



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Automobily – teorie a praxe

Filip Lejhanec, Jan Jírovec

První soukromé jazykové gymnázium

Brandlova 875, Hradec Králové

PROHLÁŠENÍ

Prohlašujeme, že všechny zdroje, které jsme použili, internetové i literární, jsou uvedeny na konci naší práce a že jsme k vypracování čerpali jen a pouze z těch uvedených v naší práci.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěli bychom poděkovat panu profesorovi Volfovi, že s námi měl trpělivost, dohlížel na nás a radil nám v naší práci vždy, když jsme to potřebovali. Dále bychom chtěli poděkovat magistru Pavlu Kabrhelovi z Katedry fyziky Univerzity Hradec Králové za to, že s námi v laboratoři strávil několik hodin a vysvětlil nám postup našeho měření a pomohl nám se zpracováním výsledků.

OBSAH

Prohlášení	2
Poděkování	3
česká anotace	6
anglická anotace	7
1. Úvod	8
1.1. téma	8
1.2. úvodní informace	8
1.3. cíle práce a hypotézy	8
2. Teoretická část	10
2.1. Ford	10
2.2. Ford Mondeo	11
2.2.1. motorizace	11
2.2.2. Ford mondeo 2,2 TDCi 2008 – základní informace	13
2.3. Škoda auto	13
2.4. ŠKODA SUPERB	15
2.4.1. motorizace	16
2.5. Alfa Romeo	19
2.6. Alfa romeo 156	21
2.7. Aerodynamický tunel	23
2.7.1. Dělení	23
2.7.2. Složení	23
2.7.3. Způsoby měření	24
3. Praktická část	26
3.1. výpočty	26
3.1.1. Teoreticky	26
3.2. měření	31

4. závěr	40
5. Zdroje	41

ČESKÁ ANOTACE

Téma: Modely aut

Název školy: PSJG

Jméno vedoucího týmu: Jan Jírovec

Kategorie: II.

Jméno člena týmu: Filip Lejhanec

Volf, CSc.

Jméno konzultanta: Prof. RNDr. Ivo

CÍL PRÁCE V praktické části porovnat dva automobily stejné třídy v praxi – srovnat spotřebu, výkon.

V teoretické části porozumět složitějším fyzikálním jevům, které při jízdě probíhají, popsat je a udělat pokusy v daných situacích.

POSTUP PRÁCE O zvoleném automobilu jsme sehnali informace, práci konzultovali s naším konzultantem a domluvili se na praktické části.

SHROMÁŽDĚNÁ DATA Naměřené a vypočítané hodnoty v praktické části.

VÝSLEDKY Hodnoty odporových koeficientů jednotlivých tvarů a těles.

ZÁVĚR Námi naměřené hodnoty v porovnání s realitou platí.

ANGLICKÁ ANOTACE

Topic: Car models

Name of School: PSJG

Name of team leader: Jan Jírovec

Category: II.

Name a team member: Filip Lejhanec

Consultant's name: Prof. RNDr. Ivo Volf,

CSc.

OBJECTIVE Compare two cars of the same class in practice – difference in consumption and performance.

Try to understand physical phenomena that happen when driving, describe them and make attempts of certain situations.

PROCEDURE We have gathered some information about chosen cars, discussed our work with a consultant and arranged the practical part.

Collected data Measured and calculated data in the practical part of our work.

RESULTS Measured data of the air resistance of the shapes and objects.

CONCLUSION Our measured data in comparison to reality are correct.

1. ÚVOD

1.1. TÉMA

Návrh na toto téma nám byl dán našimi konzultanty a jelikož se nám zdálo zajímavé, začali jsme se jím více zabývat. Po seznámení se se všemi základy i odvětvími jsme se rozhodli si téma ponechat a postavit na jeho základě celou naši práci. Všechna měření jsme prováděli na katedře fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové.

1.2. ÚVODNÍ INFORMACE

Předložená práce se zabývá pohybem automobilu z hlediska kinematiky a dynamiky. Zjednodušením popisu reálného pohybu skutečného automobilu získáme modelové situace, které lze vhodně popsat a následně i řešit problémy, spojené s pohybem, a to i se základy středoškolské fyziky a matematiky. Obecné přístupy jsou v práci konkretizovány na dvou typech osobního automobilu – Škoda Superb a Ford Mondeo.

Druhá část práce zůstala zatím jen na úrovni teoretického záměru – uvádí možnosti, jak získat vyhovující, ale přesto zcela konkrétní fyzikální údaje. Řadu z nich najdeme v technické dokumentaci vozů, ale i do ní je třeba vložit hodnoty, které se v technické praxi podaří získat jen experimentálně.

Třetí část práce zahrnuje různé druhy měření a jejich popis. Nastihuje průběh jednotlivých situací a způsob jak se dopracovat k výsledku. Obsahuje výpočty konečných hodnot koeficientu C a tabulku pro srovnání jednotlivých výsledků.

V práci se nezapomíná ani na negativní vliv rozvoje automobilismu na ekologii a kvalitu životního prostředí.

1.3. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Chtěli bychom zjistit přesné koeficienty odporu u našich modelů a porovnat je s hodnotami naměřenými v profesionálních podmínkách. Rádi bychom otestovali přesnost jednotlivých simulací a vyhodnotili jejich případné budoucí uplatnění. Chceme zjistit, jak velký vliv mají malé nerovnosti modelů oproti velkým automobilům. Jak silně ovlivňují i sebemenší víry vytvořené nerovností odpor celého automobilu. Jestli je důležitější tvar, nebo absence výběžků a dírek.

Myslíme si, že modely budou mít stejný koeficient odporu jako reálná auta, protože mají stejný tvar. Nepřikládáme malým vírům až tak velkou roli na konečný výsledek. Myslíme si, že koeficienty odporu budou dosahovat malých hodnot s ohledem na čas a peníze, které jsou na vývoj takového automobilu věnovány.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. FORD

Automobilka byla založena Henry Fordem v Dearbornu, na předměstí Detroitu, 16. června roku 1903. Automobilka začala jako první s pásovou výrobou v roce 1913, což umožnilo vyrobit rychleji více vozů za méně peněz a Ford se stal velmi oblíbeným výrobcem. K tomu také pomohl vůz s označením Ford Model T, který jakožto první cenově dostupný automobil způsobil masovou motorizaci světa. Model T se vyráběl v rozmezí let 1908 – 1927 a celkem se vyrobilo přibližně 15 milionů kusů. Během druhé světové války automobilka vyráběla bombardéry B-24, letecké motory, tanky a další vojenskou techniku. Po konci války, už v říjnu, Ford opět začal s výrobou civilních vozů. V padesátých letech Ford představil velmi úspěšný model Thunderbird, který se vyrábí dodnes (již desátá generace). Během šedesátých let se v USA začal vyrábět sportovní model Mustang. Vůz se stal americkým snem a je jím dodnes. Ve stejnou dobu Ford začal vymýšlet vůz, se kterým by byl schopen porazit vozy Ferrari v prestižním závodě 24 hodin v Le Mans. Tak se zrodil model GT 40. Ford po prvních neúspěších závod v letech 1966-1969 vyhrál. V devadesátých letech Ford investoval nemalé částky do vývoje a na rozšíření modelových řad. Také díky úsporným programům se povedlo automobilce obnovit prosperitu a udržet se na vrcholu světového automobilového průmyslu.

[1]



Obrázek 1: Henry Ford



Obrázek 2: Logo

2.2. FORD MONDEO

Ford Mondeo je automobil střední třídy a prodává se na většině světových trzích od roku 1993. Nabízelo se ve verzích sedan, kupé i kombi. V současné době se vyrábí již čtvrtá generace tohoto modelu, který se stále těší veliké oblibě veřejnosti. Automobilka investovala do vývoje přibližně 6 miliard dolarů a model se měl stát „světovým vozem“. To se mu také povedlo a například v Evropě nahradil stávající model Sierra, v USA modely Contour a Mercury Mystique – vycházející z modelu Mondeo, nahradily stávající modely Tempo a Mercury Topaz a v Asii Mondeo nahradilo stávající Telstar. Model měl od svých předchůdců několik změn – poháněn byl přední nápravou, ale k dispozici byl i pohon všech čtyř kol. Po motorové stránce mělo Mondeo s pohonem předních kol v nabídce čtyřválcové zážehové motory o objemu 1,6; 1,8; 2,0 a 2,5 litru, ze vznětových pouze jeden čtyřválec o objemu 1,8 litru. S pohonem všech čtyř kol byly nabízeny motory o objemu 2,0 litru a sportovní verze ST 200 s šestiválcovým turbomotorem o objemu 2,5 litru. Motory o objemu 1,6 litru měly kombinovanou spotřebu kolem 7,2 l/100km a přibližně 66 kW (90 koní; 1 k = 0,736 kW), dvoulitry okolo 8,2 l/100km s 69 kW (95 koní) a závodní model o objemu 2,5 l měl spotřebu přibližně 10 l/100km, 128 kW (174 koní). Poslední čtvrtá generace Mondea s sebou přinesla několik změn – estetických i technických. Po technické stránce se jedná o nové motory, které mají se stejným objemem větší výkon, jsou účinnější a šetrnější (spotřeba je i u nejsilnějších motorů – turbodiesel o objemu 2,2 l má uváděnou kombinovanou spotřebu 6,0 l/100km a přibližně 110 kW – tedy 150 koní) po estetické stránce se jedná o vzhled vozu i interiéru. [2]

2.2.1. MOTORIZACE

2.2.1.1. BENZÍNOVÉ MOTORY

Tabulka 1: Benzínové motory pro model Mondeo

Typ motoru	Válce	Objem	Max. výkon	Rychlost	Emise CO ₂	Max. točivý moment
1.6 Duratec	4	1596 cm ³	92kW	195km/h	172 g/km	160 Nm
2.0 Duratec	4	1999 cm ³	107kW	197km/h	194 g/km	190 Nm
2.3 Duratec	4	2261 cm ³	118kW	200km/h	232 g/km	208 Nm

2.2.1.2. DIESELOVÉ MOTORY

Tabulka 2: Diesellové motory pro model Mondeo

Typ motoru	Válce	Objem	Max. výkon	Rychlost	Emise CO ₂	Max. točivý moment
1.8 Duratorq	4	1753 cm ³	92kW	187km/h	164 g /km	320 Nm
2.0 Duratorq	4	1997 cm ³	96kW	191km/h	169 g/km	340 Nm
2.2 Duratorq	4	2179 cm ³	147kW	230km/h	159 g/km	420 Nm

[2]



Obrázek 3: Mondeo první generace



Obrázek 4: Mondeo čtvrté generace

2.2.2. FORD MONDEO 2,2 TDCI 2008 – ZÁKLADNÍ INFORMACE

Tabulka základních informací, které byly použity v praktické části. [3]

Tabulka 3: Technické údaje o modelu Mondeo 2,2 TDCi, rok výroby 2008

Pohotovostní hmotnost	1610 kg
Objem motoru	2,2 litru
Výkon	129 kW (173 koní)
Zrychlení z 0-100 km/h	8,7 s
Maximální rychlost	223 km/h
Spotřeba paliva propočítaná na 100 km	
Ve městě	8,4 litru
Mimo město	4,9 litru
Kombinovaná	6,2 litru
Rozměry vozidla (v mm)	
Délka	4830
Šířka	1886
Výška	1512

2.3. ŠKODA AUTO

Historie společnosti Škoda začíná v roce 1895, kdy se dva cyklisté, mechanik Václav Laurin a knihkupec Václav Klement, rozhodli založit malý podnik na výrobu jízdních kol (poté, co je neuspokojila reakce německé společnosti na jejich reklamaci vadného bicyklu). V roce 1899 začíná továrna Laurin & Klement vyrábět i motocykly, se kterými se účastní soutěží.

V roce 1905 se začíná vyrábět první model automobilu: Voiturette A; okamžitě se stává prodejním trhákem. Komerční úspěch působí, že se v roce 1907 automobilka mění na akciovou společnost. Za první světové války je podnik součástí válečné výroby.

Po válce se společnost nadále rozvíjí, kromě osobních vozidel vyrábí i nákladní, ale také např. letecké motory. S cílem podporovat další rozvoj (a překonat problémy následující rozsáhlý požár roku 1924) společnost hledá silného partnera. V roce 1925 pak dochází ke spojení se strojírenským podnikem Škoda. To znamená konec značky Laurin & Klement, postupně se přechází na jméno a znak Škoda. [4]

I Škodu postihla velká hospodářská krize (v průběhu které došlo ke změně názvu na Akciová společnost pro automobilový průmysl – ASAP), po které však pokračovala úspěšná éra, kterou přerušila až německá okupace za druhé světové války, za které je továrna částí koncernu Hermann-Göring-Werke a vyrábí se zde zbraňové součásti a terénní vozidla. Výroba nákladních vozidel respektive nákladních automobilů a autobusů pod značkou Škoda ale pokračovala i po skončení 2. světové války. Tato výroba však byla z původního koncernu Škoda oddělena respektive direktivně převedena (v rámci velké reorganizace celého odvětví automobilového průmyslu) do jiných samostatných firem sídlících v Jablonci na Nisou a Mnichově Hradišti, nákladní vozidla byla později velmi známá pod svojí původní mateřskou značkou LIAZ (nyní opět tato značka patří do firemní skupiny koncernu Volkswagen). Výroba autobusů značky Škoda (a také značky Praga) byla ukončena tak, aby se jediným monopolním výrobcem autobusů v tehdejší Československu stal podnik Karosa sídlící ve Vysokém Mýtě.

Po druhé světové válce je automobilka oddělena od plzeňské části podniku Škoda a přeměněna na tzv. AZNP Mladá Boleslav („Automobilové závody, národní podnik“), přičemž je monopolním výrobcem osobních aut v tehdejší Československu. Kvůli omezeným možnostem styku se zahraničím je postupně patrné zaostávání v moderních technologiích. Automobily Škoda nejsou na západních trzích konkurenceschopné a významně se prodávají pouze ve východním bloku.

Po roce 1989 bylo rozhodnuto o vstupu silného zahraničního partnera, v roce 1990 se jím stala velká německá automobilka Volkswagen (druhým finalistou byl Renault, mezi dalších 22 zájemců patřily např. firmy BMW, Fiat, General Motors). Vláda o tom rozhodla 9. prosince 1990 a spojení se uskutečnilo 16. dubna 1991, čímž se Škoda stala čtvrtou značkou koncernu (vedle značek VW, Audi a Seat). Škoda byla opět přejmenována, tentokrát na Škoda, automobilová akciová společnost.

Technologický skluz se závodu podařilo brzy dohnat a dnes, pod značkou Škoda Auto, se automobily Škoda úspěšně prodávají na trzích celého světa. Automobilka provozuje vlastní vysokou školu (ŠAVŠ) a odborná učiliště. Automobily Škoda se účastní automobilových soutěží rallye (se závodním speciálem Fabia S2000).

Dne 13. července 2006 vyrobila Škoda Auto desetimiliontý vůz v historii značky. Škoda Auto je v současnosti největším českým exportérem.

Jednou z nejznámějších českých značek je dlouholeté logo Škody - okřídlený šíp. Symbolizuje rychlost, jeho křídla pokrok a volnost. Oko v křídle poukazuje na přesnost výroby a vnímavost k okolí. Kruh, ve kterém je šíp umístěn, je symbolem jednoty, úplnosti, světa a harmonie. Hodnota loga se odhaduje na miliardy korun. Holding dostával za jejich použití podle obratu bývalých dceřiných společností milionové sumy ročně. [5]

2.4. ŠKODA SUPERB

Škoda Superb je osobní automobil střední třídy z produkce automobilky Škoda Auto vyráběný od roku 2001. V roce 2009 byl vyhlášen anglickým Top Gear Magazinem titulem Luxury Car of the Year (Luxusní auto roku).

První generace Superbu byla představena na Ženevském autosalonu v roce 2001 pod názvem Škoda Montreux a v prosinci téhož roku se model začal prodávat. První generace se vyráběla ve výrobním závodě Kvasiny, ale i na Ukrajině, v Indii, v Bosně a Kazachstánu. Byla postavena na podvozkové platformě B5. [6]



Obrázek 5: Škoda Superb 1. Generace



Obrázek 6: Logo Škoda

2.4.1. MOTORIZACE

2.4.1.1. BENZÍNOVÉ MOTORY

Tabulka 4: Benzínové motory první generace modelu Superb

Mode l	Válce	Objem	Emise CO ₂	Max. výkon	Max.toč. moment	Hmotnost auta	Rychlost	Výroba
1.8T	4	1781 cm ³	202 g/km	110 kW	210 Nm	1438+80 kg	216 km/h	2001-08
2.0	4	1984 cm ³	203 g/km	85 kW	172 Nm	1421+80 kg	197 km/h	2001-08
2.8	4	2771 cm ³	238 g/km	142 kW	280 Nm	1500+80 kg	237 km/h	2001-08

Tabulka 5: Benzínové motory druhé generace modelu Superb

Model	Válce	Objem	Emise CO ₂	Max. výkon	Max.toč. moment	Zrychlení 100km/h	Rychlost	Značení
1.4 TSI	4	1390 cm ³	159 g/km	92 kW	200 Nm	10,5 s	201 km/h	CAXC
1.8 TSI	4	1798 cm ³	171 g/km	118 kW	250 Nm	8,6 s	220 km/h	CDAA
2.0 TSI	4	1984 cm ³	178 g/km	147 kW	280 Nm		240 km/h	
3.6 FSI	6	3600 cm ³	235 g/km	191 kW	350 Nm	6,5 s	250 km/h	CDVA

2.4.1.2. DIESELOVÉ MOTORY

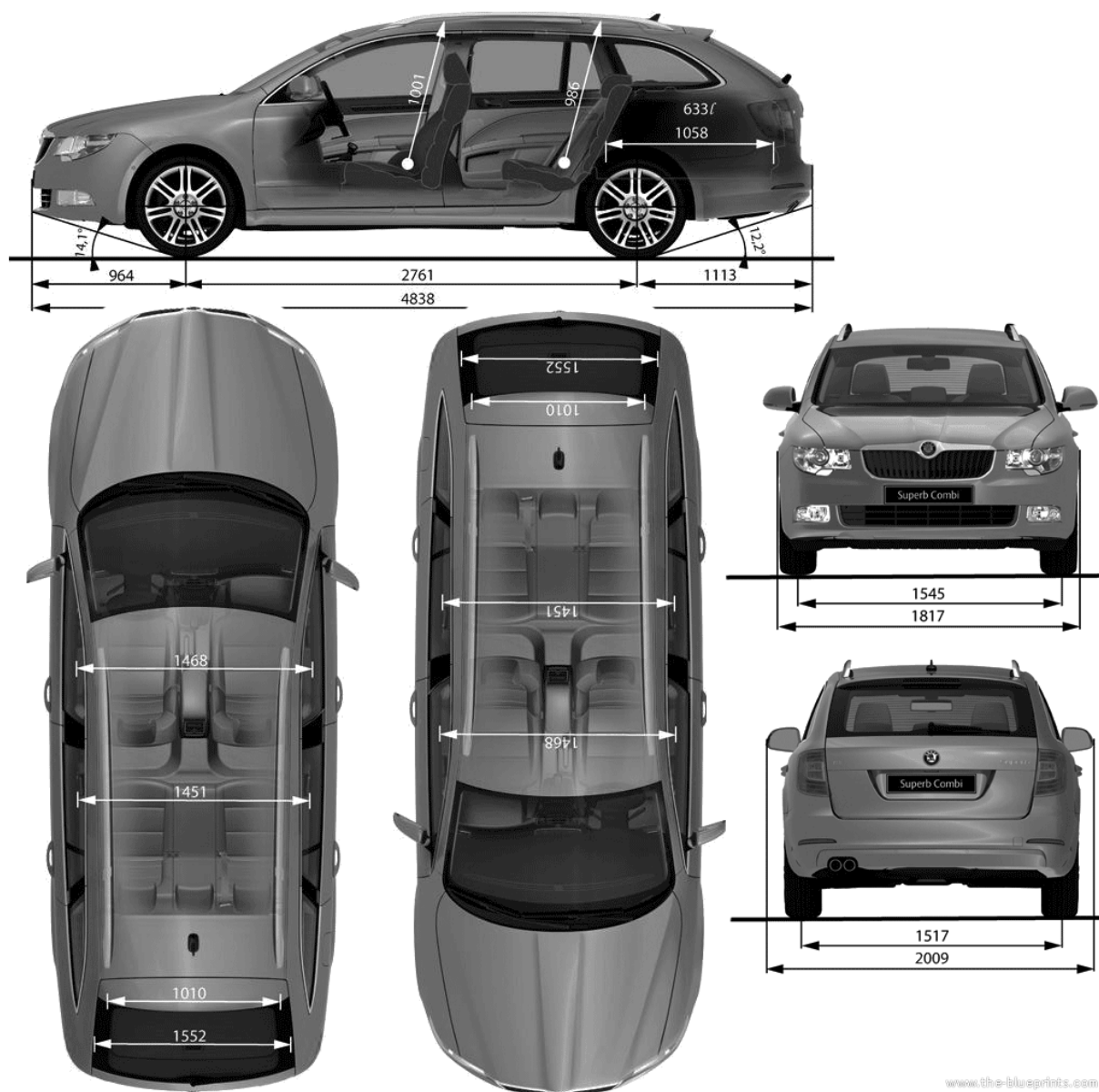
Tabulka 6: Dieselové motory první generace modelu Superb

Model	Válce	Objem	Emise CO ₂	Max. výkon	Max.toč. moment	Hmotnost auta	Rychlost	Výroba
1.9 TDI	4	1896 cm ³	149 g/km	74 kW	250 Nm	1460+80kg	189 km/h	2001- 05
1.9 TDI	4	1896 cm ³	157 g/km	77 kW	250 Nm	1465+80 kg	192 km/h	2005- 07
1.9 TDI	4	1896 cm ³	153 g/km	85 kW	250 Nm	1465+80 kg	198 km/h	2007- 08
1.9 TDI	4	1896 cm ³	152 g/km	96 kW	285 Nm	1465+80 kg	205 km/h	2001- 06
1.9 TDI	4	1896 cm ³	152 g/km	96 kW	310 Nm	1465+80 kg	202 km/h	2004- 06
2.0 TDI	4	1968 cm ³	160 g/km	103 kW	320 Nm	1412+80 kg	215 km/h	2004- 08
2.5 TDI	6	2496 cm ³	189 g/km	114 kW	310 Nm	1570+80 kg	219 km/h	2001- 04
2.5 TDI	6	2496 cm ³	186 g/km	120 kW	350 Nm	1570+80 kg	223 km/h	2004- 07

Tabulka 7: Dieselové motory druhé generace modelu Superb

Model	Válce	Objem	Emise CO ₂	Max. výkon	Max.toč. moment	Zrychlení 100km/h	Max. Rychlost	Značení
1.6 TDI	4	1598 cm ³	165 g/km	77 kW	250 Nm	12,5 s	190 km/h	BLS
2.0 TDI	4	1968 cm ³	155 g/km	103 kW	320 Nm	10,2 s	207 km/h	
2.0 TDI	4	198 cm ³	159 g/km	125 kW	350 Nm	8,8 s	222 km/h	CBBB

[7]



Obrázek 7: Rozměry modelu Superb combi

2.5. ALFA ROMEO

Automobilka vznikla ze společnosti „Darracq Italiana“, kterou v roce 1907 založil Cavaliere Ugo Stella na základě spolupráce s francouzskou firmou, kterou vlastnil Alexandre Darracq. Společnost poté automobily vyráběla v Neapoli jenže spolupráce nevydržela dlouho a tak byl Stella a další spoluinvestoři nuceni převést výrobu do Milána a společnost přejmenovali na ALFA – Anonima Lombarda Fabbrica Automobili. Prvním vozem se v roce 1910 stal model 24 HP navrhnutý Giuseppe Merosim. Společnost poté nabízela i výkonnější verze o výkonu 40 až 60 koní. Rozvoj společnosti zpomalila první světová válka – výroba automobilů byla kvůli ní na tři roky zastavena. V roce 1916 se do vedení společnosti dostal Nicolo Romeo. Nicolo předělal továrnu pro výrobu vojenské techniky pro italský a spojenecký válečný program, firma vyráběla munici, letecké motory a další komponenty založené na již existujících firemních motorech. Po konci války získal Romeo nad společností plnou kontrolu a výrobu obnovil v roce 1919. O rok později se společnost přejmenovala na současný název Alfa Romeo a prvním vozem této značky se stal model Torpedo 20-30 HP.

V roce 1923 do společnosti přichází z automobilky Fiat Vittorio Jano a nahrazuje hlavního designéra Merosiho. Prvním vozem, který Jano navrhl, byl model P2 Grand Prix, který pro Alfu v roce 1925 vyhrál světový pohár. Pro silniční vozy navrhl sérii malých řadových motorů se čtyřmi, šesti a osmi válci, které vycházely z jednotky P2. Z těchto motorů jsou základem klasické architektury motorů Alfa Romeo dodnes. Motory, které Jano navrhl, byly spolehlivé a výkonné.

V roce 1928 ze společnosti odešel Nicolo Romeo a s tím se výrazně zhoršila finanční situace ve společnosti, která přišla o kontrakty s armádou. Alfa Romeo byla zachráněna v roce 1933, kdy ji koupila vláda, která tak získala kontrolu nad celou výrobou. Během Mussoliniho vlády se výroba soustředila na výrobou zakázkových, luxusních vozů a stala se národním znakem. Během války byla továrna bombardována a po válce se opět ocitla ve složité finanční situaci. Skončila výroba luxusních vozů a společnost se soustředila na produkci malých, masově produkováných vozů.

V roce 1986 společnost převzal Fiat a vytvořil novou skupinu, Alfa Lancia Spa – výroba vozů Alfy a Lancie. [8]



Obrázek 8: Alfa Romeo, logo



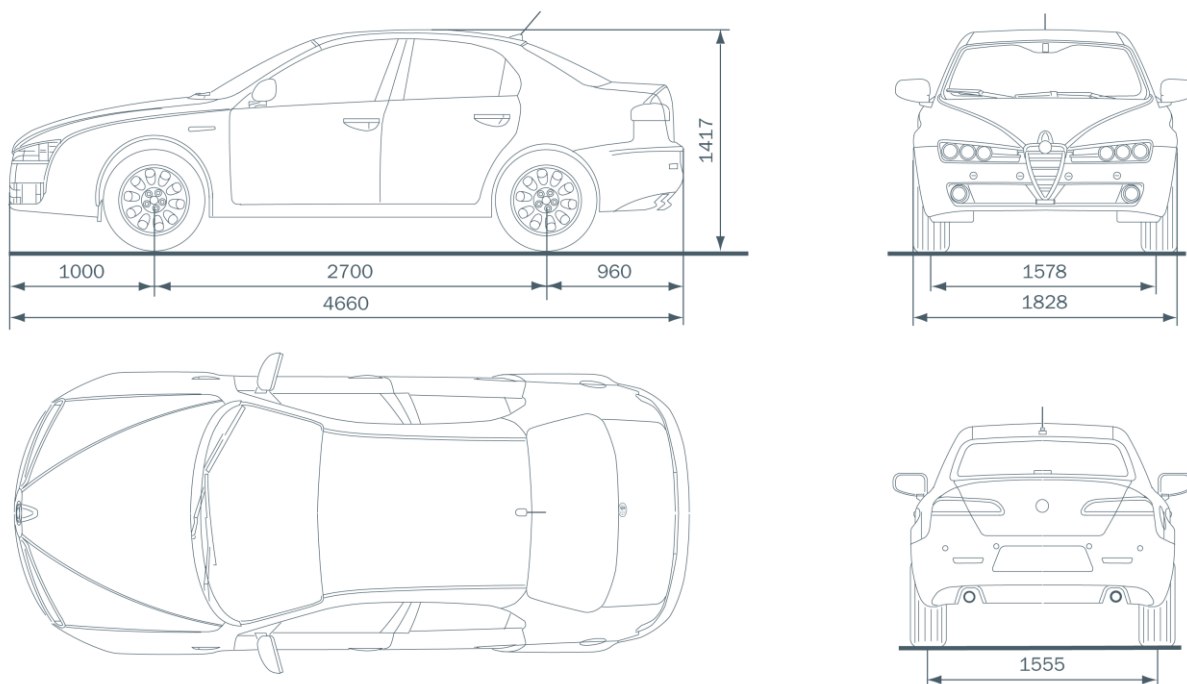
Obrázek 9: ALFA 24 HP

2.6. ALFA ROMEO 156

Tento osobní automobil společnost představila v roce 1997 na přehlídce ve Frankfurtu. Vůz překvapil jak osobitým designem tak především technikou, která se od ostatních koncernových vozů velmi lišila. V roce 1998 získal model cenu Automobil roku. Model se také účastnil závodů cestovních vozů (WTCC) a předtím také závodů DTM. Do dnešní doby se prodalo přes půl milionu kusů a model 156 se stal největším obchodním úspěchem společnosti. [9]



Obrázek 10: Alfa Romeo 156



Obrázek 11: Rozměry modelu Alfa Romeo 156

2.7. AERODYNAMICKÝ TUNEL

Aerodynamický tunel je výzkumné zařízení, jež umožňuje vytvářet ovladatelný vzdušný proud, který slouží ke zkoumání aerodynamických vlastností těles. Využívá se například v leteckém a automobilovém průmyslu, ve stavebnictví a ekologii.

Aerodynamické tunely se staví buď s otevřeným okruhem (proud vzduchu není po průchodu tunelem veden zpět do jeho okruhu), nebo s uzavřeným okruhem (vzduch proudí v uzavřeném okruhu bez velkých ztrát tlaku a kinetické energie).

2.7.1. DĚLENÍ

Nízkorychlostní – rychlost proudu vzduchu v měřicím prostoru tunelu je natolik nízká, že nedochází k projevům jeho stlačení.

Vysokorychlostní – rychlost proudu vzduchu v měřicím prostoru je natolik vysoká, že lze pozorovat vlivy jeho stlačení.

Podzvukové (subsonický) – rychlost proudu vzduchu v měřicím prostoru je natolik vysoká, aby se mohl projevit vliv jeho stlačení, ale nedosahuje rychlosti zvuku.

Nadzvukové (supersonický) – rychlost nerušeného proudu vzduchu v měřicím prostoru přesahuje rychlost zvuku.

2.7.2. SLOŽENÍ

Měřicí prostor – část tunelu, kam se umísťují měřená tělesa; proud vzduchu zde má obvykle maximální rychlost a je homogenní.

Dýza – u nízkorychlostního a podzvukového tunelu jde o část před měřicím prostorem, u vysokorychlostního tunelu o část, která se před měřicím prostorem rozšiřuje. Dýza může být buď pevná, nebo stavitelná.

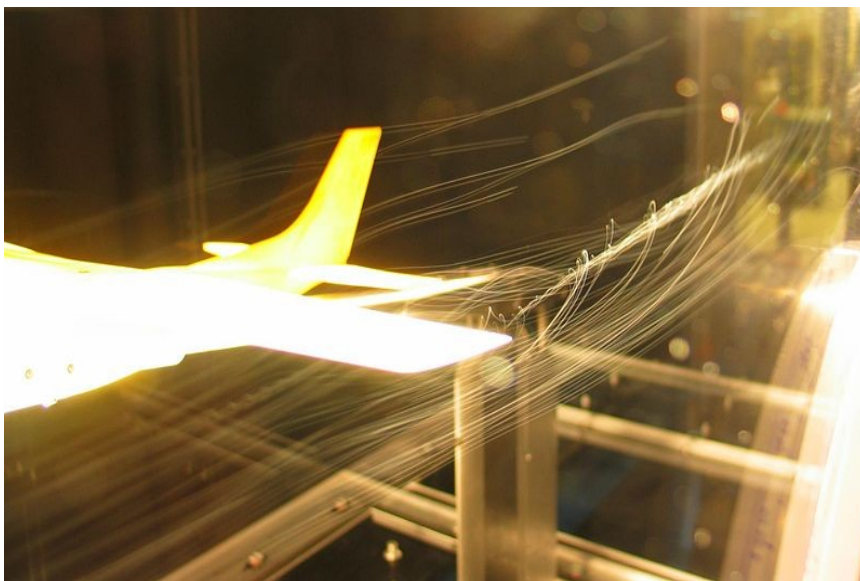
Kolektor – konvergentní nálevkovité ústí před dýzou nebo difuzorem tunelu.

Ohybové lopatky a usměrňovač – slouží k usměrnění proudu vzduchu.

2.7.3. ZPŮSOBY MĚŘENÍ

- Na povrch měřeného tělesa se připevní proužky papíru či látky, jež ukazují směr proudění vzduchu a jeho relativní rychlost.
- Do proudu vzduchu se za stejným účelem vypustí barevný dým či barva, takto vyznačené proudění vzduchu kolem tělesa lze fotografovat či filmovat.
- Do proudu vzduchu se umístí Pitotova trubice, jejíž pomocí se měří jeho statický a dynamický tlak.
- Integrální laserová anemometrie – digitální optická technika využívající velocimetrie – sledování pohybu částic pomocí Dopplerova efektu.

Měření provedená v aerodynamickém tunelu jsou přesnější, určený koeficient C lze konkrétněji určit. K našemu měření jsme použili zjednodušený model aerodynamického tunelu – papírovou trubici. [10]



Obrázek 12: Proudění vzduchu okolo zadního křídla modelu letadla



Obrázek 13: Model letadla v aerodynamickém tunelu

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1. VÝPOČTY

3.1.1. TEORETICKY

Tato práce se zabývá pohybem automobilu z hlediska kinematiky a dynamiky. Automobil vyjíždí z klidu a po době t_1 dosáhne rychlosti v_1 . Předpokládáme, že se jedná o pohyb rovnoměrně zrychlený a platí pro něj vztahy

$$a = \frac{v_1}{t_1}$$

kde: a ... zrychlení hmotného bodu

v_1 ... dosažená rychlost po zrychlení

t_1 ... doba, po kterou automobil (hmotný bod) zrychluje

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{v^2}{2a}$$

kde: s ... dráha, kterou automobil (hmotný bod) urazí po dobu zrychlování

V technickém popisu se často uvádí, že uvedené rychlosti v_1 dosáhne automobil po době t_1 od startu, proto zrychlení automobilu se uskuteční na dráze

$$a = \frac{v_1}{t_1}$$

$$s_1 = \frac{1}{2} \frac{v_1}{t_1} t_1^2 = \frac{1}{2} v_1 t_1$$

Budeme brát v úvahu že rychlost

$$v_1 = 100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 27,8 \text{ ms}^{-1}.$$

Dále pro výpočet tahové síly udělující příslušné zrychlení použijeme vzorec

$$F = ma$$

kde: F ... tahová síla

m ... hmotnost automobilu (hmotného bodu)

Uvedenou hmotnost m najdeme výše v tabulce motorizace daného typu vozidla. K uvedené hmotnosti dále přičteme 80 kg za řidiče.

Každé vozidlo má uvedenou maximální rychlost. Určíme, za jak dlouho by vybraná vozidla dosáhla této rychlosti

$$v = at$$

$$t_2 = \frac{v_{max}}{a_1}$$

kde: v_{max} ... maximální rychlost vozidla

Výpočty jsou provedeny bez úvahy zvětšující se odporové síly, kterou při jízdě působí vzduch. Z výsledku odvodíme dráhu

$$s_2 = \frac{1}{2} v_{max} t_2$$

Podívejme se nyní, jak velká je odporová síla, kterou působí na jedoucí automobil vzduch. Při teplotě 15°C a normálním tlaku $P_n = 101325 \text{ Pa} \doteq 101,3 \text{ kPa}$ je hustota atmosférického vzduchu dána vztahem

$$\rho = \frac{M_m \cdot P}{RT}$$

kde: ρ ... hustota atmosférického vzduchu

P ... normální tlak

M_m ... molární hmotnost

R ... molární plynová konstanta

T ... teplota vzduchu v Kelvinech

$$M_m = 0,0288 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$R = 8,3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$T = 288 \text{ K}$$

Součinitelé odporu vzduchu

$$\rho = 1,22 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$C_w = 0,30$$

kde: ρ ... hustota vzduchu za výše určené teploty vzduchu
kde: C_w ... součinitel odporu vzduchu

z toho dostáváme vztah

$$F_o = \frac{1}{2} C S \rho v^2$$

kde: F_o ... odporová síla

C ... součinitel odporu vzduchu

S ... obsah kolmého příčného řezu vozu

ρ ... hustota vzduchu

V^2 ... rychlost vozu na druhou

Odhadneme příčné rozměry vozidla, tedy obsah řezu vozidlav m^2 . Vztah pro odporovou sílu upravíme

$$F_o = k v^2$$

$$k = \frac{1}{2} C S \rho$$

Kde: k ... tedy odporový součinitel, který nezávisí na rychlosti vozu.

Součinitel valivého odporu pryžového kola po asfaltové silnici je $0,0016 \text{ m} = 1,6 \text{ mm}$.

Zvolíme poloměr r a pomocí vztahu

$$F_v = \xi \cdot \frac{mg}{r}$$

kde: F_v ... síla valivého odporu

ξ ... rameno valivého odporu (součinitel valivého tření); \sin úhlu

$m \cdot g$... kolmá tlaková síla mezi tělesy

r ... poloměr průřezu valeného tělesa (kola vozu)

vypočítáme sílu valivého odporu

Odhad práce při jízdě mimo obec – uvádíme na trase 100 km při rychlosti $v_2 = 90 \text{ kmh}^{-1} = 25 \text{ ms}^{-1}$ při rychlosti $v_3 = 126 \text{ kmh}^{-1} = 35 \text{ ms}^{-1}$ na dálnici. Budeme určovat odporovou sílu při odporovém součiniteli k , který jsme vypočítali v jednom z předchozích příkladů.

$$F = kv^2$$

$$W = Fs.$$

kde: W ... vykonaná práce

s ... dráha, po kterou působí síla

3.1.1.1. VÝPOČTY PRO JEDNOTLIVÉ MODELY FORD MONDEO

Tabulka 8: Teoretické výpočty pro jednotlivé modely Ford Mondeo

	V4 2,2 TDCi / 129kW	V4 2,0 / 102 kW	V4 2,0 / 114 kW
$a_1 = \frac{v_1}{t_1}$	$\frac{27,7}{8,7} = 3,18 \text{ ms}^{-2}$	$\frac{27,7}{9,9} = 2,8 \text{ ms}^{-2}$	$\frac{27,7}{9,8} = 2,8 \text{ ms}^{-2}$
$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$	$\frac{1}{2} 3,18 \cdot 8,7^2 = 120 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 2,8 \cdot 9,9^2 = 137 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 2,8 \cdot 9,8^2 = 134 \text{ m}$
$F_1 = m_1 a_1$	$1610 \cdot 3,18 = 5120 \text{ N}$	$1400 \cdot 2,8 = 3920 \text{ N}$	$1300 \cdot 2,8 = 3640 \text{ N}$
$t_2 = \frac{v_{max}}{a_1}$	$\frac{62}{3,18} = 19,5 \text{ s}$	$\frac{58,3}{2,8} = 20,8 \text{ s}$	$\frac{58,3}{2,8} = 20,8 \text{ s}$
$s_2 = \frac{1}{2} v_{max} t_2$	$\frac{1}{2} 62 \cdot 19,5 = 604,5 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 58,3 \cdot 20,8 = 606 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 58,3 \cdot 20,8 = 606 \text{ m}$
$k = \frac{1}{2} C S \rho$	$\frac{1}{2} 0,3 \cdot 2,7 \cdot 1,22$ $\cong 0,49 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$	$\frac{1}{2} 0,3 \cdot 2,4 \cdot 1,22$ $\cong 0,44 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$	$\frac{1}{2} 0,3 \cdot 2,23 \cdot 1,22$ $\cong 0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$
$F_{o1} = k v_1^2$	$0,44 \cdot 27,7^2 = 337 \text{ N}$	$0,44 \cdot 27,7 = 340 \text{ N}$	$0,4 \cdot 27,7 = 307 \text{ N}$
$F_v = \xi \cdot \frac{m_1 g}{r}$	$0,0016 \cdot \frac{1610}{0,3}$ $= 8,58 \text{ N}$	$0,0016 \cdot \frac{1400}{0,3}$ $= 7,4 \text{ N}$	$0,0016 \cdot \frac{1300}{0,3}$ $= 6,9 \text{ N}$
$F_{o2} = k v_2^2$	$0,49 \cdot 25^2 = 306 \text{ N}$	$0,44 \cdot 25^2 = 275 \text{ N}$	$0,4 \cdot 25^2 = 250 \text{ N}$
$W = F_{o2} \cdot s_3$	$306 \cdot 10^5 = 30,6 \text{ MJ}$	$275 \cdot 10^5 = 27,5 \text{ MJ}$	$250 \cdot 10^5 = 25 \text{ MJ}$
$F_{o3} = k v_3^2$	$0,49 \cdot 35^2 = 600 \text{ N}$	$0,44 \cdot 35^2 = 539 \text{ N}$	$0,4 \cdot 35^2 = 490 \text{ N}$
$W = F_{o3} \cdot s_3$	$600 \cdot 10^5 = 60 \text{ MJ}$	$539 \cdot 10^5 = 53,9 \text{ MJ}$	$490 \cdot 10^5 = 49 \text{ MJ}$

3.1.1.2. VÝPOČTY PRO JEDNOTLIVÉ MODELÝ ŠKODA SUPERB

Tabulka 9: Teoretické výpočty jednotlivých modelů Škoda Superb

	V6 2,8 30V / 142 kW	V6 2,5 TDI / 120 kW	1,9 TDI PD / 74 kW
$a_1 = \frac{v_1}{t_1}$	$\frac{27,7}{8} = 3,47 \text{ ms}^{-2}$	$\frac{27,7}{9,2} = 3,02 \text{ ms}^{-1}$	$\frac{27,7}{13,2} = 2,10 \text{ ms}^{-1}$
$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$	$\frac{1}{2} 3,47 \cdot 8^2 = 111 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 3,02 \cdot 9,2^2$ $= 127 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 2,10 \cdot 13,2^2$ $= 183 \text{ m}$
$F_1 = m_1 a_1$	$1580 \cdot 3,47 = 5483 \text{ N}$	$1650 \cdot 3,02 = 4983 \text{ N}$	$1540 \cdot 2,1 = 3234 \text{ N}$
$t_2 = \frac{v_{max}}{a_1}$	$\frac{65,83}{3,47} = 19,0 \text{ s}$	$\frac{61,94}{3,02} = 20,5 \text{ s}$	$\frac{52,5}{2,1} = 25,0 \text{ s}$
$s_2 = \frac{1}{2} v_{max} t_2$	$\frac{1}{2} 65,83 \cdot 19,0$ $= 626 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 61,94 \cdot 20,5$ $= 635 \text{ m}$	$\frac{1}{2} 52,5 \cdot 25,0 = 656 \text{ m}$
$k = \frac{1}{2} C S \rho$	$\frac{1}{2} 0,3 \cdot 2,4 \cdot 1,22$ $\cong 0,44 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$	$\frac{1}{2} 0,3 \cdot 2,4 \cdot 1,22$ $\cong 0,44 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$	$\frac{1}{2} 0,3 \cdot 2,4 \cdot 1,22$ $\cong 0,44 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$
$F_{o1} = k v_1^2$	$0,44 \cdot 27,7 = 340 \text{ N}$	$0,44 \cdot 27,7 = 340 \text{ N}$	$0,44 \cdot 27,7 = 340 \text{ N}$
$F_v = \xi \cdot \frac{m_1 g}{r}$	$0,0016 \cdot \frac{1580}{0,3}$ $= 8,43 \text{ N}$	$0,0016 \cdot \frac{1650}{0,3}$ $= 8,80 \text{ N}$	$0,0016 \cdot \frac{1540}{0,3}$ $= 8,21 \text{ N}$
$F_{o2} = k v_2^2$	$0,44 \cdot 25^2 = 275 \text{ N}$	$0,44 \cdot 25^2 = 275 \text{ N}$	$0,44 \cdot 25^2 = 275 \text{ N}$
$W = F_{o2} \cdot s_3$	$275 \cdot 10^5 = 27,5 \text{ MJ}$	$275 \cdot 10^5 = 27,5 \text{ MJ}$	$275 \cdot 10^5 = 27,5 \text{ MJ}$
$F_{o3} = k v_3^2$	$0,44 \cdot 35^2 = 539 \text{ N}$	$0,44 \cdot 35^2 = 539 \text{ N}$	$0,44 \cdot 35^2 = 539 \text{ N}$
$W = F_{o3} \cdot s_3$	$539 \cdot 10^5 = 53,9 \text{ MJ}$	$539 \cdot 10^5 = 53,9 \text{ MJ}$	$539 \cdot 10^5 = 53,9 \text{ MJ}$

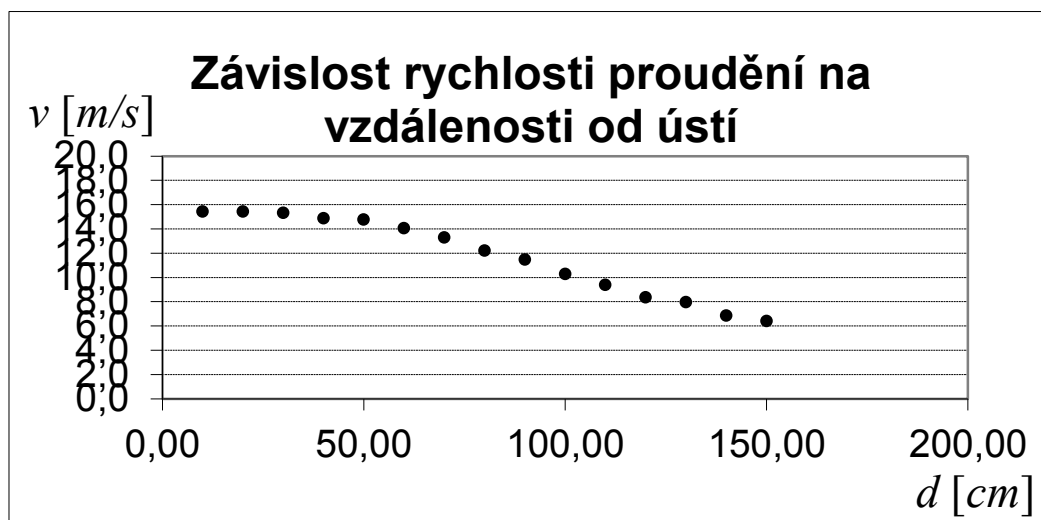
3.2. MĚŘENÍ

Měření jsme prováděli v námi vytvořeném zjednodušeném modelu, aerodynamickém tunelu. Před začátkem celého měření jsme však museli zjistit rychlost vzduchu v daných vzdálenostech od ústí. K tomu jsme použili digitální anemometr. Rychlost vzduchu se měnila v závislosti na vzdálenosti od ústí.

Tabulka 10: Hodnoty naměřené anemometrem

d [cm]	v [km/s]	v [m/s]
10,00	55,50	15,42
20,00	55,50	15,42
30,00	55,10	15,31
40,00	53,50	14,86
50,00	53,10	14,75
60,00	50,50	14,03
70,00	47,80	13,28
80,00	43,90	12,19
90,00	41,20	11,44
100,00	37,00	10,28
110,00	33,70	9,36
120,00	30,00	8,33
130,00	28,60	7,94
140,00	24,60	6,83
150,00	23,00	6,39

Z naměřených hodnot jsme poté sestavili křivku.

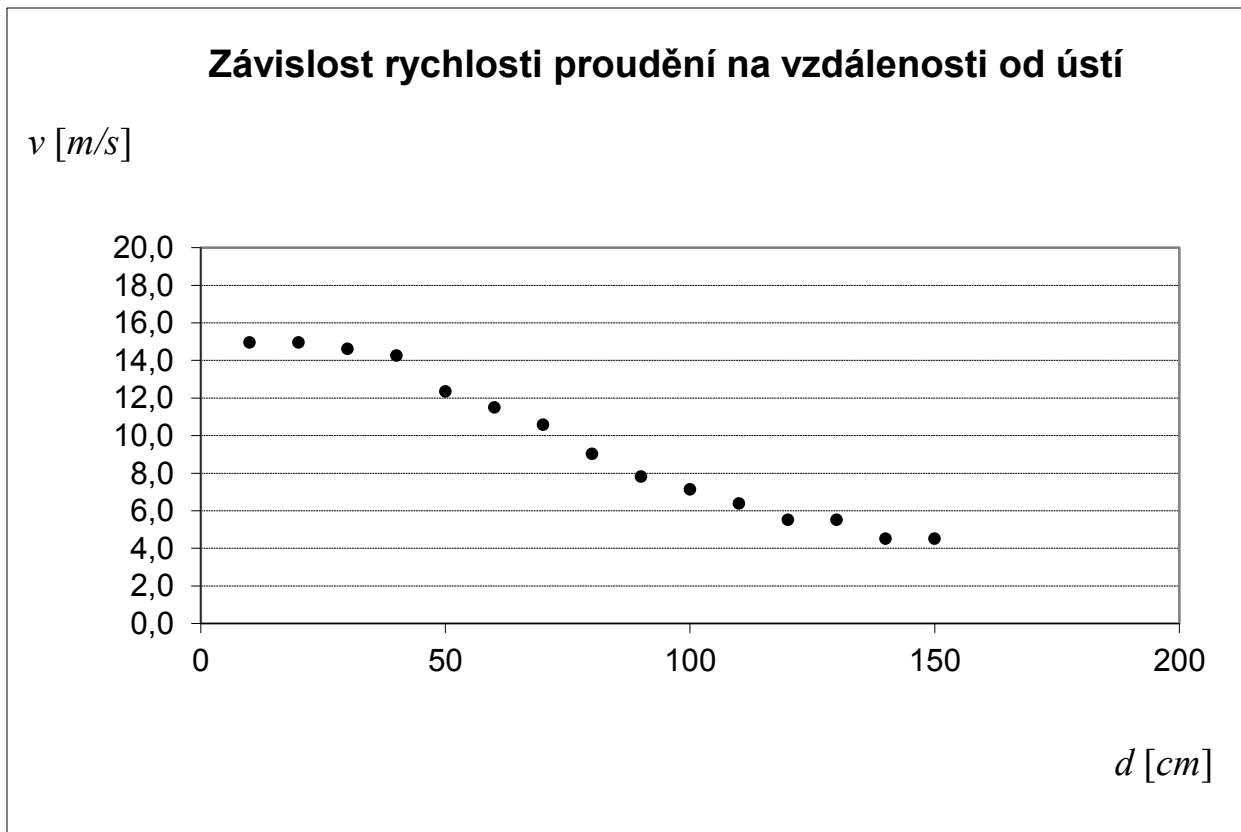


Graf 1: Hodnoty naměřené anemometrem v grafu

Naměřené hodnoty jsme si chtěli ověřit a tak jsme použili Prandtlovu trubici. Postup pro měření byl stejný jako v případě měření anemometrem.

Tabulka 10: Hodnoty naměřené Prandtlovou trubicí

d [cm]	l ₀ [cm]	l [cm]	Δl [m]	v [m/s]
10	3,5	9	0,055	14,95291
20	3,5	9	0,055	14,95291
30	3,5	8,75	0,0525	14,60912
40	3,5	8,5	0,05	14,25704
50,0	3,5	7,25	0,0375	12,34696
60,0	3,5	6,75	0,0325	11,49439
70,0	3,5	6,25	0,0275	10,57330
80,0	3,5	5,5	0,02	9,01694
90,0	3,5	5	0,015	7,80890
100	3,5	4,75	0,0125	7,12852
110	3,5	4,5	0,01	6,37594
120	3,5	4,25	0,0075	5,52173
130	3,5	4,25	0,0075	5,52173
140	3,5	4	0,005	4,50847
150	3,5	4	0,005	4,50847



Graf 2: Hodnoty naměřené Prandtlovou trubicí v grafu

Při porovnání obou grafů můžete vidět, že naměřené hodnoty se neliší nijak zásadně.

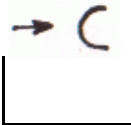

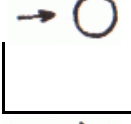

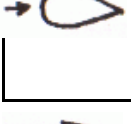
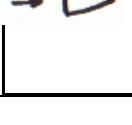
Po ověření hodnot jsme se mohli pustit do měření odporových koeficientů daných tvarů a těles v našem modelu aerodynamického tunelu. Daná tělesa jsme připevnili na rameno a vložili je do aerodynamického tunelu. Pomocí siloměru jsme poté mohli zjistit odporovou sílu a díky tomu vypočítat odporový koeficient C . Jelikož hodnoty C závisí také na hustotě vzduchu, zaznamenali jsme i teplotu a tlak, během které bylo měření provedeno.

Tabulka 11: Teplota a tlak v místnosti během měření

Teplota	20 °C
Tlak	100 kPa
Hustota vzduchu	1,2047 kg/m³

Měření bylo prováděno u těchto tvarů a těles – vypuklá polokoule, dutá polokoule, koule, tenká kruhová deska, model kapky, kužel a u modelu vozu Škoda Superb (v měřítku 1:43). V následující tabulce můžete vidět rozdíl velikostí odporových velikostí jednotlivých tvarů a těles.

Tabulka 12: Hodnoty odporových koeficientů C u jednotlivých těles a tvarů

Tvar tělesa	F [N]	d [m]	S [m ²]	C
	0,0640000	0,03810	0,00114	0,464869
	0,1540000	0,03810	0,00114	1,118591
	0,0700000	0,03810	0,00114	0,50845
	0,1340000	0,03810	0,00114	0,973319
	0,0100000	0,03810	0,00114	0,072636
	0,1000000	0,03810	0,00114	0,726358

Při měření odporového koeficientu u modelu vozu Škoda Superb se vyskytl problém – při stejném postupu jako u měření odporových sil jednotlivých tvarů a těles, byla odporová síla na použitém siloměru neměřitelná (odpovídala prakticky nule). Proto jsme náš model aerodynamického tunelu museli postavit tak, aby z něj vzduch vycházel vzhůru. Model jsme lepidlem připevnili na provázek a ve vzdálenosti 10 cm od ústí fukaru jej zavěsili na siloměr. Hodnotu bez odporu proudícího vzduchu jsme poté odečetli od hodnoty s proudícím vzduchem. Pokus jsme několikrát opakovali a nakonec jsme odhadli střední hodnotu síly.

F [N]	S [m ²]	C
0.04	8.75	0.32

Odporový koeficient C jsme vypočítali podle následující rovnice

$$C = \frac{2F}{1,25 * S * v^2}$$

O správnosti našich výsledků jsme se chtěli přesvědčit a tak jsme provedli další tři způsoby měření. Prvním z nich, bylo zjištění velikosti odporového koeficientu C pomocí nakloněné roviny. Pokus probíhal následovně:

Na nakloněnou rovinu (prkno) jsme položili model automobilu. Ze vztahu délky prkna a výšky, do které se musí prkno zvednout, aby se model rozjel, jsme mohli jednoduše vypočítat změnu úhlu prkna vzhledem k vodorovné podložce. Díky tomu jsme již mohli vypočítat velikost valivého odporu. Abychom zjistili velikost odporové síly, postupovali jsme stejně s tím rozdílem, že jsme na konec prkna položili fukar, který jsme zvedali ve stejném úhlu jako prkno s modelem - proud vzduchu byl tedy vždy pod stejným úhlem. Se zapnutým fukarem se změnil úhel, pod kterým se model samovolně rozjel. Po výpočtu tohoto úhlu, stejným způsobem jako u výpočtu velikosti valivého odporu, jsme již mohli vypočítat samotný odporový koeficient C. Stejný postup měření jsme se snažili ještě zdokonalit tak, že jsme modely vložily do papírové trubky. Díky tomu jsme docílili lepšího obtékání vzduchu okolo modelu a tudíž i přesnějšího výsledku.

Hodnotu C jsme počítali dle následujícího vzorce:

$$C = \frac{2 * (m * g * \sin \varphi_1 - m * g * \sin \varphi_2)}{S * \rho * v^2}$$

kde: $\sin \varphi_1$... rameno úhlu (při zapnutém fukaru)

$\sin \varphi_2$... rameno úhlu (při vypnutém fukaru)



Obrázek 14: Nakloněná rovina, měření

Další způsob měření jsme provedli následovně – model jsme zavěsili na čtyřech nitích tak, aby se mohl pohybovat pouze ve směru proudění vzduchu. Místo siloměru, jsme si položili pod fukar váhu a opřeli jsme o ní závaží, abychom měli nějakou počáteční hmotnost. Zahákli jsme nitě vedené od automobilu za váhu a zmenšili tím sílu působenou závažím o příslušnou hodnotu. Odečtem jsme získali výslednou sílu. Hodnotu C jsme počítali dle následujícího vzorce:

$$C = \frac{2F_0}{S * \rho * v^2}$$



Obrázek 15: Zavěšení na nitích, měření



Obrázek 16: Zavěšení na nitích

Poslední způsob, kterým jsme měřili odporovou sílu vzduchu, byl následující – fukar jsme položili na zem tak, aby vzduch směřoval kolmo vzhůru. Místo na siloměr jsme model zavěsili na nitích k destičkám, které byly položené na váze. Díky tomu jsme opět mohli poměrně přesně změřit působící odporovou sílu. Dle našeho názoru to však není způsob úplně

přesný, jelikož vzduch fouká zároveň i na destičky a mírně je nadnáší. Hodnotu C jsme počítali dle následujícího vzorce:

$$C = \frac{2F_0}{S * \rho * v^2 * 10^{-4}}$$



Obrázek 17: Zavěšení k destičkám na váze

Námi naměřené hodnoty z dalších postupů měření jsme zaznamenali do následující tabulky.

Tabulka 13: Výsledné hodnoty koeficientu C , Škoda Superb

Způsob měření	1. měření	2. měření	Střední hodnota
Nakloněná rovina	0,26	-	0,26
Zavěšení na nitích	0,42	0,43	0,425
Zavěšení k váze	0,29	-	0,29

Tabulka 14: Výsledné hodnoty koeficientu c , Alfa Romeo 156

Způsob měření	1. měření	2. měření	Střední hodnota
Nakloněná rovina	0,66	-	0,66
Zavěšení na nitích	0,51	0,50	0,505
Zavěšení k váze	-	-	-

4. ZÁVĚR

V práci jsme se dozvěděli mnoho zajímavého o pohybu automobilu. Ukázali jsme si, že teoreticky není obtížné vytvořit určité modelové situace, které vycházejí z technických údajů o automobilech, které je možno najít v technické dokumentaci, firemních materiálech nebo na internetových stránkách. Protože nás zajímalo, zda lze některé údaje zjistit i experimentálně, pokusili jsme se o to. Měřit hmotnost a rozměry automobilu, jeho rychlost apod. je možné při používání vozidla. Problémem byl jen odporový součinitel, který závisí na tvaru tělesa, na které odporová síla působí. Tento údaj je také uveden na internetu, dá se však stanovit experimentálně. Již při práci s malým modelem jsme se dostali k tomu, že je třeba mít příslušné experimentální vybavení, naučili jsme se měřit velikost odporové síly pro různě tvarovaná tělesa. V praxi konstruktérů bude také nutno provádět řadu měření, a to v aerodynamickém tunelu, nejprve s malými modely s určitým zmenšením, potom s modely ve skutečné velikosti. Pochopili jsme, že různá zlepšení pro moderní vozidla vycházejí z přesných měření, a tato měření nebudou jednoduchá a levná. Proto návrh a laboratorní výzkum nově tvarovaných vozidel vyžaduje hodně finančních prostředků a také mnoho tvořivých lidí s technickým vzděláním, které je podložena dobrou znalostí aplikované fyziky.

V práci bychom rádi pokračovali, protože automobil není pouze mechanické těleso, ale při jeho popisu musíme zvažovat i další části fyziky (např. termiku, elektřinu a magnetismus). Rozvoj automobilismu také velmi ovlivňuje životní prostředí, ve kterém žijeme.

5. ZDROJE

1. *Eurooldtimers*. (nedatováno). Načteno z <http://www.eurooldtimers.com/cze/historie-clanek/863-ford-stoleti-fordu.html> [1]
2. *Wikipedia*. (nedatováno). Načteno z http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_tunnel [10]
3. *Wikipedia*. (nedatováno). Načteno z http://cs.wikipedia.org/wiki/Aerodynamick%C3%BD_tunel [10]
4. *Wikipedia*. (nedatováno). Načteno z http://cs.wikipedia.org/wiki/Ford_Mondeo [2]
5. *Carspector*. (nedatováno). Načteno z <http://carspector.com/car/ford/008893/> [3]
6. *Auto Průvodce*. (nedatováno). Načteno z <http://www.autopruvodce.cz/auto/skoda-superb-2-0-tsi-2008> [7]
7. *AutoRevue*. (nedatováno). Načteno z http://www.autorevue.cz/skoda-superb-svetova-premiera_1 [7]
8. *Carfolio*. (nedatováno). Načteno z <http://www.carfolio.com/specifications/models/?man=5829> [7]
9. *Cars-data*. (nedatováno). Načteno z <http://www.cars-data.com/cz/skoda-superb-1.8-t-classic-specs/45820#sthash.GdGe74Yk.dpbs> [7]
10. Pavel PS. (21. 12 2010). *Superb, technické údaje: skodaps.wz.cz*. Získáno 30. 01 2012, z [skodaps.wz.cz: http://skodaps.wz.cz/superb_technicke_1.php](http://skodaps.wz.cz/superb_technicke_1.php) [7]
11. *Alfisti*. (nedatováno). Načteno z <http://www.alfisti.cz/index.php?link=cuore-automobilka-historie-h1> [8]
12. *Wikipedia*. (nedatováno). Načteno z http://cs.wikipedia.org/wiki/Alfa_Romeo_156 [9]
13. *Wikipedia*. (nedatováno). Načteno z http://cs.wikipedia.org/wiki/Alfa_Romeo [9]
- (1984). *Malá československá encyklopedie*. I. svazek A - Č. Praha: 1. vyd. Praha: Encyklopedický institut ČSAV 1984.
14. *Škoda: wikipedia.cz*. (24. 12 2011). Získáno 30. 01 2012, z [www.wikipedia.cz: http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_\(podnik\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_(podnik)) [4]

15. *Škoda auto: wikipedia.cz.* (27. 01 2012). Získáno 30. 01 2012, z www.wikipedia.cz:
http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_Auto [4]
16. *Škoda auto: wikipedia.org.* (23. 01 2012). Získáno 30. 01 2012, z en.wikipedia.org:
http://en.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_Auto [5]
17. *Škoda Superb: wikipedia.cz.* (30. 01 2012). Získáno 30. 01 2012, z www.wikipedia.cz:
http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_Superb [6]
18. Škoda auto a.s. (2012). *Superb: skoda-auto.* Získáno 30. 01 2012, z www.skoda-auto.cz:
<http://www.skoda-auto.cz/models/superb>
19. *Škoda-Auto.* (nedatováno). Načteno z <http://www.skoda-auto.cz/sitecollectiondocuments/skoda-auto/ke-stazeni/superb-cenik.pdf>
20. *Wikipedia.* (nedatováno). Načteno z http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ford_Mondeo_front_20071012.jpg
21. *Wikipedia.* (nedatováno). Načteno z http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ford_Mondeo_Ghia_2.0_FlexiFuel_Chill.JPG

