

# POUŽITIE VALCOVEJ SKÚŠOBNE NA VYHODNOTENIE ÚČINKU BRZD V ZNALECKEJ PRAXI

Marián Rybianský<sup>1</sup>, Rudolf Kuchynka<sup>2</sup>, Peter Ondrejka<sup>3</sup>, Peter Hron<sup>4</sup>

TESTEK, s.r.o., Bratislava

poverená technická služba technickej kontroly vozidiel

## 1. Úvod

Znalec v odbore Doprava cestná môže byť vo svojej praxi konfrontovaný s úlohou posúdiť, či je brzdný účinok vozidla dostatočný, alebo či nie je v brzdnej sústave chyba, ktorá by mohla ovplyvniť pohyb vozidla na ceste. Rozšíreným a univerzálne použiteľným diagnostickým zariadením vhodným na tento účel je valcová skúšobňa brzd (VSB). Sú ňou vybavené všetky stanice technickej kontroly (STK) a mnohé autoservisy. Okrem návodu na obsluhu týchto zariadení existujú na ich použitie a spracovanie výsledkov meraní podrobné metodické pokyny, tie sú však určené pre oblasť technických kontrol (TK) vozidiel. Tento príspevok z nich vychádza, vyberá z nich však len to podstatné, čo je pre znalca používajúceho VSB alebo analyzujúceho výsledky meraní potrebné vedieť. Navyše obsahuje tiež komentáre a zdôvodnenia jednotlivých postupov, ktoré v strohom jazyku predpisov niekedy chýbajú. Optimálnym doplnkom pri štúdiu tohto príspevku je inštruktážny film podrobne zachytávajúci prácu s VSB na vozidlách rôznych kategórií.

## 2. Statická vs. dynamická skúška

Znalec riešiaci problém posúdenia brzd vozidla má spravidla na výber z dvoch najdostupnejších metód ako brzdy skontrolovať. Buď zvolí dynamickú metódu - jazdnú skúšku s meradlom spomalenia (decelerografom), alebo vyhladá STK, prípadne autoservis vybavený vhodnou VSB a odmeria brzdné sily na kolesách na stojacom vozidle. Možná je samozrejme i kombinácia oboch postupov. Vo všeobecnosti platí, že meraním na stacionárnom zariadení (napr. VSB) nemožno priamo zistiť spomalenie, ktoré by vozidlo dosiahlo brzdením pri jazdnej skúške. Dôvody sú najmä:

- a) Odlišnosť meraných veličín. Pri jazdnej skúške sa meria spomalenie ( $v \cdot s^{-2}$ ), na VSB sa z brzdných síl meraných ( $v \cdot N$ ) na jednotlivých kolesách vypočítava zbrzdenie ( $v \cdot \%$ ). To je definované vzťahom:

$$Z = \frac{\sum B_{vi}}{m \cdot g} \cdot 100 \% \quad (\%), \quad (1)$$

kde:

$\sum B_{vi}$  je súčet brzdných síl pôsobiacich na jednotlivých kolesách (N),

$m$  je hmotnosť vozidla (kg),

<sup>1</sup> Ing. Marián Rybianský, TESTEK, s.r.o., Poverená technická služba technickej kontroly vozidiel, znalec v odbore Doprava cestná

<sup>2</sup> Ing. Rudolf Kuchynka, TESTEK, s.r.o., Poverená technická služba technickej kontroly vozidiel

<sup>3</sup> Ing. Peter Ondrejka, TESTEK, s.r.o., Poverená technická služba technickej kontroly vozidiel

<sup>4</sup> Ing. Peter Hron, TESTEK, s.r.o., Poverená technická služba technickej kontroly vozidiel

$g$  je tiažové zrýchlenie ( $m \cdot s^{-2}$ ).

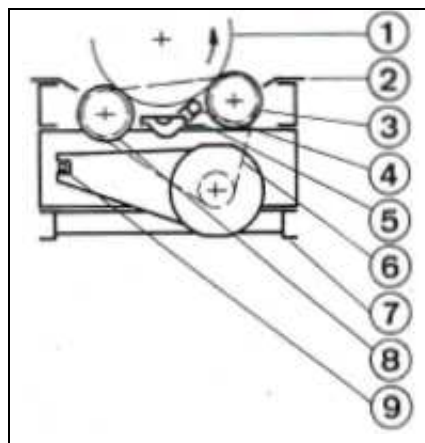
b) Odlišnosť v dosahovaných maximálnych brzdných silách vplyvom:

- dynamického priťaženia prednej a odľahčenia zadnej nápravy pri reálnom brzdení na ceste, ktoré sa pri brzdení na VSB neprejavuje,
- rozdielného súčiniteľa trenia medzi pneumatikou a povrchom vozovky a medzi pneumatikou a povrchom valcov VSB,
- rozdielu ponímania blokovania kolesa na ceste a vo valcoch VSB; blokovanie vo valcoch VSB je (z dôvodu ochrany pneumatiky pred abrazívnym opotrebením) zafinované ako 20 až 30 percentné zníženie otáčok kolesa oproti otáčkam nebrzdeného kolesa.

VSB sú komplexným diagnostickým zariadením. Okrem odmerania brzdnkej sily umožňujú skúmať aj jej priebeh v závislosti od ovládacej sily na pedál hydraulickej brzdovej sústavy alebo v závislosti od tlaku v prípade vzduchotlakovej sústavy. Tak sa dá odhaliť napríklad kolísanie účinku bŕzd spôsobené ovalitou brzdových bubnov alebo hádzavosťou kotúčov. VSB sa vo väčšine krajín používajú aj na preukázanie toho, že brzdné sily sú dostatočné na dosiahnutie predpísaného spomalenia, napriek tomu, že na tento účel by bolo možné použiť „priame“ preverenie jazdnou skúškou. Dôvodom je, že skúška na VSB je v porovnaní s jazdnou skúškou rýchlejšia, bezpečnejšia a má menšie nároky na priestor. Výsledok merania na VSB je opakovateľný a menej ovplyvniteľný subjektívnym vplyvom kontrolujúcej osoby alebo prostredia.

### 3. Princíp VSB

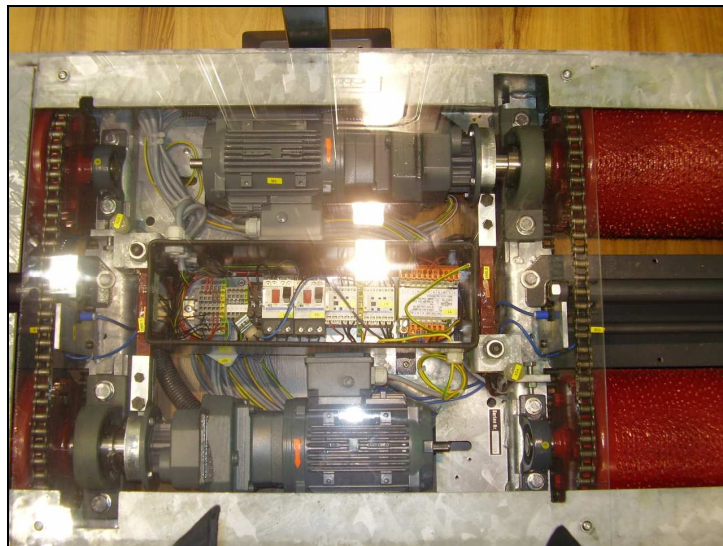
VSB je stacionárnym skúšobným zariadením určeným najmä na meranie brzdných síl, ktoré vznikajú v styku kolies vozidla s podkladom. Kolesá skúšanej nápravy vozidla sú ustavené na dvojiciach valcov tak, aby sa mohli voľne otáčať. Valce sú počas merania roztáčané elektromotormi. Ich povrch zabezpečuje vysoký súčiniteľ príľnavosti s čo najmenším vplyvom vlhkosti alebo nečistôt zachytávaných na dezéne pneumatík. Používa sa napríklad oceľ s navarenými rebrami, umelé živice, plasty alebo betón so špeciálnym zdrsneným povrchom. Rýchlosť otáčania valcov nepresahuje na v súčasnosti bežných konštrukciách VSB  $6,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Meraná sila je snímaná najčastejšie mechanickým spôsobom, meria sa reakčná sila na ramene spojenom s prevodovkou VSB, ktoré je vplyvom pôsobiacej brzdnkej sily natáčané. Jej hodnoty sa počas merania priebežne zobrazujú na zobrazovacej jednotke osobitne pre každé merané koleso, napr. ručičkou na stupnici alebo digitálne zobrazením číselnej hodnoty, často doplneným vizualizáciou prostredníctvom stĺpcov zodpovedajúcej výšky. Zobrazenie je väčšinou doplnené o percentuálne vyjadrenie rozdielu síl na oboch kolesách nápravy (nesúmernosť).



Obr. 1. Rez valcovou jednotkou VSB Hofmann Brekon 2.13/3.13;

1 – koleso vozidla, 2 – plechový kryt, 3 – zadný valec, 4 – snímací valec, 5 – ochrana proti vkročeniu, 6 – pohon reťaze, 7 – základový rám, 8 – predný valec, 9 – snímač sily na ramene (schéma Hofmann Werkstatt-Prüftechnik GmbH).

Súčasné VSB sú štandardne vybavené možnosťou automatického vypnutia pohonu valcov pri zablokovaní kolies, čo bráni zbytočnému dreniu a poškodzovaniu pneumatík. Po automatickom zastavení valcov spravidla ostanú na zobrazovacej jednotke fixované najväčšie dosiahnuté hodnoty síl. Ovládaciú silu na pedáli prevádzkovej brzdy sníma pedometer, ktorý možno k väčšine VSB priamo pripojiť, či už káblom alebo prostredníctvom prenosu infračerveným svetlom. Výstupom zo zariadenia tak môže byť v prípade kontroly vozidla s hydraulickou brzdovou sústavou grafická závislosť brzdnej sily od ovládacej, ktorá je výhodná pre diagnostiku bŕzd. Pri VSB určených pre ťažšie vozidlá (s celkovou hmotnosťou nad 3,5 tony), väčšinou vybavené vzduchotlakovými brzdovými sústavami, je namiesto ovládacej sily sledovaný tlak vzduchu v sústave. Podobne, ako ostatné súčasné diagnostické zariadenia, moderné VSB možno tiež integrovať do dátových sietí. Ich riadiaci počítač často slúži ako základ siete zahŕňajúcej viaceré diagnostické zariadenia, ktoré využívajú jeho výpočtový výkon. VSB používané na STK musia byť schopné automaticky preniesť namerané údaje do centrálného informačného systému prostredníctvom internetu.



Obr. 2. Pohľad zhora na odkrytý mechanizmus VSB Maha IW 2.

Okrem bežných VSB existujú i rôzne špeciálne, napríklad určené na kontrolu vozidiel s pohonom všetkých náprav, vybavené simulátorom zaťaženia vozidla alebo s vyššou rýchlosťou otáčania valcov.

#### 4. Všeobecné zásady práce s VSB

- Pri meraní na VSB sa vždy postupuje podľa návodu na obsluhu zariadenia dodaného jeho výrobcom. Je nevyhnutné dodržiavať príslušné zásady bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Bezpečnostným rizikom sú predovšetkým rotujúce valce VSB, ale aj možnosť neočakávaného prudkého pohybu vozidla (vyhodenia z valcov). Počas merania by sa preto nikto nemal zdržiavať v bezprostrednej blízkosti vozidla alebo rotujúcich valcov.
- Pneumatiky vozidla musia byť pri meraní nahustené na prevádzkový tlak a, ak je to za daných podmienok možné, suché. Vyšší súčiniteľ trenia medzi pneumatikami a valcami umožňuje odmerať väčšie brzdne sily. Pneumatiky nesmú mať protišmykové hroty, aby sa povrch valcov nepoškodzoval.
- Vozidlá vybavené uzávierkou diferenciálu alebo pohonom všetkých náprav musia mať uzávierku diferenciálu alebo pohon nápravy, ktorá nie je vo valcoch VSB, vypnutý. Ak vozidlo nemá vypínateľný pohon druhej nápravy a nie je známy ani zvláštny postup na kontrolu bŕzd takýchto vozidiel, meranie na VSB nie je možné vykonať. To isté platí i

vtedy, ak konštrukčné vyhotovenie vozidla z iných dôvodov neumožňuje vykonať meranie na VSB (napr. malý rozchod kolies niektorej nápravy, typickým príkladom sú vozidlá Multicar).

- d) Vozidlá vybavené elektronickými brzdovými systémami (EBS) môžu mať špeciálny postup prípravy na kontrolu vo VSB. Napríklad pre systémy WABCO je potrebné najprv vypnúť reguláciu EBS, a to na vozidlách výrobcu Daimler-Chrysler v prípade, ak vozidlo ešte nie je valcoch, zapnutím zapaľovania a následným vyčkaním 5 sekúnd, alebo, ak vozidlo už je vo valcoch, potom vyčkaním až 20 sekúnd. Systémy rovnakého výrobcu na iných vozidlách sa však pripravujú iným spôsobom, a to vypnutím zapaľovania a následným stlačením brzdového pedálu. Podrobnosti o aktivácii a deaktivácii špeciálnej funkcie EBS pre skúšku na VSB sú uvedené napr. v literatúre [6].
- e) Pri vchádzaní vozidlom do VSB musia byť valce VSB v pokoji, inak hrozí nebezpečenstvo poškodenia hnacieho ústrojenstva valcov.
- f) Ak je vozidlo na VSB, jeho pozdĺžna os (stredná pozdĺžna rovina) má byť približne kolmá na os valcov. Na kolesá vo valcoch VSB nesmie pri meraní účinku prevádzkovej brzdy pôsobiť parkovacia brzda. Ak sú vo valcoch VSB kolesá hnacej nápravy, nesmie byť zaradený žiaden prevodový stupeň.
- g) Pohon obidvoch valcových jednotiek VSB sa zapne až po nájazde kolies na valce (na väčšine VSB automaticky s určitým oneskorením, valce sa však dajú spúšťať a zastavovať i manuálne diaľkovým ovládaním). Po spustení valcov sa pohybom volantu ustavia riadiace kolesá tak, aby sa vozidlo na valcoch nepohybovalo do strán ani po pustení volantu. Prípadné vynášanie vozidla do strán možno korigovať miernym pohybom volantu.
- h) Ak má vozidlo pri intenzívnom brzdení tendenciu vybehnúť z valcov VSB, odporúča sa zabezpečiť vozidlo parkovacou brzdou (ak nepôsobí na kolesá, ktoré sú práve na valcoch VSB) alebo zakladacími klinmi na kolesách nápravy mimo valcov.
- i) Niektoré vozidlá vybavené protipreklzovou reguláciou (ASR) sa môžu správať tak, že v dôsledku oneskorenia rozbehu valcov jednej z jednotiek VSB začnú jedno koleso pribrzďovať (napr. Škoda Octavia I). Krátkym zošliapnutím brzdového pedálu sa spravidla tento jav odstráni.
- j) Ak je VSB vybavená osovou váhou, dá sa odmerať skúšobná (okamžitá) hmotnosť vozidla. Váhy však spravidla nebývajú kalibrované, sú citlivé na znečistenie a nemusia preto merať presne.
- k) Všetky súčasné VSB sú vybavené vypínacou automatikou, ktorá zabezpečí vypnutie pohonu valcov pri zablokovaní kolesa. Bráni sa tak „brúseniu“ pneumatík drsným povrchom valcov.
- l) Vozidlo vychádza z valcov vlastnou motorickou silou. Pri vychádzaní nepoháňanými kolesami môžu byť valce v pokoji (vypnutý pohon). **Pri vychádzaní poháňanými kolesami musí byť zapnutý pohon valcov a nesmie sa prudko akcelerovať.** Inak hrozí poškodenie VSB. V praxi je práve nesprávne vychádzanie poháňanou nápravou najčastejšou príčinou závažnejších poškodení VSB.

## 5. Vyhodnotenie účinku prevádzkovej brzdy – hydraulická brzdová sústava

- a) Pred meraním na každej náprave sa vykonáva predbežné prebrzdenie, to znamená, že sa ovládací pedál niekoľko krát pomaly stlačí, až kým jedno alebo obidve kolesá začnú blokovať. Cieľom je čiastočné zahriatie bŕzd, aby sa dosiahli ustálené pomery v sústave, takisto aj nacvičenie si ovládania na konkrétnom vozidle. Pri TK sa „naostro“ meria najskôr na tretí raz.
- b) Pri meraní brzdnych síl na vyhodnotenie brzdneho účinku by aj znalec mal používať pedometer na meranie ovládacej sily. Pri TK je použitie pedometra povinné. Ovládaciu silu treba sledovať, aby sa neprekročila maximálna prípustná

(tab. č. 1). Prípustné ovládacie sily sú pomerne vysoké, prekročenie väčšinou hrozí iba pri starších vozidlách. Odmeraná ovládacia sila zodpovedajúca nameraným hodnotám brzdných síl je potrebná aj v ďalej popísanom extrapoláčnom výpočte.

Tab. č. 1: Predpísané hodnoty pre prevádzkovú brzdú vozidiel v prevádzke podľa prílohy č. 2 k vyhláske MDPT SR č. 578/2006 Z. z. v znení neskorších predpisov:

Kategória vozidiel	Najväčšia konštrukčná rýchlosť (km.h <sup>-1</sup> )	Zbrzdenie Z <sub>min</sub> (%)	Ovládacia sila F <sub>max</sub> (N)
L <sub>1e</sub> , L <sub>2e</sub>	-	40	390
L <sub>3e</sub> , L <sub>5e</sub> , L <sub>6e</sub> , L <sub>7e</sub>		50	490
L <sub>4e</sub>		45	490
M <sub>1</sub>		50	490
M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub>		50/48 <sup>*)</sup>	685
N <sub>1</sub>		50/45 <sup>**)</sup>	685
N <sub>2</sub> , N <sub>3</sub>		45/43 <sup>**)</sup>	685
O <sub>3</sub> , O <sub>4</sub>		43/40 <sup>**)</sup>	-
O <sub>2</sub>		43/40 <sup>**)</sup>	-
T, R		do 25	30
	do 30	35	600
	do 40	43	600

\*) Bez ABS alebo schválené pred 1.10.1991

\*\*\*) Prijaté do evidencie pred rokom 1988

- c) V časti prípadov budú namerané sily priamo stačiť na dosiahnutie predpísaného zbrzdenia (podľa literatúry [5] môže ísť o približne 22% z náhodne vybraných vozidiel v prevádzke starších ako 4 roky). Výpočet sa tým zjednoduší, nebude treba vykonávať extrapoláciu. Postupuje sa nasledovne:

Odmerajú sa najväčšie brzdné sily (B<sub>v</sub>), ktoré možno na VSB na jednotlivých kolesách dosiahnuť. Nesmie však byť prekročená najväčšia prípustná ovládacia sila (tab. č. 1). Zbrzdenie Z sa vyráta podľa vzťahu

$$Z = 10,2 \cdot \frac{\sum B_{vi}}{m_s} \quad (\%), \quad (2)$$

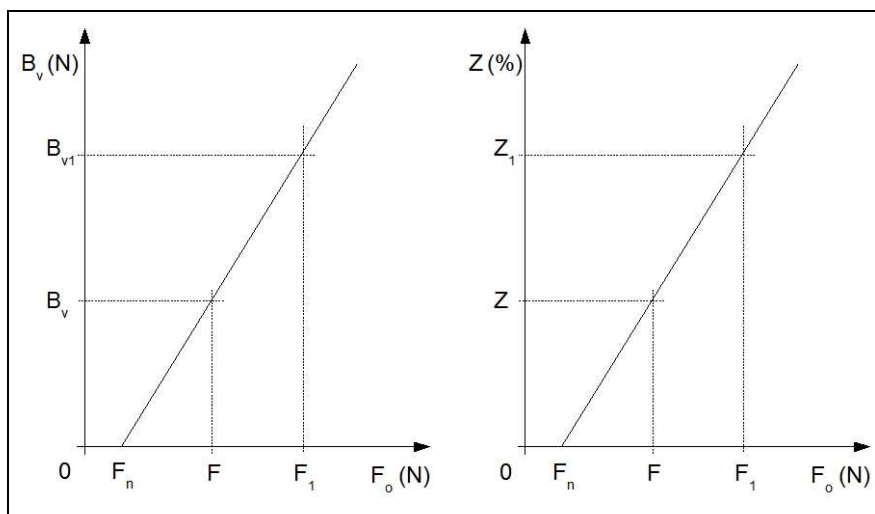
v ktorom je význam symbolov nasledovný

$\sum B_{vi}$  súčet najväčších brzdných síl na obvode všetkých kolies vozidla v (N),

$m_s$  skúšobná (okamžitá) hmotnosť vozidla v (kg).

Ak skúšobná hmotnosť nie je známa (vozidlo nebolo odvážené) a vozidlo je pri meraní zaťažené len vodičom, potom sa predpokladá, že je rovná buď pohotovostnej hmotnosti zväčšenej o 75 kg, alebo prevádzkovej hmotnosti, podľa toho, ktorý z týchto údajov je uvedený v predloženom osvedčení o evidencii alebo technickom preukaze. Pri TK sa vozidlo síce neváži, ale musí byť pristené nezaťažené, vždy sa preto vychádza z tohto predpokladu.

- d) V ostatných prípadoch však namerané sily nebudú dosť veľké na to, aby z nich priamo vyrátané zbrzdenie bolo dostatočné, hoci na brzdách nie je žiadna chyba. Vtedy sa používa lineárna extrapolácia (obr. č. 3). Ide o odhad zbrzdenia, ktoré by vozidlo dosiahlo, ak by bolo zaťažené na najväčšiu celkovú prípustnú hmotnosť a brzdilo by sa ovládacou silou blízkou najväčšej prípustnej. Predpokladá sa, že závislosť brzdnych síl nameraných na kolesách od ovládacej sily pôsobiacej na brzdový pedál je pri skúške na VSB v skúmanom intervale lineárna. V situácii znázornenej na obrázku č. 3 bude pri ovládacej sile  $F$  na VSB na kolesách dosiahnutá celková brzdná sila (suma síl nameraných pri tej istej ovládacej sile na kolesách prednej a zadnej nápravy)  $B_v$ , ktorej zodpovedá zbrzdenie vozidla  $Z$ . Pri väčšej ovládacej sile  $F_1$ , napr. za podmienok, ktoré už na VSB reálne preveriť nemožno (kvôli zablokovaniu kolies nedostatočne zaťaženého vozidla, alebo kvôli nízkemu súčiniteľu trenia medzi kolesami a valcami), by sa podľa tohto predpokladu dosiahla úmerne väčšia brzdná sila  $B_{v1}$  so zodpovedajúcim zbrzdením  $Z_1$ . Sila  $F_n$  je ovládacia sila, pri ktorej vozidlo začína brzdiť (silové oneskorenie).



Obr. č. 3. Základný princíp lineárnej extrapolácie.

Ak sa má extrapolácia použiť, musia sa brzdne sily na jednotlivých nápravách odmerať pri rovnakej ovládacej sile. Táto ovládacia sila sa zvolí tak, aby bola čo najvyššia, ale zároveň pri nej ešte neprichádzalo k blokovaniu žiadneho kolesa. Súčasne musí byť menšia, ako najväčšia prípustná ovládacia sila (tab. č. 1). Teoretické extrapolované zbrzdenie pre stav vozidla zaťaženého na najväčšiu prípustnú celkovú hmotnosť a pre maximálnu ovládaciu silu sa vyráta podľa vzťahu

$$Z_t = 10,2 \cdot \frac{\sum B_{vi}}{m_c} \cdot \frac{F_{o\max}}{F_o} \quad (\%), \quad (3)$$

v ktorom okrem symbolov, ktorých význam už bol popísaný, je

$\sum B_{vi}$  súčet brzdnych síl na obvode všetkých kolies vozidla odmeraných pri ovládacej sile  $F_o$  v (N),

$F_{o\max}$  najväčšia prípustná ovládacia sila (z tab. č. 1) v (N),

$F_o$  ovládacia sila, pri ktorej boli merané brzdne sily  $B_{vi}$  v (N),

$m_c$  najväčšia celková prípustná hmotnosť vozidla v (kg).

Ak sa počas merania na VSB na zadnej náprave dvojnápravového vozidla prejaví činnosť obmedzovača brzdneho účinku nedosiahnutím blokovania kolies, použije sa namiesto vzťahu (3) nasledovný vzťah (extrapoluje sa len účinok na prednej náprave, lebo na zadnej sa predpokladá aj pri vyššej ovládacej sile konštantný priebeh brzdnej sily)

$$Z_t = \frac{10,2}{m_c} \cdot \left( \frac{\sum B_{vp} \cdot F_{o\max}}{F_o} + \sum B_{vz\max} \right) \quad (\%), \quad (4)$$

v ktorom okrem symbolov, ktorých význam už bol popísaný, je

$\Sigma B_{vp}$  súčet brzdných síl na obvode kolies prednej nápravy vozidla odmeraných pri ovládacej sile  $F_o$  v (N),

$\Sigma B_{vz\max}$  súčet najväčších brzdných síl na obvode kolies zadnej nápravy vozidla odmeraných bez prekročenia najväčšej prípustnej ovládacej sily  $F_{o\max}$  v (N).

Vypočítané teoretické zbrzdenie pre najväčšiu prípustnú celkovú hmotnosť vozidla môže byť v niektorých prípadoch väčšie ako 100 %. Takýto brzdný účinok sa samozrejme v skutočnosti na ceste nedá dosiahnuť, lebo i keď brzdové mechanizmy vozidiel sú teoreticky schopné vyvinúť zodpovedajúce brzdné sily, tieto kvôli medziam daným fyzikálnymi zákonmi nedokážu pri brzdení preniesť pneumatiky vozidla. Dostatočná, i keď v niektorých prípadoch z fyzikálneho hľadiska nereálna hodnota vypočítaného zbrzdenia v každom prípade dokazuje, že účinok bŕzd plní predpísané podmienky.

- e) Vyrátané zbrzdenie, či už priamo z nameraných síl, alebo s použitím extrapolácie, sa porovná s predpísanou minimálnou hodnotou podľa tab. č. 1. **Ak je predpísaná hodnota zbrzdenia dosiahnutá alebo prekročená, potom je účinok prevádzkovej brzdy dostatočný.**

## 6. Posúdenie účinku posilňovača bŕzd

Na VSB možno v prípade prevádzkovej brzdy s hydraulickou sústavou posúdiť i účinok posilňovača bŕzd. Posilňovač bŕzd znižuje ovládaciu silu, ktorú je treba vynaložiť na dosiahnutie želanej brzdnéj sily. Stačí preto porovnať pedometrom odmeranú ovládaciu silu pri rovnakej brzdnéj sile na vozidle s posilňovačom v činnosti a s nefunkčným posilňovačom. Nefunkčnosť posilňovača možno na bežných vozidlách dosiahnuť vypnutím zapalovania a „vyšliapaním“ zvyškového podtlaku niekoľkými stlačeniami brzdného pedálu. Ak je ovládacia sila pri funkčnom posilňovači výrazne nižšia, potom sa účinok posilňovača považuje za dostatočný. Ak je potrebný presnejší výsledok, dá sa vyrátať silový prevod posilňovača podľa vzťahu

$$k = \frac{F_{o2}}{F_{o1}} \quad (-), \quad (5)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

$F_{o1}$  ovládacia sila s posilňovačom v činnosti potrebná na dosiahnutie brzdnéj sily  $B_{v1}$  v (N),

$F_{o2}$  ovládacia sila bez posilňovača potrebná na dosiahnutie tej istej brzdnéj sily  $B_{v1}$  v (N).

Silový prevod by mal zodpovedať predpisu výrobcu vozidla, spravidla sa však považuje za dostatočný, ak nie je nižší ako 1,5.

## 7. Vyhodnotenie účinku prevádzkovej brzdy – pneumatická brzdná sústava - metóda s extrapoláciou

- a) Pred meraním sa na kontrolné prípojky jednotlivých okruhov brzdnéj sústavy pripoja snímače brzdného tlaku. Niektoré novšie vozidlá majú osobitnú kontrolnú prípojku aj pre výstup maximálneho tlaku zo vzduchojemu ( $p_m$ ), naň sa pripája osobitný snímač, ak ním je VSB vybavená. Namiesto snímačov prenášajúcich namerané hodnoty do VSB môže znalec použiť aj tlakomer s hadicou s vhodnou koncovkou. Všetky VSB na STK však musia byť vybavené snímačmi brzdného

tlaku. Ak vozidlo nemá kontrolné prípojky (staršie vozidlá alebo vozidlá, ktorým boli pri oprave odstránené), potom sa tlak nedá merať a používa sa jednoduchšia tzv. orientačná metóda (popísaná v časti 8).

- b) Tlak vzduchu v brzdovej sústave sa doplní na výrobcom vozidla predpísanú hodnotu.
- c) Odmeria sa maximálny brzdny tlak, na ktorý sa bude extrapolovať. Ide buď o brzdny tlak pri najväčšom stlačení pedálu prevádzkovej brzdy v brzdovom okruhu nápravy bez automatického záťažového regulátora (AZR), alebo, ak je prípojka aj na výstupe maximálneho tlaku, potom hodnota odmeraná na nej. (V niektorých krajinách sa extrapoluje nie na maximálny odmeraný tlak, ale na garantovaný tlak, uvádzaný na vozidle na štítku.)
- d) Po zapnutí pohonu VSB sa vykoná predbežné prebrzdzenie, pri ktorom sa orientačne posúdi stav bŕzd a stanoví sa tlak počiatku nábehu brzdneho účinku ( $p_n$ ).
- e) Po pomalom a rovnomernom stlačení pedálu prevádzkovej brzdy sa na kolesách nápravy odmerajú najväčšie brzdne sily ( $B_v$ ) dosiahnuté prevádzkovou brzdou a zodpovedajúce hodnoty brzdnych tlakov ( $p$ ). Postup sa opakuje pre všetky nápravy vozidla. Brzdny tlak, pri ktorom sa merajú brzdne sily, môže byť v jednotlivých okruhoch rozdielny, zhodovať sa musí iba na nápravách brzdených rovnakým okruhom.
- f) Z nameraných hodnôt sa vyráta extrapolačná konštanta osobitne pre každú nápravu podľa vzťahu

$$i_i = \frac{p_{mci} - p_{ni}}{p_i - p_{ni}} \quad (-), \quad (6)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

$p_{mci}$  maximálny brzdny tlak na náprave  $i$  v (kPa),

$p_{ni}$  tlak počiatku nábehu brzdneho účinku nápravy  $i$  v (kPa); ak hodnotu tlaku počiatku nábehu nie je možné pri meraní jednoznačne určiť, použije sa pre výpočet konštantná hodnota 40 kPa.

$p_i$  brzdny tlak, pri ktorom boli na VSB dosiahnuté merané brzdne sily na náprave  $i$  v (kPa).

Z hodnôt nameraných na VSB a z extrapolačných konštánt všetkých náprav sa vyráta zbrzdzenie vozidla extrapolované na teoretický stav zodpovedajúci maximálnemu brzdnému tlaku pri zaťažení vozidla na najväčšiu celkovú prípustnú hmotnosť podľa vzťahu

$$Z = 10,2 \cdot \frac{\sum B_{v1} \cdot i_1 + \sum B_{v2} \cdot i_2 + \dots + \sum B_{vn} \cdot i_n}{m_c} \quad (\%), \quad (7)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

$\sum B_{vi}$  súčet brzdnych síl na obvode kolies nápravy  $i$  v (N),

$m_c$  najväčšia celková prípustná hmotnosť vozidla v (kg),

$i_i$  extrapolačná konštanta nápravy  $i$ .

Ak ide o náves, namiesto najväčšej prípustnej celkovej hmotnosti sa vo výpočte použije hodnota najväčšej prípustnej celkovej hmotnosti zmenšená o časť hmotnosti návesu pripadajúcu na točnicu. Ak tento údaj nie je známy, potom sa za časť hmotnosti návesu pripadajúcu na náves pokladá na viacnápravovom návese 2/3 najväčšej prípustnej celkovej hmotnosti návesu, alebo na jednonápravovom návese 1/2 najväčšej prípustnej celkovej hmotnosti návesu.

- g) Vyrátané zbrzdzenie sa porovná s predpísanou minimálnou hodnotou podľa tab. č. 1. **Ak je predpísaná hodnota zbrzdzenia dosiahnutá alebo prekročená, potom je účinok prevádzkovej brzdy dostatočný.**



## 8. Vyhodnotenie účinku prevádzkovej brzdy – pneumatická brzdová sústava - orientačná metóda

- Metóda je založená na priamom vyhodnotení brzdnych síl odmeraných na VSB, bez merania brzdneho tlaku a bez využitia extrapolácie. Používa sa v prípadoch, ak kontrolované vozidlo nie je vybavené kontrolnými prípojkami na meranie brzdnych tlakov, alebo kontrolné prípojky na vozidle nemožno použiť (nie sú funkčné). Pri zníženom súčiniteli trenia na povrchu valcov VSB (napr. za mokra) to však môže viesť k nesprávnemu hodnoteniu brzdneho účinku.
- Po pomalom a rovnomernom stlačení pedálu prevádzkovej brzdy sa na kolesách nápravy odmerajú najväčšie brzdne sily ( $B_v$ ) dosiahnuté prevádzkovou brzdou.
- Ak sa pri meraní na VSB dosiahne blokovanie na všetkých kolesách vozidla, potom sa považuje za preukázané, že vozidlo je schopné prevádzkovou brzdou dosiahnuť predpísaný minimálny brzdny účinok. Ak ale niektoré z kolies nezablokovalo, vyráta sa zbrzdzenie vozidla pri skúšobnej (okamžitej) hmotnosti podľa vzťahu

$$Z = 10,2 \cdot \frac{\sum B_{vi}}{m_s} \quad (\%), \quad (8)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

$\sum B_{vi}$  súčet brzdnych síl na obvode kolies nápravy  $i$  v (N),

$m_s$  skúšobná hmotnosť vozidla v (kg).

Ak skúšobná hmotnosť nie je známa a vozidlo je pri meraní zaťažené len vodičom, potom sa predpokladá, že je rovná buď pohotovostnej hmotnosti zväčšenej o 75 kg, alebo prevádzkovej hmotnosti, podľa toho, ktorý z týchto údajov je uvedený v predloženom doklade vozidla. Ak ide o návesovú súpravu vozidiel, použije sa pre ťahač hodnota pohotovostnej alebo prevádzkovej hmotnosti zväčšená o časť hmotnosti návesu pripadajúcu na točnicu a pre náves zvyšná časť pohotovostnej alebo prevádzkovej hmotnosti návesu. Ak údaj o hmotnosti návesu pripadajúcej na točnicu nie je známy, potom sa za ňu pokladá na viacnápřavovom návese 1/3 pohotovostnej alebo prevádzkovej hmotnosti návesu, a na jednonápřavovom návese 1/2 pohotovostnej alebo prevádzkovej hmotnosti návesu.

- Vyrátané zbrzdzenie sa porovná s predpísanou minimálnou hodnotou podľa tab. č. 1. **Ak je predpísaná hodnota zbrzdzenia dosiahnutá alebo prekročená, potom je účinok prevádzkovej brzdy dostatočný.**

## 9. Vyhodnotenie súmernosti účinku prevádzkovej brzdy

Brzdny účinok prevádzkovej brzdy by mal byť súmerný na oboch kolesách nápravy. Nesúmernosť sa môže prejaviť nadmerným vybočovaním vozidla z priameho smeru pri brzdení. Nesúmernosť sa dá zistiť pri skúške na VSB porovnaním brzdnych síl na oboch kolesách nápravy. Ak sa hodnota nesúmernosti v priebehu brzdenia nemení, potom sa ráta z brzdnych síl, z ktorých sa vypočítal účinok prevádzkovej brzdy (časť 5, 7 alebo 8). Ak sa mení, zohľadní sa jej najväčšia hodnota v horných dvoch tretinách dosiahnutej najväčšej brzdnej sily pred hranicou blokovania. Na výpočet sa používa vzťah

$$n = \frac{B_{v1} - B_{v2}}{B_{v1}} \cdot 100 \quad (\%), \quad (9)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

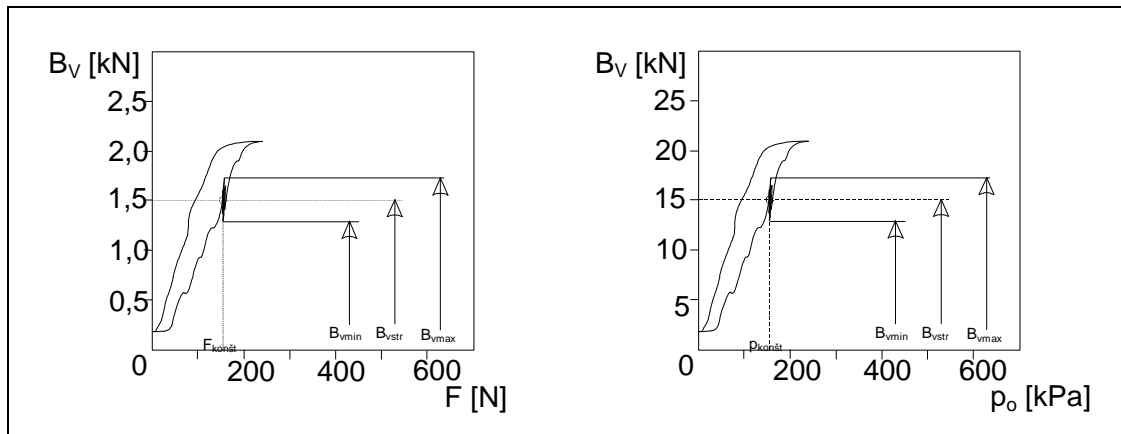
$B_{v1}$  väčšia z brzdnych síl odmeraných na kolesách jednej nápravy v (N),

$B_{v2}$  menšia z brzdnych síl odmeraných na kolesách jednej nápravy v (N).

**Vyrátaná nesúmernosť nesmie presiahnuť 30%.**

### 10. Vyhodnotenie kolísania účinku prevádzkovej brzdy

Brzdná sila by nemala pri skúške na VSB pri stabilizovanej (konštantnej) hodnote ovládacej sily (pri kvapalinovej sústave) alebo brzdnom tlaku (pri vzduchotlakovej sústave) nadmerne kolísať. Kolísanie môže byť dôsledkom hádzavosti brzdových kotúčov alebo ovality brzdového bubna.



Obr. č. 4. Kolísanie brzdnej sily pri konštantnej ovládacej sile pri kvapalinovej sústave, respektíve brzdnom tlaku pri vzduchotlakovej sústave.

Hodnota kolísania brzdnej sily prevádzkovej brzdy okolo strednej hodnoty sa vyráta podľa vzťahu

$$h = \pm \frac{B_{v \max} - B_{v \min}}{B_{v \max} + B_{v \min}} \cdot 100 \quad (\%), \quad (10)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

$B_{v \max}$  maximálna hodnota kolísajúcej brzdnej sily v (N),

$B_{v \min}$  minimálna hodnota kolísajúcej brzdnej sily v (N).

**Vyrátané kolísanie nesmie presiahnuť 10 %, respektíve 15 %, ak ide o nezatážené prípojné vozidlo.**

### 11. Vyhodnotenie účinku parkovacej brzdy

- Brzdné sily vyvodzované parkovacou brzdou sa na rozdiel od prevádzkovej brzdy merajú osobitne na každom kolese, pohon ľavej alebo pravej valcovej jednotky VSB sa zapína samostatne (spravidla manuálne).
- Po zatiahnutí páky parkovacej brzdy sa odmeria veľkosť najväčšej dosiahnutej brzdnej sily, prípadne sa zistí, či kolesá zablokovali.
- Ak príde k zablokovaniu všetkých kolies, na ktoré parkovacia brzda pôsobí, potom sa považuje za preukázané, že vozidlo je schopné parkovacou brzdou dosiahnuť predpísaný minimálny brzdny účinok.** Výpočet v tomto prípade netreba.
- Ak niektoré z kolies, na ktoré parkovacia brzda pôsobí, nezablokuje, potom sa vyráta zbrzdnenie  $Z_p$  podľa vzťahu

$$Z_p = 10,2 \cdot \frac{\sum B_{pi}}{m_c} \quad (\%), \quad (11)$$

v ktorom je význam symbolov nasledovný

$\Sigma B_{pi}$  súčet brzdných síl na obvode všetkých kolies vozidla, na ktoré parkovacia brzda pôsobí v (N),

$m_c$  najväčšia celková prípustná hmotnosť vozidla v (kg).

Vyrátané zbrzdenie sa porovná s predpísanou minimálnou hodnotou podľa tab. č. 1. **Ak je predpísaná hodnota zbrzdenia dosiahnutá alebo prekročená, potom je účinok prevádzkovej brzdy dostatočný.**

## 12. Vyhodnotenie súmernosti účinku parkovacej brzdy

Súmernosť účinku parkovacej brzdy sa vyhodnocuje jedine vtedy, ak je súčasne núdzovou. Vtedy sa použije obdobný postup, ako pri vyhodnotení súmernosti účinku prevádzkovej brzdy (časť 9). Rovnaká je v tomto prípade i hodnota maximálnej prípustnej nesúmernosti 30 %.

Ak parkovacia brzda nie je súčasne núdzovou, považuje sa za chybu len jej nesúmernosť rovná 100 %, teda prípad, keď je úplne neúčinná na jednom z kolies nápravy, na ktorú pôsobí.

## 13. Literatúra

- [1] Vyhláška MDPT SR č. 578/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o niektorých ustanoveniach zákona č. 725/2004 Z. z. o podmienkach prevádzky vozidiel v premávke na pozemných komunikáciách a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [2] Metodický pokyn MDPT SR č.j. 11524-2100/06 na vykonávanie kontrol brzdových sústav vozidiel kategórií  $M_1$ ,  $N_1$ ,  $L_{5e}$  a  $L_{7e}$  pri technických kontrolách, Vestník MDPT SR č. 6/2006  
(tiež na [http://www.testek.sk/files/meto/metodicky\\_pokyn\\_brzdy\\_osobne\\_automobily.pdf](http://www.testek.sk/files/meto/metodicky_pokyn_brzdy_osobne_automobily.pdf))
- [3] Metodický pokyn MDPT SR č.j. 11525-2100/06 na vykonávanie kontrol brzdových sústav vozidiel kategórií  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $O_3$  a  $O_4$  pri technických kontrolách, Vestník MDPT SR č. 6/2006  
(tiež na [http://www.testek.sk/files/meto/metodicky\\_pokyn\\_brzdy\\_nakladne\\_automobily.pdf](http://www.testek.sk/files/meto/metodicky_pokyn_brzdy_nakladne_automobily.pdf))
- [4] Kuchynka, R. – Rybianský, M.: Nový prístup k vyhodnocovaniu účinku brzd vozidiel kategórií  $M_1$  a  $N_1$  pri technickej kontrole, Konferencia Bezpečnosť v cestnej doprave Nitra 2006 a 6. konferencia znalcov z odboru Doprava cestná Nitra 2006, publikované v zborníkoch prednášok
- [5] Rybianský, M. – Hulman, P.: Porovnanie závislosti zbrzdenia vozidla a reálneho brzdového spomalenia pri aplikácii najnovších poznatkov skúšobníctva, Záverečná práca ďalšieho vzdelávania v študijnom odbore Súdne inžinierstvo – doprava cestná, ÚSI ŽU Žilina, 2003
- [6] EBS Elektronisch geregeltetes Bremssystem - System- und Funktionsbeschreibung, Version 002/12.05, WABCO, 2007