

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA

HODNOTÍCÍ STUDIE OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Ing. FRANTIŠEK DVOŘÁK, CSc.

Diplomant: PATRIK FEJTEK

PRAHA 2009

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta: technická

Katedra: vozidel a pozemní dopravy

Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant: **Patrik Fejtek**

Studijní obor: Obchod a podnikání s technikou

Studijní zaměření:

Název práce: Hodnotící studie osobních automobilů

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Analýza vývoje koncepčního a konstrukčního řešení, zhodnocení provozních vlastností a posouzení modernizací a předpokládaného vývoje osobních automobilů

Osnova práce: 1. Úvod
 2. Kategorie osobních automobilů a jejich technické řešení
 3. Technické parametry současné produkce
 4. Hodnocení provozních ukazatelů
 5. Předpokládaný vývoj a vize budoucnosti
 6. Závěr

Metodika práce: Na základě shromážděných materiálů provést hodnocení z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického, environmentálního, pohodlí a bezpečnosti uživatelů atd.

Rozsah práce: 50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

Baumruk, P.: Příslušenství spalovacích motorů. Praha: ČVUT, 2002, ISBN 80 01 01103 8.

Hudec, P.: Motorové vozidla III. Projektovanie vozidiel. Bratislava: SVŠT, 1989, 214 s.

Ikrinský, A.: Teória motorových vozidiel. Dynamické vlastnosti a hospodárnosť motorových vozidiel. Bratislava: SVŠT, 1984, ISBN-N, 164 s.

Svoboda, J.: Teorie dopravních prostředků-vozidla silniční a terénní. Praha: ČVUT, 2004, ISBN 80 01 03005 9.


Vlk, F.: Stavba motorových vozidel. Brno: Nakladatelství Vlk, 2003, ISBN 80 238 87572

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Dvořák, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 30.11.2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30.04.2009




Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

vedoucí katedry


Prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 11.1.2008

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „ HODNOTÍCÍ STUDIE OSOBNÍCH AUTO-MOBILŮ“ jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Františka Dvořáka, CSc.. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu literatury.

Datum odevzdání:

Podpis

Poděkování

Děkuji panu ing. Františku Dvořákovi, CSc. za odborné vedení a podporu při tvorbě této bakalářské práce, zaměstnancům společnosti Import VOLKSWAGEN Group s.r.o. a přátelům z oblasti automobilového průmyslu za poskytnuté materiály a konzultace. Bez jejich podpory by tato práce nemohla vzniknout.

Hodnotící studie osobních automobilů

Abstrakt:

Tato diplomová práce vzniká s cílem přinést komplexní charakteristiku současné produkce osobních automobilů a zhodnotit vybrané modely z pohledu základních užitečných vlastností vozidel, které jsou vymezeny dále. V úvodu práce je zpracován stručný pohled do historie a současnosti produkce automobilů. Hlavní část diplomové práce se věnuje hodnocení užitečných vlastností z pohledu bezpečnosti posádky, vlivu použitých technologií a provozních parametrů, s uvedením základního rozdělení osobních automobilů. Další vývoj vozidel je nastíněn rovněž vývoje pohonných jednotek a interaktivní komunikace. Závěr shrnuje zjištěné poznatky a provádí jejich zhodnocení.

Klíčová slova: osobní automobil, bezpečnostní systémy, automobilové technologie, užitečné vlastnosti

The evaluative study of personal motor-cars

Summary:

This thesis has been created to bring complex characteristics of current passenger cars and evaluate specific models from the view of basic utility features of cars which are stated hereafter. In the beginning I have compiled a very brief look into the history and present status of the passenger cars production. The main part of thesis focuses on the evaluation of utility properties in terms of crew safety, the impact of technology and operational parameters, indicating the distribution of passenger cars. Further development of vehicles is outlined on the level of the development of engines and interactive communication. Conclusion summarizes the findings and carried out their assessments.

Key words: passenger car, safety systems, automotive technology, product capabilities

Obsah

1. Úvod	1
2. Kategorie osobních automobilů a jejich technické řešení	3
2. Kategorie osobních automobilů a jejich technické řešení	4
2.1 Legislativní rozdělení vozidel	4
2.2 Stavba karoserie	6
2.3 Třídy automobilů	10
2.4 Kategorie vozidel podle typu pohonné jednotky	11
3. Technické parametry současné produkce	12
3.1 Karoserie	12
3.2 Pohonné jednotky	15
3.2.1 Motor 1.8 I TFSI	16
3.2.2 Motor 2.0 TDI CR	19
3.3 Převodovky	23
3.3.1 Sedmistupňová automatická převodovka s dvojitou spojkou 0AM	23
3.4 Bezpečnostní systémy	24
3.4.1 Aktivní bezpečnostní systémy	24
3.4.2 Pasivní ochranné systémy	37
4. Hodnocení provozních ukazatelů	45
4.1 Porovnání rozměrů a hmotností vozidel	45
4.2 Výkonnostních charakteristiky a technické parametry vozidel	47
4.3 Prvky aktivní a pasivní bezpečnosti	48
4.4 Spotřeba paliva a plnění emisních norem	49
4.5. Cenové srovnání vozidel	51
5. Předpokládaný vývoj a vize budoucnosti	53
5.1 Budoucnost pohonných jednotek	53
5.2 Komunikace vozu s okolím	54
6. Závěr	56
Seznam použité literatury:	59
Seznam použitých internetových zdrojů	59
Seznam tabulek	60
Seznam obrázků	60
Seznam grafů	62
Seznam použitých zkratk	62
Přílohy	63

1. Úvod

Slovo automobil pochází z řeckého *áuto* („áuto“) = samostatně a latinského *mobilis* ve významu pohyblivý. Často se používá zkrácený tvar *auto*, ve starší češtině byl rovněž užíván doslovný překlad slova automobil – samohyb.

Automobil se zrodil roku 1886 v Německu, kdy Gottlieb Daimler a Karl Benz představili každý svůj motorový vůz. Oba si založili vlastní automobilové společnosti, které se roku 1926 sloučily, a tak vznikl podnik Daimler-Benz. Dnes se tato firma těší vynikající pověsti jako výrobce automobilů Mercedes-Benz. Jejím nesporným konkurentem je v Německu společnost BMW, podnik s velmi odlišnou historií. V Bavorských motorových závodech (Bayerische Motoren Werke), založených roku 1916, se zpočátku vyráběly letecké motory a jejich emblém také představuje otáčející vrtuli. Na výrobu automobilů přešly v roce 1928, kdy odkoupily společnost Dixi, která v licenci vyráběla britský vůz Austin Seven.

Ve Francii, trh před první světovou válkou ovládly značky Peugeot a Renault. Peugeot byl původně prosperujícím výrobcem jízdních kol a Louis Renault talentovaným technickým samoukem. Po válce začala oběma firmám konkurovat podnikavý André Citroën, který vešel do povědomí veřejnosti masovou výrobou francouzské válečné munice. Stal se největším výrobcem automobilů v zemi, ale veškeré své jmění vložil do revolučního typu Traction Avant z roku 1934 s pohonem předních kol, který se nedočkal úspěchu a správy nad společností se ujal její největší věřitel – firma Michelin.

Podobně také v Itálii působila většina předních aktérů místního automobilového průmyslu již před první světovou válkou. Zdaleka největší z nich, Fiat, byl založen na přelomu století v Turíně. Toto město bylo od roku 1906 rovněž sídlem značky Lancia. Alfa Romeo pochází naopak u nedalekého Milána.

V čele evropského automobilového průmyslu však v letech 1932 až 1955 stála Velká Británie a po ní se vedoucího postavení ujalo Německo. Do 30. let se v Británii o automobilové výrobě rozhodovalo mezi podniky tzv. „velké šestky“. Největším z nich byl Morris, který postupem času získal i značky MG, Wolseley a Riley. Toto sdružení, kterému se začalo říkat Nuffieldská organizace, odvozovalo svůj původ od společnosti Morris Motors, založené v roce 1913 majitelem opraven automobilů Williamem Morrisem. Také automobilka Herberta Austina, Morrisova největšího konkurenta z meziválečných let, vznikla již před první světovou válkou. V roce 1903 zahájila výrobu automobilů firma Standard, zatímco pod zánčkou Rootes se skrývala distribuční firma, která v 30. letech odkoupila zkrachovalé podniky Hillman, Humber a Stunbeam. V Británii zakotvily také americké firmy. Koncern Ford zde v roce 1912 zřídil vlastní výrobu a General Motors v roce 1926 odkoupil finančně neúspěšnou společnost Vauxhall. V prvních poválečných letech se původní značka SS přejmenovala na Jaguar, objevili se výrobci automobilů Bristol, Healey (později Austin Healey) a Lotus a firma Standard odkoupila značku Triumph

Za vodami Atlantiku dominovala mohutnému americkému trhu „velká trojka“ výrobců automobilů. Začátkem 30. let se do čela dostal koncern General Motors se svou početnou řadou značek, které zahrnovaly taková jména jako Chevrolet, Buick, Oldsmobile a Cadillac. Až do 20. let však měl hlavní slovo na trhu Ford, který rovněž vlastnil proslavenou značku Lincoln. Chrysler, poslední z „velké trojky“, těžil z vysokého počtu cenově dostupných vozů značky Plymouth.

Zárodky automobilového průmyslu existovaly i v Japonsku. Počátky značky Datsun sahají do roku 1912 a Toyota je onou společností, která původně vyráběla tkalcovské stavy a na výrobu automobilů přešla až v roce 1936. Bylo jí předurčeno, aby se stala největším výrobcem automobilů ve své zemi a jednou z největších automobilek na světě. V roce 1939 se v celém Japonsku vyrobilo pouhých 856 osobních vozů; celý průmysl se totiž orientoval na výrobu nákladních automobilů a dalších vozidel pro armádu.

Kolem 50. let 20. století se začíná epicentrum automobilového průmyslu v celosvětovém měřítku přesouvat ze Spojených států do Japonska a na evropské půdě se v oblasti výroby automobilů nejsilnějším státem postupně stává Německo. Své prvenství získalo na úkor Velké Británie, která ze všech světových výrobců prošla největšími proměnami celého automobilového průmyslu.

V současné době lze sledovat zvyšující se význam zemí jako jsou Jižní Korea, Čína a také Rusko.

Celková současná roční produkce automobilů osciluje kolem 60 miliónů vyrobených vozidel. Přehled podílu kontinentů na výrobě automobilů v letech 2006 a 2007 zobrazuje Tabulka 1. Ta je doplněna podílem jednotlivých států, které zauímají čelní místa v produkci automobilů (Tabulka 2).

Uvedená historie a současná produkce automobilového průmyslu ukazuje problematiku osobních automobilů jako jednoho z největších a nejvýznamnějších průmyslových odvětví současného světa. Zároveň poskytuje rámec celé diplomové práce, která se nadále věnuje tématice osobních automobilů z následujících pohledů. Přináší rozdělení automobilů z pohledu obecně používaných hledisek a věnuje pozornost důležitým technickým řešením se zaměřením na bezpečnost vyráběných vozidel. Současně přináší srovnání konkrétních výrobků, pocházejících z produkce zástupců jednotlivých značek.

V první části jsou kategorizovány osobní automobily. Část druhá přináší pohled na jednotlivá řešení ze současné produkce automobilů s uvedením technických parametrů s důrazem na parametry ovlivňující bezpečnost osobních automobilů. Ve třetí části jsou na konkrétních příkladech demonstrovány provozní ukazatele osobních vozidel. Jako vzorek slouží zástupci největší skupiny prodávaných vozidel na evropském trhu od renomovaných výrobců. Čtvrtá část se věnuje pohledu na možný vývoj vozidel v budoucnosti. I zde převažují bezpečnostní hlediska, ale prostor je věnován také technickým řešením. Z důvodu rozsahu práce jsou použité vzorky vybrány

z vozidel běžně dostupných na trhu v České republice tak, aby umožnily získat přehled v oblasti hlavních konstruktérských škol.

Cílem celé práce je na konkrétních příkladech a technických řešeních demonstrovat stav technického vývoje současné produkce automobilů a zároveň přímým srovnáním vybraných vozů demonstrovat odlišný přístup jednotlivých automobilek s následným vyhodnocením zvolených parametrů.

Tab. 2 Pořadí zemí podle objemu výroby osobních automobilů

Země podle výroby osobních automobilů	2006	2007
Japonsko	9.757.017	9.945.112
USA	8.127.597	7.742.386
Německo	5.007.264	5.209.996
Čína	4.124.303	5.028.807
Korejská republika	3.515.704	3.783.300
Francie	2.734.107	2.589.351
Španělsko	2.257.920	2.370.164
Brazílie	2.069.868	2.350.578
Kanada	2.182.910	2.167.973
Indie	1.375.380	1.577.119
Mexiko	1.495.681	1.559.917
Velká Británie	1.451.004	1.533.211
Rusko	1.166.234	1.149.861
Írán	994.943	1.053.348

Tab. 1 Výroba osobních automobilů podle kontinentů

Výroba osobních automobilů podle kontinentů [ks]	2006	2007
Asie	21.616.458	23.287.548
Evropa	17.533.908	18.226.836
Severní Amerika	11.806.188	11.470.276
Jižní Amerika	2.333.990	2.701.983
Afrika a Austrálie	644.831	669.009

2. Kategorie osobních automobilů a jejich technické řešení

Jednotlivé kategorie vozidel se dají rozdělit z několika základních hledisek. Pro provoz vozidel na pozemních komunikacích je určující rozdělení, které upravuje legislativa příslušným zákonem. V běžně užívaném členění automobilové produkce lze automobily dělit do kategorií, které berou v potaz rozměry a výkony jednotlivých modelů. Důležitým určujícím prvkem je stavba karoserie automobilů. Prvky obou jmenovaných kategorií se také navzájem prolínají. Jako poslední diferencující prvek, který je v této práci zmíněn, slouží druh pohonné jednotky

2.1 Legislativní rozdělení vozidel

Základní rozdělení silničních vozidel v České republice upravuje § 3 zákona č. 56/2001 Sb.

Druhy vozidel:

(1) Silniční vozidla se rozdělují na jednotlivé druhy a kategorie. Rozdělení silničních vozidel do kategorií, technický popis jednotlivých kategorií silničních vozidel a jejich další členění se stanoví v příloze k tomuto zákonu.

(2) Silniční vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

- a) motocykly,
- b) osobní automobily,
- c) autobusy,
- d) nákladní automobily,
- e) speciální vozidla,
- f) přípojná vozidla,
- g) ostatní silniční vozidla.

(3) Zvláštní vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

- a) zemědělské nebo lesnické traktory a jejich přípojná vozidla,
- b) pracovní stroje samojízdné,
- c) pracovní stroje přípojně,
- d) nemotorové pracovní stroje nebo nemotorová vozidla tažená nebo tlačena pěšky jdoucí osobou,
- e) vozíky pro invalidy s motorickým pohonem, pokud jejich šířka nebo délka přesahuje jeden metr, jejich konstrukční rychlost převyšuje 6 km.h⁻¹ nebo jejich maximální přípustná hmotnost převyšuje 450 kg.

Pro účely tohoto zákona se zvláštním vozidlem rozumí i mobilní stroj, průmyslové zařízení schopné přepravy nebo vozidlo bez karoserie, ve kterých je zabudován spalovací motor.

Dále je provedeno rozdělení vozidel do kategorií dle přílohy zákona č. 56/2001 Sb.,

Kategorie L - motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly

Kategorie M1 - vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, nebo víceúčelová vozidla

Kategorie M2 - vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5 000 kg

Kategorie M3 - vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5 000 kg

Kategorie N1 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg

Kategorie N2 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg

Kategorie N3 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 12 000 kg

Kategorie T - traktory zemědělské nebo lesnické

Příloha zákona č. 56/2001 Sb. Uvádí dále následující rozdělení:

(2) Kategorie vozidel M se člení na

a) M1 - vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, nebo víceúčelová vozidla,

b) M2 - vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5 000 kg.

c) M3 - vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče, a jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5 000 kg.

(3) Víceúčelové vozidlo je vozidlo typem karoserie určené k přepravě osob a nákladu v jediném oddělení vozidla. Rozdělení vozidel podle typu karoserie a podmínky pro zařazení víceúčelového vozidla do kategorie vozidel M1 nebo N1 stanoví prováděcí právní předpis.

(4) Při rozhodování o zařazení vozidla do kategorie M a N se považuje za místo k přepravě osob místo pro osobu sedící, ležící, stojící nebo místo s trvalými úchyty ukotvení sedadla, přičemž není rozhodující, zda sedadlo na tomto místě je nebo není umístěno.

(5) Kategorie vozidel N se člení na

a) N1 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg,

b) N2 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg,

c) N3 - vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg.

(6) Terénní vozidlo je motorové vozidlo se zvýšenou průjezdností, které patří do vozidel kategorie M nebo N a splňuje další technické podmínky stanovené prováděcím právním předpisem. Terénní vozidlo příslušné kategorie se označuje doplňkovým písmenem G ke kategorii M nebo N, například M1G, N3G.

Pro potřeby diplomové práce jsou uvažována především vozidla kategorie M1, N1 a případně také vozidla terénní, která z těchto kategorií vycházejí.

2.2 Stavba karoserie

Rozdělení automobilů z pohledu stavby karoserie je jedním z nejdůležitějších. Nejen že se jedná o samotné konstrukční řešení automobilu, ale navíc je určující i pro možnost užívání vozu. Karoserie představuje u většiny současných osobních automobilů jeho nosnou část. Poskytuje prostor pro posádku a náklad a umožňuje montáž všech ostatních částí vozidla. Karoserie historicky starších vozidel byla pojata jako podvozková. Byla tvořena nosným rámem z (převážně ocelových) nosníků, na které byly přivařeny kapotovací plechy, které tvořily uzavřený prostor vozidla. Karoserie dnešních vozidel je koncipována jako samonosná, to znamená, že neobsahuje nosný rám. Nosnou funkci přebírají samotné kapotovací plechy. Mezistupněm je karoserie polonosná. Konstrukčnímu řešení karoserie se věnuje samostatně kapitola XX.

Podle způsobu, jakým jsou v karoserii odděleny prostory pro motor, posádku a náklad rozdělujeme osobní vozy na:

- Jednoprostorové - Motor, posádka i náklad od sebe nejsou odděleny pevnými příčkami karoserie. Tato konstrukce se dnes již nepoužívá.
- Dvouprostorové - Prostor pro motor je oddělen od prostoru pro posádku a náklad.
- Tříprostorové - Oddělené prostory pro motor, posádku i náklad.

Podle samotného typu karoserie jsou osobní vozy zařazeny do následujících kategorií, které jsou pro lepší představu ilustrovány obrázkem (1-18):

Sedan

Pod názvem sedan známe automobily s uzavřenou, čtyřdveřovou a zpravidla pětimístnou karoserií. Zád' sedanu je stupňovitá a zavazadlový prostor je od prostoru pro cestující zcela oddělen.

Obr. 1 Karoserie sedan



Tudor

Automobily typu tudor v dnešní době nepatří, zejména pro oblibu hatchbacků, mezi běžně vyráběné automobily, navíc jsou obvykle zaměňovány za sedan, nebo dokonce kupé, protože název tudor, který vznikl z "Two door saloon" již téměř zanikl. Charakteristika tudoru je stejná, jako u sedanu, tedy stupňovitá zadní část a oddělený zavazadlový prostor. Liší se však jediným párem dveří.

Obr. 2 Karoserie Tudor



Hatchback

Anglické slovo hatchback označuje automobily obvykle v tří, nebo pěti dveřovém provedení. Mají dvouprostorovou karoserii s výklopnou zádí. Součástí zadních (pátých) dveří je i zadní okno, které se otvírá spolu s dveřmi. Vzniká tak pohodlný přístup do zavazadlového prostoru.

Obr. 3 Karoserie Hatchback



Liftback

Anglické slovo liftback označuje automobily obvykle v dvou, nebo čtyř dveřovém provedení, se stupňovitou zádí. Ve srovnání s hatchbackem se zád' svažuje pomaleji a připomínají tak spíše sedany. Součástí zadních (pátých) dveří je i zadní okno, které se otvírá spolu s dveřmi. Tímto řešením je umožněn pohodlný přístup do zavazadlového prostoru.

Obr. 4 Karoserie Liftback



Kombi

Jméno kombi označuje osobní automobily s velkým zavazadlovým prostorem umožňujícím přepravu rozměrnějších nákladů. Tyto automobily se vyznačují prodlouženou karoserií bez svažující se zádí, umožňují dobrý přístup do zavazadlového prostoru, mají dobrou variabilitu vnitřního prostoru a zvýšenou užitkovou hmotnost. Jsou často odvozeny od karoserie typu hatchback či sedan.

Obr. 5 Karoserie Kombi



Coupe (Kupé)

Kupé je kategorie sportovních až supersportovních vozů s uzavřenou dvoudveřovou karoserií, pevnou střechou a pozvolna se svažující zádí. Automobily kupé mohou mít jednu nebo dvě řady sedadel. V poslední době se objevilo několik sportovních sedanů, které svým designem sice kupé připomínají (a výrobci jsou často označovány jako čtyřdveřové kupé), ale toto označení je mylné, jedná se opravdu o čtyřdveřové sportovní sedany. Název kupé je vyhrazen striktně dvoudveřovým vozům.

Obr. 6 Karoserie Coupe



Gran Turismo

Vozy kategorie Gran Turismo (tedy GT), se těší velké oblibě především v posledních letech a zastiňují tak klasická kupé, kterým se velmi podobají. Charakteristika GT je prakticky stejná jako u kategorie kupé, jedná se však o jakýsi hybrid s třídveřovým hatchbackem, se kterým jsou tyto vozy také obvykle zaměňovány. Hlavní rozdíl oproti kupé je v pozvolnějším klesání zádě, větším pohodlí na zadních sedadlech a vozy GT jsou často zaměřeny spíše na pohodlí, než na výkon. Sportovní jízdní vlastnosti však zůstávají mezi prioritami těchto vozů.

Obr. 7 Karoserie Gran Turismo



Kabriolet

Kabriolet je typ automobilu, který má dvoudveřovou karoserii, stahovací nebo odnímatelnou střechu. Díky rozvoji moderní techniky začaly být oblíbené vozy CC, tedy Coupé-Cabrio, které mají pevnou skládací střechu. Na rozdíl od roadsterů má kabriolet čtyři místa pro cestující. Většinou jsou však místa na zadních sedadlech pouze nouzová a lze je využít maximálně k přepravě dětí, nebo na krátké vzdálenosti.

Obr. 8 Karoserie Kabriolet



Spider

Spider, často označovaný také jako roadster, je otevřený automobil, který má dvoudveřovou karoserii se stahovací nebo odnímatelnou střechou. Často bývá zaměňován za kabriolet, liší se však tím, že má jen dvě místa pro cestující, nejčastěji umístěná těsně před zadní nápravou.

Obr. 9 Karoserie Spider



Targa

Targa spadá do kategorie sportovních automobilů. Je jakýmsi kompromisem mezi kupé a kabrioletem, kdy je hodní část pevné střechy vozu odnímatelná. Z důvodu zachování nezbytné torzní tuhosti automobilu bývá v některých případech zachován tenký pruh střechy.

Obr. 10 Karoserie Targa



Limuzína

Limuzína je kategorie vozů s uzavřenou čtyřdveřovou karoserií a stupňovitou zádí. Za limuzíny lze považovat i některé druhy sedanů, se kterými mají limuzíny mnoho společných vlastností (např. oddělený vnitřní prostor). Klasické limuzíny mají navíc oddělený prostor mezi řidičem a cestujícími na zadních sedadlech.

Obr. 11 Karoserie Limuzína



Pullman

Vozy pullman jsou snad nejluxusnějšími vozy které brázdí silnice po celém světě. Často bývají považovány za limuzíny a v podstatě se od nich liší v jediné věci - v prodloužené karoserii s obrovským prostorem pro dva a více cestujících. Všechny ostatní parametry jsou shodné. Výbava těchto vozů bývá velmi luxusní.

Obr. 12 Karoserie Pullman



Landaulet

Landaulety patří mezi vůbec nejluxusnější automobily a velké oblíbené se těší hlavně v arabských státech. V podstatě se jedná o limuzínu, vůz se však liší stahovací střechou v zadní části. Landaulet patří do kategorie vozů s uzavřenou čtyřdveřovou karoserií a stupňovitou záďí s odděleným prostorem mezi řidičem a cestujícími na zadních sedadlech.

Obr. 13 Karoserie Landaulet



MPV

Zkratka MPV vznikla z anglického Multi-Purpose Vehicle tedy, více účelové vozidlo. V Severní Americe se můžete setkat s označením Minivan. Automobily MPV jsou určeny pro přepravu osob i nákladu. Vyznačují se uzavřenou pětidveřovou karoserií, postavenou na podvozku osobního automobilu. Stavba automobilu je zřejmě vyšší než u běžného osobního vozu. Karoserie je prostorná, vhodná pro přepravu pěti i více osob.

Obr. 14 Karoserie MPV



Van

Tato kategorie automobilů se lehce překrývá s MPV. Vozy skupiny Van jsou však většinou prostornější, především proto, že jsou to v podstatě osobní verze odvozené od užitkových automobilů. Jedná se v podstatě o jakýsi spojovací článek mezi MPV a Mikrobusy.

Obr. 15 Karoserie Van



SUV

Zkratka SUV vznikla z anglického Sport Utility Vehikle, v doslovném překladu to znamená sportovní užitkové vozidlo. Automobily typu SUV často lákají k výletu mimo silnice a pro tento případ jsou většinou vybavena pohonem 4x4. Nejedná se však o plnohodnotné terénní vozy. Často jsou robustní konstrukce, tím pádem mají větší spotřebu a emise. Na druhou stranu poskytují ohromný vnitřní prostor, možnost využití výhod pohonu všech čtyř kol, a díky vysokému posazu také větší pocit bezpečí.

Obr. 16 Karoserie SUV



Offroad

Offroad je označení terénních automobilů, které se vyznačují zvýšenou světlou výškou, samozřejmě je pohon 4×4 spojená s robustní konstrukcí rámu i karoserie. Ta může být otevřená i uzavřená. Skutečné offroady (nepleťme si je s SUV!) patří do velmi těžkého terénu, pro který jsou uzpůsobeny tak, aby zvládali prudké stoupání i klesání, bahnité svahy i vodu.

Obr. 17 Karoserie Offroad



Pick Up (Pick-up)

Pick-up je užitkový vůz s uzavřenou kabinou a odděleným prostorem pro náklad. Nákladový prostor může být zakrytý plachtou nebo pevnou nástavbou. Mezi vozy kategorie pick-up lze zařadit automobily odvozené od modelových sourozenců různých kategorií, od offroadů.

Obr. 18 Karoserie Pick Up



2.3 Třídy automobilů

Rozdělení automobilů do tříd charakterizuje jednotlivé modely produkce z hlediska rozměrů, výkonu a částečně také stavby karoserie. Zavedením tohoto rozdělení a zařazením jednotlivých vozidel do příslušné třídy lze porovnávat vzájemně konkurenční produkty tak, aby byl zachován společný jmenovatel srovnávaných vozidel. Třídy automobilů jsou následující:

- Miniautomobily
- Malé automobily
- Automobily nižší střední třídy
- Automobily střední třídy
- Automobily vyšší střední třídy
- Luxusní automobily
- Sportovní automobily
- SUV
- MPV
- Terénní automobily
- Crossovery

Parametry tříd, které charakterizují vnější rozměry, uvádí tabulka 3.

Tab. 3 Rozdělení automobilů do tříd podle charakteristických rozměrů

Třída	mini	malé	nižší střední		střední		vyšší střední	vyšší	luxusní
Segment	A00	A0	A		B		C	D	
Skupina	1	2	3.I	3.II	4.I	4.II	5	6	7
Délka (mm)	<3900	<4300	<4500	<4600	<4700	<4800	<5000	<5200	>5000
Rozvor (mm)	<2500	<2600	<2700		<2800		<2900	<3000	>2900
Provozní hmotnost (kg)	<1200	<1700	<1700		<1800		<2000	<2400	>2000
Běžný objem motoru (l)	<1,2	1,2-2,0	1,6-3,2		1,6-3,5		2,0-3,5	2,5-6,0	>4,0
Výkon (kW)	<45	40-132	59-190		75-210		100-270	170-350	>300

Vozy tříd SUV, MPV a Terénní automobily se rozlišují dle stavby karoserie. Toto je shodné s rozdělením uvedeným v kapitole 2.2. Vozidla typu Crossover nejsou přesně zařaditelná do některé z uvedených kategorií. Většinou kombinují prvky převzaté z více tříd způsobem, který umožňuje lepší využití jízdních, případně prostorových a užitných vlastností vozu. Tento druh vozidel je v současnosti stále populárnější. Jejich rozvoj staví na neustálém vývoji a zlepšování technologií sloužících ke konstrukci automobilů.

2.4 Kategorie vozidel podle typu pohonné jednotky

Osobní vozy lze dělit v závislosti na jejich pohonu. Pohonnou jednotkou o současných vozidel je motor. U většiny sériově vyráběných vozidel se jedná o motor spalovací. Ve stále větší míře se však začínají prosazovat elektromotory. Tyto vozy však při použití současných technologií zatím nedosahují potřebných výkonů pro běžný provoz a tak se pohon vozidel řeší jako kombinace obou uvedených řešení. Spalovací motory můžeme rozdělit na zážehové a vznětové. Zážehový motor je spalovací motor, ve kterém se směs paliva a vzduchu ve válci zapaluje elektrickou jiskrou. U vznětového motoru dochází k samovznícení vstříknutého paliva díky teplotě stlačeného vzduchu.

Pro základní kategorizaci vozidel můžeme použít u vznětových motorů rozdělení podle použitého paliva:

- benzinové
- naftové
- plynové
- smíšené (základní konstrukce u plynových motorů bývá benzinová, proto tyto motory nazýváme smíšené)

Uvedená rozdělení charakterizuje také většinu současné automobilové produkce a v dalším textu práce je na tyto údaje dále odkazováno. Především ve čtvrté části bude možno konkrétně zařadit hodnocené automobily.

3. Technické parametry současné produkce

Jak vyplývá z již uvedených kapitol, tvoří automobilová produkce významnou část světového průmyslu. Paleta vyráběných vozidel je velmi pestrá a popsat veškeré parametry vyráběných automobilů by bylo v rámci této práce velmi obtížné. Cílem této kapitoly je tedy zevrubný popis základních konstrukčních skupin osobních automobilů. I zde je však nutné zúžit výběr na vozidla poháněná spalovacími motory, v rozsahu běžných tříd. Jako konkrétní příklady jsou uváděna technická řešení převážně používaná ve vozech koncernu Volkswagen, který patří mezi největší současné výrobce automobilů a zároveň jsou jeho technická řešení na nejvyšší současné úrovni. Zároveň s konkrétními příklady nastiňuje následující část práce také obecně používané technologie a technická řešení v následujících oblastech:

- Karoserie
- Pohonné jednotky
- Převodovky
- Bezpečnostní systémy

Přičemž bezpečnosti vozidel je věnována významná část této práce. Bezpečnost vozidel je jedním z prvků, kterému je přikládán u současné produkce stále větší význam. Kromě ochrany cestujících a ostatních účastníků silničního provozu je role bezpečnosti také jedním z rozhodujících argumentů pro koupi konkrétního produktu. V posledních letech dosáhl rozvoj bezpečnostních prvků u osobních vozidel nebývalých rozměrů.

3.1 Karoserie

Formám řešení prostorového uspořádání karoserie se podrobně věnuje 2. kapitola této práce. Pro doplnění celkového přehledu je v následující části brát zřetel převážně na konstrukci karoserie jako takovou.

Historicky jsou v konstrukci osobních automobilů rozlišovány následující typy karoserií:

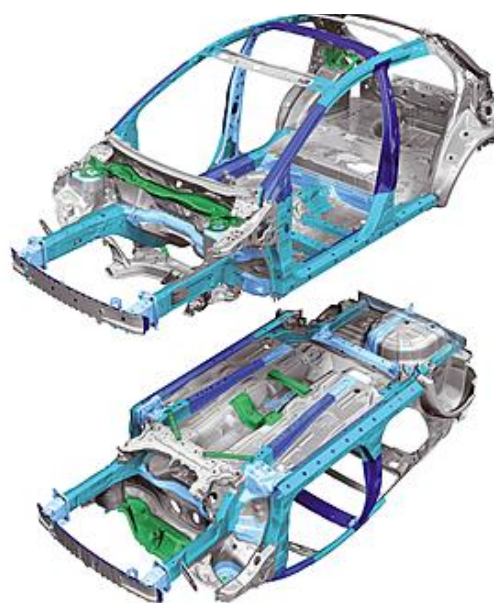
- Podvozková - je určená k upevnění na podvozek nebo strojový spodek vozidla (šasi), jehož tuhost umožňuje i jízdu bez karoserie. U této karoserie je nosnou částí rám.
- Polonosná - zčásti přejímá nosnou funkci rámu, je schopna částečně zachytávat namáhání.
- Samonosná - karoserie zcela přejímá nosnou funkci rámu a nahrazuje jej, umožňuje zcela zachytávat namáhání.

Konstrukční provedení lze dále rozdělit na:

- rámové karoserie - s vestavěným rámem, s nímž tvoří nedílný celek,
- skořepinové karoserie - vytvořené bez nosné kostry,
- panelové karoserie – zde jsou stěny tvořeny z částí (panelů), tvořících nosný celek.

V současné době je většina produkce u osobních automobilů tvořena vozidly se samonosnou karoserií. Výjimečně se používá karoserie s vestavěným nebo pomocným rámem. Toto řešení je aplikováno převážně u terénních automobilů tak, aby bylo umožněno zvýšené namáhání karoserie při průjezdu terénem. Pomocného rámu je využíváno také u supersportovních automobilů pro zvýšení tuhosti karoserie. Samonosná karoserie tvoří dostatečně tuhý, pružný prostorový celek, jak zobrazuje obrázek 19, na kterém je skelet karoserie vozu Mazda 2. Nápravy jsou upevněny na spodek karoserie a motor s převodovkou je zavěšen přímo v karoserii. V místech upevnění náprav, motoru a převodovky má vhodné zpevnění výztuhami. Motor a převodovka jsou uloženy na pružných blocích. Nejrozšířenější koncepcí je tzv. samonosný skelet. Ten je základní částí karoserie a povrchové plechy karoserie (především blatníky, čela apod.) jsou lehce odnímatelné panely přišroubované nebo přivařené pomocí technologie bodového svařování. To usnadňuje karosářské práce při opravách. Této koncepci používá většina současných výrobců automobilů. Skelet je svařován bodově, povrchově upravován proti působení koroze nebo je použito materiálů, který plně odolává korozi (pozinkovaný plech). Prahy pod dveřmi, sloupky dveří karoserie a rámy oken spolu se sklem tvoří homogenní celek, dostatečně tuhý a pružný. Plně brání posádce vozidla před následkem havárie. Tvar sloupků, střechy, prahů a ostatních profilů je volen tak, aby vyhovoval požadavku co největší pevnosti a vhodného spojení, těsnění s ostatními díly karoserie. Rozhoduje také požadavek minimálních mrtvých úhlů výhledu řidiče. Samonosná karoserie umožňuje výrazné snížení hmotnosti.

Obr. 19 Skelet karoserie vozu Mazda 2



3.1.1 Bezpečnost a deformační zóny

Deformační zóny jsou navrhovány již při konstrukci automobilů tak, aby co nejlépe ochránily posádku před následky nárazu, neboť zčásti absorbují jeho energii přetvářenou prací vhodně tvarovaných a dimenzovaných částí karoserie či rámu vozu. U moderních automobilů je deformačními zónami obklopen celý prostor pro cestující, aby v něm byli dostatečně chráněni nejen při nejčastějších nárazech zepředu a zezadu,

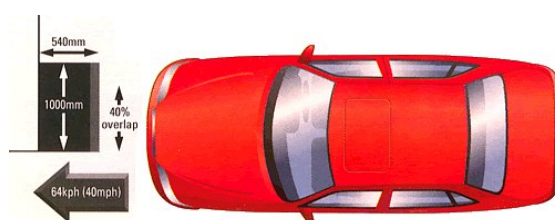
ale i z boku, popř. při převrácení vozidla. Účinnost deformačních zón je dána jejich konstrukcí, použitými materiály a také technologií výroby automobilu.

Nejrozšířenějším a také nejrespektovanějším testem bezpečnosti automobilů jsou v Evropě testy Euro NCAP. V rámci Euro NCAP se uskutečňují čtyři základní testy nárazových zkoušek. Je to čelní náraz, boční náraz, náraz na sloup a simulace střetu s chodcem. Všechny testy zohledňují nehody dle statistiky, při kterých dojde k nejvíce smrtelným nebo vážným úrazům.

Čelní náraz

Zkoušené vozidlo naráží rychlostí 64 km/h do deformovatelné bariéry čtyřiceti procenty čelní části na straně řidiče (přesazení 40%, neboli ofsetový test). Tuhost bariéry odpovídá tuhosti přední části průměrného automobilu, čímž je simulován čelní střet dvou vozidel. Na předních sedadlech jsou upoutány dvě zkušební figuríny Hybrid III, známé pod názvem Dummies nebo Oskar, které odpovídají dospělým osobám. Na zadních sedadlech jsou v odpovídajících dětských sedačkách posazeny a upoutány zkušební figuríny dětí ve věku 18 měsíců a 3 let. Homologační zkouška vozu se uskutečňuje při rychlosti 56 km/h. To znamená, že test Euro NCAP se uskutečňuje při rychlosti o 14 procent větší. Pokud to ovšem chceme vyjádřit nárazovou energií vozidla, která se při nárazu přemění v energii deformační, je tato při testu Euro NCAP o celých 30 procent větší. Tato skutečnost pak sama o sobě vypovídá o náročnosti těchto zkoušek.

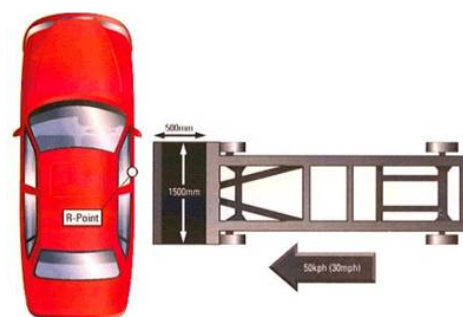
Obr. 20 Zkouška Euro NCAP Čelní náraz



Boční náraz

Statistiky dopravní nehod ukazují, že více než polovina z celkového počtu zranění je způsobena bočním nárazem. Z tohoto důvodu se uskutečňuje zkouška nárazu do boku vozidla. Do vozu při něm naráží na straně řidiče vozík s deformačním tělesem rychlostí 50 km/h. Celková hmotnost vozíku je 950 kg a tuhost deformačního tělesa odpovídá tuhosti přední části běžného automobilu. Na místě řidiče je připoutaná figurína EuroSID (Side Impact Dummy, tj. figurína pro boční náraz).

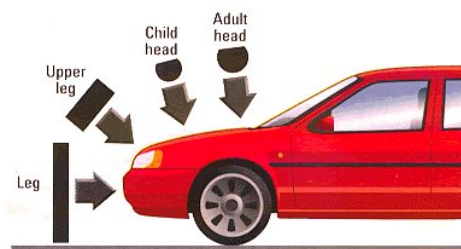
Obr. 21 Zkouška Euro NCAP Boční náraz



Střet s chodcem

Zkouška simuluje střet vozidla s chodcem při rychlosti 40 km/h. Vyhodnocuje se riziko poranění při kontaktu jednotlivých částí těla s povrchem vozu. Na přesně určené místo dopadají odpovídající rychlostí a pod stanoveným úhlem tělesa definovaných hmotností a tvarů (tzv. impaktory). Celkem jsou tato tělesa čtyři a simulují spodní část nohy s kolenem, stehno, hlavu dítěte a hlavu dospělého člověka. Pro každou tělesnou partii se na povrchu vozidla určuje několik bodů a vyhodnocuje se míra rizika poranění v daném místě. Body se volí tak, aby bylo nalezeno pro chodce nejvíce nebezpečné a současně i nejvíce bezpečné místo na povrchu vozu.

Obr. 22 Zkouška Euro NCAP Střet s chodcem



Hlavním kritériem pro vyhodnocování testů jsou hodnoty získané z čidel ve vozidle a na testovacích figurínách. Hodnotí se, jaké hodnoty akcelerace (zrychlení) působily na posádku, nebo zda nebyly některé části těla (krk atd.) vystaveny takovému zatížení, které by mohlo způsobit vážné zranění. Dalším hodnotícím kritériem je stabilita karoserie - zda zůstal skelet vozu při nárazu stabilní, jakou sílu bylo nutné vyvinout pro otevření dveří po nárazu atd. Výsledné hodnocení vychází z počtu dosažených bodů, které vůz získá součtem bodového hodnocení za jednotlivé druhy nárazu.

1-8 bodů = 1 hvězdička

9-16 bodů = 2 hvězdičky

17-24 bodů = 3 hvězdičky

25-32 bodů = 4 hvězdičky

33-40 bodů = 5 hvězdiček

3.2 Pohonné jednotky

Jak již bylo zmíněno v úvodu této části práce, omezuje se popis parametrů současné produkce a spalovací motory. Ve spalovacím motoru je chemická energie paliva přeměňována jeho spalováním na energii tepelnou a následně na energii mechanickou.

Spalovací motory lze rozdělit podle následujících hledisek:

- podle počtu dob pracovního oběhu:
 - motory čtyřdobé
 - motory dvoudobé

- podle skupenství a druhu paliva:
 - motory plynové: palivo - stlačené plyny (CNG), zkapalněné plyny (LPG)
 - motory na kapalná paliva: benzin, motorová nafta, alternativní paliva (např. bionafta)
- podle způsobu tvoření směsi:
 - karburační motory (palivo - benzin, plyny)
 - vstřikové motory (palivo - motorová nafta, benzin, kapalná alternativní paliva resp. zkapalněné plyny)
- podle způsobu zapalování směsi:
 - zážehové motory (palivo - benzin, plyny, resp. alternativní paliva)
 - vznětové motory (palivo - motorová nafta, resp. alternativní paliva)
- podle způsobu mechanického vstřikování paliva a tvaru spalovacího prostoru (u vstřikových motorů):
 - motory s přímým vstřikem
 - motory komůrkové: s nepřímým vstřikem, se smíšeným vstřikem (vstřik před ústí vzduchové komůrky)
- podle způsobu plnění (výměny náplně) válců:
 - motory nepřepřlňované (s nasáváním, s vyplachováním)
 - motory přepřlňované:
 - motory s mechanickým přepřlňováním
 - motory přepřlňované turbodmychadlem
 - motory s nízkotlakým přepřlňováním (zvýšení výkonu do 50 % oproti nepřepřlňovaným)
 - vysoce přepřlňované motory (zvýšení výkonu přes 50 % oproti nepřepřlňovaným)

Poslední řešení a technické prvky ze současné produkce jsou popsány v následujících kapitolách. Vývoj motorů má zásadní dopad na parametry vozu z hlediska jeho provozních vlastností, dynamiky, ekologie provozu a hospodárnosti. Kapitoly 3.2.1 a 3.2.2 uvádějí parametry a provedení současné produkce zážehových a vznětových motorů.

3.2.1 Motor 1.8 I TFSI

Jako příklad moderního zážehového motoru je uveden čtyřválcový řadový motor 1,8 I TFSI se čtyřmi ventily na válec, který je navržen pro trvalý homogenní provoz. Konstrukce a umístění většiny součástí motoru jsou tvořeny tak, aby bylo dosaženo

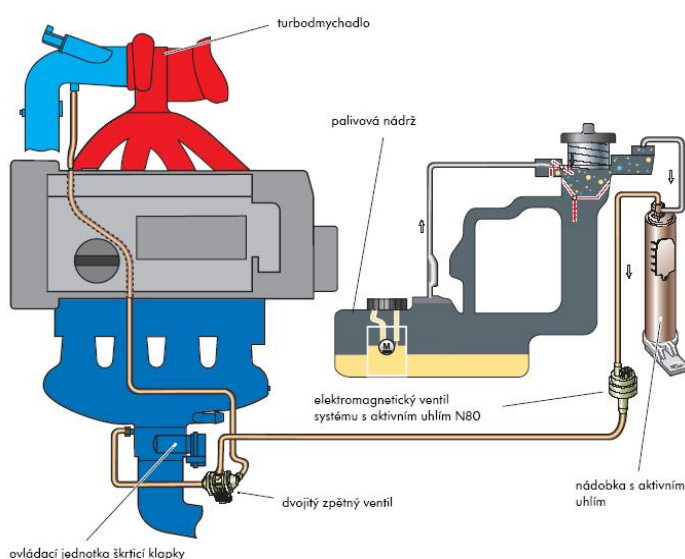
kompaktnějšího konstrukčního uspořádání a menších nároků na údržbu. Motor je připraven pro splnění emisní normy výfukových plynů EU V. Pohon vačkového hřídele, vyvažovacích hřídelů a olejového čerpadla zajišťují tři řetězy. Protiběžné vyvažovací hřídele jsou jako součást tělesa bloku válců a klikové skříně umístěny nad klikovým hřídelem.

Motor je vybaven systémem přestavování sacího vačkového hřídele. Sací potrubí je vybaveno systémem řízeného nasávání vzduchu. Palivová soustava se skládá z nízkotlakého a vysokotlakého okruhu bez odtoku paliva a s víceotvorovými vstřikovacími tryskami. Turbodmychadlo umístěné ve výfukovém potrubí je opatřeno regulací plnicího tlaku a recirkulací vzduchu při deceleraci. Výfuková soustava je vybavena předřazeným katalyzátorem zabudovaným v blízkosti motoru a jednou lambda sondou. Je použit nový modul čerpadla chladicí kapaliny s řemenovým pohonem. Olejový filtr je umístěn na horní straně motoru a je přišroubován k držáku pomocných agregátů. Motor je opatřen systémem odvětrání olejových a palivových par. Novým technologickým prvkem je systém AKF.

Systém AKF

Systém s filtrem s aktivním uhlím (AKF) přivádí plyny vznikající v palivové nádrži do sacího potrubí, aby se potom spálily ve spalovacím prostoru motoru. Systém AKF se skládá z filtru, elektromagnetického ventilu a dvojitěho zpětného ventilu. Jednotlivé části systému jsou zobrazeny na obrázku 23. Elektromagnetický ventil nádoby s aktivním uhlím je sledován řídicí jednotkou motoru a reguluje pronikání plynů, existujících v nádobce s aktivním uhlím, k dvojitěmu zpětnému ventilu.

Obr. 23 Systém AKF

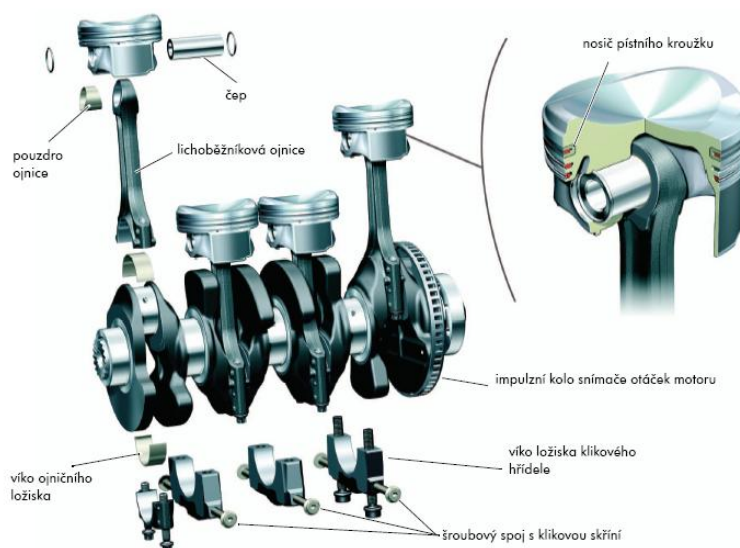


Dvojitý zpětný ventil je pneumaticky ovládán v závislosti na podtlaku, převažujícím v sacím potrubí. Plyny se přivádějí do sacího potrubí, pokud neexistuje žádný plnicí tlak, resp. k sací straně turbodmychadla, pokud je plnicí tlak vytvářen. V tomto případě se k přepravě par paliva ze sací strany motoru k jeho výfukové straně využívá kryt motoru. Elektromagnetický ventil a dvojitý zpětný ventil jsou umístěny na sacím potrubí.

Mechanika motoru

Pro ilustraci současných technických řešení jsou uvedeny základní prvky mechaniky motoru včetně jejich provedení. Celý systém je zobrazen na obrázku 24. Zde je patrné složení jednotlivých dílů a jejich provedení. Za pozornost stojí i tvar horní části pístu, který umožňuje lepší tvorbu směsi a tím efektivnější spalování paliva. Jednotlivé prvky jsou detailněji popsány v následujícím textu.

Obr. 24 Mechanika motoru 1.8l TFSI



Klikový hřídel

Klikový hřídel je vyroben z indukčně kalené oceli. Je opatřen pěti ložisky a osmi protizávažími, aby bylo dosaženo optimálního vyvážení. Kvůli zvýšení tuhosti klikové skříně jsou víka tří vnitřních hlavních ložisek kromě svislých šroubových spojů přišroubována navíc také bočně ke klikové skříně. Spodní pánve pěti hlavních ložisek klikového hřídele jsou opatřeny mazacím kanálem a lze je kvůli radiálnímu seřízení klikového hřídele nahradit pánvemi různé tloušťky. Seřízení axiální vůle se provádí pomocí pánví axiálního ložiska ve středním ložisku.

Ojnice

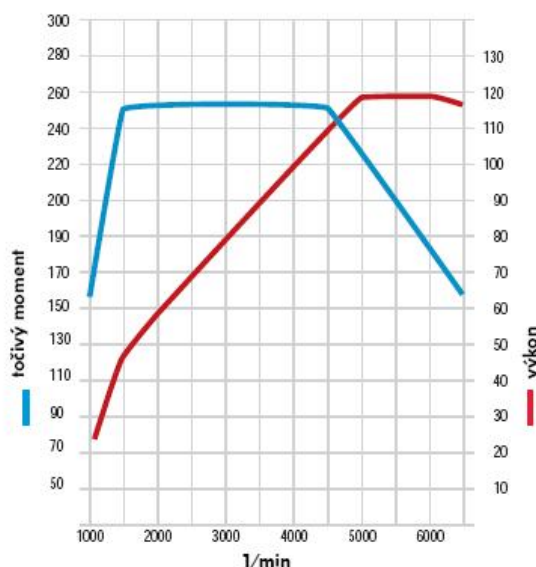
Ojnice jsou vyráběny lamacím postupem. Hlava ojnice má kvůli lepšímu rozdělování síly lichoběžníkový tvar a ojniční pouzdro je vyrobeno ze slitiny bronzu. Horní a spodní pánve ložisek jsou vyrobeny z různého materiálu, přičemž horní pánve mají tmavší barvu a jsou vyrobeny z odolnějšího materiálu, aby byly schopny zachycovat větší síly.

Píst

Pro horní segment pístu je použit nosič pístního kroužku. Kromě toho je použita koncepce lehké konstrukce pláště pístu a grafitová povrchová vrstva, čímž se dosahuje delší trvanlivosti, větší tichosti chodu a menších třecích ztrát. Nové tvarování dna pístu přispívá k tvorbě optimální homogenní směsi.

Technické parametry a charakteristiky motoru 1.8l TFSI jsou uvedeny v grafu 1.

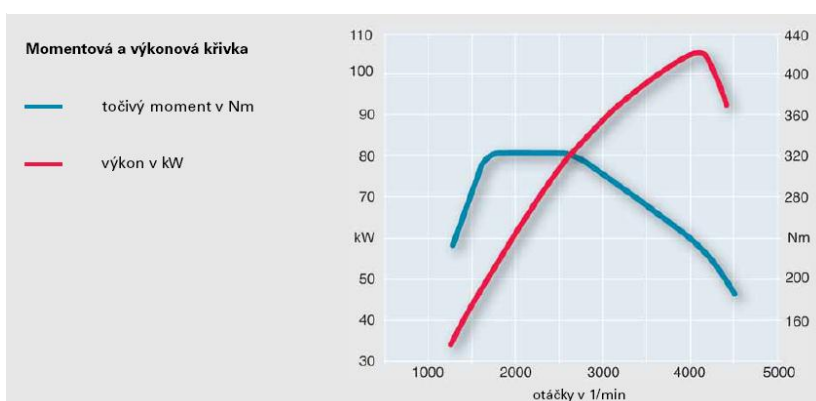
Graf 1 Výkonová charakteristika motoru 1.8l TFSI



3.2.2 Motor 2.0 TDI CR

Pro při blížení parametrů vznětových motorů současné produkce byl zvolen motor 2,0 TDI s výkonem 105 kW(143 k) a vstřikováním common rail (CR) z produkce koncernu Volkswagen, který patří k nové generaci dynamických a efektivních vznětových motorů. Nově interpretuje kvality koncepce TDI a zaměřuje se na budoucí požadavky, vznikající zejména v souvislosti s ochranou životního prostředí. Motor 2,0 l TDI CR vychází vývojově z úspěšného předchozího motoru 2,0 l TDI se vstřikovacím systémem, přičemž kombinace agregátu 2,0 l TDI s technickým řešením common rail nastavuje zcela nová měřítka. Nový motor 2,0 l TDI CR, plní již nyní vysoké standardy emisní normy Euro5, která pravděpodobně vstoupí v platnost v roce 2010. Použití technického řešení common rail přináší motoru 2,0 l TDI rozhodující přednosti ve vztahu k výfukovým emisím, hlučnosti, hmotnosti a konstrukční výšce. Motory TDI poskytují výborné tahové vlastnosti již od nejnižších otáček. Tento charakter bylo třeba při vývoji motoru 2,0 l TDI CR ještě dále zlepšit. Charakteristiky motoru zobrazuje graf 2.

Graf 2 Výkonová charakteristika motoru 2.0 TDI CR



Technické charakteristiky motoru:

- vstřikovací systém common rail s piezoelektrickými vstřikovacími jednotkami

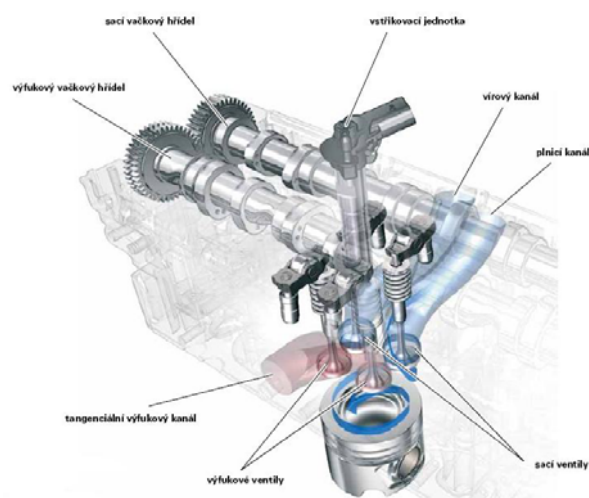
- filtr pevných částic s předřazeným oxidačním katalyzátorem
- sací potrubí s přestavováním vírové klapky
- elektrický ventil recirkulace výfukových plynů
- přestavitelné turbodmychadlo se zpětnou vazbou nastavení
- chlazení nízkoteplotní recirkulace výfukových plynů

Motor 2,0l 105 kW TDI common rail je vybaven modulem vyvažovacích hřídelů, který je umístěn v olejové vaně pod klikovým hřídelem. Modul vyvažovacích hřídelů je poháněn ozubenými koly od klikového hřídele. Součástí modulu vyvažovacích hřídelů je olejové čerpadlo Duocentric. Modul vyvažovacích hřídelů se skládá ze skříně ze šedé litiny, ze dvou protiběžných vyvažovacích hřídelů, z pohonu ozubenými koly se šikmým ozubením a integrovaného olejového čerpadla Duocentric. Otáčení klikového hřídele se přenáší na vložené ozubené kolo na vnější straně skříně. To pohání vyvažovací hřídel. Od tohoto vyvažovacího hřídele se potom přenáší rotační pohyb párem ozubených uvnitř skříně na vyvažovací hřídel II a olejové čerpadlo Duocentric. Pohon ozubenými koly je navržen tak, aby se vyvažovací hřídele otáčely dvojnásobnými otáčkami klikového hřídele.

Hlava válců

Hlava válců motoru 2,0 l TDI se vstříkovačím systémem common rail je hliníková hlava válců s příčným průtokem se dvěma sacími a dvěma výfukovými ventily na válec. Vstříkovací jednotky jsou umístěny ve svislé poloze. Nahoře uložený sací a výfukový vačkový hřídel jsou spojeny čelními ozubenými koly se šikmým ozubením s integrovaným vymezením obvodové boční vůle zubů. Pohon od klikového hřídele zajišťuje ozubený řemen a ozubená řemenice výfukového vačkového hřídele. Ventily jsou ovládány jedno-ramennými vahadly s kladkou omezujícími třecí ztráty s hydraulickými vymezo-vači vůle ventilů. Vstříkovací jednotky jsou upevněny v hlavě válců pomocí upínacích příložek. Každý válec je opatřen dvěma sacími a dvěma výfukovými ventily, umístěnými svisle v hlavě válců. Svisle uspořádané ventily a ve středu umístěné vstříkovací jednotky se nacházejí nad středem prohlubně pístu. Tvar, velikost a uspořádání sacích a výfukových kanálů zajišťují dobrý stupeň naplnění a příznivou výměnu náplně ve spalovacím prostoru. Sací kanály plní funkci plnicího a vírového kanálu. Pomocí vírového kanálu vytváří vstupující vzduch potřebné vysoké rozvíření náplně. Plnicí kanál umožňuje zvláště při vysokých otáčkách dobré naplnění spalovacího prostoru.

Obr. 25 Hlava válců motoru 1.8 l TFSI



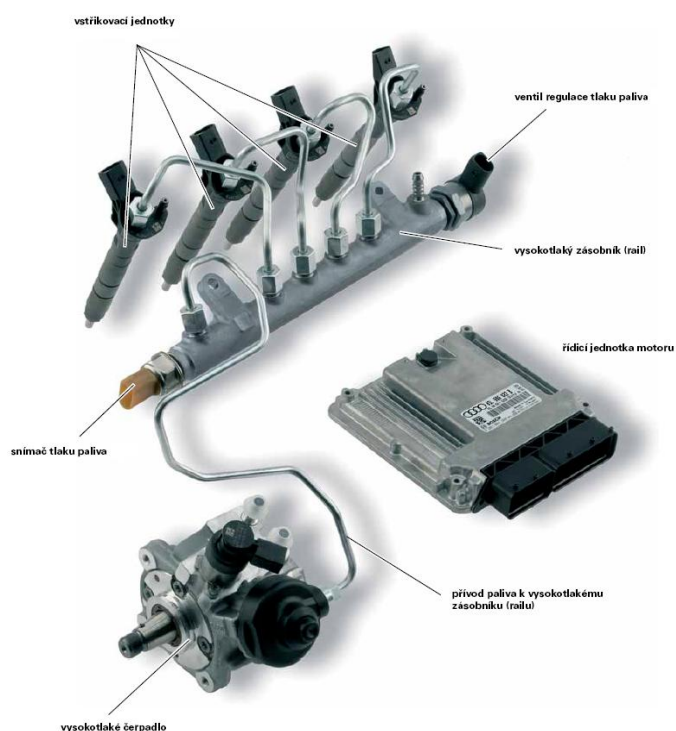
Kvůli optimálním poměrům proudění v sacích a výfukových kanálech je hvězdice ventilů natočena vůči podélné ose motoru o 8,8°, jak ukazuje obrázek 25.

Vstřikovací systém common rail

Motor 2,0 I-TDI je pro přípravu směsi vybaven vstřikovacím systémem common rail. Vstřikovací systém common rail je vstřikovací systém vznětových motorů s vysokotlakým zásobníkem. Pojem „common rail“ znamená "společná lišta" a slouží k označení vysokotlakého zásobníku paliva, společného pro všechny vstřikovací jednotky.

Vytváření tlaku a vstřikování paliva jsou u tohoto vstřikovacího systému vzájemně odděleny. Vysoký tlak paliva, potřebný ke vstřikování, vytváří oddělené vysokotlaké čerpadlo. Tento tlak paliva se akumuluje ve vysokotlakém zásobníku (railu) a je prostřednictvím krátkých vstřikovacích potrubí dáván k dispozici vstřikovacím jednotkám. Vstřikovací systém common rail je ovládán systémem řízení motoru Bosch EDC 17. V systému common rail motoru 2,0 I TDI se používají piezoelektricky ovládané vstřikovací jednotky. Vstřikovací jednotky jsou přitom ovládány piezoelektrickým akčním členem. Ovládací rychlost piezoelektrického akčního členu je přibližně čtyřikrát vyšší než v případě elektromagnetického ventilu. Kromě toho umožňuje piezoelektrická technika ve srovnání s elektromagneticky ovládanými vstřikovacími jednotkami dosáhnout o přibližně 75 % menších pohyblivých hmot na jehle trysky. Jednotlivé části systému common rail ukazuje obrázek 26.

Obr. 26 Systém common rail



Vyplývají z toho následující výhody:

- velmi krátké ovládací doby
- umožnění více dílčích vstřiků (až pěti) na pracovní takt
- přesné dávkování vstřikovaných množství

Turbodmychadlo

Plnicí tlak je u motoru 2,0 I TDI common rail vytvářen přestavitelným turbodmychadlem. Je opatřeno přestavitelnými rozváděcími lopatkami, pomocí nichž lze ovlivno-

vat proud výfukových plynů, přiváděných na oběžné kolo turbíny. Výhodou toho je, že je v celém rozsahu otáček dosahováno optimálního plnicího tlaku a tak i dobrého spalování. Přestavitelné rozváděcí lopatky umožňují dosáhnout vysokého točivého motoru a dobrých vlastností při rozjezdu ve spodní oblasti otáček, malé spotřeby paliva a nízkých výfukových emisí v horní oblasti otáček. Rozváděcí lopatky jsou přestavovány táhlem, ovládaným podtlakem. Za výstupem turbodmychadla v potrubí plnicího vzduchu je zabudován aerodynamický tlumič z ušlechtilé oceli. Jeho úkolem je omezovat rušivé zvuky turbodmychadla.

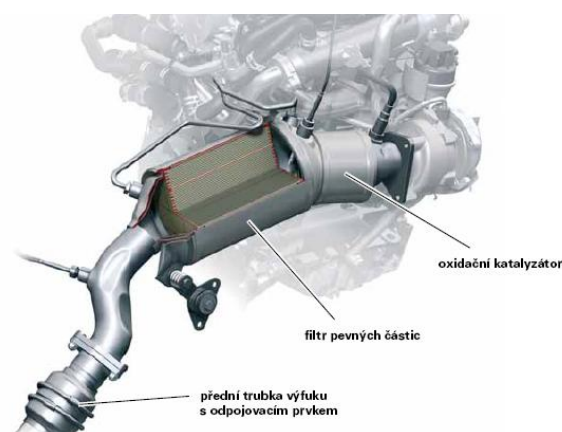
Recirkulace výfukových plynů

Recirkulace výfukových plynů je opatření ke snížení emisí oxidů dusíku. Při recirkulaci výfukových plynů se část výfukových plynů přivádí znovu do spalovacího procesu. Zmenší se tak podíl kyslíku ve směsi paliva a vzduchu, což má za následek zpomalení spalování. Poklesne tím maximální spalovací teplota a sníží se emise oxidů dusíku. Množství zpětně přiváděných výfukových plynů se reguluje podle pole charakteristik v řídicí jednotce motoru. Přihlíží se při tom k otáčkám motoru, ke vstříkovanému množství, k množství nasávaného vzduchu, teplotě nasávaného vzduchu a tlaku vzduchu. Ve výfukovém traktu před filtrem pevných částic je umístěna širokopásmová lambda sonda. Pomocí lambda sondy lze ve velkém měřicím rozsahu registrovat podíl kyslíku ve výfukových plynech. V systému recirkulace výfukových plynů se signál lambda sondy využívá jako korekční hodnota k regulaci množství recirkulovaných výfukových plynů. Úkolem chladiče recirkulace výfukových plynů je, aby chlazením zpět přiváděných výfukových plynů dále poklesly spalovací teploty a bylo možné přivádět zpět větší množství výfukových plynů.

Filtr pevných částic

U motoru 2,0 l TDI common rail se emise částeček sazí snižují kromě opatření uvnitř motoru také navíc filtrem pevných částic. Filtr pevných částic se nachází za oxidačním katalyzátorem, jak je zobrazeno na obrázku 27. Obě součásti jsou umístěny v blízkosti motoru v jednom tělese, aby se rychleji dosáhlo jejich provozní teploty. Při brzdění motorem nedochází k intenzivnímu ochlazování filtru pevných částic nasávaným studeným vzduchem, protože oxidační katalyzátor působí v tomto případě jako tepelný akumulátor. Filtr pevných částic je tvořen keramickým tělesem z karbidu křemíku ve tvaru voštiny. Keramické těleso je rozděleno do velkého počtu malých kanálků, které jsou střídavě uzavřeny. Vznikají tak vstupní a výstupní kanálky, oddělené filtračními stěnami. Filtrační stěny

Obr. 27 Filtr pevných částic



jsou porézní a jsou potaženy nosnou vrstvou z oxidu hliníku a oxidu ceru. Na této nosné vrstvě je napařen ušlechtilý kov platina, sloužící jako katalyzátor. Aby se filtr pevných částic neucpal a neovlivnila se tak nepříznivě jeho funkce, je nutné jej pravidelně regenerovat. Při regeneračním procesu se částičky sazí shromážděné ve filtru pevných částic spalují (oxidují).

3.3 Převodovky

Funkcí převodovky je zajištění různé rychlosti vozidla při současném využívání poměrně úzkého rozmezí optimálních otáček motoru. Další funkcí převodovky je možnost zařazení zpětného chodu nebo možnost vyřazení do tzv. neutrálu, kdy vozidlo stojí, ale motor se může otáčet ve volnoběžných otáčkách. Převodovka má významný vliv na provozní vlastnosti vozidla, ovlivňuje spotřebu paliva a také tvorbu emisí.

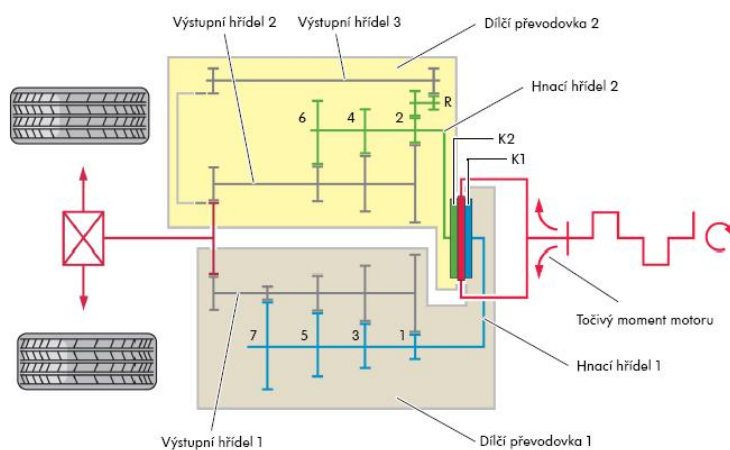
Paleta nabízených převodovek je v kombinaci s různými motory velmi široká. Jako základní rozdělení můžeme uvažovat dvě různé konstrukční skupiny – převodovky s manuální volbou převodových stupňů a převodovky automatické. U manuálních převodovek je v současnosti již standardem pět převodových stupňů a nežádka jsou vozy vybaveny i převodovkami šestistupňovými. U automatických převodovek se tento trend posouvá ještě dál a výrobci nabízejí i sedmistupňové převodovky. Pro hladší změnu převodových stupňů se využívá i funkce dvou spojek. k popisu parametrů pro tuto část práce slouží sedmistupňová převodovka s dvojitou spojkou OAM.

3.3.1 Sedmistupňová automatická převodovka s dvojitou spojkou OAM

Jedná se o první sedmistupňovou převodovku pro přední příčnou montáž a první převodovku s dvojitou spojkou se suchou dvojitou spojkou. Suchá dvojitá spojka má jako charakteristický znak konstrukce podstatné dopady na celou koncepci převodovky. Převodovka s dvojitou spojkou se v principu sestává ze dvou navzájem nezávislých dílčích převodovek.

Každá dílčí převodovka je funkčně konstruována stejně jako mechanická převodovka. Každé dílčí převodovce je přiřazena jedna spojka. Obě spojky jsou suché. Jsou vypínány a spínány mechatronikou v závislosti na řazeném převodovém stupni. Princip fungování převodovky znázorňuje obrázek 28. Přes spojku K1 a tím přes dílčí převodovku 1 a hnací hřídel 1 jsou řazeny převodové stupně 1, 3, 5 a 7. Převodové stupně 2, 4, 6 a zpátečka jsou řazeny přes

Obr. 28 Schéma převodovky OAM



spojku K2 a tím přes dílčí převodovku 2 a hnací hřídel 2 a 3. Zásadně je vždy silová jedna dílčí převodovka. Ve druhé dílčí převodovce může být již zařazen následující převodový stupeň, neboť spojka pro tento převodový stupeň je ještě otevřená. Každému převodovému stupni je přiřazena konvenční synchronizační a řadicí jednotka jedné mechanické převodovky. Pro synchronizaci různých otáček při řazení převodových stupňů se u všech převodových stupňů používá jištěná synchronizace s blokovacími tělísky. V závislosti na zatížení řazení jsou převodové stupně jednou až třikrát synchronizovány.

Je-li převodovka s přímým řazením s ohledem na spotřebu paliva ještě na úrovni srovnatelných vozidel s mechanickou převodovkou, u převodovky s dvojitou spojkou se podařilo shodnými technickými novinkami v převodovce snížit spotřebu paliva pod spotřebu vozidel s převodovkami s ručním řazením. Snížení spotřeby paliva podstatně přispívá ke snížení emisí a zachování životního prostředí.

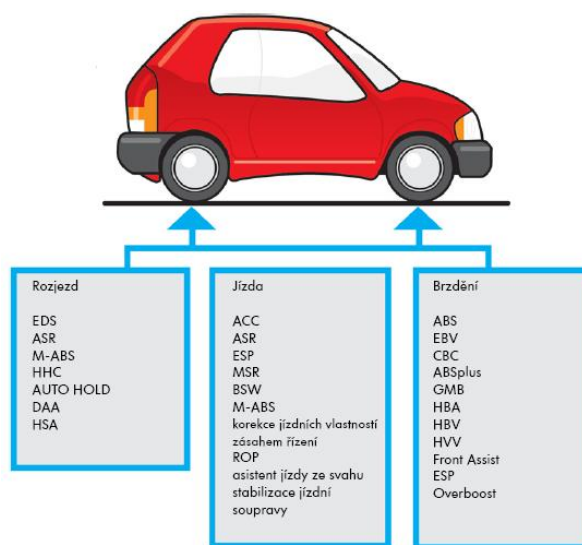
3.4 Bezpečnostní systémy

Bezpečnost posádky je stále důležitějším aspektem, který hraje roli při konstrukci automobilů. Prvky chránící posádku lze rozdělit na dva okruhy - prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Tato část práce si klade za cíl seznámení s elektronickou výbavou vozidel, která působí v obou oblastech.

3.4.1 Aktivní bezpečnostní systémy

Nároky na dynamiku jízdy, která je při všech podmínkách provozu spojena s co možná největší bezpečností, stoupají se zvyšující se rychlostí a hustotou provozu. Tento požadavek se splňuje stoupajícím počtem systémů regulace prokluzu a asistenčních systémů, které částečně vycházejí z protiblokovacího systému ABS a podporují činnosti řidiče. Asistenční systémy mají za úkol ulehčit práci řidiči za určitých podmínek nebo při jízdách manévrech, jako je např. rozjezd do svahu. Nesouvisejí výhradně s tématem podvozku a brzd. Vzhledem k množství regulačních systémů je obtížné provést jednoznačné a přehledné rozčlenění systémů regulace prokluzu a asistenčních systémů. Systémy jsou někdy vzájemně hierarchicky propojeny, jiné představují spíše různé stupně vývoje a jiné jsou opět po stránce hardwaru a softwaru vzájemnými nadstavbami nebo představují doplnění existujících funkcí. Jednou z možností členění je přiřadit systémy regulace prokluzu a asistenční systémy jízdním režimům "rozjezd", "jíзда" a brzdění". Na obrázku 29

Obr. 29 Rozdělení aktivních bezpečnostních systémů



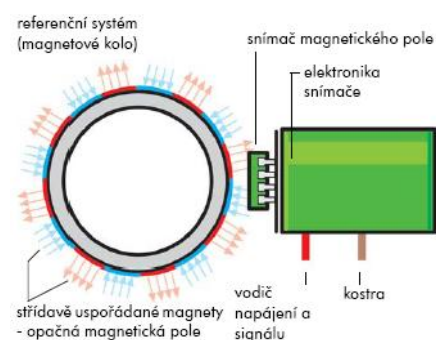
lze poznat, jaké systémy při jakém jízdním režimu se mohou uplatňovat. Další a podrobnější možností členění je rozdělit systémy regulace prokluzu do dvou skupin. Do první skupiny jsou zařazeny systémy s výhradním zásahem brzd pomocí hydraulické brzdové soustavy a do druhé systémy, které ovlivňují dynamiku jízdy ještě prostřednictvím řídicího systému motoru nebo převodovky.

Protiblokovací systém ABS je výchozím systémem všech systémů regulace prokluzu a je to brzdový systém s výhradním zásahem brzd. K softwarovým rozšířením a rozšířením systému ABS pomocí přídatných součástí patří systémy EBV, EDS, CBC, ABSplus a GMB. Systém ASR představuje rozšíření zařízení ABS, které kromě aktivního zásahu brzd umožňuje také zásah do řídicího systému motoru. K brzdovým systémům s výhradním zásahem do řídicího systému motoru patří systémy M-ABS a MSR. Všechny systémy regulace prokluzu jsou podřízeny systému ESP, pokud je tento systém ve vozidle k dispozici. Pokud není funkce ESP aktivní, fungují některé ze systémů regulace prokluzu samostatně. Elektronický stabilizační program ESP zasahuje samostatně do dynamiky jízdy, pokud řídicí jednotka zjistí odchylku skutečného chování vozidla od přání řidiče. Znamená to, že elektronický stabilizační program ESP rozhoduje o tom, při jakých podmínkách dynamiky jízdy, kdy a které systémy regulace prokluzu se mají aktivovat nebo deaktivovat. Systém ESP vykonává tzv. hlavní funkci. Aby tyto systémy mohly pracovat a zmírňovat kritické situace dynamiky jízdy nebo předcházet jejich vzniku, musejí mít k dispozici snímače, pomocí kterých mohou jízdní situace registrovat. Jsou to především snímače otáček a rovněž i snímače zrychlení a točivého momentu. V různých systémech se ale také používají snímače tlaku, snímače úhlové rychlosti nebo Hallovy snímače ke snímání polohy pedálu plynu.

Pasivní a aktivní snímače otáček

Oba typy snímačů slouží systému k získání informací o rychlosti vozidla a hlavně o otáčkách jednotlivých kol. Z rozdílů otáček kol zjišťují systémy např. to, zda se pneumatiky nenacházejí na povrchu vozovky s rozdílnou adhezí a zda neexistuje nebezpečí vzniku kritické situace dynamiky jízdy při brzdění. Pasivní snímače otáček je starší generace snímačů otáček. Nemají vlastní proudové napájení, proto jsou označovány jako pasivní snímače. Pracují zpravidla na induktivním principu. Pro měření rychlosti je v zásadě zapotřebí snímací prvek a referenční systém. Snímací prvek se v podstatě skládá z cívky, navinuté kolem železného jádra a z trvalého magnetu. Referenční systém je tvořen ozubeným kolem (přírůstkovým nebo impulzním kolem). Snímače otáček poskytují ve srovnání se snímači zrychlení v systému ESP měřitelné informace. Pohybem kusu železa v magnetickém poli permanentního magnetu se mění intenzita a tvar magnetického pole. Tuto změnu magnetického pole lze

Obr. 30 Aktivní snímač otáček



rozeznat pomocí cívky, protože změnou magnetického pole se v cívce indukuje napětí, které lze měřit. Proto se odvodil název induktivní princip pro tento druh snímačů. Každý zub impulzního kola, který se ponoří do magnetického pole, vyvolá tedy vznik indukčního napětí. Z posloupnosti napěťových špiček během časového intervalu (frekvence) lze tak vypočítat otáčky kola, resp. rychlost kola. Výhodou pasivních induktivních snímačů otáček je jednoduché provedení součástí.

Nevýhodou je, že vyžadují přesnou velikost mezery mezi impulzním kolem snímače a snímačem. Kromě toho jsou pasivní induktivní snímače otáček těžší a vyžadují větší zástavbový prostor. Protože na otáčkách impulzního kola snímače nezávisí pouze frekvence, nýbrž také napětí signálu, poskytují pasivní snímače ve srovnání s aktivními snímači při nízkých otáčkách pouze signály s nižším napětím. Na rozdíl od pasivních snímačů mají aktivní snímače vlastní napěťové napájení. Má hodnotu přibližně 12 V. Princip funkce aktivních snímačů otáček spočívá na Hallově principu nebo na magnetorezistivním efektu. Aktivní snímače otáček se skládají ze snímacího prvku a referenčního systému, jak ukazuje obrázek 30.

Systémy regulace prokluzu

Regulačními zásahy různých systémů regulace prokluzu se v různých kritických jízdních situacích brání zablokování kol. Cílem přitom je stabilizace chování vozidla za všech okolností a zachování jeho ovladatelnosti. Jak již bylo zmíněno v úvodu, rozlišujeme v rámci systémů regulace prokluzu mezi systémy, které ovlivňují dynamiku vozidla výhradně prostřednictvím brzdové soustavy a systémy, které působí navíc prostřednictvím řídicího systému motoru a popřípadě u vozidel s automatickou převodovkou prostřednictvím řídicího systému převodovky.

K první skupině patří:

- protiblokovací systém ABS,
- elektronické rozdělování brzdné síly EBV,
- Corner Brake Control CBC (rozšířený stabilizační brzdový systém ESBS),
- elektronická uzávěrka diferenciálu EDS,
- rozšířený protiblokovací systém ABSplus
- ovlivňování zatáčivého momentu GMB (zpomalení vytváření zatáčivého momentu GMA).

Druhou skupinu tvoří:

- regulace prokluzu pohonu ASR,
- regulace brzdného momentu motoru MSR a
- protiblokovací systém se zásahem motoru M-ABS (rozšířený protiblokovací systém).

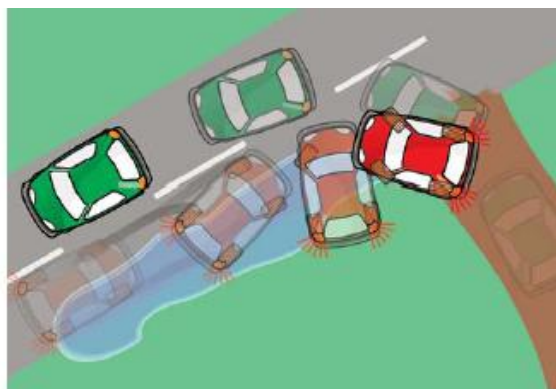
Výchozím systémem všech systémů regulace prokluzu je protiblokovací systém ABS. Mnohé z uvedených představují softwarové rozšíření původní funkce ABS. V případě funkce EDS se vyžaduje rozšířená hydraulická jednotka.

Protiblokovací systém ABS

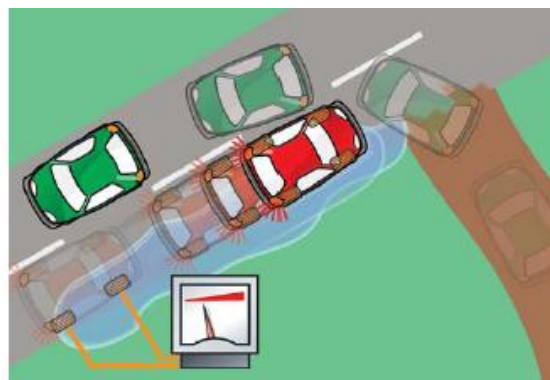
Protiblokovací systém ABS je výchozím systémem všech systémů regulace prokluzu. První elektronické systémy regulace ABS byly představeny již v roce 1969. Při intenzivním brzdění má vždy jedno nebo více kol tendenci se zablokovat dříve než ostatní kola, protože tření mezi koly a vozovkou se působením mnoha vlivů neustále mění. U zablokovaného kola hovoříme také o 100% prokluzu. Kola při tom kloužou po vozovce jako mazací guma. Při ztrátě adhezního tření nemohou také vznikat boční vodící síly, které vozidlo udržují ve stopě. Vozidlo působením odstředivé síly uletí a není již ovladatelné. Teprve pomocí prvních pro sérii zralých systémů ABS bylo možno těmto nebezpečným jízdám efektivně zabránit.

Systém ABS zvyšuje stabilitu jízdy tím, že brání blokování kol při brzdění. Zmenší na příslušných kolech brzdnu sílu tak, aby bylo možné přenášet maximální adhezní tření. Lze tak opět přenášet síly na vozovku a vozidlo zůstává ovladatelné. Rozdělení brzdové soustavy do dvou oddělených brzdových okruhů přispívá k bezpečnosti vozidla. Při výpadku jednoho okruhu lze vozidlo zastavit ještě pomocí druhého brzdového okruhu. Rozdělení může být provedeno na okruh přední a zadní nápravy nebo diagonálním způsobem (levé přední kolo/pravé zadní kolo a pravé přední kolo/levé zadní kolo). Zpravidla se používá diagonální rozdělení. Uvnitř jednoho brzdového okruhu je každému brzdovému válečku kola přiřazen jeden vstupní a jeden výstupní ventil ABS. Každou brzdu kola tak lze individuálně ovládat. Nízkotlaký zásobník v každém brzdovém okruhu podporuje rychlé odbourání tlaku z brzdového válečku kola. Zpětnou dopravu hydraulické kapaliny z nízkotlakého zásobníku do zásobní nádoby zajišťuje zpětné dopravní čerpadlo. Je uspořádáno tak, že oba brzdové okruhy mají vlastní jednotky zpětného čerpání, které jsou poháněny společným elektromotorem. Systém ABS vyžaduje ovládání brzdy řidičem. Systém nezasahuje automaticky. Systém ABS porovnává při brzdění otáčky všech čtyř kol. Existuje-li ne-

Obr. 31 Regulace chování vozu systémem ABS



Při intenzivním brzdění na mokré vozovce se kola blokují. Vozidlo se dostane do smyku.



Snížení brzdícího tlaku u kol na mokré vozovce zabrání zablokování kol. Vozidlo zůstane ovladatelné.

bezpečí blokování jednotlivého kola, zabrání ABS dalšímu nárůstu brzdného tlaku. Regulační zásah systému ABS pozoruje řidič jako mírné pulzace pedálu brzdy. Vznikají změnami brzdného tlaku při zásahu systému ABS. Zůstane zachována ovladatelnost vozidla, protože ABS brání zablokování jednotlivých kol. Funkci systému ABS nelze ručně odpojit.

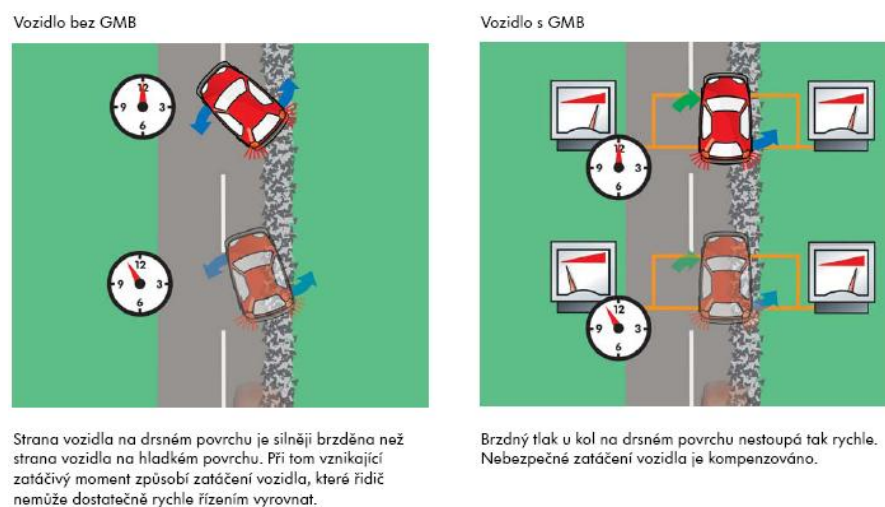
Zjistí-li řídicí jednotka ABS, že u některého kola hrozí zablokování, zavře regulace vstupní ventil ABS příslušného kola při současně zavřeném výstupním ventilu ABS. Tlak v brzdovém válečku kola se tak udržuje a řidič jej nemůže sešlápnutím brzdy dále zvyšovat. Zůstává-li sklon k blokování i nadále, otevře regulace výstupní ventil ABS při zavřeném vstupním ventilu ABS. Brzdový tlak v brzdovém válečku kola se může nyní odbourávat do tlakového zásobníku. Kolo tak může opět zrychlovat. Nepostačuje-li kapacita tlakového zásobníku k odstranění sklonu kol k blokování, zapne regulace ABS zpětné dopravní čerpadlo, aby se brzdová kapalina přečerpala proti brzdnému tlaku vytvořenému řidičem zpět do zásobní nádoby. Vznikají při tom pulzace pedálu brzdy. Překročí-li otáčky kola opět stanovenou hodnotu, zavře regulace výstupní ventil ABS a otevře vstupní ventil ABS. Zpětné dopravní čerpadlo běží podle potřeby dále, v okruhu stoupá tlak. Je-li opět dosaženo meze blokování, opakuje se cyklus "udržování tlaku", "odbourávání tlaku" a "vytváření tlaku", dokud se brzdící proces neukončí nebo dokud srovnání otáček kola neukáže, že již neexistuje žádné nebezpečí zablokování. Graficky je funkce systému ABS znázorněna na obrázku 31.

Ovlivňování zatáčivého momentu GMB

Ovlivňování zatáčivého momentu GMB bylo v minulosti označováno také jako zpomalení vytváření zatáčivého momentu GMA. Často dochází k tomu, že se čtyři kola osobního vozidla odvalují po povrchu vozovky s rozdílnou adhezí. Může to být například tehdy, když

byly výmoly vozovky vyplněny živčnou směsí nebo když jsou části povrchu vozovky sjety do rozdílně hladkého stavu, jako je povrch podélných stružek. Při brzdění může se tak stát, že se v důsledku rozdílné přilnavosti pneumatik

Obr. 32 Funkce ovlivňování zatáčivého momentu GMB



na vozovce vyskytnou zatáčivé momenty kolem svislé osy vozidla, které se pokoušejí vyvést vozidlo ze stopy. Softwarové rozšíření regulace ABS dovoluje tento zatáčivý moment kompenzovat tím, že vytváření brzdného tlaku mezi levými a pravými koly je

rozdílné a s časovým zpožděním omezované. Hovoří se proto o ovlivňování zatáčivého momentu. Rozdíl brzdného tlaku vzniká pomalu, aby bylo řidiči poskytnuto více času k reagování. V důsledku zásahu funkce ovlivňování momentu zatáčení GMB se nuceně prodlužuje brzdná dráha ve prospěch zlepšené stability jízdy. Zjistí-li regulace ABS v rámci funkce GMB, že jsou při brzdícím manévru rozdílné otáčky kol na levé straně od otáček kol na straně pravé, usoudí systém, že by mohl vzniknout rušivý zatáčivý moment. Proto zabrzdění kol s vyššími otáčkami trochu zpomalí, až se otáčky kol na pravé a levé straně opět vyrovnají. Příslušné vstupní ventily ABS otevře řídicí systém trochu později, takže vytváření tlaku v brzdových válečcích kol proběhne pomaleji. Funkci systému názorně ilustruje obrázek 32.

Corner Brake Control

V minulosti byla funkce Corner Brake Control označována také jako rozšířený stabilizační brzdový systém ESBS. Nebezpečné vlastnosti vozidla v zatáčce při brzdění se mohou podle situace projevit jako přetáčivost nebo nedotáčivost v zatáčce, která může v extrémním případě vést ke smyku vozidla. Tato vlastnost spočívá v tom, že při brzdících manévrech v zatáčkách může docházet k zatáčení vozidla, které má za následek popsané chování vozidla. Funkce CBC působí proti tomuto zatáčení. Aktivují se při tom během brzdícího manévru cíleně brzdy kol, aby se vyvolalo protisměrné zatáčení vozidla. Funkce CBC zlepšuje stabilitu jízdy při brzdění v zatáčce. Funkce CBC se uplatní při prokluzu kol pod regulační oblastí ABS.

Tuto situaci pozná CBC na základě otáček jednotlivých kol. Další analýzou může řídicí jednotka ABS identifikovat přetáčivost nebo nedotáčivost a příslušně ovládat brzdný tlak. Řízení brzdného tlaku se provádí jako u regulace ABS ve třech fázích prostřednictvím udržování tlaku, odbourávání tlaku a vytváření tlaku. Chování vozidla se stabilizuje a ovladatelnost zůstane zachována. Dosáhne-li se při prokluzu regulační meze systému ABS, je funkce ABS funkcí CBC nadřazena. Znamená to, že se funkce CBC odpojí a ABS zabrání zablokování kol.

Elektronická uzávěrka diferenciálu

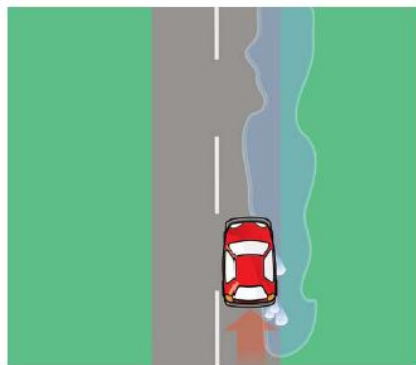
Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS byla původně koncipována jako pomůcka při rozjezdu. Funkce EDS zasáhne do dynamiky jízdy, když se některé z hnacích kol začne při zrychlování protáčet, jak je patrné z obrázku 33. Protáčejí se kolo se zabrzdí. Cíleným zásahem brzdy se zvětší přenositelný hnací moment na protáčejíícím se kole. Diferenciál může přenést větší hnací moment na zabírající kolo poháněné nápravou. Vozidlo rychleji akceleruje a je přitom ovladatelné. Protože tento účinek odpovídá přibližně mechanické uzávěrce diferenciálu, dostala funkce název elektronická uzávěrka diferenciálu. Zásah systému EDS se může uskutečňovat až do rychlosti 80 km/h a také při jízdě zatáčkou. Při sešlápnutí pedálu brzdy a rovněž i při maximální teplotě brzdových kotoučů, kterou vyhodnotí řídicí jednotka ABS, se funkce EDS okamžitě odpojí. Brzdová soustava ABS s funkcí EDS se liší od normální brzdové soustavy ABS v zásadě tím, že může sama vytvářet brzdný tlak. Funkce EDS

využívá bez technického rozšíření snímače otáček zařízení ABS. Software v řídicí jednotce ABS je rozšířen o funkci EDS. Dosahuje se toho pomocí dalších ventilů a zpětného dopravního čerpadla s přímým sáním v hydraulické jednotce. Identifikuje-li řídicí jednotka situaci vyžadující

Obr. 33 Zásah elektronické uzávěrky diferenciálu

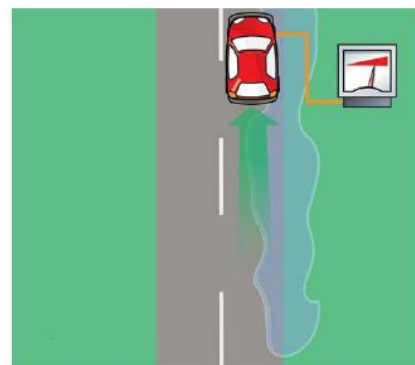
zásah funkce EDS, může se v regulačním okruhu protáčejícího se kola vytvořit brzdový tlak, aniž by se musel sešlápnout pedál brzdy. Na základě otáček kol zjistí funkce EDS, že jedno kolo hnací nápravy má větší

Vozidlo bez EDS



Vozidlo může zrychlovat pouze účinkem hnací síly přenášené protáčejícím se kolem, protože diferenciál může přenášet vždy pouze menší z obou hnacích momentů jedné nápravy. Vozidlo může zrychlovat pouze velmi pomalu.

Vozidlo s EDS



Kolo na mokré vozovce se zabrzdí a omezí se prokluz. Zvětší se tak hnací síla protékajícím soukolím diferenciálu a přenáší se na neprotáčející se kolo. Vozidlo s funkcí EDS dosáhne za stejnou dobu vyšší rychlosti.

prokluz. Znamená to, že se otáčí rychleji než druhé hnací kolo. EDS musí tedy protáčející se kolo zabrzdit, aby se i tam mohla opět přenášet hnací síla.

Rozšířený protiblokovací systém ABSplus

Rozšířený protiblokovací systém ABSplus je rozšířením softwaru v řídicí jednotce ABS/ESP. Pomocí funkce ABSplus lze zkrátit brzdovou dráhu na

Obr. 34 Funkce systému ABSplus

Vozidlo bez ABSplus



Řidič vozidla bez funkce ABSplus sešlápně pedál brzdy a vozidlo se na volném povrchu zabrzdí.

Vozidlo s ABSplus



U vozidla s funkcí ABSplus se kola na volném povrchu pouze krátce zablokuje a vytvoří tak před pneumatikami z příslušného podkladu klín. To zkrácí brzdovou dráhu.

volném povrchu, jako je např. štěrk nebo písek, až o 20 procent. Funkce ABSplus využívá snímače systému ESP. Existující povrch se zjišťuje pomocí snímačů ABS a řídicí jednotky ABS. Zkrácení brzdové dráhy se dosahuje krátkodobým kontrolovaným zablokováním kol. Shrnutím volného podkladu se tak vytvoří před koly takzvaný brzdící klín, který podporuje brzdící účinek a tak zkracuje brzdovou dráhu. Protože se však brzdy vždy opět "otevrou" a kolo se nechá volně otáčet, zůstane vozidlo plně ovladatelné, jak je patrné z obrázku 34.

Regulace brzdného momentu motoru MSR

Regulace brzdného momentu motoru MSR pozná, že na hnacích kolech dochází brzdným účinkem motoru k prokluzu a vyžádá si od motoru příslušný hnací moment, jímž se usnadní opětovné roztočení kol. Zkrátí se fáze prokluzu kol a obnoví se ovladatelnost vozidla. Řidič sejme během jízdy nohu z pedálu plynu a zařadí nižší rychlostní stupeň. Brzdná síla, která tak vznikne na kole, může při nepříznivých jízdních poměrech vyvolat prokluz, což může vést k zablokování kol. Funkce MSR zasáhne a zmenší brzdný účinek motoru zvýšením momentu motoru. Funkce MSR tak zajistí stabilitu a ovladatelnost vozidla. Uvolní-li řidič během jízdy rychle pedál plynu, motor se prudce přiškrť a zmenší se hnací síla. Přitom se uvnitř hnací jednotky vyskytují síly, které mají za následek brzdný nebo decelerační moment motoru. Efekt je znám také jako motorová brzda. Tento brzdný moment motoru, který působí jako brzdná síla, má opačný smysl než hnací moment. Při současném přeřazení dolů na nižší rychlostní stupeň se účinek brzdného momentu motoru zesílí. U vozidel s velmi silným motorem může brzdící účinek motoru při nepříznivých podmínkách vést k zablokování kol nebo ke vzniku tak silného prokluzu, že zmizí boční vodicí síly a říditelnost vozidla nelze kontrolovat.

Regulace brzdného momentu zasáhne při splnění následujících podmínek:

- Není sešlápnutý pedál plynu.
- Na hnacích kolech dochází k prokluzu nebo kola
- blokují.
- Je zařazen rychlostní stupeň.
- Není sešlápnuta spojka.

Regulace brzdného momentu motoru kvůli plnění své funkce zasáhne do řídicího systému motoru. Předpokladem regulace brzdného momentu motoru MSR je vybavení součástmi systému ABS s rozhraním směrem k motoru. Software ABS je rozšířen o software MSR. Pomocí snímačů otáček a na základě potřebných informací z řídicího systému motoru (např. otáček motoru, polohy škrticí klapky, polohy pedálu plynu) může regulace ABS s funkcí MSR zjistit, zda se na hnacích kolech vyskytne při snížení momentu motoru ubráním plynu prokluz. Je-li tomu tak, předá řídicí jednotka ABS/ASR tyto informace dále řídicí jednotce motoru, která z toho určí potřebné požadované otáčky motoru. Aby se při zásahu MSR zvýšily otáčky motoru, otevře se krátce škrticí klapka tak, aby prokluz hnacích kol byl opět optimální. Systém přitom zůstává v regulační oblasti, která co nejlépe využívá brzdný moment motoru, ale současně zaručuje dostatečné boční vodicí síly. Funkce MSR je funkční v celém rozsahu otáček motoru. Regulace brzdného momentu motoru MSR se ukončí sešlápnutím pedálu plynu.

Protiblokovací systém se zásahem motoru M-ABS

Protiblokovací systém se zásahem motoru M-ABS představuje rozšíření funkčnosti systému ABS. Má podporovat řidiče při rozjezdu a bránit protáčení kol. S funkcí M-ABS získá regulace ABS možnost zásahu do řídicího systému motoru. Neumožňuje však aktivní vytváření tlaku v brzdovém systému. Zjistí-li regulace ABS na základě otáček kol a informací řídicího systému motoru přenášených po datové sběrnici CAN, že hrozí protáčení hnacích kol, nařídí funkce M-ABS systému řízení motoru přivřít škrtkovací klapku a tak snížit hnací moment.

Systém regulace prokluzu ASR

Systém regulace prokluzu ASR podporuje řidiče při rozjezdu na hladké vozovce tím, že omezuje prokluz pohonu. Mají-li hnací kola sklon k protáčení, může systém ASR cíleným zabrzděním

- protáčejícího se kola
- zmenšením hnacího momentu zásahem do systému řízení motoru resp. převodovky zmenšit hnací sílu.

Funkce ASR se tak neuplatňuje jako ABS v průběhu brzdění při zpomalování vozidla, nýbrž během zrychlování vozidla. Aby mohl systém během zrychlování vozidla zasáhnout, potřebuje spojení s řídicím systémem motoru, aby mohl ovlivňovat hnací moment a také mohl ovlivnit vytvoření tlaku v brzdové soustavě. Je to zapotřebí kvůli možnosti zabrzdění protáčejících se kol bez vytvoření brzdového tlaku řidičem pomocí pedálu brzdy. Systém ASR je účinný v celém rozsahu rychlostí. Od rychlosti přibližně 80 km/h se hnací síla zmenšuje výhradně zásahem do systému řízení motoru, resp. převodovky. Regulační zásah regulace prokluzu pohonu je signalizován kontrolkou ESP nebo ASR. Pomocí tlačítka ASR nebo ESP lze zásah do řídicího systému motoru vypnout. Systém ASR je po stránce softwaru i hardwaru nástavbou systému ABS. Software ASR je uložen ve výkonnější řídicí jednotce ABS s rozšířenou programovou pamětí. Stejně jako u systému ABS se využívají signály snímačů otáček. Systém ASR je v podstatě funkce EDS se zásahem motoru. U vozidla se systémem ASR se na základě otáček kol počítají čtyři rychlosti kol. Pomocí rozšířeného vyhodnocení analyzuje software ASR následující jízdní situace:

- Vypočítá zrychlení hnaných kol.
- Z rychlosti hnaných kol se vypočítá rychlost vozidla.

Obr. 35 Chování vozidla s funkcí ASR



Systém ASR zmenší hnací sílu a zabráni nadměrnému prokluzu hnacích kol. Boční vodící síly se mohou uplatnit a vlastnosti vozidla zůstanou stabilní.

- Identifikace zatáčky vychází z porovnání rychlostí nehnaných kol.
- Z rozdílu rychlostí hnaných a nehnaných kol na každé straně vozidla se vypočítá prokluz pohonu.

Pomocí těchto informací zjišťuje systém ASR, kdy mají hnací kola sklon k protáčení. Navíc se z řídicí jednotky motoru načte signál o skutečném momentu motoru. Systém ASR z toho vyvodí potřebná opatření. V závislosti na existujícím řídicím systému motoru má řídicí jednotka motoru následující možnosti:

- Moment motoru se omezí přestavením škrticí klapky.
- Při regulačním zásahu pomocí vstřikovacího zařízení se omezí výkon motoru potlačením vstřikovacích impulzů.
- Při regulačním zásahu pomocí zapalovací soustavy lze buď potlačit zapalovací impulzy nebo přestavit úhel zápalu na pozdější zápal.
- U vozidel s automatickou převodovkou vyše navíc systém ASR signál řídicí jednotce převodovky, pomocí něhož lze potlačit řadicí proces.

Výsledné chování vozidla při zásahu systému ASR ukazuje obrázek 35.

Elektronický stabilizační program ESP

Zkratka ESP dnes znamená "elektronický stabilizační program". Při zavedení systému se zkratka ESP označovala "elektronický program stability". Elektronický stabilizační program ESP pozná pomocí svých snímačů počátek kritické jízdní situace. Systém ESP poté na tuto situaci reaguje cíleným brzděním jednotlivých kol a možností zásahu do systému řízení motoru a převodovky, takže zůstane zachována stabilita jízdy a ovladatelnost vozidla. ESP je tak v současné době nejdále vyvinutým systémem regulace prokluzu kol. Není to osamocený systém, jsou v něm již integrovány systémy prokluzu kol ABS, EBV, CBC, EDS, GMB, ASR a MSR. Každý z těchto dílčích systémů může fungovat jak samostatně, tak i ve spojení s ostatními. Systém ESP je ostatním systémům nadřazen. Elektronický stabilizační program ESP rozhoduje o tom, za jakých podmínek dynamiky jízdy a kdy a jaké systémy regulace prokluzu mají zasáhnout a řídí jejich vzájemné nasazení. Systém ESP je trvale v pohotovosti. Identifikace kritické situace dynamiky jízdy se zakládá na porovnání přání řidiče a skutečného chování vozidla. Pokud se vzájemně odlišují, zahájí se regulační zásah ESP. V závislosti na situaci sníží systém ESP točivý moment motoru a potlačí řadicí procesy automatické převodovky. Potom stabilizuje systém ESP chování vozidla cíleným brzděním jednoho nebo více kol. Při nedotáčivosti dojde nejdříve k zásahu pomocí systému řízení motoru, zatímco při přetáčivosti nejdříve k zásahu brzd. Regulační zásah trvá přitom tak dlouho, dokud nejsou zkorigovány nestabilní jízdní stavy, tedy není opět dosaženo požadované hodnoty.

Systém ESP vytváří brzděním jednotlivých kol zatáčivý moment kolem svislé osy vozidla. Tento zatáčivý moment působí proti směru pohybu vozidla a stabilizuje jízdu

v požadovaném směru. Zabrání se tak účinně nebezpečné nedotáčivosti nebo přetáčivosti. Systém ESP využívá z velké části součásti systémů ABS a ASR. K řízení brzdného tlaku to je řídicí jednotka s příslušným softwarem a hydraulická jednotka se zpětným dopravním čerpadlem. Hydraulická jednotka musí být uzpůsobena funkci ASR pro všechna kola. Pomocí kontrolky v panelu přístrojů je řidič informován o probíhajících regulacích a o stavu zařízení ESP. Pomocí tlačítka v přístrojové desce lze funkci ESP/ASR vypnout. Ostatní brzdové systémy, jako je např. ABS, zůstanou i při vypnuté funkci ESP aktivní. U některých vozidel se vypne pouze funkce ASR. Systém ESP má k dispozici různé možnosti stabilizace vozidla:

- cílené zásahy brzd,
- zásahy do řídicího systému motoru a navíc,
- zásahy do řídicího systému převodovky (u vozidel s automatickou převodovkou),
- do řízení pohonu všech kol.

Na základě vyhodnocení vstupních signálů a porovnání skutečného a požadovaného chování vozidla identifikuje řídicí jednotka ABS/ESP nestabilní jízdní situaci.

V určitých situacích je nezbytné, aby systém ESP zasáhl do řídicího systému motoru. Chce-li řidič například při nějaké nestabilní jízdní situaci akcelarovat, zabrání se tomu zásahem ESP do řídicího systému motoru. Nastavovací příkazy systému ESP mají přitom přednost před signálem polohy pedálu plynu. Vozidlo nezrychluje. Přesně stejně jako u funkce ASR má řídicí jednotka motoru v závislosti na existujícím řídicím systému motoru následující možnosti omezení momentu:

přestavení škrticí klapky,

- vypuštění vstřikovacích impulzů,
- vypuštění zapalovacích impulzů nebo přestavení úhlu zápalu,
- potlačení řadicích procesů (u automatické převodovky).

Zásahy brzd jsou ovládány hydraulickou jednotkou. Hydraulická regulace pomocí ESP odpovídá regulaci funkcí EDS nebo ASR. Proces probíhá podobně jako u regulace EDS prostřednictvím přívodu proudu k příslušným přepojovacím a vysokotlakým přepojovacím ventilům a rovněž i vstupním a výstupním ventilům ve třech fázích: vytváření tlaku, udržování tlaku a odbourávání tlaku. Přepojovací a vysokotlaké přepojovací ventily jsou upraveny tak, aby připouštěly také vyšší brzdné tlaky než v případě ASR. Na rozdíl od funkce ASR, u níž se aktivní vytváření tlaku ukončí sešlápnutím pedálu brzdy, má systém ESP možnost zvyšovat brzdný tlak ještě i po sešlápnutí pedálu brzdy řidičem. Toto vytváření tlaku přebírá zpětné dopravní čerpadlo. Během celého zásahu systému ESP se stále prověřují vstupní signály a příslušná regulace se přizpůsobuje. Jakmile je vozidlo stabilizováno, zásah systému ESP se ukončí.

Hydraulický brzdový asistent HBA

Z průzkumů způsobu brzdění vyplynulo, že mnozí řidiči brzdí příliš slabě a tak nevyužívají technicky a dynamicky možné brzdné zpomalení. Prodlužuje se tak brzdná dráha. Hydraulický brzdový asistent HBA má zde řidiče podporovat. Není-li tlak na pedál brzdy dostatečný, rozpozná nebezpečnou situaci a zvýší sám brzdný tlak. Řidič vozidla je překvapen tím, že jím řízené vozidlo náhle brzdí. Po okamžiku úleku si uvědomí situaci a sešlápne brzdu. Nezkušení řidiči brzdí často s dobrou reakční dobou, avšak příliš malým tlakem na pedál. V systému tedy nevznikne maximálně možný brzdý tlak a promarní se tak cenná brzdná dráha. Vozidlo se potom včas nezastaví. U vozidla s brzdovým asistentem se ve stejné situaci kompenzuje příliš malý zásah brzd u nezkušeného řidiče. Funkce HBA pozná z rychlosti a z tlaku sešlápnutí pedálu brzdy, že vznikla kritická situace. Zásahem brzdového asistenta stoupne brzdý tlak tak, že zasáhne regulace ABS, aby se předešlo zablokování kol. Lze tak využít maximálního brzdného účinku a zřetelně se zkrátí brzdná dráha. Hydraulický brzdový asistent HBA je rozšířením funkce zařízení ESP. Nevyžaduje žádné přídatné součásti. Řídicí jednotka ABS/ESP je kvůli funkci brzdového asistenta rozšířena o doplňkový software. Snímač brzdného tlaku v hydraulické jednotce, snímače otáček a spínač brzdových světel dodávají brzdovému asistentu signály k rozpoznání kritické situace.

Overboost

Funkce Overboost je označována také jako Fading Brake Support FBS (podpora při oslabení brzd) nebo kompenzace oslabení brzd. V kritické situaci sešlápne řidič pedál brzdy tak, že se v brzdové soustavě překročí definovaný tlakový práh. Protože jsou podmínky vozovky velmi dobré, tedy převažuje dobré adhezní tření, neuplatní se na kolech regulace ABS. Protože požadavek řidiče na maximální zpomalení ještě stále trvá, zasáhne funkce Overboost. Snímače systému ESP identifikují tuto situaci a v brzdové soustavě vytvoří navíc takový brzdý tlak, že se uplatní regulace ABS.

Pomocí regulace WSP se aktivací zpětného dopravního čerpadla v hydraulické jednotce zvýší ve všech čtyřech kolech tlak tak, že na všech čtyřech kolech zasáhne regulace ABS. Maximální tlak v soustavě je omezen s ohledem na ochranu součástí (např. rozevření brzdových třmenů). I funkce Overboost je pouhé softwarové rozšíření regulace ESP. Funkce Overboost se liší od hydraulického brzdového asistenta v tom, že v případě overboost nejde o nezkušeného řidiče. Řidič brzdí v kritické situaci s krátkou reakční dobou a maximálním tlakem na pedál.

Vysoušení brzdových kotoučů BSW

Funkce vysoušení brzdových kotoučů BSW byla v minulosti označována jako stírač brzdových kotoučů nebo Rain Brake Support RBS (podpora brzdění při dešti). Při deštivém počasí může docházet k tomu, že se na brzdových kotoučích vytváří tenký vodní film. Působením tohoto vodního filmu se zpožďuje brzdící účinek, protože obložení brzd nejdříve klouže po vodním filmu, dokud se voda v důsledku ohřevu brzd

neodpaří, resp. není obložením brzd "dosucha" setřena. Teprve potom lze docílit plného brzdícího účinku. Při brzdění v kritických situacích je cenný každý zlomek sekundy. Proto byl vyvinut asistenční systém vysoušení brzdových kotoučů, aby se zpoždění brzdícího účinku při jízdách v dešti zmenšilo. Funkce vysušování brzdových kotoučů BSW zajišťuje, že jsou brzdové kotouče předních kol suché a čisté. Dosahuje se toho krátkodobým, mírným dosednutím třecích segmentů na brzdové kotouče, jak je patrné z obrázku 36. Je tak dříve k dispozici plný brzdící účinek a může se zkrátit brzdná dráha. Předpokladem výbavy funkcí vysoušení brzdových kotoučů je vybavení vozidla systémem ESP. Podmínkou aktivace funkce vysoušení brzdových kotoučů je:

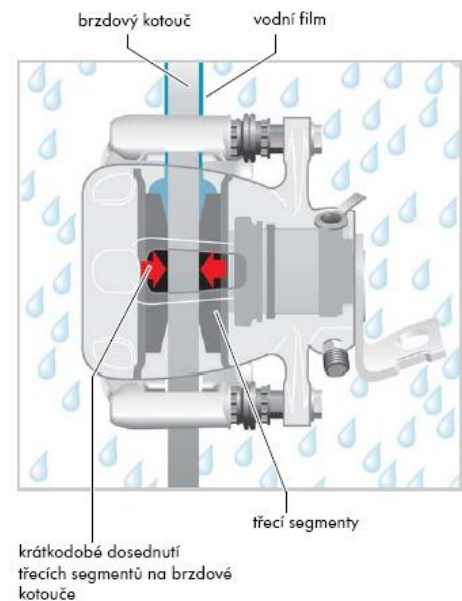
- rychlost vozidla vyšší než 70km/h a
- zapnutý stěrač skla.

Při splnění aktivačních předpokladů jsou během trvalého nebo intervalového provozu stěrače skla třecí segmenty předních brzd přitlačeny v určitých intervalech na určitou dobu k brzdovým kotoučům. Brzdový tlak má při tom hodnotu nejvýše 2bar. Při jednorázovém stírání dochází k tomuto brzdícímu procesu pro jedno stírání pouze jednou. Řidič mírné zásahy brzd při vysušování brzdových kotoučů nezpozoruje.

Popsané prvky jsou hlavními systémy, které aktivně chrání posádku vozidla v kritických jízdnicích situacích. Patří mezi nejrozšířenější a nejdůležitější systémy současné produkce. Dalšími, které nejsou zatím standardně používány se zabývá také část věnovaná bezpečnosti v kapitole 5. Pro úplnost jsou ještě v bodech uvedeny některé z nepříliš častých bezpečnostních systémů:

- Plné využití brzdné kapacity zadní nápravy
- Stabilizace jízdní soupravy
- Roll Over Prevention (ochrana proti převrácení)
- Asistent jízdy ze svahu
- Asistent rozjezdu do svahu
- AUTO HOLD
- Dynamický rozjezdový asistent
- Korekce jízdních vlastností zásahem řízení
- Automatické řízení odstupu a Front Assist

Obr. 36 Vysoušení brzdových kotoučů BSW



3.4.2 Pasivní ochranné systémy

Technický vývoj motorových vozidel se současně zvyšuje s výkonností. Tento pozitivní vývoj ve spojení se současně se zvyšující hustotou vozidel na silnicích klade také zvýšené nároky na pozornost řidiče. I přes mnohé, především v poslední době realizované, dobré nápady, týkající se aktivní bezpečnosti jízdy, nelze nikdy zcela vyloučit nebo předejít všem nehodám. Proto se výzkum stále více podle technických možností zaměřoval na ochranu cestujících ve vozidle při nehodě. Prvním krokem bylo na konci 50. let zadržování cestujících při nárazu v sedadlech pomocí bezpečnostních pásů. Na začátku 80. let se zvýšila bezpečnost montáží airbagů, které cestující při nárazu chrání. Tyto systémy se neustále rozšiřovaly a zlepšovala se jejich funkčnost. Dnešní vozidla se ve své vnitřní výbavě výrazně odlišují od vozidel dřívějších generací. Pod pojmem pasivní bezpečnosti se rozumějí všechna konstrukční opatření, která slouží k ochraně cestujících před zraněním v případě nehody, resp. ke snížení nebezpečí poranění. Tento pojem se vztahuje především na vlastnosti vozidla při kolizi a kromě vlastní ochrany zahrnuje také ochranu ostatních účastníků provozu v případě nehody.

K nejdůležitějším prvkům pasivní bezpečnosti dnešních vozidel patří:

- systém bezpečnostních pásů s předepínači pásů včetně systémů bezpečnosti dětí
- systém airbagů s čelními, bočními a hlavovými airbagy
- uzavřený prostor pro cestující tuhý vůči deformacím s odpovídající tuhostí střechy a rovněž i s deformačními zónami v přední, zadní a boční oblasti (chrání cestující cíleným odbouráváním energie nárazu)
- ochrana při převrácení u kabrioletů
- odpojování akumulátoru

Síťové propojení součástí systému

Pasivní bezpečnostní systém se může skládat z následujících součástí:

- řídicí jednotka airbagů
- airbag řidiče a spolujezdce
- boční airbagy
- hlavové airbagy
- snímače identifikace nárazu
- předepínače bezpečnostních pásů
- omezovače síly v bezpečnostních pásech
- ochrana při převrácení u kabrioletu

- odpojovací prvky akumulátoru (pouze u vozidel, u nichž je akumulátor umístěn ve vnitřním prostoru nebo v zavazadlovém prostoru)
- spínače v zámcích předních bezpečnostních pásů
- snímač obsazení sedadla na straně spolujezdce
- spínač s klíčem deaktivace čelního airbagu
- spolujezdce s příslušnou kontrolkou
- aktivní hlavové opěrky v předních sedadlech

Uvedený přehled systému zobrazuje všechny možné součásti pasivního systému ochrany cestujících a jejich síťové propojení. V každém typu vozidla nemusejí být nutně zabudovány všechny tyto díly. K tomuto přehledu patří i centrální řídicí jednotka systému, protože přebírá zajištění komfortních funkcí, jako je například zapnutí výstražného blikání směrových světel nebo otevření dveří při nárazu.

Airbagy

Walter Linderer přihlásil v roce 1951 poprvé v Německu patent na airbag. Patent byl udělen v roce 1953. Teprve o 28 let později, od roku 1980, začal být první airbag sériově používán v automobilu (počínaje v USA). V USA byly použity velkoobjemové airbagy, protože připnutí bezpečnostních pásů nebylo zákonem předepsáno. V Evropě byly nasazeny airbagy s menším objemem, protože bylo zákonem předepsáno připnutí bezpečnostních pásů. Nejdříve byly použity airbagy řidiče a později i spolujezdce. K ochraně při bočním nárazu byly v roce 1994 poprvé použity boční airbagy. V závislosti na výbavě se mohou montovat pro přední i pro zadní sedadla. Tato boční ochrana byly později rozšířena i na horní partie těla. K tomu účelu byl vyvinut takzvaný okenní airbag nebo také hlavový airbag. Ten se rozprostře po celé délce okna a chrání oblast hlavy. Při vývoji nových airbagů jde dnes především o další vývoj způsobu odpálení, rozvinutí airbagů a ponořování cestujících do airbagů s cílem dále zmenšovat riziko poranění.

Vyvíječe plynu airbagů

Na začátku vývoje airbagu se pro plnění airbagů používaly výhradně vyvíječe plynu, které pracovaly na principu spalování tuhé výbušné látky. Později se začaly používat kromě vyvíječů s tuhou výbušnou látkou také hybridní vyvíječe plynu. Identifikuje-li řídicí jednotka airbagů nehodu odpovídající odpálení, potom aktivuje příslušné vyvíječe plynu. Podle modelu vozidla mohou být pro airbagy řidiče a spolujezdce použity jednostupňové nebo dvoustupňové vyvíječe plynu. U jednostupňového vyvíječe plynu se zapálení celé výbušné náplně uskutečňuje v jednom stupni. U vyvíječů plynu se dvěma stupni se obě výbušné náplně aktivují postupně s časovým odstupem. Podle závažnosti a druhu nehody rozhodne řídicí jednotka airbagů o časovém odstupu mezi oběma zapáleními. Tento odstup se může v závislosti na vozidle pohybovat mezi 5 ms a 50 ms. Druhý stupeň dodává airbagu doplňkový objem vzduchu. Zásad-

ně se zapalují vždy oba stupně. Zabraňuje se tak tomu, aby výbušná náplň zůstala po odpálení airbagu aktivní.

Generátory s tuhou výbušnou látkou

Vyvíječe plynu s tuhou výbušnou látkou se skládají z pouzdra, v němž je integrována dávka výbušné látky se zapalovací jednotkou. Uspořádání a tvar pouzdra vyvíječe jsou vždy přizpůsobeny zástavbovým poměrům. Podle svého konstrukčního tvaru se tak rozlišují např. hrncové vyvíječe plynu a trubkové vyvíječe plynu. Používá se tuhá výbušná látka v podobě tablet nebo prstenců. Po zapálení tuhé výbušné látky vzniká plnicí plyn, který není nebezpečný pro cestující vozidla a který je téměř ze 100 % tvořen dusíkem.

Hybridní vyvíječe plynu

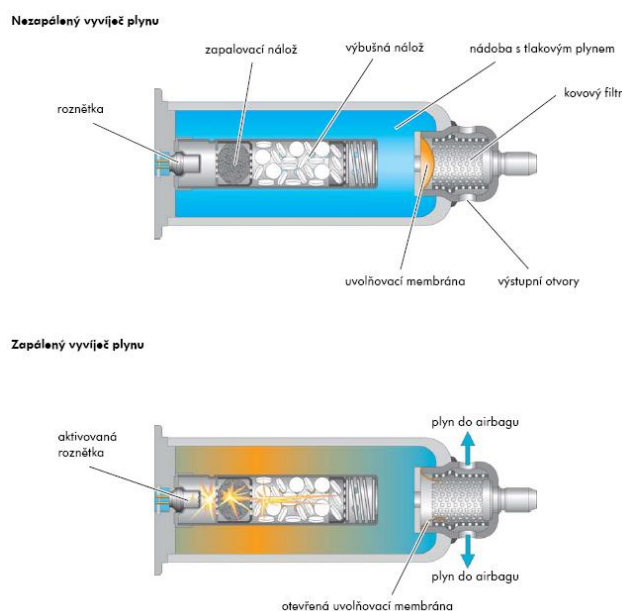
Hybridní vyvíječe plynu se skládají z pouzdra, v němž je současně uložen plyn stlačený pod vysokým tlakem i dávka tuhé výbušné látky se zapalovací jednotkou. Uspořádání a tvar pouzdra vyvíječe jsou vždy přizpůsobeny zástavbovým poměrům. Většinou mají tyto generátory trubkový tvar. Hlavními součástmi jsou tlakový zásobník s plnicím plynem airbagu a výbušná nálož (tuhá výbušná látka), která je umístěna v tlakovém zásobníku nebo je k němu připojena přes přírubu. Používá se tuhá výbušná látka v podobě tablet nebo prstenců. Uložený stlačený plyn je směsí vzácných plynů, např. argonu a helia.

Podle provedení vyvíječů plynu je plyn uložen pod tlakem mezi 200 bar a 600 bar. Zapálením pevné výbušné látky se otevře tlakový zásobník a vznikne tak směs plynů z plynu nálože tuhé výbušné látky a směsi vzácných plynů. Příklad jednostupňového hybridního vyvíječe plynu je uveden na obrázku 37.

Airbag řidiče

Naplnění airbagu řidiče zajišťuje takzvaný hrncový vyvíječ plynu. Jeho název pochází od jeho "hrncového" tvaru. Tento konstrukční tvar je vhodný zvláště pro středovou montáž ve volantu. Může se montovat vyvíječ plynu jak jednostupňového, tak i dvoustepňového provedení. Vyvíječ plynu airbagu řidiče je integrován v pouzdru, které je zabudováno ve středu nárazového hrnce volantu. Tato jednotka se také označuje jako modul airbagu.

Obr. 37 Jednostupňový hybridní vyvíječ plynu



Airbag spolujezdce

K naplnění airbagu spolujezdce se zpravidla používají trubkové vyvíječe plynu. Mohou to být jak vyvíječe plynu s tuhou výbušnou látkou, tak i hybridní vyvíječe plynu. Montují se vyvíječe plynu jednostupňového nebo dvoustupňového provedení. Vyvíječ plynu airbagu spolujezdce je integrován v pouzdře, které je zabudováno v pravé horní oblasti přístrojové desky. Tato jednotka se také označuje jako modul airbagu. Airbag spolujezdce má jiný tvar a větší objem než airbag řidiče, aby bylo možné vyplnit při nárazu větší prostor mezi přístrojovou deskou a spolujezdcem a poskytnout tak kvalitní ochranu.

Boční airbagy

K naplnění bočních airbagů se používají trubkové vyvíječe plynu. Jako vyvíječe plynu se používají jednostupňové vyvíječe plynu s tuhou výbušnou látkou nebo hybridní vyvíječe plynu. Při bočním nárazu se odpálí pouze airbagy na postižené straně vozidla. U předních sedadel jsou moduly airbagů zabudovány zvnějšku v opěradlech sedadel. U zadních sedadel mohou být moduly airbagů zabudovány zvnějšku v opěradlech sedadel nebo také v bočním krycí panelu.

Hlavové airbagy

K naplnění hlavových airbagů se používají trubkové vyvíječe plynu. Kvůli většinou velmi stísněným zástavbovým poměrům mají vyvíječe velmi štíhlý tvar. Jako vyvíječe plynu se používají jednostupňové hybridní vyvíječe plynu. Při bočním nárazu se také odpálí pouze airbag na postižené straně vozidla. U modulu hlavového airbagu je vyvíječ plynu spojen s plynovým nástavcem, sloužícím k rychlému a dobrému rozdělení plicního plynu airbagu ve vzduchovém vaku. Plynový nástavec je integrován v hlavovém airbagu. Může to být kovová trubka nebo textilní hadice. Podle modelu vozidla mohou být vyvíječe plynu zabudovány vpředu v oblasti střechy pod slunečními clonami, v oblasti sloupků B, mezi sloupky C a D nebo vzadu v oblasti střechy. Kromě toho jsou vzduchové vaky hlavových airbagů přizpůsobeny svým typem a tvarem příslušnému modelu vozidla.

Hlavové a hrudníkové airbagy

U provedení kabriolet, kupé a roadster se jako boční airbagy montují takzvané hlavové a hrudníkové airbagy. Vzduchový vak modulu airbagu je uspořádán tak, aby převzal současně úlohu bočního a hlavového airbagu.

Bezpečnostní pásy a aktivní hlavové opěrky

Již v roce 1903 si nechal Francouz Gustave Desiré Lebeau patentovat bezpečnostní pás jako křížem umístěný ramenní pás. Ale teprve v roce 1957 byly bezpečnostní pásy nabízeny. Na začátku se montují pouze vpředu, jsou to ještě pouhé břišní pásy, zachycující tělo na sedadle v pánevní oblasti. Horní část těla není přítom v sedadle přidržována a není tak chráněna proti nárazu směrem dopředu. V roce 1958 si nechal Nils Bohlin patentovat první 3bodový bezpečnostní pás. Již v roce 1959 nasadil

první automobilový výrobce tyto bezpečnostní pásy sériově. U 3bodového bezpečnostního pásu je zadržována celá horní část těla. Zpočátku byly tyto pásy ještě pevné a nepřizpůsobovaly se povrchu těla. Systém bezpečnostních pásů byl během roku 1968 poprvé vhodně doplněn použitím hlavových opěrek. Při zpětném pohybu cestujících po nárazu stejně jako při nárazu zezadu chrání partii krku proti nadměrnému natažení. Zaváděním navíjecí automatiky od roku 1969 bylo dosaženo toho, že se pás pružně navíjí a tak se vždy přizpůsobuje povrchu těla. Přiléhání bezpečnostního pásu k povrchu těla cestujícího ve vozidle bylo v roce 1979 dále zlepšeno nastavováním výšky ramena. Lze tak nastavit horní vedení pásu na karoserii tak, aby se vedení pásu velmi dobře přizpůsobilo výšce postavy. V roce 1980 byl poprvé ve spojení s airbagem řidiče zaveden předepínač bezpečnostního pásu na sedadle spolujezdce. Napíná volný pás při nárazu a zajišťuje tak pevné přilehnutí pásu k tělu. Systém byl navíc doplněn omezovačem síly v popruhu bezpečnostního pásu (smyčky pásu, torzní omezovač).

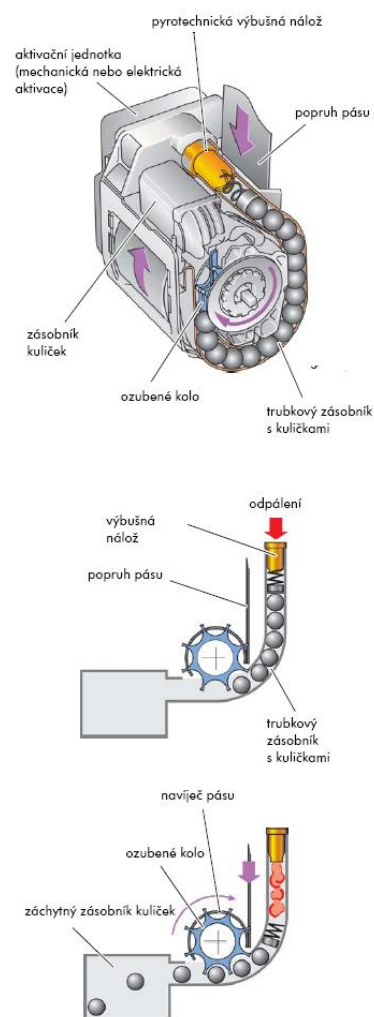
Předepínače bezpečnostních pásů

Předepínače bezpečnostních pásů navíjejí při nárazu pás proti směru vytahování pásu. Zmenší se tak vůle pásu (prostor mezi pásem a tělem). Cestující je tak již včas chráněn před pohybem směrem dopředu (relativně k pohybu vozidla). Předepínač bezpečnostního pásu je schopen navinout během 13 ms bezpečnostní pás až o přibližně 130 mm. Je-li reakční síla, působící na bezpečnostní pás, větší než síla předepínače bezpečnostního pásu, napínání pásu se ukončí. Podle svého uspořádání a principu funkce se rozlišují různé předepínače bezpečnostních pásů:

- lankový předepínač bezpečnostního pásu
- kuličkový předepínač bezpečnostního pásu (obrázek XX)
- Wankelův předepínač bezpečnostního pásu
- předepínač bezpečnostního pásu s ozubenou tyčí
- páskový předepínač bezpečnostního pásu

Předepínače mohou být aktivovány jak mechanicky, tak i elektricky. Podle stupně výbavy vozidla jsou předepínače bezpečnostních pásů namontovány pouze vpředu nebo i na zadních sedadlech.

Obr. 38 Kuličkový předepínač bezpečnostního pásu



Omezovače síly v popruzích bezpečnostních pásů

Navíječe bezpečnostních pásů jsou vybaveny omezováním síly v popruhu bezpečnostního pásu proto, aby zatížení, které může při nehodě působit na cestující, nebylo příliš vysoké. Omezovač síly v popruhu bezpečnostního pásu povolí od určité úrovně zatížení zvětšení délky popruhu a umožní ponoření cestujícího do již rozvinutého airbagu.

Popruh pásu se smyčkovým sešitím

Velmi jednoduchým technickým řešením omezování síly v popruhu bezpečnostního pásu je popruh sešitý ve tvaru smyčky. Při příliš velkém tahovém zatížení se tyto švy přetrhnou a popruh se prodlouží. Zmenší se tak tahová síla a sníží zatížení cestujícího.

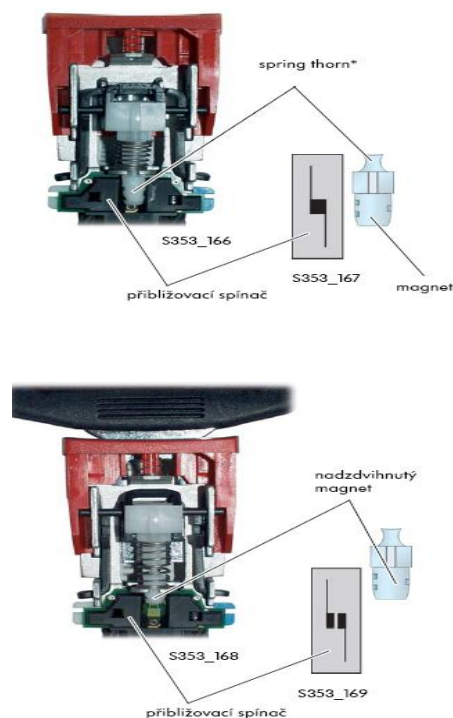
Torzní omezovač

Tento omezovač síly v popruhu bezpečnostního pásu se montuje jak do kuličkového předepínače bezpečnostního pásu, Wankelova předepínače bezpečnostního pásu a páskového předepínače bezpečnostního pásu, tak i do předepínače bezpečnostního pásu s ozubenou tyčí. Tažná síla pásu je omezována torzním hřídelem v navíječi pásu. Podle velikosti tažné síly pásu se torzní hřídel více nebo méně zkroutí a odbourá tak vysoké zatížení.

Spínač bezpečnostního pásu

Dalšími součástmi ochranného systému jsou výstrahy připnutí bezpečnostního, které zajišťují spínače bezpečnostního pásu na straně řidiče a spolujezdce. Tyto součásti jsou integrovány v zámcích bezpečnostních pásů předních sedadel. Jako spínač bezpečnostního pásu se používá jednak mechanicky ovládaný dvoupolohový spínač, a také tzv. přibližovací spínač (reed switch). Přibližovací spínač je magneticky ovládaný kontakt. Při nepřipnutém bezpečnostním pásu (jazýček pásu není zasunut) je přibližovací spínač sepnut, neboť v této poloze působí na přibližovací spínač magnet umístěný na trnu spring thorn (trn zatížený pružinou). Je-li naproti tomu jazýček pásu zasunut, je přibližovací spínač rozpojen. Zasunutý jazýček pásu způsobí nadzdvihnutí trnu spring thorn. Magnet na trnu spring thorn již nepůsobí na přibližovací spínač, který se rozpojí. Pomocí změření odporu pozná řídicí jednotka airbagů jak u mechanicky ovládaného spínače, tak i u přibližovacího

Obr. 39 Spínač bezpečnostního pásu

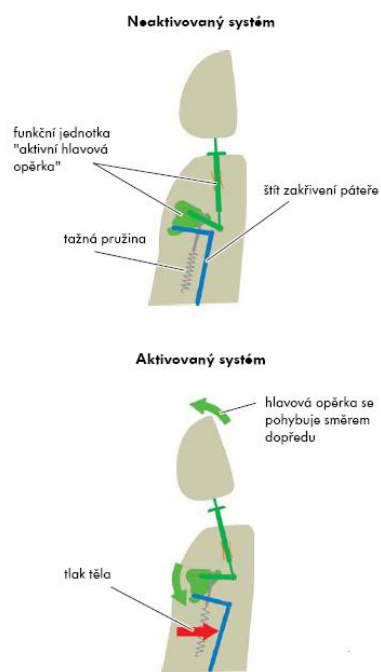


spínače, zda je bezpečnostní pás připnut nebo nikoli. Celý systém je zobrazen na obrázku 39.

Hlavové opěrky

Přední sedadla jsou uspořádána tak, aby byla snížena pravděpodobnost poranění krční páteře (např. hyperextenze krku). Rozlišuje se přitom mezi aktivními a pasivními systémy. U obou systémů se riziko poranění krční páteře snižuje tím, že se zmenšuje relativní zrychlení mezi rameny a hlavou při nárazu zezadu. U pasivních systémů se snížení rizika poranění s ohledem na krční páteř dosahuje cíleným tvarováním celého sedadla, hlavové opěrky a vzdálenosti mezi hlavou a hlavovou opěrkou bez pohyblivých dílů. U aktivních systémů se hlavová opěrka v případě nárazu zezadu přemístí směrem k cestujícímu. Aktivní hlavová opěrka na obrázku 40 je čistě mechanicky fungující systém, který při nárazu zezadu přemístí hlavovou opěrku směrem dopředu k hlavě. Zmenší se tak relativní zrychlení mezi rameny a hlavou při nárazu. Systém aktivní hlavové opěrky je vratný systém. Působí-li na zadní část vozidla ve směru jízdy zrychlující síla, zvyšuje se rychlost vozidla vzhledem k rychlosti cestujících. Tento rozdíl rychlostí vyplývá ze setrvačnosti hmotnosti cestujících. Cestující přitlačením více do sedadla zvýší tlak na štít zakřivení páteře v opěradle sedadla. Pomocí pákového mechanismu se pohyb štítu zakřivení páteře přeneše na hlavovou opěrku a ta se pohybuje směrem dopředu k hlavě. Jakmile se tlak těla zmenší, vrátí se systém pomocí tažné pružiny opět do své výchozí polohy.

Obr. 40 Aktivní opěrka hlavy



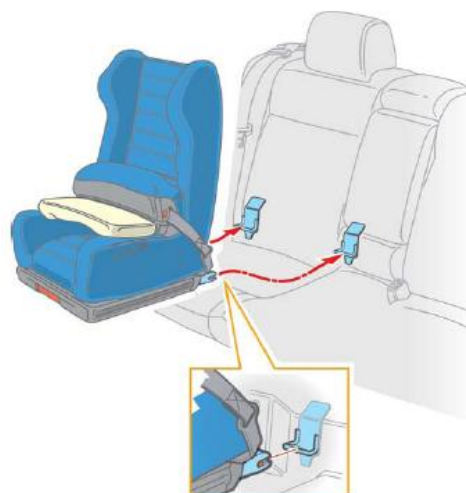
Ochrana dětí ve vozidle

Systémům ochrany dětí ve vozidle je věnována stále větší pozornost. Kromě běžných dětských sedaček, které se upevňují do vozu pomocí bezpečnostních pásů jsou vozidla vybavována také prvky, které bezpečnost dětí dále zvyšují. Jedná se především o systém ISOFIX a dětské sedačky integrované přímo do sedadla.

Systém ISOFIX

Jsou-li vozidla vybavena systémem ISOFIX, lze používat oddělené dětské autosedačky s držáky ISOFIX. U tohoto systému se speciální držáky na dětské autosedačce zaháknou do ukotvení

Obr. 41 Systém ISOFIX



ISOFIX ve vozidle, jak ukazuje obrázek 41. Tento spoj poskytuje bezpečné uchycení dětské autosedačky. Pro systém ISOFIX mohou být určena vždy obě vnější zadní sedadla a také sedadlo spolujezdce. Při použití dětských autosedaček na sedadle spolujezdce je bezpodmínečně nutné respektovat upozornění v návodu k obsluze. Zvláště je třeba dbát na odpojení airbagu spolujezdce v případě dětské autosedačky otočené proti směru jízdy.

Integrovaná autosedačka

Některé modely vozidel mohou být v závislosti na výbavě vybaveny integrovanými dětskými autosedačkami pro obě vnější místa sezení na zadních sedadlech. Tyto sedačky se hodí pro děti ve věku 3 až 12 let. Integrované dětské autosedačky poskytují vzhledem k pevné montáži do sedadla vozidla společně se správně připnutým bezpečnostním pásem velmi dobrou ochranu dětí při nárazu. Jedním z řešení je dětská autosedačka integrovaná v lavici zadního sedadla. Její zvedací mechanismus umožňuje kromě přestavby na normální sedadlo (sedadlo pro dospělé osobu) také prostorově úspornou dopravu dětské autosedačky. Zvednutím polštáře sedáku se dosahuje zvýšení sedadla. Bočnice sedáku je nutné vyklápat ručně. Při sklopení polštáře sedáku dolů se bočnice sedáku vrátí automaticky do svojí výchozí polohy. Aby se hlavy spících dětí nemohly vyklopit na stranu, lze pod hlavovou opěrku lavice zadního sedadla zasunout boční hlavovou opěrku a tak dále podepřít tělo dítěte.

Ochrana při převrácení vozidla

Vzhledem k nahoru otevřené stavbě karoserie jsou kabriolety vybavovány speciálními prvky, která při nehodách přispívají k ochraně cestujících. Patří k tomu zejména systém ochrany při převrácení vozidla. Při aktivovaném systému ochrany při převrácení vozidla vzniká ve spojení se sloupky A ochranná zóna pro cestující. V řídicí jednotce airbagů se nachází snímač identifikace hrozícího převrácení. Ve spolupráci s dalšími snímači zabudovanými v řídicí jednotce se zjistí závažnost nehody a aktivuje se ochrana při převrácení vozidla společně s předepínači bezpečnostních pásů. Kromě toho se systém ochrany při převrácení vozidla aktivuje preventivně i při čelním, bočním nebo zadním nárazu při větší závažnosti nehody, jakmile se odpálí některý předepínač bezpečnostního pásu nebo airbag.

Odpojovací prvky akumulátoru

Je-li startovací akumulátor umístěn ve vnitřním nebo zavazadlovém prostoru vozidla, může být použit odpojovací prvek akumulátoru. Úkolem tohoto odpojovacího prvku je přerušit kabelový spoj mezi startovacím akumulátorem a spouštěčem a alternátorem. Pokud by se při nehodě vyskytl zkrat kabelu ke spouštěči a alternátoru, předejde se odpojením popřípadě možnému požáru vozidla. Odpálí-li se při nehodě některý airbag, aktivuje se automaticky také odpojovací prvek akumulátoru. Při nárazu zezadu je aktivace odpojovací prvku akumulátoru spojena s odpálením předepínačů bezpečnostních pásů.

4. Hodnocení provozních ukazatelů

Tato část práce přináší detailní pohled na vybrané vozy současné produkce. Rozsah práce nedovoluje pohled na celou paletu vyráběných vozidel. Z tohoto důvodu byly zvoleny vozy kategorie A, tzv. nižší střední třídy. Jedná se o kategorii, která patří v Evropě z hlediska počtu vozidel k nejrozšířenějším. Konkrétní vozy byly zvoleny tak, aby bylo možné porovnat produkty jednotlivých výrobců, kteří jsou na evropském trhu zastoupeni. Jedná se o vozy výrobců z Německa, Francie, Japonska a Jižní Koreje. Jako zástupci jednotlivých výrobců byly zvoleny následující automobily:

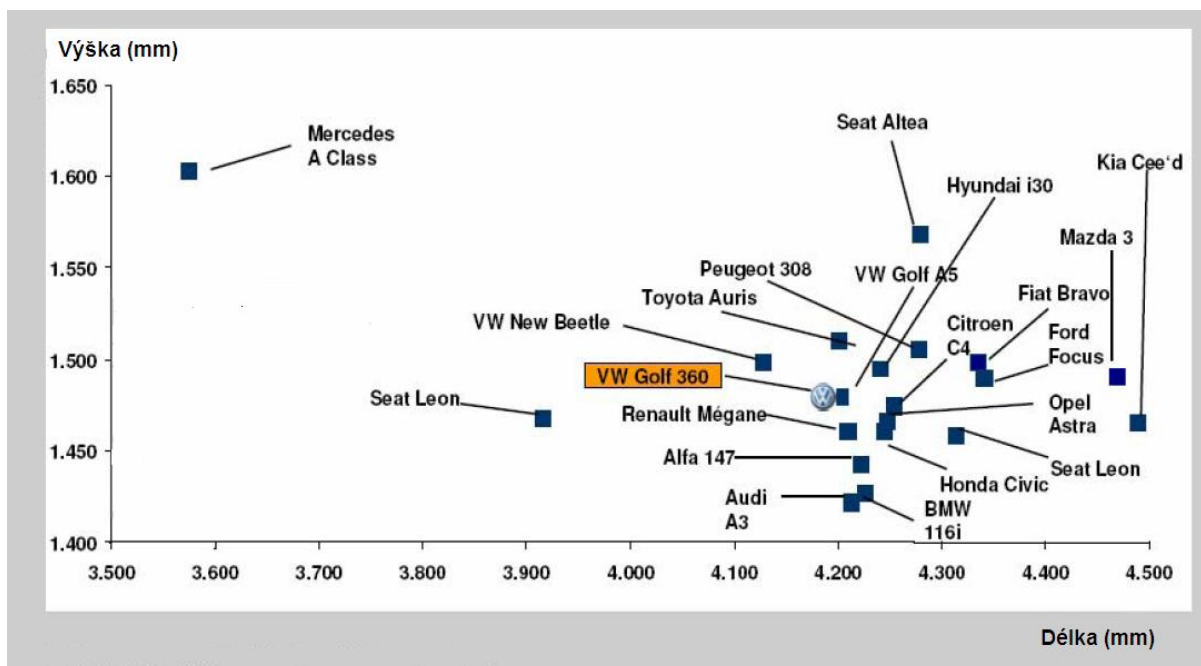
- Volkswagen Golf
- Opel Astra
- Ford Focus
- Honda Civic
- Citroen C4
- Kia Ceed
- Toyota Auris
- Peugeot 308
- Hyundai i30

Všechny vozy jsou hodnoceny z různých hledisek, která vycházejí z předchozích kapitol této práce. Údaje zde uvedené umožňují vzájemné srovnání těchto vozů z pohledu provozních parametrů, bezpečnosti, emisních norem a tím vlivu na životní prostředí, výbavy, pořizovacích nákladů a přinášejí také subjektivní srovnání z využití vozu z pohledu uživatele. Pro možnost posouzení rozdílů je většina vozidel porovnána jak se vznětovým, tak se zážehovým motorem. Všechny specifikace jsou vztaženy k provedení vozidel, která jsou dodávána na trh v České republice. Hodnocení parametrů je vždy graficky zpracováno. Konkrétní parametry jsou uvedeny v tabulkách v příloze této práce.

4.1 Porovnání rozměrů a hmotností vozidel

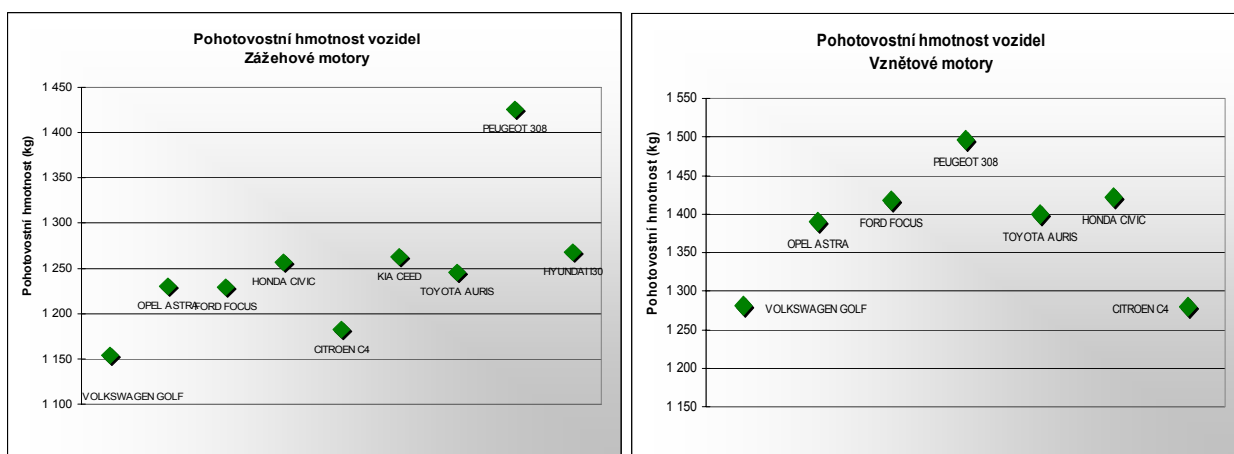
Ze shromážděných údajů je zřejmé, že rozměry vozidel se v této kategorii příliš nerozcházejí a dosahují pomalu k hranici příslušné třídy. Délka vozidel se pohybuje od 4.199 do 4.500 mm. Tento trend je patrný v posledních letech, kdy každá následující generace modelu předčí svého předchůdce téměř ve všech rozměrech. Porovnání šířky a délky vozidel segmentu A znázorňuje graf 3.

Graf 3 Porovnání výšky a délky vozidel segmentu A



Také hmotnosti vozů se neustále zvyšují. Příčinou jsou neustále rostoucí nároky na bezpečnost automobilů. A to nejen z pohledu konstrukce karoserie, ale také nutností vybavovat automobily větším počtem bezpečnostních prvků ve výbavě vozu. Nejnižší hodnotu tvoří při porovnání pohotovostní hmotnosti u vozů se zážehovým motorem 1.154 kg a nejvyšší 1.426 kg. U vznětového motoru jsou hmotnosti o cca. 150 kg vyšší z důsledku vyšší hmotnosti pohonné jednotky. Porovnání hodnot zobrazuje graf 4.

Graf 4 Porovnání pohotovostní hmotnosti



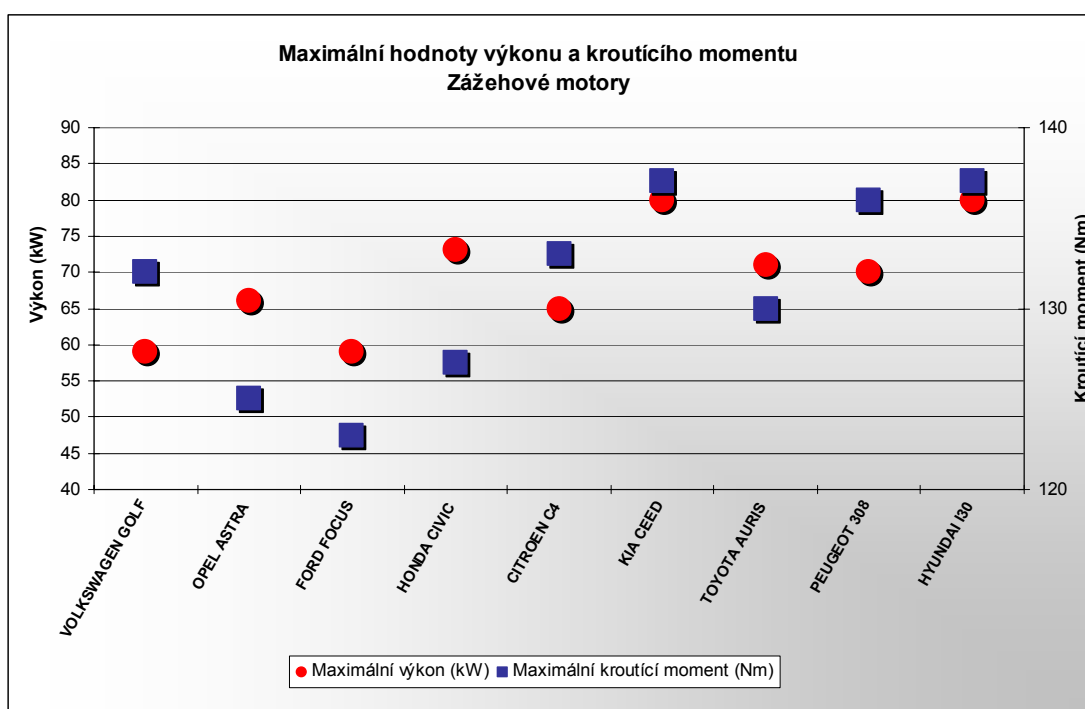
Vozy jsou dodávány s tří nebo pětidvěřovou karosérií typu hatchback. Pro vnitřní prostor vozu je rozhodujícím údajem rozvor kol, jehož hodnota se pohybuje kolem 2.600 mm. Objem zavazadlového prostoru v základním provedení činí 320 – 442 l.

4.2 Výkonnostních charakteristiky a technické parametry vozidel

Všechny pohonné jednotky u zvoleného vzorku vozidel tvoří řadové čtyřválcové. A to jak u zážehové, tak u vznětové verze. U vznětových motorů je navíc výkon zvyšován pomocí turbodmychadla. Jedná se o zážehové motory s obsahem 1.4 l a o vznětové motory s obsahem 1.6 – 2.2 l. Pohonné jednotky byly do sestavy zařazeny tak, aby byly srovnávány vozy s podobnou výkonovou charakteristikou. Základním technickým řešením se motory v zásadě neliší. Jedná se o agregáty se čtyřventilovou technikou a rozvodem DOHC. Pouze u vznětového motoru Opel je použita technika dvouventilová.

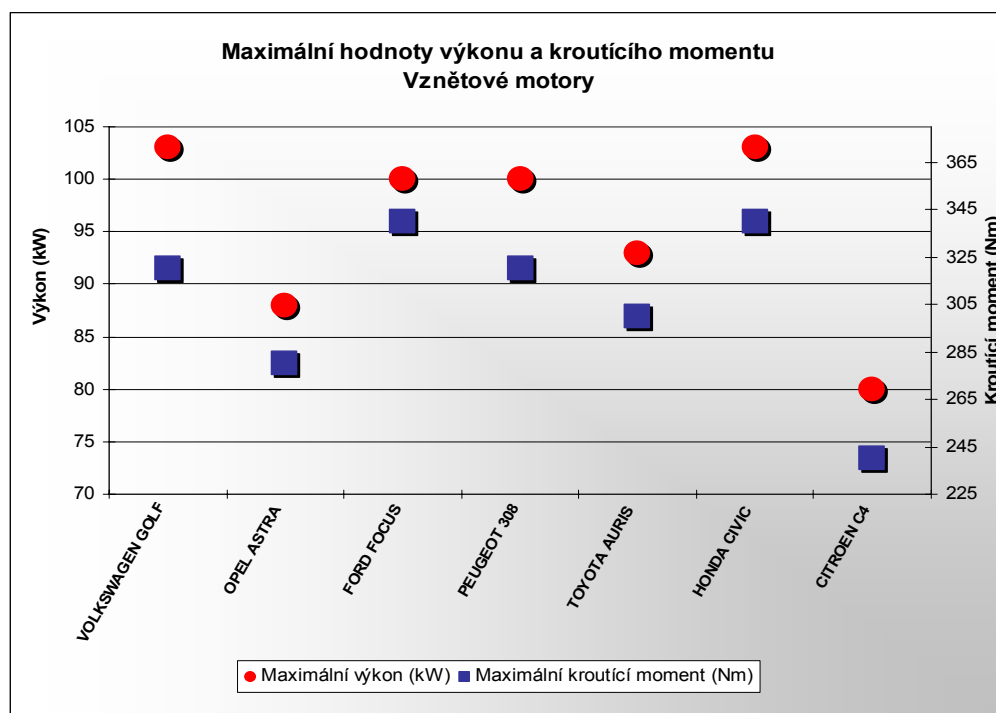
Zajímavé je především porovnání u vznětových motorů (graf 6), kdy různí výrobci používají pro dosažení podobných výkonů různých objemů motoru. Škála se zde pohybuje od 80 do 103 kW. U zážehových verzí je objem naopak identický, ale výkony vozů se výrazně liší. Dosahovaný maximální výkon (graf 5) se pohybuje mezi 59 – 80 kW. Zajímavé se z tohoto pohledu bude jevit porovnání spotřeby paliva, které závisí nejen na výše zmiňované hmotnosti vozu, ale také na výkonech motoru.

Graf 5 Maximální hodnoty výkonu a točivého momentu u zážehových motorů



Nejvyššího výkonu u zážehových motorů dosahuje vůz KIA Ceed s hodnotou 89 kW při 6.200 ot./min. U vznětových motorů se o první pozici dělí vozy VW Golf a Honda Civic. Jejich výkon dosahuje hranice 103 kW při 4000 ot/min. Pro lepší pochopení hodnot z grafů je ještě uveden rozdíl mezi výkonem motoru a kroutícím momentem. Kroutící moment je velmi zjednodušeně tažná síla, kterou je schopen motor v jeden daný konkrétní okamžik vyvinout. Tato veličina tedy není závislá na žádném časovém úseku. Oproti tomu je výkon definován, jako objem práce (tedy energie), kterou je motor schopen poskytnout za určitý časový úsek.

Graf 6 Maximální hodnoty výkonu a točivého momentu u vznětových motorů



4.3 Prvky aktivní a pasivní bezpečnosti

Bezpečnosti posádky je v této práci věnována značná pozornost. V rámci vývoje bezpečnostních systémů lze nyní najít i v relativně malých vozech standardně prvky, které byly ještě před nedávnem vyhrazeny pouze pro výrazně větší a luxusnější vozy. Bezpečnostní výbava srovnávaných vozů se v závislosti na motorizaci výrazně neliší. Jak je patrné, patří k sériové výbavě vozů segmentu A systém ABS a airbagy řidiče a spolujezdce. Bočními airbagy jsou vybaveny také všechny vozy s výjimkou

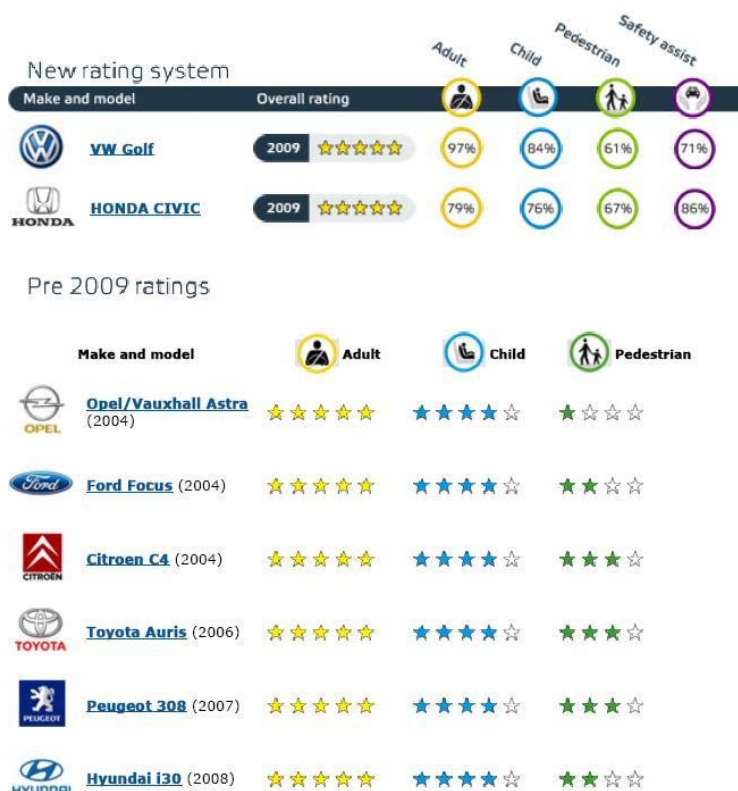
Tab. 4 Prvky bezpečnostní výbavy

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	HONDA	CITROEN	KIA	TOYOTA	PEUGEOT	HYUNDAI
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	CIVIC	C4	CEED	AURIS	308	I30
Označení verze	1.4 TRENDLIN E	1.4 16V ESSENTIA GTC	1.4 AMBIENTE	1.4 COMFORT	1.4 X	1.4 ACTIVE	1.4 VVT-I TERRA COOL	SW 1.4 CONFORT PACK	1.4 CVT CLASSIC
ABS	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Kontrola stability ESP	Standard	Volitelné	Standard	Standard	Nedodává se	Volitelné	Volitelné	Volitelné	Volitelné
Airbag přední	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec
Airbag boční	Standard	Standard	Standard	Standard	Nedodává se	Standard	Standard	Standard	Standard
Hlavový airbag	Standard	Volitelné	Volitelné	Standard	Nedodává se	Standard	Nedodává se	Volitelné	Standard
Umístění	Vpředu a Vzadu			Vpředu a Vzadu		Vpředu a Vzadu			Vpředu a Vzadu
Kolení airbag	Standard	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se

vozu Citroen C4. Rozdíly nalezneme ale již u systému ESP. Jako základní výbavu jej nabízí pouze dva z vybraného vzorku vozidel. Také hlavové airbagy patří k základní výbavě pouze u čtyř z devíti srovnávaných vozů. Zcela novým prvkem, v tomto segmentu zatím ojedinělým je výbava vozu kolenními airbagy. Tento prvek nabízí ze všech vozů pouze VW Golf. Lze však předpokládat, že se i tato výbava bude v blízké budoucnosti u vozů v tomto segmentu nabízet v širší míře. Přehled bezpečnostních prvků u jednotlivých vozů je uveden v tabulce 4.

Jak bylo uvedeno ve třetí části této práce, slouží k prověření bezpečnosti vozidel zkoušky EURO NCAP. V průběhu tvorby této práce došlo k drobné úpravě testovací procedury a hlavně systému vyhodnocení výsledku testů. Na obrázku 42 jsou uvedeny dosažené hodnoty v testech, přičemž dva z modelů byly hodnoceny již novou metodou. Z tohoto důvodu nelze výsledky testů přesně porovnat, nicméně lze konstatovat, že všechny srovnávané vozy splňují nejpřísnější měřítka pro bezpečnost posádky. I v ochraně chodců a dětí jsou uvedené hodnoty pro vozidla této kategorie běžné a vozy poskytují v obou kategoriích dostatečnou ochranu. U vozů hodnocených novou metodikou vykazuje vůz VW Golf vynikajících hodnot v ochraně posádky. Hodnota 97% stanoví etalon pro třídu A.

Obr. 42 Hodnoty testu Euro NCAP



4.4 Spotřeba paliva a plnění emisních norem

Spotřeba paliva patří k jednomu z nejdůležitějších technických parametrů osobních vozidel. Má výrazný vliv na náklady spojené s užíváním vozidla. Proto se také spotřebě paliva věnuje obecně velká pozornost. Na spotřebu paliva, jak už bylo uvedeno, má vliv poměrně mnoho ukazatelů. Jedná se o konstrukci pohonné jednotky, hmotnost vozidla, provedení karoserie (zde hraje roli odpor vzduchu), naložení vozidla nákladem a samozřejmě styl rychlost jízdy.

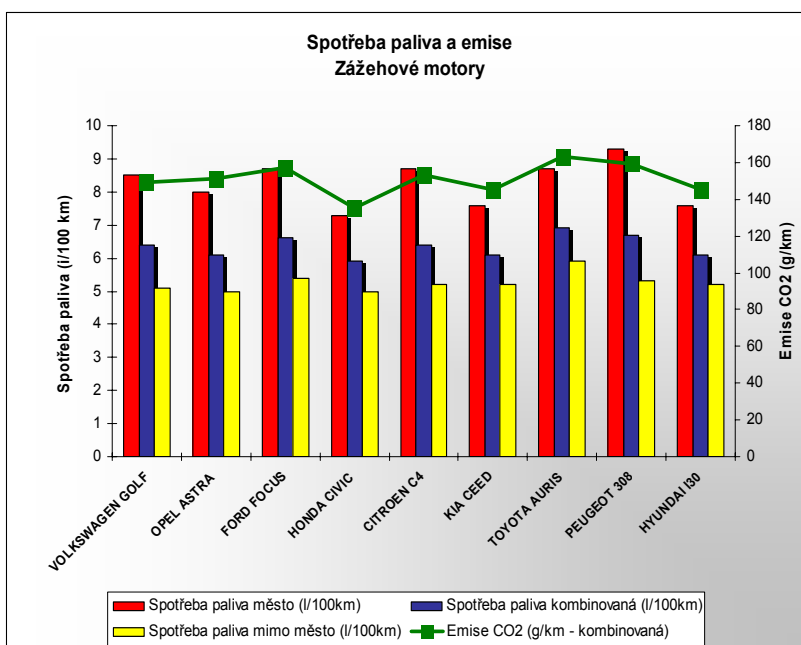
Aby bylo možné spotřeby vozidel obecně porovnávat, byl stanoven mezinárodní standard ECE 99/100. Novinkou zavedenou v metodice měření spotřeby paliva je zahrnutí studeného startu do měřeného cyklu. Dříve nebyly nejméně příznivé režimy chodu motoru, krátce po startu v měření obsaženy. Automobil startuje s motorem,

kteřý má teplotu mezi 20°C a 30°C. Automobily, které procházejí testem, musí mít najeto alespoň 3000 km, avšak ne více než 15000 km. Testy jsou prováděny s automobilem, který veze 75 kg těžkého řidiče a náklad o hmotnosti 100 kg. Podíl městského cyklu (náročného na spotřebu) činí v metodice měření. 36,8 %. Městský cyklus se skládá ze čtyř shodných bloků. Každý z nich je dlouhý 195 sekund a automobil během něj třikrát akceleruje z klidu na 15 km/h, 32 km/h a 50 km/h. Celková délka městského cyklu měří 13 minut. Automobil při tomto testu jede rychlostí 50 km/h, průměrná rychlost činí 19 km/h a testovaný automobil ujede vzdálenost 4 km. Mimoměstský cyklus následuje ihned po městském cyklu. V jeho průběhu se automobil pohybuje rychlostmi od 0 do 120 km/h. celková délka mimoměstského cyklu činí 400 sekund. Kombinovaný cyklus je tvořen výše popsáním městským a mimoměstským cyklem, trvá tedy 1180 sekund (necelých 20 minut), automobil jede průměrnou rychlostí 34 km/h a ujede 11 007 metrů. Výsledné hodnoty spotřeby jsou průměrem, váženým vzdálenostmi, ujetými v každé z částí testu.

Hodnoty pro automobily, které jsou hodnoceny v této práci vykazují rozdíly, které, jak již bylo řečeno, mají vazbu na hmotnost automobilu. Na druhé straně se ukazuje, že použitá technologie může hodnoty spotřeby paliva také výrazně ovlivnit. Toto je zřejmé z grafů 7 a 8, kde jsou porovnány spotřeby paliva hodnocených vozidel. Zaměříme-li se na kombinovanou spotřebu paliva, jako na údaj, který lze s ohledem na uvedenou metodiku

měření nejlépe porovnávat, zjistíme, že rozdíl mezi jednotlivými údaji je až 1 l/100 km. Při současných cenách pohonných hmot cca. 30 Kč/l je tento rozdíl poměrně výrazný a může mít vliv na celkové náklady provozu vozidla. U zážehových verzí dosahuje nejlepší kombinované spotřeby paliva Honda Civic. U vznětových verzí je vozem s nejlepší spotřebou Citroen C4, těsně následovaný vozem VW Golf.

Graf 7 Spotřeba paliva a emise zážehových motorů

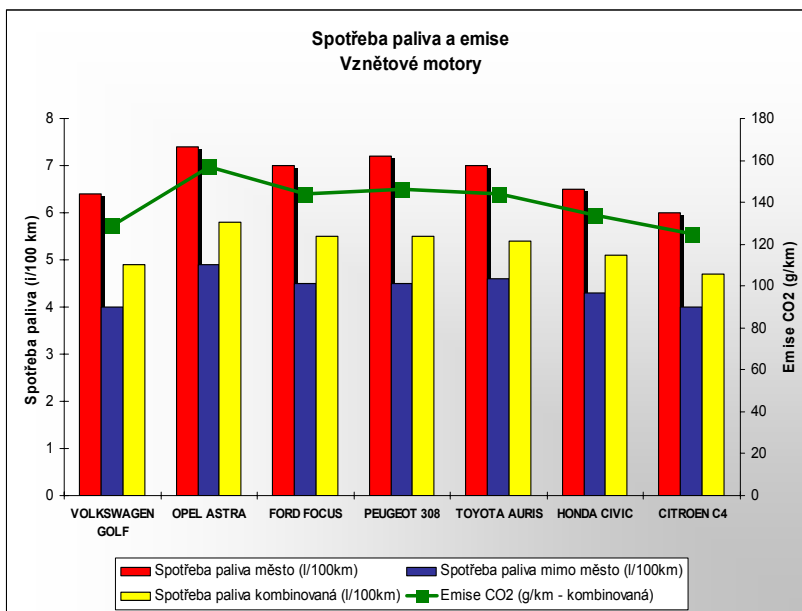


Hodnota emisí CO2 je základním údajem, který ilustruje přímý vliv automobilu na životní prostředí v rámci jeho provozu. Ochrana životního prostředí, jako jeden ze současných hlavních úkolů společnosti, má za následek neustálý tlak na snižování negativních vlivů automobilů na životní prostředí a tím i na tento parametr. Splnění to-

hoto úkolu je otázkou především použitých technických řešení. V předchozích kapitolách byly popsány katalyzátor a filtr pevných částic jako prvky, které pomáhají snižovat škodlivé emise u automobilů. Pokud se blíže podíváme na hodnocené automobily, zjistíme, že třicestný

katalyzátor patří ke standardní výbavě všech zážehových verzí. U vznětových motorů již tak jednoznačná situace není. Katalyzátor obsahují všechny vozy, ale filtr pevných částic patří k základní výbavě pouze u dvou – Volkswagenu a Fordu. Jako příplatková výbava se dodává u vozu Opel. Ostatní automobily jej s uvedenými motory vůbec nedodávají. Zde je viditelný odlišný přístup jednotlivých výrobců k řešení této problematiky. Hodnota CO₂ se pohybuje v rozmezí 135 – 163 g/km u zážehových motorů a 125 – 57 g/km u motorů vznětových. Přesné hodnoty k jednotlivým vozům ukazují grafy 7 a 8.

Graf 8 Spotřeba paliva a emise vznětových motorů



4.5. Cenové srovnání vozidel

Cena je často rozhodující parametr při koupi vozu. Základním údajem o ceně je údaj uvedený v ceníku příslušného modelu automobilky. Tento údaj ale není vždy zcela směrodatný. Jak vyplývá z předcházejícího textu, jednotlivé modely se i napříč jedním segmentem mohou podstatně lišit. A to nejen z hlediska technických parametrů, ale především úrovní výbavy, kterou každý vůz v základním provedení disponuje. O rozdílnosti výbav bezpečnostními prvky se zmiňuje třetí část tohoto oddílu. To ale není jediný rozdíl. Vozy v rámci své specifikace obsahují také rozličné prvky výbavy komfortní. Jako příklad může sloužit výbava vozu elektrickým stahováním oken, klimatizací, možností výškového nastavení volantů a sedadel, mlhovými světlomety apod. Každý z těchto prvků má určitou hodnotu, kterou lze vyjádřit penězi.

K porovnání skutečné hodnoty vozu slouží tzv. cenové indexy. V nich je každému prvku výbavy přiřazena cena, která je pro všechny srovnávané vozy stejná. Pokud je vůz takovým prvkem, na rozdíl od ostatních, vybaven, tato cena se od původní ceníkové ceny odečte. Naopak chybí-li takový prvek ve výbavě vozu, tato cena se k ceníkové ceně přičítá. Stejným způsobem je v penězích vyjádřen rozdíl výkonu u jednotlivých vozů. Cenový index zohledňuje i případné speciální akce a slevové nabídky, které prodejci na vozy nabízejí a které také ovlivňují výslednou kupní cenu.

Výsledkem tohoto srovnání je tzv. očištěná cena, která dává skutečnou hodnotu vozu v porovnání s konkurencí. Aby byla zajištěna relevantnost údajů, je nutné vždy volit pro srovnání vozy s podobnou charakteristikou jak v oblasti výkonu, tak v oblasti vý-

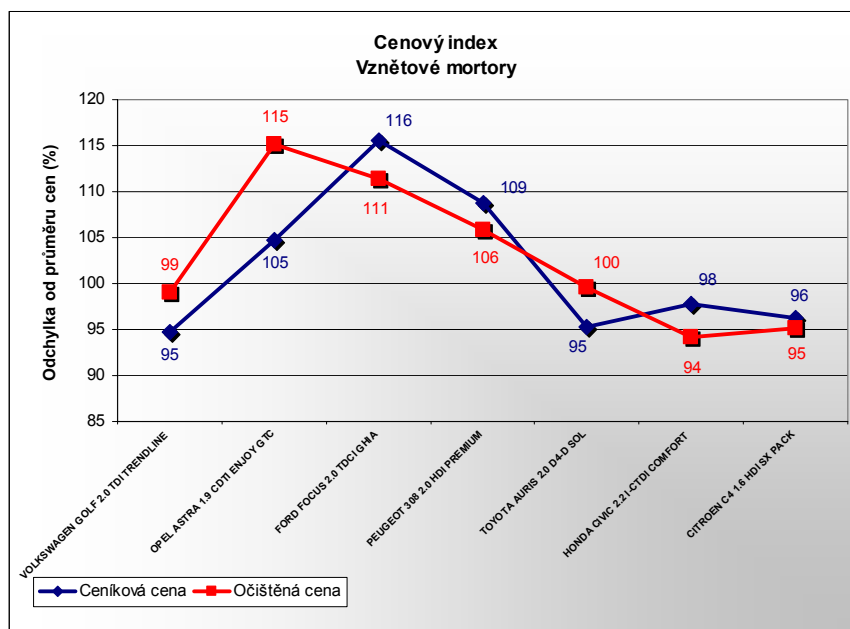
bavy. I když cenový index dokáže výslednou hodnotu ukázat co nejlépe reálně, ne vždy obsahuje veškeré prvky ve voze obsažené a srovnání velmi rozdílných modelů by mohlo být zavádějící.

Stejněmu srovnání byly podrobeny i vozy hodnocené v této práci. Výsledek srovnání zobrazují grafy 9 a 10. Všechny hodnoty jsou porovnávány k průměru cen

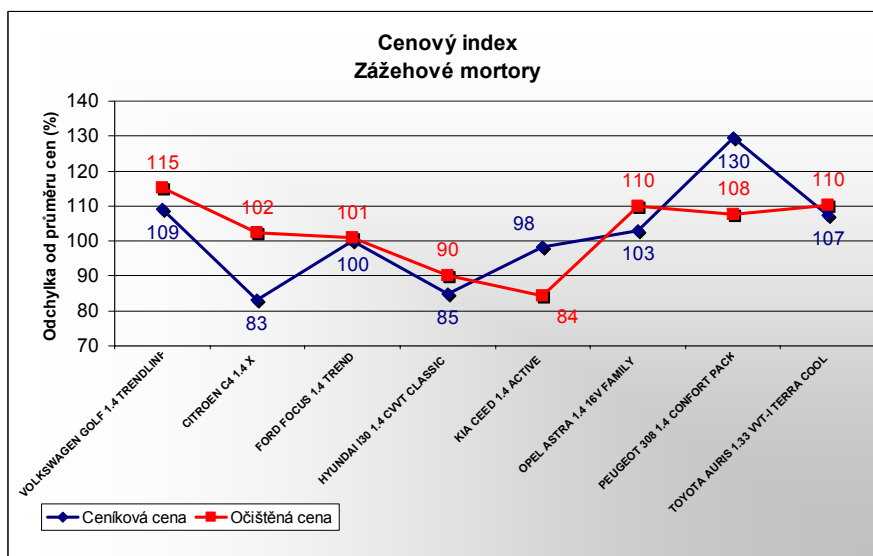
srovnávaných vozidel, který byl použit jako referenční hodnota. Graf uvádí vždy původní ceníkovou cenu a očištěnou cenu tak, aby bylo možno obě hodnoty porovnat pro každý model a zároveň je srovnat s ostatními vozy. Z grafů je patrné, že ceníková

cena a očištěná cena se opravdu u uvedených automobilů liší. A to i v řádu několika desítek procent. U zážehových motorů je z hlediska ceny nejvýhodnější vůz KIA Ceed, naopak nejdražší je vůz VW Golf. U vznětových verzí je nejlevnějším vozem Honda Civic a nejdražším Opel Astra.

Graf 9 Cenový index vznětové motory



Graf 10 Cenový index zážehové motory



Pro srovnání cen bylo použito metodiky společnosti JATO. Podrobný přehled s uvedením výbav jednotlivých vozidel a přesných cen vyjádřených v Kč je uveden v příloze práce.

5. Předpokládaný vývoj a vize budoucnosti

Zabezpečení mobility je hlavním úkolem osobních automobilů. Budoucí vývoj lze rozdělit do dvou směrů. Vývoj nových pohonných jednotek s cílem snižovat emise a zabezpečit tak lepší ekologii provozu vozidla. Zde se ve stále větší míře prosazují elektromobily a vozy s kombinací pohonu spalovacím motorem a elektromotoru. Zajímavým počinem jsou vozy na pohon pomocí solární energie. S ohledem na snižující se světové zásoby ropy se pozornost konstruktérů upíná k alternativním palivům jako jsou vodík, zemní plyn a biopaliva. Další směr vývoje, jak ukazují dále uvedené příklady, se orientuje na posílení bezpečnosti a aktivní komunikace vozidel s okolím. Neustále se posunující hranice technických možností vedou k vývoji prvků, které nejen aktivně řeší krizové situace za řidiče, ale umožňují také pohodlnější cestování.

5.1 Budoucnost pohonných jednotek

V současné době již vozy s hybridním pohonem nabízejí automobilky Toyota, Lexus a Honda. Jejich modely jsou již sériově vyráběny a první sériový vůz s hybridním pohonem Toyota Prius se dočkal dokonce své druhé generace. U hybridního pohonu lze využívat výhody jednotlivých pohonů. U elektropohonu nízkou hlučnost, žádné splodiny a vysokou účinnost elektromotoru (asi 90 %). U pohonu spalovacím motorem velký dojezd vozidla, v střední a vyšší oblasti otáček vysoký točivý moment a možnost jízdy vysokou rychlostí. Mezi největší výhodu tohoto kombinovaného pohonu patří možnost využití jednotlivých pohonů v oblasti nejvyšší účinnosti, čímž se zajišťuje snížení spotřeby energie. Nevýhodou pohonu jsou prozatím vysoké pořizovací náklady, zvýšení hmotnosti vozidla o hmotnost akumulátoru a zmenšení úložných prostor v vozidle. Dalším možným palivem pro automobily je vodík. Bohužel má v současné době vodík jako palivo překážky, které v současné době nejsou jednoduše technicky vyřešitelné. Jediná forma vhodná pro přepravu vodíku jako paliva je kapalná. Aby bylo možno změnit skupenství vodíku, je třeba jej zchladit na -253°C . Za nejnižší teplotu se považuje číslo $-273,15^{\circ}\text{C}$. Tedy absolutní nula. Další stinnou stránkou vodíku je to, že velmi rychle exploduje. V motoru je tato vlastnost výhodou, ale jakmile se dostane mimo, hrozí velké nebezpečí. Skladování a tankování je tak choulostivý proces, že vše musí zařizovat robot.

Obr. 43 Řešení vozu BMW Hydrogen



Pro získání vodíku je nutné rozdělit vodu na kyslík a vodík. A zde je další problém. Lidstvo zatím nevyalezlo způsob, který by se dal využít pro jeho větší produkci. Samozřejmě vodík už je možné vyrobit. Ale výroba je tak energeticky náročná a vyprodukuje tolik emisí, že stávající paliva jsou v konečném důsledku mnohem šetrnější. Nicméně jako o palivu budoucnosti se o vodíku vážně uvažuje a vědci pracují na projektech, jako je například prototyp BMW z obrázku 43, které umožní jeho širší využití.

5.2 Komunikace vozu s okolím

V nepřehledné zatáčce zůstane stát nepojízdné vozidlo. Vysílačem komunikuje toto vozidlo s vozy, které jej míjejí v protisměru a které tuto informaci o potenciálním nebezpečí předávají dále. V okolí zdroje nebezpečí jsou všichni řidiči včas varováni, mohou snížit rychlost a zabránit vzniku nehody. V budoucnu by se dokonce na čelním skle před řidičem mohlo objevit varování. Vozidla, která se vzájemně rozeznávají a komunikují spolu i s dopravní infrastrukturou už dnes existují. Tyto asistenční systémy výrazně zlepšují bezpečnost silničního provozu a dovedou do cíle pomocí promyšlených dopravních systémů, které omezují stání v kolonách apod. O větší bezpečnost na křižovatkách by v budoucnu mohl pečovat také tzv. křižovatkový asistent. Na tomto typicky nebezpečném místě lze dopravní situaci sledovat pomocí kamer a komunikace mezi vozidlem a dopravní infrastrukturou. Řidič by tak mohl být včas varován před různými nebezpečnými situacemi, například cyklisty nebo jinými účastníky provozu. Aktivní komunikace vozu s okolím je otázkou poměrně blízké budoucnosti. Dalším krokem je vůz, který sám dokáže vyhodnotit podněty z okolí přicházející. Příkladem mohou být prototypy, které se testují v rámci soutěže Urban Challenge.

Obr. 44 Prototyp Boss



Cílem soutěže je projet s vozem určenou trať bez zásahu člověka. Vítězem posledního ročníku v roce 2007 se stal vůz Boss teamu Tartan Racing zobrazený na obrázku 44. Základ prototypu Boss tvoří automobil Chevy Tahoe spolu s lasery, radary a kamerami. Mozek automobilu je sestaven z 500 tisíc řádků kódu s jehož pomocí dodržuje pravidla silničního provozu, detekuje a sleduje ostatní automobily, pružně reaguje na změny na silnici a dokáže si najít i místo na parkování. Posilování elektronických systémů, které budou sloužit ke zvýšení bezpečnosti cestujících, ale také k jejich zábavě a jednoduššímu ovládní vozidla je zcela jistě nastupujícím trendem ve vývoji automobilů.

Jedním z příkladů je představení prototypu vozu SEAT Leon (obrázek 45) vyvinutého v rámci v rámci projektu EU s názvem AIDE (Adaptative Integrated Driver-Vehicle Interface). Jeho cílem je zvýšit bezpečnost silničního provozu na základě nepřetržitého sběru informací týkajících se samotného vozu, jeho okolí i řidiče. Automobil tak získá umělou inteligenci postačující k tomu, aby prováděl závažná rozhodnutí, příznivě ovlivňující bezpečnost jízdy. Vůz sleduje pohyb a frekvenci mrkání řidičových očí, zjišťuje překážky radarem, údaje GPS a to vše při využití speciálních komunikačních kanálů. Když se na-příklad řidič nedívá na silnici a vůz zaznamená hrozící nebezpečí, rozsvítí se varovné světlo na palubní desce a zazní varovný zvukový signál. Vůz také dokáže vysílat varovný zvukový signál a vyvolat vibrace ve volantu, pokud zjistí, že řidič upadá do mikrosněpánku, nebo také pozdržet přijmutí příchozího telefonního hovoru při jízdě po kruhovém objezdu. Hlasové ovládání jednotlivých prvků vozu bude u vozů v budoucnu samozřejmostí, stejně jako aktivní navigační systémy a moderní technologie typu Bluetooth a WiFi.

Obr. 45 Prototyp vozu SEAT Leon AIDE



6. Závěr

V rámci své diplomové práce jsem se snažil přinést komplexní pohled na současnou produkci automobilů. Při shromažďování podkladů jsem vycházel ze své dlouholeté pracovní zkušenosti s automobilovým trhem a také z působení na různých pozicích u koncernu Volkswagen v České republice. Zdrojem informací se mi staly odborné publikace, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury, stejně jako motoristické časopisy, internetové stránky zabývající se automobilovou problematikou a v neposlední řadě také interní materiály koncernu Volkswagen a ostatních výrobců automobilů.

Přinést detailní pohled na problematiku osobních automobilů je úkol, který svým rozsahem výrazně překračuje rámec této práce. Výběr podkladů a později také koncepci vlastního obsahu jsem volil dle okruhů zadání práce. Teoretická část, které se věnují kapitoly 2 a 3 obsáhle popisuje zadanou tematiku. U kapitoly 2 se konkrétně jedná o rozdělení automobilů do jednotlivých kategorií. Jako základní jsem zvolil tři hlediska, která umožňují kategorizaci osobních vozidel. Jedná se o pohled legislativní, který umožňuje přesnou definici termínu osobní automobil a stanovuje základní rozdíly mezi jednotlivými verzemi. Druhý pohled se již obrací do oblasti konstrukčních řešení. Provedení karoserie tvoří hledisko, které je u osobních automobilů rozhodující v oblasti možného používání automobilu. Výčet jednotlivých možností je zde doplněn základním popisem. Pro možnost vzájemného porovnávání osobních automobilů slouží jejich rozdělení do tříd. Tento pohled jsem zde uvedl záměrně, aby bylo možné v rámci hodnocení v dalších částech práce přesně vymezit okruh výběru vozů. Okrajově je v této části zmíněno dělení vozidel z pohledu pohonné jednotky. Toto rozdělení tvoří přechod k další, technicky orientované části práce.

Ve třetí kapitole jsou blíže představeny technické parametry současné produkce. Demonstruji zde na konkrétních řešeních používané technologie v oblasti konstrukce karoserie, pohonných jednotek, převodovek a bezpečnostních systémů. Převažuje zde bezpečnostní hledisko, které považuji za jedno z nejdůležitějších v oblasti konstrukce a následného používání automobilu. Dnešní úroveň technologií umožňuje vytvářet automobily, které posádce poskytují vysokou míru ochrany nejen v momentě kolize, ale dokonce pomáhají řidiči kritickým situacím předcházet a eliminovat tak riziko poranění nebo ztráty života. Předpokládám, že se i nadále budou možnosti ochrany posádky rozšiřovat a vozy se stanou díky novým technickým řešením, hlavně v oblasti elektronických systému, ještě bezpečnějšími.

Vlastní hodnocení vozidel jsem zařadil do čtvrté části práce. Není samozřejmě možné, abych v této práci porovnal všechna vyráběná vozidla. Vzorek vozidel jsem tedy zvolil z kategorie vozů, které jsou v rámci evropských zemí nejprodávány. Jedná se o vozy třídy A. Abych dokázal zjistit případné rozdíly mezi typy pohonné jednotky, srovnával jsem u vozidel, pokud to bylo možné jak zážehovou, tak vznětovou variantu. Výbava vozů a motorické specifikace jsou vybrány tak, aby nejvíce odpovídaly

hodnotám, které jsou v této třídě obvyklé. Celkem jsem do výběru zahrnul šestnáct vozů od různých výrobců jak z Evropy, tak z Asie. Hodnocené parametry umožňují srovnání vozů v oblasti výkonových parametrů, bezpečnosti, vlivu na životní prostředí a ekonomické náročnosti pořízení vozu. Dále uvedené závěry vycházejí i z kombinací hodnocených parametrů.

Výkon motoru, jako první srovnávaný parametr ukázal rozdíly mezi jednotlivými vozy. Přestože vozy disponují podobnými pohonnými jednotkami, liší se jejich výkony u zážehových verzí až o 21 kW (průměr 69 kW) a u vznětových o 23 kW. (průměr 95 kW). Tento rozdíl se samozřejmě podepisuje na velmi rozdílné dynamice vozidel. Nejlepší hodnoty u zážehových motorů dosahuje vůz KIA Ceed a u vznětových VW Golf a Honda Civic.

V oblasti bezpečnosti jsem hodnotil dva okruhy. Výbavu vozidel bezpečnostními systémy a výsledky nárazových zkoušek Euro NCAP. Jak jsem již zmínil, umožňuje dnešní technologie vybavit vozy celou řadou bezpečnostních systémů. Nicméně nelze očekávat, že vozy budou těmito systémy standardně vybavovány. Tento předpoklad se i u testovaných vozů třídy A potvrdil. Z historického hlediska se úroveň těchto prvků ve vozech zvýšila, ale i zde jsem našel rozdíly. Běžně jsou vozy vybavovány systémem ABS a airbagy pro řidiče a spolujezdce. Rozdíl je v systému ESP, který je u některých vozů za příplatek a do některých vozů nelze dodat vůbec. Stejná je situace u hlavových airbagů. Nejlepšího hodnocení v této kategorii dosáhl vůz VW Golf, který má zároveň nejlepší výsledek v testu Euro NCAP. Z pohledu bezpečnosti se z vybrané skupiny jedná o nejbezpečnější vůz.

Z ekonomického pohledu je pořizovací cena jedním klíčových ukazatelů. V rámci své práce jsem se neomezil pouze na standardní srovnání základních cen, ale použil jsem metodu cenových indexů, která umožňuje zjištění skutečné hodnoty vozu v závislosti na standardní výbavě vozidla komfortními a bezpečnostními prvky a také na výkonových parametrech. Tzv. očištěná cena stanovila jako ekonomicky nejvýhodnější volbu vůz KIA Ceed u automobilů se zážehovým motorem a vůz Honda Civic u vozů s motorem vznětovým. Ekonomický úhel pohledu ovlivňuje také hodnota spotřeby paliva, jako prvek, který se podílí významnou měrou na nákladech spojených s užíváním vozu. Pokud oba parametry porovnáme a přidělíme jim stejnou váhu, zůstává ve zážehové verzi nejlepší variantou KIA Ceed, ovšem se stává nejvýhodnější vůz Citroen C4.

Stejným způsobem práce porovnává vozy v oblasti rozměrů a tvorby emisí výfukových plynů. Na základě zkoumaných veličin mohu konstatovat, že vybraná vozidla poskytují v rámci své třídy velmi dobrý standard a to jak z pohledu technického, tak bezpečnostního. Ekonomická stránka hraje při rozhodování o volbě nového vozu rozdílnou roli, podle typu uživatele. I zde však přináší práce možnost objektivního srovnání.

Poslední část ukazuje směr vývoje automobilů a to jak v oblasti pohonných jednotek, tak v možnostech interaktivní komunikace a přebírání funkcí řidiče samotným vozem. Vývoj v těchto oblastech je velmi rychlý, i když zavedení do praxe bude hlavně u nových typů paliv, jako je např. vodík, pravděpodobně problematické, vezmeme-li v úvahu, že chybí kompletní infrastruktura.

Věřím, že diplomová práce přináší široké spektrum informací, které podávají ucelený pohled na současnou problematiku osobních automobilů v rámci zvolených hledisek a zároveň umožňuje svým čtenářům utvořit si úsudek o hodnocených automobilech v širším měřítku.

Seznam použité literatury:

1. Klůna, Jindřich, Košek, Jiří ...a kol. *Příručka opraváře automobilů*. 3. doplněné vydání, Brno: Litera, 1995. 502 s. ISBN 80-85763-06-0
2. Remek, Branko. *Vývoj automobilu a spalovacího motoru*. 1. vydání, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 70 s. ISBN 80-01-02939-5
3. Kameš, Josef. *Alternativní pohon automobilů*. 1. vydání, Praha: BEN - technická literatura, 2004. 231 s. ISBN 80-7300-127-6
4. Svoboda, Jiří. *Teorie dopravních prostředků*. 4. přepracované vydání, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 213 s. ISBN 80-01-03005-9
5. Macek, Jan, Suk, Bohuslav. *Spalovací motory 1*. 2. vydání dotisk, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 244 s. ISBN 80-01-02085-1
6. Samostudijní program 353 - *Ochrana cestujících - pasivní ochranné systémy*,. 1. vydání, Wolfsburg: VOLKSWAGEN AG, 2007, 83 s. 000.2811.88.15
7. Samostudijní program 420, *Motor Audi 2,0 I TDI se vstříkovacím systémem common rail*. 1. vydání, Ingolstadt: Audi AG, 2007, 63 s. A08.5S00.45.15
8. Samostudijní program 374, *Systémy regulace prokluzu a asistenční systémy*. 1. vydání, Wolfsburg: VOLKSWAGEN AG, 2007, 87 s. K00.2803.48.15
9. Samostudijní program 405, *Motor Motor 1,4 I 90 kW TSIs přeplňováním turbodmychadlem*. 1. vydání, Wolfsburg: VOLKSWAGEN AG, 2007, 31 s. 000.2812.05.15
10. Samostudijní program 390, *7stupňová převodovka s dvojitou spojkou 0AM*, 1. vydání, Wolfsburg: VOLKSWAGEN AG, 2007, 75 s. 000.2811.85.15

Seznam použitých internetových zdrojů

1. Modely Volkswagen, vytvořeno 17. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.volkswagen.cz/>.
2. Modely Ford, vytvořeno 3. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.ford.cz/>.

3. Modely Peugeot, vytvořeno 17. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.peugeot.cz/>.
4. Modely Citroen, vytvořeno 3. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.peugeot.cz/>.
5. Modely Opel, vytvořeno 3. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.opel.cz/>.
6. Modely KIA, vytvořeno 17. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.kiamotors.cz/>.
7. Modely Hyundai, vytvořeno 17. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.hyundai.cz/>.
8. Modely Honda, vytvořeno 17. 1. 2009. Dostupné z: <http://www.honda.cz/>.
9. Hodnoty testů Euro NCAP, vytvořeno 15.3.2009: <http://www.euroncap.com/>.

Seznam tabulek

Tab. 1 Výroba osobních automobilů podle kontinentů

Tab. 2 Pořadí zemí podle objemu výroby osobních automobilů

Tab. 3 Rozdělení automobilů do tříd podle charakteristických rozměrů

Tab. 4 Prvky bezpečnostní výbavy

Seznam obrázků

Obr. 1 Karoserie sedan

Obr. 2 Karoserie Tudor

Obr. 3 Karoserie Hatchback

Obr. 4 Karoserie Liftback

Obr. 5 Karoserie Kombi

Obr. 6 Karoserie Coupe

Obr. 7 Karoserie Gran Turismo

Obr. 8 Karoserie Kabriolet

Obr. 9 Karoserie Spider

Obr. 10 Karoserie Targa

Obr. 11 Karoserie Limuzína

Obr. 12 Karoserie Pullman

Obr. 13 Karoserie Landaulet

Obr. 14 Karoserie MPV

Obr. 15 Karoserie Van
Obr. 16 Karoserie SUV
Obr. 17 Karoserie Offroad
Obr. 18 Karoserie Pick Up
Obr. 19 Skelet karoserie vozu Mazda 2
Obr. 20 Zkouška Euro NCAP Čelní náraz
Obr. 21 Zkouška Euro NCAP Boční náraz
Obr. 22 Zkouška Euro NCAP Střet s chodcem
Obr. 23 Systém AKF
Obr. 24 Mechanika motoru 1.8l TFSI
Obr. 25 Hlava válců motoru 1.8 l TFSI
Obr. 26 Systém common rail
Obr. 27 Filtr pevných částic
Obr. 28 Schéma převodovky OAM
Obr. 29 Rozdělení aktivních bezpečnostních systémů
Obr. 30 Aktivní snímač otáček
Obr. 31 Regulace chování vozu systémem ABS
Obr. 32 Funkce ovlivňování zatáčivého momentu GMB
Obr. 33 Zásah elektronické uzávěrky diferenciálu
Obr. 34 Funkce systému ABSplus
Obr. 35 Chování vozidla s funkcí ASR
Obr. 36 Vysoušení brzdových kotoučů BSW
Obr. 37 Jednostupňový hybridní vyvíječ plynu
Obr. 38 Kuličkový předepínač bezpečnostního pásu
Obr. 39 Spínač bezpečnostního pásu
Obr. 40 Aktivní opěrka hlavy
Obr. 41 Systém ISOFIX
Obr. 42 Hodnoty testu Euro NCAP
Obr. 43 Řešení vozu BMW Hydrogen
Obr. 44 Prototyp Boss
Obr. 45 Prototyp vozu SEAT Leon AIDE

Seznam grafů

Graf 1 Výkonová charakteristika motoru 1.8l TFSI

Graf 2 Výkonová charakteristika motoru 2.0 TDI CR

Graf 3 Porovnání výšky a délky vozidel segmentu A

Graf 4 Porovnání pohotovostní hmotnosti

Graf 5 Maximální hodnoty výkonu a točivého momentu u zážehových motorů

Graf 6 Maximální hodnoty výkonu a točivého momentu u vznětových motorů

Graf 7 Spotřeba paliva a emise zážehových motorů

Graf 8 Spotřeba paliva a emise vznětových motorů

Graf 9 Cenový index vznětové motory

Graf 10 Cenový index zážehové motory

Seznam použitých zkratk

ABS	(Anti-Lock Brake Systém) - protiblokovací systém brzd, při blokování některého kola při brždění sníží na něm působící brzdny tlak.
ABSplus	– rozšířená funkce ABS
AKF	(Aktiv Kohlenfilter) – filtr s aktivním uhlím
ASR	(Antriebs-Schlupf-Regelung) - protiprokluzovací systém kol, jak některé hnací kolo začne prokluzovat, snižuje přiváděny kroučící moment motoru a za pomoci části systému ABS ho i přibrzdí. Shodné s TCS.
BSW	(Bremsen antrocknen bei aktivem Scheibenwischer) systém čistící brzdové kotouče vozu za deště
CBC	(Conner Brake Control) – systém regulující nedotáčivost a přetáčivost vozidla
DSG	(Direct Shift Gear) - automatická převodovka, u které je hydrodynamický měnič točivého momentu nahrazen dvěma spojkami, takže dokáže řadit bez ztráty výkonu.
EDS	(Elektronische Differentialsperre) - elektronická uzávěrka diferenciálu, při rozjezdě přibrzdí poháněná kola tak, aby nepřicházelo k prokluzování, při vyšších rychlostech se vypíná a jeho funkci přebírá ASR.
Euro-NCAP	(European New Car Assessment Programme) je nezávislé konsorcium, které provádí nárazové testy automobilů (tzv. crashtesty). Testovaným vozům pak vydává Euro-NCAP hodnocení bezpečnosti v podobě udělení hvězdiček za bezpečnost (max. 5 hvězdiček).

TFSI	(Turbo Fuel Stratified Injection) - Technologie zážehových motorů koncernu Volkswagen.
GMB	- systém ovlivňování zatáčivého momentu
HBA	(Hydraulic Brake Assistant) – Hydraulický brzdový asistent zvyšující brzdou sílu v případě nouzového brzdění.
ISOFIX	- systém označující normované ukotvení dětské sedačky
MSR	(Motersteuerungsregulation) – systém regulace otáček motoru
TCS	(Traction Control Systém) - systém kontroly trakcí, prevence prokluzování kol při akceleraci. Shodné s ASR.
TDI	(Turbo Direct Injection) - Technologie vznětových motorů koncernu Volkswagen.

Příloha č. 1 Technická data srovnávaných automobilů

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT	TOYOTA	HONDA	CITROEN
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	308	AURIS	CIVIC	C4
Označení verze	2.0 TDI 103 KW DPF TRENDLINE E	1.9 CDTI 88KW ENJOY GTC	2.0 TDCI GHIA	2.0 HDI 136 PREMIUM	2.0 D4-D SOL	2.2 I-CTDI COMFORT	1.6 HDI 110 SX PACK
Objem motoru (ccm)	1968	1910	1998	1997	1998	2204	1560
Vrtání (mm)	81,0	82,0	85,0	85,0	86,0	85,0	75,0
Zdvih (mm)	95,5	90,4	88,0	88,0	86,0	97,1	88,3
Kompresní poměr	18,5	17,5	18,0	17,6	16,8	16,7	
Počet válců	4	4	4	4	4	4	4
Provedení motoru	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový
Ovládání ventilů	DOHC	OHC	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC
Počet ventilů na válec	4	2	4	4	4	4	4
Přepřínování motoru	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Druh přepřínování	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo
Maximální výkon (kW)	103	88	100	100	93	103	80
Maximální výkon (k)	140	120	136	136	126	140	110
Otáčky motoru pro max. výkon (ot/min)	4000	3500	4000	4000	3600	4000	4000
Maximální krouticí moment (Nm)	320	280	340	320	300	340	240
Otáčky motoru pro max. kr. moment (ot/min)	1750	2000	2000	2000	2000	2000	1750

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	HONDA	CITROEN	KIA	TOYOTA	PEUGEOT	HYUNDAI
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	CIVIC	C4	CEED	AURIS	308	I30
Označení verze	1.4 TRENDLINE	1.4 16V ESSENTIA GTC	1.4 AMBIENTE	1.4 COMFORT	1.4 X	1.4 ACTIVE	1.4 VVT-I TERRA COOL	SW 1.4 CONFORT PACK	1.4 CVVT CLASSIC
Objem motoru (ccm)	1390	1364	1388	1339	1360	1396	1398	1397	1396
Vrtání (mm)	76,5	73,4	76,0	73,0	75,0	77,0	79,0	77,0	77,0
Zdvih (mm)	75,6	80,6	76,5	80,0	77,0	75,0	71,3	75,0	75,0
Kompresní poměr	10,5	10,5	11,0	10,5	10,2	10,5	10,5	11,0	10,5
Počet válců	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Provedení motoru	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový	Řadový
Ovládání ventilů	DOHC	DOHC	DOHC	OHC	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC	DOHC
Počet ventilů na válec	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Přepřínování motoru	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se
Druh přepřínování									
Maximální výkon (kW)	59	66	59	73	65	80	71	70	80
Maximální výkon (k)	80	90	80	100	90	109	97	95	109
Otáčky motoru pro max. výkon (ot/min)	5000	5600	5700	6000	5250	6200	6000	6000	6200
Maximální krouticí moment (Nm)	132	125	123	127	133	137	130	136	137
Otáčky motoru pro max. kr. moment (ot/min)	3800	4000	3500	4800	3250	5000	4400	4000	5000

Příloha č. 2 Bezpečnostní prvky srovnávaných automobilů

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	HONDA	CITROEN
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	CIVIC	C4
Označení verze	1.4 TRENDLIN E	1.4 16V ESSENTIA GTC	1.4 AMBIENTE	1.4 COMFORT	1.4 X
ABS	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Kontrola stability ESP	Standard	Volitelné	Standard	Standard	Nedodává se
Airbag přední	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Airbag boční	Standard	Standard	Standard	Standard	Nedodává se
Hlavový airbag	Standard	Volitelné	Volitelné	Standard	Nedodává se
Umístění	Vpředu a Vzadu			Vpředu a Vzadu	
Kolenní airbag	Standard	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se

Značka	KIA	TOYOTA	PEUGEOT	HYUNDAI
Model	CEED	AURIS	308	I30
Označení verze	1.4 ACTIVE	1.4 VVT-I TERRA COOL	SW 1.4 CONFORT PACK	1.4 CVT CLASSIC
ABS	Standard	Standard	Standard	Standard
Kontrola stability ESP	Volitelné	Volitelné	Volitelné	Volitelné
Airbag přední	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Airbag boční	Standard	Standard	Standard	Standard
Hlavový airbag	Standard	Nedodává se	Volitelné	Standard
Umístění	Vpředu a Vzadu			Vpředu a Vzadu
Kolenní airbag	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	308
Označení verze	2.0 TDI 103 KW DPF TRENDLIN E	1.9 CDTI 88KW ENJOY GTC	2.0 TDCI GHIA	2.0 HDI 136 PREMIUM
ABS	Standard	Standard	Standard	Standard
Kontrola stability ESP	Standard	Volitelné	Standard	Standard
Airbag přední	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Airbag boční	Standard	Standard	Standard	Standard
Hlavový airbag	Standard	Volitelné	Standard	Volitelné
Umístění	Vpředu a Vzadu			
Kolenní airbag	Standard	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se

Příloha č. 2 Bezpečnostní prvky srovnávaných automobilů

Značka	TOYOTA	HONDA	CITROEN
Model	AURIS	CIVIC	C4
Označení verze	2.0 D4-D SOL	2.2 I-CTDI COMFORT	1.6 HDI 110 SX PACK
ABS	Standard	Standard	Standard
Kontrola stability ESP	Volitelné	Standard	Standard
Airbag přední	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec	Řidič; Spolujezdec
Airbag boční	Standard	Standard	Standard
Hlavový airbag	Standard	Standard	Standard
Umístění	Vpředu a Vzadu	Vpředu a Vzadu	Vpředu a Vzadu
Kolenní airbag	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se

Příloha č. 3 Rozměry a hmotnosti hodnocených automobilů

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	HONDA	CITROEN	KIA	TOYOTA	PEUGEOT	HYUNDAI
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	CIVIC	C4	CEED	AURIS	308	I30
Označení verze	1.4 TRENDLINE	1.4 16V ESSENTIA GTC	1.4 AMBIENTE	1.4 COMFORT	1.4 X	1.4 ACTIVE	1.4 VVT-I TERRA COOL	SW 1.4 COMFORT PACK	1.4 CVT CLASSIC
Počet dveří	3	3	3	5	5	5	3	5	5
Délka (mm)	4 199	4 290	4 337	4 255	4 275	4 235	4 220	4 500	4 245
Šířka (mm)	1 786	1 753	1 839	1 765	1 773	1 790	1 760	1 815	1 775
Výška (mm)	1 479	1 435	1 500	1 460	1 458	1 480	1 515	1 556	1 480
Rozvor kol (mm)	2 578	2 614	2 640	2 620	2 608	2 650	2 600	2 708	2 650
Rozchod kol vpředu (mm)	1 540	1 488		1 505	1 505	1 546	1 536	1 526	1 546
Rozchod kol vzadu (mm)	1 513	1 488		1 510	1 510	1 544	1 533	1 521	1 544
Poloměr otáčení (mm)	10 900	11 200	10 600	10 920			11 000	11 100	10 200
Objem zavazadlového prostoru (l)	350	340	385	415	320	340	350	674	340
Objem zavazadlového prostoru při sklopených zadních sedadlech (l)	1 305	1 070	1 247		1 023			2 149	1 250
Celková hmotnost (kg)	1 740	1 685	1 690	1 690	1 702	1 710	1 720	1 920	1 720
Pohotovostní hmotnost (kg)	1 154	1 230	1 229	1 257	1 182	1 263	1 245	1 426	1 268
Hmotnost brzděného přívěsu (kg)	1 200	1 000	700	1 200	1 200	1 200	1 000	1 350	1 200
Hmotnost nebrzděného přívěsu (kg)	610	605		500	628	550	450	710	550

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT	TOYOTA	HONDA	CITROEN
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	308	AURIS	CIVIC	C4
Označení verze	2.0 TDI 103 KW DPF TRENDLINE	1.9 CDTI 88KW ENJOY GTC	2.0 TDCI GHIA	2.0 HDI 136 PREMIUM	2.0 D4-D SOL	2.2 I-CTDI COMFORT	1.6 HDI 110 SX PACK
Počet dveří	3	3	5	5	5	5	5
Délka (mm)	4 199	4 290	4 337	4 276	4 220	4 255	4 275
Šířka (mm)	1 786	1 753	1 839	1 815	1 760	1 765	1 773
Výška (mm)	1 479	1 435	1 500	1 430	1 515	1 460	1 458
Rozvor kol (mm)	2 578	2 614	2 640	2 608	2 600	2 620	2 608
Rozchod kol vpředu (mm)	1 540	1 488		1 536	1 536	1 505	1 505
Rozchod kol vzadu (mm)	1 513	1 488		1 521	1 533	1 510	1 510
Poloměr otáčení (mm)	10 900	11 200	10 600		11 000	11 320	
Objem zavazadlového prostoru (l)	350	340	385	442	350	415	320
Objem zavazadlového prostoru při sklopených zadních sedadlech (l)	1 305	1 070	1 247	1 398			1 023
Celková hmotnost (kg)	1 870	1 865	1 865	1 921	1 890	1 890	1 800
Pohotovostní hmotnost (kg)	1 281	1 390	1 417	1 496	1 400	1 422	1 280
Hmotnost brzděného přívěsu (kg)	1 700	1 500	1 500	1 700	1 500	1 500	1 300
Hmotnost nebrzděného přívěsu (kg)	670	690		745	450	500	677

Příloha č. 4 Komfortní výbava hodnocených automobilů

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	HONDA	CITROEN
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	CIVIC	C4
Označení verze	1.4 TRENDLINE	1.4 16V ESSENTIA GTC	1.4 AMBIENTE	1.4 COMFORT	1.4 X
Označení provedení	TRENDLINE	ESSENTIA	AMBIENTE	COMFORT	X
Cena ceniková (Kč)	359 900	399 900	392 490	429 000	349 900
Počet dveří	3	3	3	5	5
Centrální zamykání	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Ovládání centrálního zamykání	Dálkové	Dálkové	Dálkové	Dálkové	Dálkové
Elektrické stahování oken	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Vpředu	Vpředu	Vpředu	Vpředu;Vzadu	Vpředu
Vnější zrcátka	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Typ	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení
Posilovač řízení	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Palubní počítač	Standard	Volitelné	Volitelné	Standard	Standard
Výškově stavitelný volant	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Výškově nastavitelná přední sedadla	Ano;-	Ano;-	Ano;-	Ano;-	Ano;-
Dělení zadních sedadel	asymetrické	asymetrické	asymetrické	asymetrické	asymetrické
Rádio	Standard	Volitelné	Volitelné	Standard	Volitelné
CD přehrávač	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Provedení ráfků	Ocel	Ocel	Ocel	Ocel	Ocel
Klimatizace	Standard	Volitelné	Volitelné	Standard	Volitelné
Mlhové světlomety	Volitelné	Volitelné	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se
Provedení hlavních světlometů	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen

Značka	KIA	TOYOTA	PEUGEOT	HYUNDAI
Model	CEED	AURIS	308	I30
Označení verze	1.4 ACTIVE	1.4 VVT-I TERRA COOL	SW 1.4 CONFORT PACK	1.4 CVVT CLASSIC
Označení provedení	ACTIVE	TERRA COOL	CONFORT PACK	CLASSIC
Cena ceniková (Kč)	339 980	344 900	427 900	319 900
Počet dveří	5	3	5	5
Centrální zamykání	Standard	Standard	Standard	Standard
Ovládání centrálního zamykání	Dálkové	Dálkové	Dálkové	Schlüssel
Elektrické stahování oken	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Vpředu	Vpředu	Vpředu	Vpředu
Vnější zrcátka	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Typ	v. innen einst.	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	v. innen einst.
Posilovač řízení	Standard	Standard	Standard	Standard
Palubní počítač	Standard	Standard	Standard	Standard
Výškově stavitelný volant	Ano	Ano	Ano	Ano
Výškově nastavitelná přední sedadla	Ano;-	Ano;-	Ano;-	Ano;-
Dělení zadních sedadel	asymetrické	asymetrické	asymetrické	asymetrické
Rádio	Standard	Standard	Standard	Standard
CD přehrávač	Ano	Ano	Ano	Ano
Provedení ráfků	Ocel	Ocel	Ocel	Ocel
Klimatizace	Standard	Standard	Standard	Volitelné
Mlhové světlomety	Volitelné	Nedodává se	Standard	Nedodává se
Provedení hlavních světlometů	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen

Příloha č. 4 Komfortní výbava hodnocených automobilů

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	308
Označení verze	2.0 TDI 103 KW DPF TRENDLINE	1.9 CDTI 88KW ENJOY GTC	2.0 TDCI GHIA	2.0 HDI 136 PREMIUM
Označení provedení	TRENDLINE	ENJOY	GHIA	PREMIUM
Cena ceníková (Kč)	521 700	576 900	636 490	598 900
Počet dveří	3	3	5	5
Centrální zamykání	Standard	Standard	Standard	Standard
Ovládání centrálního zamykání	Dálkové	Dálkové	Dálkové	Dálkové
Elektrické stahování oken	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Vpředu	Vpředu	Vpředu;Vzadu	Vpředu;Vzadu
Vnější zrcátka	Standard	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Typ	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení
Posilovač řízení	Standard	Standard	Standard	Standard
Palubní počítač	Standard	Standard	Standard	Standard
Výškově stavitelný volant	Ano	Ano	Ano	Ano
Výškově nastavitelná přední sedadla	Ano;-	Ano;-	Ano;-	Ano
Dělení zadních sedadel	asymetrické	asymetrické	asymetrické	asymetrické
Rádio	Standard	Standard	Standard	Standard
CD přehrávač	Ano	Ano	Ano	Ano
Provedení ráfků	Ocel	Ocel	Hliník	Hliník
Klimatizace	Standard	Standard	Standard	Standard
Mlhové světlomety	Volitelné	Volitelné	Standard	Standard
Provedení hlavních světlometů	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen

Značka	TOYOTA	HONDA	CITROEN
Model	AURIS	CIVIC	C4
Označení verze	2.0 D4-D SOL	2.2 I-CTDI COMFORT	1.6 HDI 110 SX PACK
Označení provedení	SOL	COMFORT	SX PACK
Cena ceníková (Kč)	524 900	539 000	529 900
Počet dveří	5	5	5
Centrální zamykání	Standard	Standard	Standard
Ovládání centrálního zamykání	Dálkové	Dálkové	Dálkové
Elektrické stahování oken	Standard	Standard	Standard
Umístění	Vpředu;Vzadu	Vpředu;Vzadu	Vpředu;Vzadu
Vnější zrcátka	Standard	Standard	Standard
Umístění	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec	Řidič;Spolujezdec
Typ	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení	Elektrické nastavení
Posilovač řízení	Standard	Standard	Standard
Palubní počítač	Standard	Standard	Standard
Výškově stavitelný volant	Ano	Ano	Ano
Výškově nastavitelná přední sedadla	Ano;-	Ano;-	Ano;-
Dělení zadních sedadel	asymetrické	asymetrické	asymetrické
Rádio	Standard	Standard	Standard
CD přehrávač	Ano	Ano	Ano
Provedení ráfků	Ocel	Ocel	Hliník
Klimatizace	Standard	Standard	Standard
Mlhové světlomety	Standard	Nedodává se	Standard
Provedení hlavních světlometů	Halogen	Halogen	Halogen

Příloha č. 5 Spotřeby a emisní limity hodnocených vozidel

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	HONDA	CITROEN
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	CIVIC	C4
Označení verze	1.4 TRENDLINE	1.4 16V ESSENTIA GTC	1.4 AMBIENTE	1.4 COMFORT	1.4 X
Označení provedení	TRENDLINE	ESSENTIA	AMBIENTE	COMFORT	X
Emisní norma	EU4	EU4	EU4	EU4	EU4
Emise CO2 (g/km - kombinovaná)	149	151	157	135	153
Katalyzátor	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Provedení katalyzátoru	Třícestný	Třícestný	Třícestný	Třícestný	Třícestný
Filtr pevných částic	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se
Norma spotřeby paliva	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100
Spotřeba paliva město (l/100km)	8,5	8	8,7	7,3	8,7
Spotřeba paliva mimo město (l/100km)	5,1	5	5,4	5	5,2
Spotřeba paliva kombinovaná (l/100km)	6,4	6,1	6,6	5,9	6,4

Značka	KIA	TOYOTA	PEUGEOT	HYUNDAI
Model	CEED	AURIS	308	I30
Označení verze	1.4 ACTIVE	1.4 VVT-I TERRA COOL	SW 1.4 CONFORT PACK	1.4 CVVT CLASSIC
Označení provedení	ACTIVE	TERRA COOL	CONFORT PACK	CLASSIC
Emisní norma	EU4	EU4	EU4	EU4
Emise CO2 (g/km - kombinovaná)	145	163	159	145
Katalyzátor	Standard	Standard	Standard	Standard
Provedení katalyzátoru	Třícestný	Třícestný	Třícestný	Třícestný
Filtr pevných částic	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se
Norma spotřeby paliva	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100
Spotřeba paliva město (l/100km)	7,6	8,7	9,3	7,6
Spotřeba paliva mimo město (l/100km)	5,2	5,9	5,3	5,2
Spotřeba paliva kombinovaná (l/100km)	6,1	6,9	6,7	6,1

Značka	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT
Model	GOLF	ASTRA	FOCUS	308
Označení verze	2.0 TDI 103 KW DPF TRENDLINE	1.9 CDTI 88KW ENJOY GTC	2.0 TDCI GHIA	2.0 HDI 136 PREMIUM
Označení provedení	TRENDLINE	ENJOY	GHIA	PREMIUM
Emisní norma	EU4	EU4	EU4	EU4
Emise CO2 (g/km - kombinovaná)	129	157	144	146
Katalyzátor	Standard	Standard	Standard	Standard
Provedení katalyzátoru	Nafta	Nafta	Nafta	Nafta
Filtr pevných částic	Standard	Volitelné	Nedodává se	Standard
Norma spotřeby paliva	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100
Spotřeba paliva město (l/100km)	6,4	7,4	7	7,2
Spotřeba paliva mimo město (l/100km)	4	4,9	4,5	4,5
Spotřeba paliva kombinovaná (l/100km)	4,9	5,8	5,5	5,5

Značka	TOYOTA	HONDA	CITROEN
Model	AURIS	CIVIC	C4
Označení verze	2.0 D4-D SOL	2.2 I-CTDI COMFORT	1.6 HDI 110 SX PACK
Označení provedení	SOL	COMFORT	SX PACK
Emisní norma	EU4	EU4	EU4
Emise CO2 (g/km - kombinovaná)	144	134	125
Katalyzátor	Standard	Standard	Standard
Provedení katalyzátoru	Nafta	Nafta	Nafta
Filtr pevných částic	Nedodává se	Nedodává se	Nedodává se
Norma spotřeby paliva	ECE 99/100	ECE 99/100	ECE 99/100
Spotřeba paliva město (l/100km)	7	6,5	6
Spotřeba paliva mimo město (l/100km)	4,6	4,3	4
Spotřeba paliva kombinovaná (l/100km)	5,4	5,1	4,7

Příloha č. 6 Cenové indexy hodnocených vozidel

A Class Petrol Land: Tschechien									
	VOLKSWAGEN GOLF 1.4 TRENDLINE 80 PS	CITROEN C4 1.4 X 90 PS	FORD FOCUS 1.4 TREND 80 PS	HYUNDAI I30 1.4 CVT CLASSIC 109 PS	KIA CEED 1.4 ACTIVE 109 PS	OPEL ASTRA 1.4 16V FAMILY 90 PS	PEUGEOT 308 1.4 COMFORT PACK 95 PS	TOYOTA AURIS 1.33 VVT-i TERRA COOL 100 PS	Durchschnitt ohne eigene Herstellergrupp e
Preis	359.900	274.900	329.990	279.900	324.980	339.900	427.900	354.900	330.296
Preis Index	109	83	100	85	98	103	130	107	100
Nachlass					(30.000)		(83.000)		(14.125)
Preis mit Nachlass	359.900	274.900	329.990	279.900	294.980	339.900	344.900	354.900	316.171
Preis mit Nachlass Index	114	87	104	89	93	108	109	112	100
Anzahl der Türen	3	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	(15.000)	
ABS	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Stabilitätskontrolle	Std	12.000	Std	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	
Front-Airbag (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Front-Airbag, Position (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Seiten-Airbag	Std	6.000	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Kopf/Thorax Airbag (vorn und hinten)	Std		Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Kopf/Thorax Airbag, Position (vorn und hinten)	Std	12.000	Std	Std	Std	12.000	12.000	12.000	
Zentralverriegelung	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Zentralverriegelung, Bedienung	Fe	Fe	Fe	3.000	Fe	Fe	Fe	Fe	
Elektrische Fensterheber (V)	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Elektrische Fensterheber, Position (V)	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Außenspiegel (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Außenspiegel, Position (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Außenspiegel, Art (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Akt. einstb. / elektr. einstb. / elektr. einstb. / elektr. einstb.	Std	Std	Std	2.000	2.000	2.000	Std	Std	
Servolenkung	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Bordcomputer	Std	Std	Std	Std	Std	4.500	Std	Std	
Lenkrad	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Lenkrad, Höhenverstellung	S	S	S	S	S	S	S	S	
Vordersitze (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Vordersitze, Position (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Vordersitze, Höhenverstellung (F / B)	S / -	S / -	S / -	S / -	S / -	S / -	S / -	S / -	
Vordersitze, elektrisch verstellbar (F / B)	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	
Rucksitze	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Rucksitze, umlegbar	As	As	As	As	As	As	As	As	
Audio-Anlage	Std	7.500	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Audio-Anlage, CD-Laufwerk	S	O	S	S	S	S	S	S	
Räder (V / H)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Räder, Position (V / H)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	
Räder, Material (V / H)	Std / St	Std / St	Std / St	Std / St	Std / St	Std / St	Std / St	Std / St	
Klimaanlage	Std	30.000	Std	30.000	Std	Std	Std	Std	
Klimaanlage, Klimaautomatik	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hebecheinwerfer	nicht verfügbar	nicht verfügbar	(4.000)	nicht verfügbar	-	(4.000)	(4.000)	nicht verfügbar	
Hauptscheinwerfer	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Hauptscheinwerfer, Lampentyp	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	
Lackierung	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	
Lackierung, Art	Unlack	Unlack	Unlack	Unlack	Unlack	Unlack	Unlack	Unlack	
Knie-Airbags (F)	Std	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	
Ausstattungsreinigung gesamt	56.500	56.500	(15.000)	36.000	3.000	15.500	9.000	13.000	15.875
Ausstattungsbereinigter Preis	359.900	331.400	314.990	315.900	297.980	355.400	353.900	367.900	332.046
Ausstattungsbereinigter Preis Index	100	92	88	88	83	99	98	102	92
Hubraum in Liter	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	
Leistung max. in KW	59	65	59	80	80	66	70	74	
Leistung max. PS	80	(12.000)	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(12.000)	(18.000)	(24.000)	
Kraftstoff	bleifrei	bleifrei	bleifrei	bleifrei	bleifrei	bleifrei	bleifrei	bleifrei	
Andere Motorbereinigungen									
Gesamte Motorbereinigung	(12.000)	(12.000)	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(12.000)	(18.000)	(24.000)	(22.800)
Ausstattungs- und Motorbereinigter Preis	359.900	319.400	314.990	281.100	263.180	343.400	335.900	343.900	312.096
Ausstatt.- u. Motorbereinigter Preis Index	115	102	101	90	84	110	108	110	100,00

Příloha č. 6 Cenové indexy hodnocených vozidel

A class Diesel Land: Tschechien									
	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT	TOYOTA	HONDA	CITROEN	Durchschnitt ohne eigene Herstellerguppe	
	2.0 TDI 103 kW DPF TRENDLINE 140 PS	ASTRA GTC 1.9 CDTI 88kW ENJOY 120 PS	FOCUS 2.0 TDCI GHIA 136 PS	2.0 HDI 136 PREMIUM 136 PS	AURIS 2.0 D-4D SOL 126 PS	CIVIC 2.2 i-CTDI COMFORT 140 PS	C4 1.6 HDI 110 SX PACK 110 PS		
Versionenkennung	7398894	7198261	482879	7300194	482828	7324137	7147059		
Land	Tschechien	Tschechien	Tschechien	Tschechien	Tschechien	Tschechien	Tschechien		
Modell	GOLF	ASTRA	FOCUS	FOCUS	AURIS	CIVIC	C4		
Ausführungsbezeichnung	TDI 103 kW DPF TRENDLINE	9 CDTI 88kW ENJOY GT	2.0 TDCI GHIA	2.0 HDI 136 PREMIUM	2.0 D-4D SOL	2.2 i-CTDI COMFORT	1.6 HDI 110 SX PACK		
Ausstattungsbezeichnung	TRENDLINE	ENJOY	GHIA	PREMIUM	SOL	COMFORT	SX PACK		
Preis	521 700	576 900	636 490	598 900	524 900	539 000	529 900	550 867	
Preis Index	95	105	116	109	95	96	96	100	
Herstellerguppe	VOLKSWAGEN	GM	FORD	PSA	TOYOTA	HONDA	PSA		
Marke	VOLKSWAGEN	OPEL	FORD	PEUGEOT	TOYOTA	HONDA	CITROEN		
Karosserieausführung	Schragheckl	Schragheckl	Schragheckl	Schragheckl	Schragheckl	Schragheckl	Schragheckl		
Anzahl der Türen	3	3	(20 000)	(20 000)	(20 000)	(20 000)	(20 000)		
ABS	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Stabilitätskontrolle	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Front-Airbag (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Front-Airbag, Position (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Seiten-Airbag	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Kopf-/Thorax Airbag (vorn und hinten)	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Kopf-/Thorax Airbag, Position (vorn und hinten)	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Zentralverriegelung	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Zentralverriegelung, Bedienung	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe		
Elektrische Fensterheber (V / H)	Std / -	Std / -	(5 250)	(5 250)	(5 250)	(5 250)	(5 250)		
Elektrische Fensterheber, Position (V / H)	Std / -	Std / -	(5 250)	(5 250)	(5 250)	(5 250)	(5 250)		
Außenspiegel (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Außenspiegel, Position (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Außenspiegel, Art (F / B)	elektr einstab / elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab		
Außenspiegel, Art (F / B)	elektr einstab / elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab	elektr einstab / elektr einstab		
Servolenkung	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Bordcomputer	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Lenkrad	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Lenkrad, Höhenverstellung	S	S	S	S	S	S	S		
Vordersitze (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Vordersitze, Position (F / B)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Vordersitze, Höhenverstellung (F / B)	S / -	S / -	S / -	(1 700)	S / -	S / -	S / -		
Vordersitze, elektrisch verstellbar (F / B)	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -		
Rücksitze	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Rücksitze, umlegbar	As	As	As	As	As	As	As		
Audio-Anlage	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Audio-Anlage, CD-Laufwerk	S	S	S	S	S	S	S		
Räder (V / H)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Räder, Position (V / H)	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std	Std / Std		
Räder, Material (V / H)	St / St	St / St	(22 100)	(22 100)	St / St	St / St	(22 100)		
Klimaanlage	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Klimaanlage, Klimaautomatik	-	-	-	-	-	(5 000)	(5 000)		
Nebeischeinwerfer	nicht verfügb	-	(6 000)	(6 000)	(6 000)	nicht verfügb	(6 000)		
Hauptscheinwerfer	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Hauptscheinwerfer, Lampentyp	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen	Halogen		
Lackierung	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std		
Lackierung, Art	Unilack	Unilack	Unilack	Unilack	Unilack	Unilack	Unilack		
Ausstattungsbezeichnung gesamt	10 000	10 000	(63 350)	(45 050)	(14 250)	(43 000)	(58 350)	(37 721)	
Ausstattungsbelegter Preis	521 700	586 900	583 140	553 850	510 850	496 000	471 350	513 146	
Ausstattungsbelegter Preis Index	100	112	112	106	98	95	90	98	
Hubraum in Liter	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	1.6		
Leistung max. in kW	103	88	100	100	93	103	80		
Leistung max. PS	140	120	136	136	127	140	108		
Kraftstoffart	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel		
Gesamte Motorbereinigung	521 700	606 900	587 140	557 850	524 650	496 000	501 550	527 003	
Ausstattungs- und Motorbereiniger Preis	99	115	111	106	100	94	95	100	
Ausstatt- u Motorbereiniger Preis Index									