, ve kterých důležitých kritériích je třeba zavést změny. Zkratky vycházejí z anglických termínů „Analytic hierarchy proces“ (AHP) a „System with feedback“ (SWF).

Umožňuje skloubit finanční i nefinanční kritéria a jejím výsledkem je jedno kombinované skóre. Využívá se k rozšiřování a hodnocení byznysu, při rozhodování investic, výběru výrobních systémů a jeho kontrole a v dalších oblastech. Také se kombinuje s matematickým modelováním. [8]

3.5.1 Kritéria

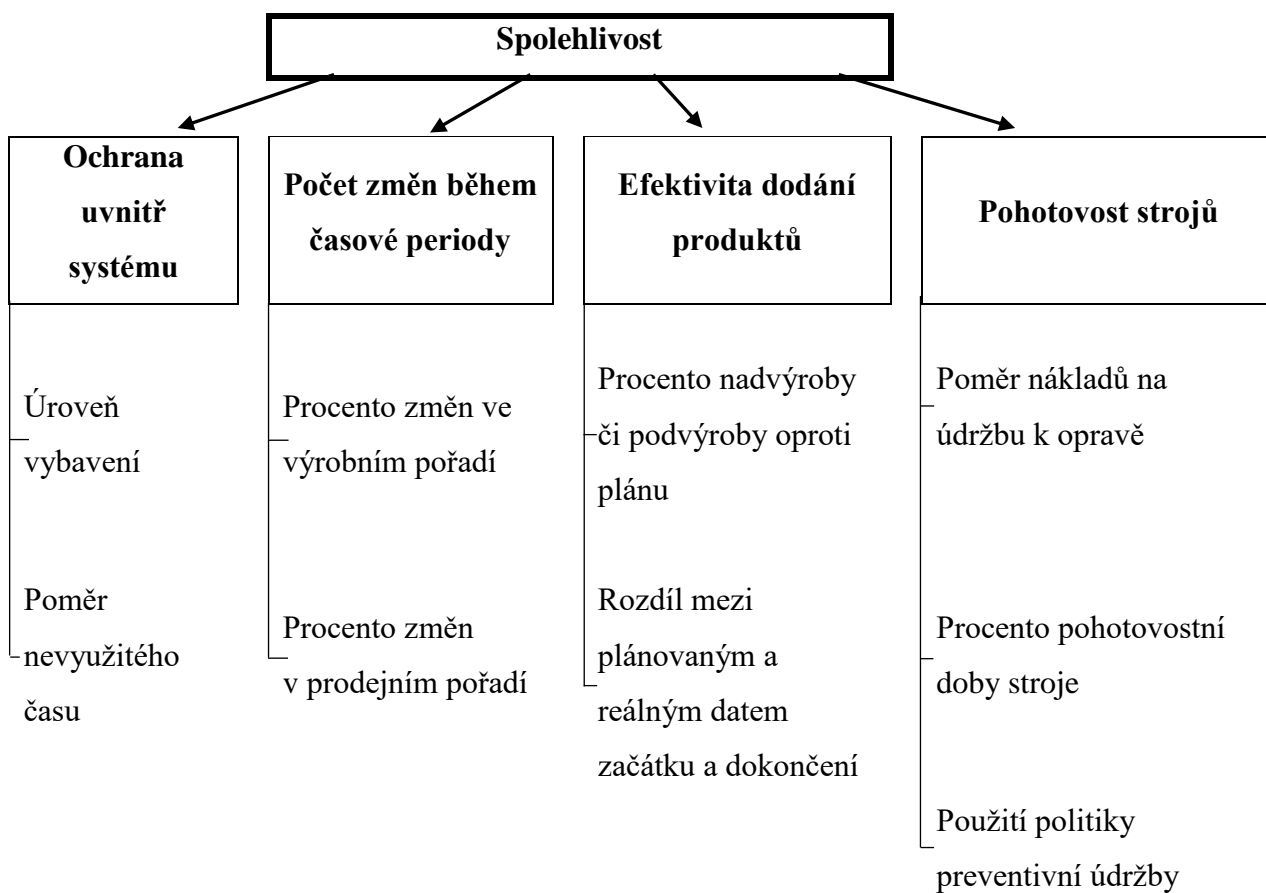
Metoda pracuje s hodnocením několika kritérií – spolehlivost, čas, flexibilita, kvalita a náklady. Jsou vybrány, protože významným způsobem přispívají k výdělečnosti společnosti. Pro přehlednost se části jednotlivých kritérií zapisují do hierarchických tabulek. Na jednotlivá kritéria se ovšem nelze nahlížet izolovaně, neboť se vzájemně ovlivňují. Podle toho, jakou má společnost zvolenou strategii, se volí důležitosti jednotlivých kritérií. Jako příklad je možné uvést společnost, která se zaměřuje na co nejnižší cenu, tudíž je pro ni méně důležitá flexibilita výroby. [8]

3.5.1.1 Spolehlivost

Spolehlivost v této metodě vyjadřuje efektivitu firemního plánování a jejích kontrolních systémů a míru důvěry ve výrobní systém. Pracuje se s předpoklady, že spolehlivý systém produkuje a přepravuje správné produkty včas a v potřebném množství, a že čím je podnik spolehlivější, tím méně prostředků je zapotřebí k prevenci proti očekávaným a neočekávaným odchylkám a zpožděním. Dalším benefitem vysoké spolehlivosti je dobré mínění ze strany zákazníků. [8]

Dobrou představu o spolehlivosti si je možné udělat na základě počtu změn v podniku za nějaký určitý čas, neboť nestálost například v rámci designu, nákupů, produkci nebo nabídkách má za následek plýtvání zdroji, prodlužování dodacích lhůt či úplné nedokončení objednávky. Další způsoby zjišťování spolehlivosti je porovnávání předpokládaného a reálného počátku a konce výroby nebo sledování frekvence poruch strojů a doby, za kterou jsou opět uvedeny do provozu. Všechny tyto způsoby měření se následně zapisují do hierarchické struktury podle metody AHP, kterou je možné vidět na obrázku č. 8. [8]

Obrázek 8: Hierarchie kritérií spolehlivosti [8]



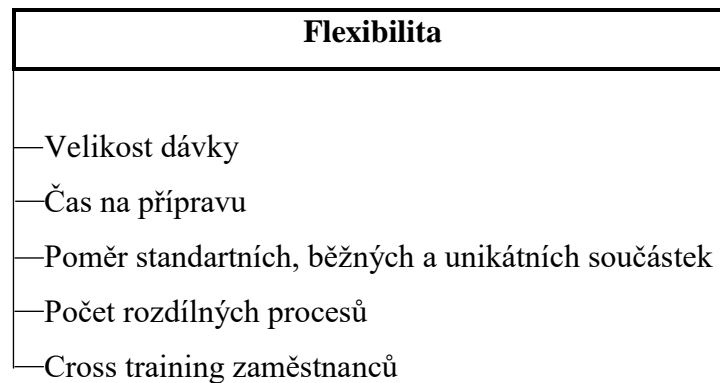
3.5.1.2 Délka výrobního cyklu

Zkracováním délky výrobního cyklu se docílí vyšší flexibility výroby na měnící se požadavky či lepší produktivity, neboť většina času, který výrobek je přítomen ve výrobním cyklu, se spotřebuje aktivitami, které mu nepřidávají žádnou hodnotu (například čekání nebo inspekce). [8]

3.5.1.3 Flexibilita

Pro konkurenceschopnost společnosti je důležité, aby pružně reagovala na měnící se potřeby zákazníků a situaci na trhu, proto je nutné, aby se mohl celý výrobní systém nebo jeho části přizpůsobit. Měnit je třeba jak existující produkty, kdy je variabilní jejich množství i kombinace, tak i samotné vlastnosti budoucích produktů, které jsou ovlivněny požadavky zákazníků. Hierarchická struktura flexibility je popsána na obrázku č. 9. [8]

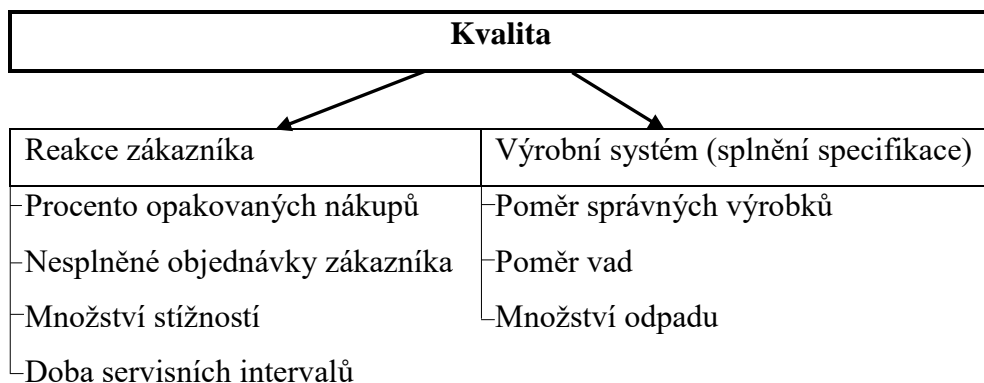
Obrázek 9: Hierarchie kritérií flexibility [8]



3.5.1.4 Kvalita

Aby vytvořený výrobek byl kvalitní, musí odpovídat požadavkům a představám zákazníka. Měřit se dá podle reakcí zákazníků, mezi které může patřit například množství a druh připomínek, opakované nákupy, servisní intervaly atd. Další možnost odhadování kvality je podle množství chyb a nepřesností při výrobě (tzv. splnění specifikace). Hierarchická struktura kvality je na obrázku č. 10. [8]

Obrázek 10: Hierarchie kritérií kvality [8]



3.5.1.5 Náklady

Aby bylo možné produkty prodávat za nižší cenu než konkurence, je nutné buď levněji získávat zdrojový materiál či jej efektivněji přeměňovat ve finální výrobek. Náklady je možné hodnotit podle nákladů jednotkových. [8]

4 Aplikace metod hodnocení kvality na vybranou kategorii osobních automobilů

V praktické části této bakalářské práce budou aplikovány předešlé teoreticky popsané metody určování kvality, konkrétně metody parametrické a párového porovnávání. Jako výrobky, které budou srovnávány, poslouží automobily Ford Mondeo Mk 4, Škoda Octavia druhé generace a Toyota CH-R. Celkem bude hodnoceno 23 vlastností, z toho 15 je měřitelných a 8 neměřitelných, přičemž jejich parametry byly zjištěny z automobilových časopisů a internetových stránek, popřípadě z dokumentace výrobců.

4.1 Srovnávané automobily

Tato kapitola se bude věnovat krátkému popisu zvolených automobilů s příloženými ilustračními fotografiemi.

4.1.1 Ford Mondeo

Ford Mondeo je vůz střední třídy, který byl poprvé uveden v roce 1993, kdy nahradil zastarávající model Sierra. Původně mělo jít o globální model, do kterého Ford vkládal velké ambice. Toto je obzvláště patrné na ceně za jeho vývoj, která dosáhla 6 miliard dolarů, nebo například na dobré výbavě, která obsahovala v její základní podobě airbag řidiče, což bylo v té době poprvé, nebo možnost vyhřívání čelního skla. [14] Dnes je dostupná už jeho čtvrtá generace s karosářskými variantami liftback a kombi, která se v USA jmenuje Fusion. Ve srovnání bude ovšem figurovat jeho třetí generace s označením Mk 4 (někde také Mk 4,5), která se vyráběla mezi lety 2007 a 2015.

Použité Mondeo (obrázek č. 11) je ve verzi kombi s motorem 2.0 TDCI s výkonem 103 kW, které bylo vyrobeno v roce 2012. Mezi jeho klady patří například obrovský vnitřní prostor, který si nezadá s vozidly vyšších tříd, výborné jízdní vlastnosti, které byly vychvalovány motoristickými novináři jako nejlepší ve třídě, nebo v současné době nízká cena ojetých vozů. Mezi zápory by se dalo zařadit obtížnější parkování, které je daní za velké rozměry karoserie, a nižší světlá výška, daná laděním podvozku.

Obrázek 11: Ford Mondeo kombi



4.1.2 Škoda Octavia

Octavia je nejprodávanější model automobilky Škoda. První vůz s tímto jménem byl vyroben v roce 1959 jako nástupce modelu 445, známý pod jménem Spartak. Vyráběla se s karoserií typu tudor a kombi. [16] Jméno Octavia bylo odvozeno od latinského slova „octo“ (osm), značíc model s pořadovým číslem osm od konce druhé světové války.

Když v roce 1991 přešla Škoda pod koncern VW, byl nový model Octavia, který převzal jméno od svého předchůdce, prvním vozem, který byl kompletně vyvinut ve spolupráci s německými vlastníky. Vůz byl postaven na základě modelu nižší střední třídy Volkswagenu Golf, ze kterého nové modely vycházejí dodnes. Byl to první model automobilky Škoda, který nabízel jak zážehové, tak vznětové motory s turbodmychadlem, či dokonce automatickou převodovku. [15] Dnes se prodává její třetí generace s variantami karoserie liftback a kombi, které je možné mít i v typech Scout, která má zvýšenou karoserii s vnějšími plastovými doplňky, a sportovně orientovaném RS.

Vybrané vozidlo (obrázek č. 12) do srovnávacího testu je zástupce omlazené druhé generace. Mezi její výhody určitě patří velký vnitřní prostor, dobrá ovladatelnost, nízké ceny náhradních dílů dané oblíbeností modelu, a množství servisů. Asi největší nevýhoda Octavie všech generací je enormní množství krádeží těchto vozů v České republice.

Obrázek 12: Škoda Octavia kombi



Zdroj: www.d19-a.sdn.szn.cz/d_19/c_img_H_J/nVkNCd.jpeg?fl=res,1024,,3/wrm,/watermark/sauto.png,10,10

4.1.3 Toyota C-HR

Toyota C-HR, prodáváná nově od roku 2017, je zástupce stále více se rozrůstajícího segmentu malých SUV nebo crossoverů, kde je také jeho hlavní rival je Nissan Quashqai, jeden z nejoblíbenějších zástupců této kategorie. Stejně jako u ostatních vozů tohoto druhu je u C-HR primární vzhled a vysoká pozice sezení v kabině. Jak začíná být u japonských vozů pravidlem, design nepřipomíná nic, co se vyrábí kdekoli jinde na světě, a to je pravděpodobně největší lákadlo Toyota. Dokonce drží světový rekord s nejdelším světlometem na osobním automobilu, které měří tři čtvrtě metru. [17]

Jelikož byl vzhled u tohoto vozu prioritou, tak má poměrně malý zavazadlový prostor a masivní zadní sloupky, které mají za následek velmi malá zadní okna a mizerný výhled zevnitř ven. Tyto nedostatky jsou vyvažovány bohatou standardní bezpečnostní výbavou, ve které je například automatické brzdění, systém udržování jízdy v pruhu nebo adaptivní tempomat. [18]

Vůz, který bude porovnáván (obrázek č. 13), má hybridní ústrojí. Pohání ho tedy společně zážehový motor o objemu 1,8 litru a elektromotor se sadou baterií, které ovšem nelze externě dobíjet. Jako jediný vůz ve srovnání nemá manuální převodovku, ale bezestupňovou převodovku CVT s variabilním převodem.

Obrázek 13: Toyota C-HR



Zdroj: http://resource.digitaldealer.com.au/image/23221327057d9d43305de8319416365_0_0.jpg

4.2 Porovnávané vlastnosti

V dalších podkapitolách jsou vlastnosti rozdělené podle měřitelnosti, kde jsou podrobně popsány. Parametry všech tří vozidel jsou k dispozici v tabulkách v příloze.

4.2.1 Měřitelné vlastnosti s minimálními parametry

Parametry měřitelných vlastností byly vybrány z oficiálních materiálů výrobce.

4.2.1.1 Výkon motoru

Výkon je jeden ze základních automobilových parametrů. Nedá se ovšem změřit, nýbrž je nutné ho dopočítat podle vzorce č. (15).

$$P = \frac{M * 2 * \pi * n}{60} \quad (15)$$

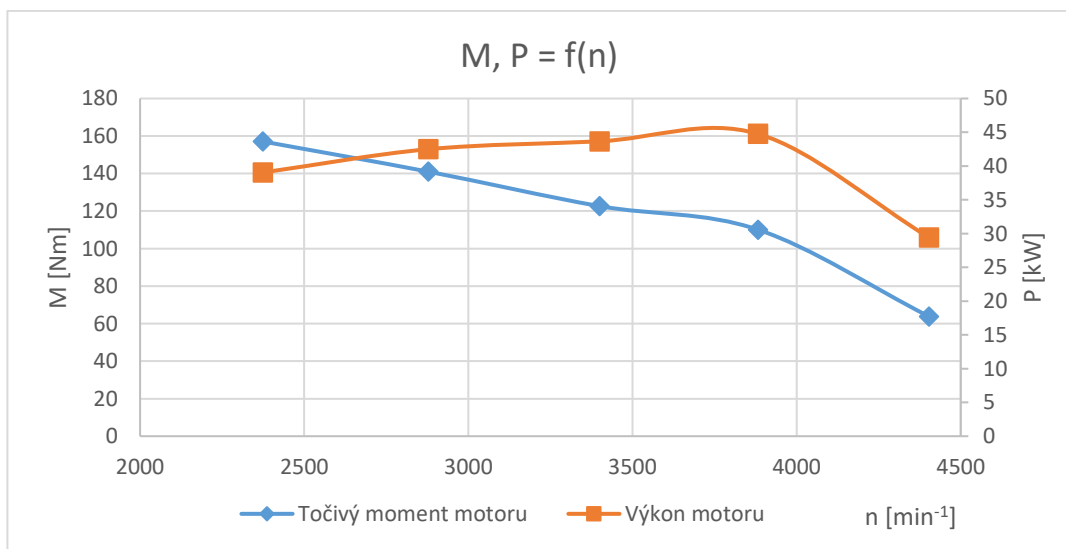
P = výkon [W]

M = točivý moment [N.m]

n = otáčky [min⁻¹]

Vysoký výkon je důležitý k dosažení stabilní vysoké cestovní rychlosti nebo ke zrychlení. Tento fakt může činit vozidla se slabými motory potenciaálně nebezpečná, neboť například předjíždění při dálničních rychlostech v takových případech je velmi zdoluhavé. Podstatný je také jeho průběh v otáčkové charakteristice (obrázek č. 14), podle které je možné určit, do kterých otáček má smysl motor vytáčet.

Obrázek 14: Příklad otáčkové charakteristiky vznětového motoru



4.2.1.2 Točivý moment motoru

Důležitost točivého momentu začala v poslední době stoupat s velkým rozšířením motorů s moderními turbodmychadly, které umožňují, aby byla momentová charakteristika co nejpřímější. Vzhledem ke vztahu č. (15) je jasné, že při ploché momentové křivce a rostoucích otáčkách roste výkon motoru, aniž by se musel zásadně vytáčet. Samotná velikost maximálního momentu víceméně vypovídá o podobných faktorech jako výkon, ovšem bez znalosti jeho umístění v otáčkové charakteristice, která vyznačuje nejefektivnější pásmo s nejnižší spotřebou, nemá takovou hodnotu.

Toyota C-HR má mnohem nižší točivý moment než ostatní. To je způsobeno typem motoru, neboť atmosférické zážehové motory mají nižší točivý moment v porovnání se vznětovými.

4.2.1.3 Maximální rychlost

Parametr maximální rychlosti není většinou důležitý jako informace o hraničních možnostech vozidla, ale spíše kvůli schopnosti vozu udržovat běžnou cestovní rychlost bez ohledu na silniční podmínky (např. sklon cesty, protivítr atd.). Navíc většinou platí, že čím vyšší rychlosti může automobil dosáhnout, tím méně je motor běžném tempu namáhán, což ovlivňuje například jeho životnost nebo spotřebu paliva.

4.2.1.4 Objem zavazadlového prostoru

Automobil je prostředek pro přepravu osob a jejich zavazadel, tudíž je logické, že objem zavazadlového prostoru je jedna z priorit, obzvláště pokud je určen například pro rodiny s dětmi. Naopak je jasné, že pro jednotlivce či páry není jeho velikost příliš důležitá, protože při případné nutnosti přepravy většího množství nákladu pro ně existuje možnost sklopení zadních sedadel.

Velikost zavazadlového prostoru je měřena pomocí normovaných destiček o objemu 1 litr, které se do kufru vkládají, dokud se nenaplní po úroveň krycí roletky či plata. Výsledek vznikne v pouhém vynásobení počtu destiček a jejich objemu. Samotné měření ovšem není, kromě zmiňované roletky, nijak regulováno, tudíž se výrobci snaží výsledky co nejvíce ovlivnit. Jako příklad se může uvést posunutí zadních sedadel co nejvíce dopředu či započítání prostoru pod hlavní podlahou kufru. [19]

Hodnoty v tabulce č. 9 jsou hodnoty udávané výrobcem. Je pozoruhodné, že Octavia má kufr tabulkově největší, navzdory kratší a užší károserii oproti Mondeu. Naopak u hodnot C-HR lze jasně vyčíst prioritu formy před funkcí, kdy velikost zavazadlového prostoru ustoupila designu.

4.2.1.5 Maximální hmotnost přípojného vozidla

Ne vždy je objem zavazadlového prostoru či prostoru pro cestující dostačující, a tak je potřeba připojit přípojně vozidlo (například vozík či karavan). Ty se dělí do několika kategorií podle hmotnosti. Není možné za auto zapojit kterékoli tažné vozidlo, jelikož jejich provoz podléhá zákonům. Okamžitá hmotnost (tj. hmotnost změřená v daný moment) přípojně vozidla či vozidel nesmí být vyšší než okamžitá hmotnost tažného vozidla a zároveň okamžitá

váha celé soupravy nesmí přesahovat maximální povolenou hmotnost jízdní soupravy, která se určuje při homologaci tažného vozidla. [22]

Vozy Ford Mondeo a Škoda Octavia mohou táhnout přívěs, který přesahuje hmotnost 750 kilogramů. Ty již musí mít podle zákona vlastní brzdový systém. U hybridních vozidel s převodovkou CVT je běžné, že nemohou tahat žádné přípojné vozidlo, v tom je Toyota C-HR výjimkou, protože může tahat až 725 kilogramovou zátěž.

4.2.2 Měřitelné vlastnosti s maximálními parametry

4.2.2.1 Zrychlení z 0 na 100 km/h

Parametr zrychlení je důležitý převážně kvůli bezpečnosti, například pro rychlé opuštění křižovatky. Nabírání rychlosti je primárně ovlivněné výkonem, hmotností a přilnavostí. Zrychlení je u slabších vozů dáno nejen pohotovostní hmotností vozu (tj. váha bez pasažérů a zavazadel), ale také množstvím nákladu, tudíž je vhodné při výběru motorizace brát ohled právě na tento faktor. Pokud vůz příliš slabý, mohl by brzdít provoz a způsobovat nebezpečné situace.

Nejčastější výrobcem uvedené parametry zrychlení jsou představují čas, jak dlouho trvá zrychlení z nuly na 100 km/h, u rychlejších vozů i na 200 km/h. Velmi důležité jsou ale také hodnoty pružného zrychlení, například z 60 na 100 km/h či z 80 na 120 km/h. V tabulce č. 11 jsou uvedeny parametry 0 – 100 km/h.

4.2.2.2 Spotřeba paliva

Nákup pohonných hmot je za celou životnost automobilu nejčastější a celkově největší výdaj, se kterým se lidé během užívání automobilu setkávají, proto je kritické, aby byla spotřeba co nejnižší. Bohužel v dnešní době lze velmi těžko brát v úvahu hodnoty, které uvádí výrobce, neboť jsou kvůli nereálným normovaným testům silně zkreslené. Nejhůře postižené jsou v tomto ohledu hybridy, neboť testovací cyklus umožňuje jet z velké části na baterie.

Při výběru modelu a také motoru je velmi důležité si uvědomit, v jakém prostředí se bude vůz používat. Pokud by se pohyboval převážně v městském prostředí a na krátkých trasách, je i přes nižší spotřebu vznětového agregátu vhodný výběr motoru zážehového či případně hybridního, neboť se rychleji zahřívá a při nízkém celkovém kilometrovém nájezdu se náklady na palivo nevyrovnají větší pořizovací ceně dieselového motoru. Naopak při častých dálničních přesunech se vyplatí vozidlo s naftovým motorem. Určitý vliv na spotřebu má také pohon na všechna kola, který je konstrukčně složitější, a tudíž je celý vůz těžší a má větší ztráty.

Kvůli kredibilitě jsou pro spotřebu zvoleny oficiální hodnoty výrobce. Z hodnot v tabulce č. 12 je patrné, že Toyota má výrazně menší spotřebu než ostatní vozy, neboť během testovacího cyklu využívá pro pohon baterie. Ford má naopak spotřebu nejvyšší, neboť je ze všech aut největší a nejtěžší.

4.2.2.3 Emise oxidů dusíku

Díky rostoucím požadavkům na omezování znečištění planety je stále větší důraz kladen na ekologii spalovacích motorů v automobilech. Objektivita a logika studií na ekologická témata, především vliv skleníkových plynů na globální oteplování, je přinejlepším diskutabilní, ve městech je ovšem smog velice reálný problém. Ten je tvořen několika složkami, v práci budou použity oxidy dusíku (NO_x).

Emise NO_x vznikají kvůli reakcím dusíku, jehož převážná většina je výfukem odvedena pryč, s kyslíkem, jejichž produkty jsou oxidy dusný (N_2O), dusnatý (NO) a dusičitý (NO_2). Přesto, že jsou nové vozy vybavené takzvanými denoxovými katalyzátory, jsou jejich emise stále problém, a to především u naftových, ale také u silně přeplňovaných benzínových motorů, uvnitř kterých je teplota spalování velmi vysoká a při kterých oxidy dusíku vznikají. [25]

Přímá škodlivost oxidu dusnatého je nízká, ale vyvolává pocit dušení, nutí ke kašli a ve vlhkém prostředí leptá. Horší následky má styk s oxidem dusičitým, jelikož je prudce jedovatý a způsobuje potíže od lehkých zánětů dýchacích cest až po edém plic. [25]

V hodnocení této vlastnosti má Toyota opět výhodu, neboť oficiální testy jí umožňují čistě elektrický provoz, který výrazně snižuje průměr všech emisí za testovací cyklus. Hodnoty Fordu jsou nejvyšší, jelikož je ze všech tří vozů nejtěžší.

4.2.2.4 Pohotovostní hmotnost

Pohotovostní hmotnost vozidla označuje hmotnost vozu včetně provozních náplní. Pro běžného zákazníka se může jevit jako nepodstatná vlastnost, ale má své opodstatnění. Jeden z faktorů byl popsán v kapitole 4.2.2.1, dále také ovlivňuje ovladatelnost vozu v krizových situacích. Kvůli vyšší hmotnosti je také nutné používat odolnější komponenty, které mají následně vliv na cenu vozu, a také se například více opotřebovávají pneumatiky, jelikož na ně působí větší síly.

Z pohledu do tabulky č. 14 je vidět jedna z nevýhod vozů kategorie SUV. Toyota, i když je ze všech vozů s přehledem nejmenší, je téměř o 100 kilogramů těžší než Škoda. Vyšší hmotnost je také daná hybridním pohonným ústrojím, které zbylé dva vozy nemají.

4.2.2.5 Součinitel odporu vzduchu

Součinitel odporu vzduchu (zkratka C_x) je důležitým faktorem při navrhování automobilu, jelikož představuje schopnost vozu pronikat skrz okolní vzduch. Zjišťuje se buď testováním ve větrném tunelu, kde se v raných fázích vývoje zkouší zmenšené modely a později i plnohodnotné vozy (viz příklad na obrázku č. 15), nebo pomocí počítačových simulací s použitím technologie proudění tekutin, které je sice mnohem levnější, ale nedokáže reálné testy zcela nahradit. [26]

Obrázek 15: Měření odporu vzduchu ve větrném tunelu



Zdroj: <https://amp.businessinsider.com/images/57112c3edd0895bc4f8b49a4-750-375.jpg>

Je velice důležité, aby byl výsledný koeficient co nejnižší, protože především při vysokých rychlostech významně ovlivňuje nároky na výkon. To vyplývá ze vzorce č. (16) pro výpočet C_x .

$$C_x = \frac{2F_D}{\rho AV^2}$$

(16)

C_x = součinitel odporu vzduchu

F_D = odporová síla [N]

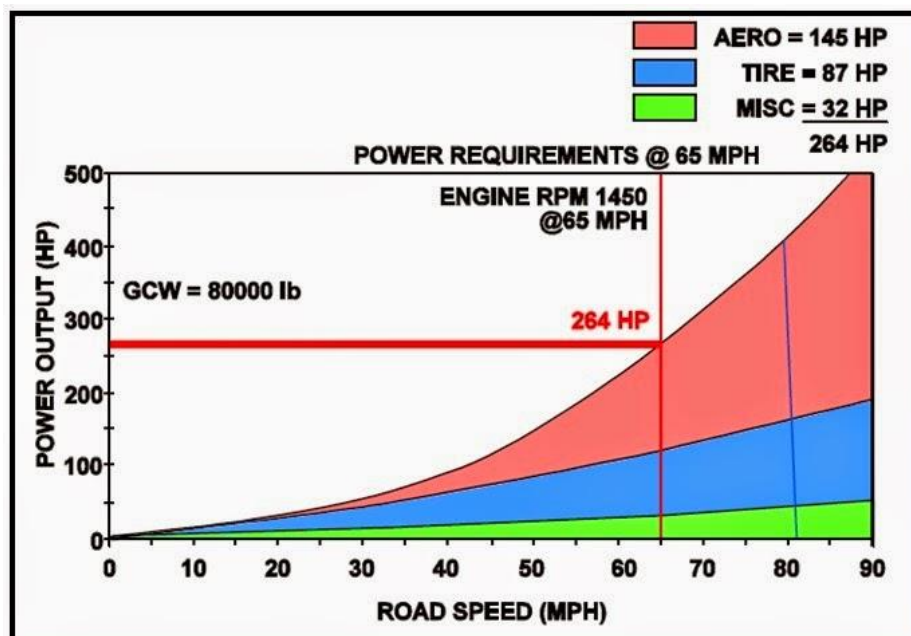
ρ = hustota vzduchu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]

A = čelní plocha (automobilu) [m^2]

V = rychlost vzduchu (automobilu) [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] [26]

Jelikož odpor vzduchu roste se čtvercem rychlosti, je velice důležité, aby byla karoserie pro dosahování vyšších rychlostí aerodynamicky optimalizovaná. Na obrázku č. 16 je možné vidět příklad rostoucích výkonových požadavků na vozidlo podle odporových sil v závislosti na rychlosti. Na ose X se nachází cestovní rychlost a na ose Y výkon motoru, zatímco zelená plocha znázorňuje ostatní odpory, modrá valivý odpor a červená odpor vzduchu. Z grafu je jasně patrné, že při rostoucí rychlosti odpor vzduchu strmě stoupá. Při rychlosti zhruba 105 km/h je více než polovina výkonu, který je nutný pro dosažení této rychlosti, zapotřebí k překonání aerodynamického odporu.

Obrázek 16: Příklad výkonových požadavků na vozidlo podle odporových sil v závislosti na rychlosti



Zdroj: <http://3.bp.blogspot.com/-KMNG2rWZGc4/VGGGrVJuM5EI/AAAAAAAAAZ8/1BRTHcmB3c8/s1600/18.jpg>

Běžné hodnoty koeficientu jsou okolo 0,3. V případech, kdy je koeficient vysoký, jako například Mercedes – Benz třídy G, jehož hodnota je 0,54, je automobil nestabilní, má vysokou spotřebu a nedosahuje takových rychlostí jako aerodynamičtější vozy. Především výkonné a sportovně orientované vozy mají koeficient vyšší, neboť potřebují vyšší přítlak a více otvorů pro chlazení. Jako extrémní příklad lze uvést monoposty formule jedna, jejich hodnoty se pohybují mezi 0,7 až 1,1. [27]

Hodnoty koeficientu Fordu a Škody se pohybují v běžných hodnotách, ale u Toyoty je situaci horší, neboť má pro SUV typickou vyšší karoserii a větší čelní plochu.

4.2.3 Měřitelné vlastnosti s optimálními parametry

4.2.3.1 Objem motoru

Trendem současné doby je zmenšování motorů a zároveň přidávání turbodmychadel za účelem snížení emisí. Toto uspořádání motoru má pozitivní vliv na spotřebu, pokud není po motoru vyžadován příliš velký výkon, ovšem během zátěže je tento efekt přesně opačný. Proto, a také kvůli menší složitosti pohonné jednotky, někteří lidé nedají dopustit na klasické atmosférické plnění s velkým objemem. [42]

Pokud ovšem má motor větší objem, než je na danou automobilovou kategorii běžné, jako například motor o objemu 2,5 litru, který byl k dostání u Fordu Mondeo, je spotřeba také větší. Ještě zhruba před deseti lety měly motory vozů střední třídy nejmenší objemy 1,6 litru, dnes je možné mít například Škodu Superb s přeplňovaným motorem o objemu 1,4, nebo dokonce model Octavia, který je o třídu menší a který často slouží jako rodinný vůz, s pouze litrovým tříválcem. Takovéto paradoxy vznikají kvůli potřebě automobilek snížit celkový průměr vypouštěných emisí oxidu uhličitého, který je nastavován Evropskou unií. V praxi takovéto modely tvoří jen malou část prodaných vozů, neboť v reálném světě příliš nefungují. Naštěstí tento trend již odeznívá, neboť nově vznikající pohonné jednotky už mají vyšší objemy než jejich předchůdci.

4.2.3.2 Objem palivové nádrže

Velká nádrž přijde vhod obzvláště při cestování mezi státy, kdy řidič dopředu ví, že v jednom státu jsou pohonné hmoty levné a v dalším naopak, tudíž může ušetřit natankováním co největšího množství levnějšího paliva. Další klad spočívá v nižší frekvenci nutného dotankování, což může přijít vhod v oblastech s nízkou hustotou čerpacích stanic. Naopak velká palivová nádrž může omezovat prostor pro posádku, neboť je často umístěna pod zadními sedačkami, kde se navíc u hybridních vozů často dělí o místo s bateriemi.

4.2.3.3 Světla výška

Světla výška představuje, jak vysoko je karoserie umístěna nad zemí, což je důležité z několika důvodů a záleží na výrobci, kterému přidávají větší váhu. Bohužel jelikož si navzájem odporují, vždy je nutné udělat nějaký kompromis. Pokud má vůz nižší světlu výšku, jako například Ford Mondeo, vypadá sportovněji a má lepší jízdní vlastnosti, neboť pomáhá snižovat jeho těžiště. Také ale nemůže přejíždět přes větší terénní nerovnosti, což může přijít nevhod například při jízdě mimo zpevněné cesty ve hlubokých vyjetých kolejkách. Ve vyšších vozech kategorie SUV (Toyota C-HR) je situace přesně opačná. Lépe se do vozu nastupuje a pokud je vůz vybaven pohonem všech kol, což paradoxně mnoho nových vozů z této skupiny není, může být i schopnější v terénu. V luxusnějších vozech se vzduchovým odpružením jsou tyto kompromisy částečně zmírňovány, jelikož umožňují změnu světla výšky. Tímto systémem ovšem není žádný ze srovnávacích vozů vybaven.

4.2.4 Neměřitelné vlastnosti

Hodnoty neměřitelných vlastností jsou určeny dle hodnocení expertů z automobilových magazínů či internetových stránek s automobilovou tematikou, které byly autorem práce zhodnoceny a následně z nich byly vytvořené číselné hodnocení pro použití v parametrické metodě. V případech, kdy byl nedostatek informací ze zdrojů, byly hodnoty po důkladné vlastní analýze jednotlivých vozů odhadnuty autorem. Všechny parametry jednotlivých vlastností se nachází v tabulkách v příloze, kde jsou rovněž uvedeny zdroje dat pro jednotlivé hodnocení automobilů. Extrémní hodnocení nebudou v tomto případě vyřazeny z důvodu malého počtu hodnotících expertů.

4.2.4.1 Nabízené motorizace

Výběr motorů je důležitý pro přizpůsobení se individuálním potřebám zákazníků. Při výběru pohonné jednotky je potřeba určit, v jakých podmínkách bude automobil používán. Pro časté jízdy po dálnicích, typické například pro větší služební auta, je vhodný větší dieselový motor. Především na tyto podmínky jsou totiž stavěné, neměl by se tudíž příliš často používat pro krátké jízdy po městě, kde je více opotřebován, navíc se při velkém kilometrovém nájezdu rychle vyrovná větší počáteční investice.

Naopak pro převažující pohyb po městě je vhodnější motor zážehový, protože se rychleji zahřeje, a tak častěji pracuje při optimálních provozních teplotách. Navíc cena vozu s tímto motorem je nižší. Druhá možnost je zvolit hybridní pohonnou jednotku, která kombinuje spalovací, nejčastěji benzínový, motor s elektromotorem. V tomto uspořádání průměrná

spotřeba ve městě poměrně hodně klesá, jelikož je ale jeho pořizovací cena vysoká, je potřeba rozhodnout, zdali se vůbec z ekonomického hlediska vyplatí. Poslední eventualita jsou alternativní paliva, jako například E85, LPG či CNG. V dřívějších dobách bylo nutné provést tuto přestavbu mimo autorizovanou síť prodejců, dnes jsou ale některé vozy upravovány přímo výrobcem s kompletní zárukou. Jejich výhoda spočívá v nižších cenách paliva oproti benzínu či nafty, ale samotný vůz také je o něco dražší a síť čerpacích stanic není tak hustá jako u běžných paliv.

V hodnocení je bráno v potaz množství a druhy nabízených motorů, jejich kvalita a vhodnost pro zvolené vozy. Obecně se dá říct, že se do větších vozů, jako je například Octavia či Mondeo, malé motory s objemem kolem 1,2 litru a méně nehodí. Při náročnějších podmínkách, jako je například jízda po dálnici s vyšším zatížením či tahání přívěsu, jsou příliš slabé či je nutné využívat motor na maximum. Jelikož jsou takové vozy pro tyto účely stavěné, jsou vhodnější větší motory od obsahu 1,4 litru s přeplňováním či 2,0 litru s atmosférickým plněním.

Škoda nabízela jak benzínové (1,2 až 2 litry) tak naftové motory (1,6 až 2 litry). U prvních zážehových motorů TSI (přeplňování turbodmychadlem a v některých případech také kompresorem) byly velké problémy s rozvody, kde byl použit nedostatečně dimenzovaný řetěz, který se již po 60 000 kilometrech roztáhnul a v horších případech i přeskočil, což mělo za následek zničený motor. Po faceliftu v roce 2009 byly nasazené vznětové motory se systémem vstříkávání common rail s filtrem pevných částic, který nahrazoval starší systém čerpadlo tryska. [24]

Mondeo má, pravděpodobně kvůli své vyšší hmotnosti, zážehové čtyřválcové motory až od objemu 1,6 po 2,3 litrů a dokonce pětiválec 2,5 litru. Vznětové motory mají objemy od 1,6 do 2,2 litru. Všeobecně jsou spolehlivé, dvoulitrové dieselové motory, původem od koncernu PSA, mají filtr pevných částic. Nabízena byla také verze Flexifuel, jež umožňuje jízdu jak na benzín tak na bioetanol E85. [28]

Pohonné jednotky C-HR jsou velmi omezené, nabízí jen přeplňovaný zážehový motor 1,2 litru a atmosférický 1,8 litru ve spojení s elektromotorem, který umožňuje čistě elektrický pohon za účelem šetření paliva. Hybridní soustava je velice spolehlivá, neboť je již po několika generacích vyvíjena v modelu Prius. [29]

4.2.4.2 Převodovka

Převodové ústrojí je nesmírně důležité, neboť upravuje točivý moment podle aktuálních potřeb. V závislosti na nastavení převodních poměrů se mění zrychlení a maximální rychlost

vozu. Je vhodné, aby na sebe jednotlivé převodové stupně plynule navazovaly, jinak by v určitých rychlostech docházelo k situacím, ve kterých by motor neměl mnoho síly pro další zrychlení a bylo by nutné ho zbytečně vytáčet.

Převodovky je možné rozdělit podle způsobu řazení na manuální, kdy řidič kompletně řídí proces řazení, a automatické. Existuje také mezistupeň mezi těmito druhy, takzvaná poloautomatická převodovka, která řídí pohyb spojky, ale proces změny převodového stupně započne pouze po vydání signálu řidičem. Speciálním druhem automatických převodovek jsou převodovky bezestupňové, které umí na základě výkonových požadavků plynule měnit převodový poměr a udržovat motor v ideálních otáčkách. Ty se převážně používají pro hybridní pohonné ústrojí, které můžeme najít například v Toyotě C-HR.

V dnešní době mají manuální převodovky kvůli jednoduchosti ovládání pět či šest, ve výjimečných případech sedm převodových stupňů, kdežto některé převodovky automatické jich mají dokonce deset. Počet se neustále zvětšuje za účelem udržování motoru v ideálním výkonovém pásmu, díky čemu je buď přístupnější výkon nebo nižší spotřeba.

V rámci porovnávání je hodnoceno zpřevodování a manipulace s převodovkou.

4.2.4.3 Ovladatelnost

Dobrá ovladatelnost přispívá především bezpečnosti. Schopnost vozu bezpečně provézt úhybný manévr může představovat rozdíl mezi zdárným dokončením cesty a například převráceným vozem. S ohledem na bezpečnost a ovladatelnost je součástí testů některých motoristických periodik takzvaný losí test. Ten má simulovat rychlé objetí překážky, který má prověřit stabilitu vozu. Tato zkouška v dnešní době nabývá na důležitosti, neboť s rostoucí oblibou vozů s vyšší stavbou karoserie roste riziko převrácení či přinejmenším velmi nebezpečných situací (viz příklad na obrázku č. 17). Také proto je dnes součástí povinné výbavy stabilizační systém, který má těmito situacím předcházet.

Obrázek 17: Jeep Grand Cherokee v losím testu



Zdroj: <http://teknikensvarld.se/wp-content/uploads/import/images/global/nyheter/2012/07/11/jeep-grand-cherokee-moose-test-700x388.jpg>

Tato vlastnost ovšem není jen o úhybných manévrech, důležitá je také všeobecná schopnost vozu projet zatáčkou. Každý automobil má jiný podvozek, jehož nastavení je ovlivněné stavbou karoserie, hmotností a v neposlední řadě také účelem vozu. Někteří, především francouzští, výrobci částečně obětují ovladatelnost za účelem zlepšení pohodlí.

4.2.4.4 Komfortní výbava

Ještě před několika lety bylo poměrně jasně dáno, co by měl mít vůz určité kategorie ve výbavě. Dnes to již ale neplatí, neboť se dostávají moderní technologie z luxusnějších aut i do těch obyčejnějších. Jako příklad by se mohl uvést radarový tempomat, který byl ještě nedávno přítomen pouze v drahých vozech typu Mercedes – Benz třídy S, ale už dnes ho má například i srovnávaná Toyota C-HR. V současnosti bývá součástí výbav levnějších automobilů například automatická klimatizace, tempomat nebo palubní systém s dotykovým displejem na středové konzole.

Rozdíly mezi základní a plnou výbavou mohou být u běžnějších vozů v řádech deseti až statisíců korun, u nejdražších až v milionech. Výrobci mají navíc různé metody, jak „přimět“ zákazníky kupovat výbavové prvky, které by v některých případech ani nepotřebovali. Proto existují výbavové stupně či zvýhodněné balíčky, které spojují několik příplatkových položek do jedné. Další možností je zvýrazňování nezakoupených prvků. To se například projevuje v takzvaných „prázdných“ tlačítkách, což jsou jen nefunkční krytky místo aktivního tlačítka

prvku, který si zákazník neobjednal. U levnějších vozů jako jsou například Ford Mondeo či Škoda Octavia se záležitosti dají očekávat, ale u drahých vozů, jako je například Porsche 911 (viz obrázek č. 18), jehož cena se může vyšplhat až na několik milionů korun, je tento fakt velice zarážející.

Obrázek 18: Příklad "prázdných" tlačítek



Zdroj: <http://media.caranddriver.com/images/12q1/442180/2012-porsche-911-carrera-s-cabriolet-center-console-photo-442482-s-520x318.jpg>

4.2.4.5 Jednoduchost používání a ergonomie ovládacích prvků

Tato vlastnost úzce souvisí s kapitolou 4.2.4.4, neboť čím více výbavy vůz má, tím víc narůstá množství ovládacích prvků nutných pro všechny přítomné funkce. Tato záležitost skýtá pro výrobce čím dál tím větší problém a existuje několik přístupů, kam všechny ovládací prvky umístit. Níže budou popsány dva extrémy, ke kterým se ne zřídka přistupuje.

První možnost je ovládat vše tlačítky. Tato varianta je pro osoby, které ve voze sedí poprvé, naprosto odstrašující. Všude po kabině je nepřehledné množství tlačítek, v jejichž rozložení se dokáže člověk zorientovat často až po dlouhodobém používání. Navíc je dnes v módě umístit některé prvky i na volant, aby měl řidič důležité věci při ruce. Ovšem jak je možné vidět na obrázku č. 19, v některých případech může na volantu vzniknout chaos, navíc pokud se ještě jeho střed neotáčí.

Obrázek 19: Nevhodný způsob rozmístění tlačítek (Citroen C5)



zdroj:

http://cdn1.autoexpress.co.uk/sites/autoexpressuk/files/styles/gallery_adv/public/images/car_photo_534652.jpg?itok=iOOYYU_K

Opačný přístup, který je v dnešní době stále častější, je interiér s minimem tlačítek a co největším počtem prvků integrovaných do palubního systému, který se ovládá buď příslušným ovladačem (jako například kolečko iDrive u BMW), nebo prsty přes dotykovou obrazovku, popřípadě kombinací obojího. To přináší do interiéru mnohem větší eleganci a jednoduchost. Má to ovšem nevýhodu, obrazovka vyžaduje od řidiče mnohem více pozornosti, neboť má nulovou zpětnou hmatovou odezvu, kterou na rozdíl od tlačítek dostal. Musí se tedy na obrazovku déle dívat, aby našel nějakou konkrétní funkci, která navíc může být skryta hluboko v menu. Navíc s rostoucími velikostmi a počtem displejů se také zvětšuje množství vyzařujícího světla, které může v noci řidiče velmi unavovat. Příklad takového interiéru je na obrázku č. 20. Ideální řešení se nachází někde uprostřed.

Obrázek 20: Nevhodné řešení s displeji (Mercedes – Benz třídy S)



Zdroj: http://www.caricos.com/cars/m/mercedes-benz/2014_mercedes-benz_s-class/images/35.html

4.2.4.6 Kvalita zpracování interiéru

Kvalita zpracování má velký vliv na dojem z pobytu v interiéru. Bohužel na ni má velký vliv cena vozu, neboť vyrobit vnitřek vozu z kvalitních a na pohled či omak příjemných materiálů stojí nemalé prostředky. V tomto ohledu bývá často rozdíl mezi běžnými značkami (například Škoda či Ford) a prémiovými, jako jsou například německé trio Mercedes – Benz, BMW a Audi, které za více peněz nabízejí v základu lépe vypadající interiéry, vyrobené z příjemnějších materiálů, jako jsou například dřevo či kov. Příklad můžeme vidět na obrázku č. 20.

Druhý pohled, ze kterého je možné nahlížet na kvalitu zpracování, je jeho výdrž a odolnost. Interiér, který je v novém voze hezký na pohled, se může v případě nekvalitního provedení opotřebovávat, vyluzovat zvuky, nebo se v těch nejhorších případech může rozpadávat.

4.2.4.7 Variabilita vnitřního uspořádání

Tato vlastnost výrazně ovlivňuje schopnost vozu přizpůsobit se různým podmínkám přepravování osob a věcí. Běžný vůz přepravuje od samotného řidiče až po pět lidí s nákladem, proto musí být rozložení zavazadlového prostoru a sedadel, a jejich sklápění, variabilní. V tomto ohledu excelují automobily kategorie MPV, ve kterých bývá možné

libovolně a hlavně jednoduše posouvat a sklápět všechny řady sedadel. U běžných automobilů, jako například Škoda Octavia, je běžná možnost sklopení zadních sedaček v poměru 40:60 a posouvání, naklánění či změna výšky těch předních. Při přepravě dlouhých předmětů je také užitečná možnost sklopení sedadla spolujezdce pro využití maximální délky interiéru.

Také zavazadlový prostor může nabízet různé druhy uspořádání. K tomuto účelu slouží například různé přepážky nebo takzvané síťové programy, které pomáhají udržovat menší předměty na místě a předcházejí jejich pohybu. Užitečné také mohou být odnímatelné podlahy na dnu zavazadlového prostoru, které umožňují zvětšení jeho hloubky.

4.2.4.8 Výhled z vozu

Výhled z vozu je důležitá vlastnost, která velkou měrou ovlivňuje pasivní bezpečnost. Řidiči by měl být umožněn dobrý výhled ven na všechny strany, aby měl přehled o dění kolem vozu. Kvůli zvyšování nároků na pevnost karoserie, které mají za následek rozšiřování všech sloupků, spojujících střechu se zbytkem automobilu, se situace stále zhoršuje. Už tak nedostatečný výhled z vozu je ještě více omezován samotným designem. Díky stále rostoucí poptávce po sportovnějším vzhledu výrobci přistupují k tvarování karoserie do typu kupé. Toho designéři dosahují vytvářením klesajících linií střechy nebo alespoň jejich iluzi, což bohužel způsobuje ještě větší mohutnost především zadních sloupků a zmenšení plochy zadního okna. Příklad této přednosti formy před funkcí je možný vidět na srovnávané Toyotě C-HR, která se snaží alespoň při couvání nahradit tento deficit parkovací kamerou ve standardní výbavě.

4.2.4.9 Hluk v kabině

Nepřiměřený hluk uvnitř vozu může být obzvlášť na velké vzdálenosti velice frustrující a unavující, proto je dobré interiér kvalitně odhlučnit. Hluk může přicházet od motoru, okolního prostředí, větru a podvozku, přičemž se jejich poměr mění podle rychlosti, povrchu vozovky a prostředí, ve kterém se vůz pohybuje. Nejhorší situace je ve městě, kde je nutné se často rozjíždět, a tudíž vytáčet motor, a kde se často nachází jiné než hladké povrchy, jako například dlažba, koleje či kanály. V tomto případě je nejvýraznější hluk od motoru a podvozku, ale aerodynamický hluk je téměř nulový. Na dálnicích je naopak nejhluchnější obtékající vítr a u slabších vozů také motor, neboť musí být více namáhán.

Ford je pocitově nejtišší, neboť má poměrně moderní motor a kvalitní odhlučnění. Škoda je na tom hůře, neboť její motor využívá vstříkovací technologii čerpadlo-tryska, způsobující především při nižších teplotách poměrně hlučný a hrubý chod. U Toyoty velmi záleží na nárocích na rychlost, jelikož při stálé a nízké rychlosti je téměř bezhlučná, protože

umožňuje jízdu čistě na elektrickou energii, kdežto při akceleraci se zapojí poměrně hlučný benzínový motor, který navíc bezestupňová převodovka neustále drží ve vysokých otáčkách, což působí nepříjemně monotónně a nepřírozně.

4.2.4.10 Bezpečnostně asistenční systémy

Každý řidič může jet sebevíc bezpečně, ale dopravní nehodě se i tak někdy nevyhne, neboť pravděpodobnost kolize je také závislá i na tom, jak se chovají ostatní účastníci silničního provozu. Proto je bezpečnost automobilu důležitá vlastnost. Vůz může mít aktivní (například systém kontroly stability, systém nouzového brzdění) a pasivní (například deformační zóny) bezpečnostní prvky.

V Evropě je bezpečnost automobilů ověřována crash testy nezávislou společností Euro NCAP. Jejich výsledky jsou prezentovány jako množství udělených hvězd, přičemž každý automobil jich může obdržet až pět. Hodnotí se ochrana dospělých, dětí v autosedačkách a chodců a přítomnost bezpečnostních asistentů. Hodnocené automobily mají vždy pouze základní výbavu. [20]

V roce 2009 udělala americká společnost IIHS (americký ekvivalent NCAP) crash test za účelem srovnání posunu bezpečnosti za posledních 50 let. Na obrázku č. 21 je možné vidět výsledek čelního nárazu automobilů Chevrolet Bel Air (1959) a Chevrolet Malibu (2009). [23]

Obrázek 21: Crash test, srovnání 50 let bezpečnosti [23]



Hodnoty z tabulky č. 31 jsou odvozeny od množství a druhů bezpečnostně asistenčních systémů. V tomto ohledu je na tom nejlépe Toyota, která je nejnovější a má většinu asistentů v základní výbavě.

4.3 Výpočty

V této části budou teoretické poznatky o metodě parametrické a párového porovnání aplikovány na výběr nejkvalitnějšího automobilu. Pro lepší představu budou do výpočtů z kapitoly 3.2 dosazeny hodnoty pro Ford Mondeo. Kompletní data pro všechny vozy jsou v příloze.

4.3.1 Stanovení úrovní dílčích vlastností

Po vybrání měřitelných a neměřitelných vlastností a následném určení jejich parametrů se určí jejich úroveň K_i . Hodnoty budou dosazeny do jednoho výpočtu pro měřitelné vlastnosti s minimálním, maximálním i optimálním parametrem a do výpočtu vlastnosti neměřitelné.

4.3.1.1 Výpočet měřitelné vlastnosti s minimálním parametrem

Výpočet bude proveden pro vlastnost výkon motoru na základě obecného vzorce č. (1). Minimální hodnota je 80 kw, Ford Mondeo má 103 kw, hodnoty jsou dosazeny do vzorce č. (17).

$$K_i = e^{\frac{103-80}{80}} = 1,332 \quad (17)$$

K_i = úroveň i-té vlastnosti

4.3.1.2 Výpočet měřitelné vlastnosti s maximálním parametrem

Výpočet bude proveden pro vlastnost zrychlení z 0 na 100 km/h na základě obecného vzorce č. (1). Maximální hodnota je 12 sekund, Ford Mondeo má 9,5 sekund, hodnoty jsou dosazeny do vzorce č. (18).

$$K_i = e^{-\frac{9,5-12}{12}} = 1,23 \quad (18)$$

K_i = úroveň i-té vlastnosti

4.3.1.3 Výpočet měřitelné vlastnosti s optimálním parametrem

Výpočet bude proveden pro vlastnost objem motoru na základě obecného vzorce č. (2). Optimální hodnota je 2 litry, Ford Mondeo má 2 litry, hodnoty jsou dosazeny do vzorce č. (19).

$$K_i = e^{-\left|\frac{2-2}{2}\right|} = 1 \quad (19)$$

K_i = úroveň i-té vlastnosti

4.3.1.4 Výpočet neměřitelné vlastnosti

Výpočet bude proveden pro vlastnost nabízené motorizace na základě obecného vzorce č. (3). Hodnoty měření tří expertů jsou ve všech případech 1,2, hodnoty jsou dosazeny do vzorce č. (20).

$$K_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 1,2 = 1,2 \quad (20)$$

K_i = úroveň i-té vlastnosti

4.3.2 Stanovení významu vlastností

4.3.2.1 Počet soudů jednoho experta

Před samotným určením významu je potřeba si pro další práci určit počet soudů jednoho experta. Toho se docílí obecným výpočtem č. (4). Počet vlastností je 23, hodnoty jsou dosazeny do vzorce č. (21)

$$I = \frac{23 * (23 - 1)}{2} = 253 \quad (21)$$

I = počet soudů jednoho experta

4.3.2.2 Určení významu vlastností

Dalším krokem je párové porovnávání. Jeho hodnoty lze nalézt v příloze. Pro příklad budou uvedeny hodnoty pro výkon motoru, který se v porovnávání vyskytnul celkem

třináctkrát. Poté se přejde k určení významu, který se vypočítá podle obecného vzorce č. (5). Párové porovnávání hodnotil jeden expert, hodnoty jsou dosazeny do vzorce č. (20).

$$M_i = \frac{13}{1 * 253} = 0,051383399 \quad (22)$$

M_i = váha i-té vlastnosti

4.4 Výsledky

Výsledné úrovně jakosti se nacházejí v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Výsledné úrovně jakosti

	Ford Mondeo	Škoda Octavia	Toyota C-HR
úroveň jakosti K	1,077005067	0,89091476	0,882816131

Z výsledků je jasně patrné, že podle vybraných vlastností a jejich definovaných vah je nejkvalitnější vůz Ford Mondeo, zároveň všechny automobily mají první úroveň jakosti.

5 Závěr

S rostoucí konkurencí a nároky na kvalitu a cenu jsou metody pro jejich hodnocení stále důležitější. V dnešní době klamavých reklam, nereálných normovaných testech a zaujatých novinářů je stále těžší se orientovat v nabízených produktech, proto bylo cílem teoretické části práce vytvoření přehledu o kvalitě a jakosti. Nejprve byly vysvětleny pojmy a ISO normy řady 9000, které jsou s touto problematikou spojeny, poté byly popsány vybrané metody, pomocí kterých je možné kvalitu spolehlivě hodnotit a využít jejich výsledky pro porovnání konkrétních produktů. Mezi popsané metody patří metoda parametrická včetně párového porovnávání, nákladová, PROMETHEE II a metoda analytického hierarchického procesu (AHP) se systémem se zpětnou vazbou (SWF).

V druhé polovině práce byly metody parametrické a párového porovnávání aplikovány na hodnocení kvality třech vybraných automobilů, Ford Mondeo, Škoda Octavia a Toyota C-HR, které byly stručně popsány. Poté byly vybrané vlastnosti, pomocí kterých byly automobily hodnoceny, rozděleny podle měřitelnosti a následně podrobněji rozebrány. Parametry měřitelných vlastností byly zvoleny podle hodnot stanovených výrobcem a hodnocení neměřitelných vlastností bylo vytvořeno na základě odborných recenzí. Na závěr byly provedeny výpočty podle postupu popsaném v teoretické části za účelem zjištění celkové úrovně kvality všech tří automobilů. Jejich příklad byl prezentován na vybraných vlastnostech a jejich parametrech, přičemž veškeré parametry a výsledky jsou k dispozici v příloze.

Podle vybraných vlastností, jejich vah, úrovní, parametrů a zvolených etalonových hodnot je s náskokem před zbylými vozy nejkvalitnější Ford Mondeo, poté Škoda Octavia a za ní těsně Toyota C-HR. Ford zvítězil především proto, že to je vůz s výbornou ovladatelností, dobrým výhledem ven z kabiny, širokou nabídkou vhodných a kvalitních motorů a rozumnou úrovní elektronických bezpečnostních asistentů, což jsou vlastnosti, na které byl v párovém porovnávání kladen velký důraz. Naopak Toyota je nejméně kvalitní především kvůli jejímu přílišnému důrazu na vzhled, který výrazně omezuje výhled ven a snižuje její variabilitu, a malému množství nabízených pohonných jednotek, které v případě hybridní varianty nejsou vhodně nastavené a zároveň ještě znevýhodňované špatnou převodovkou. Škoda nemohla být nejkvalitnější kvůli nedostatečné komfortní a bezpečnostní výbavě a její přílišné průměrnosti ve většině ostatních hodnocených vlastnostech.

Na výsledcích lze dobře vidět, že velice záleží na nastavení etalonových parametrů a důležitosti vlastností. Například pokud by byl kladen vysoký důraz na kvalitu zpracování interiéru, komfortní a bezpečnostní výbavu, byla by pravděpodobně nejlépe hodnocena

Toyota C-HR, z čeho pramenní velká výhoda těchto metod, tj. přizpůsobitelnost individuálním potřebám.

6 Seznamy

6.1 Seznam použité literatury

- [1] *Kvalita (jakost) - ManagementMania.com* [online]. 2013. [cit. 2017-01-27]. Dostupné z: www.managementmania.com/cs/kvalita-jakost
- [2] VEBER, Jaromír, et al. *Management kvality, enviromentu a bezpečnosti práce*. Praha: Management press. 2006. ISBN 80-7261-146-1.
- [3] *Kvalita není jakost - prof. Milan Zelený* [online]. 2007. [cit. 2017-01-27]. Dostupné z: www.milanzeleny.com/Files/Content/Jakost.doc
- [4] MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Praha: Victoria Publishing. 1993. ISBN 80-85605-38-4.
- [5] *Jaký je rozdíl mezi "kvalitou" a "jakostí"?* [online]. 2013. [cit. 2017-01-27]. Dostupné z: www.snajdr.com/informujeme/casto-kladene-otazky/jaky-je-rozdil-mezi-kvalitou-a-jakosti/
- [6] HAVLÍČEK, Jaroslav, et al. *Provozní spolehlivost strojů*. 2. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 1989. ISBN 80-209-0029-2.
- [7] SEN, Dilip Kumar, DATTA, Saurav, PATEL, Saroj Kumar, MAHAPATRA, Siba Sankar. *Multi-criteria decision making towards selection of industrial robot. Benchmarking: An International Journal* [online]. 2015, 22(3), 465-487 [cit. 2018-01-25]. DOI: 10.1108/BIJ-05-2014-0046. ISSN 1463-5771. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/BIJ-05-2014-0046>
- [8] YURDAKUL, Mustafa. *Measuring a manufacturing system's performance using Saaty's system with feedback approach. Integrated Manufacturing Systems* [online]. 2002, 13(1), 25-34 [cit. 2018-01-31]. DOI: 10.1108/09576060210411486. ISSN 0957-6061. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09576060210411486>
- [9] ČSN EN ISO 9000:2016, 2016 – *Česká technická norma: Systém managementu kvality - Základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví.
- [10] ČSN EN ISO 9001: 2016, 2016 – *Česká technická norma: Systém managementu jakosti- Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví.
- [11] ČSN EN ISO 9004:2010 – *Řízení udržitelného úspěchu organizace – Přístup managementu kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví.
- [12] JURČA, Vladimír, 2015. *Hodnocení jakosti*. Praha.
- [13] VONDŘIČKA, Jiří. 2010. *Metodika integrovaného hodnocení kvality produktu a pořizování investic*. Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita. Vedoucí práce Vladimír Jurča.

- [14] *Ford Mondeo slaví 20 let: auto.cz* [online]. 2013. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: www.auto.cz/ford-mondeo-slavi-20-let-76168
- [15] *Česká klasika napříč dějinami - Škoda Octavia: Magazín AutoTrip.cz* [online]. 2015. [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: www.autotrip.cz/ceska-klasika-napric-dejinami-skoda-octavia/
- [16] *Historie Škoda Octavia* [online]. 2013. [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: www.skoda-octavia5.webnode.cz/historie-skoda-octavia/
- [17] *Autoblok.cz - Testy aut - Test Toyota C-HR* [online]. 2016. [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: www.vybermiauto.cz/autoblok/clanek/test-toyota-c-hr
- [18] *Toyota C-HR review: small crossover tested: Top Gear* [online]. 2016. [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: www.topgear.com/car-reviews/toyota/12t-dynamic-5dr/first-drive
- [19] *Zavazadlový prostory: jak se měří a jak se snaží výrobci fixlovat: Autorevue.cz* [online]. 2013. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: www.autorevue.cz/zavazadlove-prostory-jak-se-meri-a-jak-se-snazi-vyrobci-fixlovat
- [20] *Euro NCAP: The European New Car Assessment Programme* [online]. 2016. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: www.euroncap.com/en
- [21] TICHÝ, Tomáš, 2005. *Bezpečnost a spolehlivost systémů: Jakost, spolehlivost, normy, audit.* Dostupné také z: www.lss.fd.cvut.cz/vyuka/bezpecnost-a-spolehlivost-systemu/TichyBSS_3%20rocnik_jakost_audit_normy.pdf
- [22] *Jaký přívěs lze táhnout za osobním autem? Jaké jsou maximální povolené hmotnosti? - Autoweb.cz* [online], 16.4.2009 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/jaky-prives-lze-tahnout-za-osobnim-audem-jake-jsou-maximalni-hmotnosti/>
- [23] *Head-On Crast Test: 1959 Chevrolet Bel Air vs 2009 Chevy Malibu - VIDEO ENHANCED* [online], 1.2.2010 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.theautochannel.com/news/2010/01/31/463979.html>
- [24] *Motory TSI se zbaví rozvodových řetězů, neosvědčily se - iDNES.cz* [online], 19.11.2012 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: https://auto.idnes.cz/problemy-motoru-tsi-0li-/automoto.aspx?c=A121111_220546_automoto_fdv
- [25] MARTIN, Kotek, 2016. *Automobilová mechatronika: Emise motorových vozidel.*
- [26] *Drag Coefficients Explained: Which Kind Of Car Is Slippiest?* [online], 2017 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <https://www.carthrottle.com/post/drag-coefficients-explained-which-kind-of-car-is-slippiest/>
- [27] *Auta s aktuálně nejnižším odporem vzduchu: vítěze uhádnete jen stěží | Autoforum.cz* [online], 26.9.2017 [cit. 2018-02-22].

Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/auta-s-aktualne-nejnizsim-odporem-vzduchu-viteze-uhodnete-jen-stezi/>

[28] *Technická data Ford Mondeo 2010 - 2014, sedan, 4 dveře - Autonoto.cz* [online], [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://autonoto.cz/katalog/ford/mondeo/2010-2014-sedan-4dverovy>

[29] *TEST: Toyota C-HR 1.8i Hybrid. Japonská X6ka na baterky | AutoRoad.cz* [online], 3.3.2017 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <http://autoroad.cz/testy-aut/84259-test-toyota-c-hr-1-8i-hybrid-baterkovy-krizenec>

[30] *Ford Mondeo Estate Review (2007 - 2014) | Parkers* [online], 2.9.2014 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.parkers.co.uk/ford/mondeo/estate-2007/review/>

[31] *Skoda Octavia Estate Review (2005 - 2013) | Parkers* [online], 20.6.2014 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.parkers.co.uk/skoda/octavia/estate-2005/review/>

[32] *Toyota C-HR review | Parkers: 1.2.2018* [online], [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.parkers.co.uk/toyota/c-hr/>

[33] *Ford Mondeo estate (2006-2014) review | Carbuyer* [online], 2.5.2014 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.carbuyer.co.uk/reviews/ford/mondeo/estate-2006-2014/review>

[34] *Skoda Octavia estate (2005-2013) review | Carbuyer* [online], 28.3.2013 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.carbuyer.co.uk/reviews/skoda/octavia/estate-2005-2013/review>

[35] *Toyota C-HR SUV review | Carbuyer* [online], 2.11.2017 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.carbuyer.co.uk/reviews/toyota/c-hr/suv/review>

[36] *Skoda Octavia 2004-2013 Review (2018) | Autocar* [online], [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.autocar.co.uk/car-review/skoda/octavia-2004-2013>

[37] *Ford Mondeo 2007-2014 Review (2018) | Autocar* [online], [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.autocar.co.uk/car-review/ford/mondeo-2007-2014>

[38] *Toyota C-HR Review (2018) | Autocar* [online], [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.autocar.co.uk/car-review/toyota/c-hr>

[39] *2018 Toyota C-HR Road Test - Consumer Reports* [online], [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.consumerreports.org/cars/toyota/c-hr/2018/road-test>

[40] *2016 Toyota C-HR - first ride | Autocar* [online], 15.4.2016 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.autocar.co.uk/car-news/new-cars/2016-toyota-c-hr-first-ride>

[41] *Test Hyundai i30 kombi 1.6 CRDi vs. Škoda Octavia Combi 2.0 TDI – Novinky.cz* [online], 17.10.2012 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/testy/281876-test-hyundai-i30-kombi-1-6-cr-di-vs-skoda-octavia-combi-2-0-tdi.html>

[42] *Downsizing a hybridy snížily spotřebu aut jen na papíře, potvrzuje nová studie* | *Autoforum.cz* [online], 7.11.2017 [cit. 2018-03-16].
 Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/downsizing-a-hybridy-snizily-spotrebu-aut-jen-na-papire-potvrzuje-nova-studie/>

6.2 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Popis kvality [13]	3
Obrázek 2: Vliv prostředí na kvalitu [13].....	3
Obrázek 3: Kritérium kvalitativních parametrů [2]	4
Obrázek 4: Schéma vyjádření jakosti výrobku [21]	7
Obrázek 5: Důležité pojmy a jejich souvislosti týkající se kvality, vysvětlené v normě ISO 9000 [9]	8
Obrázek 6: Obecný graf stanovení mezní měřitelné vlastnosti s kladnou i zápornou křivkou [12]	11
Obrázek 7: Obecný graf stanovení optimální měřitelné vlastnosti [12]	12
Obrázek 8: Hierarchie kritérií spolehlivosti [8].....	21
Obrázek 9: Hierarchie kritérií flexibility [8]	22
Obrázek 10: Hierarchie kritérií kvality [8]	22
Obrázek 11: Ford Mondeo combi.....	24
Obrázek 12: Škoda Octavia combi	25
Obrázek 13: Toyota C-HR.....	26
Obrázek 14: Příklad otáčkové charakteristiky vznětového motoru	27
Obrázek 15: Měření odporu vzduchu ve větrném tunelu	31
Obrázek 16: Příklad výkonových požadavků na vozidlo podle odporových sil v závislosti na rychlosti	32
Obrázek 17: Jeep Grand Cherokee v losím testu.....	37
Obrázek 18: Příklad "prázdných" tlačítek	38
Obrázek 19: Nevhodné tlačítkové řešení (Citroen C5).....	39
Obrázek 20: Nevhodné řešení s displeji (Mercedes – Benz třídy S)	40
Obrázek 21: Crash test, srovnání 50 let bezpečnosti [23]	42

6.3 Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Dílčí vlastnosti [6]	6
---------------------------------------	---

Tabulka 2: Stupně jakosti [6].....	10
Tabulka 3: Párové porovnávání [12]	14
Tabulka 4: Jakostní kategorie [12]	15
Tabulka 5: Výsledné úrovně jakosti	45
Tabulka 6: Hodnoty výkonů v kilowatech.....	53
Tabulka 7: Hodnoty točivých momentů v newtonmetrech.....	53
Tabulka 8: Hodnoty maximálních rychlostí v kilometrech za hodinu	53
Tabulka 9: Hodnoty objemů zavazadlového prostoru v litrech.....	53
Tabulka 10: Hodnoty maximálních hmotností přípojného vozidla v kilogramech	53
Tabulka 11: Hodnoty zrychlení 0 – 100 km/h v sekundách	54
Tabulka 12: Hodnoty spotřeby paliva v litrech na sto kilometrů	54
Tabulka 13: Hodnoty emisí oxidů dusíku v miligramech na kilometr	54
Tabulka 14: Hodnoty pohotovostních hmotností v kilogramech	54
Tabulka 15: Hodnoty koeficientů odporu vzduchu	54
Tabulka 16: Hodnoty objemů motoru v litrech	55
Tabulka 17: Hodnoty objemů palivové nádrže v litrech.....	55
Tabulka 18: Hodnoty světlé výšky v milimetrech.....	55
Tabulka 19: Úrovně vlastností s mezními minimálními parametry	55
Tabulka 20: Úrovně vlastností s mezními maximálními parametry.....	56
Tabulka 21: Úrovně vlastností s optimálními parametry.....	56
Tabulka 22: Hodnocení nabízených motorizací	56
Tabulka 23: Hodnocení převodovky	57
Tabulka 24: Hodnocení ovladatelnosti	57
Tabulka 25: Hodnocení komfortní výbavy.....	57
Tabulka 26: Hodnocení jednoduchosti používání a ergonomie ovládacích prvků.....	57
Tabulka 27: Hodnocení kvality zpracování interiéru	58
Tabulka 28: Hodnocení variability vnitřního uspořádání	58
Tabulka 29: Hodnocení výhledu z vozu	58
Tabulka 30: Hodnocení hluku v kabině.....	58
Tabulka 31: Hodnocení bezpečnostně asistenčních systémů	59
Tabulka 32: Tabulka párového porovnávání	60
Tabulka 33: Výsledná tabulka	61

7 Přílohy

7.1 Parametry měřitelných vlastností

7.1.1 Změřené a minimální parametry měřitelných vlastností

Tabulka 6: Hodnoty výkonů v kilowatech

minimální	80 kW
Ford Mondeo	103 kW
Škoda Octavia	77 kW
Toyota C-HR	90 kW

Tabulka 7: Hodnoty točivých momentů v newtonmetrech

minimální	160 N.m
Ford Mondeo	320 N.m
Škoda Octavia	250 N.m
Toyota C-HR	142 N.m

Tabulka 8: Hodnoty maximálních rychlostí v kilometrech za hodinu

minimální	170 km/h
Ford Mondeo	210 km/h
Škoda Octavia	192 km/h
Toyota C-HR	170 km/h

Tabulka 9: Hodnoty objemů zavazadlového prostoru v litrech

minimální	350 l
Ford Mondeo	549 l
Škoda Octavia	580 l
Toyota C-HR	377 l

Tabulka 10: Hodnoty maximálních hmotností přípojného vozidla v kilogramech

minimální	700 kg
Ford Mondeo	1800 kg
Škoda Octavia	1300 kg
Toyota C-HR	725 kg

7.1.2 Změřené a maximální parametry měřitelných vlastností

Tabulka 11: Hodnoty zrychlení 0 – 100 km/h v sekundách

maximální	12 s
Ford Mondeo	9,5 s
Škoda Octavia	11,8 s
Toyota C-HR	11 s

Tabulka 12: Hodnoty spotřeby paliva v litrech na sto kilometrů

maximální	6 l/100 km
Ford Mondeo	5,9 l/100 km
Škoda Octavia	5 l/100 km
Toyota C-HR	3,8 l/100 km

Tabulka 13: Hodnoty emisí oxidů dusíku v miligramech na kilometr

maximální	160 mg/km
Ford Mondeo	153 mg/km
Škoda Octavia	131 mg/km
Toyota C-HR	27 mg/km

Tabulka 14: Hodnoty pohotovostních hmotností v kilogramech

maximální	1600 kg
Ford Mondeo	1500 kg
Škoda Octavia	1325 kg
Toyota C-HR	1420 kg

Tabulka 15: Hodnoty koeficientů odporu vzduchu

maximální	0,35
Ford Mondeo	0,30
Škoda Octavia	0,29
Toyota C-HR	0,33

7.1.3 Změřené a optimální parametry měřitelných vlastností

Tabulka 16: Hodnoty objemů motoru v litrech

optimální	2 l
Ford Mondeo	2 l
Škoda Octavia	1,9 l
Toyota C-HR	1,8 l

Tabulka 17: Hodnoty objemů palivové nádrže v litrech

optimální	60 l
Ford Mondeo	70 l
Škoda Octavia	55 l
Toyota C-HR	43 l

Tabulka 18: Hodnoty světlé výšky v milimetrech

optimální	130 mm
Ford Mondeo	112 mm
Škoda Octavia	140 mm
Toyota C-HR	180 mm

7.2 Úrovně měřitelných vlastností K_i

7.2.1 Úrovně vlastností s mezními minimálními parametry

Tabulka 19: Úrovně vlastností s mezními minimálními parametry

vlastnost	Ford Mondeo	Škoda Octavia	Toyota C-HR
výkon motoru	1,333090592	0,9631944	1,1331485
točivý moment motoru	2,718281828	1,7550547	0,8935973
maximální rychlost	1,265280855	1,1381587	1
objem zavazadlového prostoru	1,765742759	1,9292722	1,0801964
maximální hmotnost přípojného vozidla	4,813519741	2,356418442	1,074041431

7.2.2 Úrovně vlastností s mezními maximálními parametry

Tabulka 20: Úrovně vlastností s mezními maximálními parametry

vlastnost	Ford Mondeo	Škoda Octavia	Toyota C-HR
zrychlení z 0 – 100 km/h	1,231624	1,016806	1,086904
spotřeba paliva	1	1,01680633	1,442916867
emise oxidů dusíku	1,044721142	1,198714821	2,296187181
pohotovostní hmotnost	1,064494459	1,187529383	1,119072257
součinitel odporu vzduchu	1,186999354	1,186999354	1,058807058

7.2.3 Úrovně vlastností s optimálními parametry

Tabulka 21: Úrovně vlastností s optimálními parametry

vlastnost	Ford Mondeo	Škoda Octavia	Toyota C-HR
objem motoru	1	0,951229	0,904837
objem palivové nádrže	0,846482	0,920044	0,753269
světlná výška	0,870696739	0,925961079	0,680712398

7.3 Ohodnocení neměřitelných vlastností s jejich úrovněmi K_i

Tabulka 22: Hodnocení nabízených motorizací

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	1,2	[30]	1,2	[33]	1,2	[36]	1,2
Octavia	0,95	[31]	1,2	[34]	0,95	[37]	1,033333333
C-HR	0,6	[32]	0,6	[35]	0,6	[38]	0,6

Tabulka 23: Hodnocení převodovky

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	1,2	[30]	1,2	autor	1,2	[36]	1,2
Octavia	0,95	[31]	0,95	autor	0,95	[37]	0,95
C-HR	0,95	[32]	0,6	autor	0,95	[38]	0,8333333333

Tabulka 24: Hodnocení ovladatelnosti

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	1,2	[30]	1,2	[33]	1,2	[36]	1,2
Octavia	1,2	[31]	0,95	[34]	0,95	[37]	1,0333333333
C-HR	0,95	[32]	1,2	[35]	0,95	[38]	1,0333333333

Tabulka 25: Hodnocení komfortní výbavy

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	0,6	[30]	0,6	[33]	0,95	[36]	0,7166666667
Octavia	0,6	[31]	0,3	[34]	0,6	[37]	0,5
C-HR	1,2	[32]	1,2	[35]	1,2	[38]	1,2

Tabulka 26: Hodnocení jednoduchosti používání a ergonomie ovládacích prvků

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	0,9	autor	1,2	[33]	1,2	[36]	1,1
Octavia	1,2	autor	1,2	[34]	1,2	[37]	1,2
C-HR	0,9	autor	1,2	[35]	0,9	[38]	1

Tabulka 27: Hodnocení kvality zpracování interiéru

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	0,9	[30]	1,2	[33]	0,9	[36]	1
Octavia	0,9	[31]	1,2	[34]	0,9	[37]	1
C-HR	1,2	[32]	1,2	[35]	1,2	[38]	1,2

Tabulka 28: Hodnocení variability vnitřního uspořádání

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	1,2	[30]	1,2	[33]	1,2	[36]	1,2
Octavia	0,9	[31]	0,9	[34]	0,9	[37]	0,9
C-HR	0,6	[32]	0,9	[35]	0,6	[38]	0,7

Tabulka 29: Hodnocení výhledu z vozu

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	0,9	[30]	0,9	autor	0,6	[36]	0,8
Octavia	0,9	[31]	0,9	autor	0,9	[41]	0,9
C-HR	0,3	[39]	0,3	autor	0,9	[40]	0,5

Tabulka 30: Hodnocení hluku v kabině

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	1,2	[30]	1,2	autor	0,9	[36]	1,1
Octavia	0,9	[31]	0,6	[34]	0,6	[37]	0,7
C-HR	0,9	[32]	0,3	[35]	0,6	autor	0,6

Tabulka 31: Hodnocení bezpečnostně asistenčních systémů

vozidlo	expert č. 1		expert č. 2		expert č. 3		průměr K_i
	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	hodnocení	zdroj	
Mondeo	0,9	[30]	0,9	[33]	0,9	autor	0,9
Octavia	0,6	[31]	0,6	[34]	0,3	autor	0,5
C-HR	1,2	[32]	1,2	[35]	1,2	autor	1,2

7.4 Párové porovnávání podle autora

Tabulka 32: Tabulka párového porovnávání

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
vlastnosti	výkon motoru	točivý moment motoru	maximální rychlost	objem zavazadlového prostoru	maximální hmotnost přípojného vozidla	zrychlení z 0 na 100 km/h	spotřeba paliva	emise oxidu dusíku	pohotovostní hmotnost	součinitel odporu vzduchu	objem motoru	objem palivové nádrže	světla výška	nabízené motorizace	převodovka	ovladatel-nost	komfortní vřba	jedn. používání a erg. ovládacích prvků	kvalita zpracování interiéru	variabilita vnitřního uspořádání	vyhled z vozu	hluk v kabině	bezpečnostné asistenci systémy	
1 výkon motoru	x																							
2 točivý moment motoru	1	x																						
3 maximální rychlost	3	3	x																					
4 objem zavazadlového prostoru	1	1	3	x																				
5 maximální hmotnost přípojného vozidla	1	2	3	4	x																			
6 zrychlení z 0 na 100 km/h	6	6	6	6	6	x																		
7 spotřeba paliva	7	7	7	7	7	6	x																	
8 emise oxidů dusíku	1	2	3	4	5	6	7	x																
9 pohotovostní hmotnost	1	2	3	4	9	6	7	9	x															
10 součinitel odporu vzduchu	1	2	3	4	10	6	7	8	9	x														
11 objem motoru	11	11	11	11	11	6	11	11	9	11	x													
12 objem palivové nádrže	1	2	3	4	5	6	7	12	9	10	11	x												
13 světla výška	1	2	3	4	13	6	7	13	9	13	11	12	x											
14 nabízené motorizace	1	2	14	14	14	14	7	14	9	14	14	14	x											
15 převodovka	1	2	15	14	15	15	15	15	15	15	15	15	14	x										
16 ovladačelnost	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	x									
17 komfortní vřba	17	17	17	4	17	17	17	17	17	17	17	17	14	15	16	16	x							
18 a ergonomie ovládacích prvků	1	2	3	4	18	6	7	18	9	18	11	18	14	15	16	16	17	x						
19 kvalita zpracování interiéru	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	14	15	16	16	19	19	x					
20 variabilita vnitřního uspořádání	1	2	3	4	20	6	7	20	9	20	11	20	14	15	16	17	20	19	x					
21 výhled z vozu	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	19	x			
22 hluk v kabině	22	22	22	22	22	6	7	22	22	22	11	22	14	15	16	22	22	22	22	22	21	x		
23 bezpečnostné asistenci systémy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	21	23	x	

7.5 Tabulky s četnostmi výskytu f_{ij} , důležitostmi M_i , úrovněmi K_i a celkovými úrovněmi jakosti K

Tabulka 33: Výsledná tabulka

			Ford Mondeo	Škoda Octavia	Toyota C-HR
	Σf_{ij}	M_i	K_i	K_i	K_i
výkon motoru	13	0,051383399	1,333090592	0,963194418	1,133148453
točivý moment motoru	10	0,039525692	2,718281828	1,755054657	0,893597347
maximální rychlost	11	0,043478261	1,265280855	1,138158681	1
objem zavazadlového prostoru	9	0,035573123	1,765742759	1,929272246	1,080196379
maximální hmotnost přípojného vozidla	2	0,007905138	4,813519741	2,356418442	1,074041431
zrychlení z 0 na 100 km/h	15	0,059288538	1,231623642	1,01680633	1,08690405
spotřeba paliva	14	0,055335968	1	1,01680633	1,442916867
emise oxidů dusíku	1	0,003952569	1,044721142	1,198714821	2,296187181
pohotovostní hmotnost	9	0,035573123	1,064494459	1,187529383	1,119072257
součinitel odporu vzduchu	2	0,007905138	1,153564995	1,186999354	1,058807058
objem motoru	13	0,051383399	1	0,951229425	0,904837418
objem palivové nádrže	2	0,007905138	0,846481725	0,920044415	0,753268656
světlá výška	3	0,011857708	0,870696739	0,925961079	0,680712398
nabízené motorizace	16	0,063241107	1,2	1,033333333	0,6
převodovka	15	0,059288538	1,2	0,95	0,833333333
ovladatelnost	20	0,079051383	1,2	1,033333333	1,033333333
komfortní výbava	14	0,055335968	0,716666667	0,5	1,2
jednoduchost používání a erg. ovládacích prvků	5	0,019762846	1,1	1,2	1
kvalita zpracování interiéru	16	0,063241107	1	1	1,2
variabilita vnitřního uspořádání	6	0,023715415	1,2	0,9	0,7
výhled z vozu	22	0,086956522	0,8	0,9	0,5
hluk v kabině	14	0,055335968	1,1	0,7	0,6
bezp. asistenční systémy	21	0,083003953	0,9	0,5	1,2
úroveň jakosti K			1,077005067	0,89091476	0,882816131