

# SIMULACE ADHEZNÍCH PODMÍNEK U SILNIČNÍCH VOZIDEL

## SIMULATION ADHESIVE CONDITIONS OF ROAD VEHICLES

Petr Jilek<sup>1</sup>, Jan Pokorný<sup>2</sup>, Ondřej Voltr<sup>3</sup>

---

*Anotace: Článek pojednává o možnostech změny adhezních podmínek mezi kolem automobilu a vozovkou. Ve článku jsou uvedeny jednotlivé způsoby, jak je možné v současné době ovlivnit kontaktní podmínky styku mezi koly silničního vozidla a vozovkou. Současně jsou uvedeny klady a zápory jednotlivých řešení a je vytvořen nový typ řízení adhezních podmínek v podobě SlideWheel.*

*Klíčová slova: automobil, smyk, adheze, přeprava.*

*Summary: The article deals with the possibilities of change of adhesion conditions between vehicle wheels and the surface of the road. Article presents currently known ways how contact conditions between car wheels and the surface of the road can be influenced. At the same time the pros and cons of each solution are presented and also the proposal of a new type of adhesive control conditions in the form of SlideWheel.*

*Key words: vehicle, skid, adhesion, transport.*

### 1 ÚVOD

V současné uspěchané době je při požadavku na realizaci přepravy pro většinu zákazníků důležité její co nejrychlejší a nejlevnější realizace. Z důvodu prvního uvedeného požadavku se z pohledu malého a nepravidelného objemu přemístěného zboží jeví jako železniční doprava velmi nevyhovující, proto se stává, že stále větší objem zboží je přepravován po silnici. Tento stav má neblahý důsledek v rostoucím počtu vozidel pohybujícím se po silnicích a způsobuje stále zvyšující se počet kritických a kolizních situací. Odstranění vzniklého nežádoucího vlivu je možné mimo jiné zvýšením ovládacích schopností

---

<sup>1</sup> Ing. Petr Jilek, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 486, Fax: +420 466 036 361, E-mail: [petr.jilek@upce.cz](mailto:petr.jilek@upce.cz)

<sup>2</sup> Ing. Jan Pokorný, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Operační program Výzkum a vývoj pro inovace, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 038 510, Fax: +420 466 036 361, E-mail: [jan.pokorny@upce.cz](mailto:jan.pokorny@upce.cz)

<sup>3</sup> Ing. Ondřej Voltr, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 463, Fax: +420 466 036 361, E-mail: [ondrej.voltr@upce.cz](mailto:ondrej.voltr@upce.cz)

řidiče automobilu a současně i produkcí automobilů, které mají velmi stabilní a čitelné jízdní chování. Proto se automobily podrobují zkouškám k ověření jejich stability a řidiči si mohou své schopnosti s ovládáním automobilu v krizové situaci odzkoušet na tzv. škole smyku. V současnosti se s ovládáním automobilu na hranici smyku setkávají především řidiči vozidel záchranných složek.

Tedy pokud automobil se chová stabilně v širokém spektru jízdních režimů, můžeme říci, že jeho přepravní výkonost se zvyšuje a to z pohledu zkrácení přepravních časů. Takto vozidlo za jednotku času zvládne přepravit větší množství zboží.

## 2 ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU

V současné době se na testování automobilů klade velký důraz a to již v oblasti jejich návrhu, vývoje ale také i v oblasti výroby. Specifickou kategorií testování automobilů je ověřování jejich chování z pohledu stability.

Druhou specifickou kategorií je zvyšování schopností řidiče v ovládání automobilu v krizových situacích.

Pro zjišťování chování automobilu z pohledu stability se používá mnoho experimentálních metod, které je možné rozdělit do tří základních kategorií, kdy pro reálné zkoušení stability vozidel jsou nejčastěji používané zkoušky z pohledu opakovatelnosti a věrohodnosti první dvě kategorie (1):

- objektivní zkoušky – při zkoušce není použit žádný subjektivní prvek, vozidlo je řízeno řídicím automatem a výsledky zkoušky jsou zpracovány a vyhodnoceny bez ovlivnění lidským faktorem. Jízdní manévry mají zajištěnou přesnost a opakovatelnost měření.
- subjektivní zkoušky – za nejdůležitější bod stability automobilu je jeho nevybočení z daného koridoru. Ukazatelem stability je velikost rychlosti jízdy vozidla na dráze dané koridorem, který je vytyčený dle definovaných rozměrů uvedených v dané normě pro realizaci zkoušky.
- čistě subjektivní zkoušky – posuzování stability vozidla je pouze na základě pocitů a dojmů zkušebního řidiče. Proto je reprodukovatelnost a přesnost zkoušek do značné míry limitována. Přesto ale zkoušky mají určitou vypovídající hodnotu.

## 3 STABILITA SILNIČNÍHO AUTOMOBILU

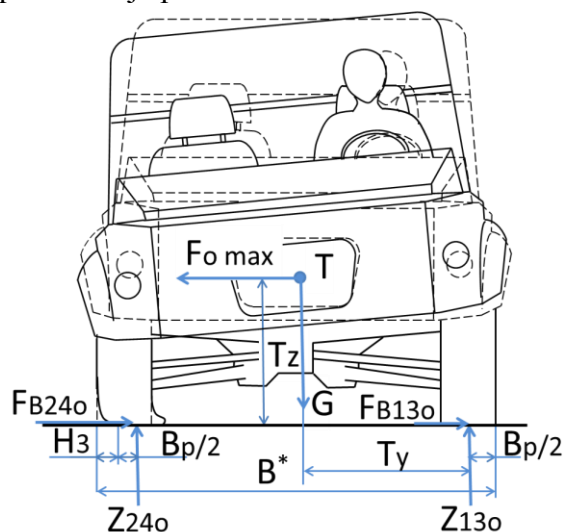
Pro určení maximální rychlosti  $v_{max}$  pro průjezd vozidla zatáčkou o daném poloměru  $R$  na hranici smyku, platí vztah (1) vyplývající z příčné stability vozidla (1):

$$v_{max} = 11,3 \cdot \sqrt{\frac{R \cdot (\varphi + \tan \beta)}{1 - \varphi \cdot \tan \beta}}, \quad (1)$$

kde:  $\varphi$  – součinitel adheze [-]       $\beta$  – příčný sklon vozovky [°]

Vozidlo má zachovánu příčnou stabilitu z pohledu smyku tehdy, když součet příčných sil působících na vozidlo je menší než adhezní síla v příčném směru (Obr. 1).

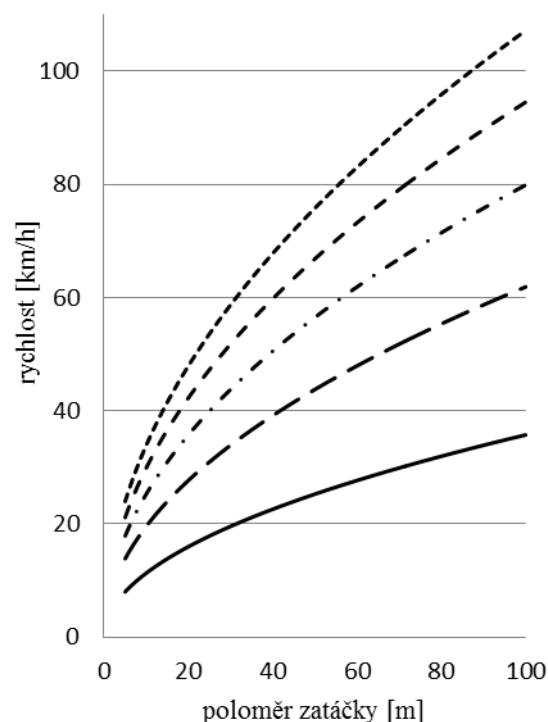
Maximální teoretická rychlost, kterou je vozidlo schopno projet zatáčku o daném poloměru je patrná z Obr. 2.



- $F_{B13o}$  – boční síla levých kol
- $F_{B24o}$  – boční síla pravých kol
- $T_y$  – příčná souřadnice těžiště
- $B^*$  – vnější šíře stop pneumatik
- $B_p$  – šíře pneumatiky
- $F_{o\ max}$  – odstředivá síla
- $H_3$  – boční deformace pneumatiky
- $Z_{24o}$  – radiální reakce pravých kol
- $Z_{13o}$  – radiální reakce levých kol

Zdroj: Autoři

Obr. 1 - Chování vozidla při působení odstředivé síly v levotočivé zatáčce při průjezdu na hranici smyku



- $\varphi = 0,9$     - - -  $\varphi = 0,7$     - . -  $\varphi = 0,5$
- - -  $\varphi = 0,3$     —  $\varphi = 0,1$

Zdroj: Autoři

Obr. 2 - Závislost rychlosti průjezdu vozidla zatáčkou na hranici smyku pro různé součinitele adheze a nulový sklon

#### 4 OVLIVNĚNÍ ADHEZNÍCH PODMÍNEK

Možnost omezení adhezních podmínek silničního vozidla spočívá nejčastěji v jejich snižování. Takto se dosáhne skutečnosti, že vozidlo se dostane na mez smyku, příp. překlopení již při nižší rychlosti, než by tomu bylo za aktuálních podmínek. Proto je zajištěno bezpečnější dosažení hraničního zkoušení automobilu. Současně je možné simulovat chování vozidla na ledu, i když se ve skutečnosti pohybuje po povrchu, který má vyšší součinitel adheze. Velikosti tečné  $F_x$  a boční síly  $F_y$ , přenášených pneumatikou z kola automobilu na vozovku jsou omezeny adhezní kružnicí, resp. Kammovou frikční elipsou (2).

Pneumatika je schopna přenést omezenou maximální hodnotu adhezní síly  $F_{ad}$ , proto přenášená síla v přímém směru se sníží v závislosti na velikosti sil přenášených v bočním směru dle jednoduchého vztahu (2):

$$F_{ad} \geq \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = Z_i \cdot \varphi \quad (2)$$

Při přenosu sil pro celé vozidlo platí, že celková adhezní síla automobilu je dána součtem adhezních sil na všech kolech přenášejících hnací / brzdou sílu, jak vyplývá ze zdroje (2) a to dle vztahu (3).

$$F_{ad} = \sum_{j=1}^n F_{adj} = \sum_{j=1}^n Z_{kj} \cdot \varphi_j \quad (3)$$

kde:  $F_{adj}$  – adhezní síla j-tého kola [N]     $\varphi_j$  – součinitel adheze j-tého kola [-]

$Z_{kj}$  – zatížení j-tého kola [N]     $n$  – počet kol přenášejících sílu [-]

Ze vztahu (3) je taktéž patrné, že velikost celkové adhezní síly je dán součinem radiálních reakcí a součinitelem adheze. Takto jsou stanoveny dva možné způsoby změny adhezní síly.

Tab. 1 obsahuje přehled součinitele adheze mezi pryží a danými povrchy.

Tab. 1 - Součinitele adheze pneumatiky a vozovky [4]

| Druh povrchu  | Součinitel adheze $\varphi$ [-] |
|---------------|---------------------------------|
| beton suchý   | 0,7 – 1,0                       |
| beton mokrý   | 0,7 – 0,8                       |
| asfalt suchý  | 0,7 - 0,9                       |
| asfalt mokrý  | 0,3 – 0,5                       |
| dlažba suchá  | 0,7                             |
| dlažba mokrá  | 0,3                             |
| uježděný sníh | 0,2 – 0,3                       |
| náledí        | 0,1                             |

Zdroj: (1)

Ze vztahu (3) je patrné, že existují dva způsoby, jak snížit adhezní podmínky a to změnou součinitele adheze nebo změnou radiálního zatížení kola automobilu. Do první skupiny patří Skluzový povrch, Skid Tires a Easydrift Ring. Do druhé kategorie spadají SkidCar Systém a volné směrové natáčení zadních kol automobilu.

#### 4.1 Skluzový povrch

V současné době se nejčastěji pro testování stability automobilů využívají skluzové povrchy Wet Skid Pads. Podoba skluzových povrchů je dvojí a to skluzové folie nebo skluzový nátěr.

Skluzová folie, jak z názvu vyplývá, jedná se o speciální folii nejčastěji bílé barvy, která se umístí na rovnou plochu, nejčastěji to bývá asfaltová plocha. Při skrápění se její hodnota součinitele adheze snižuje a blíží se hodnotě odpovídající uježděnému sněhu ( $\mu \doteq 0,20 - 0,30$ ), nebo pro letní období odpovídá čerstvě zmoklému zaprášenému asfaltu ( $\mu \doteq 0,3$ ).

Skluzová folie se nesmí používat při teplotách nižších jak  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a na podkladovém povrchu nesmí být ostré výstupky. Skluzová plocha tvořená folií je v provedení souvislé plochy anebo pásu rovnoběžného s pohybem vozidla, což ne vždy je stav vyhovující jízdni zkoušce.



Zdroj: Autoři

Obr. 3 - Jízdní zkouška za snížených adhezních podmínek

Skluzový nátěr je v podstatě úsek asfaltu s naneseným speciálním nátěrem, který při svém zkrápění mění svůj součinitel adheze obdobně jako skluzová folie. Výhodou skluzového povrchu je delší životnost. Skluzový povrch může být umístěn jak v přímém směru, tak i v zatáčce a to dle požadavku na jízdni zkoušku. Taktéž může být realizována v podobě souvislé plochy, případně se skokovitě střídajícími se prvky s vyšší a nižší hodnotou součinitele adheze čehož u skluzové folie nelze dosáhnout.

#### Výhody

- nulové úpravy automobilu,
- použitelnost jakéhokoli sériového automobilu či prototypu,
- možnost použít libovolné pneumatiky,
- stav vozovky se velmi blíží reálným podmínkám,
- nezmění se rozměrové ani hmotnostní parametry automobilu,
- lze použít u vozidel s přední, zadní i s oběma hnacími nápravami,
- do jisté míry je zajištěna opakovatelnost adhezních podmínek při různých zkouškách,

#### Nevýhody

- nutnost dodatečné úpravy zkoušeného povrchu,
- nutnost obnovy/výměny zkoušeného povrchu,
- možnost realizovat zkoušky pouze za teplot vyšších jak  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- potřeba zajistit neustálé skrápění zkoušeného prostoru,
- řidič pomocí zrakového vnímání je schopen identifikovat povrch s rozdílnou adhezí,
- není možná plynulá změna adhezivních podmínek,
- přesně daná hodnota součinitele adheze,
- není možné dosáhnout rozdílného součinitele adheze pro jednotlivé nápravy ani kola.

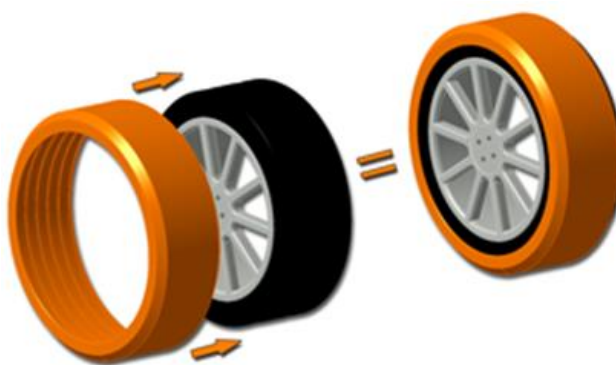
## 4.2 Skid Tires, Easydrift Ring

Skid Tires (Obr. 4) od finské společnosti Skidtyre company jsou v podstatě speciální pneumatiky, které mají nižší součinitel adheze než klasické pneumatiky. Součinitel adheze mezi Skid Tires a asfaltovým povrchem je 0,1 pro hladký asfalt a 0,3 pro asfalt hrubý. Skid Tires nekladou žádné speciální požadavky na automobil a zkušební plochu. Na vozidlo se instalují stejným způsobem, jako běžné pneumatiky. Doprovodným jevem je skutečnost, že hluková emise produkovaná sklouzáváním pneumatiky po vozovce je velmi nízká. Skid Tires jsou pneumatiky, které nemají schválení pro provoz na pozemních komunikacích a pro jednoduchou identifikaci má běhoun pneumatik výrazné oranžové zbarvení. Pro správnou funkci je třeba dodržet, aby tlak v pneumatice byl o 0,5 – 1,0 bar větší než u klasické pneumatiky (5).



Zdroj: (5)

Obr. 4 - Pneumatika Skid Tyre



Zdroj: (6)

Obr. 5 - Easydrift Ring

Easydrift Ring (Obr. 5) je obdobou Skid Tires. Jako nosný prvek se používá standardní pneumatika. Na její horní části bočnice a na běhounu je nasazena skluzová obruč ze speciálního materiálu s nízkým součinitelem adheze ve styku s vozovkou (6).

Výhody

- úprava automobilu spočívá pouze ve výměně kol za Skid Tires nebo Easydrift Ring,
- nezmění se rozměrové ani hmotnostní parametry automobilu,
- lze použít u vozidel s přední, zadní i s oběma hnacími nápravami,
- do jisté míry je zajištěna opakovatelnost adhezních podmínek při různých zkouškách,

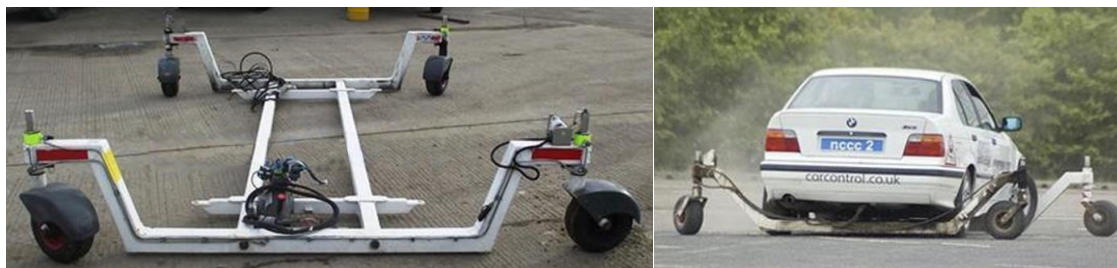
Nevýhody

- nutnost použít relativně kvalitní povrch vozovky,
- možnost nastavení součinitele adheze pouze diskrétně výměnou, jednotlivých Skid Tires nebo Easydrift Ring,
- nemožnost měnit součinitel adheze během jízdy,
- změna tlaku v pneumatice – automobil je tvrdší, mění se součinitel valení kola a jeho boční tuhost.



### 4.3 SkidCar Systém

V podstatě se jedná o elektrohydraulicky ovládaný kolový rám (Obr. 6), jenž umožňuje jedoucímu vozidlu dosáhnout různých typů smyků. Rám je připevněn za podlahu automobilu a pomocí elektronického regulátoru umožňuje dílčí odlehčení přední nápravy nebo zadní nápravy nebo obou náprav současně a to v libovolném rozsahu. K odlehčení, resp. nadzvednutí automobilu dochází změnou polohy hydraulického pístu a válce v uložení otočných kol k rámu za pomoci nárůstu tlaku hydraulického oleje. Tímto zásahem dojde k možnosti navození situace smyku automobilu s předním nebo zadním pohonem při zohlednění různého stupně adheze mezi kolem a vozovkou.



Zdroj: (7) edit autor, (8)

Obr. 6 - Systém SKID CAR

Dle výrobce společnosti Cedergrens Klintehamn Sweden (8) se jedná o univerzální zařízení, které je možné použít pro různá osobní vozidla s podobnými rozměry. Vlastní ovládání kontaktních podmínek mezi koly vozidla a vozovkou je řízeno pomocí ovladače z interiéru automobilu.

#### Výhody

- systém je možné použít na libovolný automobil,
- spolehlivý s minimálním opotřebením,
- možnost plynule nastavitelné trakce pro libovolnou nápravu,
- možnost měnit adhezivní podmínky během jízdy,
- možnost uložení adhezivního nastavení pro opakovatelné zkoušky,
- zachovává v činnosti elektronické systémy automobilu,
- komunikace nenese žádné optické a jiné informace o změně adhezivních podmínek,
- možnost uložení adhezivního nastavení pro opakovatelné zkoušky,
- lze použít u vozidel s přední, zadní i s oběma hnacími nápravami,
- takřka nemožnost převrácení automobilu,
- možnost použít libovolné pneumatiky,
- je zajištěna opakovatelnost adhezních podmínek při různých zkouškách,

#### Nevýhody

- vozidlo je po stranách doplněno pomocnými koly – větší šířka zkoušeného automobilu negativní vlastnost při jízdách manévrech,

- karoserie automobilu připevněna k rámu Skid Car – není umožněn náklon hmot odpérováných vůči hmotám neodpérováným, neklopí a nepředklání se karoserie při jízdách manévrech,
- ve vozidle je slyšet činnost elektrohydraulického agregátu a elektromagnetů, řidič je upozorněn na změnu adhezivních podmínek,
- nárůst hmotnosti automobilu a snížení výškové souřadnice těžiště automobilu,
- potřeba relativně rovného povrchu o dostatečných rozměrech dle uvažovaného testování,
- změna odporu valení a směrových vlastností pneumatiky kola vlivem snížení radiální reakce přenášené kolem.

#### 4.4 Volné směrové natáčení zadních kol

Jedná se o systém, s nímž je možné se setkat pod anglickým označením Skid Monster, kdy zadní kola automobilu se usadí na otočné plošiny osazené čtveřicí vlečných koleček, případně místo zadních kol se připevní vždy po jednom vlečném kole. Jedná se o systém, který je schopen přiblížit chování automobilu ke stavu, že na vozidle došlo ke smyku zadních kol. Tento systém je možné použít pouze u vozidel s předním pohonem a není možné použít vlečná kola k náhradě za kola přední nápravy (9).



Zdroj: (9)

Obr. 7 - Volné natáčení zadních kol

##### Výhody

- minimální úprava automobilu,
- není potřeba speciálního zkušebního prostoru,
- nezmění se rozměrové parametry automobilu, hmotnostní parametry se mění jen nepatrně,

##### Nevýhody

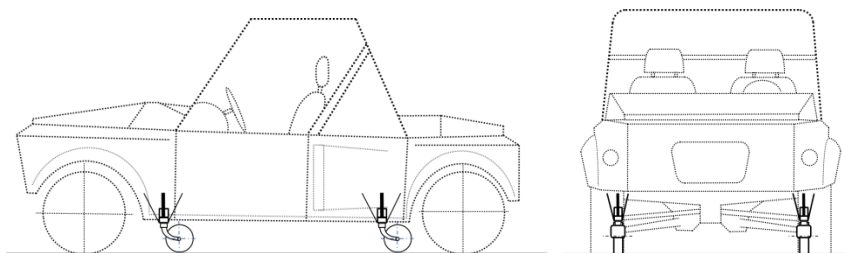
- není možná žádná změna adhezivních podmínek,
- zadní kola mají „součinitel adheze“ velmi nízký a to za libovolných podmínek,
- chování automobilu není příliš realistické,
- nefunkčnost elektronických systémů jízdní stability a kontroly trakce,
- nemožnost použít u vozidel se zadním pohonem a u vozidel 4x4 s elektronicky připojitelnou zadní nápravou,



- nemožnost zajištění shodných podmínek při opakování experimentu.

## 5 VLASTNÍ NÁVRH SYSTÉMU KE SNÍŽENÍ ADHEZNÍCH PODMÍNEK AUTOMOBILU

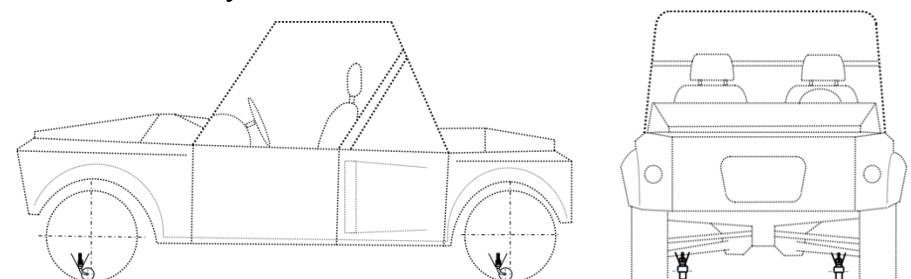
Z výše uvedeného seznamu výhod a nevýhod jednotlivých systémů ovlivnění adhezních podmínek je patrné, jejich značné omezení. Ke změně adhezních podmínek přistupujeme možností změny radiálního zatížení kol automobilu. První možností je podíl hmotnosti automobilu přenést na pomocná kolečka přímo z karoserie, což jsou hmoty odpérované (Obr. 8). Do jisté míry se jedná o obdobný systém, jako je Skid Car, jen pomocná kolečka jsou umístěna pod vozidlem a tedy se nezměnil půdorysný profil zkoušeného automobilu a současně se snížila i přidaná hmotnost automobilu, jelikož systém neobsahuje žádný nosný rám, spojující jednotlivá podpěrná kolečka. Proto je možné tento způsob využívat i pro jízdny koridory. Jelikož pomocná kolečka neumožňují klopení karoserie při působení odstředivých sil vzniklých průjezdem vozidla zatáčkou, je tento systém spíše vhodný pro zdokonalování jízdny schopností řidiče.



Zdroj: Autoři

Obr. 8 - Nadzvednutí hmot odpérovaných

Druhou možností je zmenšit radiální reakci kola automobilu za pomoci nadzvednutím hmot neodpérovaných za přispění podpěrných koleček (Obr. 9). Jedná se o systém s názvem Slide Wheel. Místem uchycení jsou spodní ramena nápravy automobilu. Tímto způsobem je zajištěno, že karoserie má umožněn náklon při průjezdu zatáčkou a současně se může klonit při změně brzdny nebo suvny síly.



Zdroj: Autoři

Obr. 9 - Nadzvednutí hmot neodpérovaných

### Výhody

- možnost plynule nastavitelné trakce pro libovolnou nápravu i libovolné kolo,

- náklon karoserie odpovídá reálným podmínkám,
- nemění se vnější obrysové rozměry automobilu, veškeré díly jsou umístěny uvnitř automobilu nebo pod rameny náprav,
- nízká hmotnost celého systému,
- ke změně adhezních podmínek dochází primárním nadzvednutím hmot neodpěrovaných, čímž je umožněno klopení a klonění karoserie automobilu,
- systém je možné s drobnými úpravami použít na libovolný automobil,
- možnost měnit adhezivní podmínky během jízdy,
- zachovává v činnosti elektronické systémy automobilu,
- možnost uložení adhezivního nastavení pro opakovatelné zkoušky,
- lze použít u vozidel s přední, zadní i s oběma hnacími nápravami,
- možnost použít libovolné pneumatiky,
- je zajištěna opakovatelnost změny adhezních podmínek při různých zkouškách,
- činnost hydraulického okruhu je tichá, řidič nevnímá sluchem změnu adhezivních podmínek,
- pohyb vozidla po klasické vozovce, bez zjevných vizuálních odlišností míst s různými adhezivními povrchy,

#### Nevýhody

- systém je pro nižší jízdní rychlosti,
- nárůst hmotnosti automobilu, ale je nižší než u SkidCar,
- snížení výškové souřadnice těžiště automobilu,
- potřeba relativně rovného povrchu o dostatečných rozměrech dle uvažovaného testování,
- změna odporu valení kola vlivem snížení radiální reakce,
- nutnost systém kalibrovat na dané vozidlo.

Systém nadzvedávání kol automobilu je ovládán elektrohydraulicky a to pomocí ovládacího panelu z interiéru vozidla. Systém může pracovat na základě náhodného ovlivnění adhezivních podmínek nebo dle požadavků obsluhující osoby, jež je v automobilu jako spolucestující.

## ZÁVĚR

Cílem článku bylo shrnout současné možnosti, jak je možné se setkat se zkoušením stability automobilů ve vztahu k adhezním podmínkám. V příspěvku jsou současně shrnuty možnosti, za pomoci jakého technického vybavení je možné zdokonalovat schopnosti řidiče v ovládání automobilu na mezi ovladatelnosti ve vztahu ke sníženým adhezním podmínkám. Současně je provedeno porovnání jednotlivých systémů z pohledu svých předností.

Součástí článku je i základní přehled jednotlivých zkoušek, které podstupují automobily. Současně jsou uvedeny možnosti, jak je možné docílit změny adhezivních podmínek mezi kolem a vozovkou.

V neposlední řadě je uveden vlastní návrh technického zařízení Slide Wheel, pomocí kterého je možné měnit adhezní podmínky mezi pneumatikou silničního vozidla a vozovkou.

Zvýšením hranice stability silničních dopravních prostředků a zkušeností řidičů je možné docílit rychlejší přepravy a zejména však zvýšení bezpečnosti přepravního procesu. Což jsou hlavní znaky, charakterizující kvalitu přepravního procesu.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) VALA, M., TESAŘ, M., *Teorie a konstrukce silničních vozidel I.* Pardubice, Univerzita Pardubice, First edition. Pardubice, 2002. 202 s. ISBN 80-7194-503-X.
- (2) VLK, F., *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.* Brno, Nakladatelství Vlk, 2001. 236 s. ISBN 80-238-6573-0.
- (3) DUKKIPATI, R., a spol. *Road vehicle dynamics.* SAE International. First edition. Warrendale, 2008. 852 s. ISBN 978-0-7680-1643-7.
- (4) TESAŘ, M., *Posuzování a hodnocení stability těžkých nákladních vozidel z hlediska překlápění.* Pardubice. 83 s. Habilitační práce. Univerzita Pardubice, 2003, Dopravní fakulta Jana Pernera.
- (5) Skid Tyre [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupné z : <<http://www.skidtyre.com/pop-7-800-600>>.
- (6) EasyDrift [online]. [cit. 2015-11-11]. Dostupné z : <<http://easydriftusa.com/wp-content/uploads/2012/06/dts.jpg>>.
- (7) *CarControl* [online]. c2014 [cit. 2015-12-09]. Dostupné z : <<http://www.carcontrol.co.uk>>.
- (8) Witham Specialist Vehicles LTD [online]. [cit. 2015-12-09]. Dostupné z : <[http://www.mod-sales.com/auction/vehicle/home/51851/Skid\\_Car.htm](http://www.mod-sales.com/auction/vehicle/home/51851/Skid_Car.htm)>.
- (9) F.E. Warren Air Force Base [online]. [cit. 2015-10-03]. Dostupné z : <<http://www.warren.af.mil/news/story.asp?id=123072627>>.

Recenzent: doc. Ing. Milan Graja, CSc.  
Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky