

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1130521

DECELERAČNÉ CHARAKTERISTIKY PNEUMATÍK

2011

Lubomír Očovay

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

DECELERAČNÉ CHARAKTERISTIKY PNEUMATÍK

Bakalárska práca

| | |
|----------------------|--|
| Študijný program: | Prevádzka dopravných a manipulačných strojov |
| Študijný odbor: | 2302700 Dopravné stroje a zariadenia |
| Školiace pracovisko: | Názov katedry |
| Školiteľ: | doc. Ing. Ivan Janoško, CSc. |

2011

Ľubomír Očovay

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Ľubomír Očovay vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Deceleračné charakteristiky pneumatík“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 10. apríla 2011

Ľubomír Očovay

Podakovanie

Touto cestou by som chcel poďakovať vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Ivanovi Janoškovi, CSc. za odborné rady a pripomienky pri vypracovaní bakalárskej práce.

ABSTRAKT

Práca popisuje testovanie pneumatík na automobile Volkswagen Golf Variant, 1.8, (66kW) s letnými pneumatikami Barum Bravuris 185/65 R14 86H a zimnými pneumatikami Matador Nordica Basic MP52 185/65 R14 86T. Testovanie sa uskutočnilo v jesennom období na suchej bitúmenovej ceste v Janíkovciach a v zimnom období na suchej pristávacej ploche na letisku v Janíkovciach. Prístroj, pomocou ktorého sa meralo bol použitý XL-MeterTM Pro Alpha.

Kľúčové slová: brzdenie, pneumatika, vozidlo

ABSTRACT

The thesis describes testing tyres on a car Volkswagen Golf Variant, 1.8, (66kW) with summer tyres Barum Bravuris 185/65 R14 86H and winter tyres Matador Nordica Basic MP52 185/65 R14 86T. Testing was made in autumn time on dry bitumen road Janíkovce and in winter time on dry runway at the airport in Janíkovce. For relevant measurement the XL-MeterTM Pro Alpha device was used.

Key words: brake, tyre, car

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 8 |
| 1 PREHLAD SÚČASTNÉHO STAVU RIEŠENEJ PROBLEMATIKY | 9 |
| 1.1 História výroby pneumatík | 9 |
| 1.2 Charakteristika pneumatiky | 10 |
| 1.2.1 Defínicia pneumatiky | 12 |
| 1.2.2 Časti pneumatiky | 11 |
| 1.2.3 Funkcie pneumatiky | 17 |
| 1.3 Brzdy | 22 |
| 1.3.1 Funkcie brzdového zariadenia | 22 |
| 1.3.2 Rozdelenie bŕzd | 23 |
| 1.4 Teória jazdy a brzdenie vozidla..... | 29 |
| 1.4.1 Dynamika brzdzenia | 30 |
| 1.4.2 Sily a reakcie pôsobiace na koleso..... | 30 |
| 1.4.3 Záberové podmienky - adhézia..... | 31 |
| 1.4.4 Účinok bŕzd..... | 32 |
| 2 CIEĽ PRÁCE | 34 |
| 3 METODIKA PRÁCE | 35 |
| 4 VLASTNÁ PRÁCA | 36 |
| 4.1 Zvolenie meracej metódy | 36 |
| 4.2 Technické parametre vozidla..... | 37 |
| 4.3 Použité pneumatiky | 38 |
| 4.4 Experimentálne merania | 40 |
| 4.4.1 Vonkajšie podmienky merania | 40 |
| 4.4.2 Postup merania..... | 40 |
| 4.4.3 Výsledky experimentálnych meraní | 41 |
| 5 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV A DISKUSIA | 49 |
| 6 ZÁVER | 51 |
| 7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY | 52 |
| 8 PRÍLOHY | 53 |

Zoznam skratiek a značiek (pre technické a prírodné vedy)

| | |
|----------|------------------------------------|
| ABS | protiblokovací systém |
| ASR | protipreklzový systém |
| MFDD | brzdne spomalenie, $m.s^{-2}$ |
| S_0 | brzdná dráha, m |
| V_0 | počiatočná rýchlosť, $km.h^{-1}$ |
| T_{br} | čas brzdenia, s |
| v | rýchlosť, $m.s^{-1}$ |
| t | čas, s |
| s | dráha, m |
| m | hmotnosť, kg |
| G_k | zaťaženie kolesa, N |
| Y_k | radiálna reakcia podložky, N |
| M_h | hnací moment, N.m |
| F_h | hnacia sila, N |
| F_s | suvná sila, N |
| M_b | brzdny moment, N.m |
| F_b | brzdná sila, N |
| F_z | bočná sila, N |
| Z_k | bočná reakcia, N |
| μ | súčiniteľ priľnavosti, adhézie |
| η_B | účinnosť brzdenia |
| a_p | plné brzdne spomalenie, $m.s^{-2}$ |
| F_p | plná ovládacia sila, N |

ÚVOD

Rozvoj automobilového priemyslu na celom svete poháňa dopredu aj gumársky priemysel. Zvyšovaním bezpečnosti cestných motorových vozidiel sa kladie výrazný dôraz na kvalitu brzdového ústrojenstva a pneumatík. Bezpečnosť prevádzky ovplyvňujú rôzne faktory, a to je predovšetkým technický stav vozidla, hustota premávky (dopravy), stav vozovky a konečnom rade i schopnosťami vodiča rýchlo a hlavne správne reagovať na dané situácie. V súčasnosti výrobcovia automobilov vybavujú vozidlá rôznymi systémami, ktoré zvyšujú bezpečnosť a uľahčujú vodičovi obsluhu vozidla. Súčasťou sériovej výbavy dnešných automobilov patrí proti blokovací systém ABS, ktorý výraznou mierou prispieva ku skráteniu brzdnjej dráhy.

1 PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 História výroby pneumatík

Koleso vynášli pred viac ako 5000 rokmi pravdepodobne Sumeri. V priebehu ďalších tisíc rokov bolo postupne vylepšované. K zatiaľ najvýznamnejším zmenám kolesa došlo v druhej polovici 19. storočia.

Marcin a Zitek (1985) uvádzajú túto základnú chronológiu pneumatikárskej technológie:

- 1839 – vulkanizácia prírodného kaučuku
- 1845 – patent na hadicu plnenú stlačeným vzduchom
- 1888 – prvá pneumatika
- 1904 – zavedenie plochého behúňa
- 1905 – zavedenie protišmykovej vzorky behúňa (dezénu)
- 1924 – vrstvy kordovej tkaniny nahrádzajú krížovo tkaný materiál
- 1931 – prvý syntetický kaučuk (neopren)
- 1935 – moderné rozmery pneumatík
- 1942 – prvý syntetický pneumatikársky kord
- 1948 – radiálna pneumatika
- 1950 – bezdušová pneumatika
- 1967 – pneumatikársky kord na báze sklenených vlákien
- 1971 – Mesačné pneumatiky firmy Goodyear
- 1976 – pneumatiky s aramidovým kordom (kevlarom)

1.2 Charakteristika pneumatiky

1.2.1 Definícia pneumatiky

Pneumatikou rozumieme plášť príp. s dušou, ochrannou vložkou alebo bezdušovým ventilom namontovaným na ráfik a naplnený stlačeným vzduchom. Ochranná vložka sa používa len u niektorých typov ráfikov. U bezdušových pneumatík odpadá duša a jej funkciu preberá vlastný plášť opatrený bezdušovým ventilom. Plášť je pružná vonkajšia časť pneumatiky, ktorá zaisťuje styk s vozovkou a ktorá dosadá svojou pätnou časťou na ráfik. V praxi býva pojem plášť často zamieňaný za pojem pneumatika a naopak (Vlk, 2006).

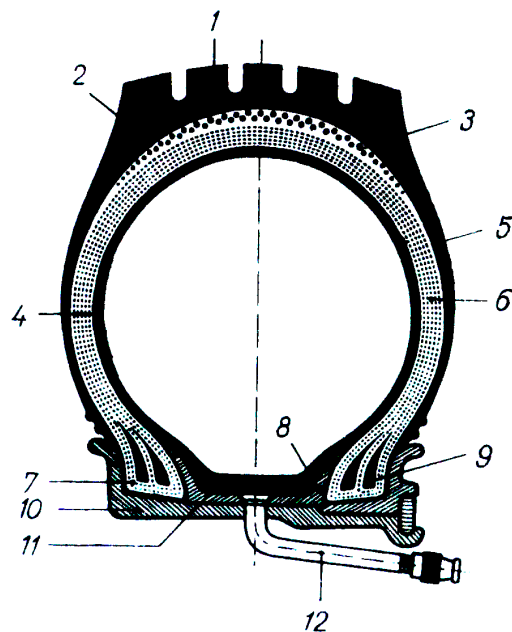
Z geometrického hľadiska tvorí pneumatika uzavretý prstenec – toroid. Z hľadiska mechanického je to tlaková nádoba, ktorej steny tvorí pružná membrána. Štrukturálne je pneumatika zložitý systém s vysokými parametrami. Nakoniec z chemického hľadiska je pneumatika vyrobená predovšetkým zo sieťovaných a nezosieťovaných makromolekulárnych materiálov a ocelí (Marcin – Zítek, 1985).

Pneumatiky a brzdy sú vôbec najvýznamnejšími konštrukčnými prvkami, pokiaľ ide o komplex aspektov spojených s jazdnou bezpečnosťou. Z obidvoch prvkov sú pneumatiky zrejme dôležitejšie, lebo výsledný účinok brzd je na nich bezprostredne závislý. Je dobré vedieť, aký zložitý výrobok moderná pneumatika predstavuje (Vlk, 2006).

Pneumatika je vzduchom plnená pružná súčasť dopravných prostriedkov. Má obvykle tvar toroidu a je nasadená na vonkajšom obvode kolesa. Zaisťuje prenos síl medzi kolesami a vozovkou a pôsobí hlavne ako prvotné odpruženie. Vo vnútri pneumatiky býva duša, ale používajú sa často aj bezdušové pneumatiky. Najbežnejším materiálom pre výrobu pneumatík je vulkanizovaná guma (<http://sk.wikipedia.org/wiki/Pneumatika>).

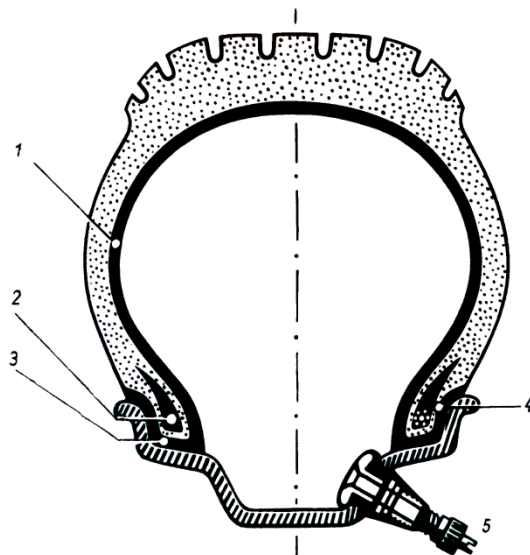
1.2.2 Časti pneumatiky

Rez pneumatiky na obr. 1 a 2 ukazuje jednotlivé jej časti detailne.



Obr. 1 Rez pneumatiky s dušou

1 – behúň, 2 – rameno, 3 – nárazník, 4,11 – duše, 5 – bočnica, 6 – kostra plášt'a,
7 – pätká, 8 – ochranná vložka, 9 – laná, 10 – ráfik, 12 – ventil



Obr. 2 Rez bezdušovej pneumatiky

1 – vnútorná gumená tesniaca vrstva, 2 – oceľové lano, 3 – gumená tesniaca vrstva
pätky, 4 – pätká, 5 – ventil s gumeným tesnením

Plášť pneumatiky

Plášť je pružná vonkajšia časť pneumatiky, ktorá prichádza do styku s vozovkou a svojou pätnou časťou dosadá na ráfik. Skladá sa z kostry zhotovenej z pogumovaných kordových vložiek, ktorá je zakončená pätkou obsahujúcou oceľové laná, ďalej z nárazníkov tvoriacich prechod medzi kostrou a behúňom, z behúňa a bočnice. U bezdušových pneumatík, je duša nahradená gumenou tesniacou vrstvou, ktorá zabraňuje úniku vzduchu.

Jednotlivé časti plášťa majú pre funkciu pneumatiky svoju špecifickú dôležitosť. Preberieme ju podrobne v tomto poradí:

- behúň so vzorom,
- nárazník,
- kostra,
- bočnica.

Behúň je vrstva gummy na vonkajšom obvode plášťa, opatrená z pravidla vzorom (dezénom), ktorá prichádza do styku s vozovkou. Hlavnou funkciou behúňa je prenášať hnaciu silu vozidla na vozovku, ďalej zlepšovať záberový moment pneumatiky a jej adhéziu k vozovke a zvyšovať účinnosť brzdového systému. Hrúbka behúňa má vplyv na tepelný stav pneumatiky, lebo teplo, ktoré vzniká vplyvom hysterézných pochodov v plášti pneumatiky, je odovzdávané k povrchu, tj. do behúňa a bočnice. Tiež v behúni vzniká teplo a je jasné, že najvýhodnejšie by bol behúň čo najtenší. Preto sa konštruktéri pneumatík snažia dosiahnuť toho, aby hrúbka stien plášťa i behúňa mohla byť čo najmenšia. Hrúbka behúňa je však určovaná predovšetkým hĺbkou drážky dezénu, ktorá ovplyvňuje životnosť pneumatiky, a potrebnou hrúbkou materiálu pod drážkou, k zaisteniu stability dezénových figúr a ku zvýšeniu odolnosti gummy pod drážkou proti praskaniu. Obvykle sa hrúbka behúňa volí tak, že drážka tvorí asi 60% a hmota pod behúňom asi 40% (Marcín, 1976).

Typy dezénov sú tri a líšia sa nielen vzhľadovo, ale aj spôsobom použitia:

Symetrický – pneu je možné na vozidle akokoľvek meniť a otáčať (Brillantis)





Smerový – pri montáži je nutné dodržiavať smer otáčania, je vyznačený šípkou na bočnici pneumatiky (g-force Profiler)



Asymetrický – pri montáži je nutné dodržiavať správne umiestnenie vonkajšej a vnútornej strany, označené na bočnici pneumatiky ako „outside“ a „inside“ (Premium contact)



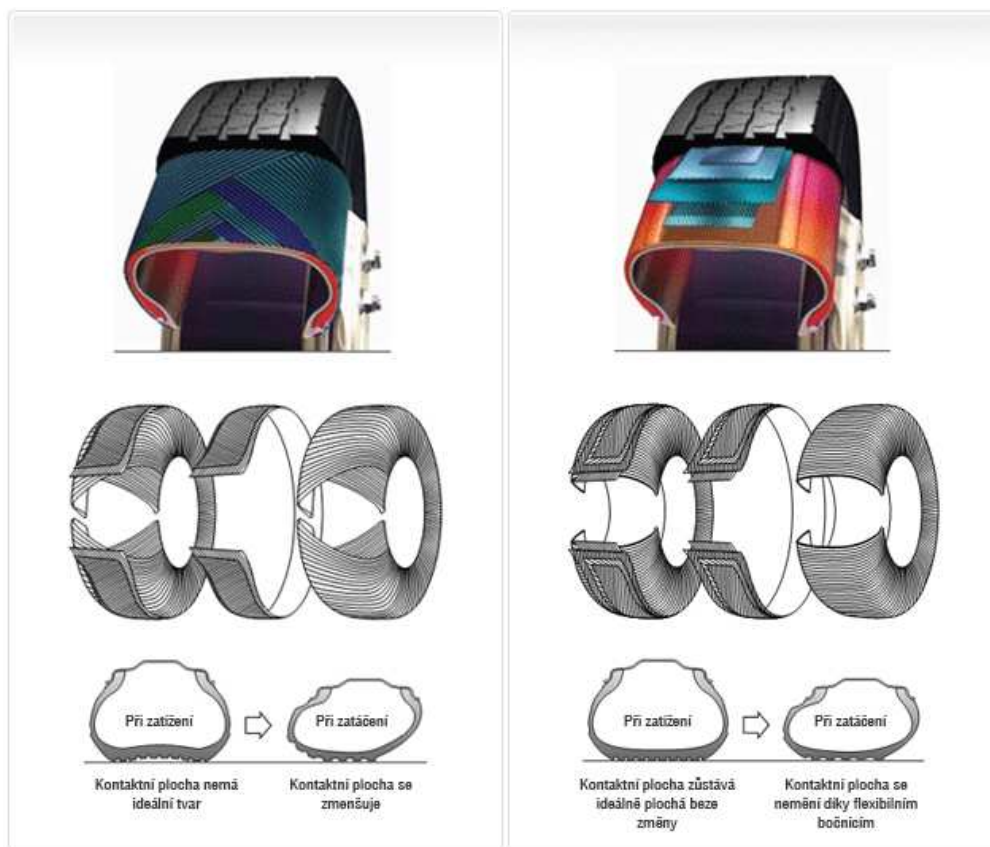
Obr.3 Prierez pneumatikou(Dunlop SP Sport 9000)

- 1 – vodivá behúňova zmes
- 2 – el. vodivý pás Base Pen
- 3- vrchný behún s materiálom silika
- 4 – nekonečný bezšvový nylonový pás – JLB 
- 5 – kostra pneu tvorená pomocou PSP Beta Teorie
- 6 – 1. ocelový nárazník
- 7 – 2. ocelový nárazník
- 8 – aramidový výstužný pás
- 9 – výplň pätky – Apex
- 10 – MFS ochrana ráfikov z ľahkých zliatin 

(<http://www.az-pneu.sk/rady-informacie>)

Nárazník je časť plášťa tvoriaca prechod medzi behúňom a kostrou plášťa. K jeho výrobe sa používajú rôzne druhy materiálov. U diagonálnych plášťov býva zhotovený z obdobných kordov ako kostra. Nárazník zlepšuje dynamické spojenie medzi kostrou a behúňom a súčasne zvyšuje odolnosť kostry pneumatiky proti prierazu. Úlohou nárazníka u radiálnych pneumatík je predovšetkým stabilizovať behúň v obvodovom smere obmedzovaním nežiaduceho pohybu jednotlivých partií behúňa. Aby mohol túto funkciu plniť, musí byť nárazník radiálnych pneumatík vyrobený z vhodných materiálov s veľkým modulom. Najlepšie sa pre tento účel hodia kordy oceľové. V praxi sa však pre nárazníky radiálnych pneumatík používajú taktiež kordy viskózové a v niektorých prípadoch i kordy sklenené.

Kostra plášťa je časť plášťa tvorená kordovými vložkami zakotvenými okolo lán. Určuje radu najdôležitejších vlastností pneumatiky, medzi ktoré patrí predovšetkým nosnosť pneumatiky, jej tvar a jazdné vlastnosti. Vlastnosti kostry plášťa závisí na druhu použitých kordov a konštrukcii, ktorá bola pre plášť zvolená. U diagonálnych pneumatík rozhoduje o kvalite kostry a predovšetkým o jej pevnosti pevnosť použitých kordov, hustota dostavy kordovej tkaniny, počet kordových vložiek a uhol, ktorý spolu zvierajú kordové nite vo dvoch susedných vložkách. Počet vložiek býva spravidla párny a jednotlivé nite zvierajú s obvodovou kružnicou uhol 32 až 40°. U radiálnych pneumatík sú pevnostné vlastnosti závislé na kvalite kordov, na počte vložiek v kostre plášťa a na konštrukcii nárazníku. Kordové nite jednotlivých vložiek v kostre plášťa radiálnej pneumatiky sú kladené v smere kolmom na obvodovú kružnicu, teda najkratším smerom od pätky k pätke (Marcin, 1976).



Obr. 4 Konštrukcia diagonálnej (vľavo) a radiálnej (vpravo) pneumatiky
 (<http://www.hankookpneu.cz/web/?p=clanky/typy-pneumatik>)

Pätka plášt'a je zosilnená časť plášt'a, dosadajúca na ráfik. Vytvára sa ohnutím kordových vložiek okolo pätných lán. Vo zvlukanizovanom plášti pneumatiky tvoria potom pogumované kordy s oceľovým lanom tuhý systém a umožňujú pevné ukotvenie plášt'a na ráfik.



Obr.5 Pätka plášt'a

Bočnica plášt'a chráni bočnú časť kostry plášt'a pneumatiky pred mechanickým poškodením a atmosférickými vplyvmi. Vyrába sa z páskov zo špeciálnej kaučukovej zmesi, ktorá sa pri konfekcii plášt'a kladie na kostru symetricky po obidvoch stranách behúňa. Veľmi nebezpečným a nevítaným javom je „starnutie“ bočnice vplyvom vzdušného kyslíku resp. ozónu a vplyvom okolitej atmosféry. Škody, ktoré takto vznikajú, sú značné a snahou pneumatikárenských chemikov je zabrániť im. Jednou z ciest, ako to dosiahnuť, je použitie prísad, ktoré viažu vzdušný kyslík a chránia tak gumu bočnice pred starnutím.

Duša je súčasťou pneumatík, ktorej úlohou je udržiavať v plášti vzduch. I keď veľká časť pneumatík, hlavne pre osobné automobily, sa vyrába v prevedení bezdušovom, má duša u značnej časti týchto výrobkov stále dôležitú úlohu.

Duša musí mať predovšetkým tieto vlastnosti:

- pevnosť,
- nepriedušnosť,
- dostatočne dlhú životnosť.

Pre zaistenie dobrej pevnosti duše sa musia na jej výrobu používať kvalitné kaučukové zmesi, ktorých základom je butyl kaučuk s výbornou nepriedušnosťou.

Ventil je kovový alebo gumovo kovový dielec slúžiaci k husteniu bezdušovej pneumatiky alebo duše a k vypusteniu vzduchu z nich a bezpečne zaisťujúci udržanie tlaku vzduchu v pneumatike pri prevádzkových podmienkach. Ventil teda musí byť konštruovaný tak, aby tesnil a pritom umožňoval rýchle nahustenie plášt'a na predpísaný tlak. Plášte pneumatík pre osobné vozidlá majú kovové ventily kombinované s gumovou tesniacou vrstvou, zatiaľ čo u plášťov pneumatík nákladných automobilov sa používajú ventily celokovové.

1.2.3 Funkcie pneumatiky

Pneumatiky sú jediným spojením automobilu s vozovkou, a z toho dôvodu musia mať celú radu funkcií.

Vedenie smeru: Pneumatiky vedú vozidlo presne, bez ohľadu na stav povrchu alebo klimatické podmienky. Stabilita vozidla závisí na tom, ako pneumatiky dokážu držať stopu. Pneumatika musí vydržať priečne sily, bez toho aby vozidlo opustilo svoju trajektóriu. Väčšinou má každý automobil na každej náprave v pneumatikách iný tlak. Dodržaním správneho rozdielu tlaku na prednej a zadnej náprave dosiahneme ideálnu smerovú stabilitu vozidla.

Nesenie záťaže: Pneumatiky sú oporou vozidla nielen pri jazde, ale aj keď vozidlo stojí na mieste. Okrem toho musia byť stále schopné odolať značnému presunu záťaže pri akcelerácii a brzdení. Pneumatika osobného automobilu nesie viac než päťdesiatnásobok vlastnej hmotnosti.

Tlmenie: Pneumatiky pohlcujú nárazy pri prejazde cez prekážky a chránia vozidlo pred ďalšími nerovnosťami na vozovke. Tým zaisťujú vodičovi i cestujúcim pohodlie a prispievajú k predĺženiu životnosti vozidla. Hlavnou vlastnosťou pneumatiky je jej výnimočná, predovšetkým vertikálna pružnosť. Vďaka skvelej elasticite vzduchu, ktorým je naplnená sa môže pneumatika prispôbovať prekážkam a nerovnostiam terénu. Správny tlak v pneumatike potom zaručuje vysokú úroveň komfortu pri zachovaní dobrých riadiacich vlastností.

Valivý pohyb: Čím sa pneumatiky odvalujú rovnomernejšie, istejšie a s nižším valivým odporom, tým je väčší pôžitok vodiča z jazdy a nižšia spotreba paliva.

Prenos výkonu: Pneumatiky prenášajú výkon: úžitkový výkon motoru, brzdnu silu. Úroveň prenosu výkonu je daná kvalitou niekoľkých štvorcových centimetrov v kontakte so zemou.

Životnosť: Pneumatiky majú veľkú životnosť inými slovami, aj po miliónoch otáčok kolesa si zachovávajú dostatočný výkon. Opotrebenie pneumatiky samozrejme závisí na podmienkach jej použitia (záťaž, rýchlosť, stav povrchu vozovky, stav vozidla, spôsob jazdy atď.), ale z veľkej časti tiež na kvalite kontaktu so zemou. Dôležitú úlohu preto zohráva tlak v pneumatike. Má vplyv na:

- veľkosť a tvar styčnej plochy,
- rozloženie tlaku na rôznych miestach pneumatiky pri kontakte so zemou (Vlk, 2006).

Jednotlivé funkčné požiadavky nie sú zoradené podľa dôležitosti. Pneumatika ich musí v uspokojivej miere spĺňať všetky. Súbor týchto nevyhnutných predpokladov spĺňa práve len pneumatika. Je to dané predovšetkým jedinečnou deformovateľnosťou a tlmiacimi charakteristikami štruktúry pneumatiky (Marcín – Zítek, 1985).

Označenie pneumatík pre osobné automobily sa podľa predpisu EHK R-30 skladá z týchto údajov:

- menovitá šírka pneumatiky v mm,
- profilové číslo pneumatiky (pomer výšky k šírke v %),
- označenie konštrukcie (R = radiálna, „ _ „ = diagonálna),
- menovitý priemer ráfiku v palcoch alebo v mm,
- index nosnosti a kategórie rýchlosti.



Obr.6: Pneumatika Dunlop 205/55 R16 91W

- 205** – Šírka pneumatiky v milimetroch
- 55** – Profilové číslo - pomer výška / šírka Pneumatiky v %
- R** – Konštrukcia pneumatiky(R = radiálna, D = diagonálna, B = bias belted)
- 16** – Priemer ráfiku v palcoch
- 91W** – Indexy záťaže a rýchlosti (LI-SI)

Skratky pneumatík:

DOT – týždeň a rok výroby pneumatiky

MO – homologácia na Mercedes Benz

NO – homologácia na Porsche

* – homologácia na BMW

F – homologácia na Fiat

FR, MFS – zosilnená ochrana ráfikov

RF, XL – zosilnená bočnica (zosilnený index nosnosti)

OWL – biele nápisy na bokoch pneumatiky

RBL – vystúpené písmená na bokoch pneumatiky

A/T – all terrain

AW – all weather – celoročné

MS – označenie zimných pneumatík (v preklade Mud and Snow – blato a sneh)

MS – v niektorých prípadoch sa u letných a offroad pneumatík môže toto označenie tiež nájsť na boku pneumatiky (väčšinou u čínskych alebo kórejských výrobcov) s tým, že v tom prípade sa jedná o pneumatiku pre letné použitie.

Tab.1: Index rýchlosti pneumatík (maximálna rýchlosť)

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

Tab.2: Index záťaže pneumatík (maximálna nosnosť)

| LI | Hmotnosť 1 koleso | Hmotnosť vozidla |
|----|----------------------|---------------------|
| 50 | 190 kg | 634 kg |
| 51 | 195 kg | 650 kg |
| 52 | 200 kg | 667 kg |
| 53 | 206 kg | 687 kg |
| 54 | 212 kg | 707 kg |
| 55 | 218 kg | 727 kg |
| 56 | 224 kg | 747 kg |
| 57 | 230 kg | 767 kg |
| 58 | 236 kg | 787 kg |
| 59 | 243 kg | 810 kg |
| 60 | 250 kg | 834 kg |
| 61 | 257 kg | 857 kg |
| 62 | 265 kg | 884 kg |
| 63 | 272 kg | 907 kg |
| 64 | 280 kg | 934 kg |
| 65 | 290 kg | 967 kg |
| 66 | 300 kg | 1000 kg |
| 67 | 307 kg | 1024 kg |
| 68 | 315 kg | 1050 kg |
| 69 | 325 kg | 1084 kg |
| 70 | 335 kg | 1117 kg |
| 71 | 345 kg | 1150 kg |
| 72 | 355 kg | 1184 kg |
| 73 | 365 kg | 1217 kg |
| 74 | 375 kg | 1250 kg |
| 75 | 387 kg | 1290 kg |
| 76 | 400 kg | 1334 kg |
| 77 | 412 kg | 1374 kg |
| 78 | 423 kg | 1417 kg |
| 79 | 437 kg | 1457 kg |

| LI | Hmotnosť 1 koleso | Hmotnosť vozidla |
|-----|----------------------|---------------------|
| 80 | 450 kg | 1500 kg |
| 81 | 462 kg | 1540 kg |
| 82 | 475 kg | 1584 kg |
| 83 | 487 kg | 1624 kg |
| 84 | 500 kg | 1667 kg |
| 85 | 515 kg | 1717 kg |
| 86 | 530 kg | 1767 kg |
| 87 | 545 kg | 1817 kg |
| 88 | 560 kg | 1867 kg |
| 89 | 580 kg | 1934 kg |
| 90 | 600 kg | 2000 kg |
| 91 | 615 kg | 2050 kg |
| 92 | 630 kg | 2100 kg |
| 93 | 650 kg | 2167 kg |
| 94 | 670 kg | 2234 kg |
| 95 | 690 kg | 2300 kg |
| 96 | 710 kg | 2367 kg |
| 97 | 730 kg | 2434 kg |
| 98 | 750 kg | 2500 kg |
| 99 | 775 kg | 2584 kg |
| 100 | 800 kg | 2667 kg |
| 101 | 825 kg | 2750 kg |
| 102 | 850 kg | 2834 kg |
| 103 | 875 kg | 2917 kg |
| 104 | 900 kg | 3000 kg |
| 105 | 925 kg | 3084 kg |
| 106 | 950 kg | 3167 kg |
| 107 | 975 kg | 3250 kg |
| 108 | 1000 kg | 3334 kg |
| 109 | 1030 kg | 3434 kg |

| LI | Hmotnosť 1 koleso | Hmotnosť vozidla |
|-----|----------------------|---------------------|
| 110 | 1060 kg | 3534 kg |
| 111 | 1090 kg | 3634 kg |
| 112 | 1120 kg | 3734 kg |
| 113 | 1150 kg | 3834 kg |
| 114 | 1180 kg | 3934 kg |
| 115 | 1215 kg | 4050 kg |
| 116 | 1250 kg | 4167 kg |
| 117 | 1285 kg | 4284 kg |
| 118 | 1320 kg | 4400 kg |
| 119 | 1360 kg | 4534 kg |
| 120 | 1400 kg | 4667 kg |
| 121 | 1450 kg | 4834 kg |
| 122 | 1500 kg | 5000 kg |
| 123 | 1550 kg | 5167 kg |
| 124 | 1600 kg | 5334 kg |
| 125 | 1650 kg | 5500 kg |
| 126 | 1700 kg | 5667 kg |
| 127 | 1750 kg | 5834 kg |
| 128 | 1800 kg | 6000 kg |
| 129 | 1850 kg | 6167 kg |
| 130 | 1900 kg | 6334 kg |
| 131 | 1950 kg | 6500 kg |
| 132 | 2000 kg | 6667 kg |
| 133 | 2060 kg | 6867 kg |
| 134 | 2120 kg | 7067 kg |
| 135 | 2180 kg | 7267 kg |
| 136 | 2240 kg | 7467 kg |
| 137 | 2300 kg | 7667 kg |
| 138 | 2360 kg | 7867 kg |
| 139 | 2430 kg | 8100 kg |

(<http://www.az-pneu.sk/rady-informacie>)

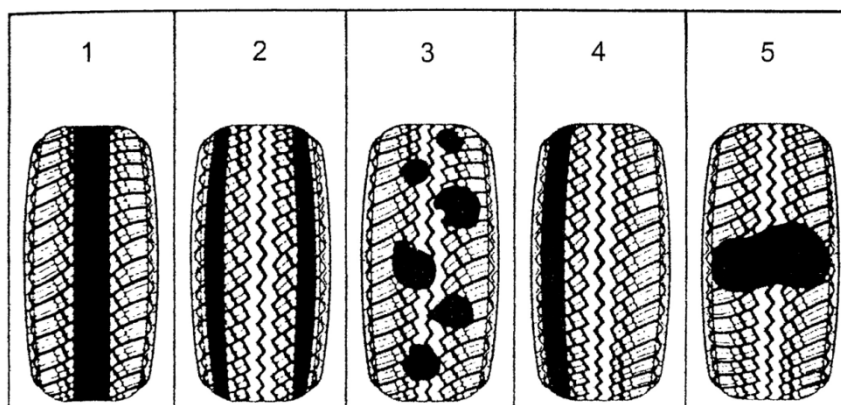
Doporučené hustenie pneumatík

Aby pneumatiky na vozidle správne fungovali a dlho vydržali je nutné dodržiavať správne hustenie na predpísaný tlak. Pneumatiky na rovnakej náprave musia mať vždy rovnaký tlak. Tlak meriate vždy za studena, najlepšie pred jazdou, kedy pneumatiky ešte nie sú zahriate. Úbytok tlaku je pre vaše obutie škodlivejší než prehustenie. Pri strate tlaku o 10% dochádza k zvýšeniu spotreby a zníženiu životnosti pneumatiky až o 10%. Tlak nižší o 30% môže spôsobiť zníženie životnosti pneumatiky až o polovicu.

Možné závady pneumatík

Uvádzame možné závady pneumatík, pri nesprávnom dodržiavaní tlakov hustenia, alebo pri závadách na podvozku:

- ojazdené kraje behúňa - veľmi nízky tlak,
- ojazdený stred behúňa - veľmi vysoký tlak, pneumatika pri prehustení získa balónovitý tvar,
- ojazdený jeden kraj behúňa - najčastejšia príčina je zlé nastavenie geometrie,
- opotrebované rôzne miesta - pneu je "zubaté", "oskákane", signalizuje závalu tlmičov,
- opotrebované jedno miesto - pri prebrzdení, šmyku,
- pozdĺžne drážky a ryhy - hlavne v zime, pri prešmykovaní, hrabaní, kedy jedno koleso stojí a druhé sa pretáča (<http://www.az-pneu.sk/rady-informacie>).



Obr. 7: Príčiny opotrebenia pneumatík: 1 – vysoké nahustenie alebo prudké rozbíhanie, 2 – nízke hustenie, 3 – vadný tlmič, 4 – nesprávna geometria kolesa, 5 – prudké brzdenie (zablokovanie kolesa) (Vlk, 2006)

1.3 Brzdy

Brzdové zariadenie je kombinácia častí, ktorých funkciou je postupné znižovanie rýchlosti idúceho vozidla alebo jeho zastavenie alebo jeho udržanie v nehybnom stave, ak je už vozidlo zastavené; tieto funkcie sú špecifikované ďalej v bode 5.1.2. Zariadenie sa skladá z ovládacieho orgánu (ovládača), z prevodu brzdy a z vlastnej brzdy (EHK č. 13).

Podstatou činnosti brzd je vyvolať trenie medzi časťami, ktoré sa otáčajú spolu s pojazdvými kolesami, a medzi nepohyblivými časťami. Pohybová energia sa v brzdách mení na teplo, a preto sa brzdy pri prevádzke zahrievajú. Pretože činnosť brzd má priamu súvislosť s bezpečnosťou prevádzky, brzdy všetkých vozidiel musia vyhovovať platným predpisom o technických podmienkach (vyhláška 41/1984 Zb.). Okrem brzdového zariadenia musí sa dať na vozidle využiť na spomalenie jazdy brzdiaci účinok motora (brzdenie motorom). Brzdy prívesu musia byť usporiadané tak, aby sa príves pri odpojení od ťažného vozidla pri jazde sám automaticky zabrzdil (Kulhánek, 1997).

1.3.1 Funkcie brzdového zariadenia

Brzdové zariadenie musí spĺňať nasledujúce funkcie:

Prevádzkové brzdenie

Prevádzkové brzdenie musí umožňovať ovládanie pohybu vozidla a jeho zastavenie bezpečným, rýchlym a účinným spôsobom, bez ohľadu na rýchlosť, zaťaženie a veľkosť sklonu stúpaním alebo klesaním svahu. Jeho účinok musí byť odstupňovateľný. Vodič musí byť schopný vykonať toto brzdenie zo svojho miesta sedenia, bez toho aby sňal ruky z ovládacieho orgánu riadenia.

Núdzové brzdenie

Núdzové brzdenie musí umožňovať zastavenie vozidla v primeranej vzdialenosti v prípade zlyhania prevádzkového brzdenia. Musí byť odstupňovateľné. Vodič musí byť schopný vykonať toto brzdenie zo svojho miesta sedenia bez toho aby sňal ruky z ovládacieho orgánu riadenia. Pre účely tohto ustanovenia sa pripúšťa, že súčasne sa nemôže vyskytovať viac než jedna porucha v prevádzkovom brzdovom systéme.

Parkovacie brzdenie

Parkovacie brzdenie musí umožňovať udržať vozidlo v nehybnom stave na stúpajúcom alebo klesajúcom svahu aj v neprítomnosti vodiča, pričom brzdiace súčasti musia byť udržiavané v polohe pre zabrzdzenie mechanickým zariadením. Vodič musí mať možnosť vykonať toto brzdenie zo svojho miesta sedenia (EHK č. 13).

1.3.2 Rozdelenie brzd

Brzdy možno rozdeliť podľa viacerých hľadísk.

Podľa spôsobu použitia pri prevádzke sú brzdy:

- prevádzkové,
- pomocné (núdzové a zaisťovacie).

Podľa spôsobu ovládania sú brzdy:

- ručné,
- nožné,
- samočinné.

Podľa konštrukcie brzdového ústrojenstva sú brzdy:

- čelúšťové (bubnové),
- pásové,
- kotúčové.

Podľa umiestenia brzdového ústrojenstva (miesta účinku) sú brzdy:

- kolesové,
- prevodové,
- motorové.

Podľa pôvodu sily ovládajúcej brzdové ústrojenstvo sú brzdy:

- priamočinné,
- strojové (servobrzd),
- polostrojové (so zosilňujúcim účinkom).

Podľa prenosu sily na brzdové ústrojenstvo sú brzdy:

- mechanické,
- kvapalinové,
- priebežné.

Brzdy podľa prevádzkového použitia

Prevádzková brzda ovláda vozidlo pri jazde. Obsluhuje sa pedálom a pôsobí zväčša na všetky kolesá vozidla alebo aj na celé súpravy vozidiel. Pri traktoroch pôsobí len na zadné hnacie kolesá.

Pomocná brzda sa používa ako záloha pri zlyhaní prevádzkovej brzdy (núdzová) a zaisťuje stojace vozidlo, aby sa samovoľne nerozbehlo (zaist'ovacia). Obsluhuje sa obyčajne ručnou pákou, ktorá má rohatkový segment a západku, aby sa zaistila v zabrzdenej polohe. Niektoré automobily a traktory majú namiesto páky výsuvnú rúčku (ťahadlo). Na tyči ťahadla sú šikmé ozuby, o ktoré sa opiera západka úložná vo vedení ťahadla.

Brzdy podľa spôsobu ovládania

Ručná brzda sa ovláda pákou alebo ťahadlom.

Nožná brzda sa ovláda pedálom.

Samočinná brzda je napríklad nájazdová brzda prívesu. Brzdíaci účinok vyvolá sila, ktorou sa snaží príves tlačiť ťažné vozidlo pri jazde zo svahu. Táto brzda sa používa pomerne zriedkavo (Kulhánek, 1997).

Brzdy podľa konštrukcie brzdového ústrojenstva

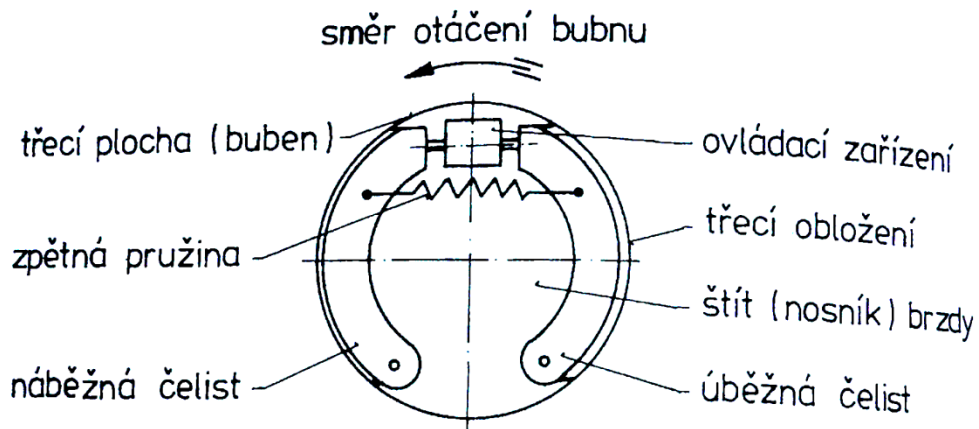
Bubnové brzdy

Schematické znázornenie bubnovej brzdy je na obr.8. Otáčajúca sa časť je bubon, ktorého vnútorný valcový povrch tvorí treciu plochu. Pri brzdení sú na túto plochu pritláčané brzdové čeľuste s trecím obložením, ktoré sú umiestnené vo vnútornom priestore bubna (preto sa tieto brzdy nazývajú tiež brzdy s vnútornými čeľušťami). Radiálne pritlačenie čeľustí na treciu plochu zabezpečuje tzv. ovládacie zariadenie, ktoré pôsobí na jednom konci každej čeľuste.

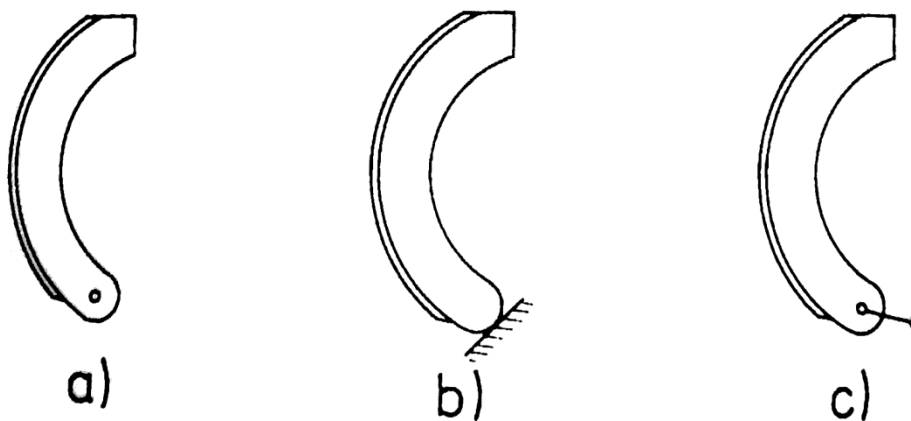
Podľa spôsobu uloženia druhého konca rozoznávame čeľuste:

- otočné, ktoré sú otočne uložené na čape, majú teda pevný otočný bod a 1^o voľnosti pohybu,

- voľné, ktoré sú opreté o opornú plochu (kolmú alebo šikmú) a nazývajú sa plávajúce čeľuste, alebo uložené pomocou výkyvnej vzpery na čape a nazývajú sa nakotvené čeľuste, nemajú teda pevný otočný bod a majú 2^o voľnosti pohybu.



Obr. 8 Schéma bubnovej brzdy



Obr.9 Uloženie čelustí: a) otočná čelist', b) voľná plávajúca, c) voľná nakotvená

Podľa zmyslu momentu obvodovej trecej sily vzhľadom k uloženiu rozlišujeme čelist':

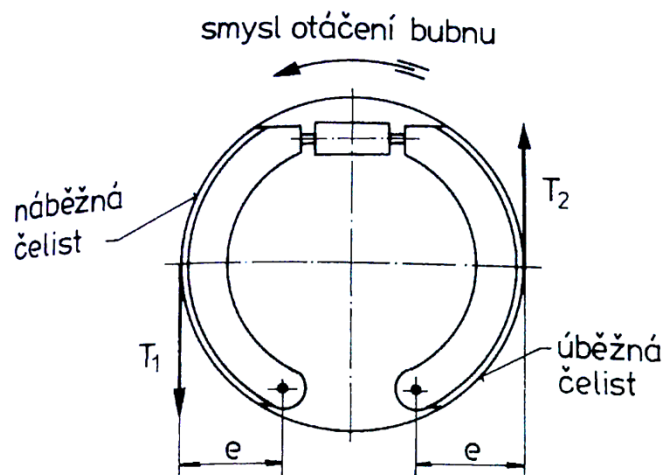
- nábežná, u ktorej moment trecej sily T_1 . e zvyšuje jej prítlak na treciu plochu bubna (tzn. posilňujúci účinok nábežnej čelusti),
- úbežná, u ktorej tento moment znižuje jej prítlak na treciu plochu.

Druhy bubnových brzd

Podľa spôsobu uloženia a ovládanie čelustí rozoznávame tri základné typy bubnových brzd:

- a) jednoduchá brzda (simplex) – má jednu nábežnú a jednu úbežnú čelusť; k pritláčaniu oboch čelustí slúži jedno spoločné ovládacie zariadenie,
- b) dvojnábežná brzda (duplex) – má obe čeluste nábežné (pri jazde dopredu); k pritláčaniu každej čeluste slúži samostatné ovládacie zariadenie,
- c) brzda so spriahnutými čelustami (servo) – reakcia uloženia primárnej (nábežnej) čeluste sa prenáša rozperným čapom na sekundárnu čelusť, čím na nej vznikne pritlačná sila väčšia ako ovládacia sila a táto čelusť pracuje tiež ako nábežná s väčším účinkom v porovnaní s primárnou čelustou; k pritláčaniu oboch čelustí slúži jedno spoločné ovládacie zariadenie.

Pretože brzdný moment dvojnábežnej brzdy pri jazde dozadu je asi trikrát menší v porovnaní s jazdou dopredu (pri cúvaní pracujú obe čeluste ako úbežné), používa sa niekedy dvojnábežná brzda obojsmerná (duo-duplex). Z rovnakých dôvodov sa niekedy používa tiež obojsmerná brzda s spriahnutými čelustami (duo-servo).



Obr.10 Druhy čelustí podľa zmyslu pôsobenia trecieho momentu:

- nábežná čelusť,
- úbežná čelusť.

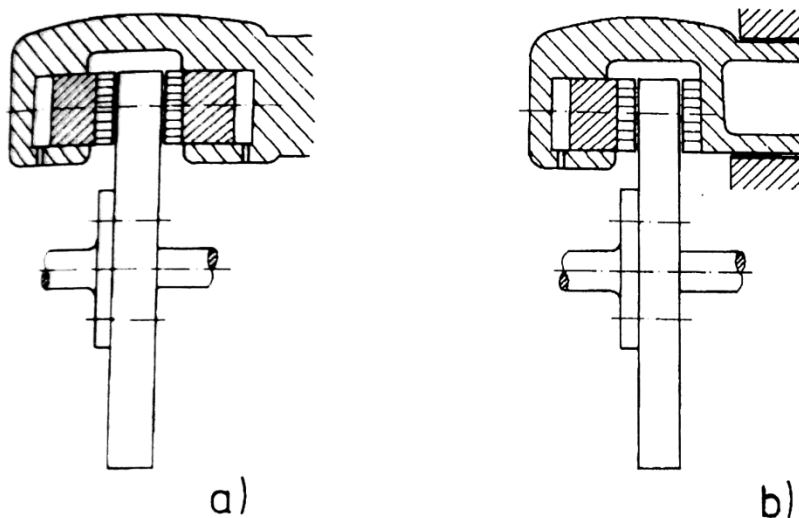
Kotúčové brzdy

Schematické znázornenie kotúčovej brzdy je na obr.11. Otáčajúcou časťou je v tomto prípade kotúč, ktorého boky tvoria trecie plochy. Pri brzdení sú pomocou ovládacieho zariadenia prtláčané na tieto trecie plochy dosky s trecím obložením.

Druhy kotúčových bŕzd

Podľa spôsobu ovládania rozlišujeme tieto druhy kotúčových bŕzd:

- a) kotúčová brzda s pevným strmeňom,
- b) kotúčová brzda s voľným (plávajúcim) strmeňom,
- c) kotúčová brzda s výkyvným strmeňom.

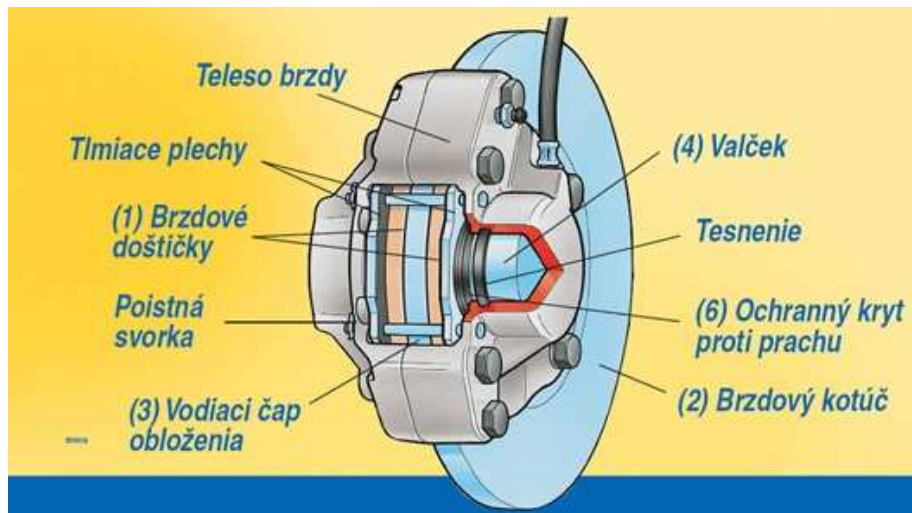


Obr.11 Druhy kotúčových bŕzd: a) s pevným strmeňom, b) s voľným strmeňom

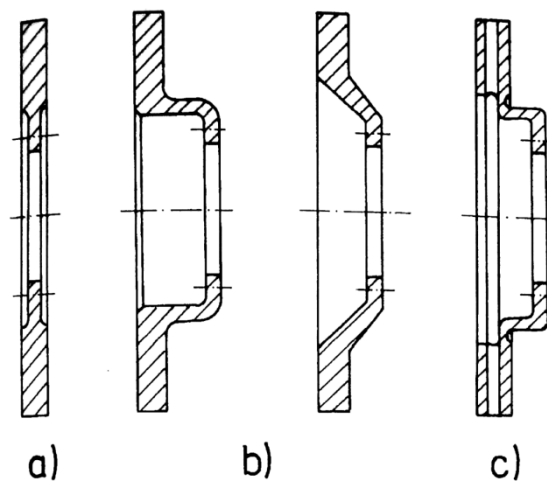
Konštrukcia kotúčových bŕzd

Na obr.12 až obr.14 je niekoľko príkladov konštrukčného riešenia brzdového kotúča. Plochý kotúč je najjednoduchší, má však radu nedostatkov (ľahšie sa rúcajú, cesta priechodu tepla k ložiskám kolesa je pomerne krátka, takže ložiská sa viacej zahrievajú). Hrncový tvar tieto nedostatky odstraňuje. Pre účinnejšie chladenie majú kotúče duté priestory s radiálne usporiadanými kanálkami (tzv. kotúče s vnútorným chladením). Brzdové kotúče sa vyrábajú obvykle z legovanej šedej liatiny alebo z oceľoliatiny. Akosť povrchu kotúča má značný vplyv na opotrebenie trecieho

obloženia, a preto sú trecie plochy kotúča brúsené. Kotúč je prírubou uchytený k náboju kolesa obvykle skrutkami (niekedy priamo kolesovými skrutkami) (Vlk, 2006).



Obr.12 Časti kotúčovej brzdy(<http://www.premio-pneuservis.sk/primo-radi-brzdy.php>)



Obr.13 Príklady prevedenia brzdových kotúčov:

a) plochý kotúč, b) hrncové kotúče, c) odvetraný kotúč (Vlk, 2006)

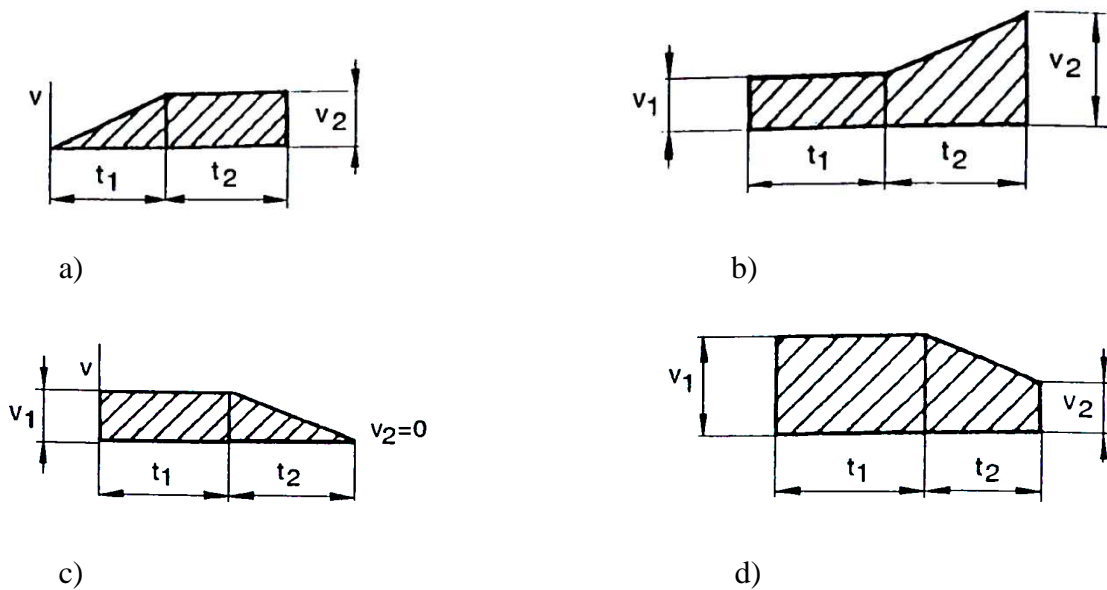


Obr.14 Brzdové kotúče s vnútorným chladením

1.4 Teória jazdy a brzdenie vozidla

Pri jazde vozidla na rovine rovnomernou, alebo rovnomerne zrýchlenou, či spomalenou jazdou, vystačíme na vyjadrenie jej parametrov s elementárnymi vzťahmi. Dráhu s rovnomerne zrýchleného pohybu z nulovej rýchlosti v môžeme vyjadriť nasledovne (obr.15 a):

$$s = \frac{v^2}{2a} \cdot t^1 + v^2 \cdot t^2 = \frac{a}{2} \cdot t_1^2 + v^2 \cdot t^2 = \frac{v_2^2}{2a} + v^2 \cdot t_2 \quad (1)$$



Obr. 15 Niektoré režimy pohybu: a) rozbeh, b) zrýchlenie, c) dojazd, d) spomalenie

Dráhu s rovnomerne zrýchleného pohybu z určitej rýchlosti v_1 vyjadríme nasledovne (obr.15 b):

$$s = v_1 \cdot t_1 + \frac{v_1+v_2}{2} \cdot t_2 = v_1 \cdot (t_1 + t_2) + \frac{v_2-v_1}{2} \cdot t_1 = v_1 \cdot (t_1 + t_2) + \frac{a}{2} \cdot t_2^2 \quad (2)$$

Obdobne môžeme vyjadriť dráhu s , rovnomerne spomaleného pohybu – až do zastavenia (obr.15 c):

$$s = v_1 \cdot t_1 + \frac{v_1}{2} \cdot t_2 = v_1 \cdot t_1 + \frac{a}{2} \cdot t_2^2 = v_1 \cdot t_1 + \frac{v_1^2}{2a} \quad (3)$$

do spomalenia na určitú rýchlosť v_2 (obr.15 d):

$$s = v^1 \cdot t^1 + \frac{v^1+v^2}{2} \cdot t^2 = v^1 \cdot (t^1 + t^2) - \frac{v^1-v^2}{2} \cdot t^2 = v^1 \cdot (t^1 + t^2) - \frac{a}{2} \cdot t_2 \quad (4)$$

Pre konštantnú brzdnú silu F_b platí rovnica

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 = F_b \cdot (s_2 - s_1) \quad (5)$$

1.4.1 Dynamika brzdzenia

Pri brzdení vzniká v ťažisku vozidla zotrvačná sila F_a , ktorej veľkosť v zmysle predchádzajúcej teórie sa rovná brzdnjej sile F_b :

$$F_b - F_a = m \cdot a \quad (6)$$

V tomto zmysle vyjadríme aj dĺžku brzdnjej dráhy $d_s = v \cdot dt$ (aj pre konštantné spomalenie a):

$$s = \int v \cdot dt = \int a \cdot t \cdot dt = \frac{a}{2} \cdot t_2^2 = \frac{v^2}{2a} \quad (7)$$

Dĺžka brzdnjej dráhy s rastie kvadraticky s počiatočnou rýchlosťou vozidla v . Závislosť medzi dĺžkou brzdnjej dráhy s počiatočnou rýchlosťou vozidla v je parabolická.

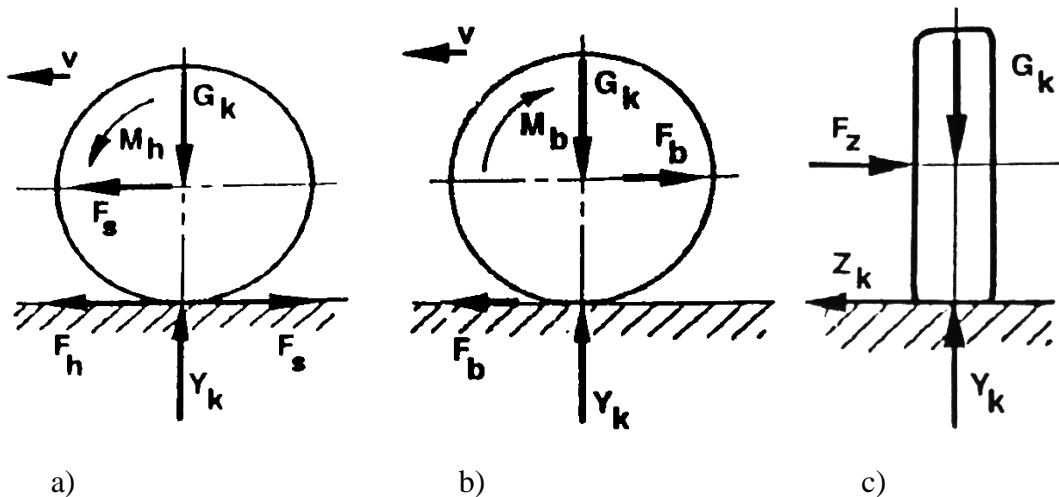
1.4.2 Sily a reakcie pôsobiace na koleso

Zaťaženie kolesa G_k vyvoláva radiálnu reakciu podložky Y_k . Táto podmieňuje možnosť vzniku ďalších síl na kolese.

Ak prenáša koleso hnací moment M_h , ktorý je tvorený dvojicou síl F_s v ložisku kolesa a v styku s podložkou, vzniká tangenciálna reakcia – hnacia sila F_h v smere pohybu kolesa. Sily F_s a F_h v rovine podložky sa vzájomne rušia a zostávajúca súvňá sila F_s v ložisku kolesa je vlastnou súvňou silou, ktorá spôsobuje pohyb kolesa vpred a s ním aj vozidla.

Pri prenose brzdného momentu M_b sú silové pomery opačné. Zostávajúca sila F_b v ložisku kolesa je vlastne brzdnou silou, ktorá spôsobuje brzdzenie vozidla.

Ak pôsobí na koleso bočná sila F_z v osi kolesa vzniká bočná reakcia Z_k , ktorá udržuje vozidlo do určitej veľkosti F_z v pôvodnej stope. Veľkosť bočnej i tangenciálnej reakcie je obmedzená záberovými podmienkami medzi kolesom a podložkou nazývanou tiež adhézia.



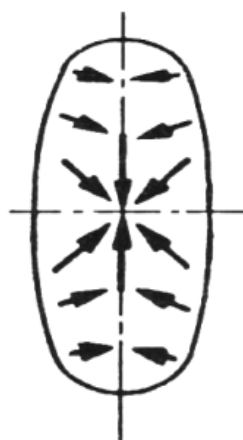
Obr.16 silová schéma kolesa: a) hnaného, b) brzdeného, a c) bočné sily na kolese

1.4.3 Záberové podmienky – adhézia

Styčná plocha pneumatiky s podložkou sa nazýva stopa pneumatiky. Deformáciou pneumatiky v dotykovej ploche vznikajú v stope sily rôznych smerov, ktoré sú navzájom v rovnováhe, ak neprenáša koleso žiadnu tangenciálnu ani bočnú silu. Ak prenáša koleso obvodovú alebo bočnú silu, zmení sa vplyvom deformácie rozloženie síl v stope tak, že výsledná sila je rovná súčtu tangenciálnej a bočnej reakcie. Táto sila sa súhrnne nazýva záberovou alebo adhéznu silou.

Veľkosť záberovej sily tvorí vlastne maximálnu hnaciu silu $F_{h \max}$ alebo brzdnú silu $F_{b \max}$, ktorá je priamoúmerná zaťaženiu kolesa Z_k a súčiniteľu príľnavosti μ (nazývaného tiež súčiniteľom záberu, šmykového trenia i adhézie).

$$F_{h \max} = Y_k \cdot \mu \quad (8)$$



Obr. 17 Sily v stope pneumatiky

Tab.3 Súčiniteľ záberu pneumatiky μ na základných podložkách (Semetko, 1996)

| | |
|--------------------|-----------|
| betón | 0,7 - 1 |
| suchý asfalt | 0,7 - 0,9 |
| mokrý asfalt | 0,3 - 0,7 |
| makadam | 0,5 - 0,7 |
| ujazdená zemina | 0,6 - 0,8 |
| zemina | 0,3 - 0,6 |
| štrk | 0,4 |
| piesok | 0,3 - 0,6 |
| ujazdený sneh | 0,2 |
| zľadovatený povrch | 0,1 |

1.4.4 Účinok brzd

Účinok brzd definuje STN 300550 ako schopnosť znížiť rýchlosť vozidla, prípadne až do úplného zastavenia, udržať určitú rýchlosť vozidla pri jazde zo svahu alebo udržať vozidlo na svahu. Meradlom účinku môže byť:

- brzdná dráha,
- brzdné spomalenie,
- brzdný sklon.

Brzdná dráha je dráha prejdená vozidlom počas brzdenia, t.j. od okamihu, keď vodič začne pôsobiť na mechanizmus brzdy do zastavenia vozidla. Tvorí ju:

s_1 – dráha oneskorenia brzdového účinku, ako výsledok rovnomerného pohybu vozidla pri pôvodnej rýchlosti v_0 (m/s) počas doby zdržania t_1

$$s_1 = v_0 \cdot t_1 \quad (9)$$

s_2 – dráha nábehu brzdovania, ako výsledok rovnomerne spomaleného pohybu vozidla pri začiatkovej rýchlosti v_0

$$s_2 = v_0 \cdot t_2 / 2 \quad (10)$$

kde t_2 je čas nábehu brzdovania

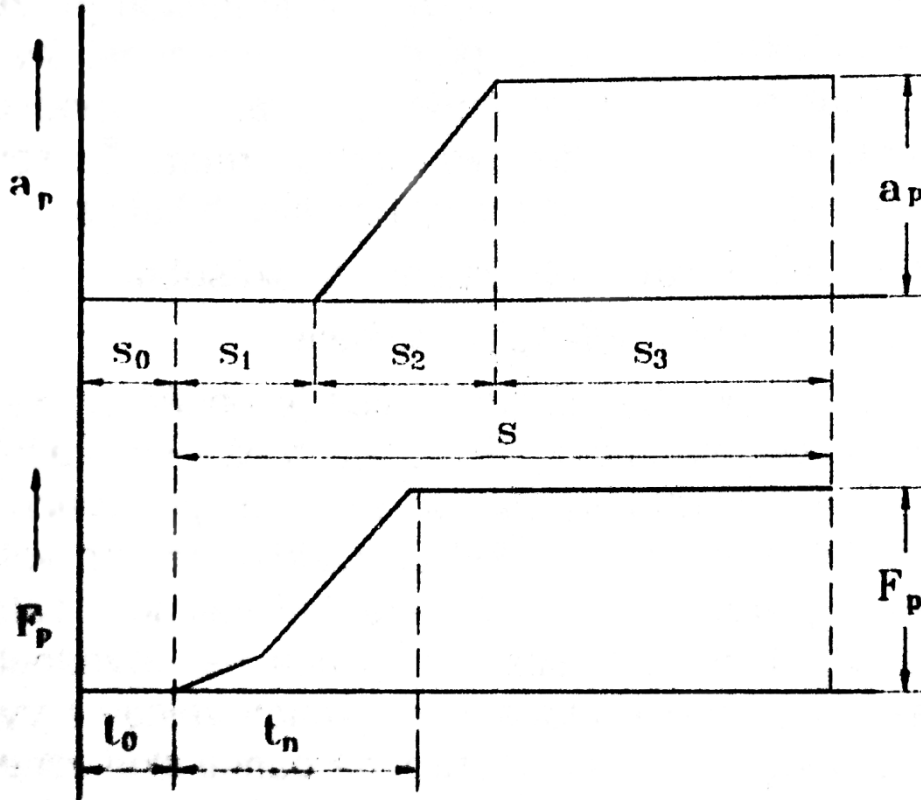
s_3 – dráha plného brzdného spomalenia, ako výsledok rovnomerne spomaleného pohybu pri počiatkovej rýchlosti o niečo menšej ako v_0

$$s_3 = v_0^2 / 2 \cdot a_p \quad (11)$$

kde a_p je plné brzdné spomalenie (m/s^2)

Zo vzťahov potom vyplýva:

$$s = v_0 \cdot (t_1 + t_2 / 2) + v_0^2 / 2 \cdot a_p \quad (12)$$



Obr.17 Schéma priebehu brzdenia: a_p – plné brzdné spomalenie, F_p – plná ovládacia sila, s_0 – dráha reakčnej doby vodiča, s_1 – dráha omeškania brzdového účinku, s_2 – dráha nábehu brzdenia, s_3 – dráha plného brzdného spomalenia, t_0 – reakčná doba vodiča, t_n – čas nábehu ovládacej sily (Balog, 1996).

2 Cieľ práce

Cieľom práce je posúdiť dynamické decelaračné vlastnosti vozidla Volkswagen Golf Variant a pneumatík v prevádzkových podmienkach. Pneumatiky, ktoré budeme testovať budú použité zimné pneumatiky značky Matador Nordica Basic MP52 s rozmermi 185/65 R14 86T a letné pneumatiky značky Barum Bravuris s rozmermi 185-65 R14 86H.

3 Metodika práce

Aby som splnil cieľ svojej bakalárskej práce, postupoval som podľa nasledovnej metodiky práce.

3.1 Oboznámenie sa s problematikou podľa zadávacieho protokolu

3.2 Naštudovanie danej problematiky

3.3 Návrh postupu metodiky merania

3.4 Zohľadnenie požiadaviek meracej metódy

3.5 Návrh jednotlivých častí meracej metódy

3.5.1 Stanovenie rýchlostí

3.5.2 Stanovenie podmienok

3.6 Zabezpečenie mechanických častí potrebných k meraniu

3.6.1 Obutie potrebného druhu pneumatík

3.6.2 Namontovanie XL Metra a nastavenie

3.6.3 Vykolíkovaní úsekov

3.7 Test a skúška správnosti meracieho prístroja

3.8 Experimentálne merania

3.9 Meranie na automobile VW Golf s letnými pneumatikami

3.10 Meranie na automobile VW Golf so zimnými pneumatikami

3.11 Uloženie nameraných údajov do počítača

3.12 Demontáž meracieho reťazca

3.13 Spracovanie a vyhodnotenie nameraných veličín

3.14 Zhodnotenie samotnej práce

4 Vlastná práca

4.1 Zvolenie meracej metódy

Po preštudovaní danej problematiky som v zmysle metodiky práce použil na meranie zrýchlenia resp. spomalenia digitálny merací prístroj XL-Meter™ Pro Alpha.

XL Meter™ Pro Alpha je univerzálny prístroj na meranie zrýchlenia, spomalenia vozidla a taktiež aj dráhy, ktorú vykoná počas merania. Dá sa s ním jednoducho a rýchlo manipulovať. Na použitie stačia štyri tužkové batérie (typ AA). XL Meter bol navrhnutý na zmeranie a zaznamenanie zrýchlenia alebo spomalenia vozidla. Na displeji sa zobrazujú základné informácie o meraní a potom sa všetky zaznamenané údaje dajú ľahko načítať do počítača pomocou kábla, kde softvér vyhodnotí zozbierané údaje a vykreslí graficky priebeh merania. Kábel a softvér je dodávaný k prístroju. Výhodou tohto prístroja je možnosť práce v slovenskom jazyku. To isté platí aj o voľbe slovenského jazyka v softvéri pri spracovaní údajov v počítači. Prístroj si dokáže uložiť do pamäte až tri operácie - merania. Upevňuje sa na čelné sklo. Keďže každé čelné sklo má iný sklon, je možné prístroj prispôbiť sklonu čelného skla v pozdĺžnom smere, v priečnom smere ho však treba umiestniť tak, aby bol vodorovne. Pri montáži pomáhajú čísla na displeji, ktoré signalizujú polohu prístroja, keď je rovno, sú tam dve nuly.



Obr. 18 XL-Meter namontovaný na čelnom skle vozidla VW Golf

XL Vision™ verzia 2.0 je program dodávaný k prístroju. Po nainštalovaní programu do počítača je počítač schopný komunikovať priamo so zariadením XL-Meter™. Namerané údaje môžeme uložiť do počítača a následne vyhodnotiť. Program namerané hodnoty vyhodnotí v grafe.

Prístrojom merané veličiny:

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| S_0 , [m] | brzdná dráha, |
| T_{br} , [s] | čas brzdzenia, |
| V_0 , [km.h ⁻¹] | počiatočná rýchlosť, |
| Dm – MFDD, [m.s ⁻²] | spomalenie. |

Tab.4 Technické parametre prístroja

| | |
|--------------------------|---------------|
| Rozmer, mm | 50 x 97 x 110 |
| Vyznačenie | 16 x 2 LCD |
| PC pripojenie | RS - 232 |
| Počet meracích kapacít | 3 x 40 s |
| Počet nezávislých meraní | 3 |

Tab.5 Meranie zrýchlenia

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Zdroj | 6 - 18 V, DC |
| Frekvencia ukladania údajov | 200 Hz |
| Rozbor | 0,1 m.s ⁻² |
| Rozsah merania | -12,7 až +12,7 m.s ⁻² |

4.2 Technické parametre vozidla

Na meranie sme použili automobil Volkswagen Golf III Variant. Je to tretia generácia tohto modelu. Patril do strednej nižšej triedy. Automobil poháňa zážihový agregát o objeme 1781 cm³ s najväčším výkonom motora 66kW pri 5500 otáčok za minútu. Vozidlo bolo vyrobené v roku 1996 a má najazdené 262 639 km, z čoho vyplýva že jeho jazdné vlastnosti a aj akceleračná schopnosť boli značne obmedzené. Vozidlo je vybavené antiblokovacím systémom ABS. Ďalšie technické údaje uvádzam v nasledujúcej tabuľke.

Tab.6 Technické parametre automobilu VW Golf Variant

| | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Druh vozidla | osobný automobil |
| Továrenská značka, typ | Volkswagen Golf Variant |
| Rok výroby vozidla | 1996 |
| Najväčší výkon motora pri otáčkach | 66kW / 5500ot.min |
| Zdvihový objem valcov | 1781 cm |
| Prevodovka/počet stupňov | manuálna/5st |
| Druh karosérie | AC Kombi |
| Farba | Modrá |
| Výrobca | Volkswagen AG,DEU |
| Výrobné číslo | WVWZZZ1HZT439874 |
| Prevádzková hmotnosť | 1190 kg |
| Počet najazdených kilometrov | 262639 km |

4.3 Použité pneumatiky

Na testovanie sme použili zimné a letné pneumatiky. Od výrobcu pneumatík Matador sme použili zimné pneumatiky Matador Nordica Basic o rozmeroch 185/65/R14 86T MP52 a rokom výroby 2510 (DOT). Letné pneumatiky sme použili Barum Bravuris s rozmermi 185/65/R14 86H a rokom výroby 2206 (DOT). V tabuľkách uvádzam základné parametre použitých pneumatík.

Tab.7 Technické parametre pneumatík Matador Nordica Basic

| | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------|
| Výrobca | Matador | |
| Typ | Nordica Basic MP52 | |
| Rozmer | 185/65 R14 | |
| Index záťaže a rýchlosti | 86T | |
| Tlak vzduchu v pneumatikách | | Hĺbka dezénu |
| Ľavé predné koleso | 1,9 bar | 9,5 mm |
| Pravé predné koleso | 1,9 bar | 9,5 mm |
| Ľavé zadné koleso | 1,9 bar | 9,5 mm |
| Pravé zadné koleso | 1,9 bar | 9,5 mm |



Obr.19 Pneumatika Matador Nordica Basic (<http://www.az-pneu.sk/matador-mp52-185-65-r14-id23525>)

Tab.8 Technické parametre pneumatík Barum Bravuris

| | | |
|-----------------------------|------------|--------------|
| Výrobca | Barum | |
| Typ | Bravuris | |
| Rozmer | 185/65 R14 | |
| Index záťaže a rýchlosti | 86H | |
| Tlak vzduchu v pneumatikách | | Hĺbka dezénu |
| Ľavé predné koleso | 2,0 bar | 5 mm |
| Pravé predné koleso | 2,0 bar | 4,5 mm |
| Ľavé zadné koleso | 1,9 bar | 4,5 mm |
| Pravé zadné koleso | 1,9 bar | 4 mm |



Obr.20 Pneumatika Barum Bravuris (<http://www.az-pneu.sk/barum-bravuris-185-65-r14-id148>)

4.4 Experimentálne merania

Pred začiatkom merania sme vytýčili vzdialenosti na testovacej dráhe. Následne sme skontrolovali funkčnosť meracieho reťazca. Po overení funkčnosti sme pristúpili k samotnému meraniu. Meranie prebiehalo na vozidle VW Golf III Variant so zimnými a zároveň s letnými pneumatikami. Namerané hodnoty som vyhodnotil a spracoval.

4.4.1 Vonkajšie podmienky merania

Prvé meranie sme vykonali na ceste pri Jankovciach na jeseň. Meranie prebiehalo pri teplote okolia 18°C tzv. letné meranie. Ďalšie meranie potom prebiehalo vo februári pri teplote okolia -4°C.

Tab.9 Vonkajšie podmienky pri meraniach

| | Letné meranie 5.11.2010 | Zimné meranie 22.2.2011 |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| Teplota okolia | 18°C | -4°C |
| Vietor | bezvetrie | bezvetrie |
| Teplota vozovky | 22°C | -3°C |
| Miesto merania | cesta pri Janíkovciach | letisko Janíkovce |
| druh vozovky | bitúmen zvetraný | bitúmen zvetraný |

4.4.2 Postup merania

Pri experimentálnych meraniach sme postupovali podľa vopred stanoveného postupu a to nasledovne:

1. Umiestnenie meracieho prístroja XL-Meter na čelné sklo vozidla.
2. Nastavenie potrebných funkcií prístroja.
3. Vytýčenie úseku pre meranie.
4. Rozbehnutie vozidla na rýchlosť 40 km.h⁻¹.
5. Prudké zabrzdzenie.
6. Zmeranie brzdných dráh a zaznamenanie ich do tabuľky.
7. Zaznamenanie nameraných hodnôt z XL-Metra do tabuľky.
8. Zopakovanie postupu merania od bodu 3 až 7 pre rýchlosti 60 a 90 km.h⁻¹.
9. Uloženie nameraných hodnôt z prístroja do pamäte počítača.
10. Výmena pneumatík a zopakovanie postupu merania od bodu 3 až 9.

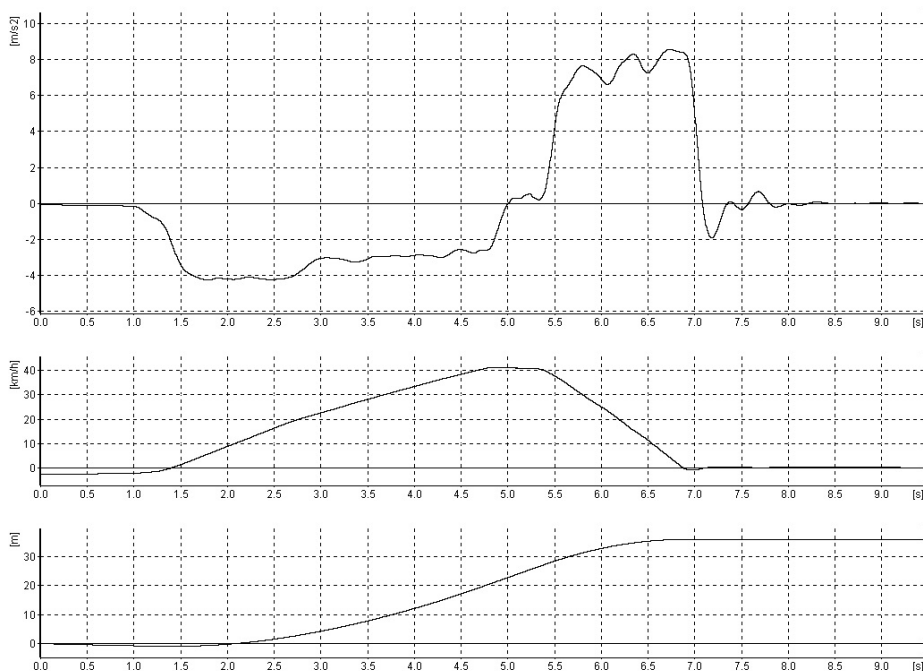
Celé meranie prebehlo za pomoci asistentova školiteľa, kde ja som mal za úlohu zaznamenávať potrebné údaje do predpripravených tabuliek. Asistenti merali viditeľnú stopu brzdzenia a pomáhali pri prezúvaní kolies na ďalšie meranie.

4.4.3 Výsledky experimentálnych meraní

Výsledky letného merania (5.11.2010):

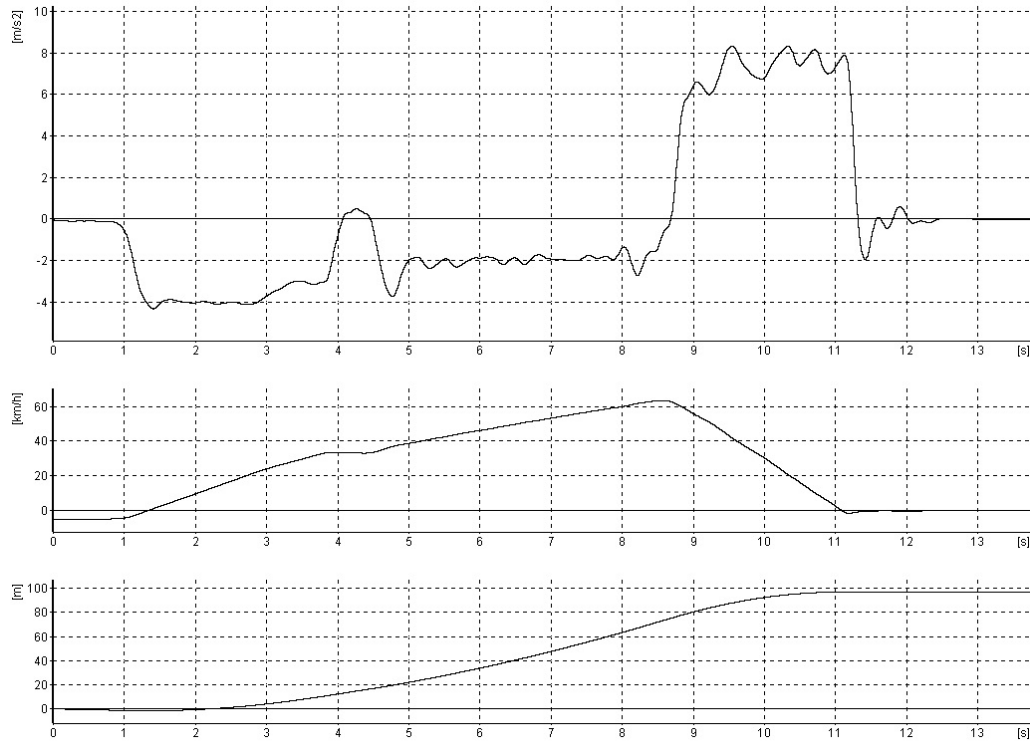
Tab.10 Výsledky meraní zimných pneumatík Matador Nordica Basic

| | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|
| Druh vozidla | VW Golf Variant | | |
| Typ pneumatiky | zimná pneu Matador Nordica Basic 185/65/ R14 MP52 86T | | |
| Meranie/teplota | letné / 18°C | | |
| Predpísaná počiatková rýchlosť | 40 km.h ⁻¹ | 60 km.h ⁻¹ | 90 km.h ⁻¹ |
| Brzdná dráha | 14,1 m | 21,6 m | 31,4 m |
| Celková dráha (akcelerácia - decelerácia) | 37,1 m | 102,1 m | 278,8 m |
| Namerané hodnoty z XL-Metra | | | |
| S ₀ | 12,34 m | 23,86 m | 54,14 m |
| V ₀ | 42,13 km.h ⁻¹ | 64,61 km.h ⁻¹ | 93,04 km.h ⁻¹ |
| T _{br} | 1,83 s | 2,55 s | 3,92 s |
| MFDD | 7,50 m.s ⁻² | 7,58 m.s ⁻² | 6,97 m.s ⁻² |



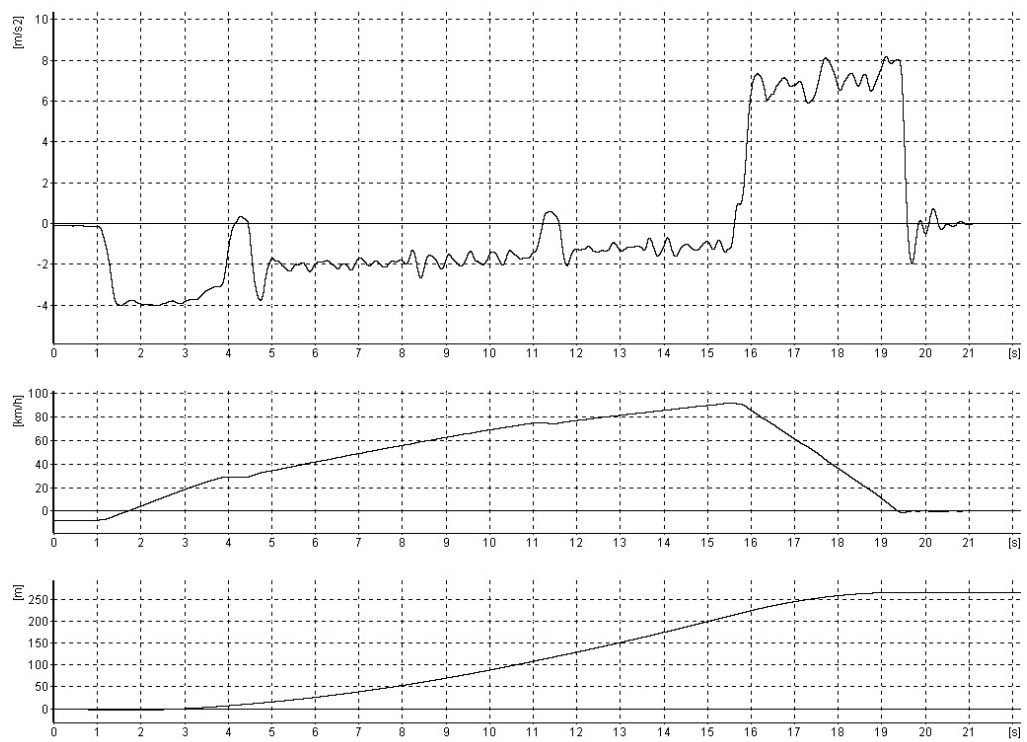
S₀: 12.34 [m] V₀: 42.13 [km/h] T_{br}: 1.83 [s] MFDD: 7.50 [m/s²]

Obr. 21 VW Golf Variant, v₀=40 km/h, teplota 18°C, Matador Nordica Basic



So: 23.86 [m] Vo: 64.61 [km/h] Tbr: 2.55 [s] MFDD: 7.58 [m/s²]

Obr. 22 VW Golf Variant, $v_0=60$ km/h, teplota 18°C, Matador Nordica Basic

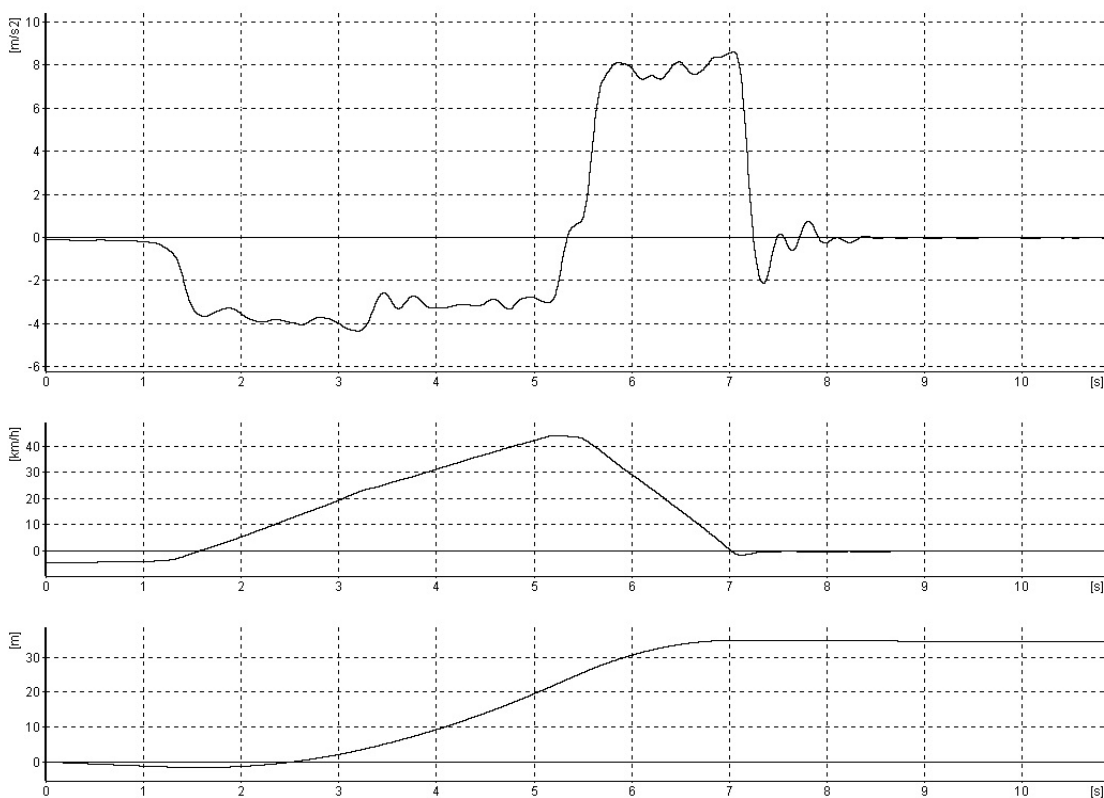


So: 54.14 [m] Vo: 93.04 [km/h] Tbr: 3.92 [s] MFDD: 6.97 [m/s²]

Obr. 23 VW Golf Variant, $v_0=90$ km/h, teplota 18°C, Matador Nordica Basic

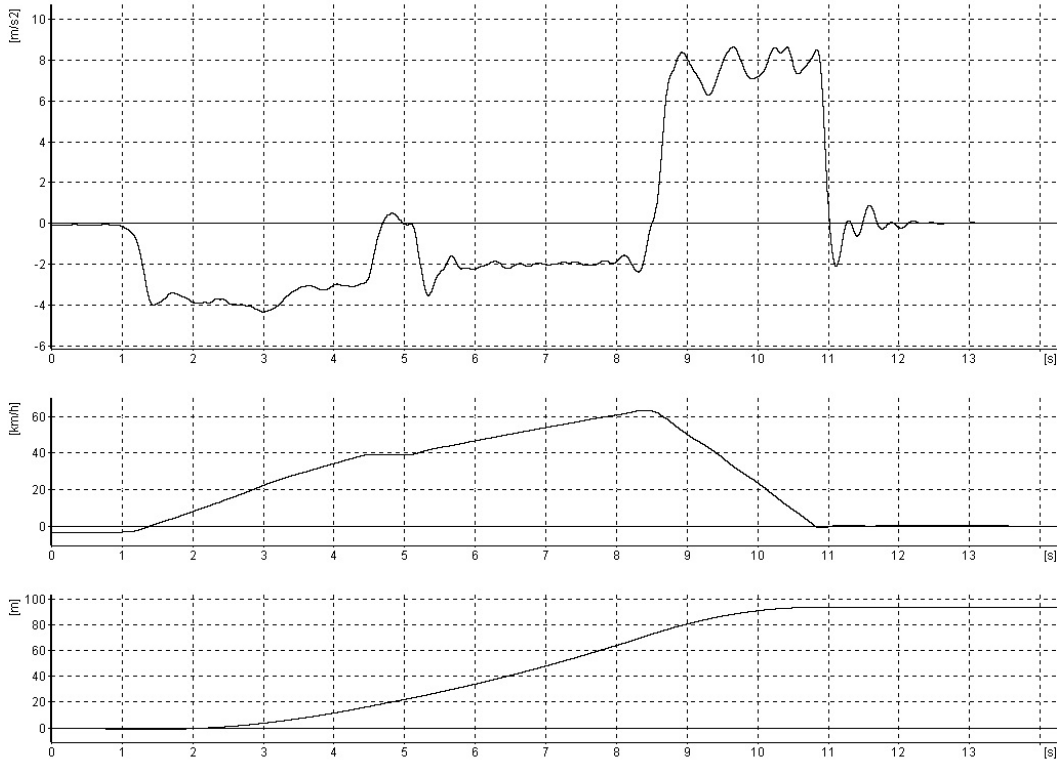
Tab.11 Výsledky meraní letných pneumatík Barum Bravuris

| | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|
| Druh vozidla | VW Golf Variant | | |
| Typ pneumatiky | letná pneu Barum Bravuris 185/65/ R14 86H | | |
| Meranie/teplota | letné / 18°C | | |
| Predpísaná počiatočná rýchlosť | 40 km.h ⁻¹ | 60 km.h ⁻¹ | 90 km.h ⁻¹ |
| Brzdná dráha | 10,9 m | 23,2 m | 40,8 m |
| Celková dráha (akcelerácia-decelerácia) | 38,7 m | 96 m | 268,8 m |
| Namerané hodnoty z XL-Metra | | | |
| S ₀ | 13,19 m | 21,98 m | 45,41 m |
| V ₀ | 45,52 km.h ⁻¹ | 64,30 km.h ⁻¹ | 93,75 km.h ⁻¹ |
| T _{br} | 1,87 s | 2,40 s | 3,40 s |
| MFDD | 7,74 m.s ⁻² | 7,54 m.s ⁻² | 7,90 m.s ⁻² |



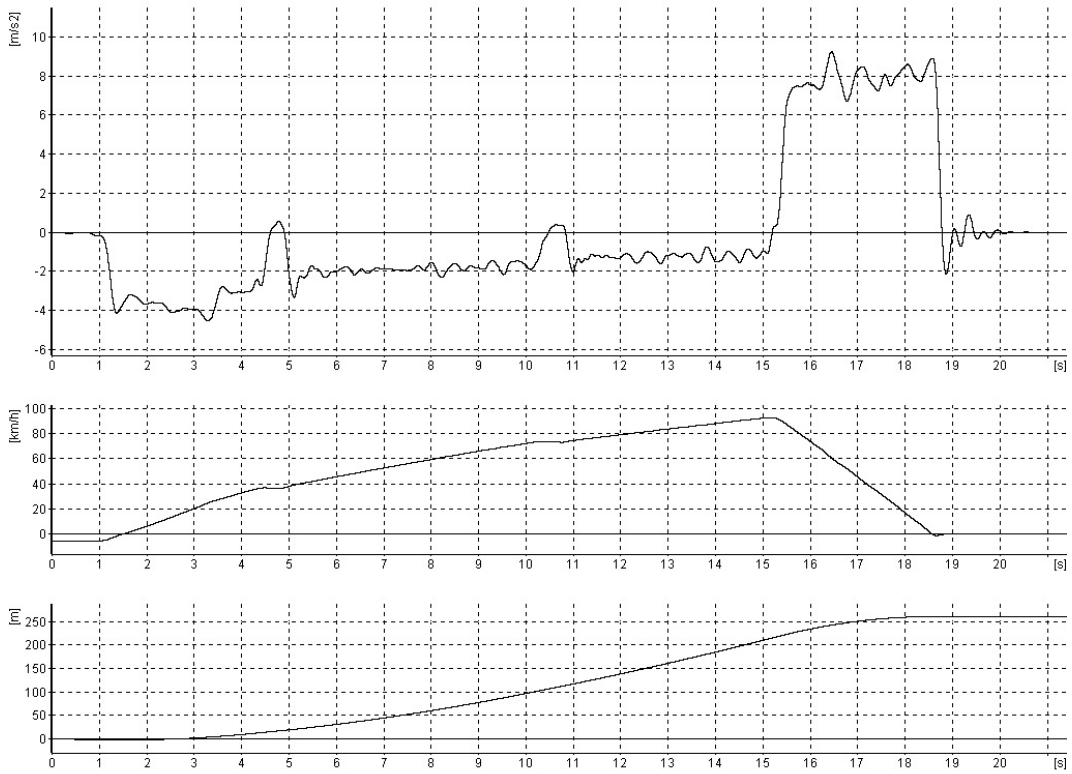
S₀: 13.19 [m] V₀: 45.52 [km/h] T_{br}: 1.87 [s] MFDD: 7.74 [m/s²]

Obr. 24 VW Golf Variant, v₀=40 km/h, teplota 18°C, Barum Bravuris



So: 21.98 [m] Vo: 64.30 [km/h] Tbr: 2.40 [s] MFDD: 7.54 [m/s²]

Obr. 25 VW Golf Variant, $v_0=60$ km/h, teplota 18°C, Barum Bravuris



So: 45.41 [m] Vo: 93.75 [km/h] Tbr: 3.40 [s] MFDD: 7.90 [m/s²]

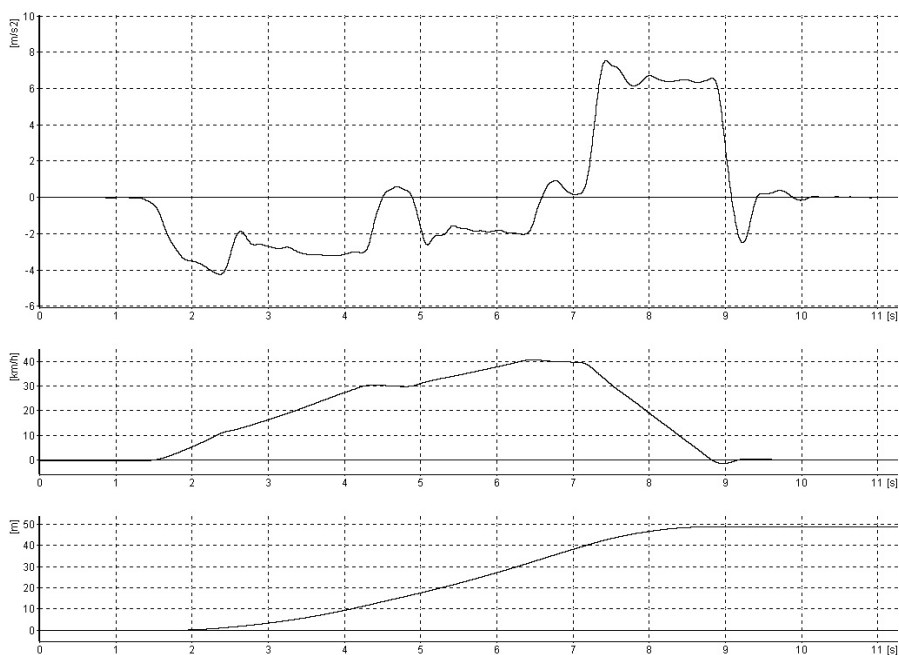
Obr. 26 VW Golf Variant, $v_0=90$ km/h, teplota 18°C, Barum Bravuris

Výsledky zimných meraní (22.2.2011):

Tab.12 Výsledky meraní zimných pneumatík Matador Nordica Basic

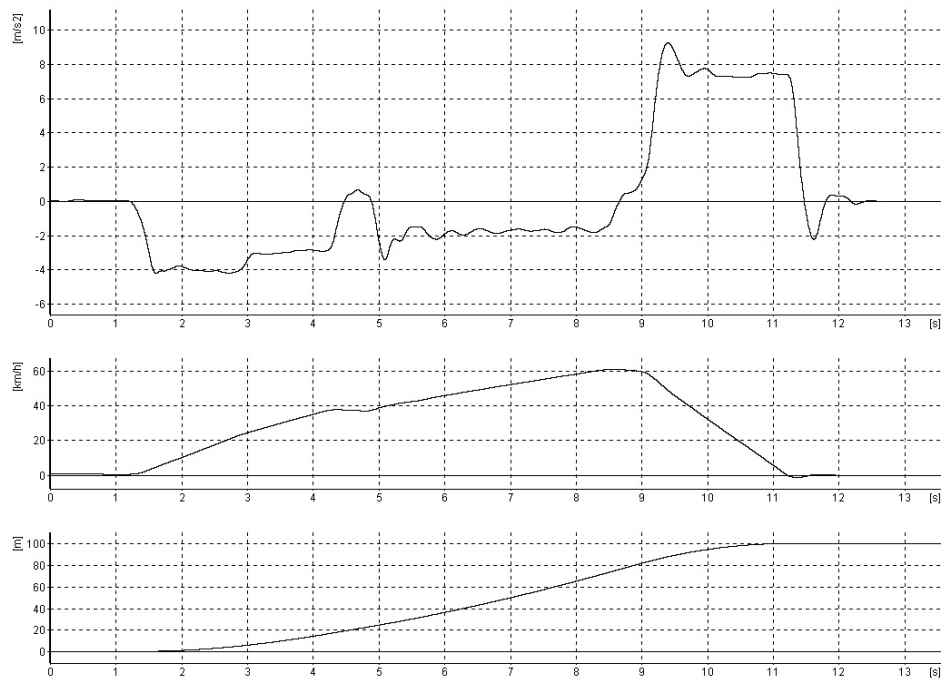
| | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|
| Druh vozidla | VW Golf Variant | | |
| Typ pneumatiky | zimná pneu Matador Nordica Basic 185/65/ R14 MP52 86T | | |
| Meranie/teplota | zimné / -4°C | | |
| Predpísaná počiatočná rýchlosť | 40 km.h ⁻¹ | 60 km.h ⁻¹ | 90 km.h ⁻¹ |
| Brzdná dráha | 10,2 m | 19 m | 28,3 m |
| Celková dráha (akcelerácia-decelerácia) | 44 m | 97,7 m | 263,4 m |
| Namerané hodnoty z XL-Metra | | | |
| S ₀ | 10,52 m | 22,11 m | 51,56 m |
| V ₀ | 41,08 km.h ⁻¹ | 61,70 km.h ⁻¹ | 91,48 km.h ⁻¹ |
| T _{br} | 1,86 s | 2,51 s | 3,79 s |
| MFDD | 6,48 m.s ⁻² | 7,50 m.s ⁻² | 7,41 m.s ⁻² |
| teplota kotúča pred jazdou LS | 7,5 °C | 9,5 °C | 16,5 °C |
| teplota kotúča pred jazdou PS | 6 °C | 10,5 °C | 12,5 °C |
| teplota kotúča po jazde LS | 22,5 °C | 48 °C | 89 °C |
| teplota kotúča po jazde PS | 21 °C | 24 °C | 55 °C |
| teplota pneumatiky pred jazdou LS | 1,5 °C | 3 °C | 5 °C |
| teplota pneumatiky pred jazdou PS | 1 °C | 4,5 °C | 7 °C |
| teplota pneumatiky po jazde LS | 5 °C | 8 °C | 10 °C |
| teplota pneumatiky po jazde PS | 6 °C | 8,5 °C | 9,5 °C |

Pri tomto meraní sme použili aj digitálny laserový snímač teploty a namerané hodnoty uvádzam v tabuľkách.



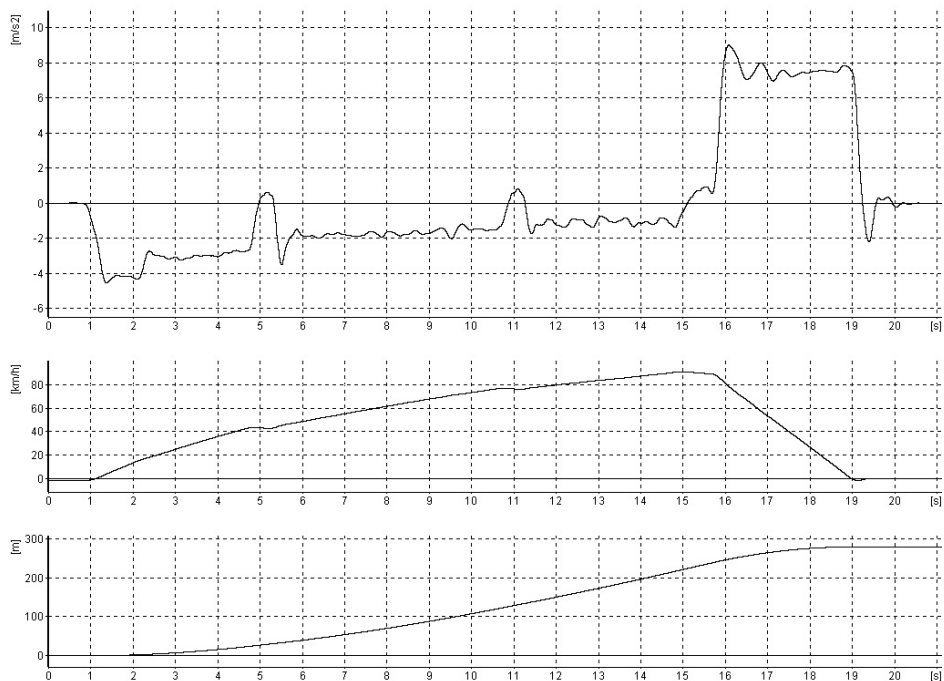
So: 10.52 [m] V₀: 41.08 [km/h] T_{br}: 1.86 [s] MFDD: 6.48 [m/s²]

Obr. 27 VW Golf Variant, v₀=40 km/h, teplota -4°C, Matador Nordica Basic



So: 22.11 [m] Vo: 61.70 [km/h] Tbr: 2.51 [s] MFDD: 7.50 [m/s²]

Obr. 28 VW Golf Variant, $v_0=60$ km/h, teplota $-4^\circ C$, Matador Nordica Basic



So: 51.56 [m] Vo: 91.48 [km/h] Tbr: 3.79 [s] MFDD: 7.41 [m/s²]

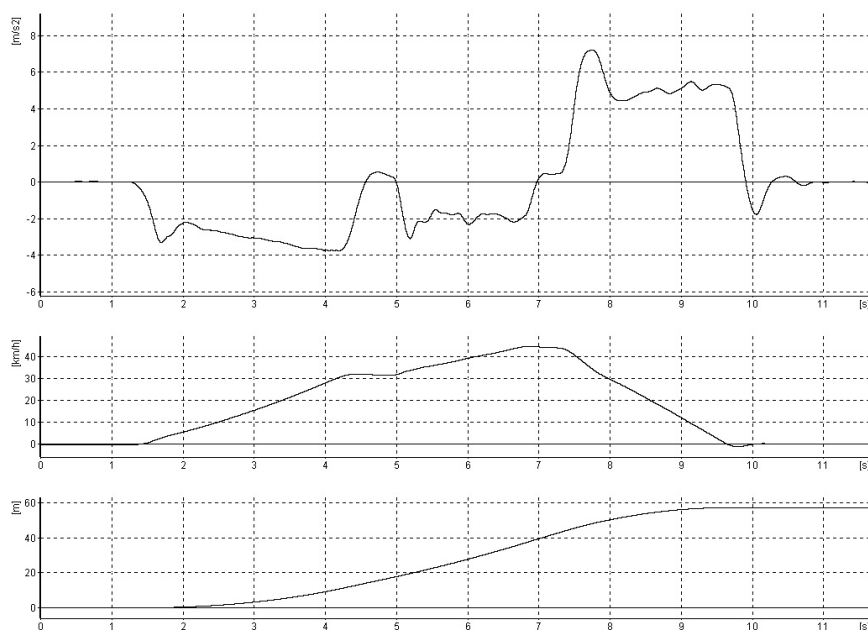
Obr. 29 VW Golf Variant, $v_0=90$ km/h, teplota $-4^\circ C$, Matador Nordica Basic

Pri tomto meraní došlo k prebrzdzeniu pravej prednej pneumatiky v dôsledku zlyhania snímača ABS.

Tab.13 Výsledky meraní letných pneumatík Barum Bravuris

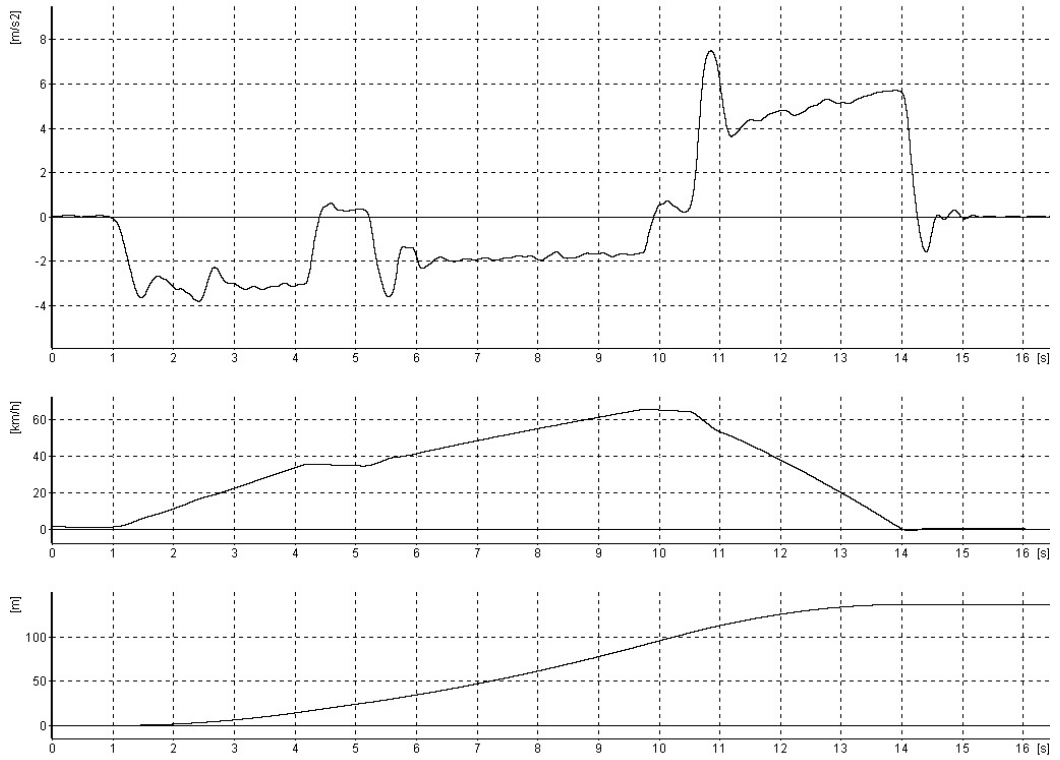
| | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------------|-----------------------|
| Druh vozidla | VW Golf Variant | | |
| Typ pneumatiky | letná pneu Barum Bravuris 185/65/ R14 86H | | |
| Meranie/teplota | zimné / -4 °C | | |
| Predpísaná počiatočná rýchlosť | 40 km.h ⁻¹ | 60 km.h ⁻¹ | 90 km.h ⁻¹ |
| Brzdná dráha | 13,1 m | 29,5 m | zrušené |
| Celková dráha | 55,6 m | 128,5 m | zrušené |
| Namerané hodnoty z XL-Metra | | | |
| S ₀ | 15,40 m | 33,50 m | zrušené |
| V ₀ | 45,13 km.h ⁻¹ | 65,40 km.h ⁻¹ | zrušené |
| T _{br} | 2,51 s | 3,65 s | zrušené |
| MFDD | 5,02 m.s ⁻² | 4,74 m.s ⁻² | zrušené |
| teplota kotúča pred jazdou LS | 9,5 °C | 10 °C | zrušené |
| teplota kotúča pred jazdou PS | 2,5 °C | 6,5 °C | zrušené |
| teplota kotúča po jazde LS | 17,5 °C | 28 °C | zrušené |
| teplota kotúča po jazde PS | 9,5 °C | 12 °C | zrušené |
| teplota pneumatiky pred jazdou LS | 0,5 °C | 7 °C | zrušené |
| teplota pneumatiky pred jazdou PS | 3 °C | 4 °C | zrušené |
| teplota pneumatiky po jazde LS | 5 °C | 8 °C | zrušené |
| teplota pneumatiky po jazde PS | 6 °C | 7,5 °C | zrušené |

Posledné meranie pri rýchlosti 90 km.h⁻¹ sme vylúčili z dôvodu vynechávania snímača ABS pravého predného kolesa. Hrozilo že dôjde k poškodeniu pneumatiky ako počas merania na zimnej pneumatike Matador Nordica Basic.



S₀: 15.40 [m] V₀: 45.13 [km/h] T_{br}: 2.51 [s] MFDD: 5.02 [m/s²]

Obr. 30 VW Golf Variant, v₀=40 km/h, teplota -4°C, Barum Bravuris



S_0 : 33.50 [m] V_0 : 65.40 [km/h] T_{br} : 3.65 [s] MFDD: 4.74 [m/s^2]

Obr. 31 VW Golf Variant, $v_0=60$ km/h, teplota $-4^\circ C$, Barum Bravuris

5 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV A DISKUSIA

Pneumatika, ako súčasť automobilu predstavuje jediný prvok, ktorý spája vozidlo s povrchom vozovky. Z tohto dôvodu musia spĺňať určité funkcie. Musí zaručovať čo najlepšiu stabilitu jazdy, presnosť riadenia, adhéziu, schopnosť brzdenia na mokru a v zhoršených klimatických podmienkach, odolnosť proti vzniku aquaplaningu, či nízky valivý odpor. Majú vplyv na bezpečnosť, komfort a aj hospodárnosť prevádzky. Aby pneumatika fungovala a vydržala po celú dobu jej životnosti je potrebné sa o ňu starať. Pravidelná kontrola tlaku a stavu pneumatiky je nevyhnutná.

Pri našom meraní sme sa zamerali na meranie brzdnych charakteristík dvoch druhov pneumatík. Prvé meranie prebiehalo na bitúmenovej vozovke v Janíkovciach pri teplote 18°C na zimných pneumatikách Matador Nordica Basic s rozmermi 185/65/R14 86T MP52. Jednalo sa o čisto nové pneumatiky, na ktorých bolo najjazdených približne 100 km. Hĺbka dezénu predstavovala 9,5 mm. Merania sa vykonávali z vopred stanovených rýchlostí 40, 60 a 90 km.h⁻¹. Tieto rýchlosti sa nedali presne dosiahnuť. Zmerané rýchlosti a ostatné veličiny uvádzam v tab.10. Z tabuľky je vidieť, že nami odmeraná brzdná dráha je o niečo väčšia ako zaznamenal merací prístroj. Túto nepresnosť možno pripísať faktu, že na vozovke sa nachádzali aj staršie brzdné stopy a bola problematická identifikácia. Pri ďalších rýchlostiach už zmeraná vzdialenosť bola kratšia ako hodnota z prístroja. Začiatky brzdnych stôp boli slabo viditeľné. Zmerané hodnoty brzdného spomalenia (MFDD) sú rozdielne, čo spôsobili rôzne vlastnosti vozovky a rôzna teplota pri každom meraní.

Porovnaním tabuliek 10 a 11 možno konštatovať, že hodnoty brzdného spomalenia pri letných pneumatikách Barum Bravuris s rozmermi 185/65/R14 86H sú väčšie. Z toho vyplýva, že adhézia (priľnavosť) nezáleží na hĺbke dezénu, ale na použitej pneumatike. Konkrétne na použitej zmesi, z ktorej bola pneumatika vyrobená. Aj porovnaním brzdnych dráh pri totožných rýchlostiach je na tom lepšie letná pneumatika s dezénom 4,5 mm ako zimná pneumatika s 9,5 mm hlbokým dezénom. Pri použití nových alebo novších letných pneumatík by boli namerané hodnoty určite lepšie.

Pri zimnom meraní, ktoré sa realizovalo 22. februára na Letisku Janíkovce sme namerali teplotu okolia -4°C. Meralo sa rovnakým spôsobom ako pri jesennom meraní. Prvé meranie sa uskutočnilo na zimných pneumatikách. Pri rýchlostiach 40 a 60 km.h⁻¹ bolo meranie v poriadku. Pri rýchlosti 90 km.h⁻¹ zlyhal na vozidle snímač pravého

predného kola pracujúci pre systém ABS, čo malo za následok znefunkčnenie tohto systému a prebrzdzenie pneumatiky (obr.32).

Pri tomto meraní sme použili digitálny laserový teplomer na meranie teploty pneumatík a bŕzd pred jazdou a ihneď po zabrzdení. Z nameraných hodnôt v tab. 12 vidieť ako sa brzdny kotúč a pneumatiky počas testovania zahrievali. Pri rýchlosti $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ už dosahoval skoro 90°C . Rozdiel teplôt medzi ľavou a pravou stranou je zapríčinený rozdielnym časom odmerania teploty. Mali sme zapožičaný iba jeden teplomer. Pokiaľ sme zmerali teplotu na ľavej strane vozidla pravá pneumatika a brzdny kotúč mal čas na vychladnutie. Za smerodajný údaj beriem hodnoty z ľavej strany vozidla.

Po výmene zimných pneumatík za letné sme pokračovali v meraní. Postupovali sme ako v predošlom meraní. Toto meranie sme ukončili pri rýchlosti $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ pretože už pri tejto rýchlosti boli badateľné známky prebrzdzenia v dôsledku spomínaného vadného snímača ABS. Keď porovnáme tabuľky 12 a 13 je vidieť, že pri zimnom meraní sú na tom horšie letné pneumatiky ako zimné. Brzdná dráha je o 50 % dlhšia ako pri zimných pneumatikách. Aj brzdné spomalenie (MFDD) je výrazne menšie. Pokiaľ by sme pristúpili k meraniu pri rýchlosti $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ bolo by zaujímavé porovnať, či brzdná dráha by narástla len o 50 % (cca 80 m), alebo by hodnota ešte viac narástla.

Týmto meraním by som chcel poukázať na to, že aký význam a vplyv na bezpečnosť jazdy majú zimné pneumatiky v zimnom období. Odborníci odporúčajú prezúvanie na zimné pneumatiky keď teplota klesne pod $+7^\circ\text{C}$. V zimnom období sú zimné pneumatiky nevyhnutnou súčasťou aktívnej bezpečnosti a rôzne elektronické systémy len napomôžu ku skráteniu brzdných dráh.

Pri zvolených pneumatík sa uvedené skutočnosti potvrdili.

6 ZÁVER

Bakalárska práca prezentuje testovanie a porovnávanie brzdnych vlastností bežne používaných pneumatík. Experimentálne bolo zisťované brzdne spomalenie, od neho sa odvíjajúca brzdna dráha. Merania boli uskutočnené na suchej vozovke v jesennom a zimnom období. Merania brzdného spomalenia, brzdnej dráhy, času a rýchlostí boli realizované pomocou zariadenia XL-MeterTM Pro Alpha fungujúcom na princípe gravitačného zrýchlenia. Za počiatočné rýchlosti boli stanovené hodnoty 40, 60, 90 km.h⁻¹. Merania prebiehali na vozidle Volkswagen Golf Variant 1.8 66kW s rokom výroby 1996. Pneumatiky, ktoré boli použité boli zimné pneumatiky značky Matador Nordica Basic MP52 s rozmermi 185/65 R14 86T a letné pneumatiky značky Barum Bravuris s rozmermi 185-65 R14 86H.

Výsledok meraní poukázal na dôležitosť použitia zimných pneumatík v zimnom období alebo pri poklese teploty pod hodnotu +7°C.

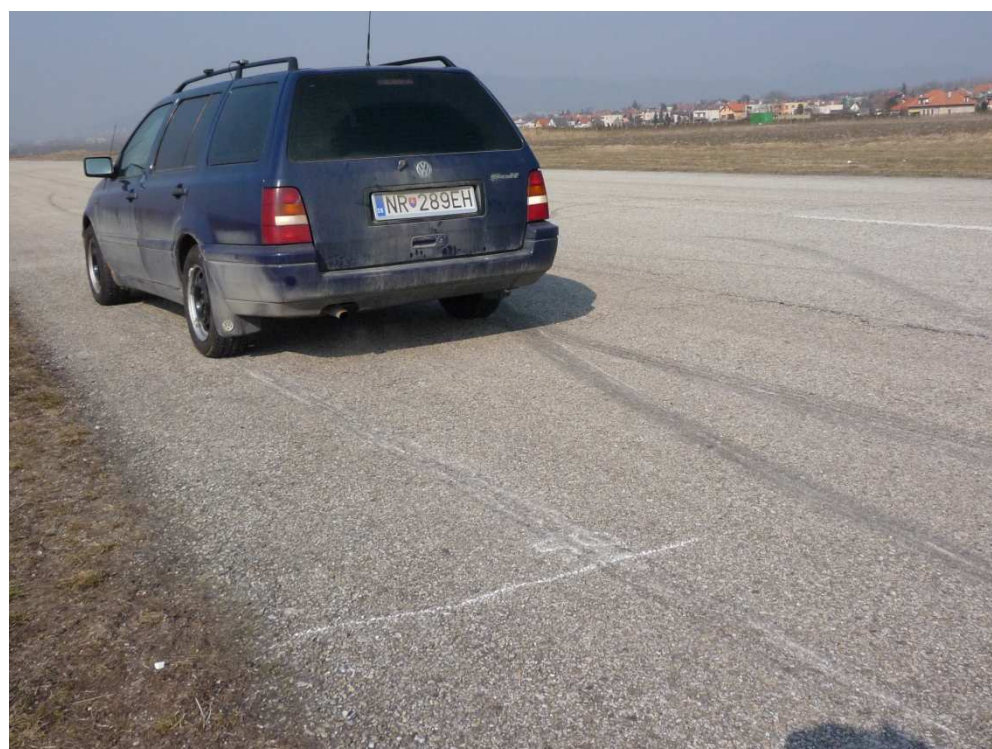
7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. BALOG, Július: Údržby a diagnostika strojov., Nitra: ES VŠP, 1996. 90 s., ISBN 80-7137-325-7
2. KULHÁNEK, Jaroslav: Motorové vozidlá., 4. nezmenené vydanie, Príroda, a.s. Bratislava, 1997. 248 s., ISBN 80-07-00973-6
3. MARCÍN, Jiří – ZÍTEK, Petr: Pneumatiky., Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1985. 496 s.,
4. MARCÍN, Jiří: Pneumatiky výroba, použití, údržba., Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1976. 272 s .,
5. SEMETKO, J.: Vlastnosti motorových vozidiel., Nitra: ES VŠP,1996. 104 s, ISBN 80-7137-268
6. VLK, František: Podvozky motorových vozidiel., 3. přepracované, rozšířené a aktualizované vydání, Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2006. 464 s., ISBN 80-239-6464-X
7. Normy EHK, predpis č. 13-H
8. <http://www.az-pneu.sk/barum-bravuris-185-65-r14-id148>
9. <http://www.az-pneu.sk/matador-mp52-185-65-r14-id23525>
10. <http://www.az-pneu.sk/rady-informacie>
11. <http://www.hankookpneu.cz/web/?p=clanky/typy-pneumatik>
12. <http://sk.wikipedia.org/wiki/Pneumatika>

8 PRÍLOHY



Obr.32 Prebrzdená zimná pneumatika Matador Nordica Basic



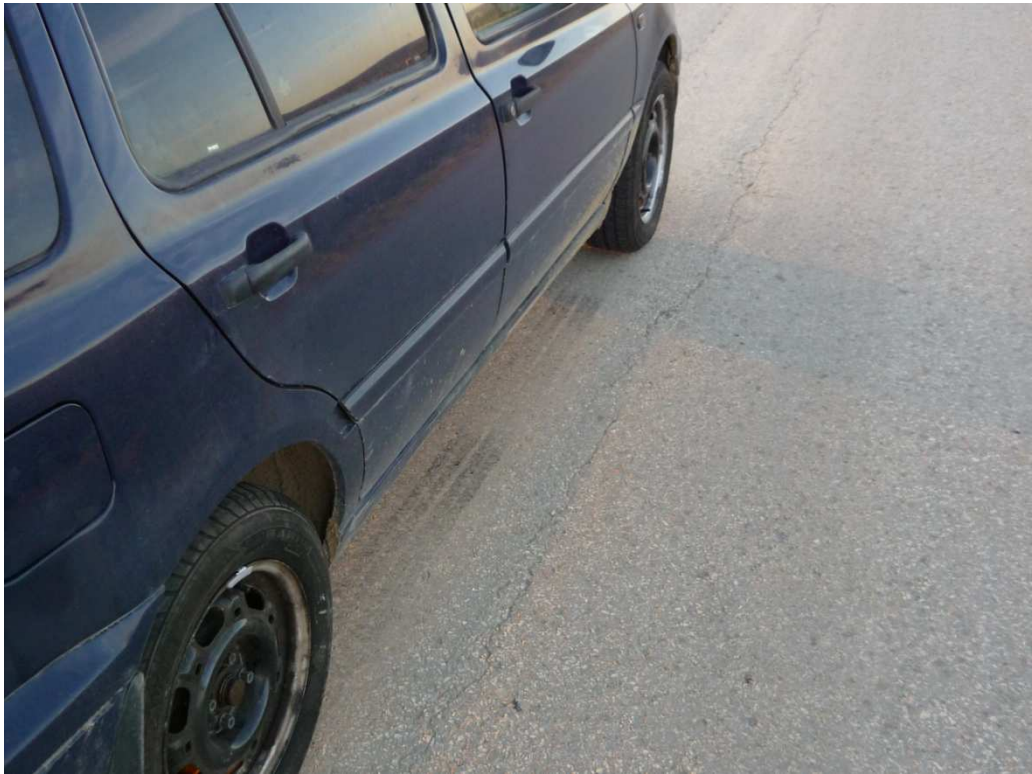
Obr.32 Brzdná stopa pri zimnom meraní pri rýchlosti 40 km.h⁻¹



Obr.34 Meranie brzdej stopy pri zimnom meraní



Obr.35 Brzdné stopy pri rýchlosti 60 km.h^{-1}



Obr.36 Prerušovaná brzdná stopa – fungujúci systém ABS



Obr.37 Dezén na zimnej pneumatike Matador Nordica Basic