



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV HUŠTĚNÍ PNEUMATIK NA JÍZDNÍ VLASTNOSTI OSOBNÍHO VOZIDLA

THE IMPACT OF TIRE INFLATION ON DRIVING PERFORMANCE OF A
PASSENGER VEHICLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radim Pelán

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Student: Bc. Radim Pelán
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Expertní inženýrství v dopravě
Vedoucí práce: Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vliv huštění pneumatik na jízdní vlastnosti osobního vozidla

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V diplomové práci bude podrobně zkoumán vliv huštění pneumatik na parametry jízdní dynamiky osobního vozidla a bezpečnost provozu.

Cíle diplomové práce:

1. Pojednat o moderních konstrukcích pneumatik osobních vozidel.
2. Podrobná rešerše stran snímačů tlaku v pneumatikách, legislativní předpisy.
3. Jízdní dynamika a bezpečnost provozu vozidel.
4. Dotazníkové šetření stran správného huštění a kontroly tlaku v pneumatikách.
5. Experimentální měření parametrů jízdní dynamiky; analýza závislosti tlaku v pneumatikách na zkoumané parametry jízdní dynamiky, resp. stabilitu vozidla.
6. Návrhy opatření a doporučení pro zvýšení bezpečnosti provozu vozidel, využití získaných výsledků při znalecké činnosti v oboru doprava.

Seznam literatury:

- [1] BRADÁČ, Albert, Jiří STRAUS a Viktor PORADA. Soudní inženýrství. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky, 2001, 172 s. ISBN 80-725-1059-2.
- [2] VLK, František. Dynamika motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003, 432 s. ISBN 80-239-0024-2.
- [3] VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 3., přeprac., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: František Vlk, 2006, vii, 464 s. ISBN 80-239-6464-X.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá komplexním posouzením vlivů huštění pneumatik na jízdní dynamiku, stabilitu a komfort. Na začátku práce je vymezena teorie z oblasti jízdní dynamiky, stability, provedení a huštění pneumatik. Praktická část je nejdříve věnována výzkumu znalostí řidičů ohledně správného huštění pneumatik. Další částí je měření a vyhodnocení vlivů huštění pneumatik na jízdní vlastnosti a komfort jízdy a jejich vzájemné porovnání. V závěru jsou vlivy stručně shrnuty a opatřeny doporučeními pro řidiče i znaleckou činnost.

Abstract

The key goal of the following diploma thesis is to evaluate influence of the air pressure in the car tires on the driving dynamic, stability and comfort. The first part is dedicated to the theory of the driving dynamic, stability, tire parameters and tire inflation. Next practical part is focused on the drivers' knowledge about the correct tire inflation and follows with the measurements and evaluation of the influence of the tire inflation on the driving characteristics, riding comfort and its comparison. These influences are summarized and followed up by the recommendations for the drivers and also the expert activities.

Klíčová slova

Pneumatiky, huštění, tlak, vliv

Keywords

Tires, tire inflation, air pressure, influence

Bibliografická citace

PELÁN, R. *Vliv huštění pneumatik na jízdní vlastnosti osobního vozidla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2016. 132 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2016

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat Ing. Vladimíru Panáčkovi, Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce.

Dále děkuji Ing. Liboru Budinovi ze společnosti DEKRA CZ a.s. a celému autodromu ve Vysokém Mýtě za možnost měření na tomto okruhu.

Děkuji také Ústavu soudního inženýrství za zapůjčení měřicích přístrojů.

V závěru bych chtěl poděkovat své spolehlivé asistentce PharmDr. Veronice Krepsové za to, že se mnou vydržela všechna praktická měření a spolehlivě zapisovala i přes nevolnosti jimi způsobené.

OBSAH

1	ÚVOD	12
2	JÍZDNÍ DYNAMIKA VOZIDEL	13
2.1	Jízdní odpory	13
2.1.1	<i>Odpor valivý</i>	13
2.1.2	<i>Odpor vzdušný</i>	14
2.1.3	<i>Odpor stoupání</i>	15
2.1.4	<i>Odpor zrychlení</i>	15
2.1.5	<i>Celkové jízdní odpory</i>	16
2.2	Meze přilnavosti	16
2.3	Brzdění	18
2.3.1	<i>Účel a druh brzdění</i>	18
2.3.2	<i>Průběh brzdění</i>	18
2.3.3	<i>Dráha potřebná k zastavení vozidla</i>	19
2.3.4	<i>Přípustná brzdná dráha</i>	19
2.3.5	<i>Poměrné zpomalení</i>	20
2.3.6	<i>Ideální brzdné síly</i>	20
2.3.7	<i>Směrová stabilita vozidla při brzdění</i>	21
2.3.8	<i>Děliče brzdných sil</i>	23
2.3.9	<i>Anti blokovací systém</i>	23
2.3.10	<i>Elektronický stabilizační systém</i>	24
2.3.11	<i>Právní předpisy</i>	26
2.4	Pneumatiky	26
2.4.1	<i>Funkce a vlastnosti moderních pneumatik</i>	27
2.4.2	<i>Hlavní části moderních pneumatik</i>	27
2.4.3	<i>Struktura pneumatiky</i>	28

2.4.4	<i>Značení</i>	31
2.4.5	<i>Huštění pneumatik</i>	33
2.4.6	<i>Minimální hloubka dezénu</i>	34
2.5	SYSTÉM AUTOMATICKÉ KONTROLY TLAKU V PNEUMATIKÁCH.....	35
2.5.1	<i>Přínos TPMS</i>	35
2.5.2	<i>Proč je systém TPMS důležitý</i>	36
2.5.3	<i>NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU (ES) č. 661/2009</i>	37
2.5.4	<i>Jak TPMS funguje</i>	37
2.6	Moderní trendy v konstrukci pneumatik	39
2.6.1	<i>Moderní technologie pro řešení defektů pneumatik</i>	39
2.6.2	<i>Možný směr pneumatik budoucnosti</i>	42
3	EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ	43
3.1	Dotazníkové šetření	43
3.1.1	<i>Jak si vedly ženy?</i>	47
3.1.2	<i>Jak si vedli muži?</i>	49
3.1.3	<i>Jak si vedli respondenti 18 – 30 let?</i>	51
3.1.4	<i>Jak si vedli respondenti nad 30 let?</i>	53
3.1.5	<i>Shrnutí</i>	54
3.2	Měřicí přístroje a vybavení	55
3.2.1	<i>Racelogic PerformanceBox 02</i>	55
3.2.2	<i>Vibrometr Lutron BVB-8207SD</i>	56
3.2.3	<i>Hlukoměr Lutron SL-4033SD</i>	57
3.2.4	<i>Software pro vyhodnocení naměřených dat</i>	57
3.2.5	<i>Zkušební vozidlo</i>	58
3.2.6	<i>Pneumatiky</i>	58
3.2.7	<i>Další potřebné vybavení</i>	59

3.3	Vliv tlaku na pneumatiku	59
3.3.1	2D model	59
3.3.2	3D model	63
3.3.3	Shrnutí	67
3.4	Těžiště vozidla.....	67
3.5	Tlaky v pneumatikách pro měření	68
3.6	Zpomalení na suchém povrchu.....	69
3.6.1	Místo měření	69
3.6.2	Měření na suchém povrchu.....	69
3.6.3	Vyhodnocování naměřených údajů.....	70
	Vztah pro výpočet zpomalení.....	71
3.6.4	Shrnutí	78
3.7	Zpomalení na povrchu se sníženou adhezí	78
3.7.1	Místo měření	78
3.7.2	Měření na povrchu se sníženou adhezí.....	80
3.7.3	Vyhodnocování naměřených údajů.....	80
3.7.4	Shrnutí	84
3.8	Průjezd směrovým obloukem za snížené adheze	84
3.8.1	Místo měření	84
3.8.2	Měření průjezdu obloukem za snížené adheze.....	87
3.8.3	Vyhodnocování naměřených údajů.....	88
3.8.4	Shrnutí	92
3.9	Vyhýbací manévř (Losí test)	92
3.9.1	Místo měření	93
3.9.2	Průběh měření	95
3.9.3	Vyhodnocování naměřených údajů.....	96

3.9.4	<i>Shrnutí</i>	98
3.10	Dojezdová zkouška.....	99
3.10.1	<i>Místo měření</i>	99
3.10.2	<i>Průběh měření</i>	100
3.10.3	<i>Vyhodnocování naměřených údajů</i>	100
3.10.4	<i>Shrnutí</i>	107
3.11	Měření spotřeby paliva	107
3.11.1	<i>Místo měření</i>	107
3.11.2	<i>Průběh měření</i>	108
3.11.3	<i>Vyhodnocování naměřených údajů</i>	109
3.11.4	<i>Shrnutí</i>	110
3.12	Měření vibrací.....	110
3.12.1	<i>Místo měření</i>	111
3.12.2	<i>Měřicí přístroje</i>	111
3.12.3	<i>Průběh měření</i>	112
3.12.4	<i>Vyhodnocení naměřených údajů</i>	112
3.12.5	<i>Shrnutí</i>	114
3.13	Měření hlučnosti	115
3.13.1	<i>Místo měření</i>	115
3.13.2	<i>Měřicí přístroje</i>	116
3.13.3	<i>Průběh měření</i>	117
3.13.4	<i>Vyhodnocení naměřených údajů</i>	117
3.13.5	<i>Shrnutí</i>	118
3.14	Měření síly potřebné k otočení volantů	119
3.14.1	<i>Měřicí přístroje</i>	119
3.14.2	<i>Průběh měření</i>	119

3.14.3	<i>Vyhodnocení naměřených údajů</i>	120
3.14.4	<i>Shrnutí</i>	120
4	SOUHRN A DOPORUČENÍ	122
4.1	Znalosti řidičů.....	122
4.2	Přehuštěné pneumatiky.....	122
4.3	Optimální tlak v pneumatikách.....	123
4.4	Podhuštěné pneumatiky.....	124
5	ZÁVĚR	125
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	127
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	129
	SEZNAM PŘÍLOH	132

1 ÚVOD

Pneumatiky vozidla jsou jediným prvkem, který spojuje vozidlo s vozovkou. Jsou tedy zásadním faktorem ovlivňujícím aktivní bezpečnost vozidla. Výrobci pneumatik stále zdokonalují výrobní postupy tak, aby docílili maximální bezpečnosti, životnosti, ekonomičnosti a komfortu jízdy. Ani sebelepší pneumatika nemůže dokonale plnit svou funkci, pokud řidič nedodrží dané huštění, které stanovil výrobce vozu ve spolupráci s výrobcem pneumatik za optimální. Právě vlivy huštění pneumatik na jízdní dynamiku, bezpečnost a komfort jízdy se bude zabývat tato diplomová práce.

Teoreticky bude v této práci popsána jízdní dynamika, pneumatiky, jízdní asistenty, systém automatického měření tlaku a moderní konstrukce pneumatik.

Během mnoha měření bude vyhodnocován vliv tlaku v pneumatikách na brzdné zpomalení, jízdní stabilitu, dojezd, spotřebu, hluk a vibrace. Práce také ověří znalosti řidičů stran správného huštění za pomoci dotazníkového šetření. Podrobně se pokusí zmapovat poměry ve stopě pneumatiky.

Výsledkem bude vzájemné porovnání jednotlivých vlivů a návrh opatření a doporučení pro zvýšení bezpečnosti provozu vozidel.

2 JÍZDNÍ DYNAMIKA VOZIDEL

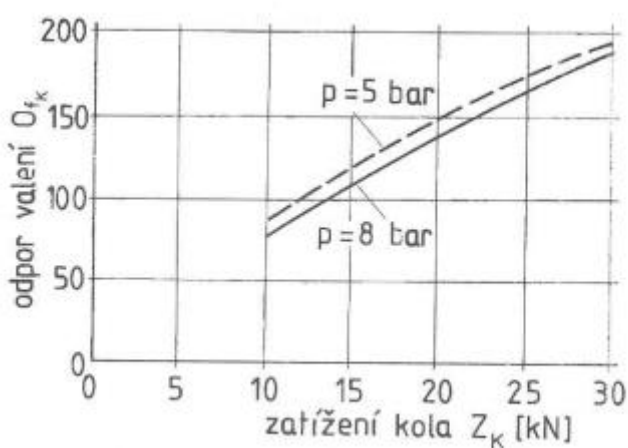
2.1 JÍZDNÍ ODPORY

Aby se vozidlo mohlo začít pohybovat, je nutné překonat součet jízdních odporů. Odpor valivý a vzdušný působí vždy proti směru pohybu vozidla. Při zrychlování musí vozidlo zdolávat také odpor zrychlení. Při jízdě do svahu vozidlo překonává navíc odpor stoupání [1].

2.1.1 Odpor valivý

Valivý odpor je důsledkem deformace pneumatiky a případně vozovky. Styčnou plochu pneumatiky a vozovky nazýváme stopou. Součinitel valivého odporu f_k závisí především na tuhosti a kvalitě povrchu vozovky, deformaci pneumatik a vlivu rychlosti kola. Deformace závisí především na huštění a tuhosti pneumatik. Při snižování tlaku plynu v pneumatikách se zvyšuje deformace pneumatik, tím vzrůstá deformační práce a zároveň stoupá i tlumicí práce, která zvyšuje valivý odpor. Vliv součinitele valivého odporu se při vyšších rychlostech zvyšuje také vlivem ztrát, které vznikají rozkmitáním oběžné plochy bočnic pneumatiky. U osobních vozidel můžeme považovat součinitel valivého odporu za konstantní do rychlosti 80 km/h [1].

Vliv huštění na valivý odpor kola je vidět na *Obr. č. 1*.



Obr. č. 1 - Vliv huštění pneumatik na valivý odpor [1]

Součinitele valivého odporu nejběžnějších povrchů jsou vidět v *Tab. č. 1*.

Tab. č. 1 - Součinitel valivého odporu různých povrchů [1]

Povrch	f_K
Asfalt	0,01 - 0,02
Beton	0,015 - 0,025
Dlažba	0,02 – 0,03
Čerstvý sníh	0,20 – 0,30
Náledí	0,01 – 0,025

Vztah pro výpočet valivého odporu:

$$O_f = f \cdot \sum Z_{ki} = f \cdot g \cdot \cos \alpha$$

f - součinitel valivého odporu

Z_{ki} - radiální zatížení jednoho kola

g - je tíha

α - je úhel stoupání

Mimo valivý odpor působí na vozidlo také další odpory, např. odpor vzniklý vlivem sbíhavosti předních kol. Běžně ho kvůli jeho malé velikosti při výpočtech neuvažujeme. Dále je to vzdušný odpor kol, který běžně samostatně nepočítáme a zahrneme jej do výpočtu celkového vzdušného odporu. Další ztráty vznikají při jízdě po nerovnostech, kde je musí tlumič vyrovnávat a vznikají tak ztráty v podobě tepla [1].

2.1.2 Odpor vzdušný

Během jízdy vozidla proudí vzduch kolem horní či boční části automobilu a protlačuje se prostorem mezi vozovkou a spodní částí vozidla. Za vozidlem se vlivem neuzavření proudnic vytváří víření, a tím vzniká vzdušný odpor O_V . Velikost vzdušné síly je určena hodnotou normálových tlaků vzduchu na povrch karoserie a třecích sil, které působí v tečném

směru. Do celkového vzdušného odporu zahrnujeme také odpory vzniklé při průchodu vzduchu chladiči a vzdušné odpory vzniklé na otáčejících se kolech vozidla[1] [24].

Vzdušný odpor lze vypočítat dle následujícího vztahu:

$$O_V = C_x \frac{\rho}{2} S_x v_r^2$$

C_x - součinitel vzdušného odporu, který je závislý především na tvaru vozidla a zjišťuje se na reálných vozidlech a také modelech v aerodynamickém tunelu

ρ - měrná hmotnost vzduchu (pro běžné výpočty se používá hodnota $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$)

S_x - čelní plocha vozidla, která se získává čelní projekcí vozidla

v_r^2 - náporová rychlost proudění vzduchu kolem vozidla [1]

2.1.3 Odpor stoupání

Odpor stoupání je dán složkou tíhy vozidla rovnoběžnou s povrchem vozovky. Lze jej vypočítat dle vztahu:

$$O_s = \pm G \sin \alpha$$

G - tíha vozidla

α - úhel stoupání

$\pm$ - znaménko plus znamená jízdu do svahu, znaménko minus jízdu ze svahu [1]

2.1.4 Odpor zrychlení

Během zrychlování nebo zpomalování působí proti směru zrychlení setrvačná síla. Tato síla se nazývá odpor zrychlení a je určena vztahem:

$$O_z = \left(m + \sum_i \frac{J_{Ki}}{r_{di} r_{Ki}} \right) x = O_{zp} + O_{zr}$$

Tento vztah se skládá z odporu zrychlení posuvné části hmotnosti:

$$O_{zp} = mx$$

a z odporu zrychlení rotačních částí [1]:

$$O_{zr} = \sum_i \frac{J_{Ki}}{r_{di} r_{Ki}}$$

2.1.5 Celkové jízdní odpory

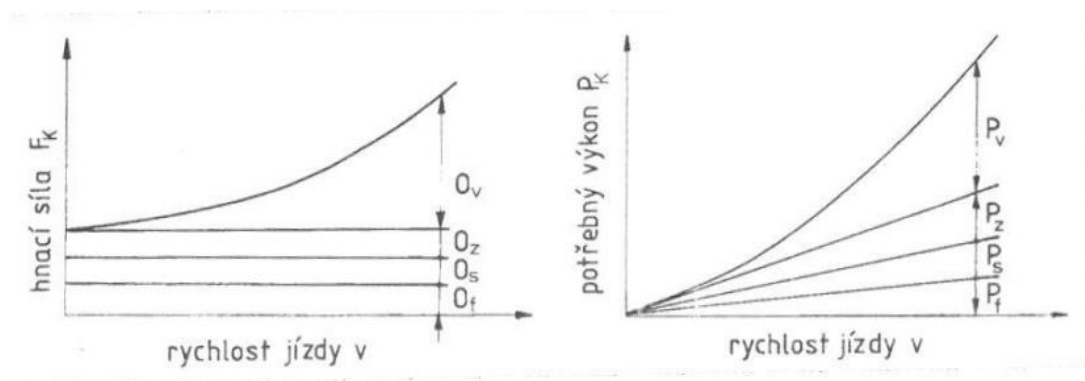
Součtem jednotlivých jízdních odporů dostaneme celkový jízdní odpor:

$$F_K = O_f + O_v + O_s + O_z$$

K překonání jízdních odporů musí být na kola přiveden hnací výkon dle následujícího vztahu:

$$P_K = F_K v = \frac{M_K}{r_d} v$$

Závislost hnací síly a výkonu potřebná k překonání jízdních odporů v závislosti na rychlosti jízdy je vidět na Obr. č. 2 [1].



Obr. č. 2 - Potřebná hnací síla a výkon potřebný k překonání jízdních odporů v závislosti na rychlosti [1]

2.2 MEZE PŘILNAVOSTI

Maximální přenositelná obvodová síla mezi vozovkou a kolem se dá určit dle vztahu:

$$H_{K \max} = \mu_v Z_K$$

μ_v – součinitel valivé přilnavosti

Pokud bude hnací moment M_k příliš velký, tedy reakce mezi kolem a vozovkou H_K je větší než $H_{K \max}$, pak je ve stopě prokluz. Bude-li dosaženo podélného skluzu $\sigma = 1$, je přenášena obvodová síla [1].

$$H_{K\sigma} = \mu_\sigma Z_K$$

μ_σ – součinitel skluzové přilnavosti

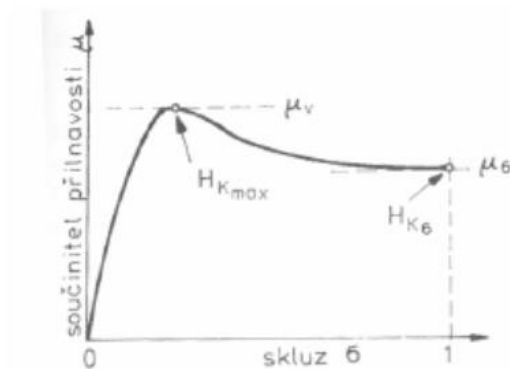
Rozdíl mezi obvodovou rychlostí a rychlostí vozidla vztažený na rychlost kola (pohon) nebo na rychlost vozidla (pohon) nazýváme skluz.

Silové poměry můžeme vyjádřit podílem mezi obvodovou silou a svislým zatížením:

$$\mu = \frac{H_k}{Z_k}$$

Součinitel přilnavosti se zjišťuje experimentálním způsobem. Pokud není kolo zablokováno, zjišťuje se μ_v a pokud dojde k zablokování kola, pak je zjišťován součinitel μ_σ .

Na Obr. č. 3 je vidět závislost součinitele μ na skluzu kola a obecně platí, že $\mu_v > \mu_\sigma$.



Obr. č. 3 - Skluzová charakteristika pneumatik [1]

Hodnotu součinitele přilnavosti ovlivňuje především povrch vozovky. Například při jízdě na mokřém povrchu musí profil pneumatiky dostatečně odvádět vodu ze stopy. Pokud je vody příliš, pneumatika nestíhá odvádět vodu ven ze stopy a dochází k tzv. aquaplaningu.

Přehled součinitelů přilnavosti pro různé povrchy ukazuje Tab. č. 2 [1].

Tab. č. 2 - Součinitel přilnavosti na různých typech povrchu[1]

Povrch	Hodnota
Beton suchý	0,8 - 1,0
Beton mokřý	0,5 - 0,8
Asfalt suchý	0,6 - 0,9
Asfalt mokřý	0,3 - 0,8
Sníh	0,2 - 0,4
Náledí	0,1 - 0,3

Pro co největší přenos obvodové síly mezi kolem a vozovkou musí být hnací/brzdné momenty přiváděné na kolo takové, aby nedošlo k blokování či prokluzu kola. Kolo, u kterého není překročeno $H_{k \max}$ v případě, že nepůsobí žádná boční síla, se pohybuje ve směru valení kola [1].

2.3 BRZDĚNÍ

Za brzdění můžeme označit záměrné snižování rychlosti vozidla nebo zabránění rozjetí stojícího vozidla [1].

2.3.1 Účel a druh brzdění

Brzdění osobních vozidel rozdělujeme na:

- Provozní
- Nouzová
- Parkovací

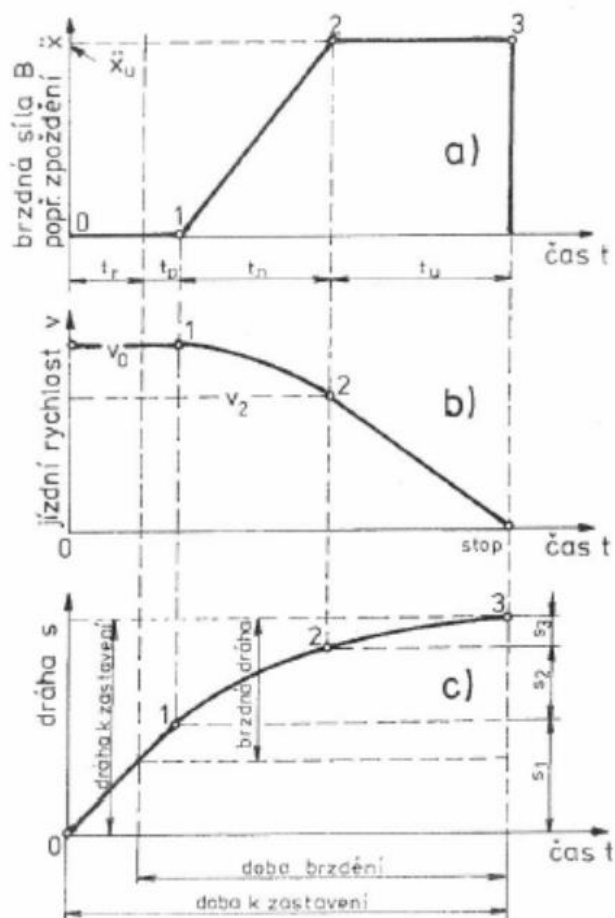
Provozní brzdění musí zajistit rychlé a účinné zastavení vozidla při všech rychlostech, zatížení a klesání terénu, které mohou vozidlo v provozu potkat. Brzdného účinku se u motorových vozidel nejčastěji dosahuje přiváděním brzdného momentu na otáčející se kola proti směru jízdy vozidla.

Brzdění nouzové musí umožňovat zastavení vozidla v případě poruchy provozních brzd.

Parkovací brzdy musí zamezit nechtěnému rozjetí vozidla ve svahu [1].

2.3.2 Průběh brzdění

Průběh brzdění můžeme vykreslit na třech diagramech. Diagramy jsou kresleny v závislosti na čase. Reakční doba t_r je doba mezi zpozorováním překážky až přiložení nohy na brzdový pedál. Doba mezi vyvozením síly na pedál do počátku brzdění je doba prodlevy brzdění t_p . Doba od okamžiku počátku brzdění až do dovršení plného brzdného účinku se nazývá náběh brzd [1].



Obr. č. 4 - Průběh brzdění a) zpoždění vozidla, b) rychlost, c) dráha [1]

2.3.3 Dráha potřebná k zastavení vozidla

Jedná se o vzdálenost, kterou vozidlo urazí od doby zpozorování překážky až do zastavení vozidla [1].

2.3.4 Přípustná brzdná dráha

Mezinárodní předpisy EHK a zároveň český národní předpis (vyhláška č. 102/1955 Sb.) stanovuje maximální přípustné dráhy pro provozní brzdění dle různých kategorií vozidel.

Délka brzdné dráhy při provozním brzdění osobního automobilu je dána vztahem:

$$s = 0,1v_0 + \frac{v_0^2}{150}$$

s – [m] je brzdná dráha

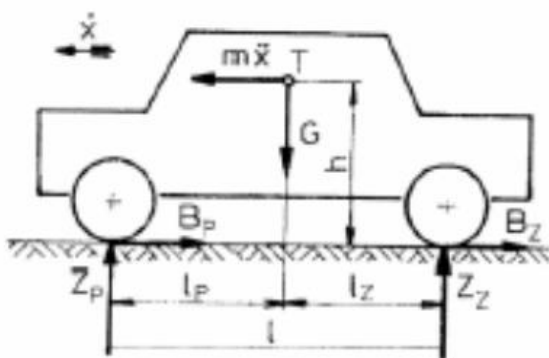
v_0 – [km/h] počáteční rychlost, pro osobní automobily 80 km/h

Z tohoto vztahu plyne maximální přípustná brzdná dráha 50,7 m [1].

2.3.5 Poměrné zpomalení

V okamžiku brzdění je zrychlení vozidla záporné, taktéž obvodové síly na kolech jsou záporné.

V těžišti vozidla působí setrvačná síla $m\ddot{x}$ a na nápravách brzdné síly B_z a B_p . Zanedbá-li se vztlak, vzdušný odpor, valivý odpor a setrvačné momenty rotujících kol, pak výsledné síly znázorňuje Obr. č. 5 [1].



Obr. č. 5 - Síly působící na vozidlo při brzdění [1]

2.3.6 Ideální brzdné síly

Za ideální brzdné síly jsou považovány maximální přenositelné brzdné síly na nápravách vozidla:

$$B_{Pid} = B_{Pmax} = \mu_v Z_p$$

$$B_{Zid} = B_{Zmax} = \mu_v Z_z$$

Skutečné brzdné síly lze vyjádřit podobně:

$$B_p = f_p Z_p$$

$$B_z = f_z Z_z$$

f_p a f_z – součinitele využívané přilnavosti pro přední a zadní nápravu. Součinitel využívané přilnavosti je dán poměrem obvodové síly kola k svislému zatížení a charakterizuje nám poměry ve stopě [1].

Pokud jsou součinitele využívané přilnavosti na obou nápravách stejně velké a rovny součiniteli valivé přilnavosti, jedná se o ideální rozdělení brzdných sil [1].

$$f_p = f_z = \mu_V$$

Celková brzdná síla G_z je tedy pro ideální brzdné síly:

$$G_z = B_{pid} + B_{zid} = \mu_V(Z_p + Z_z)$$

Protože $Z_p + Z_z = G$, plyne z výše uvedené rovnice, že ideálním rozdělení brzdných sil je poměrné zpomalení stejně velké, jako je součinitel valivé přilnavosti. Toto poměrné zpomalení pak nazýváme ideálním [1].

2.3.7 Směrová stabilita vozidla při brzdění

Maximální obvodové síly, které lze přenést jsou omezeny přilnavostí pneumatiky a vozovky, lze je tedy vyjádřit:

$$B_{pmax} = \mu_V Z_p; B_{zmax} = \mu_V Z_z;$$

μ_V – součinitel přilnavosti v podélném směru

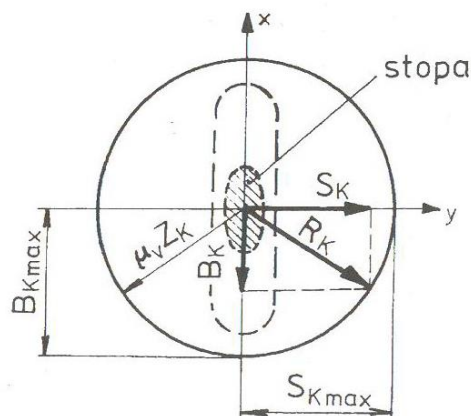
Pokud působí ve stopě další síla boční, pak nemá-li dojít ke smyku kola, nesmí geometrický součet překročit hodnotu přilnavosti. Pokud předpokládáme, že přilnavost pneumatiky je v obou směrech stejná, pak je podle Obr. č. 6 výslednice těchto sil:

$$R_K = \sqrt{B_K^2 + S_K^2} \leq \mu_V Z_K$$

B_K - Brzdná síla kola

S_K - Boční vodící síla kola

Z_K – Radiální reakce kola



Obr. č. 6 - Kammova kružnice přilnavosti [1]

Geometrickým místem vektorů výsledné přenositelné vodorovné síly R_K je kružnice opsaná ze středu stopy poloměru $\mu_V Z_K$. Je-li boční síla S_K - rovna maximální přenositelné síle, pak brzdná síla B_K je rovna 0 [1].

Přilnavost v bočním a podélném směru není zcela stejná, může záviset také na rychlosti jízdy. Není však velkou chybou předpokládat v obou směrech přilnavost stejnou.

Stabilita vozidla při brzdění je závislá na rozdělení celkových brzdných sil na přední a zadní nápravu, přesněji, u které dojde dříve k zablokování kol [1].

Pro přímou jízdu je podle poznatků výhodnější přebrzdění předních kol. Dojde-li však k přebrzdění předních kol v zatáčce, vozidlo se bude chovat neřiditelně a pohybovat se smykem směrem ven ze zatáčky. Z tohoto důvodu by bylo vhodnější, aby se začala dříve blokovat kola zadní nápravy, aby byla zachována možnost řízení předních kol vozidla. Taktéž při přímé jízdě, pokud by byl řidič schopen vyrovnávat smyk zadních kol, by se mohla dříve blokovat zadní kola. V praxi je však jen málokterý řidič schopen správně korigovat smyk při blokování zadní nápravy v kritické situaci. Fyzikálně nejjednodušším způsobem je přerušované brzdění – jen tak je schopno kolo zase přenášet boční síly, a tím srovnat smyk.

Pro zachování směrové stability při přímé jízdě je potřeba zvolit rozdělení brzdných sil náprav tak, aby bylo zabráněno přebrzdění zadní nápravy, protože toto zablokování vyvolává rotaci vozidla kolem svislé osy [1].

V případě zablokování obou náprav současně, pokud nepůsobí žádná rušivá síla, pak se vozidlo dále pohybuje v přímém směru [1].

2.3.8 Děliče brzdných sil

Pro zmenšení přebřzdění zadní nápravy se používají přepínače brzdného tlaku. Přepínací tlak může být nastaven pevně nebo může být proměnný dle statického zatížení zadní nápravy. Po dosažení přepínacího tlaku zůstává brzdný tlak na zadních kolech díky omezovacímu ventilu stálý. Nebo pomocí redukčního ventilu stoupá pomaleji než tlak na přední nápravě [1].

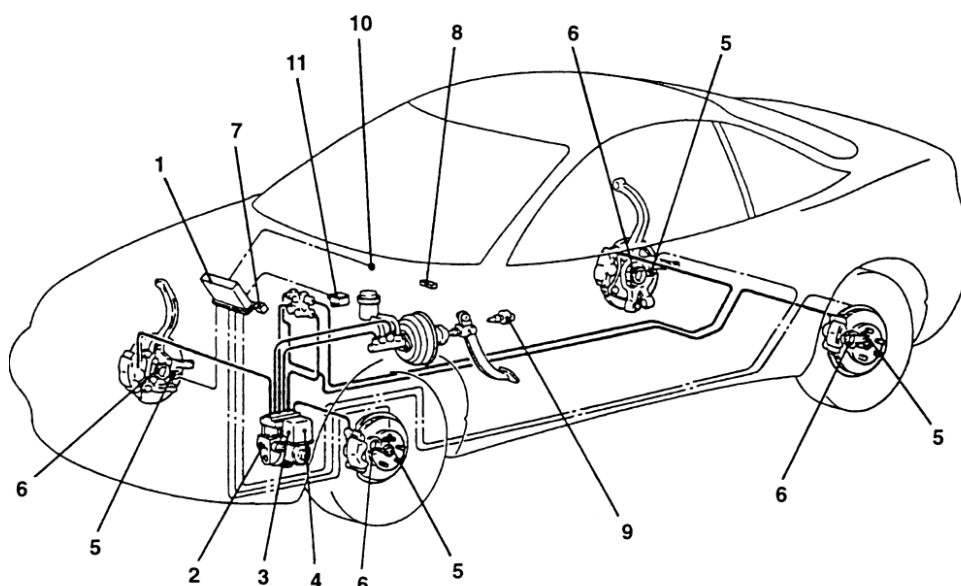
2.3.9 Anti blokovací systém

Systém ABS umožňuje samočinné řízení skluzu kola ve směru otáčení pomocí regulace brzdné soustavy [1].

Při nouzovém brzdění při kritických jízdních situacích dochází k zablokování kola, vlivem toho může dojít ke ztrátě směrové stability a vozidlo je neřiditelné. K odstranění této skutečnosti slouží protiblokovací systém ABS, který zavčas rozezná blokování kol a dokáže snížit brzdý tlak v blokováném kolu. Následkem toho je vozidlo opět řiditelné, chová se stabilněji a na mokré nebo namrzlé vozovce je podstatně kratší brzdná dráha [2].

Protiblokovací systém ABS by měl splňovat tyto vlastnosti:

- Během brzdění musí být zachována řiditelnost a stabilita vozidla
- Na vozovce s různou adhezí levé či pravé strany musí být zachována jízdní stabilita
- ABS musí fungovat ve všech možných rychlostech vozidla
- Maximálně využít adhezi vozovky s požadavkem, že řiditelnost má vždy přednost před zkrácením brzdné dráhy
- Regulace musí co nejrychleji reagovat na změny adheze vozovky
- Regulace musí fungovat na všech površích a ve všech jízdních režimech, se kterými se může vozidlo setkat
- V případě poruchy musí být řidič o této skutečnosti informován
- Při poruše ABS musí být zachována funkčnost brzdné soustavy [1] [2]



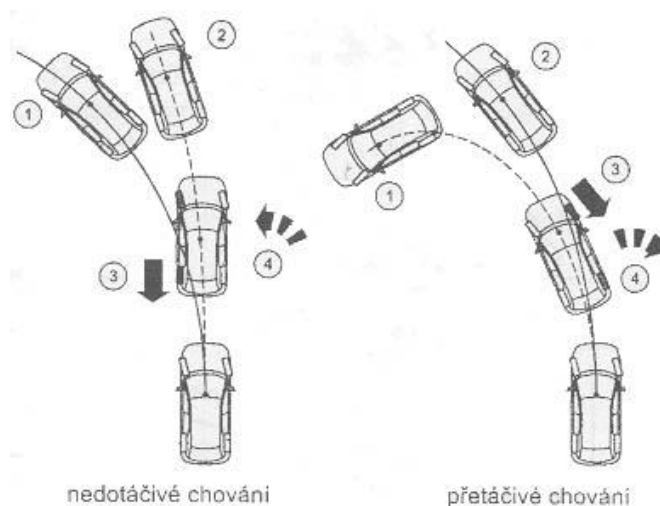
Obr. č. 7 - Systém ABS

1. Řídící jednotka ABS
2. Hydraulická jednotka
3. Relé ventilu
4. ABS relé motoru
5. Senzor rychlosti otáčení kola
6. Disk snímače ABS
7. Konektor data link
8. Kontrolka poruchy ABS
9. Kontrola pro okamžité zastavení vozidla [2]

2.3.10 Elektronický stabilizační systém

Elektronický stabilizační program – zkráceně ESP – pomáhá řidiči zvládnout kritické situace na silnici. Základ vychází ze systémů ESP a ASR, které umožňují řídit podélný skluz či prokluz kola a rozšiřuje je o řízení skluzu i v příčném směru. Systém ESP snižuje riziko smyku v zatáčce a celkově přispívá ke stabilitě vozidla cíleným brzděním a snížením točivého momentu motoru [2].

Systém ESP v základu obsahuje hydraulický agregát a snímače snímající a vyhodnocující jízdní situaci. Pokud je třeba, systém rychle zvýší brzdový tlak na jednotlivých kolech, a sníží tak riziko smyku. To vše bez činnosti řidiče [2].



Obr. č. 8 - Zásah ESP [2]

Obr. č. 8 zobrazuje činnost systému v případě nedotáčivého a přetáčivého smyku kontra trajektorie vozidla bez tohoto systému.

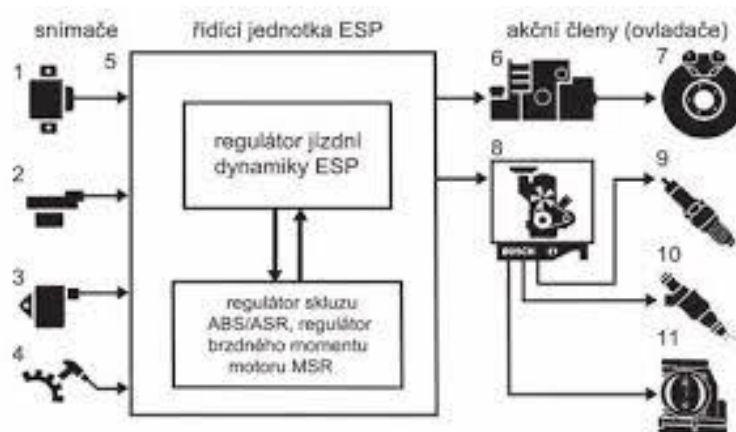
Aby systém mohl správně vyhodnotit, kdy je třeba zasáhnout, má k dispozici tyto údaje:

- Stáčivou rychlost
- Úhel natočení volantu
- Podélnou rychlost vozidla
- Boční zrychlení
- Polohu akceleračního pedálu
- Brzdový tlak

Hodnota skluzu a podélné síly pneumatik (odhad), z kterých dále určuje:

- Boční síly na kolech
- Úhel směrové úchylny těžiště
- Úhel směrové úchylny kol
- Příčnou rychlost vozidla [15]

Na Obr. č. 9 je schematicky znázorněna regulace jízdní dynamiky se snímači pro určení vstupních veličin, řídicí jednotky, regulátory a akční členy[2] [15].



Obr. č. 9 Regulační soustava ESP [15]

2.3.11 Právní předpisy

Brzdění vozidel upravuje předpis EHK13, dále také provozní brzdění motorových vozidel upravuje vyhláška Ministerstva dopravy o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích. Nejdůležitější hodnoty pro motorová vozidla kategorie M1 dle předpisu shrnuje *Tab. č. 3*.

Tab. č. 3 - Hodnoty dle předpisu pro OA [13]

	Max. brzdná dráha [m] (provozní brzdění)	Max. brzdná dráha [m] (nouzové brzdění)	Min. střední hodnota plného brzdného zpomalení [m/s ²]
Osobní automobil	50,7	93,4	5,8

Brzdná dráha je dráha, kterou vozidlo ujede od okamžiku počátku působení na brzdný pedál do zastavení vozidla. Do této dráhy se nezahrnuje ujetá dráha za dobu reakce řidiče [13].

2.4 PNEUMATIKY

Vozidlové kolo a pneumatika je důležitým prvkem vozidla a má velký vliv na jízdní vlastnosti a bezpečnost. Pneumatika je jediným spojovacím prvkem mezi vozidlem a vozovkou. Pneumatika musí unést celou váhu vozidla a nákladu a být schopna přenášet hnací

i brzdné momenty a boční síly. Velký vliv má také pneumatika na odpružení celého vozidla, a tím ovlivňuje komfort jízdy i bezpečnost [3].

2.4.1 Funkce a vlastnosti moderních pneumatik

Od pneumatiky se očekává, že bude plnit tyto funkce:

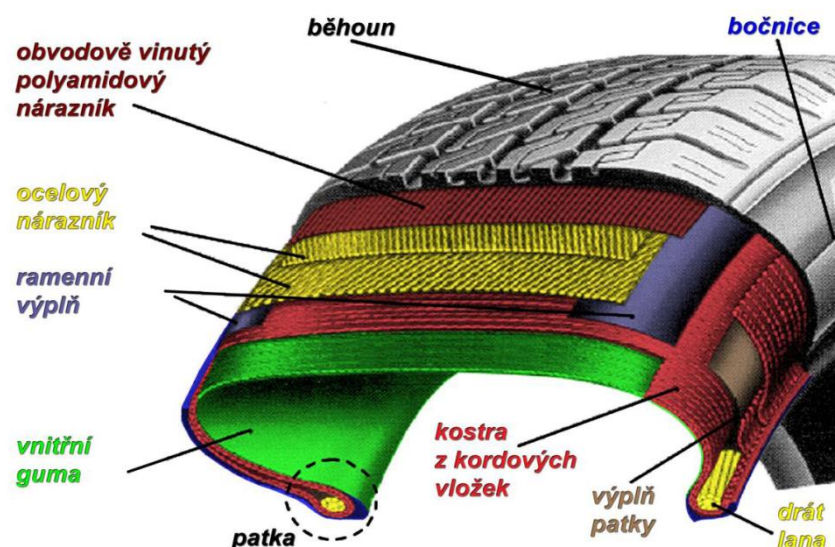
- **Vedení směru** – Pneumatika musí vést vozidlo přesně – bez ohledu na povrch nebo stav vozovky.
- **Nesení zátěže** – Pneumatika nese celou hmotnost vozidla, což je více než padesátinásobek své vlastní váhy.
- **Tlumící funkce** – Pneumatika musí pohlcovat rázy od vozovky, a tím zajišťovat pohodlí cestujícím, snižovat namáhání a opotřebení částí vozu.
- **Valivý pohyb** – Pneumatiky musí umožňovat rovnoměrné odvalování s co nejmenším valivým odporem, a tím snížit spotřebu a zvýšit komfort cestujících.
- **Přenos výkonu** – Pneumatika musí dobře přenášet výkon motoru i brzdou sílu.
- **Životnost** – Pneumatiky by měly (i při splnění všech výše uvedených bodů) zachovat dlouhou životnost [3].

Některé tyto funkce jdou proti sobě a zvýšení jedné zákonitě musí snížit jinou. Například měkčí směs pneumatice umožní dosáhnout lepšího vedení i přenosu síly, ale může podstatně omezit životnost pneumatiky. Jde tedy o to, dosáhnout co nejlepších poměrů mezi jednotlivými vlastnostmi [3].

Mnoho z těchto funkcí ovlivňuje sám uživatel vozidla. Pneumatika pro správnou funkci potřebuje vzduch o správném tlaku. Proto je důležitá pravidelná kontrola tlaku v pneumatikách. Pryž, ze které je pneumatika vyrobena, je sama o sobě pórovitá, a tak z ní vzduch v malém množství uniká neustále. K tomu se připojují jevy, jako jsou defekty, netěsnost ventilku, netěsnost ráfku atd. Tlak vzduchu v pneumatikách ovlivňuje všechny funkce pneumatiky jako je ekonomičnost, opotřebení, bezpečnost i komfort jízdy [3].

2.4.2 Hlavní části moderních pneumatik

Pneumatika se skládá z několika vrstev a částí, které jsou vidět na *Obr. č. 10*.

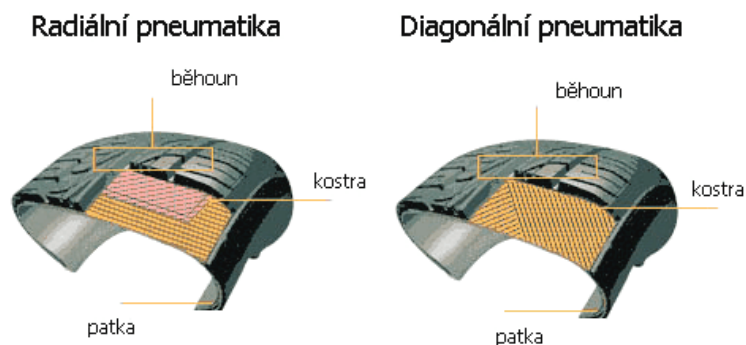


Obr. č. 10 - Hlavní části pneumatiky [4]

- **Vnitřní pryž** – slouží ke vzduchotěsnému uzavření pneumatiky, dříve tuto funkci plnila duše
- **Kostra** – skládá se z tenkých textilních vláken uložených vedle sebe a zalitých do pryže. Vláknům mají za úkol odolávat tlaku.
- **Patka** – přenáší točivý moment motoru a brzd z ráfku na pneumatiku.
- **Drát** – pomáhá držet patku na ráfku.
- **Bočnice** – chrání pneumatiku proti mechanickému poškození z boční strany.
- **Nárazník** – obvykle zpevněný tenkými ocelovými lankami mezi vrstvami pryže. Jednou z funkcí nárazníku je zachovávat tvar pneumatiky ve všech jízdních režimech.
- **Běhoun** – je jediná část pneumatiky, potažmo vozidla, která má přímý kontakt s vozovkou. Musí odolávat opotřebení a dobře přenášet síly na všech površích a za všech povětrnostních podmínek. V tom běhounu pomáhá dezén pneumatiky [4].

2.4.3 Struktura pneumatiky

Pneumatiky lze rozdělit z hlediska struktury na radiální a diagonální. U osobních vozidel jsou dnes již téměř výhradně používány pneumatiky radiální.



Obr. č. 11 - Řez radiální a diagonální pneumatikou [5]

Diagonální konstrukce

Vpravo na *Obr. č. 11* je řez diagonální pneumatikou, kterou tvoří textilní vrstvy položené šikmo od jednoho patkového lana k druhému. Stejně jsou uloženy vrstvy na bočnicích i koruně pneumatiky. Diagonálním uložením vrstev má pneumatika vlivem odstředivých sil tendenci se lehce rozšiřovat a zase zužovat. Tím dochází k tepelnému namáhání pneumatiky a následně snižování její životnosti [5].



Obr. č. 12 - Stopa diagonální pneumatiky [5]

Při zatížení má diagonální pneumatika tendenci přitlačovat krajní část běhounu k vozovce a oddalovat střed běhounu od vozovky. Tento jev snižuje celkovou přilnavost pneumatiky a projeví se především při jízdě na nerovném povrchu, kde dochází ke střídavému přitlačení a odlehčení pneumatiky. Radiální pneumatika má v těchto situacích tendenci měnit styčnou plochu s vozovkou *Obr. č. 12* [5].

Radiální konstrukce

Struktura radiální pneumatiky je tvořena z vrstev textilních proužků uložených kolmo ke směru pohybu pneumatiky. Tato vrstva je zakončena pásem koruny, tvořena několika vrstvami překrývající se v několika směrech vyztužených ocelových nárazníků. Na koruně a bočnicích jsou tyto vrstvy pokládány různě. Tato konstrukce umožňuje tuhost koruny a pružnost bočnic. Díky radiální konstrukci má pneumatika stálý kontakt s vozovkou bez ohledu na zatížení *Obr. č. 13 [5]*.



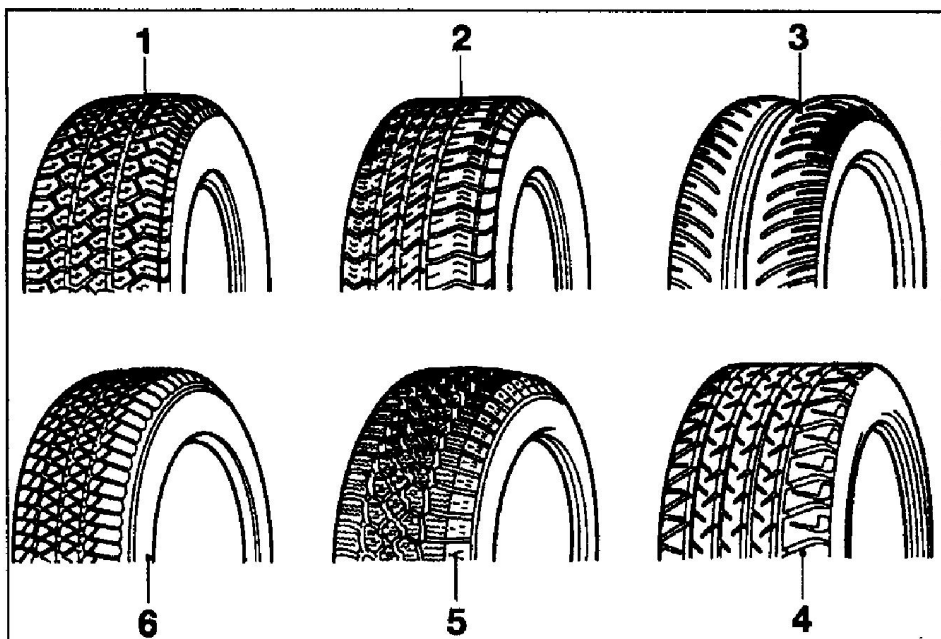
Obr. č. 13 - Stopa radiální pneumatiky [5]

Běhoun

Velkou roli v užitných vlastnostech pneumatik hraje směs a dezén běhounu. U moderních pneumatik se používá jako základ běhounu směs kaučuku [3].

Dezén pneumatiky je v podstatě soustava různě uspořádaných drážek tzv. figury, které mají za úkol zabezpečit dobrou přilnavost pneumatiky k vozovce na všech typech a stavech vozovky. U mokré vozovky je podmínkou dobré přilnavosti schopnost dezénu rozrušit a odvést vodu z jízdní stopy. Šířka dotykové plochy je většinou menší než její délka, proto je vhodné uspořádat drážky příčně k podélné rovině pneumatiky, aby dráha pro odvádění vody ze stopy byla co nejkratší [3].

Velký rozdíl běhounu je v pneumatikách zimních a letních, a to jak ve složení tak i typu dezénu. Přehled profilů používaných u osobních automobilů je vidět na *Obr. č. 14 [3]*.

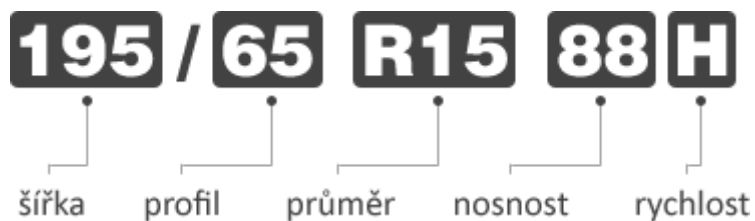


Obr. č. 14 - Druhy dezénů pneumatik [3]

1. Standardní letní pneumatika
2. Pneumatika s optimalizovaným chováním při aquaplaningu
3. Speciální pneumatika se širokým kanálem pro odvádění vody v podélném směru
4. Vysokovýkonná široká pneumatika
5. Zimní pneumatika
6. Celoroční pneumatika [3]

2.4.4 Značení

Značení pneumatik dle EHK pro osobní automobily se skládá z údajů na Obr. č. 15



Obr. č. 15 - Značení pneumatik [5]

- Šířka – šířka pneumatiky v mm

- Profil – profilové číslo vyjadřuje poměr výšky pneumatiky k její šířce a udává se v procentech
- Konstrukce pneumatiky radiální či diagonální
- Průměr – udává průměr ráfku v palcích
- Nosnost – index nosností určuje maximální nosnost pneumatiky
- Rychlost – kategorie rychlosti udává maximální přípustnou provozní rychlost pneumatiky

Přehled používaných indexů nosnosti pro osobní automobily ukazuje *Tab. č. 4* kategorie zatížení pak *Tab. č. 5*

Tab. č. 4 - Index nosnosti [3]

LI	50	60	70	80	90	100
Nosnost [kg]	190	250	335	450	600	800

Tab. č. 5 - Kategorie rychlosti [3]

Označení	E	F	G	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	H
Rychlost [km/h]	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	210

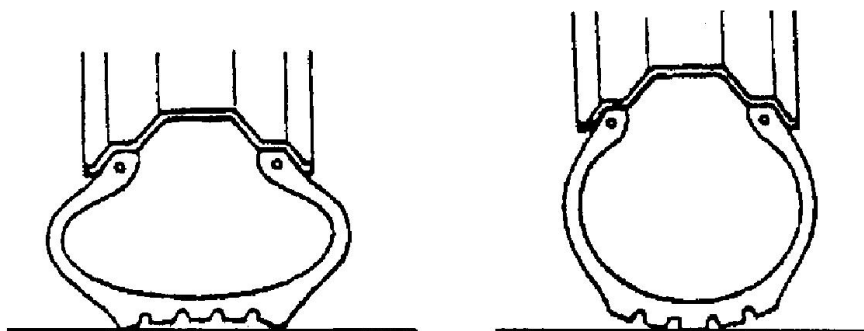
Dále může být na pneumatice uváděno:

- **Regroovable** – konstrukce umožňuje dodatečné prořezání dezénu (v ČR nelze používat pro osobní automobily)
- **M + S** – pneumatika pro zimní provoz
- **Tubeless (tl)** – bezdušové provedení
- **Tube type (tt)** – provedení s duší
- **Max load** – maximální nosnost pneumatiky v jednomontáži (single) nebo v dvojmontáži (dual) v kg a librách při maximálním huštění v kPa
- **Rf** – zesílená kostra
- **DOT** – číslo určuje stáří pneumatiky (první dvojčíslí týden, druhé dvojčíslí rok výroby pneumatiky)
- **Maximální tlak** – údaj o maximálním tlaku v pneumatice v kPa [3]

Na vozidle mohou být používány pouze pneumatiky určené pro daný typ vozidla výrobcem vozidla a pneumatik. Na jedné nápravě musí být použity pouze pneumatiky shodného rozměru, konstrukce, druhu dezénu a značky, s výjimkou kola pro nouzové dojetí [3].

2.4.5 Huštění pneumatik

Správné huštění pneumatik je jeden z nevýznamnějších faktorů, které ovlivňují životnost pneumatik a jízdní bezpečnost. Při přehuštění pneumatiky dochází k tomu, že se styčná plocha lehce vyduje a dochází ke sjíždění střední části běhounu pneumatiky viz *Obr. č. 16* vpravo. V případě podhuštění dochází k dosednutí krajních ploch pneumatiky, a tím jsou více sjížděny viz *Obr. č. 16* vlevo. Podhuštěné i přehuštěné pneumatiky jsou jednou z nejčastějších příčin provozních závad pneumatik. Podhuštěné i přehuštěné pneumatiky mají negativní vliv na jízdní stabilitu především ve vyšších rychlostech. Je tedy důležité dbát na kontrolu správného huštění, a to v intervalech alespoň jednou měsíčně. Huštění a kontrola na správný tlak by měla vždy probíhat za studena, tedy bez vystavení pneumatik přímému slunečnímu svitu a neměla by být prováděna bezprostředně po jízdě [3].



Obr. č. 16 - Podhuštěná a přehuštěná pneumatika [3]

Nesprávné huštění má negativní vliv na životnost i z hlediska teplotního namáhání pneumatiky. Se snižováním tlaku dochází k větší deformaci pneumatiky, a tím ke většímu ohřívání pneumatiky díky hysterezi. Rostoucí teplota pneumatiky snižuje silové vazby mezi jednotlivými vrstvami běhounu, čímž dochází k rychlejšímu opotřebení a snadněji se vytváří

trhliny [3]. Velmi náročné je správné huštění v motoristických sportech, kde je snaha vyvážit správné zahřátí pneumatiky a její životnost.

Výtah ze zákona č. 341/2002 Sb.

§ 21 Kola, pneumatiky a protiskluzové řetězy

„Pneumatiky musí provozovatel vozidla udržovat vždy řádně nahuštěny na tlak předepsaný výrobcem vozidla. Huštění předepsané výrobcem pneumatik nesmí být překročeno. U dvojité montáže kol musí být ventily uspořádány pro huštění vnitřní pneumatiky a kola provedena tak, aby bylo možné tlak vzduchu v pneumatice měřit nebo upravovat ze strany vnějšího kola, bez demontáže kol nebo jiné obtížné manipulace. Náhradní pneumatiky musí být nahuštěny nejméně na tlak odpovídající nejvyššímu předepsanému huštění pneumatik na vozidle.“ [22]

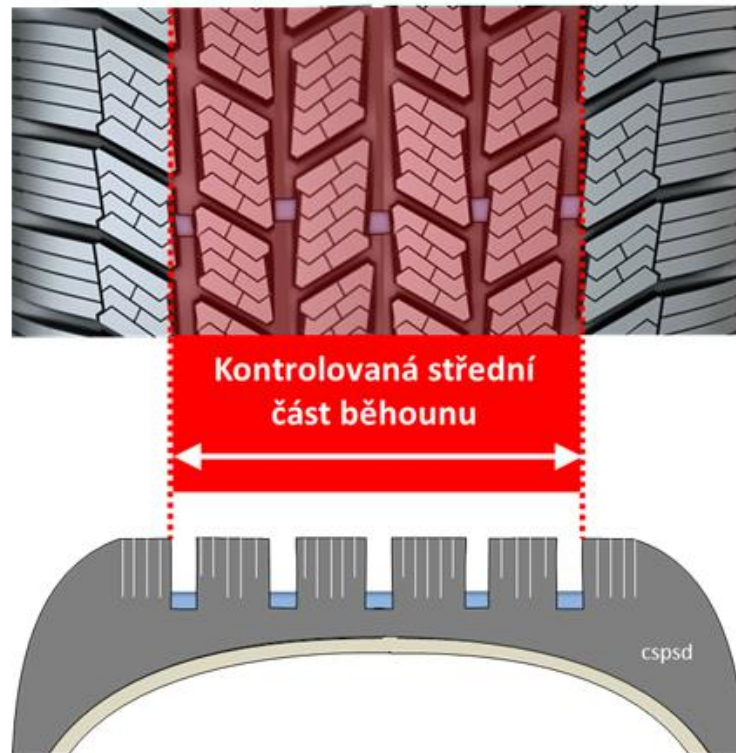
2.4.6 Minimální hloubka dezénu

Vozidlo je technicky nezpůsobilé k provozu na pozemních komunikacích, pokud v hlavních dezénových drážkách *Obr. č. 17* nebo zářezech v celé šířce běhounu v některé části obvodu pneumatiky není dodržena minimální hodnota hloubky drážky dezénu 1,6 mm.

Při technické silniční kontrole v období od 1. listopadu do 31. března posuzuje kontrolní orgán (Policie ČR, Celní správa ČR) použití zimních pneumatik na základě vyhodnocení aktuálních povětrnostních podmínek a stavu vozovky. Pokud jsou v souladu s § 40 a zákona č. 361/2000 Sb. splněny podmínky pro povinné použití zimních pneumatik, musí hloubka drážek běhounu zimní pneumatiky u vozidel (včetně vozidel v mezinárodním provozu) odpovídat:

Pneumatiky **třídy C1 - min. 4 mm - na všech kolech** vozidla

Pneumatiky **třídy C2 a C3 - min. 6 mm - na všech kolech hnacích náprav s trvalým přenosem hnací síly** (ostatní pneumatiky min. 1,6 mm) [6].



Obr. č. 17 - Hlavní dezénové drážky [6]

2.5 SYSTÉM AUTOMATICKÉ KONTROLY TLAKU V PNEUMATIKÁCH

Systém monitorování tlaku v pneumatikách TPMS (Tire pressure monitoring system) slouží ke kontrole a vyhodnocování tlaku a jeho změn za určitý čas. Od 1. listopadu 2014 mají automobilky povinnost montování tohoto systému do všech nově vyrobených aut určených pro evropský trh [7].

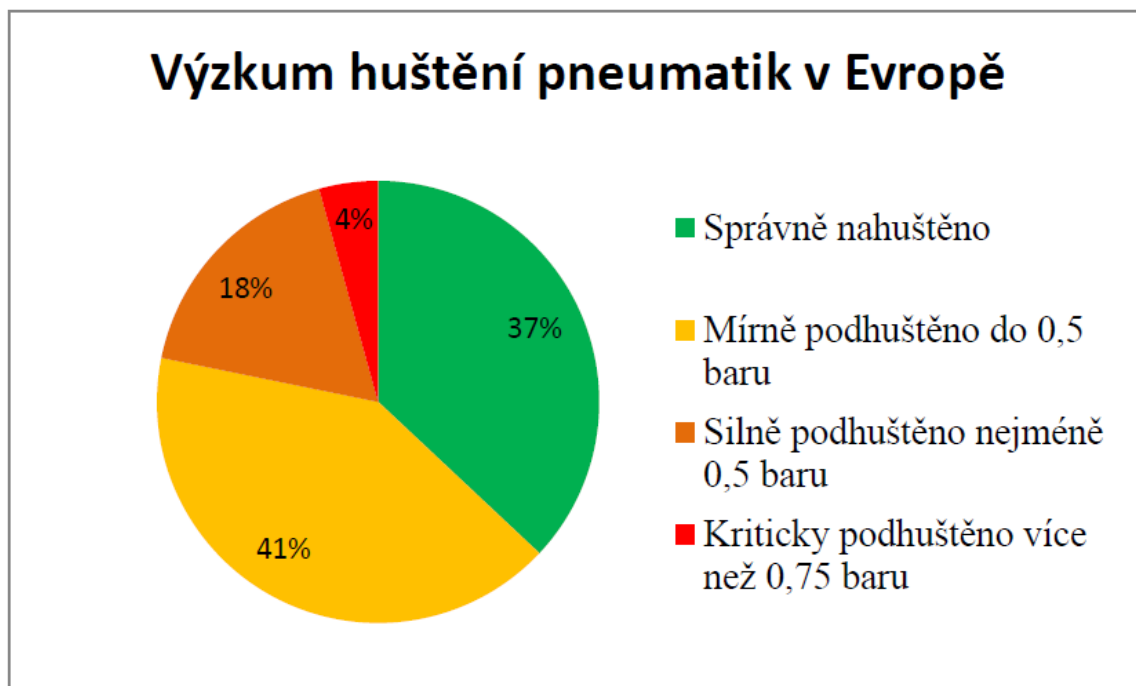
2.5.1 Přínos TPMS

- Díky včasnému informování řidiče o změně tlaku v pneumatikách zvyšuje bezpečnost posádky vozidla.
- Lepší jízdní vlastnosti – i to má za následek správný tlak v pneumatikách.
- Díky neustále optimálně nahuštěným pneumatikám se šetří palivo i životní prostředí [7].

Negativum – vzhledem k tomu, že systém TPMS je bezpečnostní systém jako třeba ABS, je nutné, aby byl funkční. V případě nefunkčnosti systému se řidič vystavuje postihu ze strany policie, možného krácení pojistného plnění ze strany pojišťovny. Vozidlo s nefunkčním systémem TPMS by nemělo projít stanicí technické kontroly (STK) [7].

2.5.2 Proč je systém TPMS důležitý

Z výzkumu společnosti Bridgestone, kterou provedla v roce 2011 na více než 46000 vozech v 11 evropských zemích, vyplývá, že 61% řidičů jezdí na podhuštěných pneumatikách. To podle společnosti Bridgestone dělá cca 3,1 miliardy litrů paliva, které se zbytečně spálí vlivem nižší hospodárnosti podhuštěných pneumatik. Z ekologického hlediska je to ekvivalent 7,4 milionu tun zbytečně vypuštěných emisí CO₂ [8].



Obr. č. 18 - Výzkum huštění pneumatik [8]

Z výzkumu společnosti Bridgestone je patrné, že více než polovina řidičů na stav huštění pneumatik nedbá a pravidelně jej nekontroluje i přes všeobecné povědomí o nebezpečnosti špatně nahuštěných pneumatik. Je tedy na místě řešení, se kterým přichází EU, tj. povinné zavedení systému TPMS do všech nově vyráběných automobilů [8].

2.5.3 NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU (ES) č. 661/2009

„Dle nařízení evropského parlamentu a rady Y (ES) č. 661/2009

o požadavcích pro schvalování typu motorových vozidel, jejich přípojných vozidel a systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla z hlediska obecné bezpečnosti.

Je vhodné, aby byla provedena opatření oznámená ve sdělení Komise ze dne 7. února 2007 nazvaném „Výsledky přezkumu strategie Společenství na snižování emisí CO₂ z osobních automobilů a lehkých užitkových vozidel“ zaměřená na snižování emisí CO₂ z pneumatik. Tohoto snížení by se mělo dosáhnout kombinací používání pneumatik s nízkým valivým odporem a systémů monitorování tlaku v pneumatikách. Zároveň je vhodné stanovit požadavky zaměřené na snižování hluku z pneumatik a požadavky na přilnavost na mokrých površích zajišťující, aby byly dodržovány úrovně bezpečnosti pneumatik. Související harmonogram provádění by měl odrážet stupeň náročnosti plnění těchto požadavků. Vzhledem k náročnosti plnění požadavků ohledně hluku odvalování pneumatik a k době, kterou průmysl potřebuje na nahrazení stávajících řad pneumatik, je zejména vhodné poskytnout delší období na zavádění požadavků na hluk odvalování pneumatik ohledně nových pneumatik stávajících typů.

Z toho vyplývající nařízení platné pro všechny nové automobily vyrobené po 1. listopadu 2014:

Vozidla kategorie M1 musí být vybavena přesným systémem monitorování tlaku v pneumatikách, který řidiče uvnitř vozidla v případě potřeby upozorní v zájmu optimální spotřeby paliva a bezpečnosti silničního provozu na pokles tlaku v některé z pneumatik. V technických specifikacích budou stanoveny příslušné mezní hodnoty k dosažení tohoto cíle, které nadto umožní uplatňovat při vývoji přesných systémů monitorování tlaku v pneumatikách technologicky neutrální a nákladově efektivní přístup“[9]

2.5.4 Jak TPMS funguje

TPMS využívá dvou základních metod měření tlaku, a to přímou a nepřímou metodou.

Nepřímý systém měření tlaku

Tento systém odhaduje tlak na základě nepřímé metody a to tak, že porovnává rychlost otáčení jednotlivých kol ze systému ABS a dalších signálů. Podhuštěné kolo způsobí, že pneumatika má menší obvod, což při jízdě zapříčiní rychlejší otáčení kola. U tohoto systému

musí řidič nastavit tlak na výchozí hodnotu studené pneumatiky resetováním systému. Systém pak neumí zobrazit aktuální tlak v pneumatice, ale pozná pouze odchylky od nastavené hodnoty po resetu.

Výhoda nepřímého sledování tlaku spočívá v tom, že není třeba velkých konstrukčních změn a cena systému je nižší. Další výhodou je, že není třeba navštěvovat specializované pneuservisy, které musí být u některých systémů využívající přímou metodu vybaveny specializovaným vybavením.

Nevýhodou je pak možnost potencionálního špatného vyhodnocení, např. u různě sjetých pneumatik téže nápravy. Pokud by byla na stejné nápravě nasazena správně nahuštěná stará pneumatika a podhuštěná nová pneumatika, systém by to vyhodnotil jako v pořádku. Systém také není schopen poznat, pokud jsou obě kola téže nápravy podhuštěná. Nevýhodou nepřímého systému je také, že není schopen zjistit tlak stojícího vozidla. Čas potřebný ke stanovení úbytku je u tohoto systému podstatně delší než u systému využívajícího přímou metodu [7].

Přímý systém měření

Přímé systémy měření využívají snímačů umístěných přímo v každém kole. Tyto snímače měří mimo tlak také teplotu a stav baterie ve snímači. Tyto data pak odesílají řídicímu systému vozidla. Baterie mají životnost 5-7 let, poté je nutná jejich výměna [7].



Obr. č. 19 - TPMS přímé měření tlaku [7]

Velkou výhodou přímých systémů je okamžité a přesné zjištění absolutní hodnoty tlaku. Řidič má přímo na palubní desce přesné hodnoty tlaku, ne jen v případě problému.

Budoucnost TMS systémů je vzhledem k technickým možnostem jednotlivých systémů a zpřísnujících se legislativních požadavcích, právě v přímých systémech.

Nevýhody přímého systému měření jsou pak vyšší pořizovací náklady. V případě, že řidič využívá dvě sady kol zima /léto musí obě sady opatřit senzory. Nevýhodou je také nutnost měnění baterií ve snímačích a u některých senzorů také nutnost návštěvy autorizovaných pneuservisů [7].



Obr. č. 20 - Kontrolka TPMS na palubní desce [7]

2.6 MODERNÍ TRENDY V KONSTRUKCI PNEUMATIK

Výrobci pneumatik se neustále snaží o zlepšování vlastností svých výrobků stran bezpečnosti, hospodárnosti provozu, hlučnosti, ekologičnosti i životnosti. Některé z těchto vlastností jdou ruku v ruce a některé si naprosto odporují. Proto jde často o docílení optimálního kompromisu.

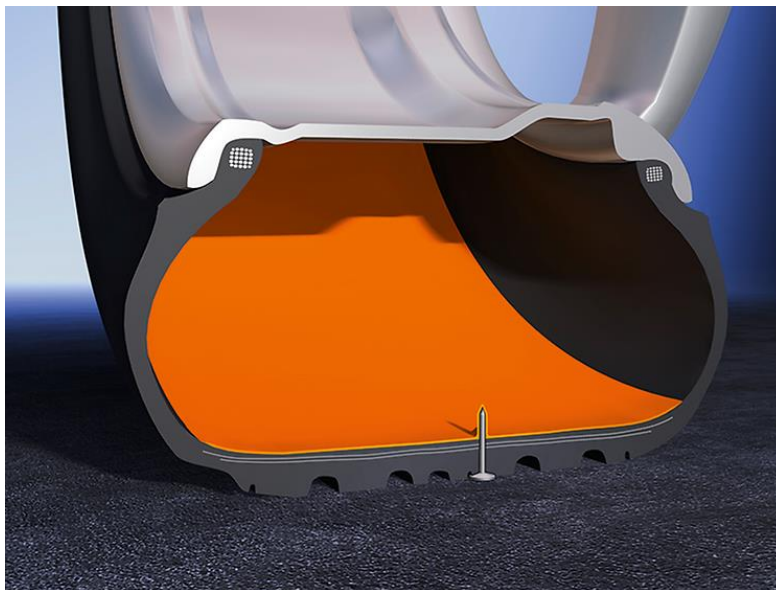
2.6.1 Moderní technologie pro řešení defektů pneumatik

Snaze o minimalizaci rizika či následku defektů pneumatik se dnes věnuje snad každý velký výrobce. V základu se jedná o dvě řešení, a to o snížení úniku tlaku v případě průrazu pneumatiky a o dojezdnost pneumatiky v případě ztráty tlaku.

Samozacelující se pneumatika

Technologie *ContiSeal* byla vyvinuta společností Continental. Vnitřní prostor běhounu je pokryt speciální těsnicí vrstvou, která je velmi viskózní a lepkavá. V případě průrazu pneumatiky ostrým předmětem až do velikosti 5 mm okamžitě zacelí otvor a zamezí tak ztrátě tlaku v pneumatice *Obr. č. 21*, a to i v případě jeho uvolnění.

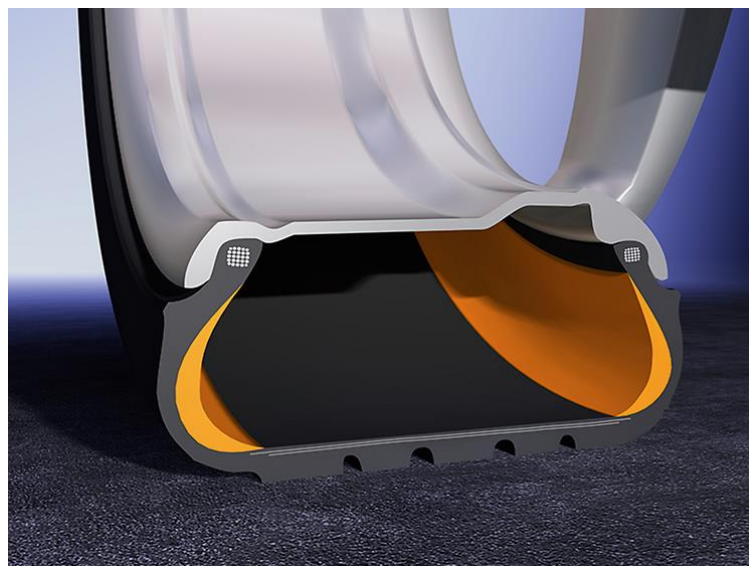
Velkou výhodou této technologie je možnost použití prakticky na jakémkoliv vozidle a není nutností kombinovat s jinou technologií např. TPMS [18].



Obr. č. 21 - Continental ContiSeal [18]

Runflat – technologie zesílených bočnic

Technologie Runflat umožňuje dojezd vozidla v případě defektu pneumatiky až 80 km a to rychlostí do 80 km/h. Podstata spočívá v zesílených bočnicích pneumatiky, které v případě ztráty tlaku nedovolí dosednutí vnitřní strany běhounu na ráfek *Obr. č. 22*. Velkou výhodou tohoto systému je, že není nutné vozit náhradní kolo. Nevýhodou je nutnost kombinovat se systémem TPMS, který řidiče upozorní v případě ztráty tlaku o nutnosti tuto situaci řešit [18]. Další nevýhodou může být i nižší jízdní komfort z důvodu tužších bočnic [19].



Obr. č. 22 - Continental Runflat [19]

Michelin PAX

Obdobným řešením je systém PAX vyvinutý společností Michelin. V principu jde o přidání plastového prstence do středu ráfku, na který v případě defektu běhoun pneumatiky dosedne a umožní tak nouzové dojetí vozidla. Výhodou je komfortnější jízda oproti technologii se zesílenými bočnicemi. Nevýhodou pak nutnost kombinovat s technologií TPMS a také se speciálními ráfky [20].



Obr. č. 23 - Michelin PAX [20]

2.6.2 Možný směr pneumatik budoucnosti

Vývoj pneumatik jde neustále kupředu, ale koncepce zůstává stále stejná, tedy tlakový vzduch vyplňující objem pneumatiky. Není tomu tak v případě značky Michelin, která přišla na trh s novou koncepcí pneumatik. Místo tlakového vzduchu využila pro vyplnění pneumatiky pryžových lamel. Dle společnosti Michelin tyto pneumatiky zvyšují pohodlí pro řidiče, snižují riziko defektu a slibují delší životnost. V tuto chvíli se komerčně využívají pouze ve stavebních strojích [21]. Jestli tato koncepce je budoucností pneumatik, či jen slepá kolej ukáže až čas.



Obr. č. 24 - Michelin THWHEEL [21]

3 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

V rámci praktické části budou provedena měření pro komplexní zachycení vlivu huštění na jízdní dynamiku a jízdní komfort osobního automobilu. Z důvodu velkého počtu měření, tak aby bylo možné dosáhnout komplexnosti a porovnatelnosti výsledků, bylo zvoleno pouze jedno zkušební vozidlo zastupující nejběžnější kategorii, tedy vůz nižší střední třídy, a také nejpoužívanější rozměr pneumatik.

3.1 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Cílem této části výzkumu je zjistit, jaké jsou znalosti řidičů ohledně správného huštění pneumatik osobního vozidla. K tomuto účelu byl vytvořen online dotazník v nástroji Formuláře Google, který byl šířen především pomocí Facebooku a osobních doporučení. Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 155 respondentů napříč demografickým spektrem. Souhrnný přehled výsledků z dotazníku je vidět na *Obr. č. 26*.

Na *Obr. č. 25* je vidět dotazník bez demografických otázek, kompletní dotazník je pak k nalezení v příloze.

Tento dotazník zkoumá základní znalosti a chování řidičů a ověřuje, zda znají doporučení daná výrobcem vozidla nebo pneumatik:

- *Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?*

Doporučený interval je alespoň: ***Jednou měsíčně*** [25]

- *Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?*

Správná odpověď je u naprosté většiny vozů: ***Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže.*** [25]

- *Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu?*

Správná odpověď je u naprosté většiny vozů v intervalu: ***2,0 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)***. V případě odlišné hodnoty, byla tato odpověď ještě porovnána na základě udaného vozidla respondentem s tabulkami. [26]

Jak často řídíte? *

- ☐ Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)
- ☐ Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)
- ☐ Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím
- ☐ Nevlastním řidičský průkaz

Jaké vozidlo nejčastěji řídíte (značku, model)

Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?

- ☐ Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.
- ☐ Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím
- ☐ Kontroluji je 1-2 ročně
- ☐ kontroluji je 3-5 ročně
- ☐ Jednou měsíčně je zkontroluji
- ☐ Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.
- ☐ Jiné:

Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla? *

- ☐ V technickém průkazu vozidla
- ☐ Na pneumatice vozidla
- ☐ Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže
- ☐ Na štítku v motorovém prostoru
- ☐ Nevím
- ☐ Jiné:

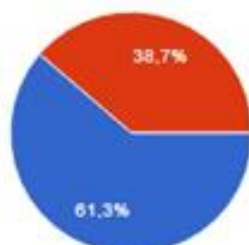
Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)

- ☐ 1 až 1,5 bar (100 až 150 kPa)
- ☐ 1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
- ☐ 2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
- ☐ 2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
- ☐ 3 až 3,5 bar (300 až 350 kPa)
- ☐ Čím více, tím lépe
- ☐ Vůbec netuším

Obr. č. 25 - Dotazník bez demografických údajů [23]

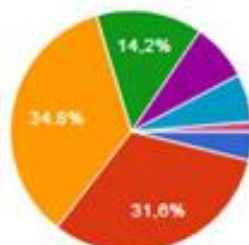
V následujících grafech jsou uvedeny odpovědi od všech respondentů. Následuje srovnání odpovědí mužů a žen a také respondentů ve věku mezi 18 – 30 lety a 31 a více lety.

Pohlaví



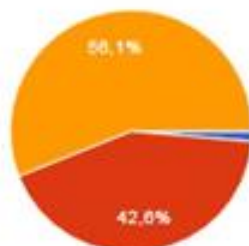
Muž	95	61.3 %
Žena	60	38.7 %

Věk



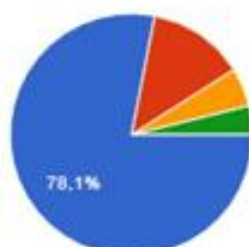
18 - 20 let	6	3.9 %
21 - 25 let	49	31.6 %
26 - 30 let	54	34.8 %
31 - 40	22	14.2 %
41 - 50	12	7.7 %
51 - 65	10	6.5 %
66 a více	2	1.3 %

Nejvyšší dosažené vzdělání



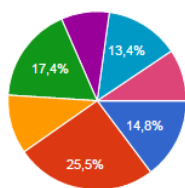
Základní	2	1.4 %
Středoškolské / učňovské	63	42.6 %
Vysokoškolské	83	56.1 %

Jak často řídíte?



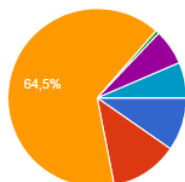
Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	121	78.1 %
Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	20	12.9 %
Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím	8	5.2 %
Nevlastním řidičský průkaz	6	3.9 %

Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?



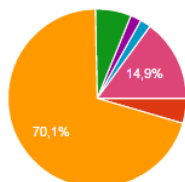
Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	22	14.8 %
Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	38	25.5 %
Kontroluji je 1-2 ročně	16	10.7 %
Kontroluji je 3-5 ročně	26	17.4 %
Jednou měsíčně je zkontroluji	13	8.7 %
Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	20	13.4 %
Ostatní	14	9.4 %

Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?



V technickém průkazu vozidla	15	9.7 %
Na pneumatice vozidla	19	12.3 %
Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	100	64.5 %
Na štítku v motorovém prostoru	1	0.6 %
Nevím	10	6.5 %
Ostatní	10	6.5 %

Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)



1 až 1,5 bar (100 až 150 kPa)	0	0 %
1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)	7	4.5 %
2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)	108	70.1 %
2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)	10	6.5 %
3 až 3,5 bar (300 až 350 kPa)	3	1.9 %
Čím více, tím lépe	3	1.9 %
Vůbec netuším	23	14.9 %

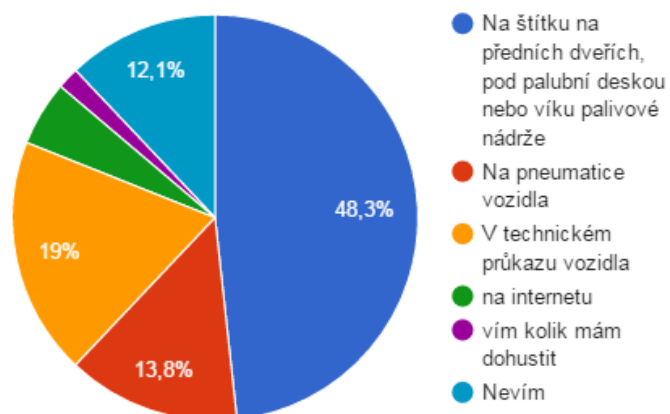
Obr. č. 26 - Souhrnný přehled [23]

Do detailnějších rozborů nebyly zahrnuty odpovědi respondentů, kteří na otázku jak často řídíte, odpověděli: „*Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím*“ a také „*Nevlastním řidičský průkaz*“.

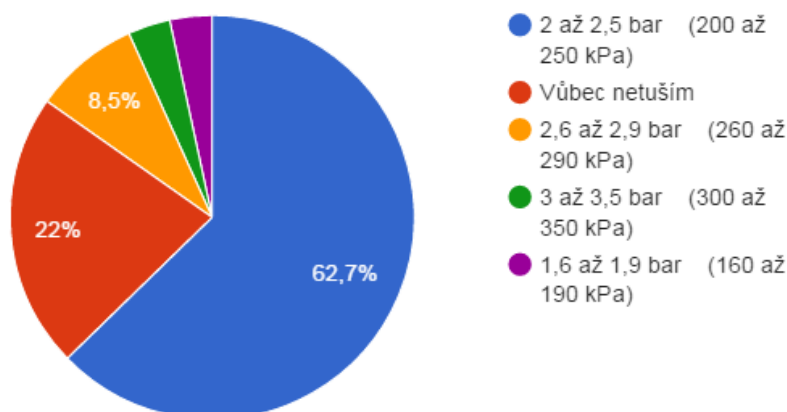
3.1.1 Jak si vedly ženy?

Na Obr. č. 27 je zobrazen souhrnný přehled odpovědí žen 18 a více let.

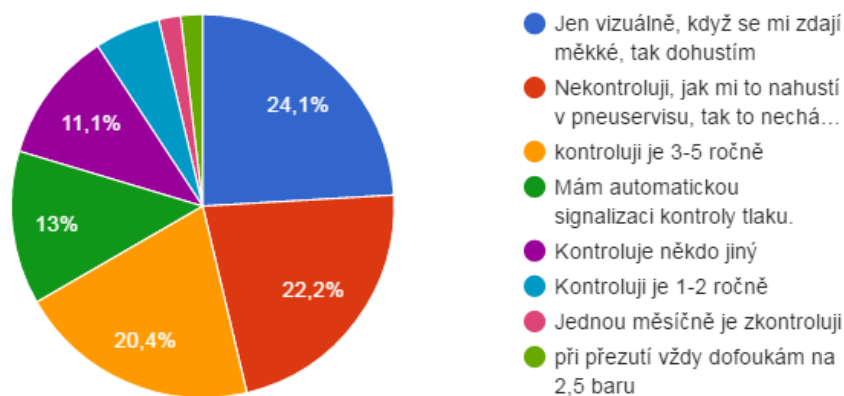
Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?



Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)



Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?



Obr. č. 27 - Jak si vedly ženy [23]

Z výzkumu vyplývá také, že pouze 37 % žen zodpovědělo správně obě otázky ohledně správného nahuštění, tedy na jaký tlak hustit a kde tento údaj najít. Tyto ženy by tedy s nahuštěním pneumatik na správný tlak neměly mít problém.

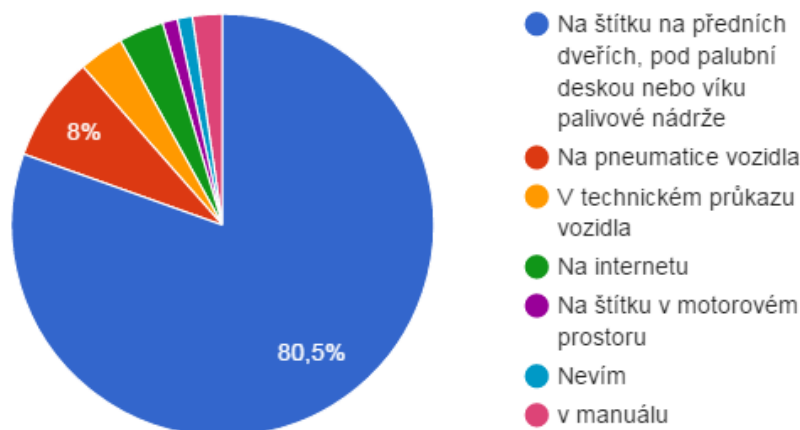
27 % na obě otázky ohledně správného huštění odpovědělo nesprávně nebo že neví. Zde je riziko nesprávného nahuštění.

14 % oslovených žen, na otázku „Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?“ odpovědělo „Na pneumatice vozidla“ a zároveň odpověděly špatně na otázku jaký je optimální tlak. Zde je obrovské riziko nesprávného nahuštění pneumatiky vzhledem k tomu, že na pneumatice je uveden pouze maximální přípustný tlak, který je podstatně vyšší než tlak doporučený. Zde by patrně respondentky zcela zanedbaly odlišný tlak huštění pneumatik přední a zadní nápravy a vozidlo by se mohlo chovat směrově nestabilně.

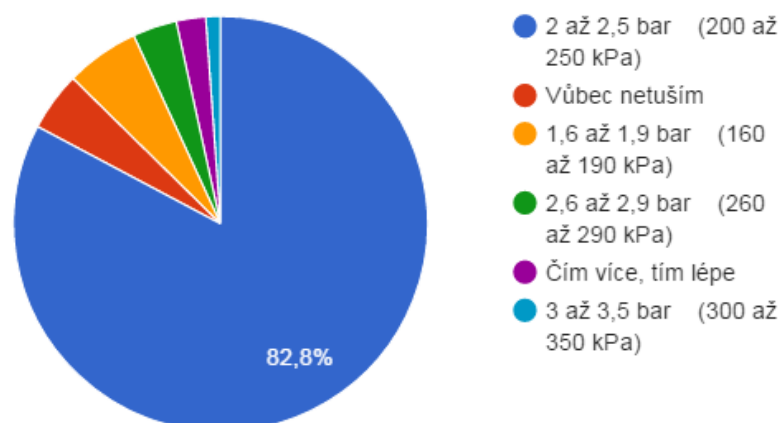
3.1.2 Jak si vedli muži?

Na Obr. č. 28 je zobrazen souhrnný přehled odpovědí mužů 18 a více let.

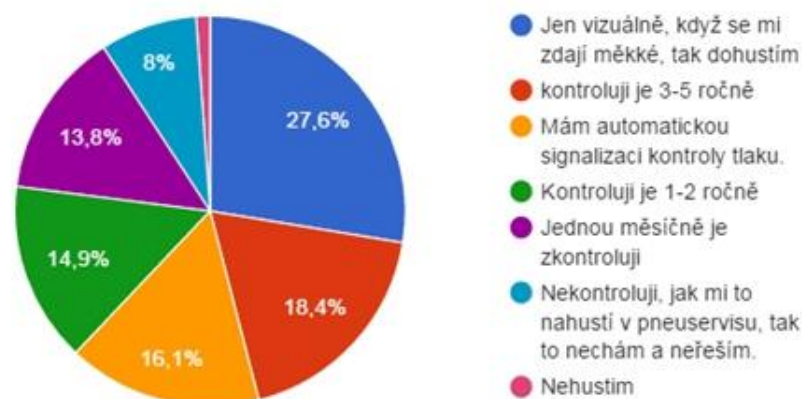
Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?



Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)



Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?



Obr. č. 28 - Jak si vedli muži [23]

Z výzkumu vyplývá také, že 71 % mužů zodpovědělo správně obě otázky ohledně správného nahuštění, tedy na jaký tlak hustit a kde tento údaj najít. Tito muži by tedy s nahuštěním pneumatik na správný tlak neměli mít problém.

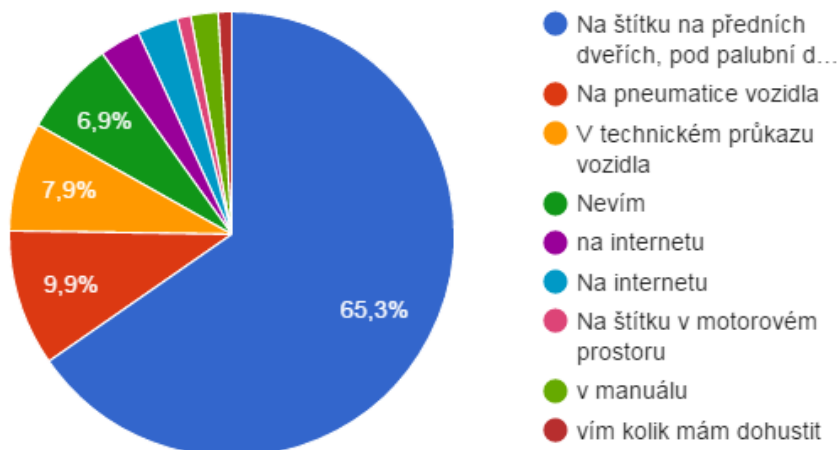
18 % mužů na obě otázky ohledně správného huštění odpověděli špatně nebo že neví. Zde je riziko nesprávného nahuštění.

Méně než 5 % oslovených mužů na otázku „Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?“ odpovědělo „Na pneumatice vozidla“ a zároveň odpověděli špatně na otázku jaký je optimální tlak.

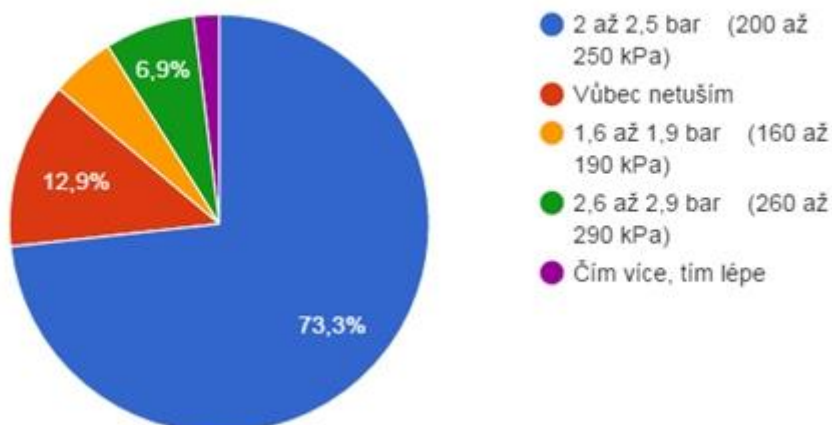
3.1.3 Jak si vedli respondenti 18 – 30 let?

Na Obr. č. 29 je zobrazen souhrnný přehled odpovědí respondentů 18 až 30 let.

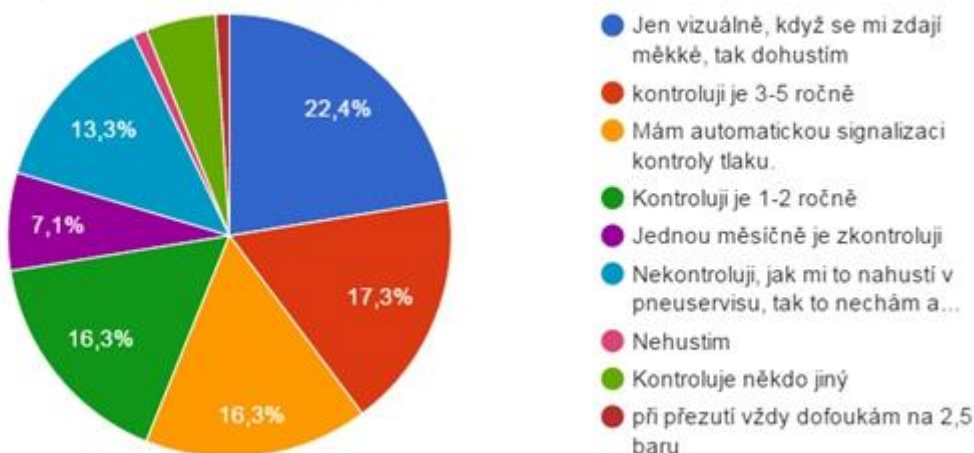
Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?



Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)



Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?



Obr. č. 29 - Jak si vedli respondenti 18 – 30 let [23]

Z výzkumu vyplývá také, že 55 % oslovených respondentů ve věku 18 – 30 let zodpovědělo správně obě otázky ohledně správného nahuštění, tedy na jaký tlak hustit a kde tento údaj najít. Tito respondenti by tedy s nahuštěním pneumatik na správný tlak neměli mít problém.

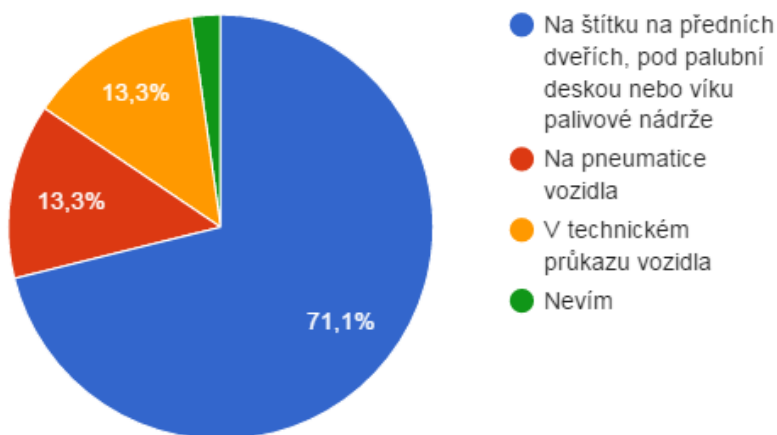
17 % respondentů ve věku 18 – 30 let na obě otázky ohledně správného huštění odpovědělo špatně nebo že neví. Zde je riziko špatného nahuštění.

5 % respondentů ve věku 18 – 30 let, na otázku „Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?“ odpovědělo „Na pneumatice vozidla“ a zároveň odpověděli špatně na otázku jaký je optimální tlak.

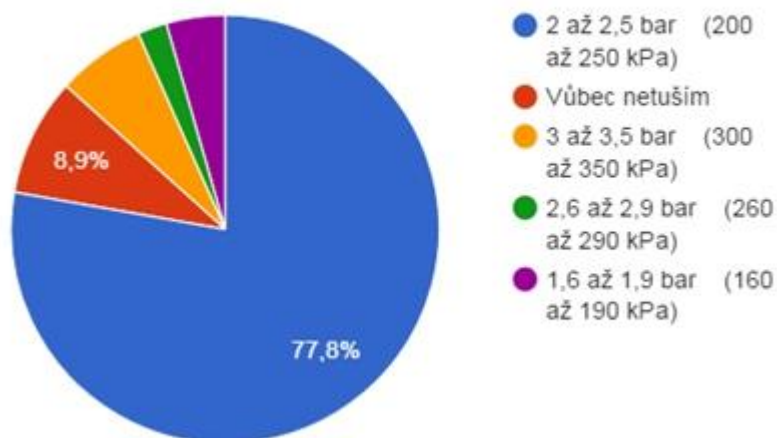
3.1.4 Jak si vedli respondenti nad 30 let?

Na Obr. č. 30 je zobrazen souhrnný přehled odpovědí respondentů 31 a více let.

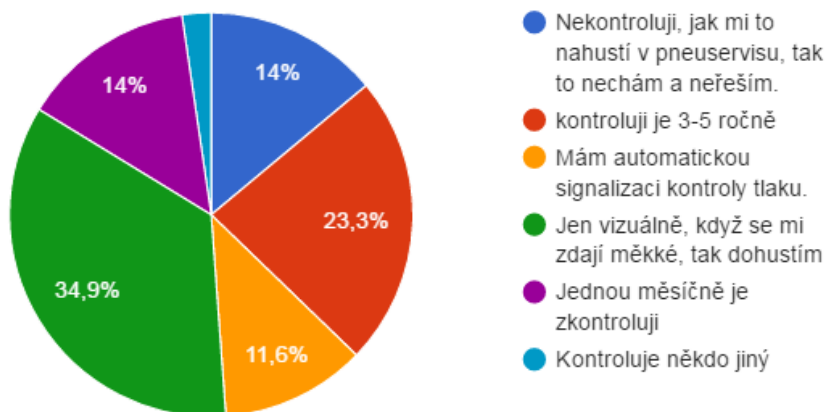
Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?



Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)



Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?



Obr. č. 30 - Jak si vedli respondenti 31+ let [23]

Z výzkumu vyplývá také, že 62 % oslovených respondentů ve věku nad 30 let zodpovědělo správně obě otázky ohledně správného nahuštění, tedy na jaký tlak hustit a kde tento údaj najít. Tito respondenti by tedy s nahuštěním pneumatik na správný tlak neměli mít problém.

6 % respondentů ve věku nad 31 let na obě otázky ohledně správného huštění odpovědělo špatně nebo že neví. Zde je riziko špatného nahuštění.

Méně jak 5 % respondentů ve věku nad 31 let na otázku „Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?“ odpovědělo „Na pneumatice vozidla“ a zároveň odpověděli špatně na otázku jaký je optimální tlak.

3.1.5 Shrnutí

Nejdůležitější informací, kterou by měl každý řidič vědět, je, kde na vozidle nalézt údaje o správném huštění pneumatik. Ze všech oslovených respondentů na tuto otázku správně odpovědělo pouze 65 % respondentů. Nejrizikovější jsou respondenti, kteří odpověděli na tuto otázku: „*Na pneumatice vozidla*“ celkem 12 %. Tito respondenti by mohli zaměnit maximální tlak na pneumatice s optimálním tlakem pro konkrétní vozidlo, a tím pneumatiky značně přehustit.

Celkově 70 % oslovených respondentů zodpovědělo správně otázku: „Jaký je optimální tlak v pneumatikách?“

Pouze 9 % oslovených respondentů kontroluje tlak v pneumatikách alespoň 1x měsíčně, což je doporučená četnost kontrol odbornou veřejností. 26 % respondentů kontroluje pneumatiky pouze vizuálně, což je nedostatečné a většinou dokáže odhalit až značně podhuštěné pneumatiky. 17 % respondentů kontroluje tlak v pneumatikách jednou za 2 – 3 měsíce.

Nejhorší znalosti z oblasti správného huštění pneumatik mají ženy ve věku 18 – 30 let. Zde pouze 47 % žen odpovědělo správně na otázku, kde naleznou údaj, na jaký tlak optimálně hustit pneumatiky a 58 % žen znalo odpověď na otázku, jaký má být správný tlak v pneumatikách.

Nejlépe naopak dopadli muži ve věku 31 a více let, kteří zodpověděli správně otázku kde údaj nalézt i optimální tlak v 85 % případů.

Z výzkumu vyplývá, že obecné povědomí o této problematice je poměrně špatné a četnost kontrol tlaku nízká.

3.2 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE A VYBAVENÍ

K provedení experimentu je zapotřebí měřicích zařízení, abychom mohli vyhodnocovat a porovnávat výsledné hodnoty.

3.2.1 Racelogic PerformanceBox 02

Telemetrie Racelogic PerformanceBox je určena převážně ke sběru a analýze dat na okruhu. Měří pomocí GPS zrychlení (akceleraci a deceleraci), maximální rychlost, čas a mnoho dalšího. Data se pak mohou přenést do PC pro detailní hodnocení. [12]



Obr. č. 1 - Racelogic PerformanceBox 127[12]

Parametry:

Rychlost

- **Přesnost:** 0,1 km/h (v průměru více než 4 vzorky)
- **Jednotky:** km/h nebo míle
- **Obnovovací frekvence:** 10 Hz
- **Minimální rychlost:** 0,1 km/h
- **Maximální rychlost:** 1600 km/h
- **Rozlišení:** 0,01 km/h
- **Latency:** <160 ms

Akcelerace

- **Přesnost:** 1 %
- **Maximum:** 4 G
- **Rozlišení:** 0,01 G

Accel/test brzd

- **Rozlišení:** 0,01 s
- **Přesnost:** 0,1 s

Paměť

- **Možnost záznamu** SD a SDHC karty

Vzdálenost

- **Přesnost:** 0,05 %
(<50 cm na kilometr)
- **Jednotky:** METRŮ /
STOP
- **Rozlišení:** 1 cm⁷ [12]

3.2.2 Vibrometr Lutron BVB-8207SD



Obr. č. 31 - Vibrometr BVB-8207SD [23]

- Kanálový měřič vibrací se záznamem na SD kartu
- Nastavitelná vzorkování 1 – 3600 s
- Zrychlení až 200 m/s², rychlost až 200 mm/s, amplituda vibrací 2mm
- Funkce: max hold, špičková hodnota, data hold, max/min
- Napájení 8x AA baterie
- Vibrační senzor VB-83

3.2.3 Hlukoměr Lutron SL-4033SD



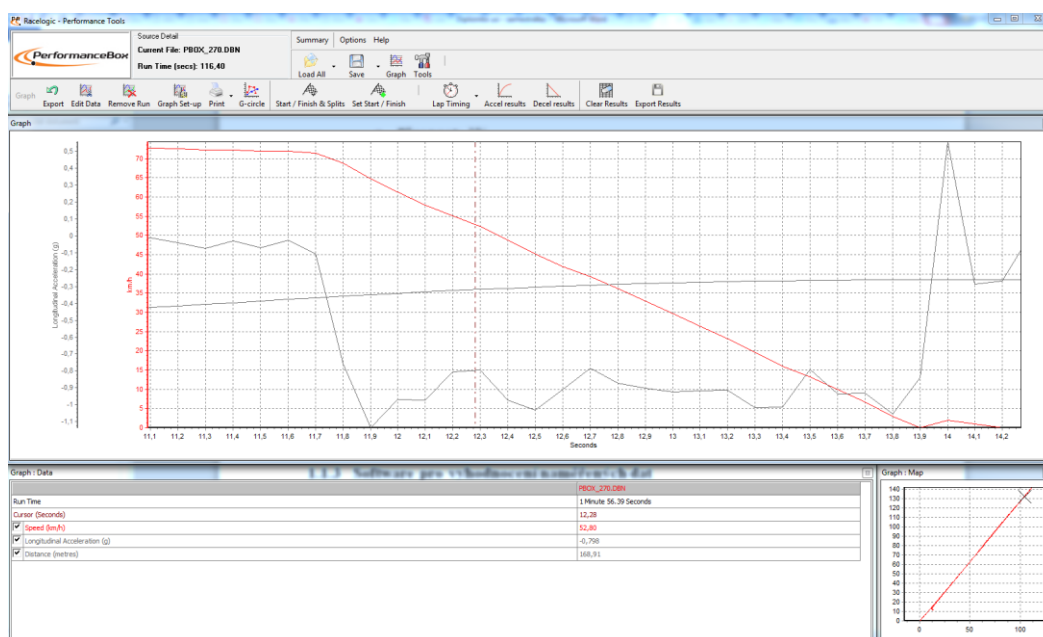
Obr. č. 32 - Hlukoměr SL-4033SD[23]

- Digitální zvukoměr, se záznamem hodnot na SD paměťovou kartu.
- Splňuje normu IEC 61672-1
- Rozsah 30 - 130 dB, rozlišení 0,1 dB. USB, RS232

3.2.4 Software pro vyhodnocení naměřených dat

Racelogic Performance Tools

Pro vyhodnocování výsledků bude využit dodávaný software Racelogic Performance Tools, který umožňuje přesné vyhodnocování všech naměřených parametrů.



Obr. č. 33 - Racelogic Performance Tools [23]

Microsoft Excel

Pro početní úkony a grafické znázornění naměřených údajů bude použit Microsoft Excel.

3.2.5 Zkušební vozidlo

Jako zkušební vozidlo byl vybrán Renault Megane III coupe r.v. 2009, který svým podvozkem odpovídá nejběžnější třídě vozidel u nás, tedy nižší střední třídy. Vozidlo je vybaveno asistenčními systémy ABS, ESP.



Obr. č. 34 - Zkušební vozidlo [23]

Technické parametry vozu:

- Provozní hmotnost: 1280 Kg
- Motor: zážehový atmosférický 1,6, 81 kW
- Nejvyšší rychlost: 195 km/h
- Pohon: přední

3.2.6 Pneumatiky

Pro měření byl zvolen nejčastěji se vyskytující rozměr a typ a pneumatik od jednoho z nejprodávanějších výrobců: Continental ContiPremium Contact 2 o rozměru 195/65 R15 91T r.v. 2009.



Obr. č. 35 - Continental ContiPremium Contact 2 [18]

3.2.7 Další potřebné vybavení

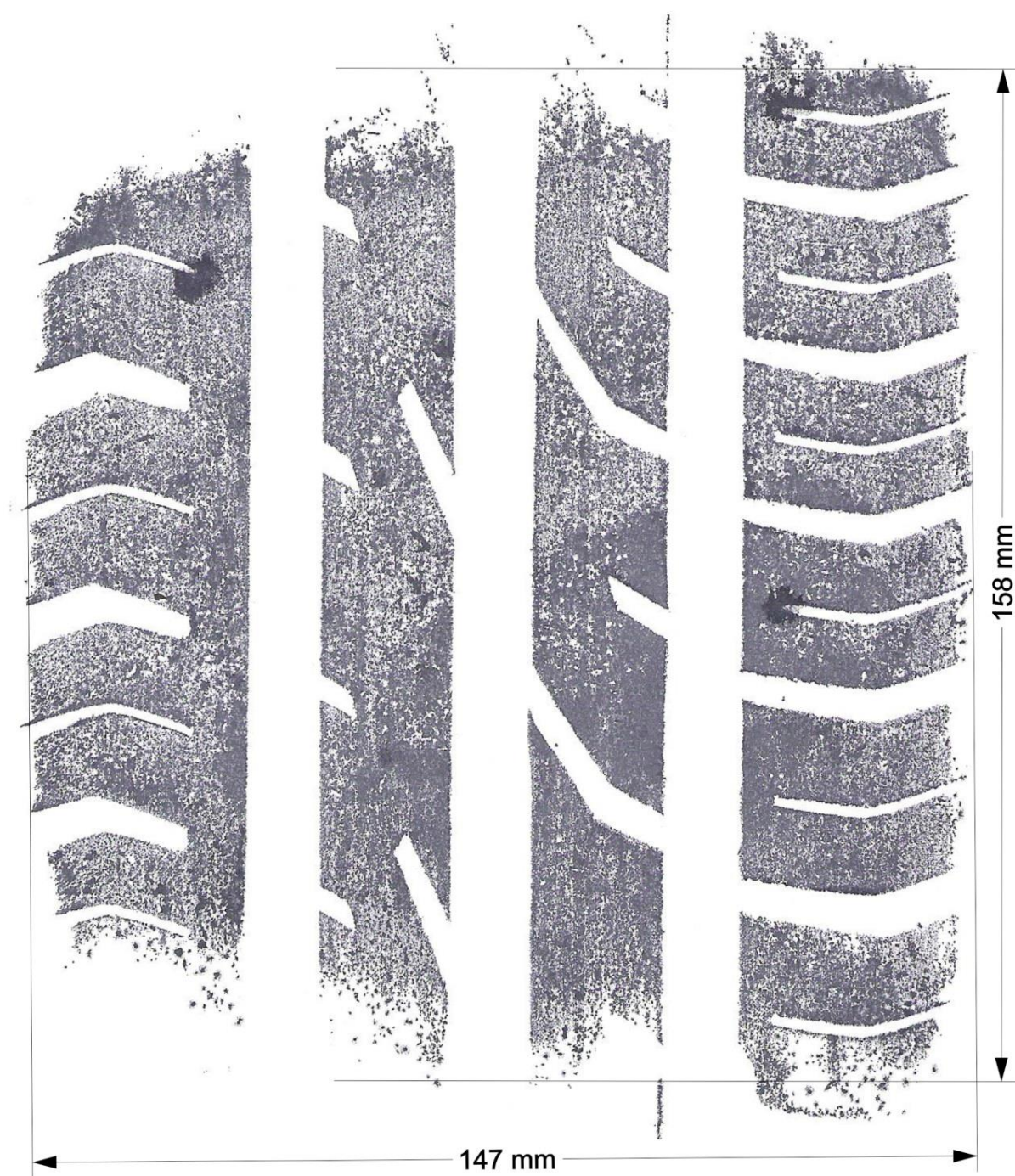
- Kompresor s tlakoměrem – Mobilní 12 V a olejový Scheppach HC 25
- Kužely
- Fotoaparát - Panasonic TZ-10
- Kamera - Panasonic TZ-10
- Notebook – Asus M50V
- Závěsná digitální váha - CIAK-2.280.01

3.3 VLIV TLAKU NA PNEUMATIKU

Měření vlivu tlaku na pneumatiku má za úkol vizualizovat poměry ve stopě.

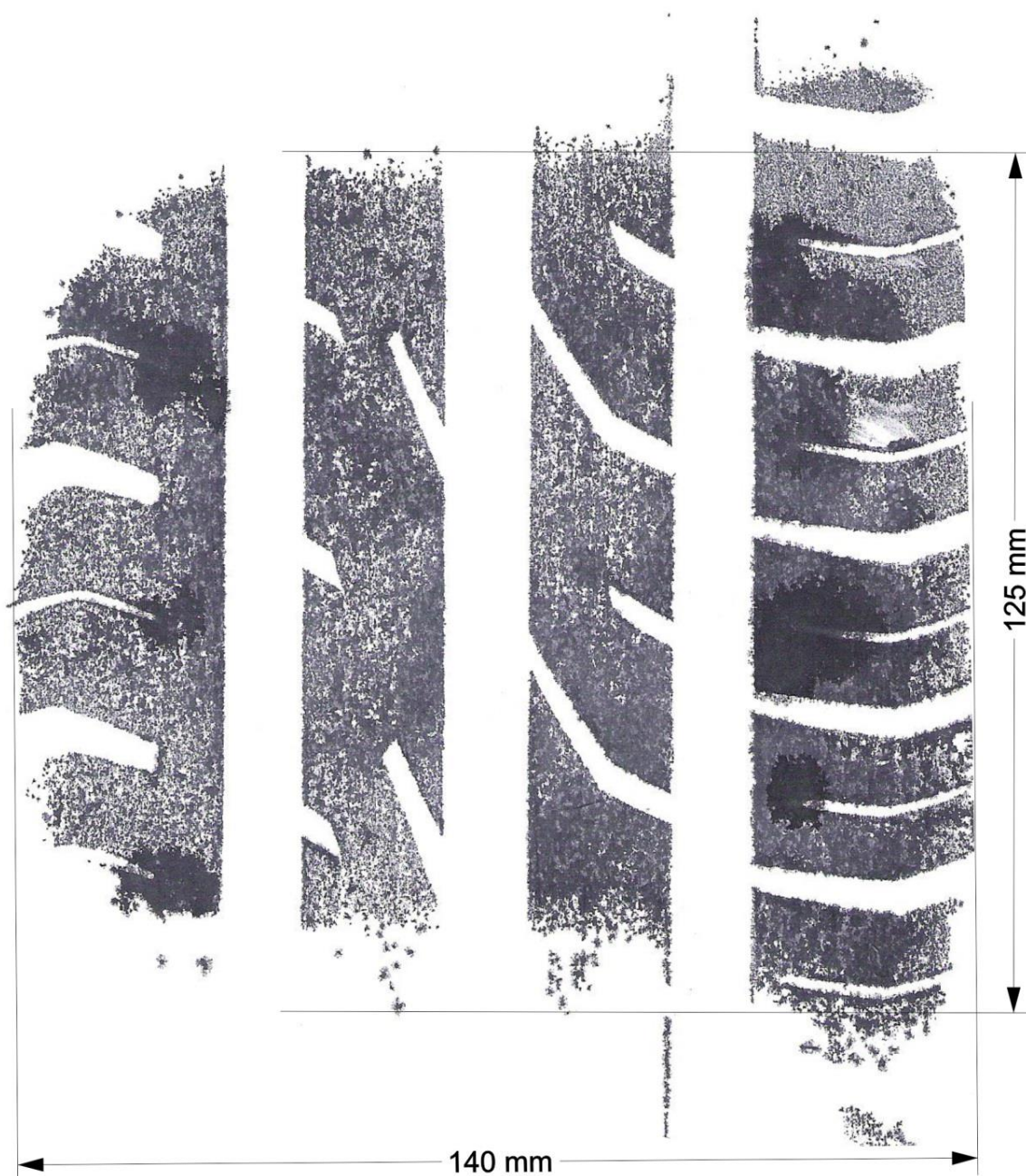
3.3.1 2D model

Samotné měření probíhalo na rovném povrchu. Pneumatika vozu byla nahuštěna na požadovaný tlak. Kolo vozu bylo zdviženo pomocí heveru nad úroveň vozovky. Pneumatika byla následovně zespodu natřena pomocí malířského válečku razítkovou barvou. Poté bylo kolo spuštěno na bílý papír podložený tenkým hladkým kusem překližky. Vozidlo jsme poté lehce ručně rozhoupali, aby se tlumiče dostaly do pracovní polohy a došlo k přesnému otisku. Následně bylo kolo zase zvednuto, odebrán papír s otiskem a postup byl opakován pro další hodnoty tlaku.



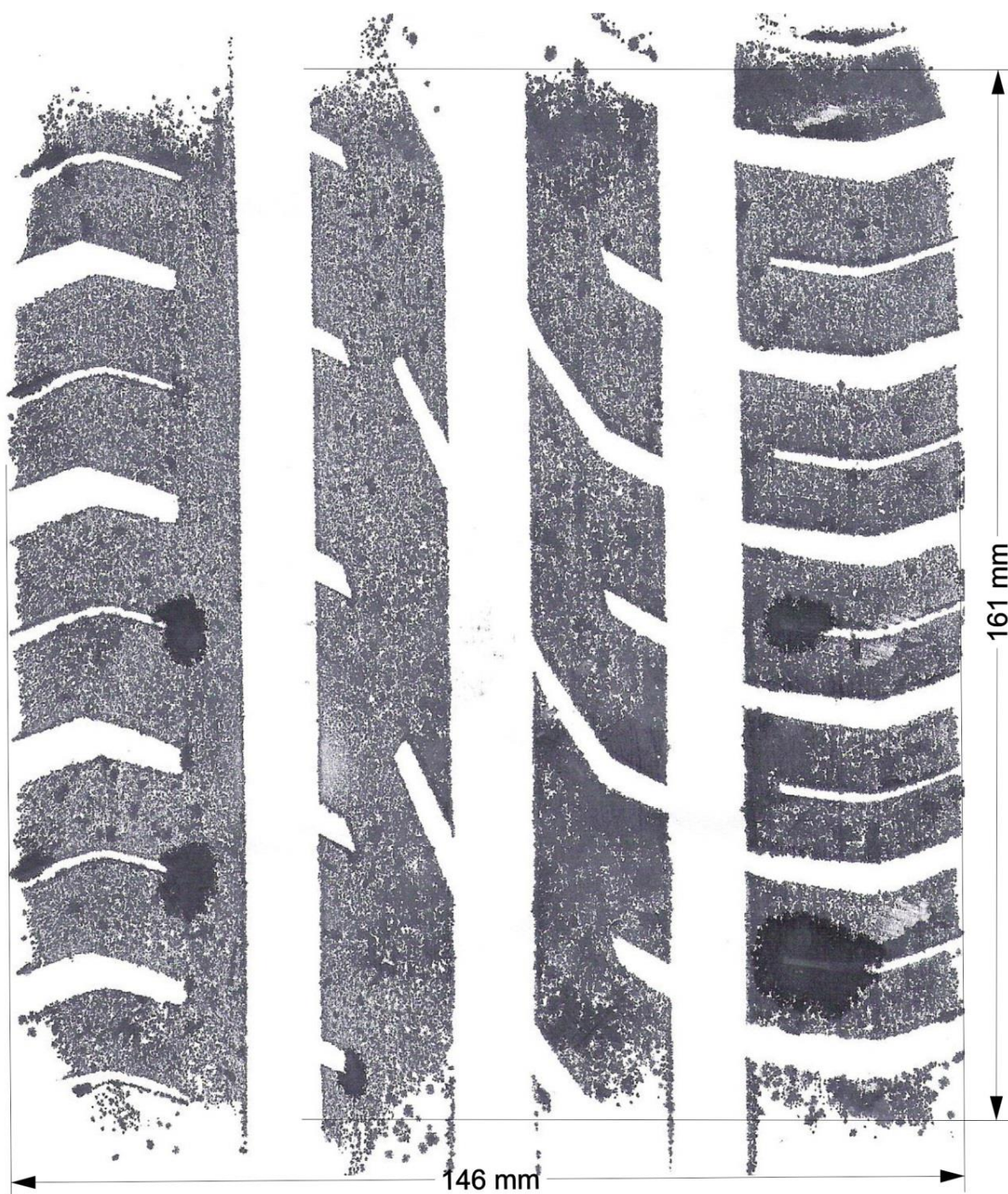
Obr. č. 36 - Plocha otisku pro tlak 2,4 bar [23]

Na *Obr. č. 36* je vidět otisk styčné plochy pneumatiky s vozovkou pro optimální tlak udávaný výrobcem tedy 2,4 bar.



Obr. č. 37 - Plocha otisku pto tlak 3,3 bar [23]

Na *Obr. č. 37* je vidět otisk styčné plochy pneumatiky s vozovkou pro velmi přehuštěnou pneumatiku tedy 3,3 bar.



Obr. č. 38- Plocha otisku pro tlak 1,5 bar [23]

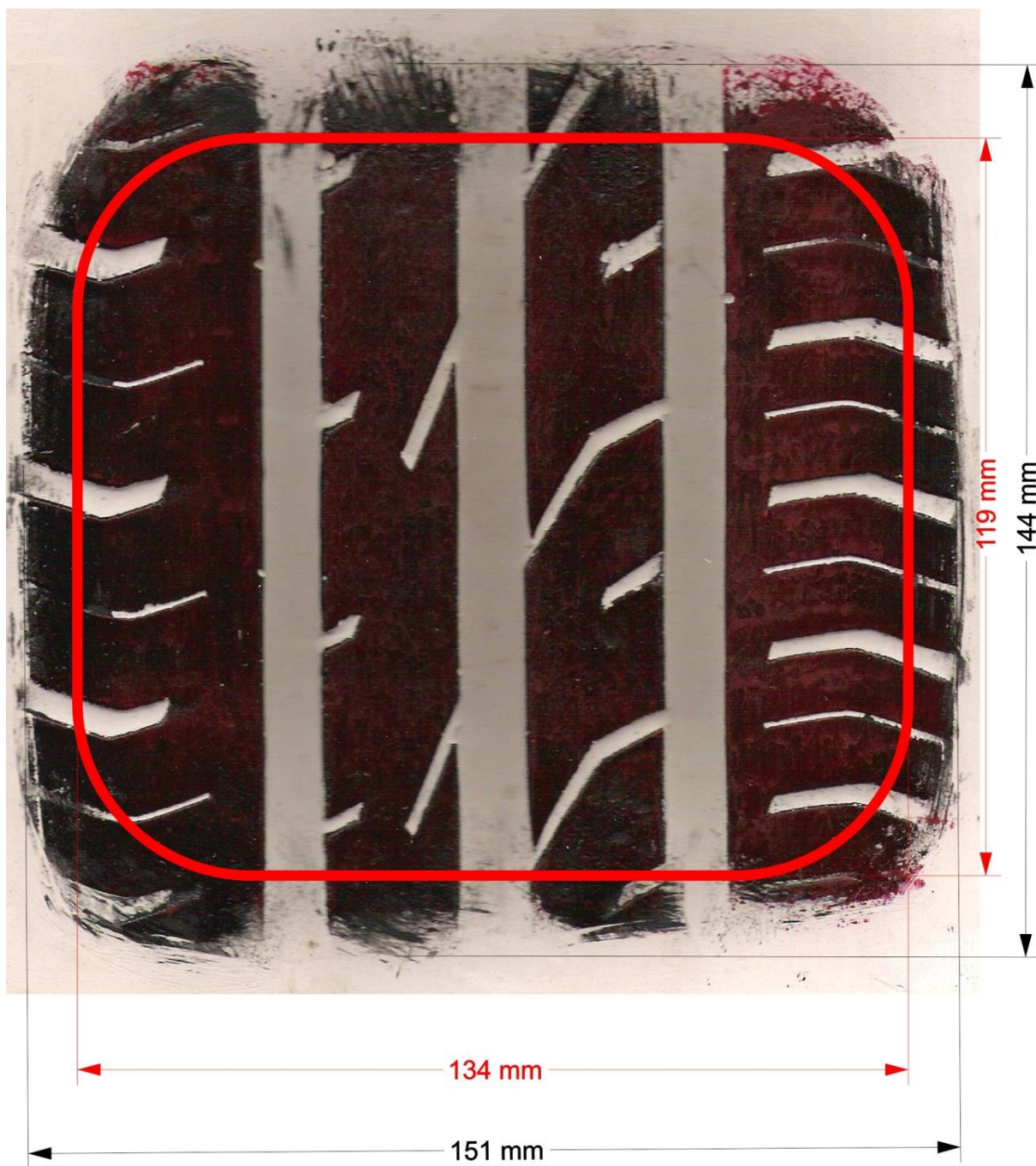
Na *Obr. č. 38* je vidět otisk styčné plochy pneumatiky s vozovkou pro velmi podhuštěnou pneumatiku tedy 1,5 bar.

Z *Obr. č. 36*, *Obr. č. 37*, *Obr. č. 38* je patrná rostoucí plocha otisku v závislosti na klesajícím tlaku.

3.3.2 3D model

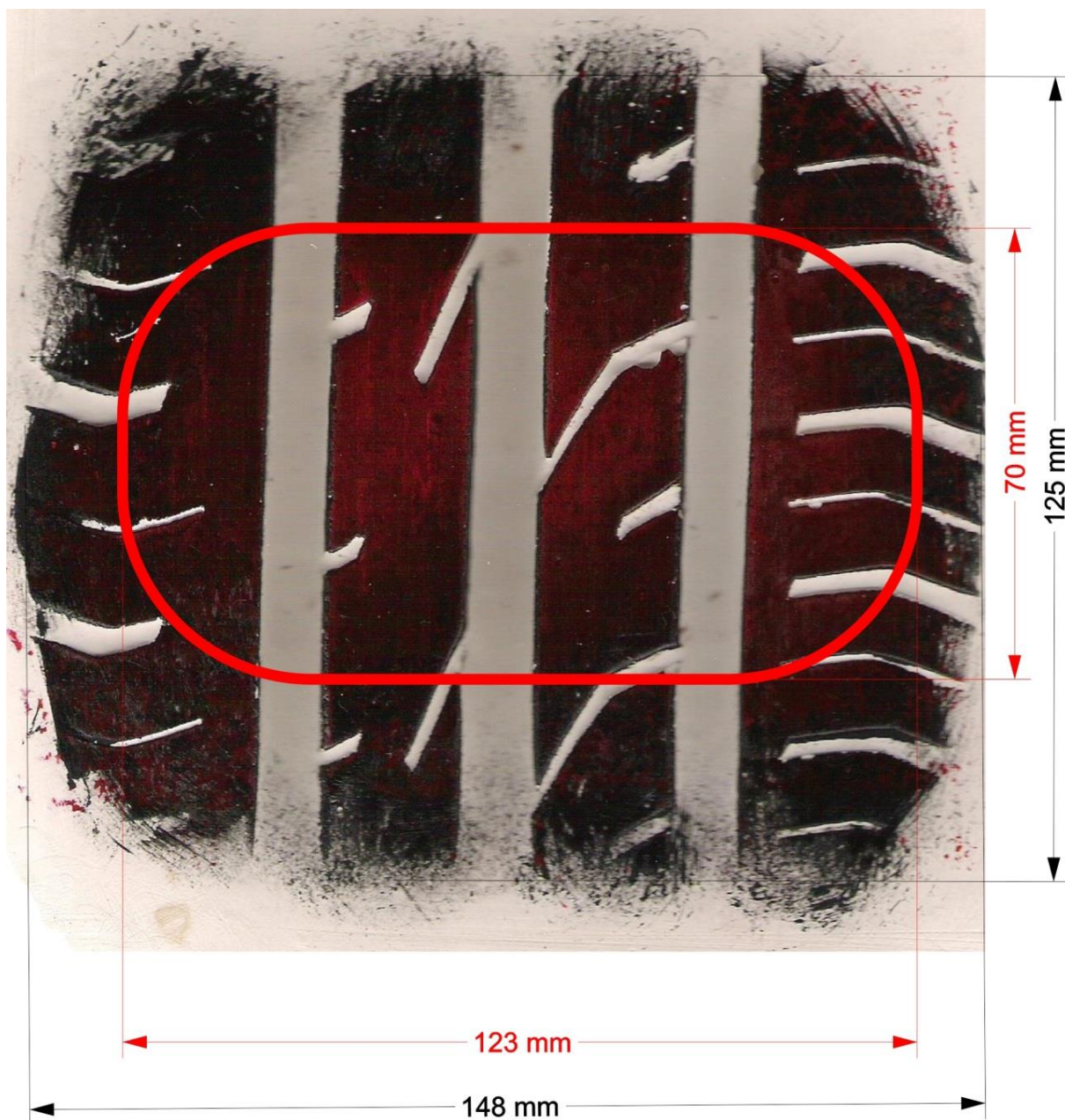
Protože 2D model zobrazuje pouze plochu stopy, ale nezachycuje měrné zatížení ve stopě, byl následně vytvořen 3D model.

Postup výroby byl obdobný, pouze se místo papíru použila plastická hmota o tloušťce 10 mm. Aby se pneumatika do hmoty nezabořila ani moc, ani málo, bylo třeba hmotu vychladit na správnou teplotu, která byla sérií pokusů stanovena na 7 – 8 °C. Pro každý požadovaný tlak byl vytvořen samostatný otisk. Otisky byly následně zality sádrou. Vznikly tak pozitivní otisky pneumatiky s reálnou plochou odrážející měrné zatížení v jednotlivých místech stopy. Odlitky byly následně zabroušeny a oblast stopy zvýrazněna černou barvou. Následně byla nejvystouplejší oblast ve stopě, signalizující nejvyšší měrný tlak, ještě zvýrazněna červenou barvou nanesenou tvrdým rovným válečkem. Odlitek byl naskenován, okótován a doplněn o červený rámeček zobrazující nejexponovanější styčnou plochu pneumatiky a vozovky.



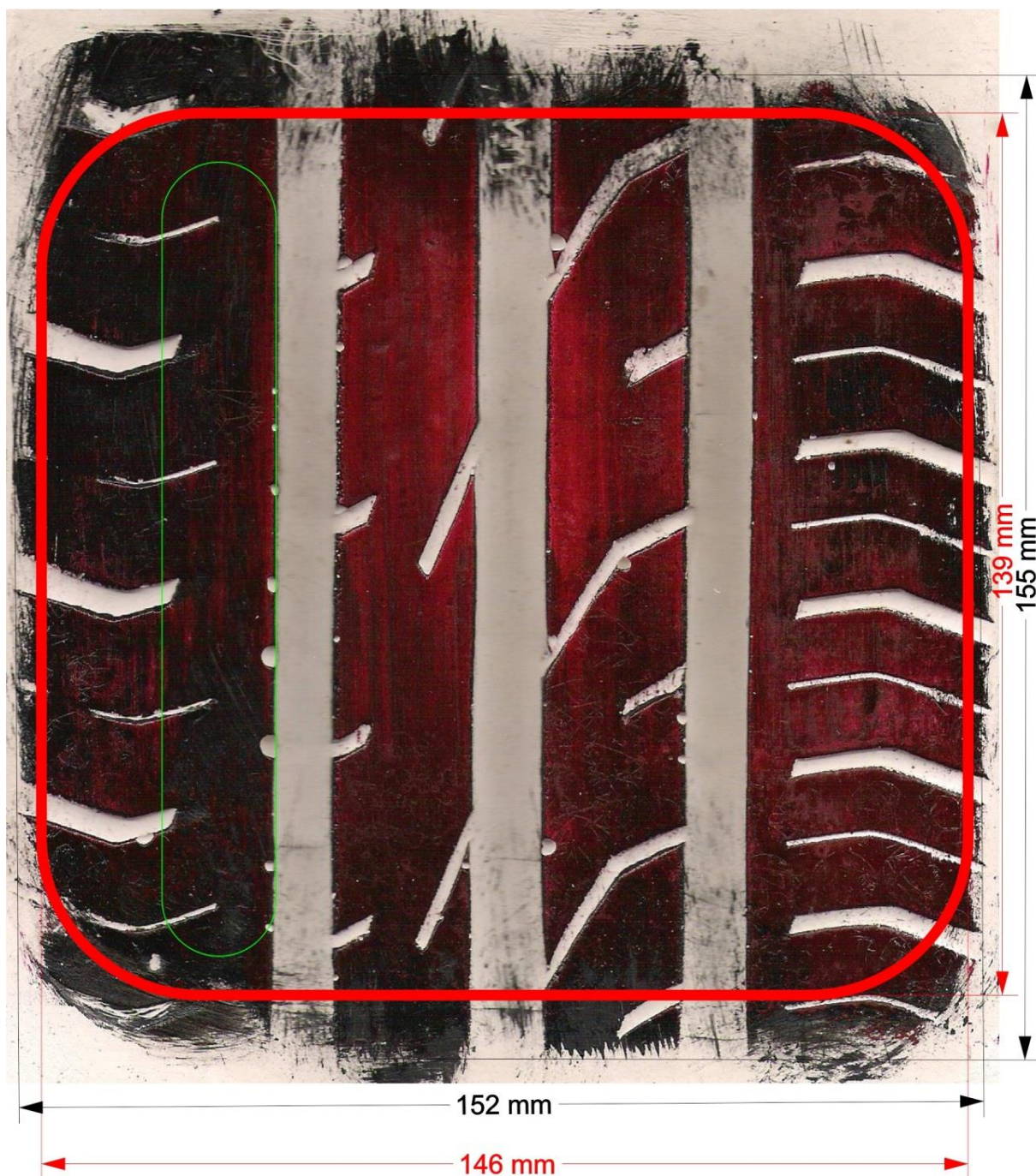
Obr. č. 39 - 3D otisk pro tlak 2,4 [bar] [23]

Na *Obr. č. 39* je vidět odlitek pro optimální tlak udávaný výrobcem, tedy 2,4 [bar]. Stopa je velmi rovná, po celé ploše na ní nejsou žádná výrazně zvýšená ani propadlá místa. V této stopě je tedy rozložení sil optimální a plocha dostatečná.



Obr. č. 40 - 3D otisk pro tlak 3.3 [bar] [23]

Na *Obr. č. 40* je vidět odlitek pro pneumatiky výrazně přehuštěné, tedy 3,3 [bar]. Plocha stopy je zde podstatně menší a ve středu je výrazně vypouklá. Směrem ke straně pneumatiky se snižuje. Celková hloubka otisku je zřejmě hlubší. V této stopě je tedy rozložení sil nerovnoměrné a je soustředěno do středu pneumatiky. Měrné zatížení je zde větší z důvodu menší plochy.



Obr. č. 41- 3D otisk pro tlak 1.5 [bar] [23]

Na *Obr. č. 41* je vidět odlitek pro pneumatiku výrazně podhuštěnou, tedy 1,5 [bar]. Celková plocha stopy je poměrně rovná až do úplného kraje pneumatiky. Lehké prohloubení je znatelné v levé části, na obrázku vyznačeno zeleně. Celková hloubka otisku je znatelně mělká. V této stopě je tedy rozložení sil poměrně rovnoměrné, v levé části může být lehce nižší. Měrné zatížení je zde menší z důvodu větší plochy.

3.3.3 Shrnutí

Na 3D otiscích lze pozorovat teoretické poznatky popsané v kapitole 2.4.5, kdy u přehuštěné pneumatiky je velmi znatelné její „vyboulení“. U podhuštěné pneumatiky k výraznému propadnutí středu pneumatiky nedošlo, dá se říci, že si pneumatika s tímto stavem podhuštění poradila dobře.

Nutno podotknout, že jak 2D, tak 3D otisk je zatížen pouze staticky, v reálném provozu může být plocha, potažmo rozložení sil ve stopě, trochu jiné. Nicméně základní přehled o poměrech ve stopě při různém huštění pneumatik je zobrazen.

3.4 TĚŽIŠTĚ VOZIDLA

Hmotnost vozidla na jednotlivé nápravy byla změřena za spolupráce Centra služeb pro silniční dopravu na vahách WL 103 HAENNI v. č. 2763 a 2764. Číslo měření 642, dne 27. 4. 2015. Protokol o vážení je uveden v příloze.

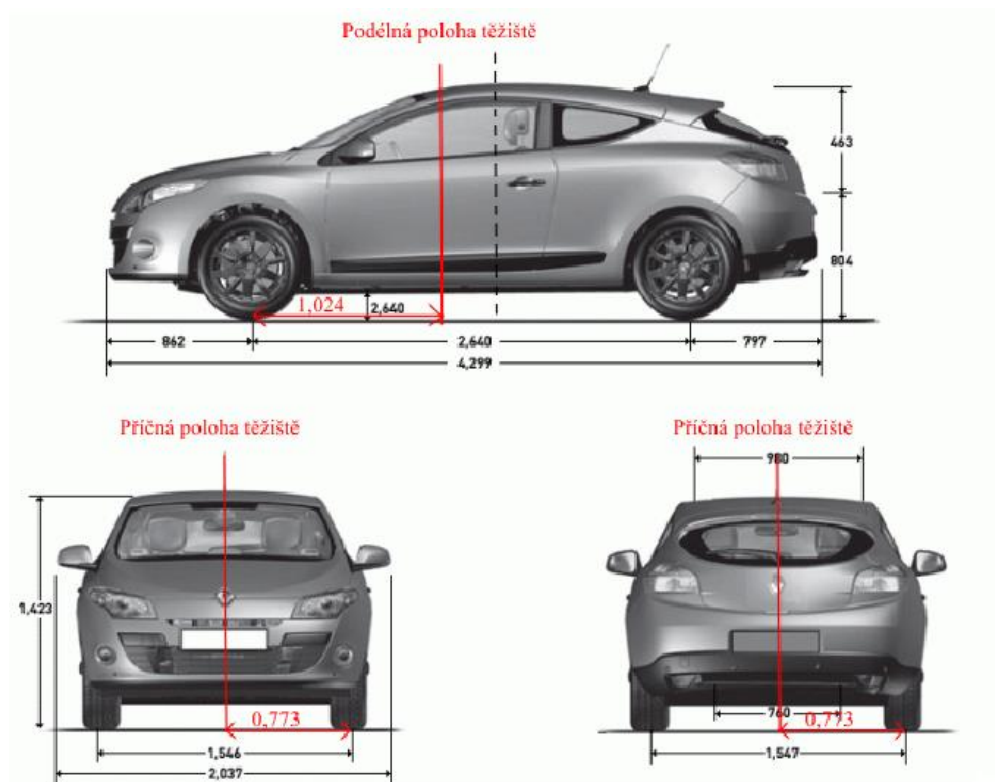
Měřením a následným přepočtem byla zjištěna poloha těžiště *Tab. č. 6, Tab. č. 7.*

Tab. č. 6 - Hodnoty z kontrolního měření

	Hmotnost [kg]	Poměr levé/pravé kolo	Hmotnost - levé kolo [kg]	Hmotnost - pravé kolo [kg]
PN	820	51/49	418	401
ZN	520	50/50	260	260
Celkem	1340			

Tab. č. 7 - Rozměry a poloha těžiště

Rozvor [m]	2,640
Rozchod [m]	1,546
Podélná poloha těžiště (od přední nápravy) [m]	1,024
Příčná poloha těžiště (od levého kola) [m]	0,773



Obr. č. 42 Rozměry a poloha těžiště

3.5 TLAKY V PNEUMATIKÁCH PRO MĚŘENÍ

Pro všechna následující měření byly zvoleny rovnoměrně dva tlaky nad a dva tlaky pod standardní huštění doporučené výrobcem. Maximální hodnotu tlaku jsme zvolili 3,3 bar tak, abychom s bezpečnostní rezervou nepřekročili maximální tlak doporučovaný výrobcem pneumatik, tedy 3,5 bar. Poměr tlaků huštění pneumatik přední/zadní nápravy jsme dodrželi z důvodu zachování směrové stability vozu.

Tab. č. 8 - Zvolené tlaky v pneumatikách

Tlak v pneumatikách [bar]		
PN	ZN	Odchylka
3,3	3	37%
2,8	2,6	17%
2,4	2,2	Referenční hodnota
2	1,8	-17%
1,5	1,4	-37%

3.6 ZPOMALENÍ NA SUCHÉM POVRCHU

Cílem tohoto měření je změřit průměrné dosažené zpomalení zkušebního vozidla na suchém povrchu za daných hodnot tlaku v pneumatikách.

3.6.1 Místo měření



Obr. č. 43 - Místo měření [11]

Místo měření bylo zvoleno na rovném hladkém povrchu nové „Euro“ silnice u obce Jinošov. Místo vyhovovalo jak polohou, tak minimálním provozem na této komunikaci. Ideální byl také nový asfaltový povrch s malou porézností a rovným terénem.

3.6.2 Měření na suchém povrchu

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na požadovaný tlak. Měření probíhalo od nejvyššího tlaku v pneumatikách po nejnižší. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Automobil byl rozjet na 52 ± 1 km/h případně 72 ± 1 km/h a na místě označeného kužely začal řidič prudce brzdít až do úplného zastavení. Prvních několik brzdění bylo provedeno cvičně z důvodu zahřátí brzd a pneumatik na provozní teplotu,

následně proběhla ostrá zkouška. Pro každý tlak byla provedena 2 měření z 52 km/h rychlosti a jedno až dvě měření ze 72km/h. Mezi každou sérií měření a změnou tlaku v pneumatikách byla prováděna dojezdová zkouška z důvodu ochlazení brzd a pneumatik na konstantní provozní teplotu. Následně byl tlak v pneumatikách snížen na další měřenou hodnotu a měření bylo opakováno. Mezi každým měřením byla vyjmuta paměťová karta z měřicího přístroje tak, aby nedocházelo k zápisu dat mezi přejezdy na místo začátku měření. Teplota okolí v době měření byla 12 – 14 °C

3.6.3 Vyhodnocování naměřených údajů

Naměřená data byla vyhodnocena v programu Racelogic – Performance Tool. Oblast vyhodnocení je vidět žlutě označena na *Obr. č. 45*. Počátek vyhodnocování je v okamžiku brzdění, kdy vozidlo dosáhlo přesně 50 km/h a konec vyhodnocení je 0 km/h. Začátek vyhodnocování byl zvolen v bodě dosažení 50 km/h a ne v počátku brzdění (tedy cca 52 km/h) z důvodu omezení vlivu řidiče na rychlost sešlápnutí brzdného pedálu. Vyhodnocováno tedy bylo plné brzdění bez náběhu brzd. Takto zvolit počátek vyhodnocování jsme mohli díky velmi krátkému náběhu brzd a takřka přímé křivce brzdného zpomalení. Vyhodnocená data z brzdné zkoušky na suchu z 50 km/h byla shrnuta v *Tab. č. 9*. Jednotlivá měření (vždy jedno z dané série) jsou pak vidět na *Obr. č. 46*, *Obr. č. 47*, *Obr. č. 48*, *Obr. č. 49*, ostatní měření v příloze.

Vztah pro výpočet zpomalení

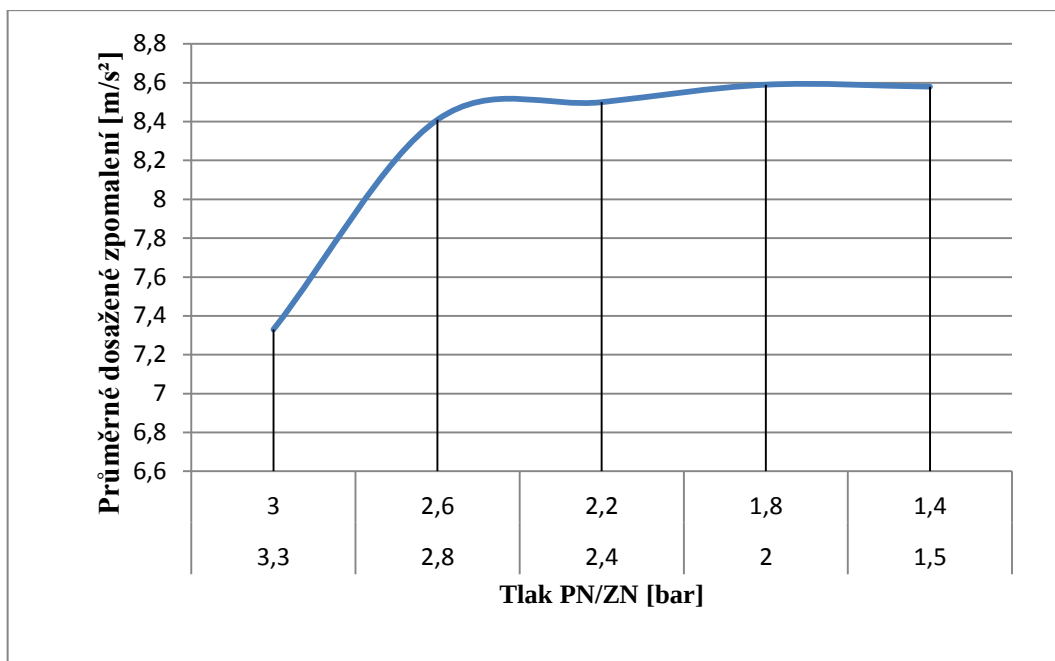
$$a = \frac{v_1^2}{2s_b}$$

Brzdná zkouška na suchu 50 km/h

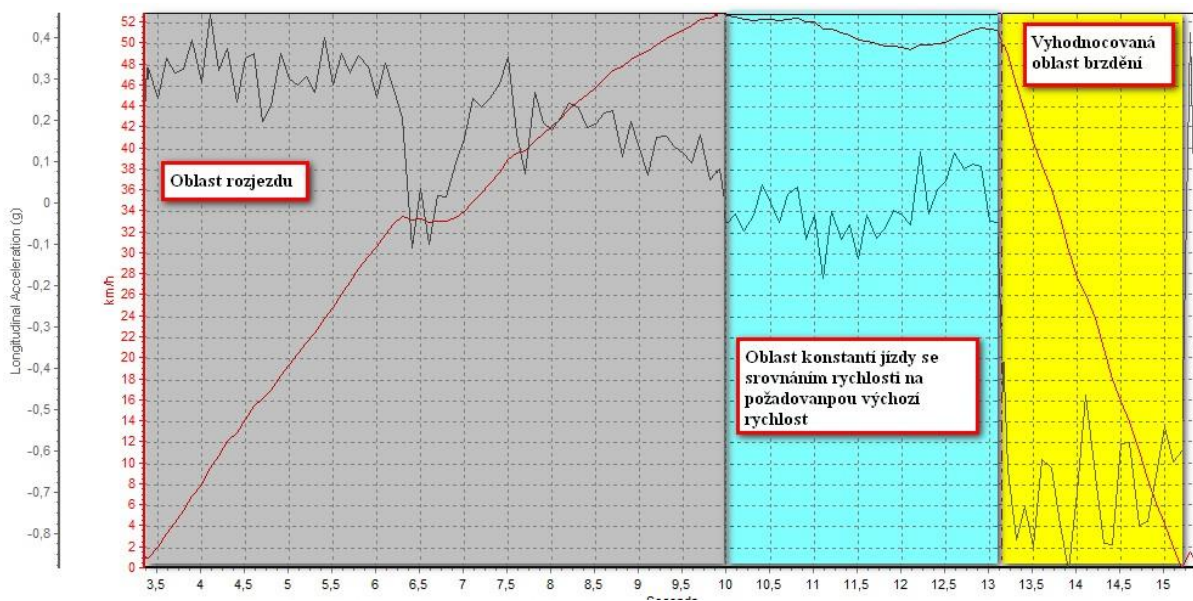
Tab. č. 9 – Vyhodnocená data z brzdné zkoušky na suchu 50 km/h

Měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Rychlost [km/h]	Čas [s]	Dráha [m]	Zpomalení [m/s²]
1	3,3	3	50	1,80	13,16	7,33
2			50	1,70	12,32	7,64
3			50	2,04	13,7	7,04
Průměr			50	1,92	13,06	7,33
4	2,8	2,6	50	1,80	10,73	8,99
5			50	1,85	11,91	8,10
6			50	1,91	11,82	8,16
Průměr			50	1,85	11,48	8,41
7	2,4	2,2	50	1,67	11,59	8,32
8			50	1,60	11,35	8,50
9			50	1,61	11,08	8,70
Průměr			50	1,62	11,34	8,50
10	2	1,8	50	1,55	10,83	8,91
11			50	1,59	11,26	8,57
12			50	1,60	11,62	8,30
Průměr			50	1,61	11,23	8,59
13	1,5	1,4	50	1,6	11,28	8,55
14			50	1,59	11,30	8,54
15			50	1,55	11,23	8,65
Průměr			50	1,58	11,27	8,58

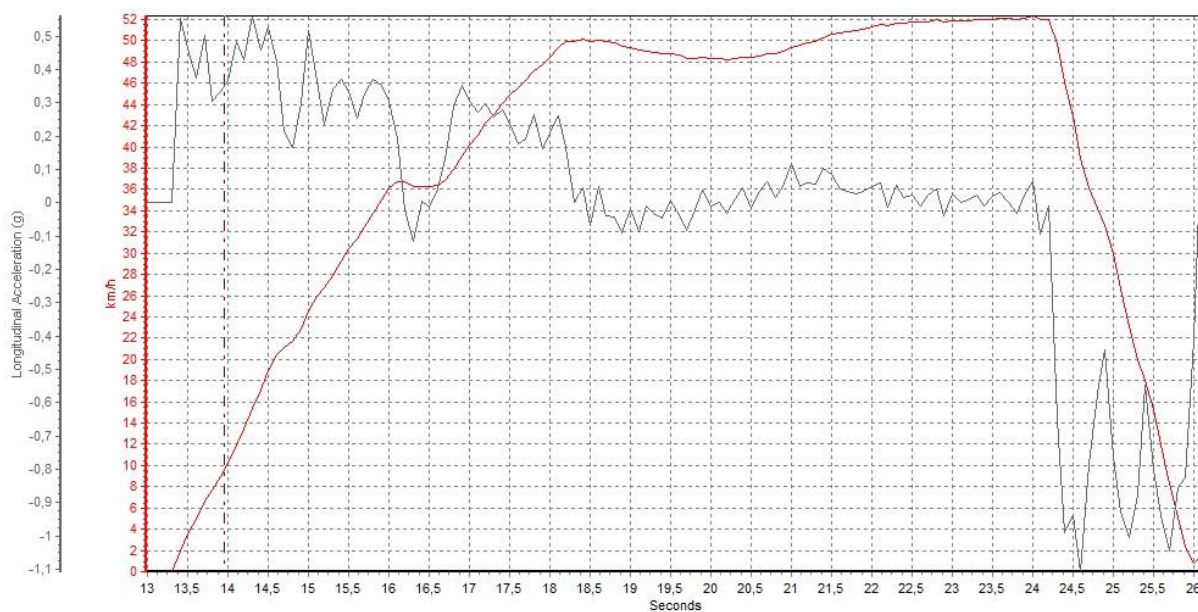
Na Obr. č. 44 je graficky znázorněna naměřená závislost mezi hodnotou tlaku v pneumatikách a průměrné dosažené zpomalení z brzdné zkoušky.



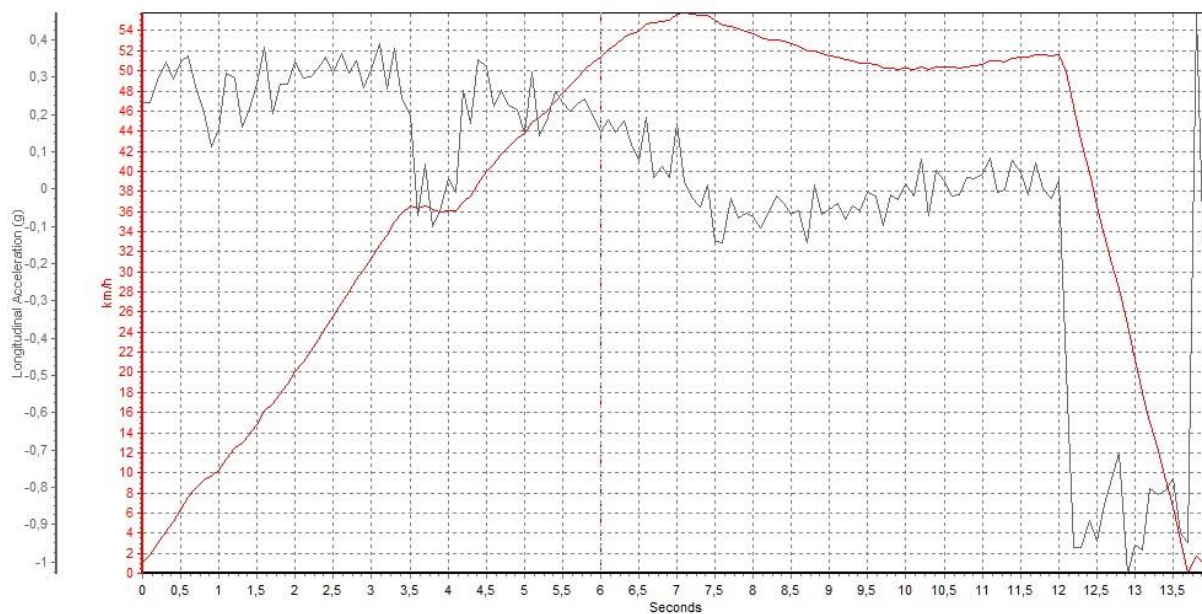
Obr. č. 44 - Graf závislosti zpomalení na tlaku [23]



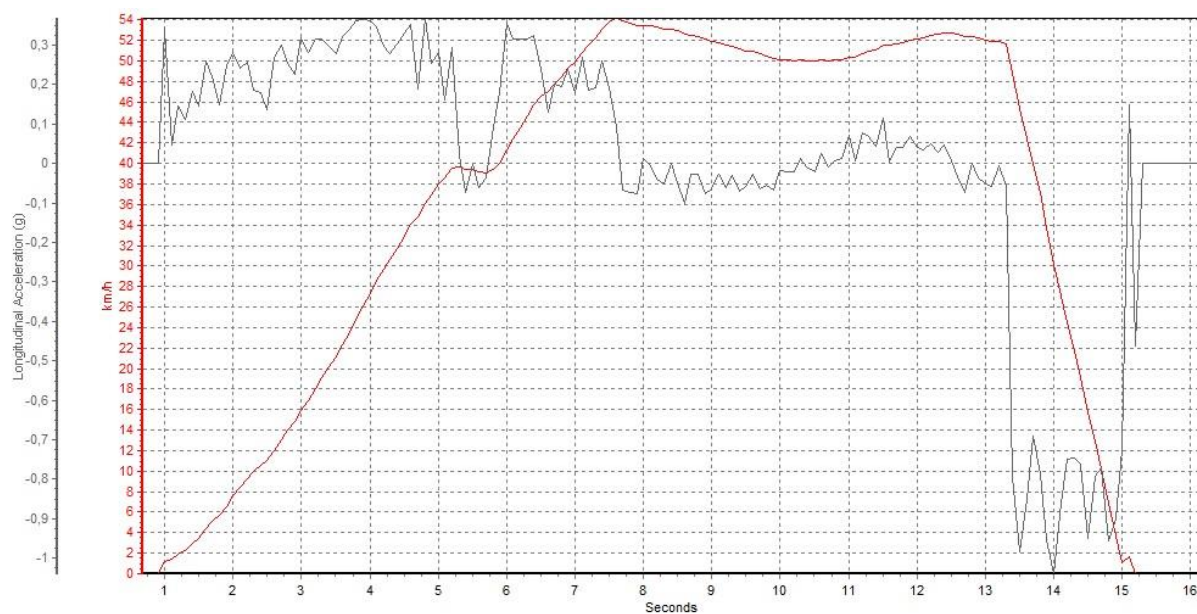
Obr. č. 45 - Měření č. 3 s popisem [23]



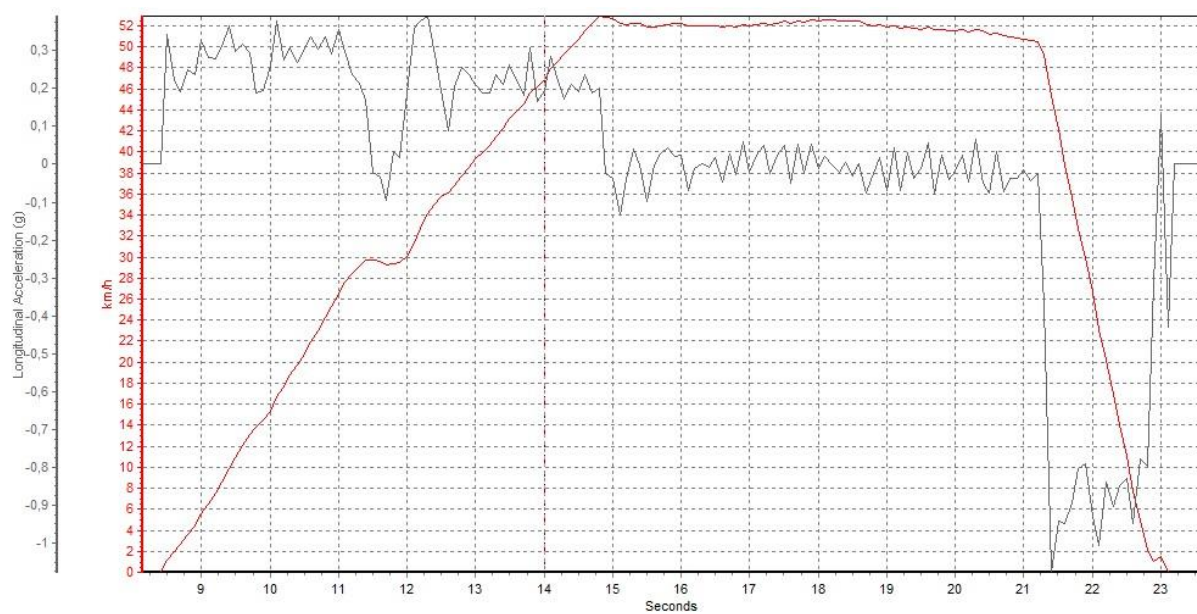
Obr. č. 46 - Měření č. 6 [23]



Obr. č. 47 - Měření č. 9 [23]



Obr. č. 48 - Měření č. 12 [23]



Obr. č. 49 - Měření č. 14 [23]

Brzdná zkouška na suchu 70 km/h

Tato zkouška byla prováděna zároveň a dle stejné metodiky jako brzdná zkouška z 50 km/h popsaná výše, lišila se pouze počáteční rychlostí. Brzdná zkouška ze 70 km/h byla prováděna vždy jen jednou. V jednom případě se nepodařilo dosáhnout vyšší rychlosti než 70 km/h, proto byly hodnoty přepočteny na 69 km/h.

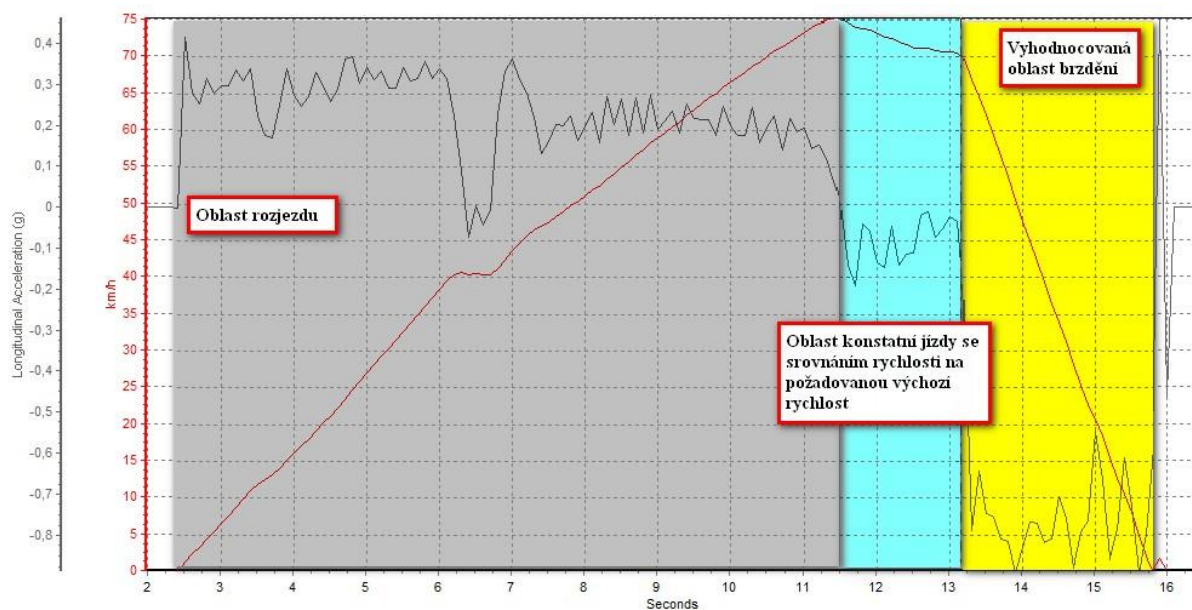
Tab. č. 10 - Vyhodnocená data z brzdné zkoušky na suchu 70 km/h

Měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Rychlost [km/h]	Čas [s]	Dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]
257	3,3	3	70	2,45	21,07	8,97
260	2,8	2,6	70	2,27	20,84	9,07
265	2,4	2,2	70	2,09	20,16	9,38
270	2	1,8	70	2,14	20,83	9,08
276	1,5	1,4	69	2,06	19,38	9,48

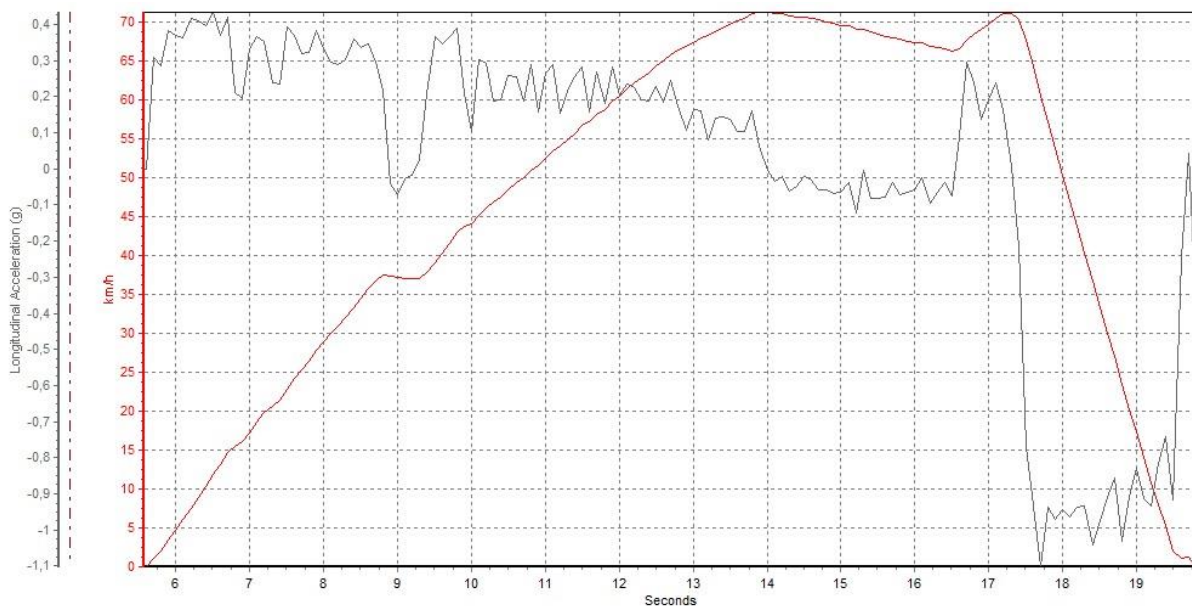
Na Obr. č. 50 je graficky znázorněna naměřená závislost mezi hodnotou tlaku v pneumatikách a průměrné dosažené zpomalení z brzdné zkoušky. Jednotlivá měření (vždy jedno z dané série) jsou pak vidět na Obr. č. 51, Obr. č. 52, Obr. č. 53, Obr. č. 54, Obr. č. 55.



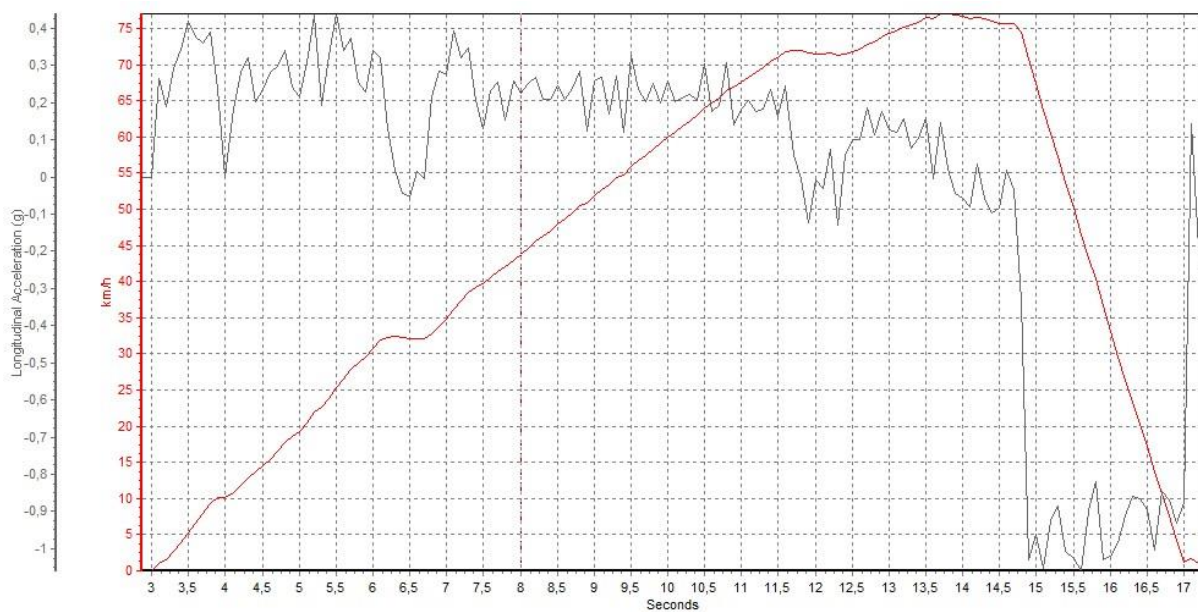
Obr. č. 50 – Graf Závislosti zpomalení na tlaku [23]



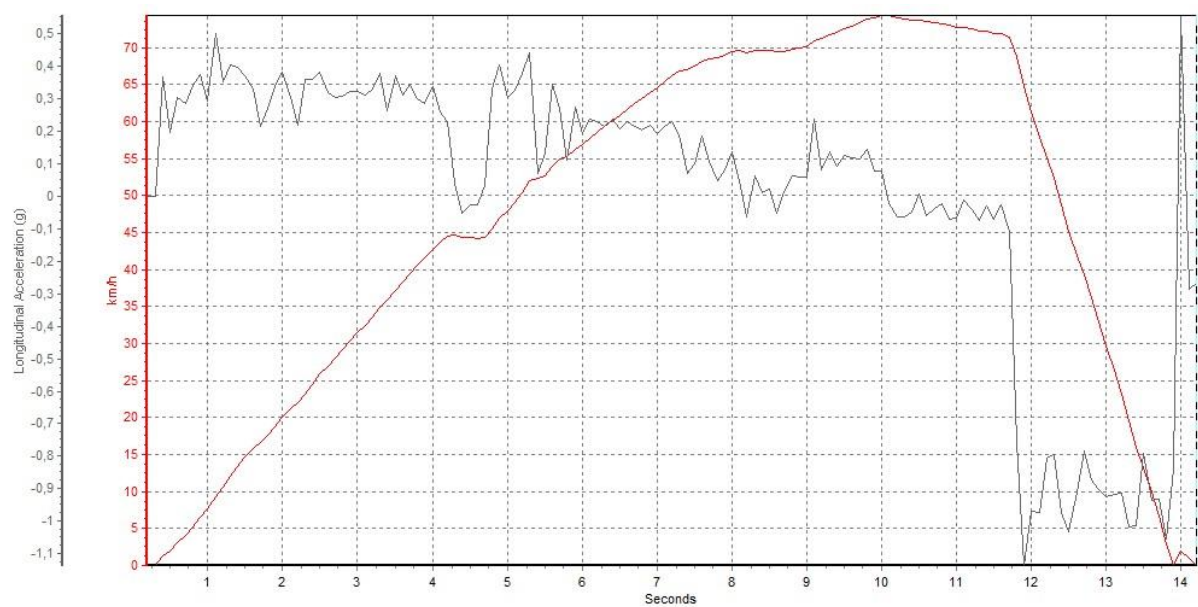
Obr. č. 51 - Měření č. 257 s popisem [23]



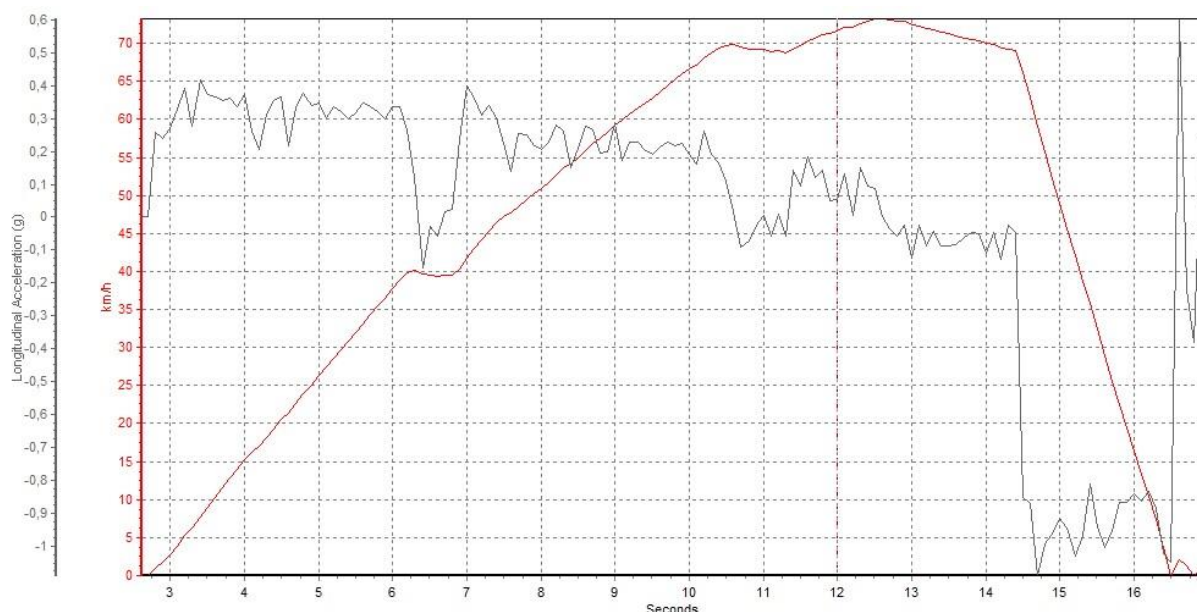
Obr. č. 52 - Měření č. 260 [23]



Obr. č. 53 - Měření č. 265 [23]



Obr. č. 54 - Měření č. 270 [23]



Obr. č. 55 - Měření č. 276 [23]

3.6.4 Shrnutí

Z naměřených údajů je patrné, že při přehuštěných pneumatikách je delší brzdná dráha a nižší průměrné zpomalení. U podhuštěných pneumatik se oproti doporučenému tlaku výraznější změna brzdné dráhy či zpomalení neprojevila. Z důvodu nízkého počtu opakování u tohoto měření však nelze naměřené hodnoty brát absolutně.

Vozidlo při všech tlacích v pneumatikách zachovávalo během brzdění směrovou stabilitu, řidič nemusel nijak zasahat do řízení.

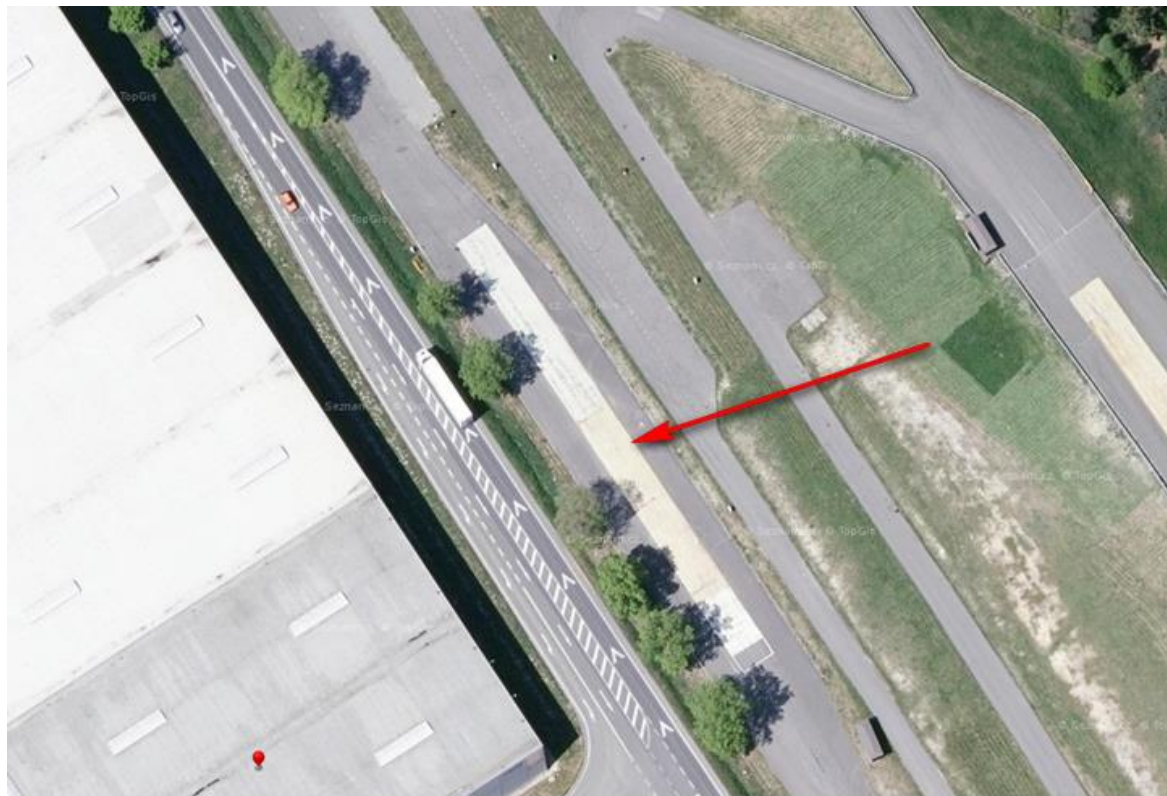
3.7 ZPOMALENÍ NA POVRCHU SE SNÍŽENOU ADHEZÍ

Toto měření má za úkol vyhodnotit vliv huštění pneumatik na brzdné zpomalení na povrchu se sníženou adhezí.

3.7.1 Místo měření

Brzdná zkouška za snížené adheze probíhala na Autodromu ve Vysokém Mýtě. Speciální kluzné plochy na tomto okruhu mají simulovat uježděný sníh či led, a to bez vlivů počasí. Na okruhu je také možné zajistit potřebnou bezpečnost, protože okruh je uzavřen a

okolo kluzných ploch jsou dostačující únikové zóny, kde je možné vozidlo bezpečně zastavit. Plocha se sníženou adhezí je dlouhá 100 metrů. Teplota okolí v době měření byla 7 - 10 °C.



Obr. č. 56 - Kluzná plocha Autodromu Vysoké Mýto[11]

Na Obr. č. 56, Obr. č. 57 jsou vidět bílé kluzné plochy.



Obr. č. 57 - Kluzná plocha Autodromu Vysoké Mýto zepředu [23]

3.7.2 Měření na povrchu se sníženou adhezí

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na požadovaný tlak. Měření probíhalo od nejvyššího tlaku v pneumatikách po nejnižší. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Automobil byl rozjet na 52 ± 1 km/h a po nájezdu na kluznou plochu začal řidič prudce brzdit až do úplného zastavení. Prvních několik brzdění bylo provedeno cvičně z důvodu zahřátí brzd a pneumatik na provozní teplotu a následně proběhla ostrá zkouška. Pro každý tlak byla provedena až na výjimky 3 měření z 52 km/h rychlosti. Mezi každou sérií měření a změnou tlaku v pneumatikách projelo vozidlo okruh dvakrát bez brzdění z důvodu ochlazení brzd a pneumatik na konstantní provozní teplotu. Následně byl tlak v pneumatikách snížen na další měřenou hodnotu a měření bylo opakováno. Mezi každým měřením byla vyjmuta z měřicího přístroje paměťová karta tak, aby nedocházelo k zápisu dat mezi přejezdy na místo začátku měření.

3.7.3 Vyhodnocování naměřených údajů

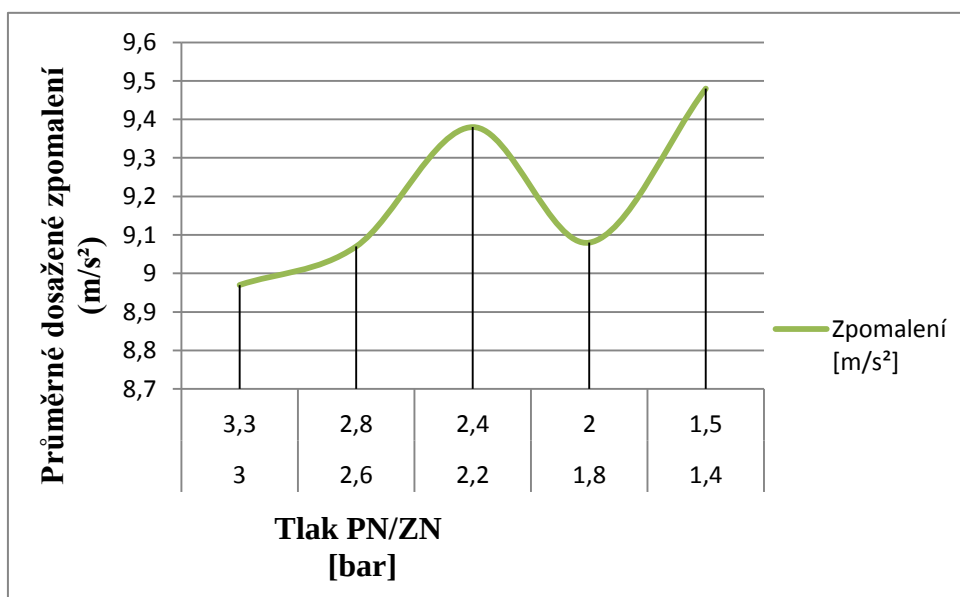
Naměřené data byla vyhodnocena v programu Racelogic – Performance Tool. Oblast vyhodnocení je vidět žlutě označena na *Obr. č. 59*. Počátek vyhodnocování je v okamžiku brzdění, kdy vozidlo dosáhlo přesně 50 km/h, a konec vyhodnocení je z důvodu krátké kluzné plochy v 10 km/h tak, aby bylo vyhodnocováno brzdění pouze na ploše se sníženou adhezí. Začátek vyhodnocování byl zvolen v bodě dosažení 50 km/h a ne v počátku brzdění (tedy cca 52 km/h) z důvodu omezení vlivu řidiče na rychlost sešlápnutí brzdného pedálu. Vyhodnocováno tedy bylo plné brzdění bez náběhu brzd. Takto zvolit počátek vyhodnocování jsme mohli díky velmi krátkému náběhu brzd a takřka přímé křivce brzdného zpomalení. Vyhodnocená data z brzdné zkoušky z 50 km/h za snížené adheze byla shrnuta v *Tab. č. 11*. Jednotlivá měření (vždy jedno z dané série) jsou pak vidět na *Obr. č. 59*, *Obr. č. 60*, *Obr. č. 61*, *Obr. č. 62*, *Obr. č. 63*, ostatní měření v příloze.

Vztah pro výpočet zpomalení

$$a = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2s_b}$$

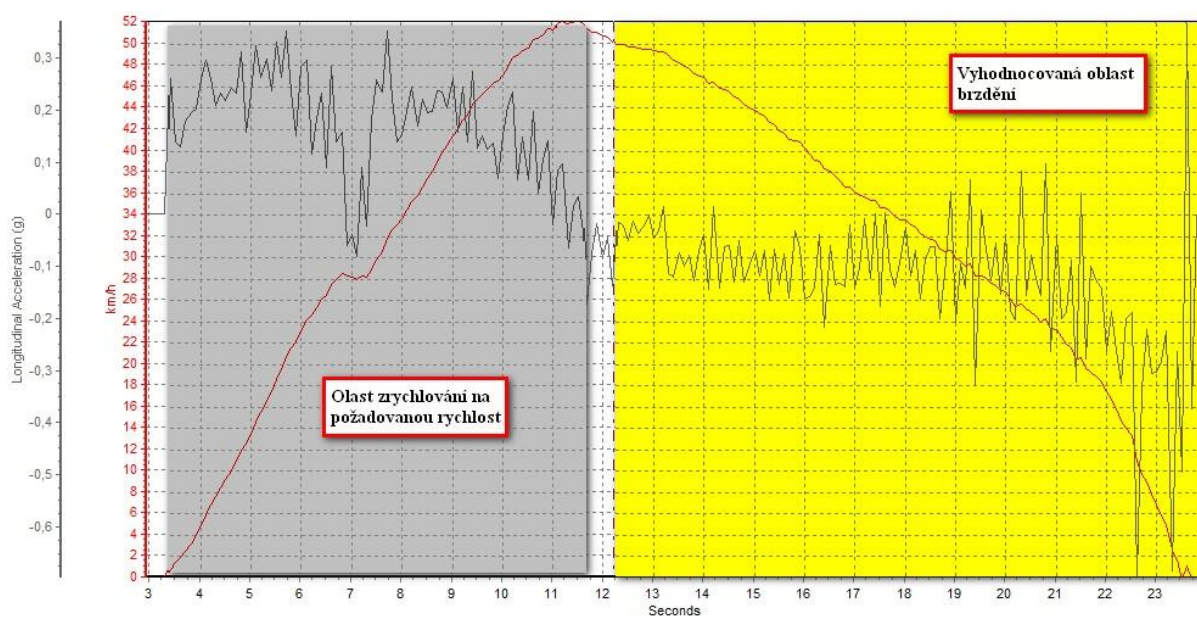
Tab. č. 11 - Vyhodnocená data z brzdné zkoušky za snížené adheze 50 km/h

Měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Počáteční rychlost [km/h]	Koncová rychlost [km/h]	Čas [s]	Dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]
232	3,3	3,0	50	10	10,38	99,52	0,93
234			50	10	9,45	88,31	1,05
247			50	10	10,84	94,29	0,98
Průměr			50	10	10,22	94,04	0,98
235	2,8	2,6	50	10	8,91	82,21	1,13
236			50	10	9,91	84,77	1,09
Průměr			50	10	9,41	83,49	1,11
237	2,4	2,2	50	10	8,92	79,35	1,17
238			50	10	9,69	88,87	1,04
239			50	10	9,93	91,81	1,01
Průměr			50	10	9,51	86,68	1,07
240	2	1,8	50	10	8,00	65,96	1,40
241			50	10	8,63	70,29	1,32
242			50	10	8,26	64,88	1,43
243			50	10	8,15	70,66	1,31
Průměr			50	10	8,26	67,95	1,36
244	1,5	1,4	50	10	7,34	63,57	1,46
245			50	10	8,73	75,38	1,23
246			50	10	8,00	67,94	1,36
Průměr			50	10	8,02	68,96	1,34

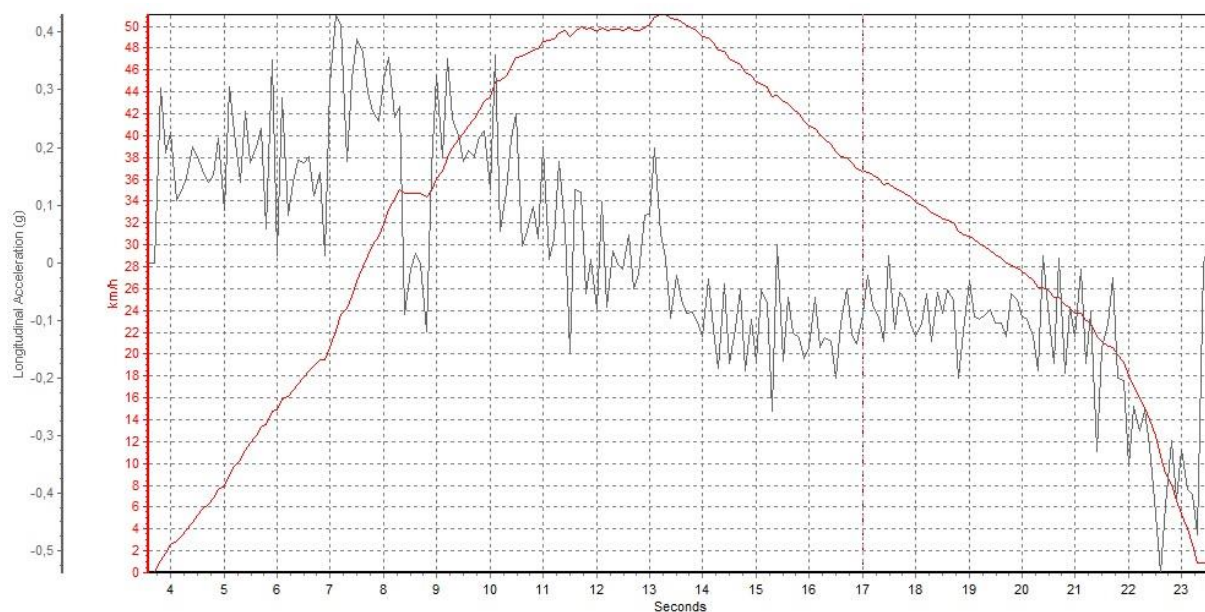


Obr. č. 58 - Graf Závislosti zpomalení na tlaku [23]

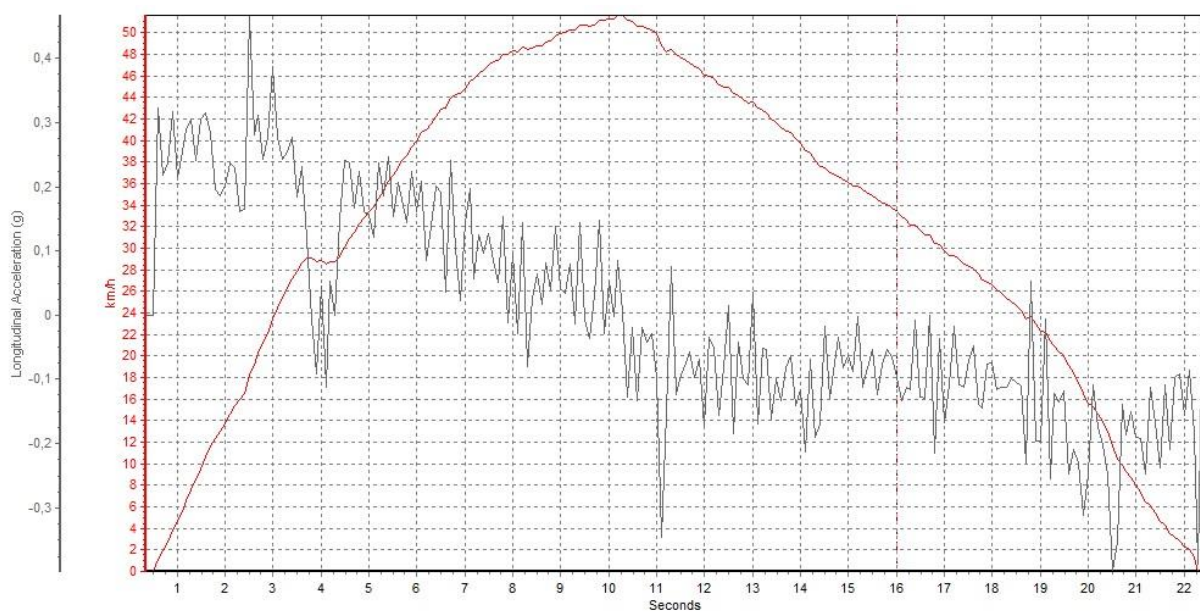
Na Obr. č. 58 je graficky znázorněna naměřená závislost mezi hodnotou tlaku v pneumatikách a průměrné dosažené zpomalení z brzděné zkoušky.



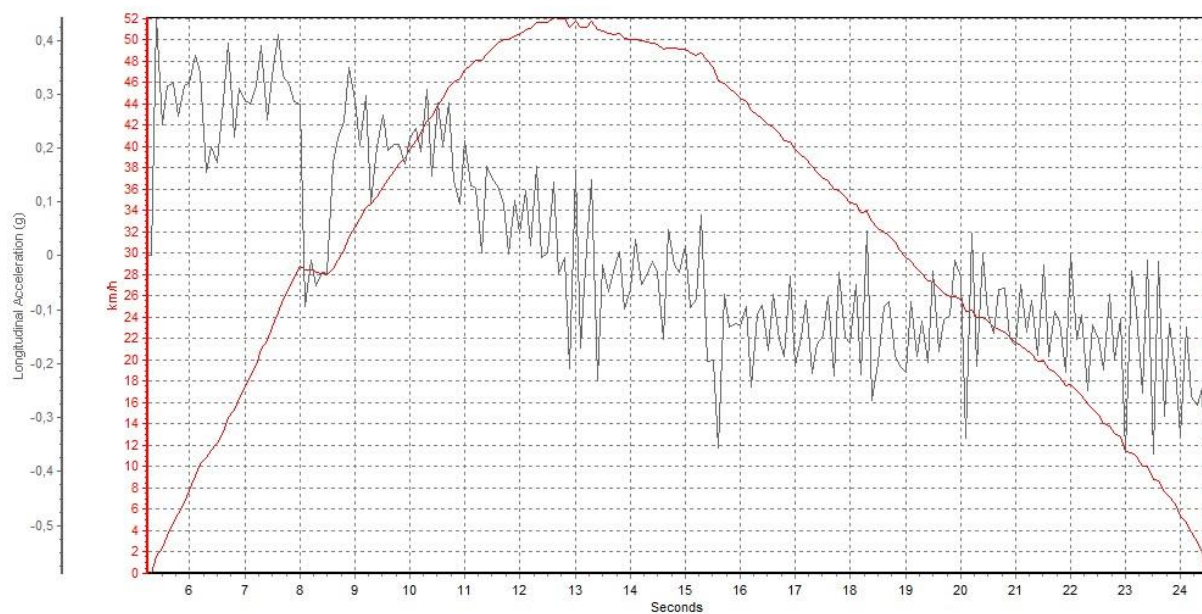
Obr. č. 59 - Měření č. 232 s popisem [23]



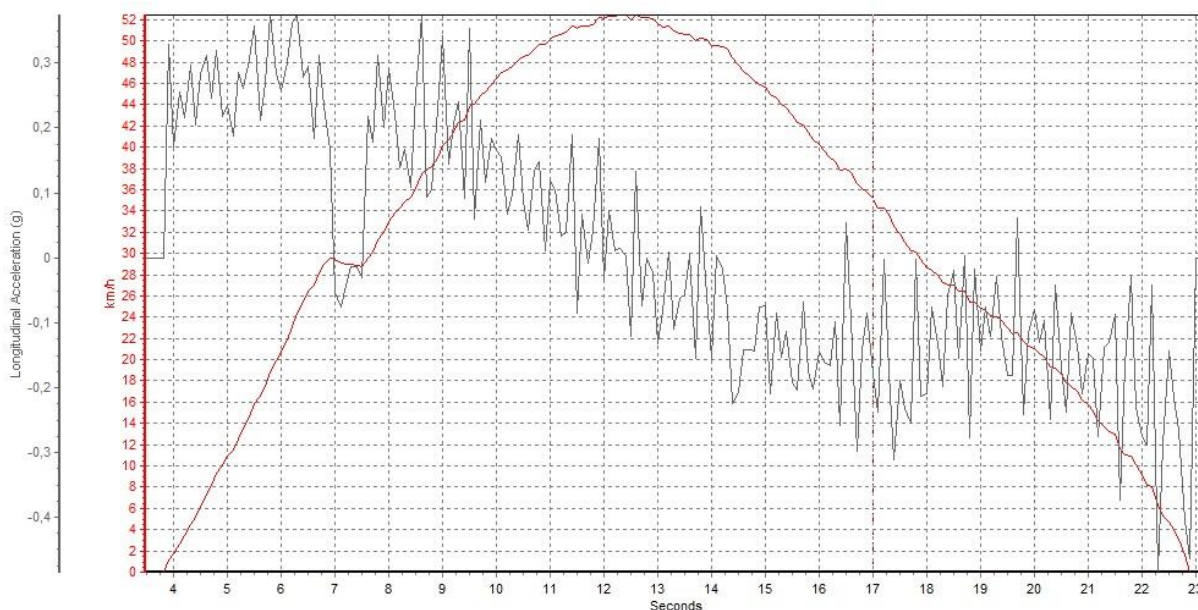
Obr. č. 60 - Měření č. 235 [23]



Obr. č. 61 - Měření č. 238 [23]



Obr. č. 62 - Měření č. 242 [23]



Obr. č. 63 - Měření č. 246 [23]

3.7.4 Shrnutí

Z naměřených údajů je patrné, že při snižování tlaku v pneumatikách se snižuje brzdná dráha a zároveň se zvyšuje průměrné dosažené zpomalení. Nutno podotknout, že první půlku měření navíc ovlivnil fakt, že se dráha stále více plnila vodou, a s tím klesala adheze. Rozdíl v brzdných drahách a zpomalení mezi zvýšeným a předepsaným tlakem by tak byl patrně ještě větší. Bohužel z důvodu omezeného času na okruhu nebylo možné čekat na úplné zalití dráhy vodou a bylo nutné začít měření ihned, jakmile byla celá plocha alespoň mokrá. Rozdíly v brzdných drahách při různých tlacích v pneumatikách mají souvislost se změnami ploch jízdních stop popsanych dříve.

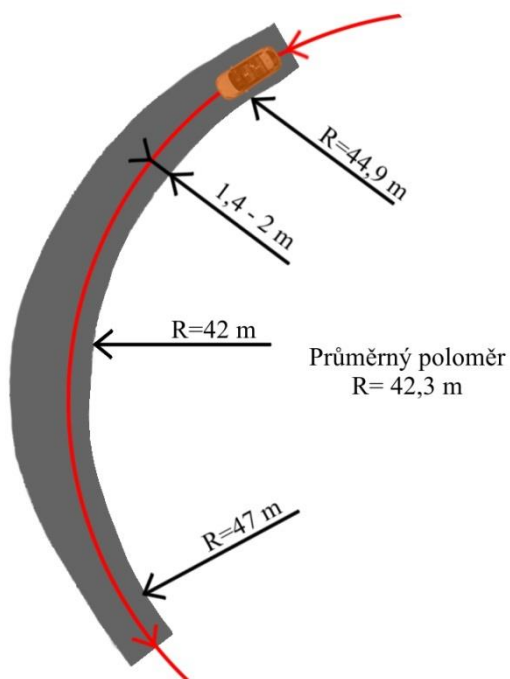
3.8 PRŮJEZD SMĚROVÝM OBLOUKEM ZA SNÍŽENÉ ADHEZE

Tato jízdní zkouška má za úkol zjistit vliv huštění pneumatik na mezní rychlost v oblouku za snížené adheze.

3.8.1 Místo měření

Zkouška průjezd neklopeným obloukem za snížené adheze probíhala na Autodromu ve Vysokém Mýtě. Speciální kluzné plochy na tomto okruhu mají simulovat uježděný sníh či

led, a to bez vlivů počasí. Na okruhu je také možné zajistit potřebnou bezpečnost, protože okruh je uzavřen a okolo kluzných ploch jsou dostačující únikové zóny kde je možné vozidlo bezpečně zastavit. Plocha se sníženou adhezí je mírně klesající zatáčka o průměrném poloměru $R = 42,3 \text{ m}$ [14] schematicky zobrazena na Obr. č. 64.



Obr. č. 64 - Schematické zobrazení místa měření [23]



Obr. č. 65 - Místo měření na mapě [11]



Obr. č. 66 - Místo měření - pohled ze strany nájezdu [23]



Obr. č. 67 - Místo měření - pohled ze strany cíle [23]

3.8.2 Měření průjezdu obloukem za snížené adheze

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na optimální hodnotu udávanou výrobcem tedy 2,4 bar na přední nápravě a 2,2 bar na zadní nápravě. Nad kapličku přístrojů byla umístěna stupnice pro odečet hodnoty natočení volantu a na volant byla připevněna měrná ryska *Obr. č. 68*. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Řidič rozjel na rovném úseku před samotným obloukem vozidlo lehce nad předpokládanou mezní rychlostí, před zatáčkou vyřadil, v zatáčce natočil volant do pozice pro hladký průjezd zatáčkou cca 0,6 – 1,2 metru od levého (vnitřního) okraje vozovky a ze stupnice odečetl úhel natočení. Tento úhel byl následně použit pro všechny ostatní měření a jeho dodržení bylo zajištěno pomocí pružné zarážky. Obloukem bylo projížděno rozdílnou rychlostí pro každou hodnotu tlaku 7-14x, dokud se nepodařila najít co nejpřesněji mezní rychlost. Následně byl tlak v pneumatikách změněn na další požadované hodnoty a měření bylo opakováno.



Obr. č. 68 - Stupnice úhlu natočení [23]

3.8.3 Vyhodnocování naměřených údajů

Naměřená data byla vyhodnocena v programu Racelogic – Performance Tool. Oblast vyhodnocení je vidět žlutě označena na *Obr. č. 70*. Počátek vyhodnocování je v okamžiku nájezdu do zatáčky a plného natočení volantu až do těsné blízkosti konce oblouku. V *Tab. č. 12* jsou vidět naměřené hodnoty srovnány podle výchozí rychlosti a rozděleny barevně:

- **Zelená** označuje průjezd obloukem bez jakékoliv ztráty stability s natočením volantu dle stanovených mezí.
- **Žlutá** označuje měření, která byla na hraně smyku, nedošlo k zásahu ESP a nebylo zde nutné výrazně zasahovat do řízení, pouze ke konci zatáčky došlo k lehce většímu natočení volantu max. + 5°. Z těchto měření byl udělán průměr a tato rychlost je mezní rychlostí.
- **Červeně** jsou označena měření, kde došlo k zásahu ESP nebo byl nutný výraznější zásah do řízení potřebný k udržení požadované trajektorie vozidla.

Tab. č. 12 - Průjezd obloukem za snížené adheze

Č. měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Nájezdová rychlost [km/h]	Poznámka k průjezdu	Mezní rychlost [km/h]
186	3,3	3.0	22,1	OK	26,0
187			25	OK	
199			24,1	OK	
197			25,2	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
198			26	Smyk	
195			26,2	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
189			26,4	Nutno rovnat smyk, zásah ESP	
191			26,4	OK	
190			26,5	OK lehký boční posun auta	
194			26,5	Smyk	
196			26,7	Lehký smyk rovnání	
188			27,5	Nutno rovnat smyk, zásah ESP	
192			27,5	Smyk	
193			27,7	Smyk	

Č. měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Počáteční rychlost [km/h]	Poznámka k průjezdu	Mezní rychlost [km/h]
206	2,8	2,6	24,7	OK	26,1
207			25,8	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
200			26	Smyk	

203			26,3	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant
205			27,5	Smyk
204			28,2	Smyk
202			28,3	Smyk

Č. měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Počáteční rychlost [km/h]	Poznámka k průjezdu	Mezní rychlost [km/h]
173	2,4	2,2	25	OK	27,9
175			25,6	OK	
176			25,6	OK	
179			26,8	OK	
177			27,1	Auto lehce klouže bez smyku	
185			28,2	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
181			28,3	Lehce klouzalo, na konci se musel více natočit volant	
184			29,8	Nutno rovnat smyk, zásah ESP	
183			30,2	Nutno rovnat smyk, zásah ESP	

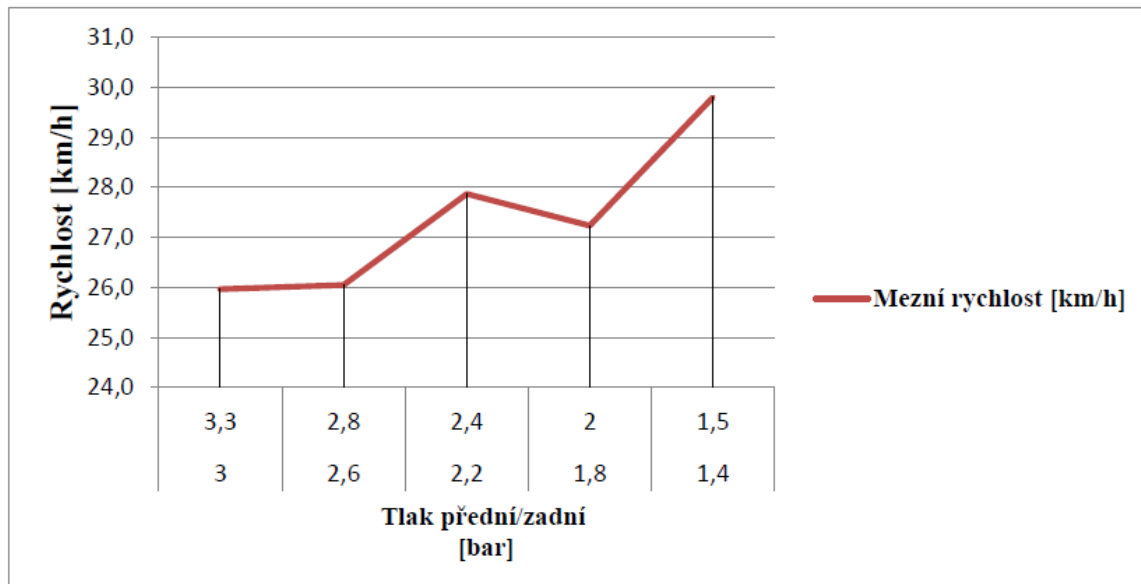
Č. měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Počáteční rychlost [km/h]	Poznámka k průjezdu	Mezní rychlost [km/h]
208	2,0	1,8	26,6	OK	27,2
213			25,0	OK	
211			26,0	OK	
215			26,3	OK	
214			26,6	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
212			26,9	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
			27,9	Smyk	
209			28,2	Průjezd OK, na konci nutno trochu více natočit volant	
210			29,1	Smyk	

Č. měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Počáteční rychlost [km/h]	Poznámka k průjezdu	Mezní rychlost [km/h]
216	1,5	1,4	24,3	OK	29,8
217			27,2	OK	
218			28,4	OK	
219			28,5	OK	
220			29,3	OK	
225			29,5	OK	
224			29,8	Na hraně	
222			30,8	Smyk	
221			31,6	Smyk	

V Tab. č. 13 jsou shrnuty průměrné mezní rychlosti pro dané huštění a procentuální odchylka od optimálního huštění udávaného výrobcem. Tato souvislost je graficky znázorněna na Obr. č. 69.

Tab. č. 13 – Odchylka mezních rychlostí

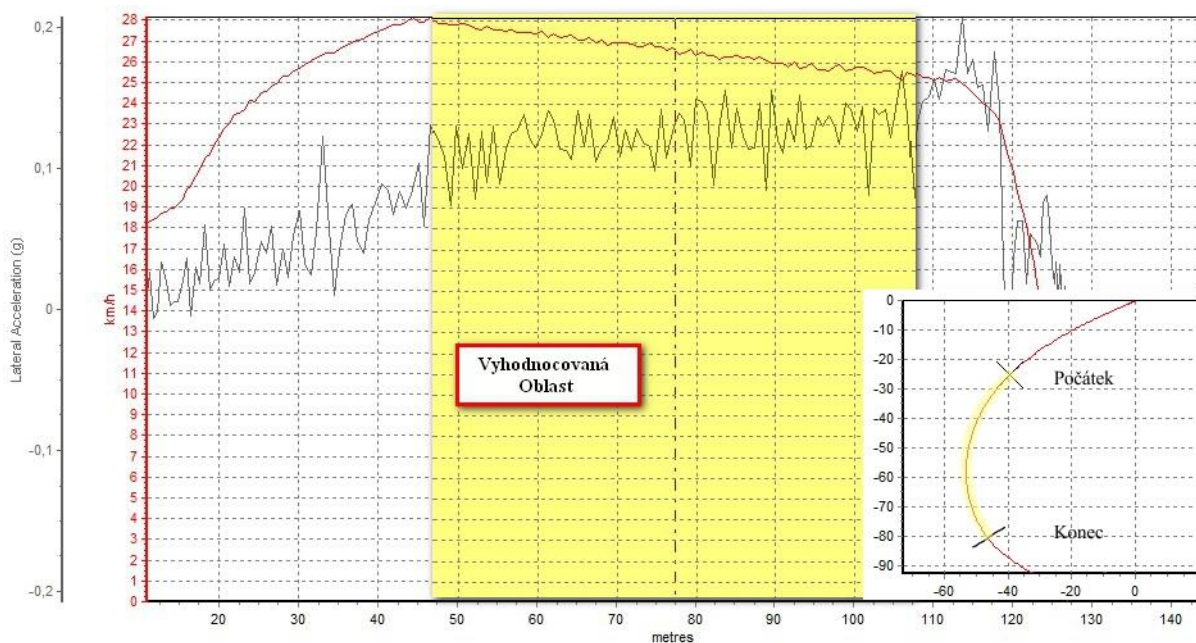
Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Mezní rychlost [km/h]	Odchylka od optimálního huštění udávaného výrobcem
3,3	3	26,0	-7,3%
2,8	2,6	26,1	-7,0%
2,4	2,2	27,9	Referenční hodnota
2	1,8	27,2	-2,3%
1,5	1,4	29,8	6,5%



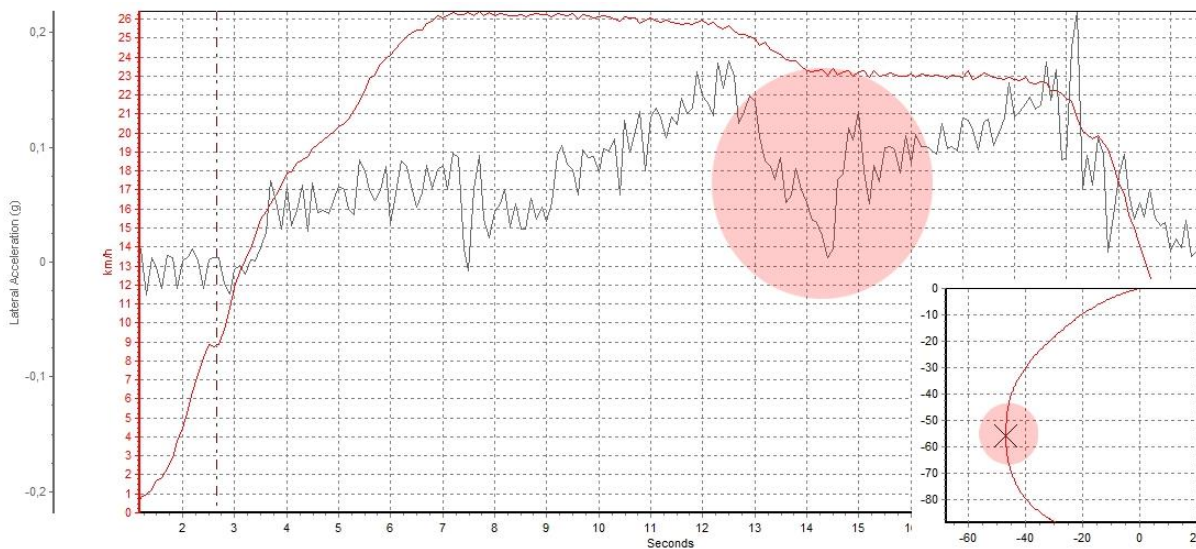
Obr. č. 69 – Graf závislosti mezní rychlosti na tlaku v pneumatikách [23]

Na Obr. č. 70 je vidět měření č. 195, žlutě je znázorněna vyhodnocovaná oblast průjezdu obloukem. Toto měření je nejblíže průměrné mezní rychlosti pro tlaky

v pneumatikách 3,3 a 3,0 bar (PN/ZN), ostatní měření v příloze. Na *Obr. č. 71* je zobrazeno měření číslo 189, na kterém je červeně označen smyk vozidla a zásah asistenčních systémů.



Obr. č. 70 - Měření č. 195 [23]



Obr. č. 71 - měření č. 189 [23]

3.8.4 Shrnutí

Z naměřených údajů je patrné, že při výrazném přehuštění pneumatik se snížila mezní rychlost o více než 7%. Při postupném podhušťování pneumatik pod předepsaný tlak nejdříve dosažená mezní rychlost klesá a až po výrazném podhuštění začne stoupat. Podobná závislost byla naměřena při brzděné zkoušce na suchu ze 70km/h.

Subjektivní dojem řidiče potvrzuje naměřená data. U **výrazně přehuštěných pneumatik** se chovalo vozidlo více nepředvídatelně. K „utržení“ vozidla a následnému smyku docházelo podstatně rychleji a tedy měl řidič mnohem kratší čas na reakci na případně srovnání smyku. Ve chvíli, kdy se už vozidlo „utrhlo“, bylo obtížnější smyk srovnat, pneumatiky neměly tendenci se znovu chytout povrchu, ale spíše klouzat. Tento jev je vidět i z naměřených dat. kdy při podobných rychlostech jednou vozidlo projelo bez problémů, podruhé došlo ke smyku.

U **optimálního huštění** daného výrobcem se chovalo vozidlo podstatně stabilněji, ke smyku docházelo postupně a předvídatelněji. I když naměřený rozdíl mezní rychlosti byl „jen“ o 7 % vyšší než přehuštěné pneumatiky, celkový dojem řidiče z chování vozidla byl podstatně lepší, především z důvodu lepší čitelnosti smyku, v provozu by stačil lehký zásah do řízení na srovnání smyku.

U **výrazně podhuštěných** pneumatik se vozidlo chovalo stabilněji, případný smyk byl pozvolný a lépe zvládnutelný. Zde je však nutné podotknout mnohá bezpečnostní rizika popsaná výše, především riziko úplného nebo jen částečného zutí pneumatiky a následná ztráta tlaku v pneumatice. Tohoto jevu by se dalo využít například v případě absence sněhových řetězů v zimním období na nouzové dojetí z místa zapadaného sněhem či na náledí, za podmínky velmi nízké rychlosti.

3.9 VYHÝBACÍ MANÉVR (LOSÍ TEST)

Toto měření má za úkol vyhodnotit vliv huštění pneumatiky na stabilitu vozidla při vyhýbacím manévru tzv. Losím testu. Vyhodnocení proběhne na základě údajů o nájezdové rychlosti, a subjektivního hodnocení řidiče. Toto měření bude provedeno pro tři tlaky v pneumatikách, a to optimální udávaný výrobcem automobilu 2,4/2,2 bar PN/ZN, výrazně přehuštěné 3,3/3,0 bar PN/ZN a výrazně podhuštěné 1,5/1,4 bar PN/ZN.

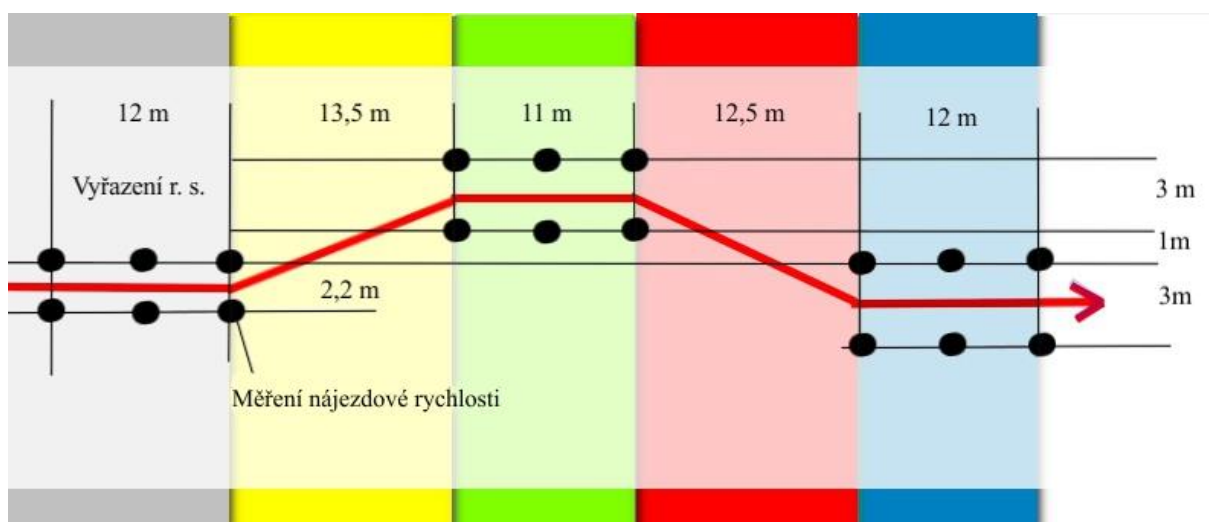
3.9.1 Místo měření

Pro měření vyhýbacího manévru byla zvolena málo frekventovaná silnice dříve využívaná také jako letiště u obce Jinošov. Tato letištní plocha vyhovovala jak z důvodu délky, tak především pro svoji dostatečnou šířku, která umožňovala pohodlné rozmístění zkušební dráhy včetně únikových zón pro bezpečné zastavení vozidla v případě smyku.



Obr. č. 72 - Místo měření - Losí test [23]

Na zkušební dráze byla vytyčena pomocí kuželů trasa průjezdu dle metodiky ISO 3888-2 *Obr. č. 73*. Reálné provedení je vidět na *Obr. č. 74* a *Obr. č. 75*. Teplota vzduchu v době měření byla 11 – 12 °C, vozovka mokrá.



Obr. č. 73 – Rozměry Losiho testu [23]



Obr. č. 74 - Průjezd Losím testem [23]



Obr. č. 75 - Pohled ze strany nájezdu [23]

3.9.2 Průběh měření

Provádění vyhýbacího manévru skýtá určitá nebezpečí, z nichž ta nejnebezpečnější jsou převrácení vozidla a v našem případě hrozí především u výrazně podhuštěných pneumatik „vyzutí“ pneumatiky z ráfku. Aby toto riziko bylo co nejvíce eliminováno, byla zkouška prováděna za mírného deště na mokré dráze. Mokrý dráha způsobí snížení adheze a následně je možné provádět průjezdy až na hranici smyku za dosažení nižšího bočního namáhání pneumatiky. Díky tomu bylo možné podhustit pneumatiky až na nejnižší požadovaný tlak 1,5/1,4 bar přední/zadní náprava za přijatelného rizika.

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na optimální hodnotu udávanou výrobcem tedy 2,4 bar na přední nápravě a 2,2 bar na zadní nápravě. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Řidič rozjel vozidlo na požadovanou rychlost, před vyhýbacím manévrem vyřadil a projel daný úsek tak, aby neshodil kužely. V případě shození kuželů nebylo měření zaznamenáno a v dané rychlosti bylo opakováno z důvodu snížení vlivu řidiče. Řidič postupně zvyšoval rychlost, dokud nedošlo během průjezdu k zásahu ESP signalizovaného na palubní desce. Následně byl tlak v pneumatikách upraven na další požadované hodnoty tedy 3,3/ 3,0 a 1,5/1,4 bar přední/zadní náprava a celé měření bylo opakováno.

3.9.3 Vyhodnocování naměřených údajů

Naměřená data byla vyhodnocena v programu Racelogic – Performance Tool. Na *Obr. č. 76* je vidět průběh měření, barevně jsou na něm odlišeny jednotlivé úseky průjezdu shodně se schématickým znázorněním *Obr. č. 73*, černou čarou je zobrazeno místo odečtu nájezdové rychlosti.

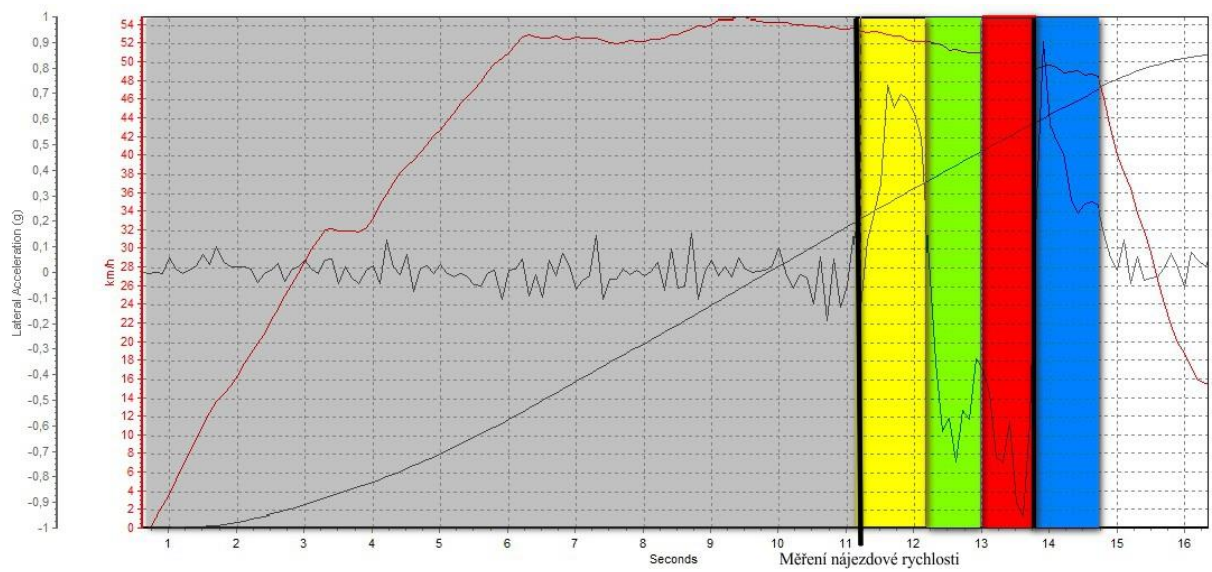
Do Tab. č. 14 byly zaznamenány nejvyšší dosažené počáteční rychlosti bez shození kuželu a dále rychlosti, u kterých již došlo k zásahu ESP pro jednotlivé tlaky v pneumatikách. Spíše informativně jsou v této tabulce zaznamenány i koncové rychlosti na výjezdu z koridoru. Jako mezní rychlost byla brána nejvyšší dosažená počáteční rychlost, u které nedošlo k zásahu ESP a v případě podhuštěných pneumatik nejvyšší počáteční rychlost, kterou byl schopen řidič projet koridor bez shození kuželů. Průběh bočního přetížení a rychlosti v čase pro jednotlivé mezní rychlosti je vidět na *Obr. č. 76*, *Obr. č. 77*, *Obr. č. 78*, ostatní měření v příloze.

Tab. č. 14 - Vyhýbací manévr

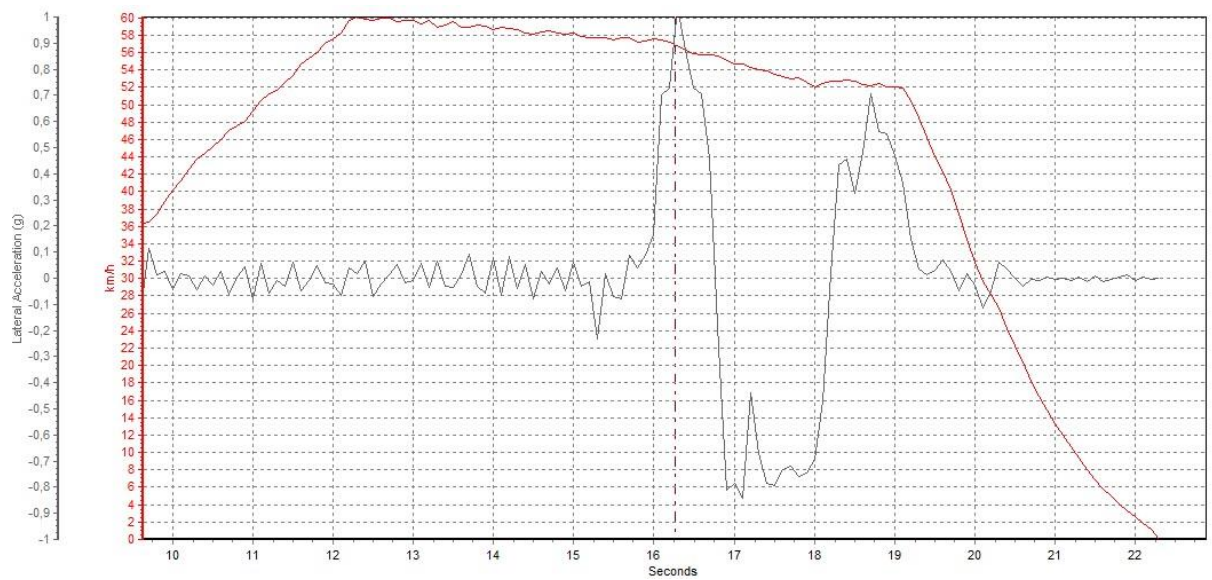
Měření č.	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Počáteční rychlost [km/h]	Koncová rychlost [km/h]	Poznámka	Mezní rychlost [km/h]	Odchylka od optimálního huštění udávaného výrobcem
110	3,3		50,6	45,6	OK	53,4	-6,6 %
109			53,4	48,2	OK		
107			55,3	48,9	Lehký zásah ESP		
104			58,3	46,9	Zásah ESP		
108			62,3	47,3	Zásah ESP		
115	2,4		53,1	48,8	OK	57,2	Referenční hodnota
111			57,2	51,7	OK		
112			64,9	39,0	Smyk, ESP, brzdy		
116	1,5		47,2	42,3	OK	53	-7,3 %
118			53,0	47	OK		
117			55,0	49,1	Několikanásobné shození kuželu		

Hodnoty byly srovnány podle počáteční rychlosti od nejnižší po nejvyšší a označeny barevně:

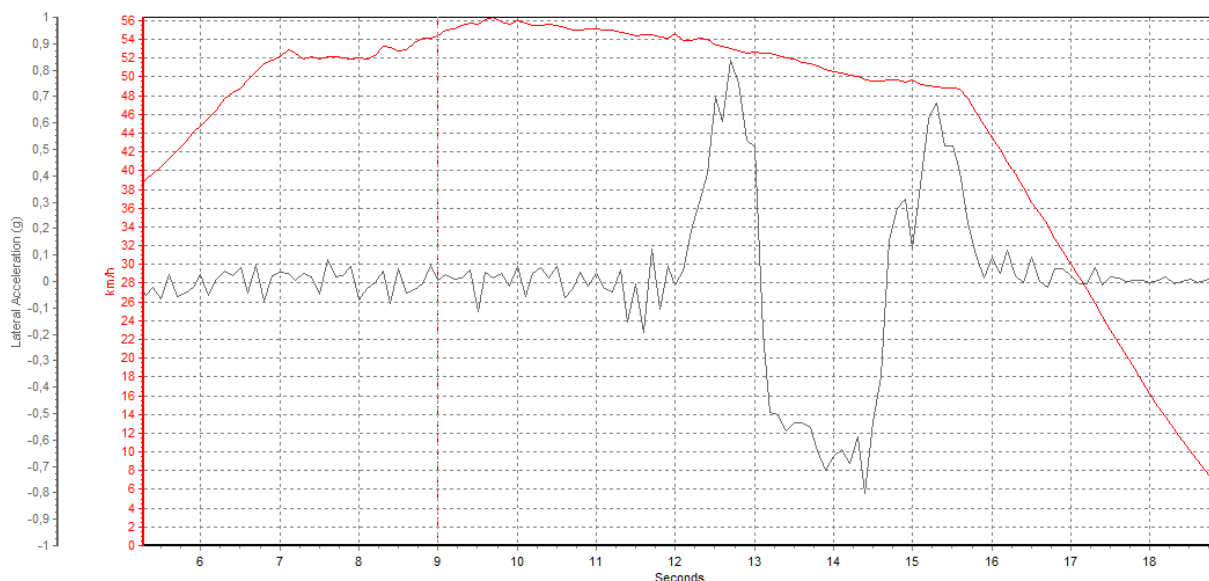
- Zelená** označuje průjezd koridorem bez shození kuželu a zásahu ESP.
- Červeně** jsou označena měření, kde došlo k zásahu ESP nebo nebylo možné projet koridor bez shození kuželu několikrát po sobě.



Obr. č. 76 – Měření 109 včetně popisu [23]



Obr. č. 77 - Měření 111[23]



Obr. č. 78 - Měření 118 [23]

3.9.4 Shrnutí

Při vyhýbacím manévru hraje velkou roli lidský faktor. Je tedy obtížné z měření určit přesné hodnoty mezních rychlostí. Pro co nejpřesnější určení mezní rychlosti a minimalizaci chyb lidského faktoru byl vytyčený koridor projet mnohokrát a v případě shoení některého z kuželů to bylo bráno jako chyba řidiče a měření v dané rychlosti bylo opakováno tak dlouho, dokud se koridor nepodařilo projet bez chyby. V případě, že došlo k bezchybnému projetí koridoru, ale došlo k zásahu ESP, bylo toto měření bráno jako limitní a za mezní rychlost byla určena nejbližší nižší.

Z naměřených údajů je patrný negativní vliv přehuštěných i podhuštěných pneumatik na mezní rychlost oproti huštění standartnímu, a to až o 7%.

Subjektivní posouzení řidičem

U **optimálního huštění** se vozidlo chovalo vyrovnaně, při průjezdu koridorem nebyl problém s optimální trajektorií ani při vyhýbání ani při vracení do jízdního pruhu. Snadno se odhadovalo optimální natočení volantu i načasování tak, aby nedošlo k shoení žádného z kuželů. V případě lehkého překročení mezní rychlosti došlo k zásahu systému ESP, který vozidlo nasměroval do optimální trajektorie a řidič nemusel výrazněji zasahovat do řízení. V případě překročení mezní rychlosti o více než 6 km/h již bylo obtížné projet danou trajektorií i se systémem ESP, zde jde již o zkušenosti řidiče, jak si se smykem poradí.

U **přehuštěných** pneumatik byl první pocit řidiče lepší než u huštění optimálního. V nižší rychlosti bylo řízení ostřejší průjezd koridorem přesnější, ovládací síla na volant nižší. Snáze se trefovala optimální trajektorie průjezdu. Se zvyšující se rychlostí přibližující se mezní rychlosti se však vozidlo více smýkalo a zásahy ESP přicházely již kolem rychlosti 54 km/h a vozidlo mělo více sklon k nedotáčivosti.

V případě **podhuštěných** pneumatik byl pocit řidiče z řízení přesně opačný. Řízení bylo i v nižších rychlostech „gumové“, nepřesné, vozidlo se více naklánělo, celkově působilo dojmem mnohem většího a těžšího vozu. Bylo mnohem obtížnější odhadnout úhel natočení volantu a načasování při průjezdu koridorem. I když měření s podhuštěnými pneumatikami bylo prováděno jako poslední a řidič tak již měl průjezd v „ruce“, docházelo při tomto měření k mnohem častějšímu shazování kuželů, aniž by došlo k zásahu ESP. Mezní rychlost tak byla stanovena podle nejvyšší dosažené rychlosti bez shození kuželů. Nutno opět podotknout reálné riziko vyzutí pneumatiky z ráfku při tomto stavu podhuštění.

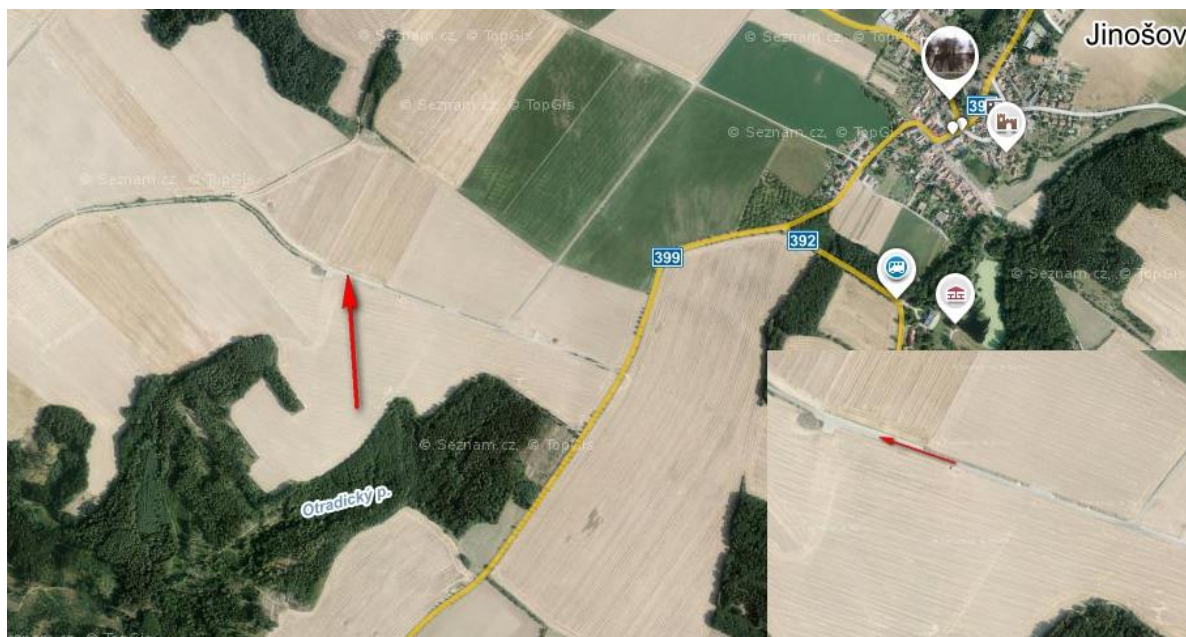
3.10 DOJEZDOVÁ ZKOUŠKA

Toto měření má za úkol zjistit vliv huštění pneumatik na dojezd vozidla s vyřazeným rychlostním stupněm. Délka dráhy dojezdu je ovlivněna jízdními odpory popsány v kapitole 2.1 s tím, že všechny odpory pro různé tlaky v pneumatikách považujeme za konstantní kromě odporu valivého, který nám ovlivňuje mimo jiné právě stav huštění pneumatiky.

3.10.1 Místo měření

Pro měření dojezdu vozidla byla zvolena málo frekventovaná silnice dříve využívaná také jako letiště u obce Jinošov. Tato letištní plocha vyhovovala především z důvodu své

délky.



Obr. č. 79 - Místo měření dojezdové zkoušky [23]

3.10.2 Průběh měření

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na nevyšší měřený tlak 3,3 a 3,0 bar přední/zadní náprava. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Vozidlo bylo řidičem rozjeto na požadovanou rychlost 52 ± 1 km/h a na stanoveném místě došlo k sešlápnutí spojkového pedálu a následnému vyřazení. Řidič vozidlo lehce korigoval tak, aby jelo naprosto rovně až do úplného zastavení. Měření bylo provedeno 5x. Následně byl tlak v pneumatikách změněn na další požadované hodnoty a měření bylo opakováno.

3.10.3 Vyhodnocování naměřených údajů

Naměřená data byla vyhodnocena v programu Racelogic – Performance Tool. Každé měření bylo rozděleno na úseky po 50 m, začátek měření byl v bodě, kdy vozidlo dosáhlo přesně 50 km/h. Do tabulky pak byly zaneseny hodnoty průměrné rychlosti na jednotlivých úsecích (v) a času (t) přírůstkově v jednotlivých úsecích. Poslední úsek byl vždy kratší z důvodu zastavení vozidla. Z hodnot měření jednotlivých sérií tlaků byl udělán průměr. Tyto průměrné hodnoty byly vyneseny do *Graf č. 1*.

Tab. č. 15 - Dojezdová zkouška

Tlak PN/ZN 3,3/3,0 [bar]

Měření 122, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	387,89
t [s]	0	3,76	7,85	12,32	17,35	23,23	30,37	40,55	59,84
v [m/s]	13,89	13,30	12,22	11,19	9,94	8,50	7,00	4,91	1,96
v [km/h]	50	47,87	44,01	40,27	35,79	30,61	25,21	17,68	7,07
Měření 123, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	391
t [s]	0	3,78	7,87	12,32	17,3	23,05	29,95	39,62	59,21
v [m/s]	13,89	13,23	12,22	11,24	10,04	8,70	7,25	5,17	2,09
v [km/h]	50	47,62	44,01	40,45	36,14	31,30	26,09	18,61	7,53
Měření 124, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	390,54
t [s]	0	3,87	7,91	12,32	17,31	23,07	29,99	39,7	59,06
v [m/s]	13,89	12,92	12,38	11,34	10,02	8,68	7,23	5,15	2,09
v [km/h]	50	46,51	44,55	40,82	36,07	31,25	26,01	18,54	7,54
Měření 125, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	394,95
t [s]	0	3,76	7,76	12,18	17,13	22,8	29,73	39,28	60,1
v [m/s]	13,89	13,30	12,50	11,31	10,10	8,82	7,22	5,24	2,16
v [km/h]	50	47,87	45,00	40,72	36,36	31,75	25,97	18,85	7,77
Průměr, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	391,10
t [s]	0	3,79	7,85	12,29	17,27	23,04	30,01	39,79	59,55
v [m/s]	13,89	13,18	12,33	11,27	10,03	8,67	7,17	5,11	2,08
v [km/h]	50	47,46	44,39	40,56	36,09	31,22	25,82	18,41	7,49

Tlak PN/ZN 2,8/2,6 [bar]

Měření 126, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	384,31
t [s]	0	3,75	7,89	12,37	17,41	23,23	30,4	40,75	57,88
v [m/s]	13,89	13,33	12,08	11,16	9,92	8,59	6,97	4,83	2,00
v [km/h]	50	48,00	43,48	40,18	35,71	30,93	25,10	17,39	7,21
Měření 128, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	383,07
t [s]	0	3,79	7,92	12,45	17,56	23,47	30,7	41,2	58,18
v [m/s]	13,89	13,19	12,11	11,04	9,78	8,46	6,92	4,76	1,95
v [km/h]	50	47,49	43,58	39,74	35,23	30,46	24,90	17,14	7,01
Měření 129, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	390,47
t [s]	0	3,76	7,88	12,34	17,38	23,18	30,2	39,95	58,82
v [m/s]	13,89	13,30	12,14	11,21	9,92	8,62	7,12	5,13	2,14

v [km/h]	50	47,87	43,69	40,36	35,71	31,03	25,64	18,46	7,72
Měření 130, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	384,86
t [s]	0	3,84	7,88	12,35	17,39	23,29	30,41	40,8	59,44
v [m/s]	13,89	13,02	12,38	11,19	9,92	8,47	7,02	4,81	1,87
v [km/h]	50	46,88	44,55	40,27	35,71	30,51	25,28	17,32	6,73
Měření 131, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	380,97
t [s]	0	3,77	7,88	12,38	17,46	23,34	30,5	41,07	57,26
v [m/s]	13,89	13,26	12,17	11,11	9,84	8,50	6,98	4,73	1,91
v [km/h]	50	47,75	43,80	40,00	35,43	30,61	25,14	17,03	6,89
Průměr, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	384,74
t [s]	0	3,78	7,89	12,38	17,44	23,30	30,44	40,75	58,32
v [m/s]	13,89	13,22	12,17	11,14	9,88	8,53	7,00	4,85	1,98
v [km/h]	50	47,59	43,82	40,11	35,56	30,71	25,21	17,46	7,12

Tlak PN/ZN 2,4/2,2 [bar]

Měření 132, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	388,04
t [s]	0	3,77	7,84	12,28	17,3	23,07	30,16	40,24	59,79
v [m/s]	13,89	13,26	12,29	11,26	9,96	8,67	7,05	4,96	1,95
v [km/h]	50	47,75	44,23	40,54	35,86	31,20	25,39	17,86	7,00
Měření 133, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	387,15
t [s]	0	3,75	7,89	12,3	17,4	23,24	30,35	40,42	58,83
v [m/s]	13,89	13,33	12,08	11,34	9,80	8,56	7,03	4,97	2,02
v [km/h]	50	48,00	43,48	40,82	35,29	30,82	25,32	17,87	7,26
Měření 134, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	394,21
t [s]	0	3,76	7,85	12,32	17,28	22,99	29,89	39,48	60,56
v [m/s]	13,89	13,30	12,22	11,19	10,08	8,76	7,25	5,21	2,10
v [km/h]	50	47,87	44,01	40,27	36,29	31,52	26,09	18,77	7,55
Měření 135, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	391,52
t [s]	0	3,79	7,88	12,36	17,35	23,12	30,07	39,74	60,54
v [m/s]	13,89	13,19	12,22	11,16	10,02	8,67	7,19	5,17	2,00
v [km/h]	50	47,49	44,01	40,18	36,07	31,20	25,90	18,61	7,19
Měření 136, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	381,31
t [s]	0	3,74	7,83	12,3	17,3	23,13	30,29	40,74	57,1
v [m/s]	13,89	13,37	12,22	11,19	10,00	8,58	6,98	4,78	1,91
v [km/h]	50	48,13	44,01	40,27	36,00	30,87	25,14	17,22	6,89

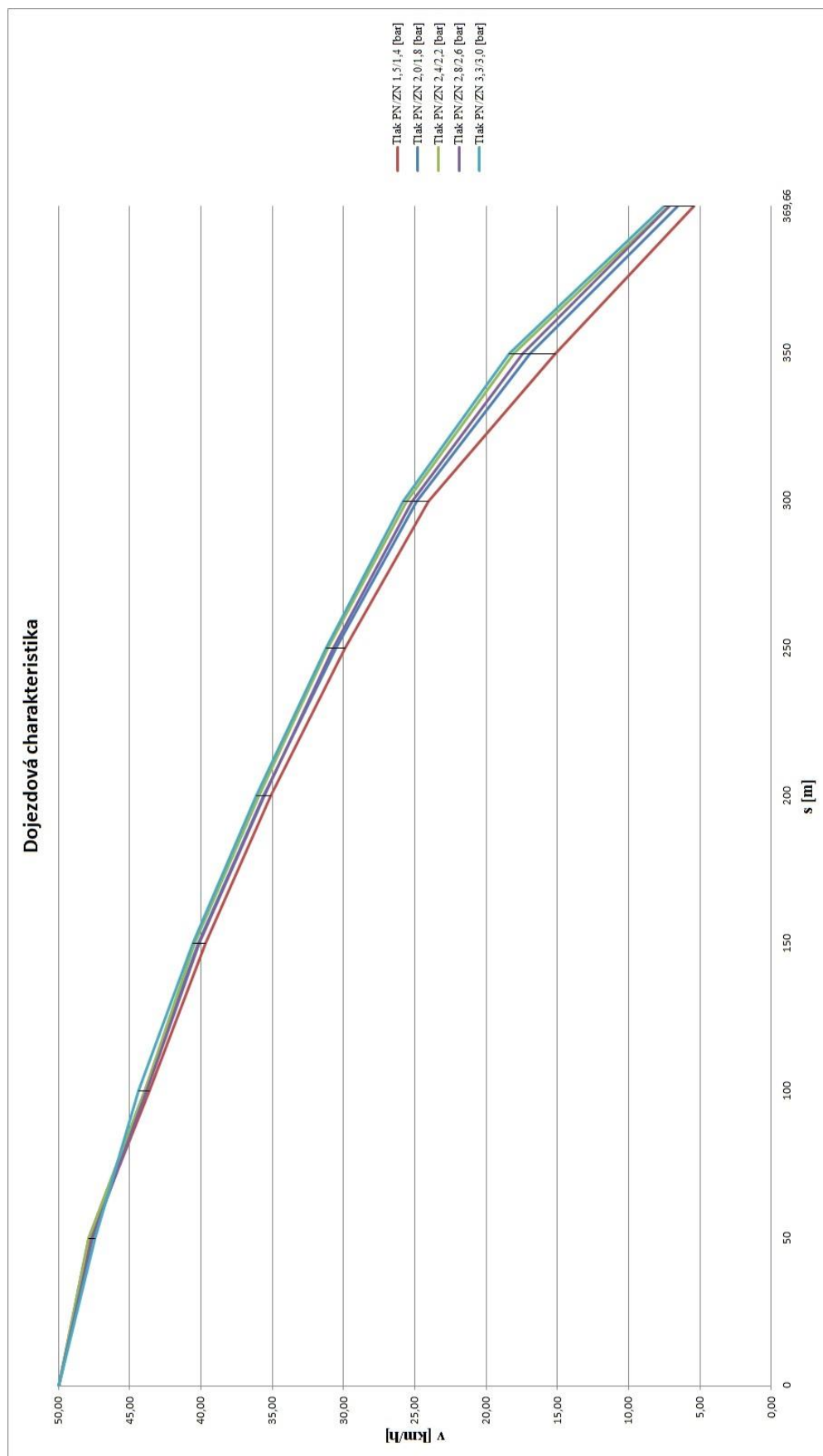
Průměr, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	388,45
t [s]	0	3,76	7,86	12,31	17,33	23,11	30,15	40,12	59,36
v [m/s]	13,89	13,29	12,21	11,23	9,97	8,64	7,10	5,01	2,00
v [km/h]	50	47,85	43,95	40,41	35,90	31,12	25,56	18,05	7,19

Tlak PN/ZN 2,0/1,8 [bar]

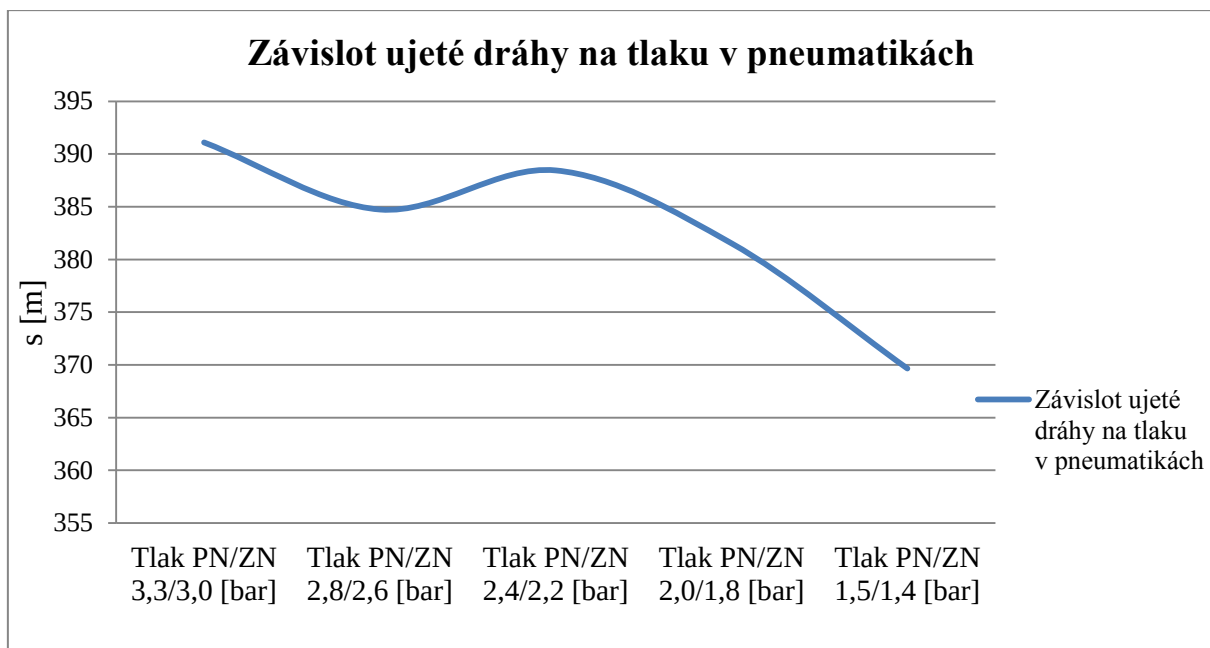
Měření 137, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	380,32
t [s]	0	3,75	7,82	12,27	17,31	23,17	30,42	41,18	58,81
v [m/s]	13,89	13,33	12,29	11,24	9,92	8,53	6,90	4,65	1,72
v [km/h]	50	48,00	44,23	40,45	35,71	30,72	24,83	16,73	6,19
Měření 138, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	380,81
t [s]	0	3,75	7,85	12,33	17,39	23,27	30,5	41,14	57,68
v [m/s]	13,89	13,33	12,20	11,16	9,88	8,50	6,92	4,70	1,86
v [km/h]	50	48,00	43,90	40,18	35,57	30,61	24,90	16,92	6,71
Měření 139, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	386,31
t [s]	0	3,78	7,88	12,37	17,42	23,29	30,41	40,75	60,14
v [m/s]	13,89	13,23	12,20	11,14	9,90	8,52	7,02	4,84	1,87
v [km/h]	50	47,62	43,90	40,09	35,64	30,66	25,28	17,41	6,74
Měření 140, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	384,12
t [s]	0	3,77	7,9	12,43	17,51	23,41	30,63	40,99	59,43
v [m/s]	13,89	13,26	12,11	11,04	9,84	8,47	6,93	4,83	1,85
v [km/h]	50,00	47,75	43,58	39,74	35,43	30,51	24,93	17,37	6,66
Měření 141, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	376,08
t [s]	0	3,75	7,84	12,29	17,35	23,30	30,64	41,74	56,53
v [m/s]	13,89	13,33	12,22	11,24	9,88	8,40	6,81	4,50	1,76
v [km/h]	50	48,00	44,01	40,45	35,57	30,25	24,52	16,22	6,35
Průměr, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	381,53
t [s]	0	3,76	7,86	12,34	17,40	23,29	30,52	41,16	58,52
v [m/s]	13,89	13,30	12,20	11,16	9,89	8,49	6,91	4,70	1,82
v [km/h]	50	47,87	43,92	40,18	35,59	30,55	24,89	16,92	6,54

Tlak PN/ZN 1,5/1,4 [bar]

Měření 142, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	362,94
t [s]	0	3,77	7,93	12,54	17,78	23,96	31,74	44,75	54,85
v [m/s]	13,89	13,26	12,02	10,85	9,54	8,09	6,43	3,84	1,28
v [km/h]	50	47,75	43,27	39,05	34,35	29,13	23,14	13,84	4,61
Měření 143, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	368,76
t [s]	0	3,77	7,9	12,43	17,56	23,6	31,14	43,05	55,83
v [m/s]	13,89	13,26	12,11	11,04	9,75	8,28	6,63	4,20	1,47
v [km/h]	50	47,75	43,58	39,74	35,09	29,80	23,87	15,11	5,28
Měření 144, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	368,42
t [s]	0	3,77	7,91	12,44	17,55	23,57	31,06	43,02	55,84
v [m/s]	13,89	13,26	12,08	11,04	9,78	8,31	6,68	4,18	1,44
v [km/h]	50	47,75	43,48	39,74	35,23	29,90	24,03	15,05	5,17
Měření 145, úsek č.	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	378,51
t [s]	0	3,76	7,83	12,3	17,32	23,16	30,31	41,08	57,83
v [m/s]	13,89	13,30	12,29	11,19	9,96	8,56	6,99	4,64	1,70
v [km/h]	50	47,87	44,23	40,27	35,86	30,82	25,17	16,71	6,13
Průměr	0	1	2	3	4	5	6	7	8
s [m]	0	50	100	150	200	250	300	350	369,66
t [s]	0	3,77	7,89	12,43	17,55	23,57	31,06	42,98	56,09
v [m/s]	13,89	13,27	12,12	11,03	9,76	8,31	6,68	4,20	1,50
v [km/h]	50	47,78	43,64	39,69	35,12	29,90	24,03	15,11	5,40

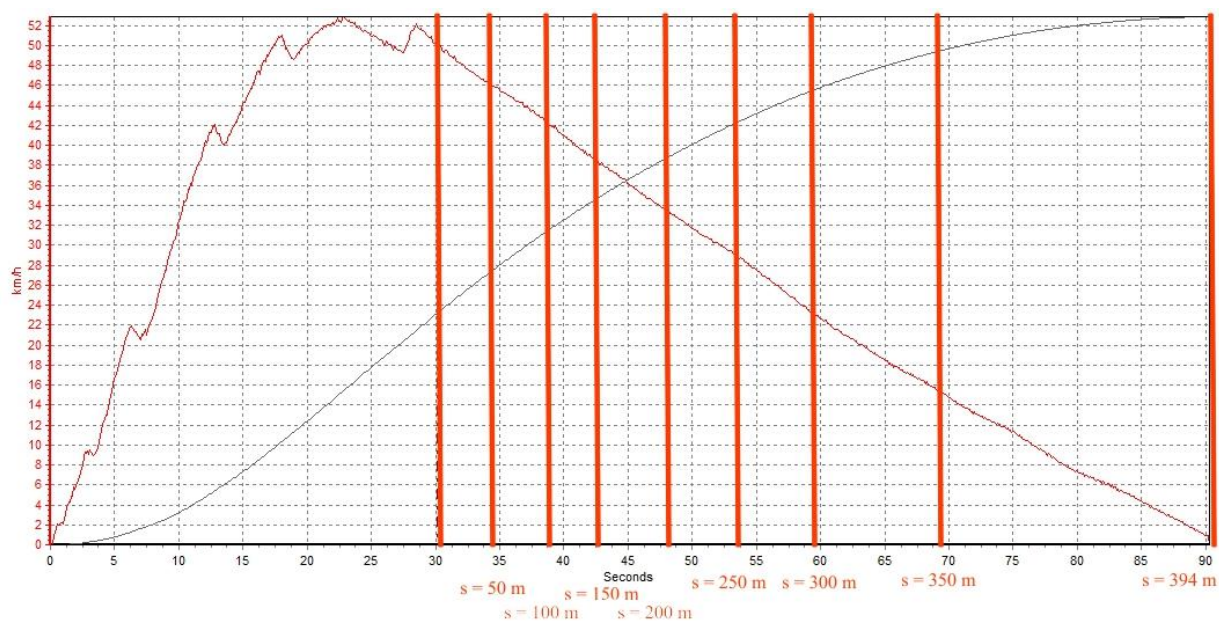


Graf č. 1 - Dojezdová charakteristika [23]



Obr. č. 80 - Graf Závislosti ujeté vzdálenosti na tlaku v pneu. [23]

Na Obr. č. 81 je vidět měření č. 125 s červeně vyznačenými místy odečtu hodnot.



Obr. č. 81 - Měření č. 125 [23]

3.10.4 Shrnutí

Z naměřených údajů je patrná závislost mezi tlakem v pneumatikách a dojezdovou charakteristikou vozidla. Nejdelšího dojezdu dosáhlo vozidlo s pneumatikami výrazně přehuštěnými, a to 391 metrů, zde byl tedy valivý odpor nejnižší. To souvisí s poměry ve stopě popsanými v kapitole 3.2.5, kdy je u přehuštěných pneumatik nejmenší styčná plocha s vozovkou a pneumatika se nejméně deformuje. Překvapivě druhého nejlepšího výsledku dosáhla pneumatika s optimálním huštěním udávaným výrobcem a teprve poté pneumatika mírně přehuštěná. Nejkratší dojezdovou dráhu mělo vozidlo s výrazně podhuštěnými pneumatikami, a to 370 metrů, zde je styčná plocha pneumatiky s vozovkou největší a pneumatika se nejvíce deformuje.

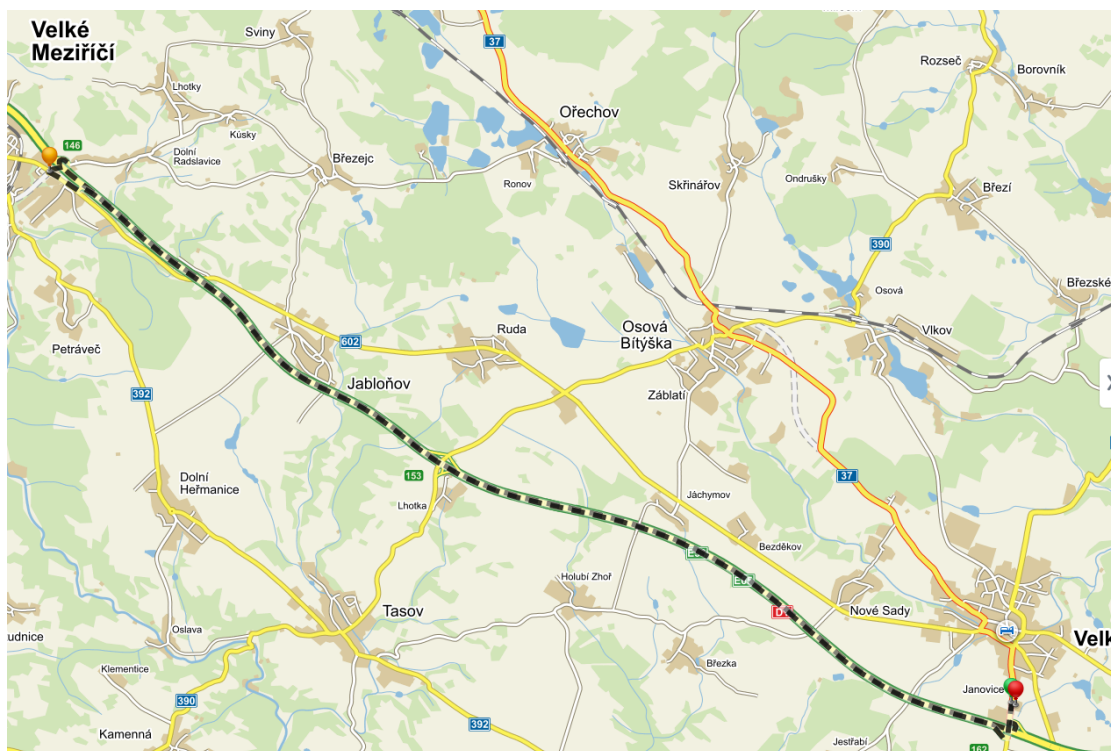
I když se v kapitole 3.11 vliv huštění pneumatik na spotřebu v dálničním provozu nepodařil prokázat, z dojezdové charakteristiky jej lze předpokládat například v městském provozu či po silnicích nižších tříd.

3.11 MĚŘENÍ SPOTŘEBY PALIVA

Toto měření má za úkol zjistit vliv huštění pneumatik na spotřebu paliva jízdní zkouškou. Pro vyhodnocení spotřeby paliva bude využit měřič na stojanu benzínové pumpy.

3.11.1 Místo měření

Měření spotřeby bylo provedeno na okruhu dlouhém 33,6 km. Okruh byl zvolen na dálnici mezi exity Velká Bíteš a Velké Meziříčí tam a zpět. Měření na dálnici bylo zvoleno především z důvodu vyloučení co nejvíce vnějších vlivů jako jsou zatáčky, stoupání, předjíždění atd., kde by řidič mohl ovlivnit řazením a prací s plynem výsledek měření. Start i cíl byl zvolen na benzínové pumpě hned u sjezdu ve Velké Bíteši. Teplota vzduchu v době měření byla 10 – 11 °C.



Obr. č. 82 - Okruh pro měření spotřeby [11]

3.11.2 Průběh měření

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na nevyšší měřený tlak 3,3 a 3,0 bar přední/zadní náprava. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box, který byl nastaven na funkci prediktivního měření kol na okruhu a zapojen do UPS tak, aby nebyl při vynutí motoru a opětovném nastartování restartován vlivem poklesu napětí. Díky tomuto přístroji mohla být přesně hlídána odchylka rychlosti a času ve všech úsecích okruhu při každém měření oproti měření prvnímu. Na benzínové pumpě (start) byla nádrž vozidla doplněna až do plna, na tři automatické vypnutí tankovací pistole s odstupem 5 sekund. Tento systém tankování by měl zajistit naplnění nádrže pokaždé do stejné úrovně tak, aby na hladinu paliva neměl vliv jeho zpěnění či nasycení nádrže výpary. Počítač vozidla byl vyresetován. Vozidlo bylo nastartováno a vyrazilo na stanovený okruh. Mimo dálnici bylo prováděno řazení rychlostních stupňů nahoru vždy při dosažení otáček 2500 ot/min a při nájezdu a zařazení do jízdního pruhu dálnice 3500 ot/min. Na dálnici byla udržována rychlost 100 km/h po celou dobu na šestý rychlostní stupeň. Měření bylo prováděno o víkendu z důvodu nižšího provozu v tomto úseku a nebylo tak nutné předjíždění, zpomalování nebo jízda za jiným

vozidlem. Na každém sjezdu i nájezdech byla stanovena rychlost, místa kde bylo vyřazeno atd. tak, aby byla jízda co nejkonstantnější. Cíl okruhu byl stejně jako start na benzínové pumpě u stejného stojanu, kde bylo opět dočepováno do plné nádrže stejným způsobem. Pro každý tlak byl tento okruh zajet dvakrát. Po každém kole byly zaznamenány údaje z palubního počítače a stojanu benzínové pumpy. Po dvou ujetých kolech byl tlak v pneumatikách snížen na další požadovanou hodnotu a měření bylo opakováno.

3.11.3 Vyhodnocování naměřených údajů

Výsledky měření spotřeby na jednotlivá kola jsou souhrnně zobrazeny v *Tab. č. 16*, zahrnuje údaje z palubního počítače, GPS a stojanu benzínové pumpy. Výsledná procentuální odchylka spotřeby je spočtena z údajů ze stojanu benzínové pumpy a porovnána s referenční hodnotou spotřeby při předepsaném tlaku.

Tab. č. 16 - Měření spotřeby

Č. měření	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Údaje dle palubního počítače				Údaje dle GPS	Údaje dle benzínové pumpy (přepočteny dle tankování)		
			Průměrná spotřeba [l/100km]	Spotřeba na paliva [l]	Průměrná rychlost [km/h]	Dráha [km]		Průměrná spotřeba [l/100km]	Spotřeba na paliva [l]	Odchylka spotřeby oproti optimálnímu u huštění udávaného výrobcem
1	3,3	3,0	6,1	2,0	83,8	33,5	33,6	6,64	2,23	-0,7%
2			6,0	2,0	84,3	33,5	33,6	6,55	2,20	-2,0%
Průměr			6,1	2,0	84,1	33,5	33,6	6,59	2,22	-1,4%
3	2,8	2,6	6,1	2,0	84,2	33,6	33,6	6,70	2,25	0,2%
4			6,1	2,0	84,3	33,6	33,6	6,64	2,23	-0,7%
Průměr			6,1	2,0	84,3	33,6	33,6	6,67	2,24	-0,2%
5	2,4	2,2	6,1	2,0	84,7	33,6	33,6	6,61	2,22	
6			6,0	2,0	84,3	33,7	33,6	6,76	2,27	
Průměr			6,1	2,0	84,5	33,7	33,6	6,68	2,25	
7	2,0	1,8	6,2	2,1	80,8	33,8	33,6	6,70	2,25	0,2%
8			6,1	2,0	86,0	33,7	33,6	6,70	2,25	0,2%
Průměr			6,2	2,1	83,4	33,8	33,6	6,70	2,25	0,2%
9	1,5	1,4	6,2	2,1	84,6	33,9	33,6	6,85	2,30	2,4%
10			6,2	2,1	85,5	33,9	33,6	6,70	2,25	0,2%
Průměr			6,2	2,1	85,1	33,9	33,6	6,77	2,28	1,3%



Obr. č. 83 – Graf Závislosti spotřeby paliva na tlaku v pneumatikách [23]

Na Obr. č. 83 je graficky znázorněna naměřená závislost mezi hodnotou tlaku v pneumatikách a průměrné spotřeby daných měření. Doklady o tankování na benzínové pumpě jsou přiloženy v příloze.

3.11.4 Shrnutí

Z provedených měření dle stanovených parametrů na daném autě a pneumatikách nelze konstatovat výrazné zvýšení ani snížení spotřeby při podhuštěných/přehuštěných pneumatikách, protože výsledný rozdíl mezi přehuštěnou a podhuštěnou pneumatikou oproti předepsanému tlaku je do 1,5 %. Což je na hranici chyb přístrojů a měření. Vliv huštění pneumatik na spotřebu nelze obecně vyloučit, ale v daném provozu za stanovených podmínek se ukázal jako zanedbatelný.

3.12 MĚŘENÍ VIBRACÍ

Dalším měřením se zaměřením na jízdní komfort bylo měření vibrací. Jde o velmi důležitý parametr, který ovlivňuje pohodlí posádky během jízdy. Účelem tohoto měření bylo kvantifikovat vliv přehuštěných a podhuštěných pneumatik na tlumení rázů od vozovky uvnitř

vozu. Tyto hodnoty následně porovnat s hodnotami při standardním huštění doporučeným výrobcem.

3.12.1 Místo měření

Pro měření vibrací byl zvolen povrch vozovky dlážděný kamennou dlažbou tzv. kočičími hlavami. Tento povrch je pro měření vibrací vhodný především díky rovnoměrným nerovnostem, na kterých lze konstantně měřit vibrace po delší časový úsek. Na tomto povrchu se ideálně projeví schopnosti pneumatik tlumit nerovnosti vozovky. Jako místo měření byl zvolen úsek cca 100 m dlouhý na náměstí ve Velké Bíteši zobrazený červeně na *Obr. č. 84*.



Obr. č. 84 - Místo měření vibrací - Velká Bíteš [11]

3.12.2 Měřicí přístroje

Pro přesné měření rychlosti byl využit přístroj Racelogic Performance box.

Pro záznam vibrací byl využit přístroj BVB-8207SD od výrobce Lutron, který umožňuje záznam hodnot na SD kartu a jejich následné vyhodnocení např. pomocí programu Excel. Přístroj byl nastaven na záznam hodnot za nejkratší možný časový úsek, který umožňuje tedy po 1 sekundě. Zaznamenávané hodnoty zobrazují rychlost vibrací v mm/s.

3.12.3 Průběh měření

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na nevyšší měřený tlak 3,3 a 3,0 bar přední/zadní náprava. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Na středový panel, vedle řadicí páky byla umístěna a přilepena kovová podložka tak, aby byla pevně spojena s vozidlem. Na tuto kovovou podložku byl připevněn měřicí senzor pomocí integrovaného magnetu tak, aby bylo spojení stabilní a nedocházelo k propuštění, které by mohlo zkreslovat výsledky měření. Řidič rozjel vozidlo na rychlost 30 km/h, zařadil třetí rychlostní stupeň a na začátku měřeného úseku obsluha zapnula záznam na SD kartu. Na konci měřeného úseku v přesně daném bodě obsluha přístroje záznam ukončila. Pro danou hodnotu tlaku byla provedena tři měření. Následně byl tlak v pneumatikách snížen na další požadovanou hodnotu a měření bylo opakováno.

3.12.4 Vyhodnocení naměřených údajů

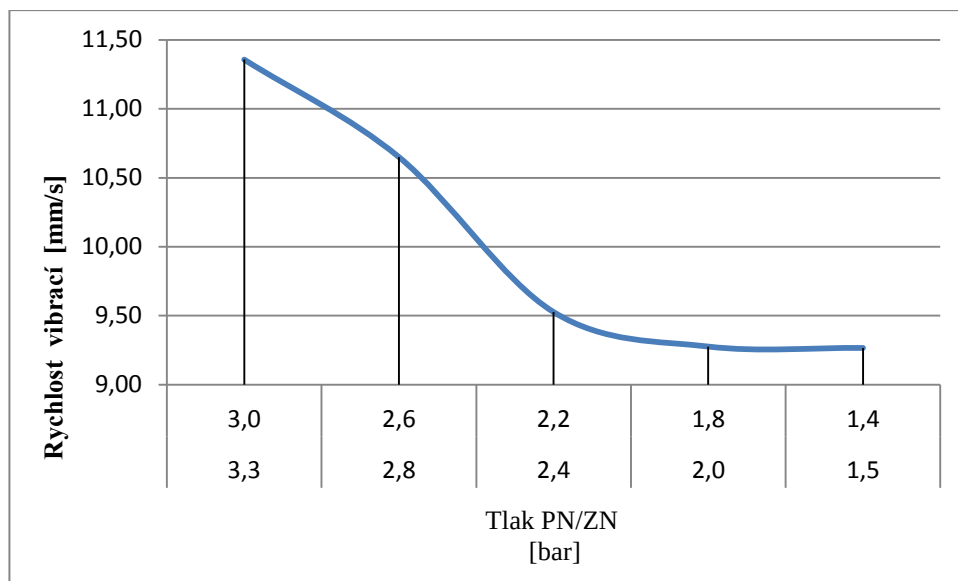
Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny pomocí programu MS Excel. Z každého měření bylo zpracováno posledních 10 sekund záznamu, které představují daný měřený úsek ukončený ve stejném bodě. Těchto 10 hodnot rychlostí bylo zprůměrováno a dostali jsme průměrnou hodnotu rychlostí vibrací z daného měření. Pro každou hodnotu tlaku jsme vyhodnotili tři měření a tyto tři hodnoty také zprůměrovaly, vyjadřují nám průměrnou rychlost vibrací pro danou hodnotu tlaku v pneumatikách.

Vyhodnoceno takto bylo celkem 5 hodnot tlaku, které byly porovnány s předepsaným tlakem v pneumatikách.

Tab. č. 17 – Rychlost vibrací

Série měření	Rychlost vibrací [mm/s]	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Odchylka rychlosti oproti optimálnímu huštění udávaného výrobcem
1	11,28	3,3	3	19%
2	11,33			
3	11,46			
Průměr	11,36			
4	10,76	2,8	2,6	12%
5	10,61			
6	10,58			
Průměr	10,65			
7	9,64	2,4	2,2	Referenční hodnota
8	9,57			
9	9,37			
Průměr	9,53			
10	9,27	2	1,8	-3%
11	9,25			
12	9,31			
Průměr	9,28			
13	9,26	1,5	1,4	-3%
14	9,30			
15	9,24			
Průměr	9,27			

Výše uvedená závislost mezi tlakem v pneumatikách a průměrnou rychlostí vibrací je graficky znázorněna na Obr. č. 85.



Obr. č. 85 - Graf závislosti tlaku v pneumatikách na rychlosti vibrací [23]

3.12.5 Shrnutí

Naměřené hodnoty ukazují, že na **přehuštěných pneumatikách** byla rychlost rázů od kol podstatně větší. Vysoký tlak v pneumatikách podstatně omezuje jejich tlumící funkci, a tím velmi snižuje jízdní komfort a zvyšuje namáhání tlumičů potažmo celého podvozkového ústrojí.

Při **standardním huštění** pneumatik se rázy od vozovky podstatně snížili a jízda byla komfortnější a vyrovnanější.

U **podhuštěných pneumatik** se vibrace od vozovky nijak výrazně nesnížili.

Subjektivní pocit řidiče

Subjektivní pocit řidiče koresponduje s naměřenými hodnotami. Při jízdě na nerovnostech **přehuštěné pneumatiky** podstatně více odskakovala od vozovky. Zvláště nebezpečný se tento jev ukázal na nerovnostech v zatáčkách, kde odskakující kola ztrácela kontakt s vozovkou a zhoršovala se tak ovladatelnost celého vozidla. Jízdní komfort byl velmi narušen a každá nerovnost znamenala nepříjemný ráz doprovázený zvýšenou hlučností. Naopak na hladkém, rovném, suchém povrchu se odezva řízení zdála mnohem rychlejší a živější, otáčení volantem šlo snáze.

Standardně nahuštěné pneumatiky pozitivně zlepšily jízdní komfort, rázy od vozovky byly klidnější a nedocházelo k nepříjemnému odskakování kol. V zatáčkách vozidlo působilo mnohem stabilněji.

U **podhuštěných pneumatik** byl jízdní komfort spíše horší, protože najetí na každou nerovnost doprovázelo ještě následný „dokmit“ karosérie. Celkově se vozidlo více houpalo a v zatáčkách se více naklánělo, což nepříspěvalo k jistotě v ovládání vozidla řidičem.

3.13 MĚŘENÍ HLUČNOSTI

Tento test má za úkol porovnat vlivy huštění na celkovou hlučnost v interiéru vozidla v různých jízdních podmínkách.

3.13.1 Místo měření

Pro měření hluku byly zvoleny dva úseky na dálnici mezi sjezdy Velká Bíteš a Velké Meziříčí směrem na Prahu a jeden úsek ve městě Velká Bíteš *Obr. č. 86*. První úsek na dálnici byl pokryt novým hladkým povrchem, druhý úsek byl nezrekonstruovaný povrch s velkými výškovými rozdíly mezi jednotlivými panely. Třetí úsek byl zvolen ve městě s povrchem vozovky dlážděnou kamennou dlažbou tzv. kočičími hlavami.



Obr. č. 86 - Místa měření hlučnosti [11]

3.13.2 Měřicí přístroje

- Pro přesné měření rychlosti byl využit přístroj Racelogic Performance box.
- Pro měření hladiny hluku byl využit zvukoměr SL-4033SD od výrobce Lutron.

3.13.3 Průběh měření

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na nevyšší měřený tlak 3,3 a 3,0 bar přední/zadní náprava. Na čelní sklo byl připevněn měřicí přístroj Racelogic Performance box. Ve vozidle byla vypnuta ventilace i autorádio, které by mohlo zkreslovat výsledky měření. Zvukoměr během měření držela obsluha na úrovni hlavy, uprostřed mezi řidičem a spolujezdcem.

Měření v dálničním provozu na úseku 1 a 2

Měření hluku probíhalo zároveň s měřením spotřeby. Vozidlo se během těchto měření v daných úsecích pohybovalo rychlostí 100 km/h. Obsluha přístrojů v daném úseku odečetla průměrnou úroveň hluku, kterou zaznamenala. Pro danou hodnotu tlaku byla provedena dvě měření, která byla zprůměrována. Následně byl tlak v pneumatikách snížen na další požadovanou hodnotu a měření bylo opakováno.

Měření v městském provozu

Měření hluku na úseku 3 probíhalo zároveň s měřením vibrací. Vozidlo se během těchto měření v daných úsecích pohybovalo rychlostí 30 km/h. Obsluha přístrojů v daném úseku odečetla průměrnou úroveň hluku, kterou zaznamenala. Pro danou hodnotu tlaku byla provedena tři měření, která byla zprůměrována. Následně byl tlak v pneumatikách snížen na další požadovanou hodnotu a měření bylo opakováno.

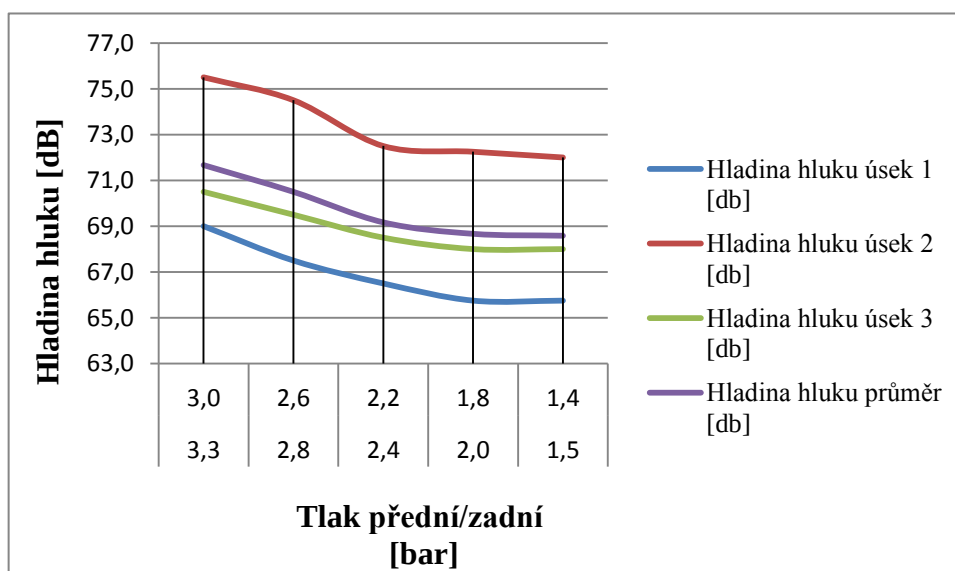
3.13.4 Vyhodnocení naměřených údajů

Z daných sérií měření pro stanovené tlaky v pneumatikách byl udělán průměr a zaznamenán do sloupců podle jednotlivých úseků. Vyhodnoceno takto bylo celkem 5 hodnot tlaku pro tři. Ze tří úseků byl udělán průměr a od této hodnoty byla odečtena referenční hodnota hluku pro optimální huštění pneumatik uváděného výrobcem *Tab. č. 18*.

Tab. č. 18 - Hluk

Série měření	Hladina hluku úsek 1 [dB]	Hladina hluku úsek 2 [dB]	Hladina hluku úsek 3 [dB]	Hladina hluku průměr [dB]	Tlak PN [bar]	Tlak ZN [bar]	Změna hladiny hluku [dB]
1	69,0	75,5	70,5	71,7	3,3	3,0	2,5
2	67,5	74,5	69,5	70,5	2,8	2,6	1,3
3	66,5	72,5	68,5	69,2	2,4	2,2	Ref. hodnota
4	65,8	72,3	68,0	68,7	2,0	1,8	-0,5
5	65,8	72,0	68,0	68,6	1,5	1,4	-0,6

Graficky tuto závislost ukazuje Obr. č. 87



Obr. č. 87 - Graf závislost hluku na huštění pneumatik [23]

3.13.5 Shrnutí

Huštění pneumatik podstatně ovlivňují hladinu hluku uvnitř vozidla. Přehuštěné pneumatiky zvyšují hladinu hluku až o 2,5 dB oproti doporučenému huštění pneumatik. S dalším podhušťováním se hladina hluku snížila o méně než 1 dB tedy méně než je lidské ucho schopno rozeznat.

3.14 MĚŘENÍ SÍLY POTŘEBNÉ K OTOČENÍ VOLANTU

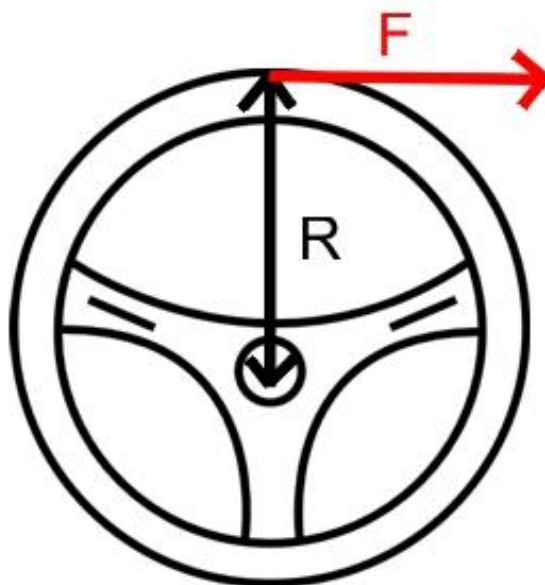
Toto měření má za úkol porovnat vliv huštění na sílu potřebnou k pootočení volantu o 90°.

3.14.1 Měřicí přístroje

Závěsná digitální váha CIAK-2.280.01

3.14.2 Průběh měření

Bezprostředně před začátkem měření byl zkušební automobil i pneumatiky zahřáty jízdou na provozní teplotu. Následně byl tlak nahuštěn na nevyšší měřený tlak 3,3 a 3,0 bar přední/zadní náprava. Vozidlo bylo přistaveno na rovný asfaltový povrch. Na volant v horní části bylo připevněno drátěné očko, za které byla uchycena závěsná digitální váha. Postupným tažením váhy bylo docíleno pootočení volantu o 90°. Odečet průměrné hodnoty z váhy byl proveden až za oblastí sníženého odporu vlivem vůlí v řízení. Měření bylo opakováno několikrát, dokud nebyla stanovena hodnota odpovídající průměrnému odporu kladoucí volant. Následně byl tlak v pneumatikách snížen na další požadovanou hodnotu a měření bylo opakováno. Poloměr volantu byl změřen na $R=0,185\text{m}$.



Obr. č. 88 - Síla působící na volant

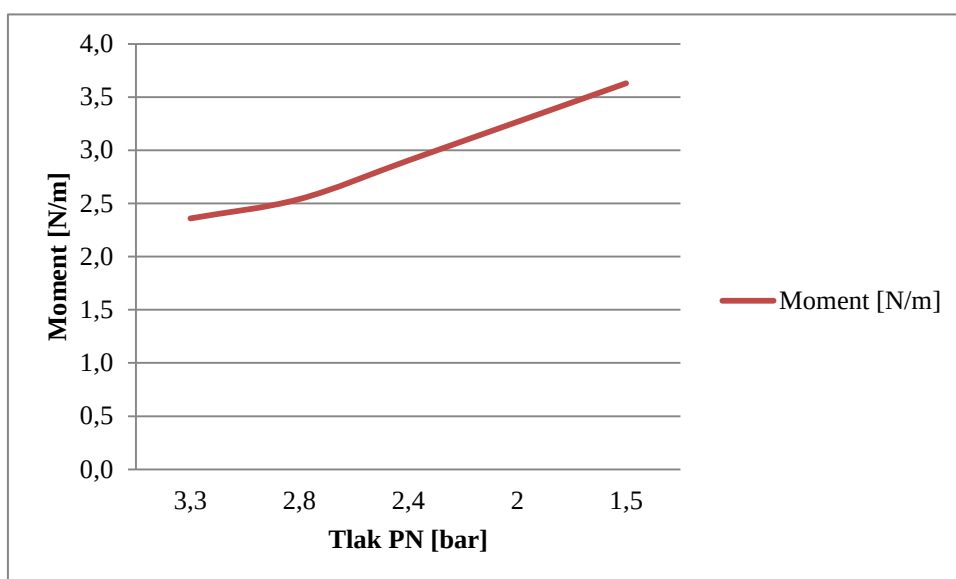
3.14.3 Vyhodnocení naměřených údajů

Naměřené hodnoty byly zaznamenány do *Tab. č. 19* a přepočteny na ekvivalentní hodnoty síly a momentu. Naměřené hodnoty byly porovnány s hodnotou při doporučeném tlaku.

Tab. č. 19 - Závislost odporu volantu na tlaku v pneumatikách

Série měření	Tlak PN [bar]	Naměřený odpor [kg]	Síla [N]	Moment [N/m]	Změna momentu [N/m]
1	3,3	1,3	12,8	2,4	-19%
2	2,8	1,4	13,7	2,5	-13%
3	2,4	1,6	15,7	2,9	Referenční h.
4	2	1,8	17,7	3,3	13%
5	1,5	2	19,6	3,6	25%

Graficky je tato závislost vyobrazena na *Obr. č. 89*



Obr. č. 89 - Závislost momentu na tlaku v pneumatikách [23]

3.14.4 Shrnutí

Z naměřených údajů je patrný velký vliv huštění na sílu (moment) potřebnou k otočení volantu i přesto, že vozidlo bylo opatřeno elektronickým posilovačem řízení. U velmi podhuštěných pneumatik dosahoval nárůst potřebné síly 25 % oproti standartnímu huštění.

Toto zvýšení má velmi negativní vliv na ovládání vozidla a životnost řídicího ústrojí, které je více namáháno. Subjektivní pocit řidiče v řízení během jízdy byl mimo větší ovládací sílu také větší vůle v řízení, řízení působilo „gumově“. Vozidlo bylo během přímé jízdy nutno více korigovat a v zatáčkách působilo méně jistě. Tyto jevy hrály velkou roli i v průběhu losího testu, kde se podstatně hůře řidiči „trefovalo“ do vytyčeného koridoru i v nižších rychlostech.

Při přehuštěných pneumatikách byly tyto jevy opačné, potřebná ovládací síla byla nižší a to až o 19 %. Subjektivně působilo řízení ostřeji a přesněji především na hladké vozovce. Na nerovné vozovce se na volant přenášely nepříjemné rázy a vibrace. Při losím testu popsaném v kap. 3.9 bylo jednodušší přesně projet daný koridor.

4 SOUHRN A DOPORUČENÍ

Z výsledků měření a dotazníkového šetření vyplývají následující poznatky o vlivu huštění pneumatik na jízdní vlastnosti a znalost řidičů o této problematice. V následující kapitole navrhuji také doporučení pro řidiče a pro znaleckou činnost.

4.1 ZNALOSTI ŘIDIČŮ

Z dotazníkového šetření vyplývá, že znalosti řidičů ohledně správného huštění a především místa, kde tento údaj nalézt, nejsou moc dobré. Nejhuře na tom jsou řidiči do 30 let, konkrétně ženy, které nevěděly, kde hledat údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla v 53 % případů.

Postupem věku se u řidičů znalosti zlepšují a řidiči nad 31 let odpověděli správně na tuto otázku v průměru již v 71 % případech.

Četnost kontrol tlaku v pneumatikách je u řidičů také velmi nízká. Jedna čtvrtina řidičů kontroluje pneumatiky pouze vizuálně a pouze 9 % řidičů je kontroluje pravidelně 1x za měsíc.

Doporučení

Vzhledem k tomu, že nejmenší povědomí o této problematice mají mladší řidiči, bylo by vhodné se na tuto problematiku zaměřit již v autošcole a zlepšit školení řidičů. Vhodné by také bylo přidat do závěrečného testu otázku: „Kde na vozidle naleznete údaj na jaký tlak hustit pneumatiky?“

Také přímo výrobci pneumatik by mohli přispět ke zlepšení vzdělanosti řidičů v této problematice, ať už cílenými kampaněmi, či opatřením nových pneumatik štítky informujícími o důležitosti sledování tlaku a informací, kde tento údaj nalézt.

4.2 PŘEHUŠTĚNÉ PNEUMATIKY

Výrazně přehuštěné pneumatiky zhoršují jízdní vlastnosti i komfort jízdy ve většině ze zkoumaných parametrů. Výrazně se prodloužila brzdná dráha na suchu, ale hlavně na povrchu

se sníženou adhezí, a to až o 15 %. Snížila se mezní rychlost průjezdu zatáčkou při snížené adhezii i při Losím testu o více než 7 %.

Přehuštěné pneumatiky také výrazně snižují jízdní komfort, a to zvýšením rychlosti vibrací o 19 % a zvýšením hlučnosti ve vozidle o 2,5 dB. Pozitivně však ovlivňují sílu nutnou k otočení volantem, která se snížila až o 19 % a také dojezd vozidla. Vliv na spotřebu v dálničním provozu se nepodařilo spolehlivě prokázat.

Nutno podotknout, že jednotlivá měření byla prováděna za předem stanovených a ideálních podmínek pro zkoumání konkrétního parametru a v reálném provozu se tyto parametry vzájemně ovlivňují. V reálném provozu je tak nebezpečí plynoucí z přehuštěných pneumatik podstatně větší, kdy například velkou měrou ovlivňuje tlumící schopnost pneumatik a na nerovném povrchu tak dochází k velmi nebezpečnému odskakování kola, a tím ke snížení přenosu sil mezi pneumatikou a vozovkou.

Doporučení pro řidiče

V žádném případě výrazně nepřekračovat doporučený tlak v pneumatikách udávaný výrobcem vozidla. Hodnota tlaku udávaná na pneumatikách je hodnota maximální a tedy výrazně vyšší než tlak doporučený. Výhody v žádném případě nepřevyšují rizika.

Doporučení pro znaleckou činnost

Výrazně přehuštěné pneumatiky mohou podstatně ovlivnit mnoho faktorů popsaných výše. Pokud znalec zjistí výrazné překročení tlaku v pneumatikách, měl by tento fakt zohlednit na zkoumaných veličinách.

4.3 OPTIMÁLNÍ TLAK V PNEUMATIKÁCH

Optimální tlak v pneumatikách zajišťuje vozidlu vyvážené jízdní vlastnosti. Výrobce vozu ví nejlépe, jaký tlak je optimální pro dané vozidlo a rozměr pneumatik, což potvrzují i data naměřená v této diplomové práci.

Doporučení pro řidiče

Hustit pneumatiky na optimální tlak, pečlivě dodržovat stanovený poměr huštění mezi přední a zadní nápravou a stejný tlak na obou kolech nápravy. Stav nahuštění kontrolovat alespoň jednou měsíčně a v případě potřeby dohustit.

4.4 PODHUŠTĚNÉ PNEUMATIKY

Výrazně podhuštěné pneumatiky v některých měřeních dopadly dokonce lépe než huštění na optimální tlak. Například při brzděné zkoušce na povrchu se sníženou adhezí, kde bylo zpomalení dokonce o 21 % vyšší než při optimálním huštění nebo průjezdu obloukem za snížené adheze, kde byla mezní rychlost vyšší o 7 %. Tato měření však byla prováděna za poměrně nízkých rychlostí, při nichž se neprojeví některé negativní vlastnosti podhuštěných pneumatik, jako je například boční deformace při působení bočních sil. Na jednotlivá měření je potřeba se podívat komplexně. Losí test, který je komplexní prověření jízdní dynamiky u podhuštěných pneumatik, prokázal nižší mezní rychlost pro průjezd koridorem o 7 %.

Také na jízdním komfortu se podhuštěné pneumatiky neprojevily příliš dobře, hlučnost i vibrace byly sice obdobné jako u optimálního huštění, ale síla potřebná k pootočení volantu se zvýšila o 25 %. Vozidlo se při průjezdech zatáčkami mnohem více naklánělo a na nerovnostech nepříjemně houpalo.

Doporučení pro řidiče

Podhuštěné pneumatiky s sebou nesou spoustu rizik, mezi ty nejzávažnější patří: Nižší stabilita při průjezdu zatáčkou, riziko „vyzutí“ pneumatiky a vyšší teplotní namáhání pneumatiky vlivem větší deformace. V případě zjištění poklesu tlaku na některé pneumatice o více než 0,2 bar je třeba ji ihned dohustit.

Podhuštěných pneumatik však lze i pozitivně využít, a to například v případě absence sněhových řetězů v zimním období na nouzové dojetí z místa zapadaného sněhem či na náledí, za podmínky velmi nízké rychlosti. Zde vozidlo vlivem větší kontaktní plochy pneumatik s vozovkou může získat lepší trakci.

Doporučení pro znaleckou činnost

Při znalecké činnosti je nutné vliv podhuštěných pneumatik posoudit individuálně pro danou pneumatiku a situaci. Nelze jednoznačně říci, že podhuštěná pneumatika má vždy horší vlastnosti. Jsou situace jako je například brzdění v přímém směru na povrchu se sníženou adhezí, kdy může podhuštěná pneumatika dosahovat výrazně lepších parametrů. Znalec by měl tento vliv zohlednit na vstupních parametrech nehodového děje při komplexní analýze dopravní nehody, zejména zohledněním správné hodnoty součinitele adheze

5 ZÁVĚR

V rámci této diplomové práce jsem teoreticky popsal vlivy huštění pneumatik na jízdní vlastnosti automobilu a ty jsem následně ověřil ve více než 150 měřeních, zaměřených na jízdní dynamiku a komfort jízdy pro 5 různých tlaků v pneumatikách. Prakticky jsem také zkoumal teoretické poznatky ohledně deformace pneumatiky a tvaru stopy při různém stavu huštění, kdy jsem vytvořil 3D model stopy pneumatiky při kontaktu s vozovkou. V rámci dotazníkového šetření jsem také zjišťoval znalosti řidičů ohledně správného huštění pneumatik.

Z dotazníkového šetření vyplynulo, že znalosti řidičů týkající se správného huštění pneumatik jsou poměrně nízké, především pak u řidičů do 30 let věku. Nejzávažnějším zjištěním bylo, že 35 % řidičů v této věkové kategorii nevědělo, kde správné údaje o huštění pneumatik nalézt.

Z výsledků praktických měření jsem prokázal, že huštění pneumatik má vliv na jízdní dynamiku i komfort jízdy. V případě přehuštěných pneumatik se jízdní dynamika u většiny zkoumaných parametrů zhoršila oproti pneumatikám správně nahuštěným, především pak na povrchu se sníženou adhezí. Přehuštěné pneumatiky výrazně zhoršily jízdní komfort zvýšením vibrací i hluku.

Podhuštěné pneumatiky si naopak v některých dílčích měřeních vedly dokonce lépe než pneumatiky správně nahuštěné, především pak při brzděné zkoušce a průjezdu směrovým obloukem za snížené adheze. Zde je však nutné vzít v úvahu více vlivů, především pak zhoršení směrové stability, které se projevilo například při vyhýbacím manévru. Při komplexním pohledu pak zjistíme, že výrazně podhuštěné pneumatiky celkovou jízdní dynamiku a bezpečnost jízdy výrazně zhoršily.

V diplomové práci jsem potvrdil, že optimální huštění udávané výrobcem je vhodným kompromisem mezi jednotlivými zkoumanými parametry a zajišťuje vozidlu vyvážené jízdní vlastnosti. Řidiči by proto měli vždy hustit pneumatiky na tlak udávaný výrobcem vozidla a pravidelně jej kontrolovat.

Podrobněji shrnuji výsledky měření v kapitole 4 Shrnutí a doporučení.

I když soubor měření byl navržen poměrně komplexně, zcela určitě nepostihl celou problematiku huštění pneumatik. Pro další výzkum bych navrhoval především měření při vyšších rychlostech, kde by se vliv huštění pneumatik na jízdní vlastnosti mohl projevit ještě

výrazněji. Vhodné by bylo ověřit tyto vlivy na více vozidlech a pneumatikách. Zajímavé by bylo také porovnání přehuštění/podhuštění pouze jedné nápravy, které by mohlo mít výrazný vliv na jízdní stabilitu. Případně kombinovat více faktorů zároveň, například průjezd směrovým obloukem na silnici s nerovným povrchem.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003, 432 s. ISBN 80-239-0024-2.
- [2] VLK, František. *Automobilová elektronika*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- [3] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel: pneumatiky a kola : zavěšení kol, nápravy : odpružení : řídicí ústrojí : brzdové soustavy*. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, 392 s. ISBN 80-238-5274-4.
- [4] *Bezpečnost na silnicích* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: http://www.bezpecnenasilnicich.cz/files/image/slozeni_pneumatiky.png
- [5] *Autoznanost* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://www.autoznanosti.cz/index.php/podvozek-a-kola/12-pneumatiky-konstrukce.html>
- [6] *Mdcr.cz* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/517667AE-3F9E-41D8-B2DE-DD346B26D2E8/0/METODIKA_c_3_2012_STK_5_2_dezen_pneumatik.doc
- [7] *TPMS* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.tpms-expert.cz/co-je-to-tpms>
- [8] *Bridgestone* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://www.bridgestone.eu/corporate/press-releases/2012/03/63-of-motorists-in-europe-driving-on-underinflated-tyres/>
- [9] *Eur-lex* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:200:0001:0024:CS:PDF>
- [10] *Bestdrive* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: https://www.bestdrive.cz/o-spolecnosti/tiskove-zpravy.html/6_412-bestdrive:-systemy-mereni-tlaku-v-pneumatikach-tpms-/1
- [11] *Mapy* [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://mapy.cz/>
- [12] *VBOX* [online]. [cit. 2016-02-02].
Dostupné z: <http://www.vboxmotorsport.co.uk/index.php/en/products/performance-meters/13-products/performance-meters/24-performancebox>

- [13] Česká republika. *Vyhláška č. 341/2014 Sb. Ministerstva dopravy a spojů o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*
- [14] VÉMOLA, Aleš. *Problematika znalecké analýzy jízdy a brzdění vozidla v obecném prostorovém oblouku* 2006 – sv. 366 – 32 s., ISBN 80-214-3143-1.
- [15] VLK, František. *Automobilová elektronika* 2. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [16] VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů I*. Vyd. 1. Brno: Littera, 2006. ISBN 80-85763-31-1.
- [17] VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů II*. Vyd. 1. Brno: Littera, 2006. ISBN 80-85763-32-X.
- [18] *Continental* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://www.continental-pneumatiky.cz/osobni/technologie/reseni-defektu-continental/contiseal>
- [19] *Continental* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://www.continental-pneumatiky.cz/osobni/technologie/reseni-defektu-continental/ssr-runflat-pneumatiky>
- [20] *Michelin* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://www.michelinman.com/US/en/help/faq.html>
- [21] *Michelin* [online]. [cit. 2016-05-21].
Dostupné z: <http://www.michelintweel.com/tweel-SSL-AllTerrain.html>
- [22] Česká republika. *Zákon o schvalování technické způsobilosti vozidel*. In *VYHLÁŠKA Ministerstva dopravy a spojů*. 2002, 123, s. 7146.
Dostupný také z: www.mdcr.cz/%2FNR%2Frdonlyres%2F751DB6C2-E4EE-4BA9-82E0-C347351B466E%2F0%2Fv34102.rtf&usg=AFQjCNH2iEQeNYVbn2S3ZOt2rKxmCF06ZQ&sig2=eQP5yMmkF9tru_Pdru17sw
- [23] Vlastní zpracování autorem této práce
- [24] BRADÁČ, Albert, Jiří STRAUS a Viktor PORADA. *Soudní inženýrství*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2001. ISBN 80-7251-059-2.
- [25] *Michelin* [online]. [cit. 2016-05-25].
Dostupné z: <http://www.michelin.cz/auto-pneu/informace-doporuceni/pruvodce-udrzbou-pneumatik/pravidelna-kontrola-stavu-pneumatik>
- [26] *Oponeo* [online]. [cit. 2016-05-25].
Dostupné z: <http://www.oponeo.cz/technicke-informace/tlak-v-pneumatikach>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ABS – Antiblokovací systém

ESP – Elektronický stabilizační systém

PN – Přední náprava

TPMS – Systém pro automatickou kontrolu tlaku v pneumatikách

ZN – Zadní náprava

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Doklad o výsledku kontrolního vážení

Příloha č. 2: Zpomalení na suchém povrchu

Příloha č. 3: Zpomalení na povrchu se sníženou adhezí

Příloha č. 4: Průjezd obloukem za snížené adheze

Příloha č. 5: Vyhýbací manévr

Příloha č. 6: Doklady z měření spotřeby

Příloha č. 7: Odpovědi respondentů

Příloha č. 8: Dotazník

DOKLAD O VÝSLEDKU KONTROLNÍHO VÁŽENÍ
VÁŽNÍ LÍSTEK - PROTOKOL

Číslo měření 642

Datum 27.4.2015

Čas 9:33:55

VOZIDLO:

32C2

Hmotnost Rozsah tol. Osová skupina

990 kg 0 kg 1

920 kg 0 kg 2

1728 kg 0 kg 1,2

Kontrolní vážení na vahách WL 103 HAENNI
v.č.2763 a 2764, ověření stanoveného měřidla platné do dne 15.1.2015
Procentuální srážka 3.00 %

HMOTNOSTI (BEZ TOL. SRÁŽKY):

Osa 1 (51/49) 820 kg

Osa 2 (50/50) 520 kg

Celková hmotnost (51/49) 1340 kg

HMOTNOSTI (S TOL. SRÁŽKOU):

Osa 1 (51/49) 795 kg

Osa 2 (50/50) 504 kg

Celková hmotnost (51/49) 1299 kg

PŘEVÁŽENÍ:

žádné

RZ a stát registrace:3J85578 (CZ)

Stav km:68413

Typ vozidla:RENAULT Z MEGANE

Jméno řidiče, narozen:Radim Pelán, nar. 10.6.1988

Bydliště a stát reg. řidiče:Velká Bíteš Na Valech 512 okr. Žďár nad Sázavou

Obchodní jméno dopravce:Radim Pelán, Velká Bíteš Na Valech 512 okr. Žďár nad Sázavou

IČO a stát reg. dopravce:

Komunikace:II/374 Brno Hájecká areál Scania

Způsob úhrady:

Vážení dle zákona:Z.č. 361/2000 Sb. §52 odstavec 2.

Vážení - měření provedl: pro Policii ČR CSPSD, Praha

CSPSD, Praha - MEJ 804 Brno - 804046

Podpis a razítko

Kontrolní orgán: PČR DI Brno

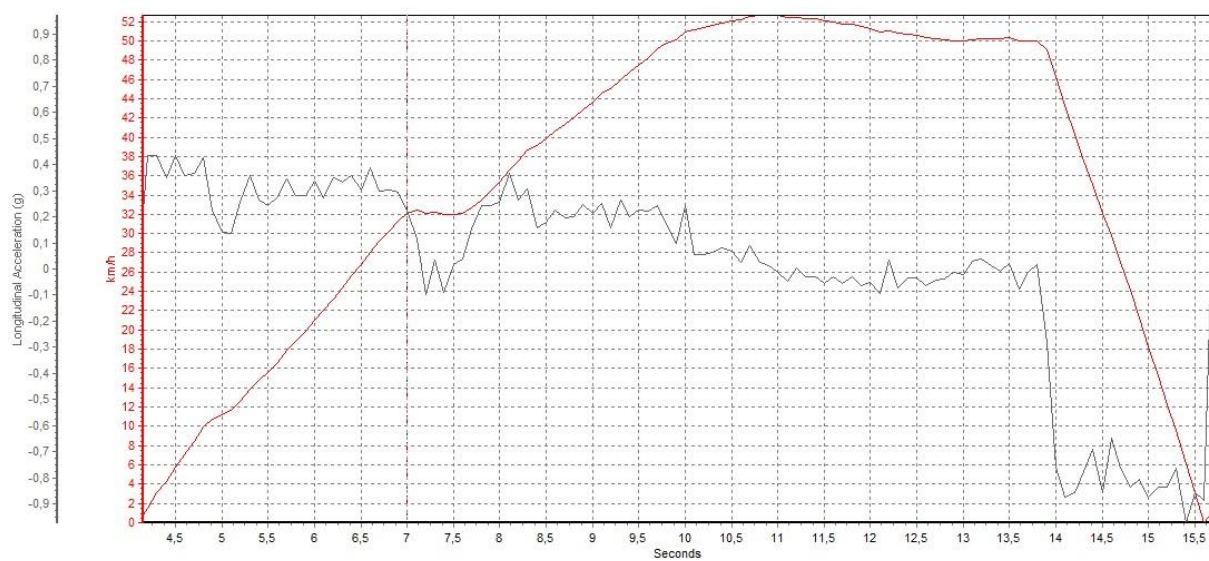
Podpis a razítko

Při přetížení je do odstranění závady další jízda zakázána.

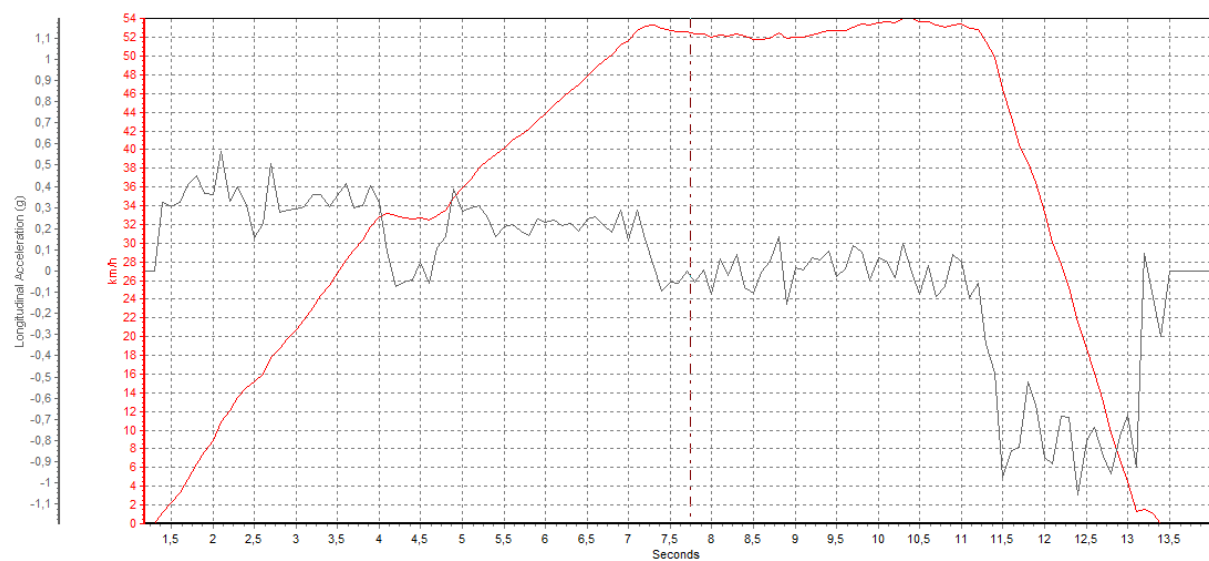
Vyjádření a podpis řidiče:

CENTRUM SLUŽEB PRO SILNIČNÍ DOPRAVU
nábf.L.Svobody 1222/12, 110 15 Praha 1
IČ: 70898219 DIČ: CZ70898219
Pracoviště 804
Brno, Hybešova 42, 602 00 Brno

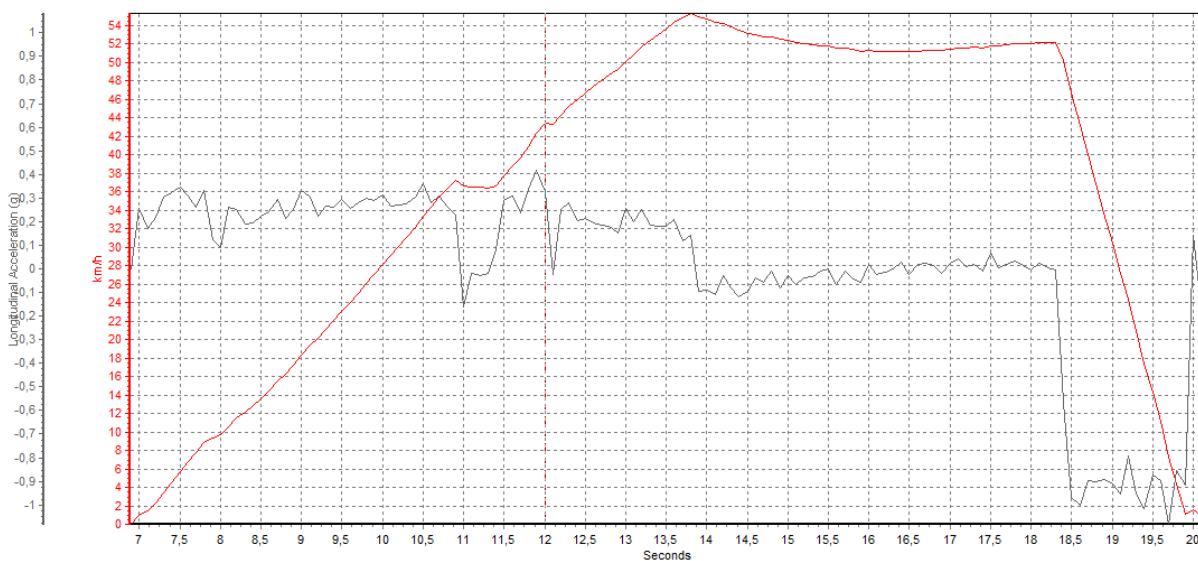
Doklad o výsledku kontrolního vážení



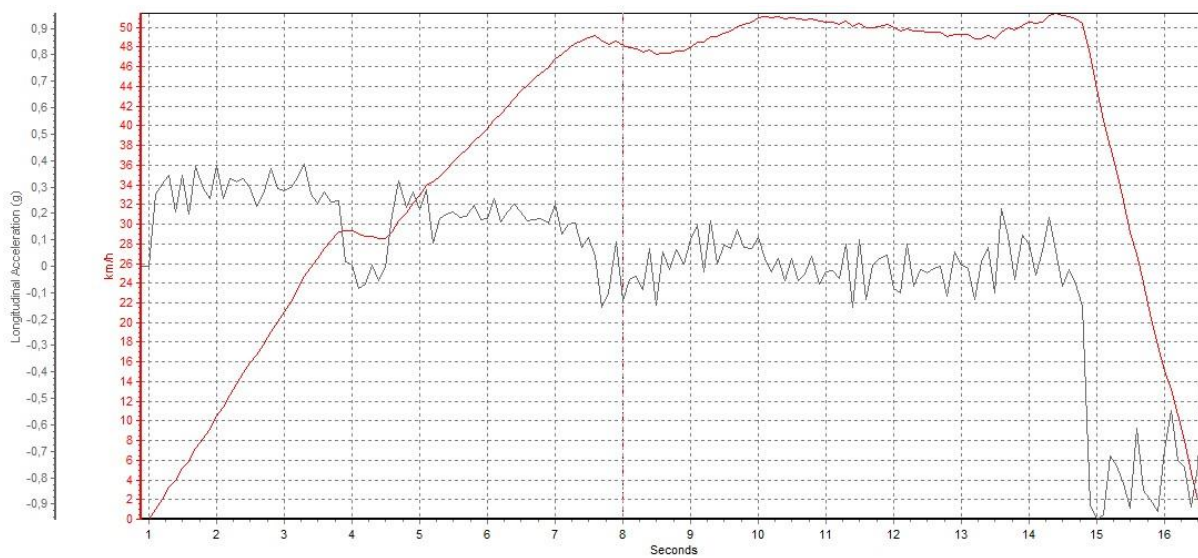
Měření č. 1



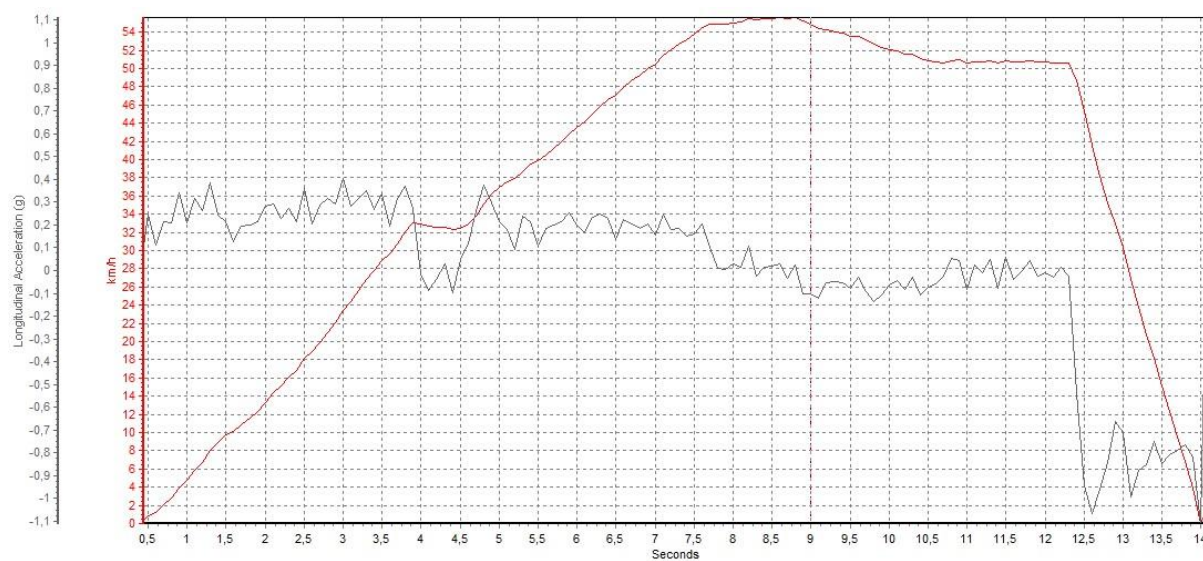
Měření č. 2



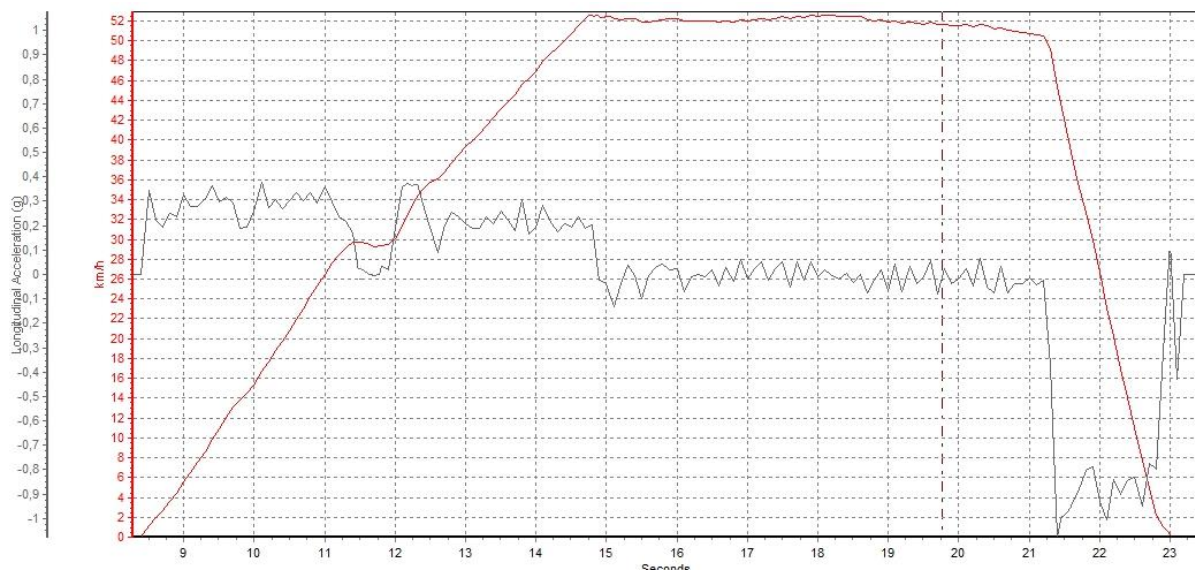
Měření č. 4



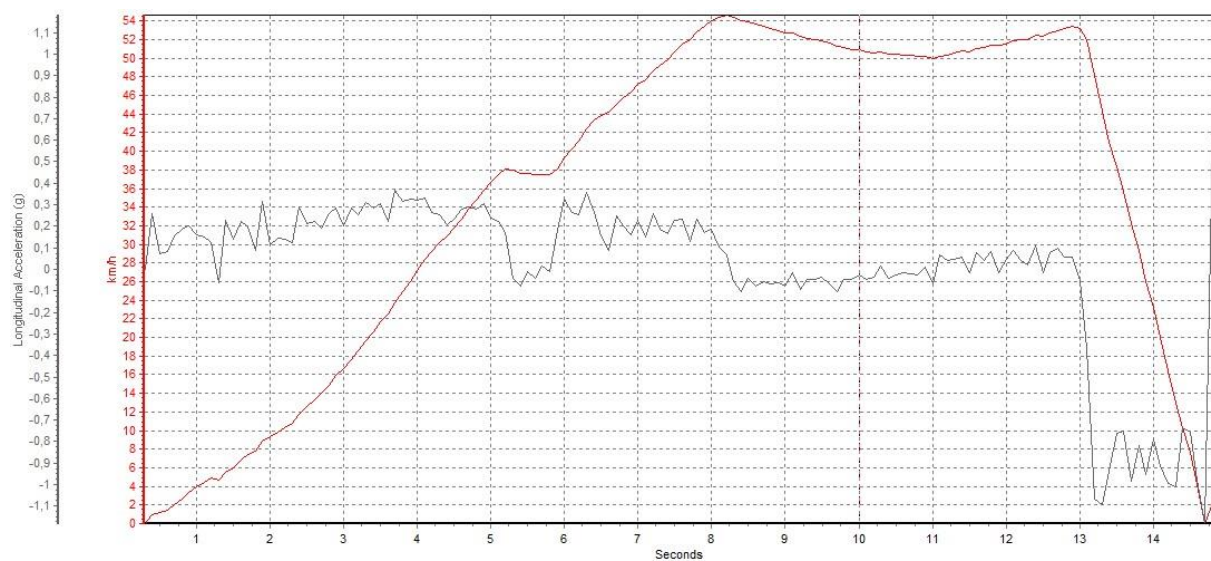
Měření č. 5



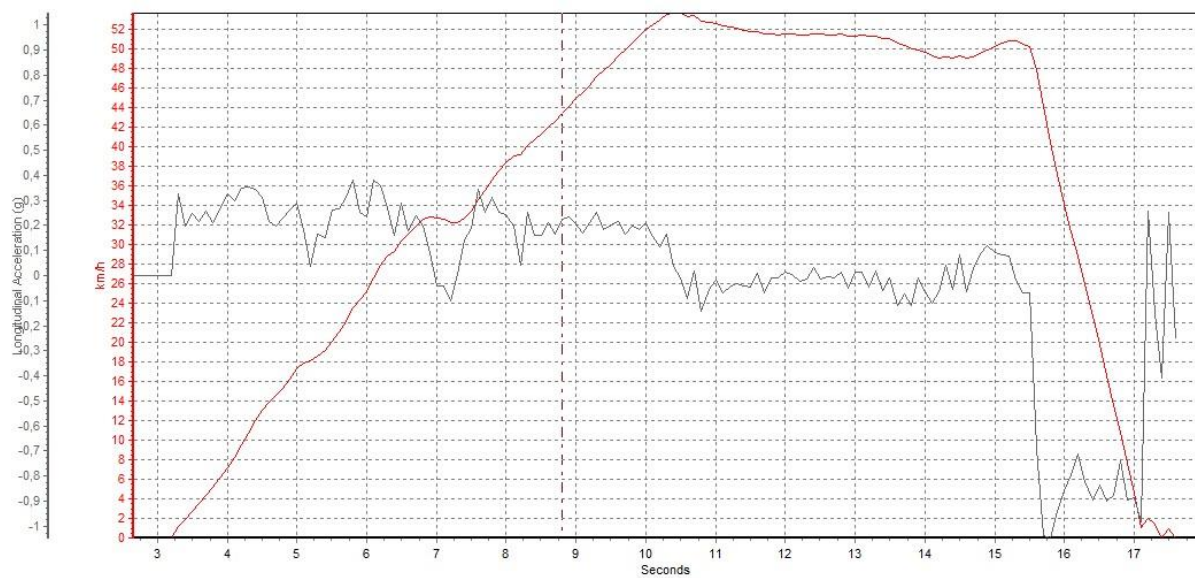
Měření č. 7



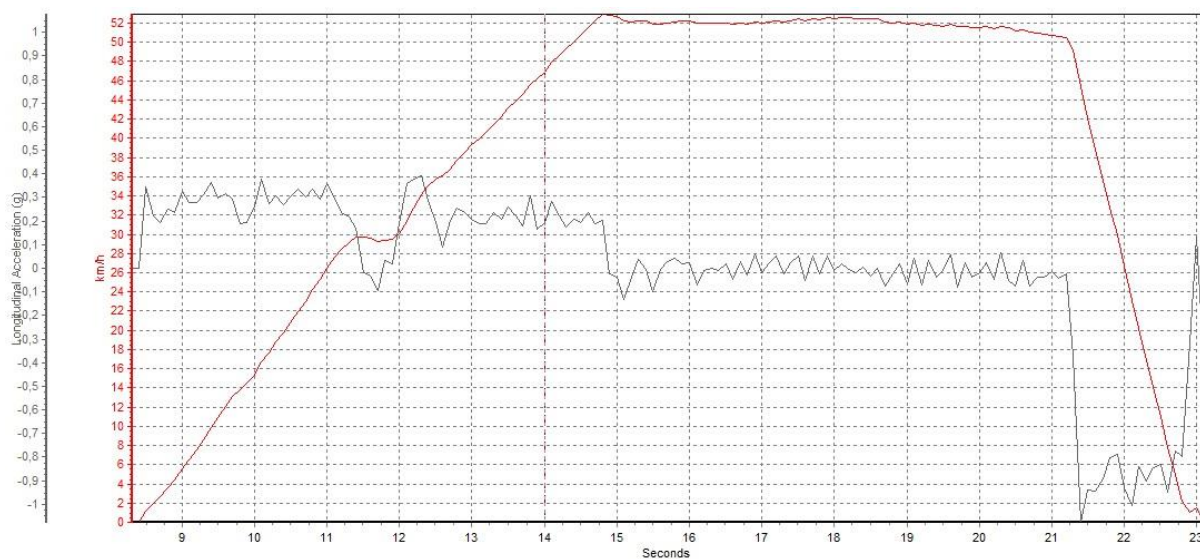
Měření č. 8



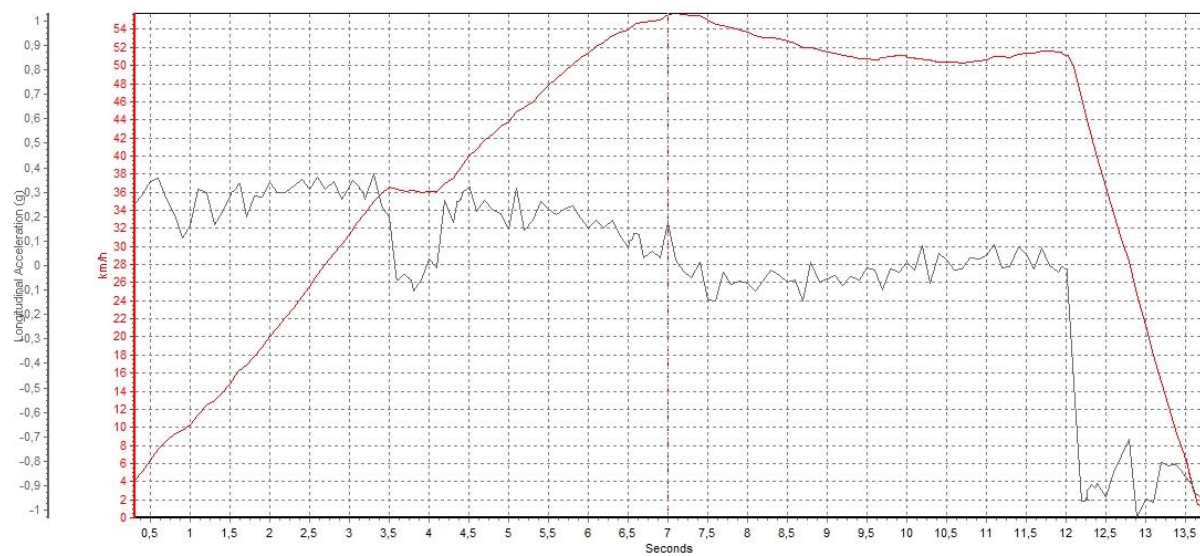
Měření č. 10



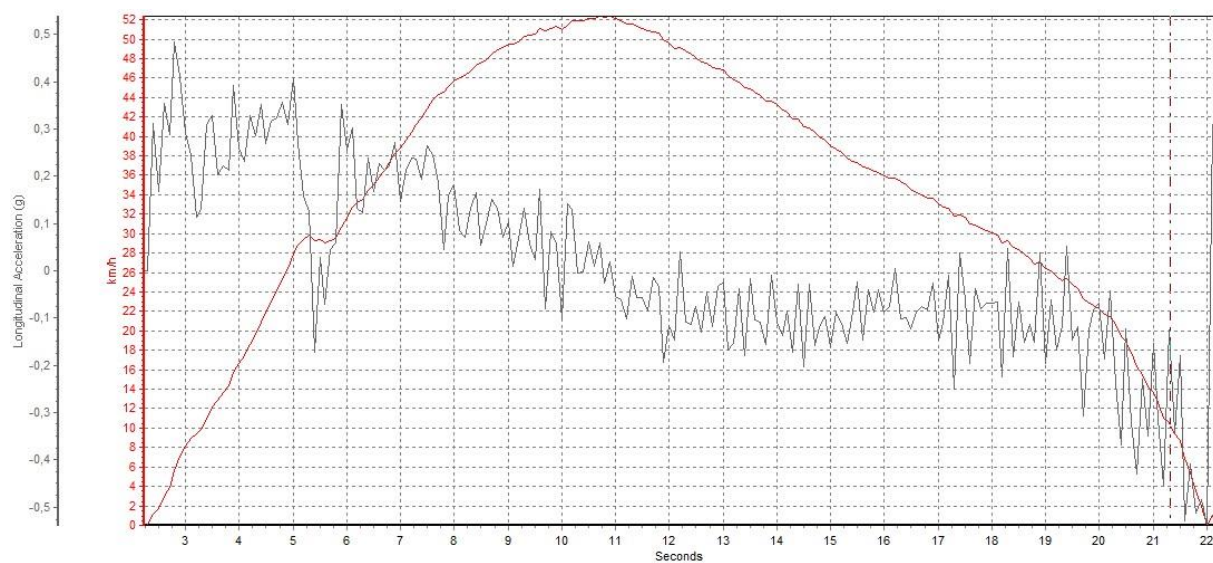
Měření č. 11



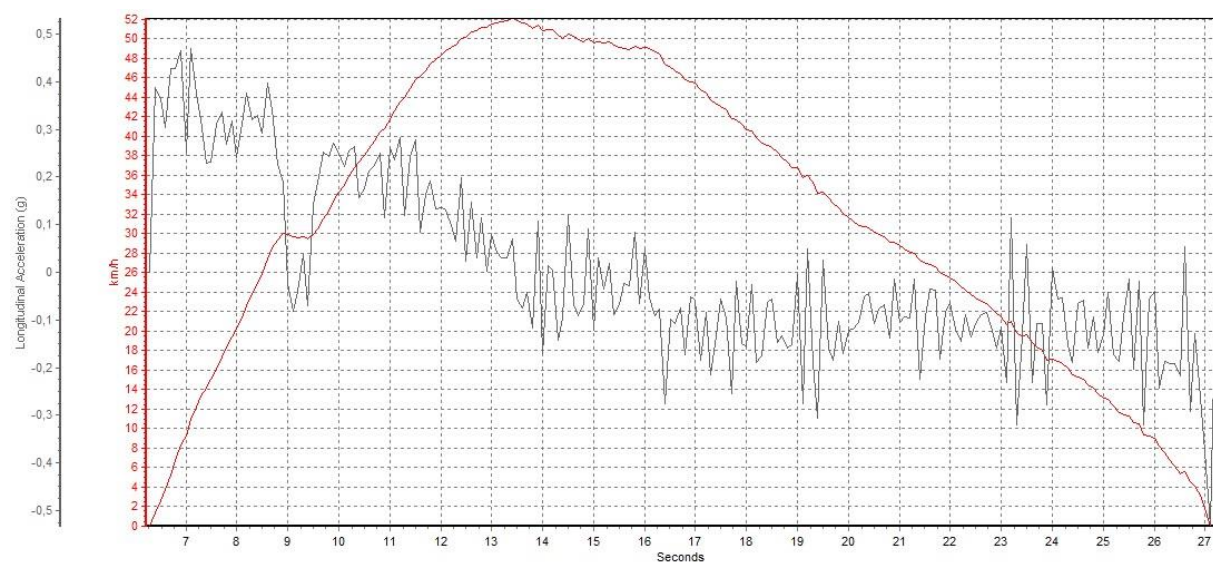
Měření č. 14



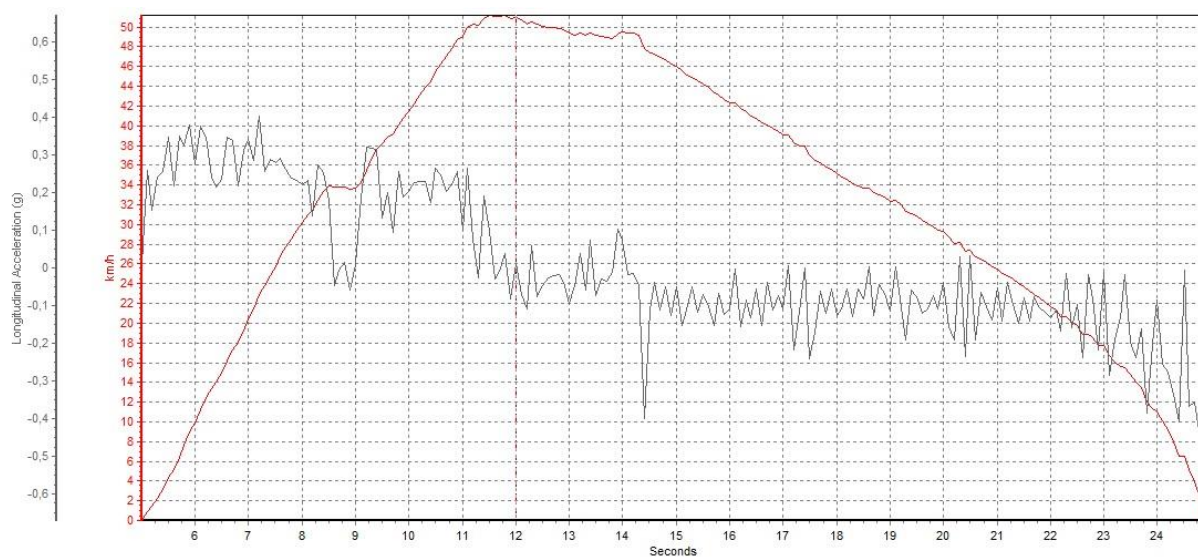
Měření č. 15



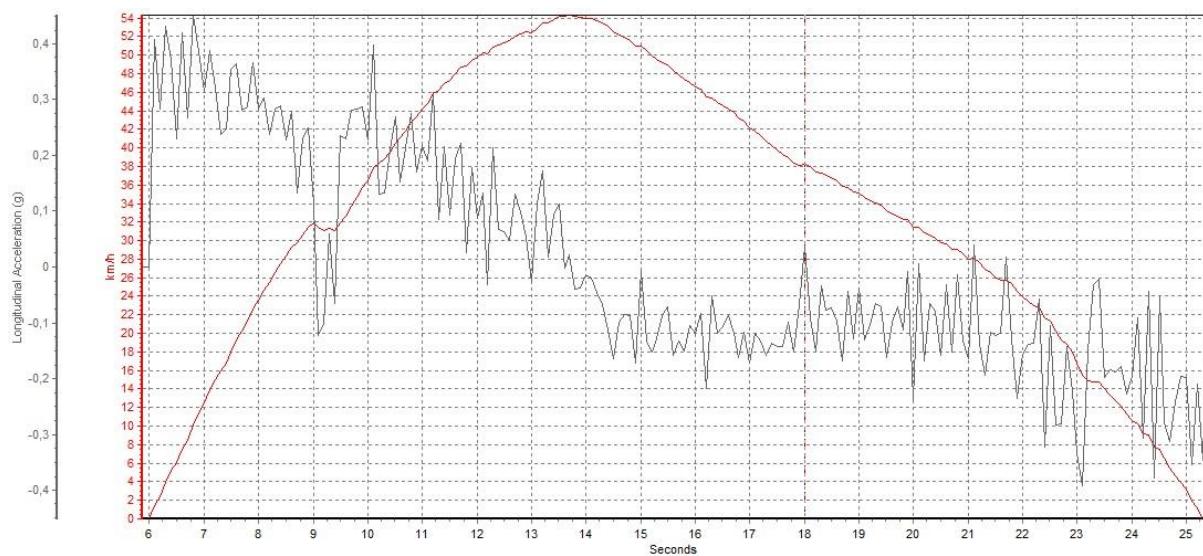
Měření č. 234



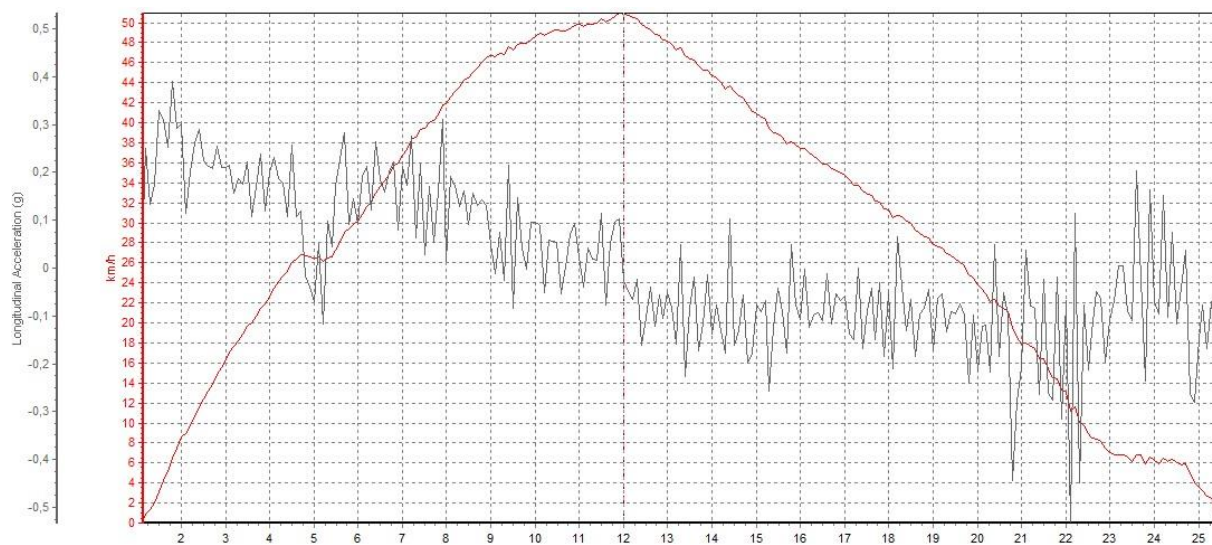
Měření č. 247



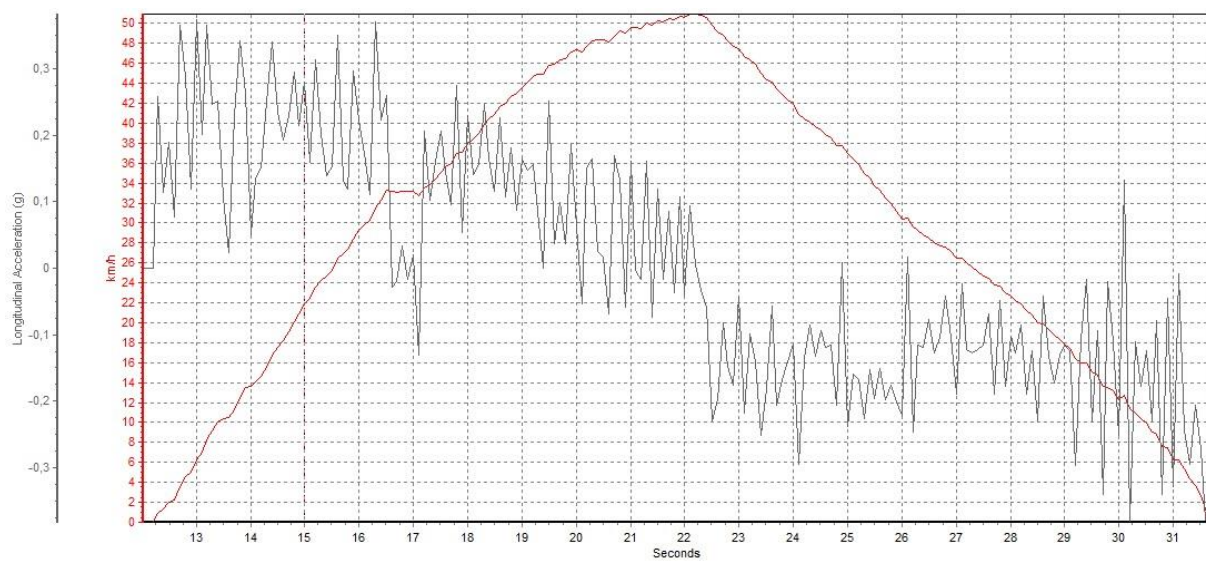
Měření č. 236



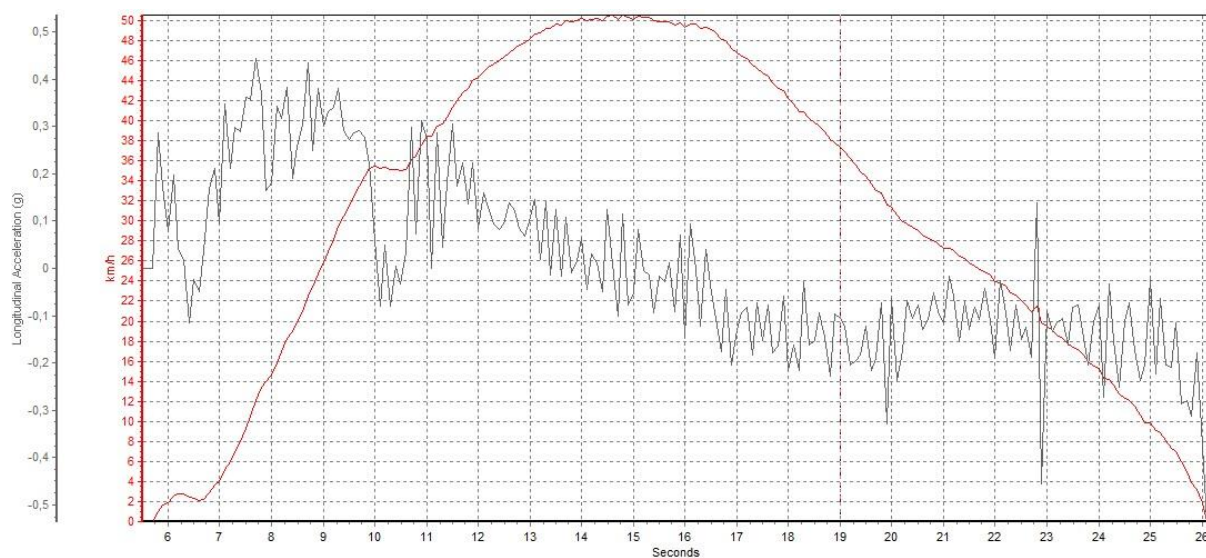
Měření č. 237



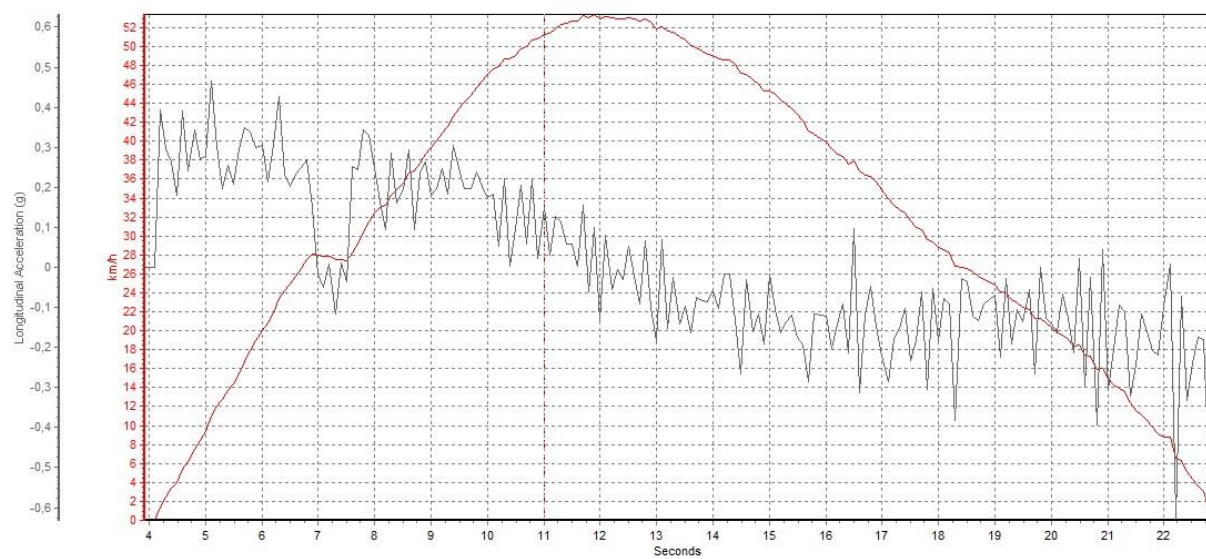
Měření č. 239



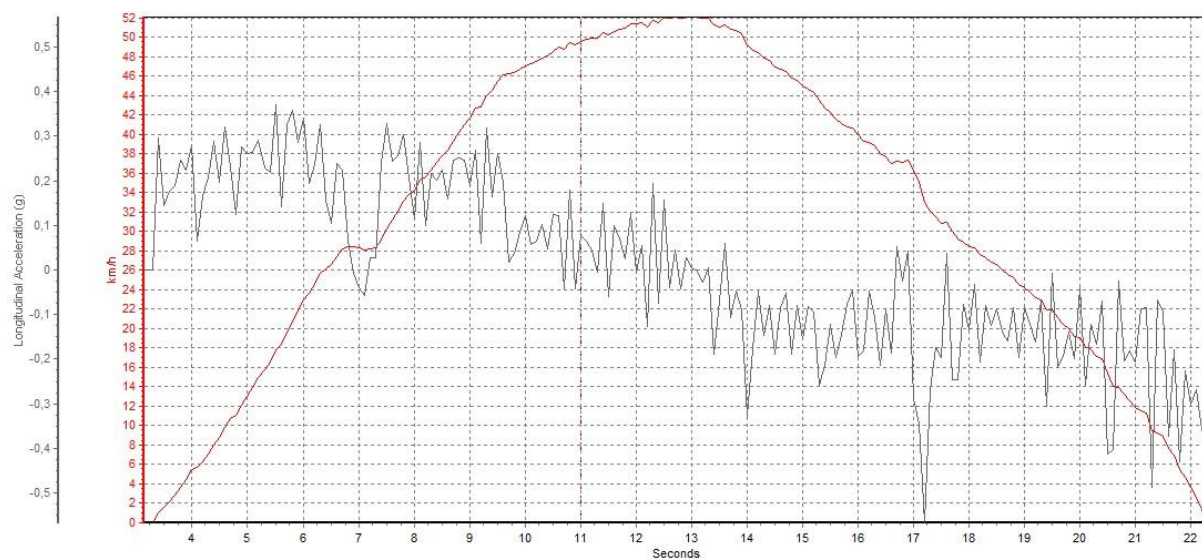
Měření č. 240



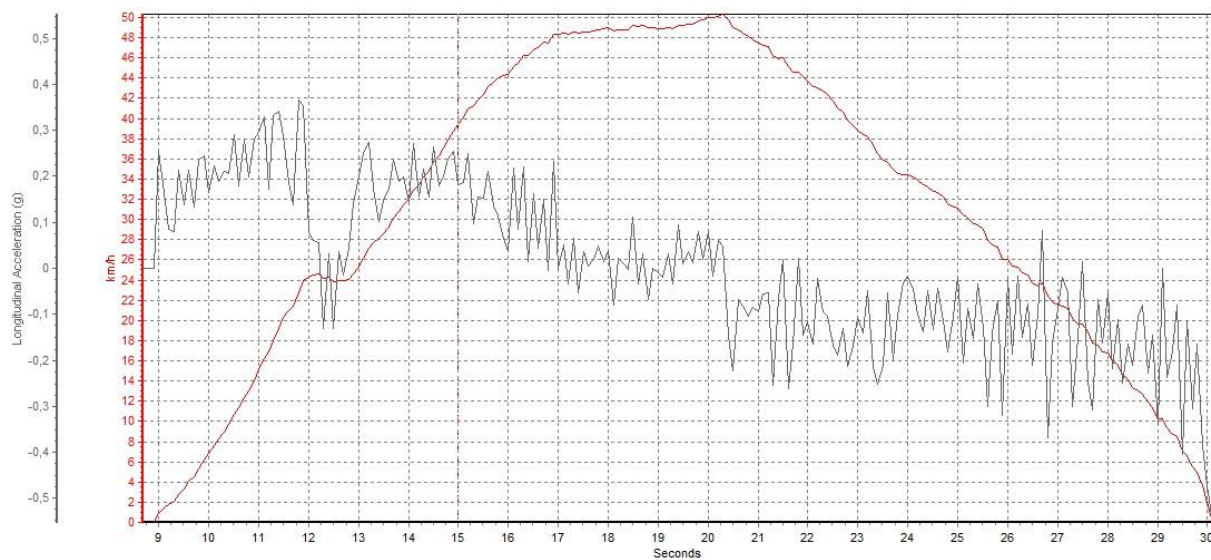
Měření č. 241



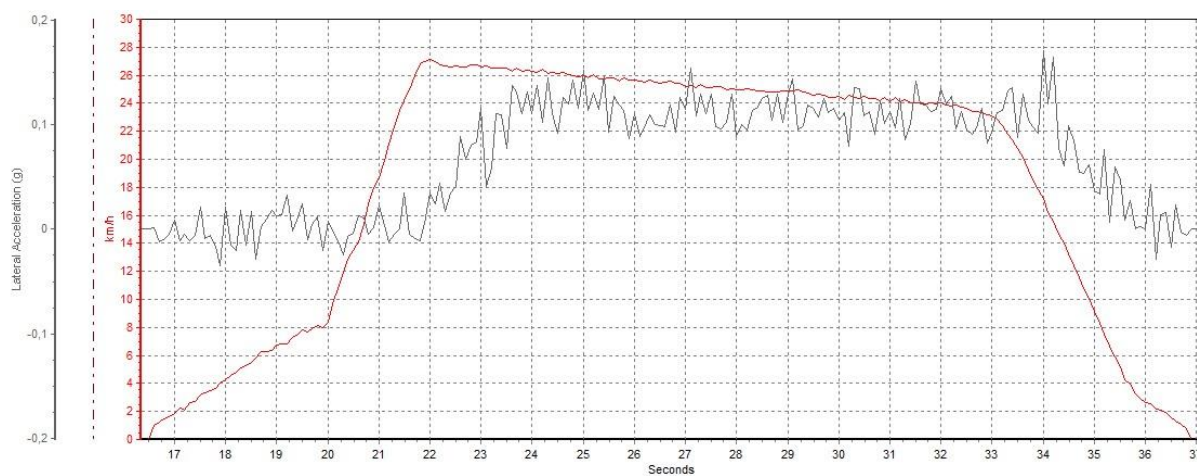
Měření č. 243



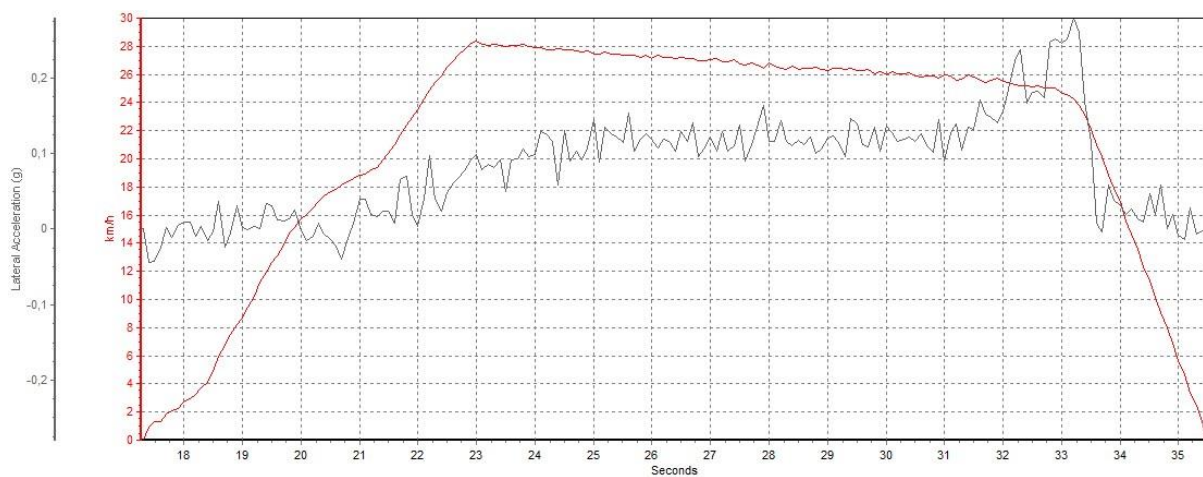
Měření č. 244



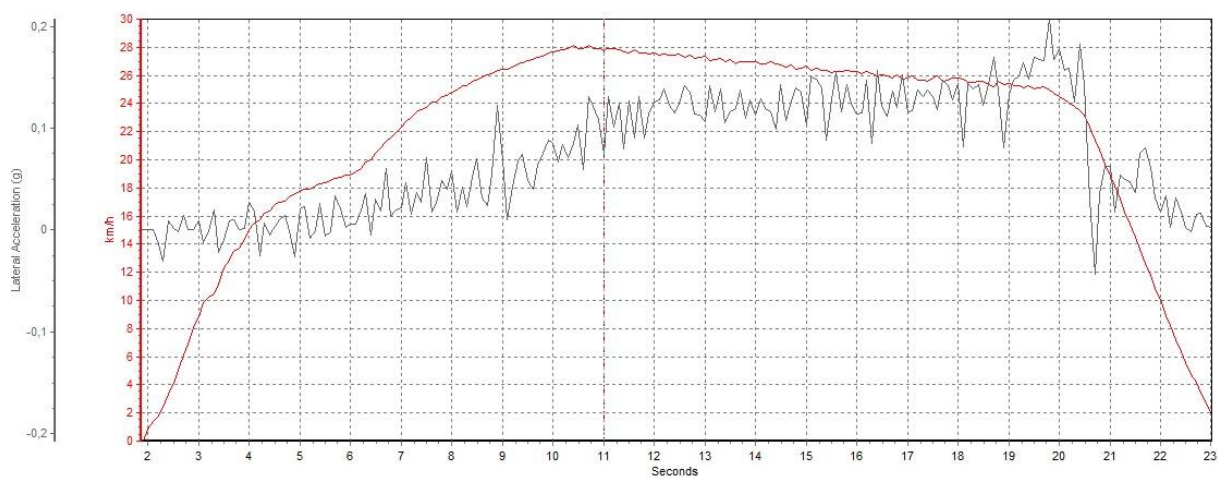
Měření č. 245



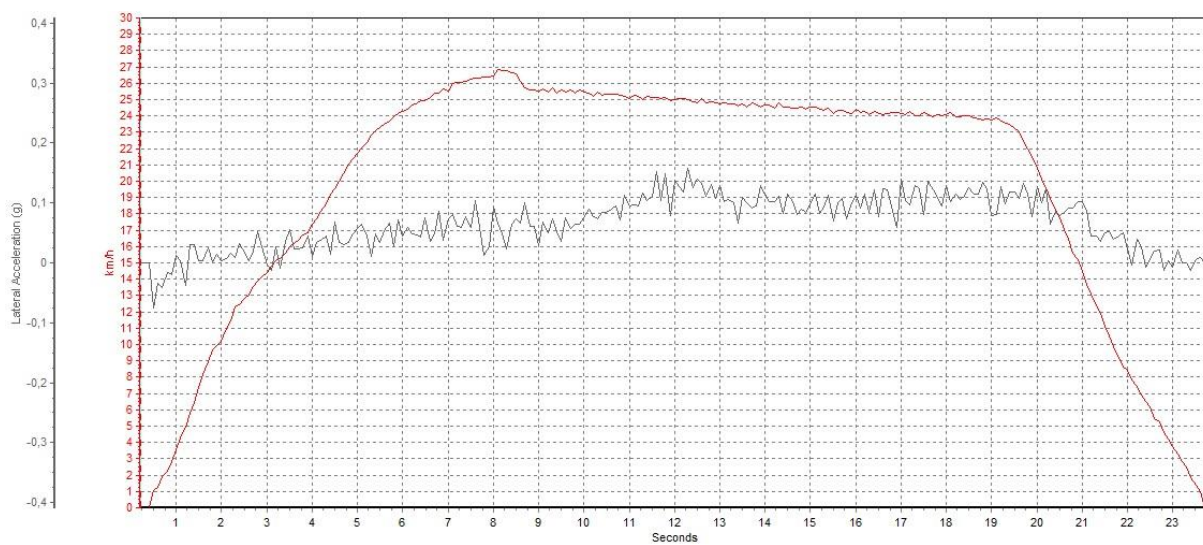
Měření č. 177



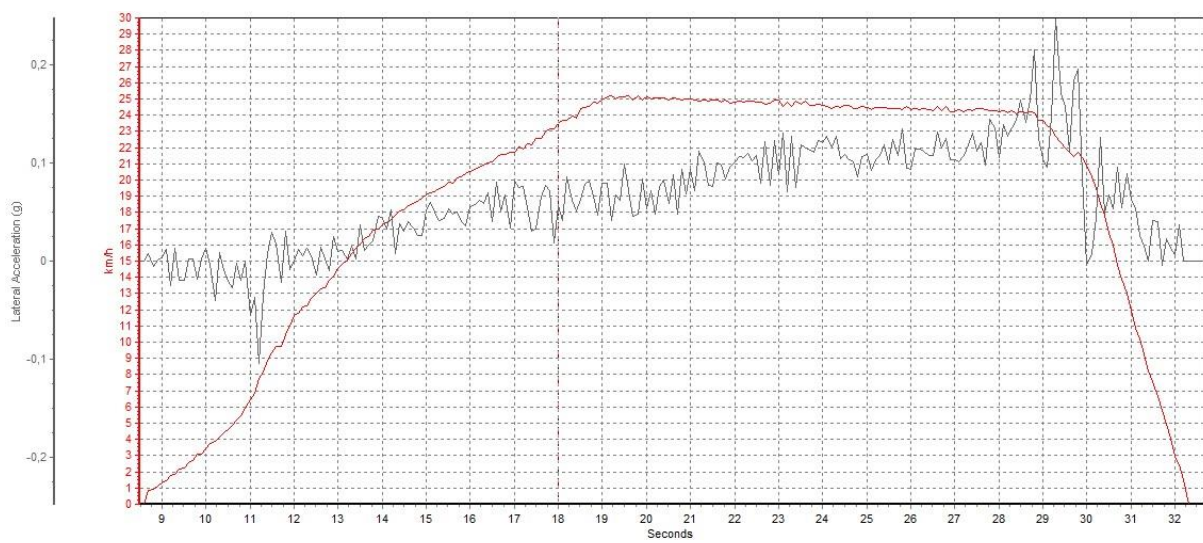
Měření č. 181



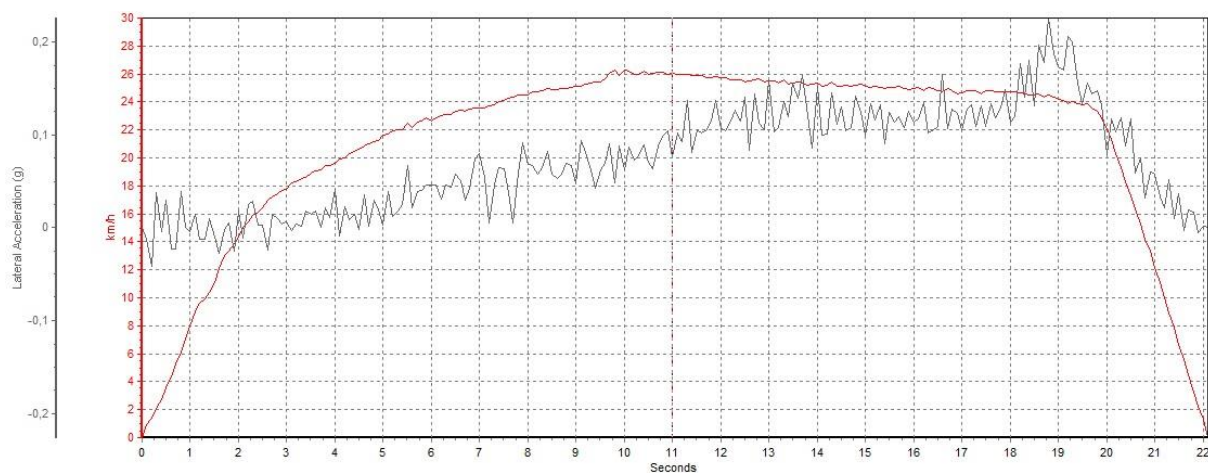
Měření č. 185



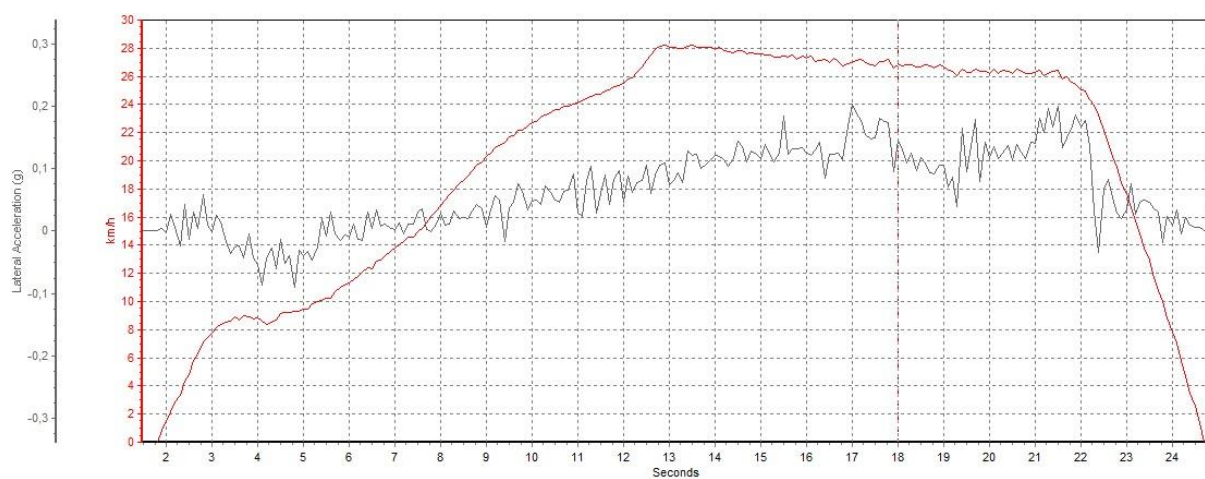
Měření č. 190



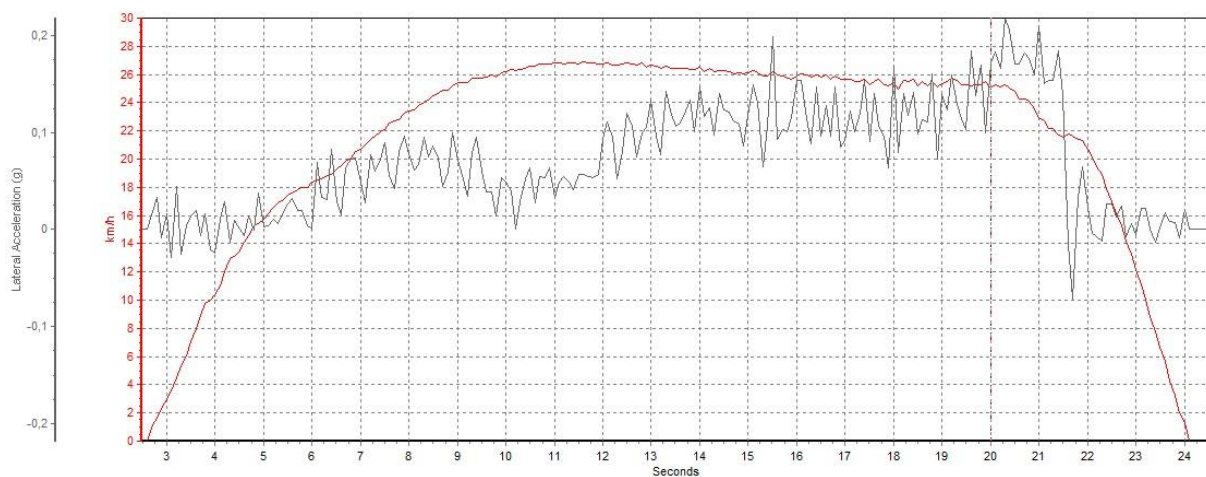
Měření č. 197



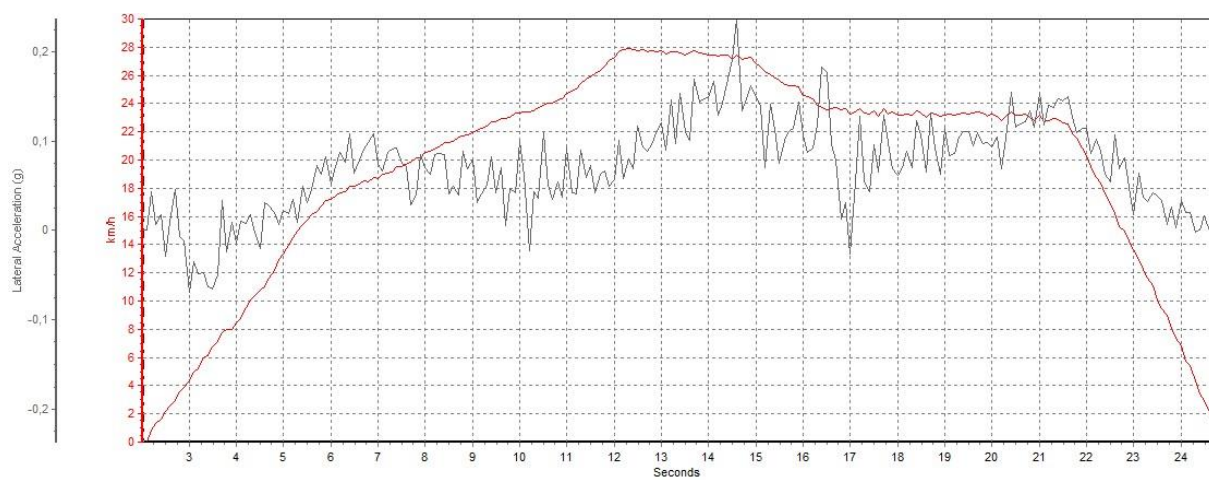
Měření č. 203



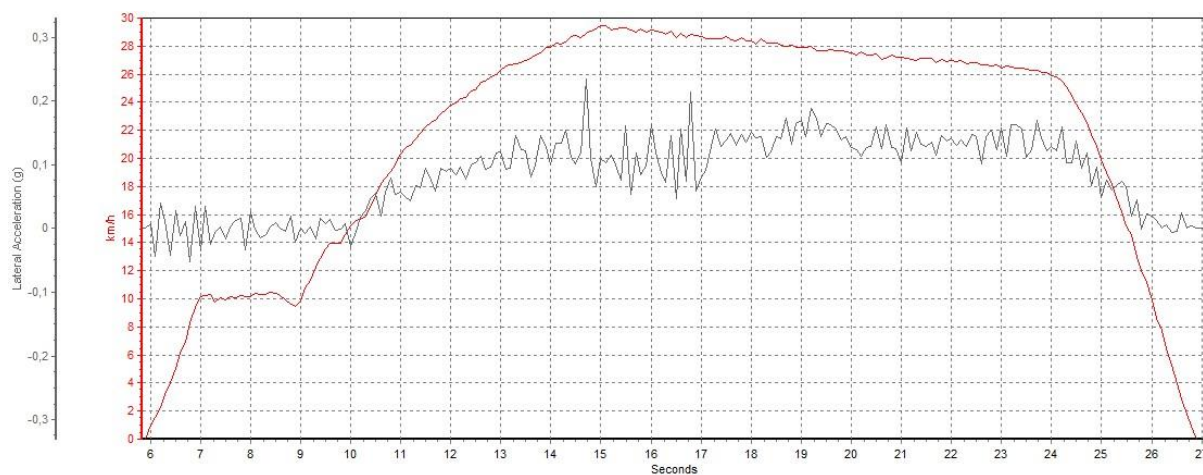
Měření č. 209



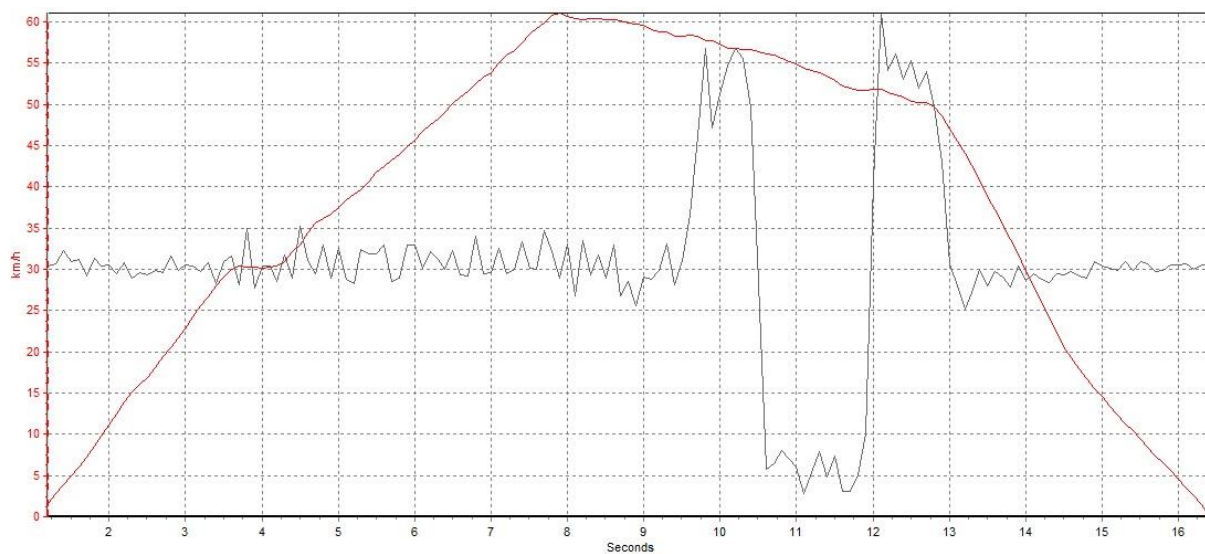
Měření č. 212



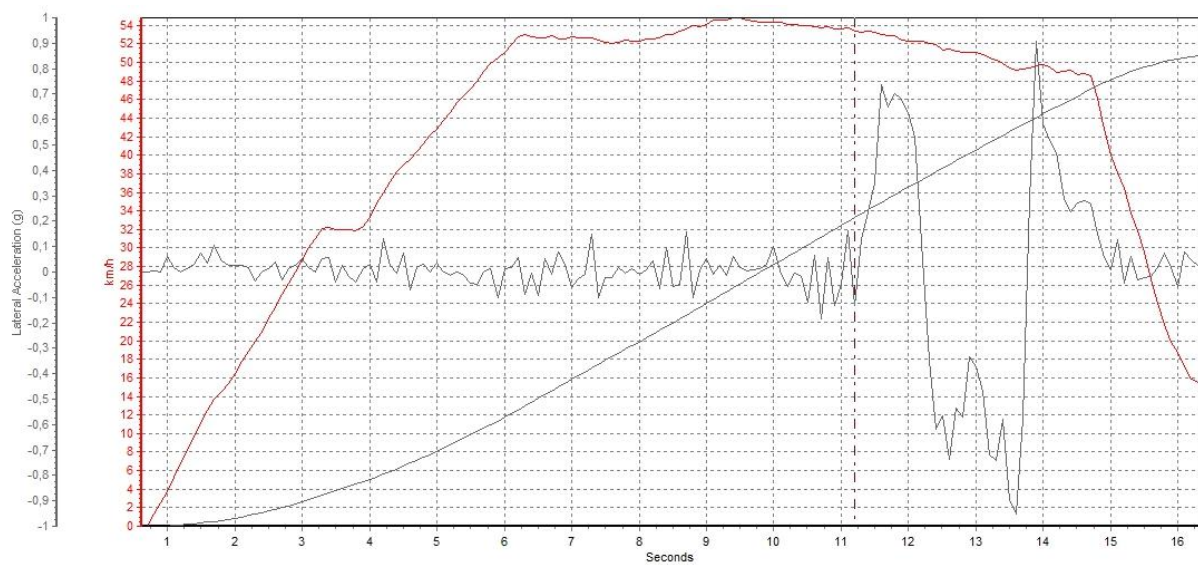
Měření č. 214



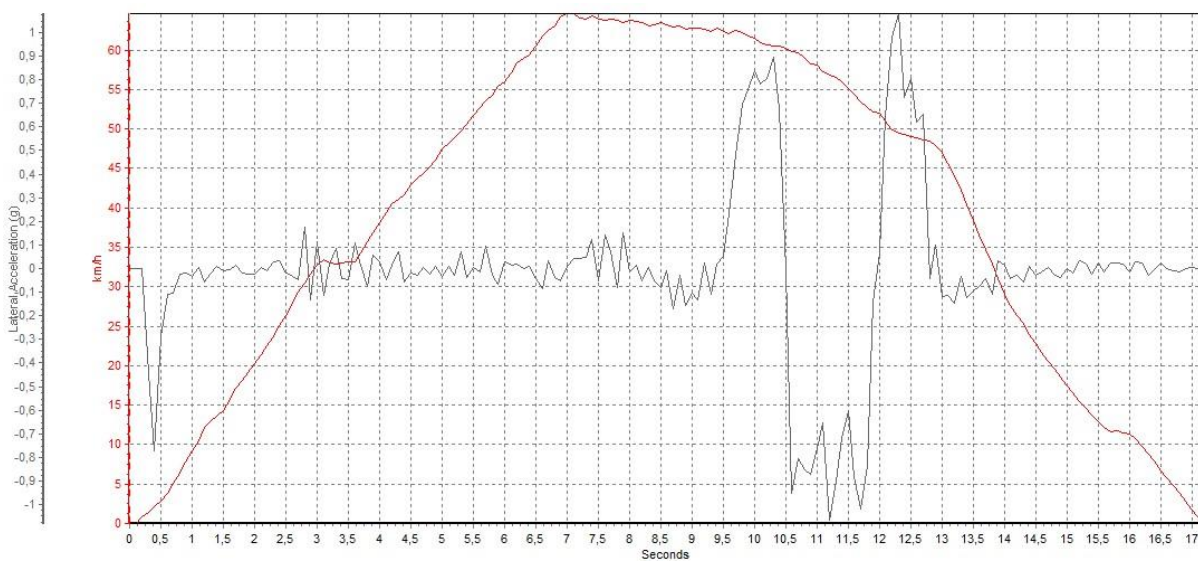
Měření č. 224



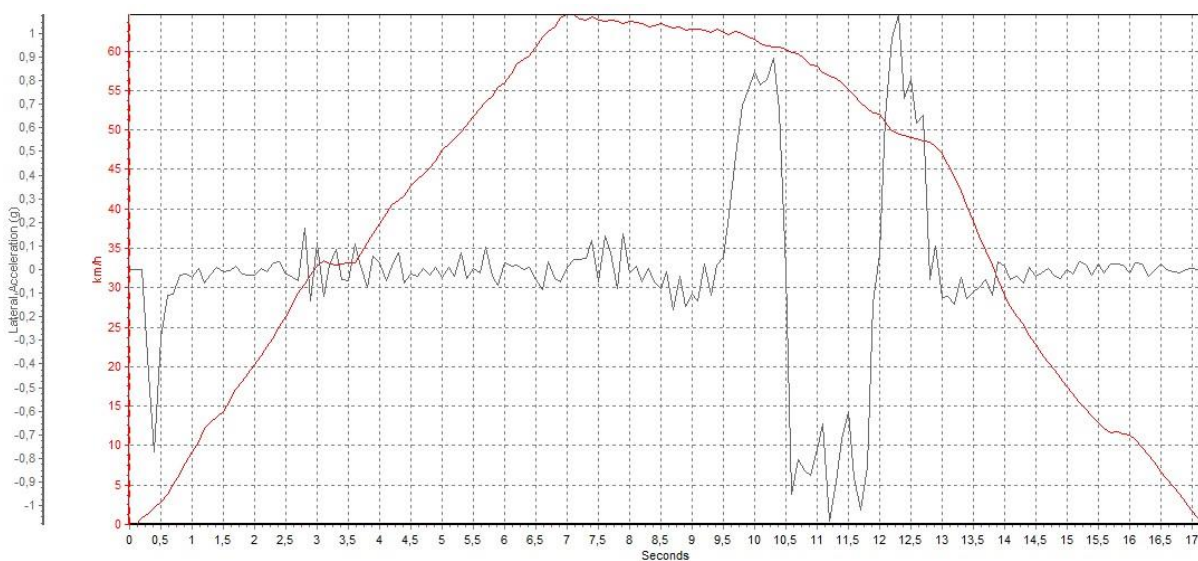
Měření č. 104



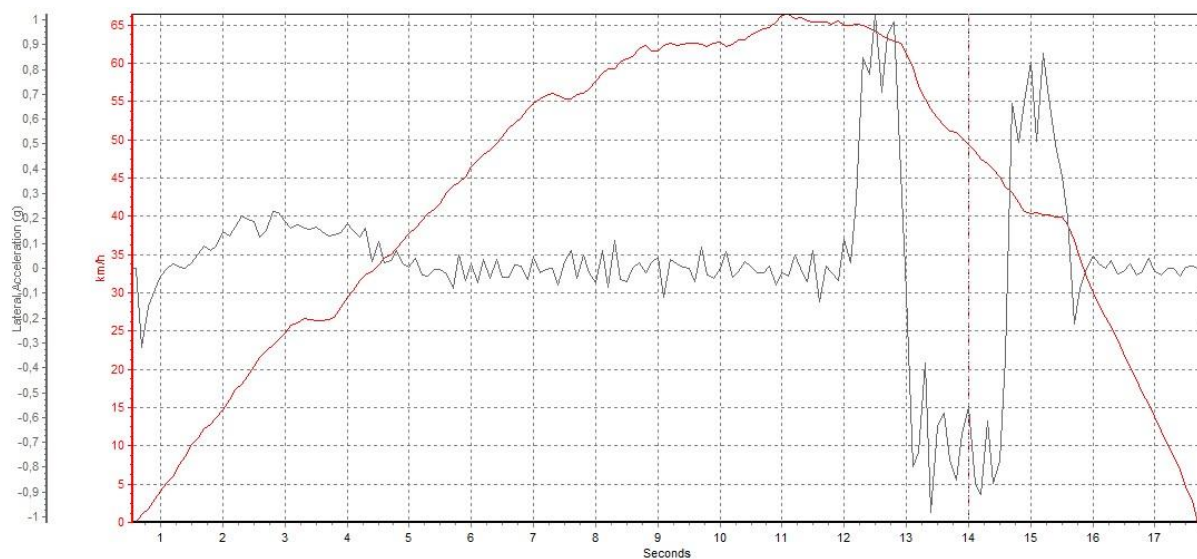
Měření č. 107



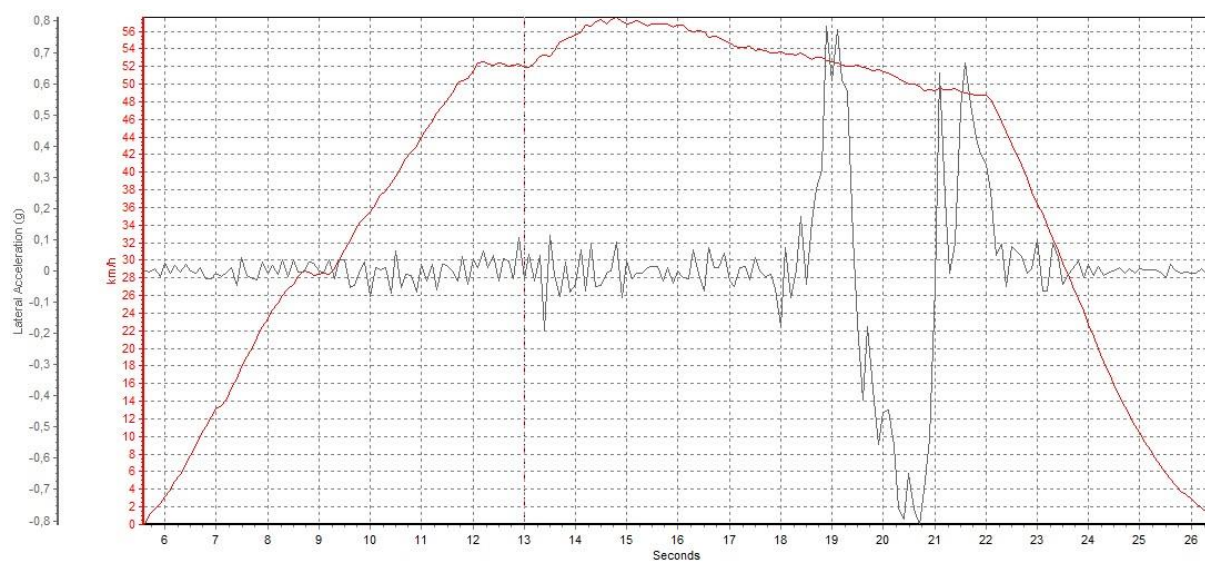
Měření č. 108



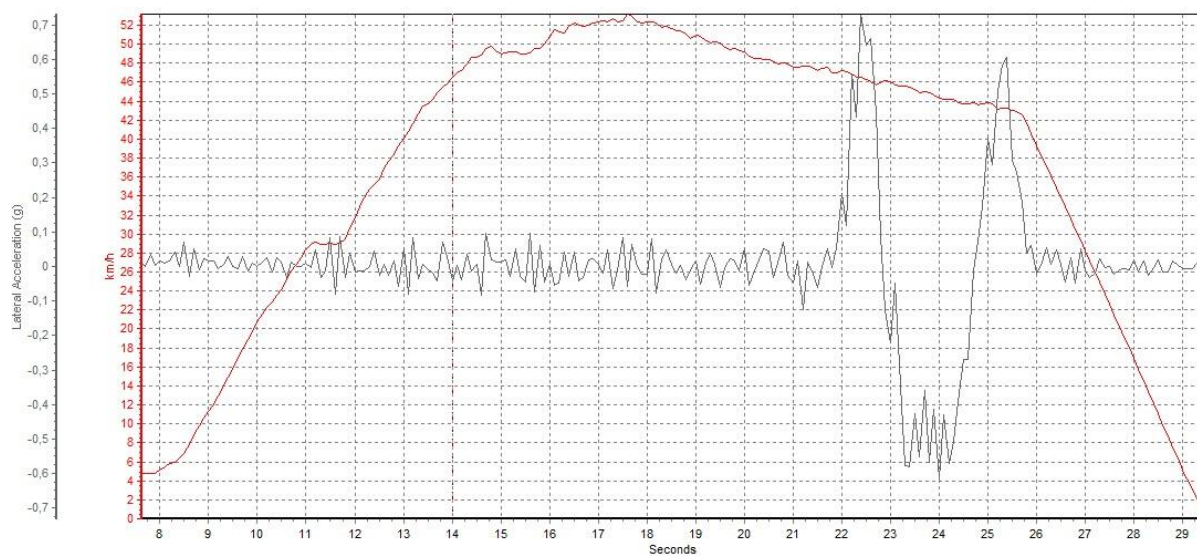
Měření č. 110



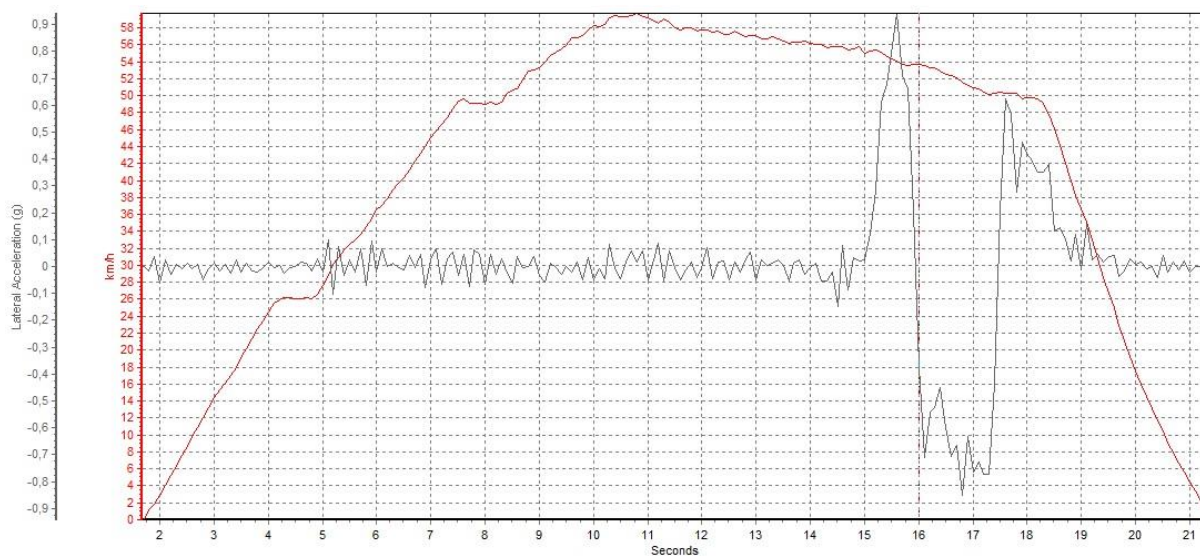
Měření č. 112



Měření č. 115



Měření č. 116



Měření č. 117

1. MĚŘENÍ 3,3 / 3,0



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 02/0000911
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,23 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,63
Zakrouhlení: 0,50
DPH: 21,0% 49,59 10,41 60,00

2. MĚŘENÍ 3,3 / 3,0



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 01/00009156
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,20 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,25
Zakrouhlení: 0,30
DPH: 21,0% 48,76 10,24 59,00

3. MĚŘENÍ



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 01/00008161
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,31 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 29,66
Zakrouhlení: 0,30
DPH: 21,0% 51,24 10,76 62,00

4. MĚŘENÍ 3,3 / 3,6



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 01/00008179
Typ platby: HOTOVOST
Kopie dokladu

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,23 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,63
Zakrouhlení: 0,50
DPH: 21,0% 49,59 10,41 60,00

5. MĚŘENÍ 2,4 / 2,2



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 01/00008191
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,22 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,50
Zakrouhlení: -0,30
DPH: 21,0% 48,76 10,24 59,00

6. MĚŘENÍ 3,4 / 2,2



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 01/00008212
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,26 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 29,62
Zakrouhlení: -0,30
DPH: 21,0% 49,59 10,41 60,00

7. MĚŘENÍ



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD
Lokální karta: 00
SLEVA 0,40 Kč
Odběratel: sleva 0,4Kč

DIC: E
Doklad : 16.03.01/01 01/0000
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,25 l × 26,70
Sleva: 0,40 Kč/MJ 26,30
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,89
Zakrouhlení: -0,20
DPH: 21,0% 48,76 10,24 59,00

8. MĚŘENÍ 2,0 / 1,8



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD
Lokální karta: 00
SLEVA 0,40 Kč
Odběratel: sleva 0,4Kč

DIC: ICD
Doklad : 16.03.01/01 01/00008250
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,25 l × 26,70
Sleva: 0,40 Kč/MJ 26,30
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,89
Zakrouhlení: -0,20
DPH: 21,0% 48,76 10,24 59,00

9. MĚŘENÍ 1,5 / 1,4



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD

Odběratel :

Doklad : 16.03.01/01 01/00008265
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,30 l × 26,70
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 29,53
Zakrouhlení: -0,40
DPH: 21,0% 50,41 10,59 61,00

10. MĚŘENÍ



dálnice D1 EXIT 162
CS
Velká Bites
Dodavatel: B.C.S.s.r.o.
ICO: 25586459 DIC: CZ 25586459
Hrnčířská čp.128, 595 01 Velká Bites
Krajský soud Brno oddíl C vložka 35441
tel: 777 067 073, e-mail: stefek@box.cz
DANOVÝ DOKLAD
Lokální karta: 00
SLEVA 0,40 Kč
Odběratel: sleva 0,4Kč

DIC: ICD
Doklad : 16.03.01/01 01/00008277
Typ platby: HOTOVOST

* PHL - Stojan: 01
010002 NATURAL 95 2,25 l × 26,70
Sleva: 0,40 Kč/MJ 26,30
Kod nomenklatury: 27101145
SPD: 12840,00 Kč/1000 l Celkem: 28,89
Zakrouhlení: -0,20
DPH: 21,0% 48,76 10,24 59,00

Příloha č. 7,

list 1,2,3,4

Pohla ví	Věk	Nejvyšší dosažené vzdělání	Jak často řídíte?	Jaké vozidlo nejčastěji řídíte (značku, model)	Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?	Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla?	Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford S-Max	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	ford	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	VW Golf Variant	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím	vždy je to půjčené auto	Neřeším	Na internetu	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Honda Civic	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Fabia I	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Hyundai	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	V technickém průkazu vozidla	Vůbec netuším
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Citroen picasso	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda fabia, ford focus	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Honda Accord	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Suzuki Swift	kontroluji je 3-5 ročně	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	opel tigra, insignia	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Citroen C3	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	18 - 20 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Citygo	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Nevím	Vůbec netuším
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault, Twingo	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Kontroluji je 1-2 ročně	V technickém průkazu vozidla	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Nevlastním řidičský průkaz			Na pneumatice vozidla	
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	BMW, 1	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	na internetu	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Volkswagen passat	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Renaul Megane	kontroluji je 3-5 ročně	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Žena	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda, Rapid	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Fiat punto	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Muž	18 - 20 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda octavia	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Nevlastním řidičský průkaz		Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Nevím	Vůbec netuším
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Fabia	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Rapid	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	škoda fabia	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Skoda Octavia	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Vůbec netuším
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Octavia II 2.0 TDI	Kontroluji je 1-2 ročně	Na internetu	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault Megane coupe	Nehustím	Na internetu	Čím více, tím lépe
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	wolksvagen golf 4	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Toyota yaris	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Nevím	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	51 - 65	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda fabia	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na pneumatice vozidla	3 až 3,5 bar (300 až 350 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Nevlastním řidičský průkaz		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím	pěškobus	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)

Žena	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Hyundai	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	VW, POLO	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	31 - 40	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	skoda	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Citroen picasso	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Nevím	Vůbec netuším
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault Modus	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Octavia II	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Mondeo, Škoda 120	Kontroluje někdo jiný	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	51 - 65	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Escort	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	51 - 65	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Opel Astra	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím		nemám auto	Nevím	Vůbec netuším
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Mercedes new E-class	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda octavia	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	51 - 65	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	opel corsa	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	65 a více	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	kia rio	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Felicia LXi	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Citigo	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Vůbec netuším
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	KIA Venga	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	opel corsa	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Žena	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	ranault grand scenic	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	V technickém průkazu vozidla	3 až 3,5 bar (300 až 350 kPa)
Žena	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Fiat Punto	Kontroluje někdo jiný	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	opel, astra	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	31 - 40		Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Seat Leon	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	VW, Passat	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	18 - 20 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Octavia	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Mondeo	Kontroluje někdo jiný	V technickém průkazu vozidla	Vůbec netuším
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault Megane	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda octavia	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Renaul Megane	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	BMW, model 320	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Fabia	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Nissan Primera	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Focus	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	3 až 3,5 bar (300 až 350 kPa)
Muž	21 - 25 let		Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Escort	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	BMW E36	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	VW Golf	kontroluji je 3-5 ročně	na internetu	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Audi A6	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku v motorovém prostoru	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	mercedes sprinter	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Skoda Fabia	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Opel Meriva	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda octavia	kontroluji je 3-5 ročně	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda fabia	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)

Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Nevím	Vůbec netuším
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím	Renault	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím		Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Octavia 3	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Fiat Bravo 198	kontroluji je 3-5 ročně	v manuálu	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Focus	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na internetu	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	skoda	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Trabant 601	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím		nemám auto	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Čím více, tím lépe
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Peugeot 307	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Muž	31 - 40	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda octavia	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Skoda Octavia	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Mercedes benz	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault, Skoda	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	skoda octavia	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Honda Acord	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford Focus	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	31 - 40	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Honda	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Fiat	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda/felicia combi	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím	Kia Ceed	Nekontroluji, půjčuju si auto od rodičů a tohle neřeším	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Vůbec netuším
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím	Jawa 250	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	SEAT Ibiza	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Superb	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Fabia	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Hyundai	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Muž	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Čtyřkolový teodén	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	v manuálu	Čím více, tím lépe
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault Laguna	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Vůbec netuším
Muž	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Boxer	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	peguot 206D	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	renault megane	kontroluji je 3-5 ročně	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let		Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Opel Vectra	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Golf	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Audi	Kontroluji je 1-2 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50		Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Octavia	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Suzuki swift	Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Kontroluji je 1-2 ročně	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	66 a více	Základní	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	18 - 20 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Kontroluje někdo jiný	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Žena	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Opel Vectra	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)

Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Peugeot 206	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Ford, mondeo	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	51 - 65		Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Kia cee'd	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	51 - 65	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	BMW 3	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	VW BORA	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	vw, HYUNDAI	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	na internetu	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Žena	51 - 65	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Renault Scenic	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	18 - 20 let	Základní	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Golf 4	Kontroluje někdo jiný	Nevím	Vůbec netuším
Žena	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Hyundai	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	vw POLO	Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.	Na pneumatice vozidla	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Žena	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	41 - 50	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	V technickém průkazu vozidla	1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
Žena	31 - 40	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Peugeot 407	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	51 - 65		Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)		Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	26 - 30 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Skoda Octavia	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	škoda roomster	Kontroluje někdo jiný	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Ford Focus	kontroluji je 3-5 ročně	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Vůbec netuším
Žena	18 - 20 let	Středoškolské / učňovské	Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)		Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	Vůbec netuším
Žena	26 - 30 let		Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)	Škoda Fábia I		Na pneumatice vozidla	Vůbec netuším
Žena	51 - 65	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Opel Vectra	Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	41 - 50	Vysokoškolské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Škoda Citygo	Kontroluji je 1-2 ročně	V technickém průkazu vozidla	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Muž	41 - 50	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	opel corsa	Jednou měsíčně je zkontroluji	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
Žena	21 - 25 let	Středoškolské / učňovské	Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)	Mazda 323 c 1,5 66kW, r 1995	při prezutí vždy dofoukám na 2,5 baru	Na štitku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže	2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)

Pohlaví *

- ☐ Muž
- ☐ Žena

Věk *

- ☐ 18 - 20 let
- ☐ 21 - 25 let
- ☐ 26 - 30 let
- ☐ 31 - 40
- ☐ 41 - 50
- ☐ 51 - 65
- ☐ 66 a více

Nejvyšší dosažené vzdělání

- ☐ Základní
- ☐ Středoškolské / učňovské
- ☐ Vysokoškolské

Jak často řídíte? *

- ☐ Jsem pravidelný řidič/ka (více než 1 měsíčně)
- ☐ Jsem občasný řidič/ka (max. 1x měsíčně)
- ☐ Vlastním řidičský průkaz, ale neřídím
- ☐ Nevlastním řidičský průkaz

Jaké vozidlo nejčastěji řídíte (značku, model)**Kontrolujete tlak v pneumatikách a jak často?**

- ☐ Nekontroluji, jak mi to nahustí v pneuservisu, tak to nechám a neřeším.
- ☐ Jen vizuálně, když se mi zdají měkké, tak dohustím
- ☐ Kontroluji je 1-2 ročně
- ☐ kontroluji je 3-5 ročně
- ☐ Jednou měsíčně je zkontroluji
- ☐ Mám automatickou signalizaci kontroly tlaku.
- ☐ Jiné:

Kde byste hledal/a údaj na jaký tlak hustit pneumatiky vozidla? *

- ☐ V technickém průkazu vozidla
- ☐ Na pneumatice vozidla
- ☐ Na štítku na předních dveřích, pod palubní deskou nebo víku palivové nádrže
- ☐ Na štítku v motorovém prostoru
- ☐ Nevím
- ☐ Jiné:

Jaký je optimální tlak v pneumatikách osobního vozidla pro běžnou jízdu? (průměrný)

- ☐ 1 až 1,5 bar (100 až 150 kPa)
- ☐ 1,6 až 1,9 bar (160 až 190 kPa)
- ☐ 2 až 2,5 bar (200 až 250 kPa)
- ☐ 2,6 až 2,9 bar (260 až 290 kPa)
- ☐ 3 až 3,5 bar (300 až 350 kPa)
- ☐ Čím více, tím lépe
- ☐ Vůbec netuším