

MOŽNOSTI STANOVENÍ PROKLUZU PNEUMATIK SILNIČNÍCH VOZIDEL

POSSIBILITIES OF THE ROAD VEHICLES TIRE SLIP MEASUREMENT

Martin Cindr¹, Martin Pexa², Jiří Porazil³

Anotace: Bezpečnost silničního provozu je významným fenoménem, který je veřejností velmi citlivě vnímán a kterým se zabývají uživatelé a výrobci vozidel, ale i legislativa. Aby byla zvýšena bezpečnost silničního provozu, jsou vozidla vybavována aktivními (ABS, ASR, ESP apod.), a pasivními systémy bezpečnosti (deformační zóny, airbagy, bezpečnostní pásy apod.). Aby bylo možné rozšířit účinnost systémů aktivní bezpečnosti bylo by velmi užitečné znát hodnotu aktuálního prokluzu. V uvedeném příspěvku jsou porovnány dvě metody stanovení prokluzu předních kol vozidla. První metoda vychází z porovnání rychlosti vozidla ze snímače GPS a obvodové rychlosti předních kol ze snímače ABS. Druhá metoda vychází z porovnání obvodové rychlosti kol přední a zadní nápravy získané ze snímače ABS a čtené ze sběrnice CAN-BUS.

Klíčová slova: prokluz, snímač GPS, protiblokovací systém brzd ABS, vozidlo.

Summary: Safety of the road traffic is very important topic, which is very sensitively perceived by public. Many vehicle producers, users and also legislation are interesting in this topic. For improvement of the road traffic safety are vehicles equipped with the active (ABS, ASR, ESP, etc.) and with the passive safety systems (deformation zones, airbags, safety belts, etc.). For possibility of expanding systems of active safety is very useful knowledge of actual tire slip. In this paper are compared two methodology of estimation rear tire slip. Base of first method is comparing of vehicle velocity from GPS sensor with circumferential velocity of front wheels from ABS sensor. Second method is based on comparing of circumferential velocity wheels of front and rear axis. This velocity is possible to get from ABS sensor and read from data bus CAN.

Key words: tire slip, GPS sensor, antiblock braking system ABS, vehicle.

ÚVOD

Automobilová doprava zaznamenala za poslední desítky let velký rozvoj. Jak z pohledu množství přepravených osob a nákladu, tak i po technické stránce. Současné automobily jsou mnohem výkonnější i komfortnější. Rostoucí hustota provozu má však i negativní vlivy, mezi

¹ Ing. Martin Cindr, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra vozidel a pozemní dopravy, Kamýcká 129, 16521 Praha 6 - Suchbátka, Tel.: +420 777 238 060, E-mail: cindrm@tf.czu.cz

² doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra jakosti a spolehlivosti strojů, Kamýcká 129, 16521 Praha 6 - Suchbátka, Tel.: +420 224 383 278, E-mail: pexa@tf.czu.cz

³ Ing. Jiří Porazil, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra jakosti a spolehlivosti strojů, Kamýcká 129, 16521 Praha 6 - Suchbátka, E-mail: porazil@tf.czu.cz

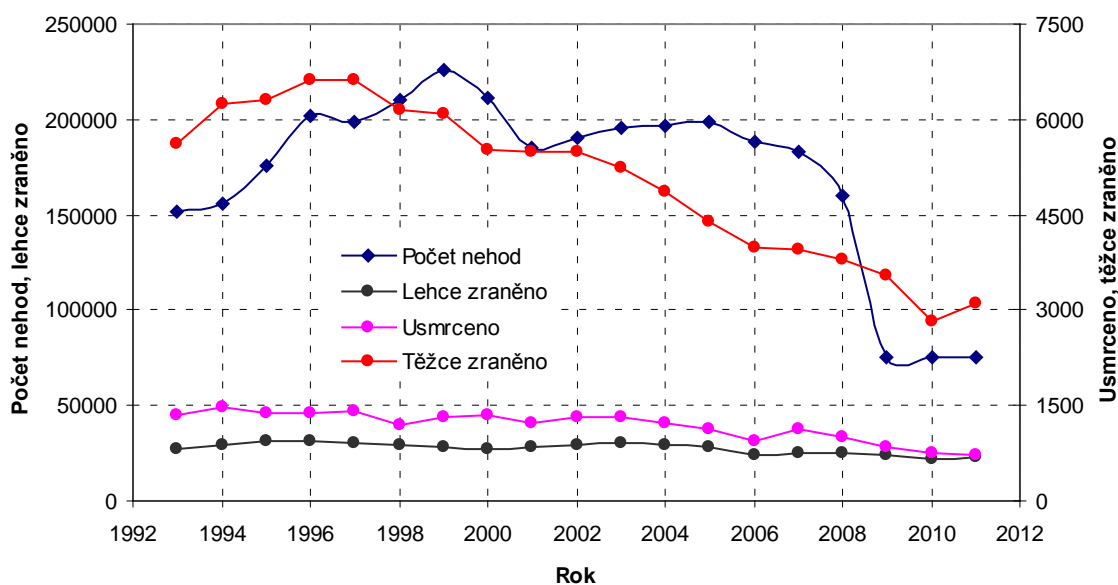
kteří lze zařadit zvyšující se nehodovost. Proto se do popředí poslední dobou čím dále častěji dostává otázka bezpečnosti vozidel a silniční dopravy.

Bezpečnost silničního provozu je významný fenomén, který je veřejností citlivě vnímán. Statistiky ukazují, že celková situace je neuspokojivá a že v této oblasti existují značné rezervy. (5, 7, 13, 14) Podpora bezpečné jízdy vozidel je komplikovaná záležitost s mnoha aspekty. Mezi tyto aspekty se řadí technický stav vozidel (27) a komunikací, zdravotní a psychický stav řidičů, jejich kvalifikace a výcvik (28), dále celková dopravní situace, hustota a organizace provozu (13). Nelze opomenout ani na kontrolu a případné postihy chování řidičů a provozovatelů dopravních prostředků i dopravních cest.

Od roku 1970 na silnicích EU zahynulo více než 1,64 miliónu lidí. Ačkoli tento trend mírně poklesl začátkem devadesátých let, jedná se stále o velice závažnou problematiku. V roce 2000 při silničních nehodách na území EU zemřelo více než 40 000 lidí a bylo zraněno přes 1,7 miliónu osob. Nejpostiženější je věková skupina 14 – 25 let, kde je silniční nehoda nejčastější příčinou úmrtí. (30)

Na nutnost řešení této situace upozornila Bílá kniha – Evropská dopravní politika pro rok 2010, která byla vydána v roce 2001. Zde si EU naplánovala snížení úmrtí na silnicích do roku 2010 na polovinu. Dnes je již známo, že splnění tohoto ambiciózního cíle se nepodařilo. Je však nezbytné v této snaze i nadále pokračovat. K jeho splnění byly určeny především dva hlavní nástroje. Jedná se v první řadě o sjednocení legislativy týkající se dopravy všech členských států a zavedení nových technologií podporujících silniční bezpečnost. V oblasti nových technologií jsou neustále podporovány projekty zabývající se výzkumem tzv. inteligentních dopravních systémů a konstrukcí vozidel zaměřenou na aktivní i pasivní bezpečnost. (30)

Na obrázku číslo 1 je uveden vývoj celkového počtu nehod za posledních 19 let na území České republiky. Z vývoje lze říci, že se celkový počet usmrcených i zraněných postupně snižuje (20). Velký vliv na tento trend má i zvyšující se bezpečnost dopravních prostředků, kterou lze rozdělit na bezpečnost aktivní a bezpečnost pasivní.



Zdroj: (2, 23, 25, 26)

Obr. 1 – Počet nehod, usmrcených a zraněných osob v ČR

Úkolem aktivní bezpečnosti je předcházet dopravní nehodě. Součástí aktivní bezpečnosti je například dobrý výhled z vozidla, správný tlak v pneumatikách, ale jsou to i elektronické systémy, kterými jsou v dnešní době všechna vozidla vybavována povinně (ABS, ESP), nebo nepovinně (ASR, noční vidění, atd.).

Proti tomu pasivní bezpečnost má za úkol minimalizovat následky dopravní nehody. To znamená, že pokud se již nehoda stane, její smysl je ochránit posádku a snížit veškerá rizika plynoucí z nehody. Úroveň pasivní bezpečnosti se pro každý vůz liší. Přímo součástí jsou deformační zóny vozidla, airbagy, bezpečnostní pásy, prvky pro ochranu chodců apod. (12)

Aby výrobci vozidel uspěli na trhu mezi ostatní konkurencí, musí nové automobily splňovat stále náročnější požadavky. Nejedná se jen o design, kvalitu či pohodlí, ale stále více zákazníků se při koupi nového vozu rozhoduje na základě bezpečnostních prvků daného automobilu. Nejen proto je tedy potřeba věnovat výzkumu v této oblasti velkou pozornost. Jedním z potenciálů moderní bezpečnosti je systém rozpoznávající interakci mezi vozovkou a pneumatikou a jeho využití pro predikci riskantního chování řidiče. [4, 30]

Cílem tohoto příspěvku je popsat metody, které umožňují posoudit interakci mezi vozovkou a pneumatikou a vyjádřit ji v podobě podélného skluzu při brzdění a podélného prokluzu při akceleraci.

1. MATERIÁL A METODY

Vlastnostmi vozovek se zabývá norma ČSN 73 6177, která popisuje následující zkušební metody pro stanovení protismykových vlastností a textury povrchů pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch (asfaltových, betonových a dlážděných):

- zjišťování součinitele tření povrchu vozovky kyvadlem (PTV),
- zjišťování střední hloubky textury povrchu vozovky odměrnou metodou,
- zjišťování střední hloubky profilu povrchu vozovky,
- zjišťování vodorovných drenážních vlastností povrchu vozovky stacionárním výtokoměrem,
- zjišťování součinitele podélného tření dynamickým měřicím zařízením,
- zjišťování součinitele bočního tření dynamickým měřicím zařízením. (3, 22)

Ke stanovení součinitele tření vozovky lze využít některou z níže uvedených základních metod:

- **Kyvadlo** (obr. 2) je jednou z nejpoužívanějších metod pro stanovení součinitele tření povrchu vozovky. Na základě ztráty energie během definovaného kyvu kyvadla je určen koeficient tření mezi pryží kyvadla a povrchem vozovky. (1, 3)
- **Přívěsný skidometer BV11** je jednonápravové zařízení vybavené snímači podélné a vertikální síly, vzdálenosti a teploty vzduchu. Měření probíhá při konstantním skluzu (17 %), při rychlostech 20 až 100 km/h a při zatížení měřicího kola 1000 N. (3, 29, 21)
- **Skidometer BV14** je dvojitě měřicí zařízení speciálně vyvinuté pro hodnocení zimní údržby vozovek. Měření součinitele adheze probíhá současně na obou měřicích kolech. Princip měření je obdobný jako u výše zmíněného přívěsného zařízení BV11. (3, 29)

- **Griptester** je široce využívané přívěsné zařízení měřící při fixním skluzu měřicího kola. Je rozšířeno ve Velké Británii jako doplněk běžných silničních měření. V Nizozemí je pro měření využíván podélný skluz 86 %. Součinitel adheze naměřený při této hodnotě skluzu je již mimo optimální brzdění. Užívá se ke snížení opotřebení pneumatik. (3, 29)



Zdroj: (8)

Obr. 2 – Kyvadlo

- **Norsemeter ROAR** (obr. 3) je flexibilní jednotka a může být použita ve formě měřicího přívěsu součinitele adheze obsahujícího vodní nádrž pro měření za mokra. Měřicí kolo je umístěno na malé samostatné jednotce obsahující všechny nezbytné součásti pro měření. Jednotka je schopná pracovat při rychlostech od 20 km/h do 130 km/h. (3, 29)



Zdroj: (8)

Obr. 3 – Norsemetr ROAR

- U **Saab Friction Tester** je základní princip měření stejný jako u zařízení BV11. Rozdíl spočívá v tom, že měřicí jednotka je zabudována přímo do běžného osobního vozidla. Toto vozidlo bývá nejčastěji využíváno pro monitorování letištních drah. (3, 29)
- **SCRIM** (Sideways Force Coefficient Routine Investigation Machine) vozidlo bylo původně vyvíjeno ve Velké Británii již od roku 1953 a bylo přestavěno na nákladní vozidlo s měřicím kolem umístěným mezi přední a zadní nápravou. Jako měřicí kolo je použito speciální motocyklové kolo namontované s konstantním úhlem směrové odchylky 20°. Zároveň vozidlo bývá vybaveno laserovým snímačem umožňujícím vyhodnocení makrotextury vozovky před měřicím kolem. (3, 29, 9)

Vlastnosti pneumatik lze zjišťovat testováním přímo na vozidle, na zkušební dráze nebo využitím laboratorních zařízení.

- Na automobilu se zkoušky pneumatik provádí za účelem přiřazení vlastností pneumatik k vlastnostem automobilu. Dělají se objektivní měření některých veličin (řiditelnost a stabilita vozidla, zkoušky aquaplaningu, brzdných vlastností apod.) a zkoušky subjektivní (hodnocení provedené řidičem - ovladatelnost, komfort jízdy apod.). (3, 6)
- Většina zkoušek pneumatik v laboratorních podmínkách je standardizována a provádí se na zařízeních, která jsou vyráběna pouze několika výrobci v celosvětovém měřítku, takže výsledky zkoušek jsou navzájem porovnatelné. (3, 6) Mezi tato zařízení patří například 2DoF Chassis dynamometr. Zkoušky probíhají na vyměnitelném pásu, který simuluje různé druhy povrchu vozovky a je poháněn dvěma elektromotory. (31).

Uvedené metody zjišťování vlastností vozovky a pneumatik však nejsou vhodné pro reálné měření v běžném provozu se zařízením namontovaným přímo ve vozidle. V reálném provozu je nutné sledovat aktuální hodnoty součinitele adheze a tím dosahované hodnoty podélného skluzu. Podélný skluz lze definovat jako rozdíl mezi obvodovou rychlostí pneumatiky a posuvnou rychlostí celého vozidla. Jeho velikost v případě brzděného skluzu i hnacího prokluzu je možné stanovit podle vztahů (1) a (2).

$$s_b = \frac{v_k - v_p}{v_p} \cdot 100 \quad (1)$$

$$s_d = \frac{v_k - v_p}{v_k} \cdot 100 \quad (2)$$

s_b - podélný skluz během brzdění (%), rozsah (0 až -100 %),

s_d - podélný skluz při rozjíždění (%), rozsah (0 až 100 %),

v_p - posuvná rychlost vozidla (m/s),

v_k - rychlost otáčení kola vozidla (m/s).

Pro stanovení skluzu kola se při praktických měřeních využívá porovnání otáček hnacího kola a referenčního kola, které se jen volně odvaluje. To se však nehodí pro automobil v reálném provozu. Proto se nabízí možnost využívat jako referenční kolo kolo hnané. Toto však má své omezení, které se týká vozidel se všemi koly hnacími (4x4) a také je nevhodná pro stanovení brzděného skluzu.

V současné době lze také jako páte referenční kolo využít zařízení GPS. To umožní porovnávat aktuální rychlost vozidla a jednotlivých kol. Na základě jejich rozdílu lze stanovit skluz každého kola zvlášť. Tímto způsobem lze získat hodnoty skluzu pro různé druhy povrchu vozovky (zkoušené povrchy jsou zobrazeny na obr. 4, 5 a 6) a při různých velikostech hnacích a brzděných sil.

Praktické ověření obou metod proběhlo vozidlem vybaveným měřicím zařízením. Pro sběr všech dat z CAN sběrnice během jízdy vozidla byl zvolen převodník firmy National Instruments, model CAN – USB NI 8473. Jedná se o jednovstupový modul pro CAN 2.0A (11 bit) i 2.0B (29 bit) s následujícími základními parametry (15):

- vysokorychlostní USB rozhraní s napájením ze sběrnice,

- fyzická vrstva podporující ISO 11898,
- Philips TJA1041 pro vysokorychlostní přenos dat na sběrnici CAN,
- hardwarové časové značky – rozlišení 1 μ s,
- 100 % záznam CAN komunikace při 1 Mb/s.

Převodník byl pomocí kabelu vyrobeného speciálně pro tento účel připojen k motorové CAN sběrnici vozidla a do prostoru kabiny vozidla byly vyvedeny signály CAN-H a CAN-L. Konfigurace zařízení byla provedena pomocí softwaru dodávaného k tomuto převodníku Measurement & Automation Explorer.



Zdroj: (Autor)

Obr. 4 – Suchý asfalt a beton – součinitel adheze 0,7 až 1



Zdroj: (Autor)

Obr. 5 – Šotolina, polní cesta – součinitel adheze 0,4 až 0,7



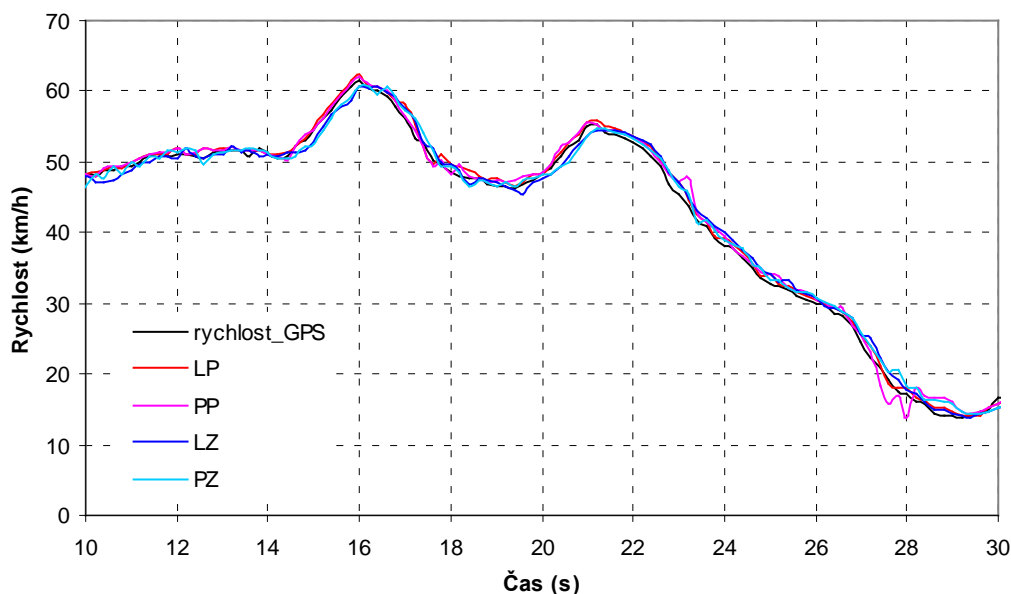
Zdroj: (Autor)

Obr. 6 – Mokrý polní cesta, sníh, náledí – součinitel adheze 0,1 až 0,4

Dalším zařízením byla GPS QSTARZ BT-Q1000eX. Tato GPS umožňuje záznam dat o pohybu vozidla s frekvencí 5 Hz. Je vybavena čipem MTK II s citlivostí 165 dBm. Aktuální údaje o poloze je možné odesílat prostřednictvím USB nebo Bluetooth rozhraní přímo do PC, nebo ukládat v interní paměti zařízení a později exportovat k dalšímu zpracování např. jako soubor textu csv.

2. VÝSLEDKY

Dříve než bude hodnocen prokluz jednotlivých kol, tak je třeba ověřit, zda lze údaje o rychlosti vozidla ze snímače GPS a ze snímače ABS zadních kol považovat jako plnohodnotnou náhradu pátého kola. Již předem se dá očekávat nepřesnost snímače GPS v nízkých rychlostech a v případě snímače ABS pak nepřesnost danou rychlostí čtení ze sběrnice CAN.



Zdroj: (Autor)

Obr. 7 - Příklad průběhu rychlosti ve zvoleném úseku: rychlost_GPS (posuvná rychlost vozidla), obvodová rychlost levého předního kola LP, pravého předního kola PP, levého zadního kola LZ a pravého zadního kola PZ

Na obrázku číslo 7 jsou porovnány rychlost vozidla stanovená pomocí snímače GPS a obvodové rychlosti kol vozidla stanovené pomocí snímače ABS ve zvoleném měřeném úseku. Aby bylo možné lépe vyhodnotit toto porovnání, byl stanoven korelační koeficient. Ke stanovení koeficientu korelace je využita funkce Correl dostupná v systému Microsoft Excel a je daná vztahem číslo 3.

$$\text{Correl}(x, y) = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

$\text{Correl}(x,y)$ - korelační koeficient mezi daty x a y (-),

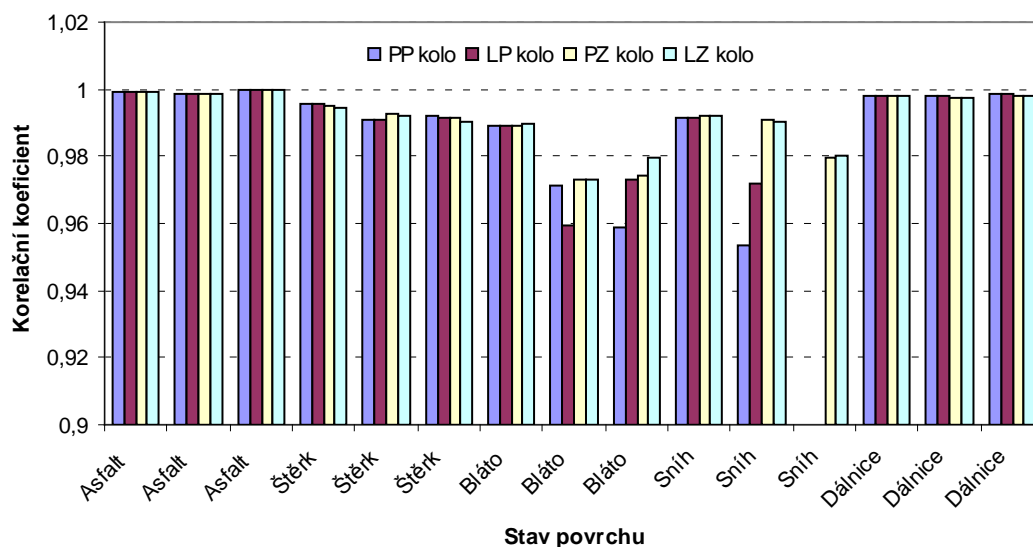
x - rychlost vozidla stanovená pomocí snímače GPS (km/h),

y - obvodová rychlost jednotlivých kol vozidla stanovená pomocí snímače ABS (km/h).

Výsledné hodnoty korelačního koeficientu jsou uvedeny na obrázku číslo 8 pro různé druhy povrchu vozovky. Lze konstatovat, že bylo dosaženo velmi dobré shody na nejfrekventovanějším povrchu vozovky a to na asfaltu. Se zhoršujícím se stavem povrchu klesaly i hodnoty korelačního koeficientu. Vzhledem k tomu, že jako referenční rychlost (páté kolo) je brán údaj ze snímače GPS a ze snímače otáček ABS zadních kol je těmto korelačním koeficientům věnována zvýšená pozornost. V tomto případě lze konstatovat, že průměrný

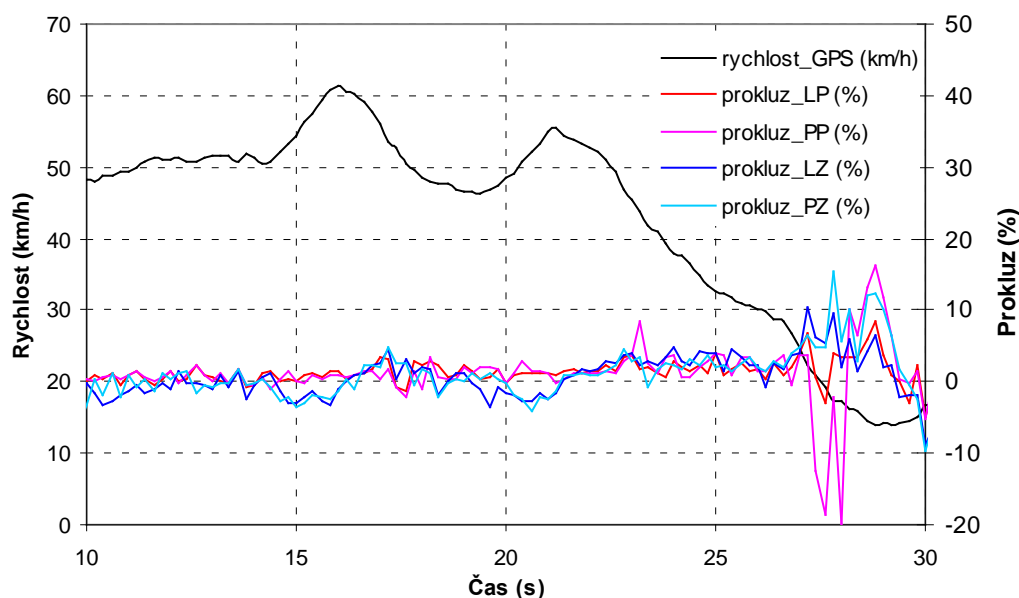
korelační koeficient na měřených površích vozovky pro levé zadní kolo je 0,9915 a pro pravé zadní kolo je 0,9913, což je zcela dostatečné.

V první části řešení je vypočítán prokluz jednotlivých kol vozidla podle vztahů číslo 1 a 2 s využitím dat ze snímače GPS. Výsledné hodnoty prokluzu jsou zobrazeny na obrázku číslo 9. Je zřejmé, že kromě přesnosti snímače GPS má významný vliv na skutečný provoz i snímací frekvence snímače GPS. Informaci o prokluzu bude možné u snímače GPS s frekvencí snímání 5 Hz stanovit při rychlosti vozidla 50 km/h každých 2,8 m, při rychlosti 90 km/h každých 5,0 m a při rychlosti 130 km/h každých 7,2 m.



Zdroj: (Autor)

Obr. 8 - Korelační koeficient mezi rychlostí ze snímače GPS a ze snímače otáček kol ABS



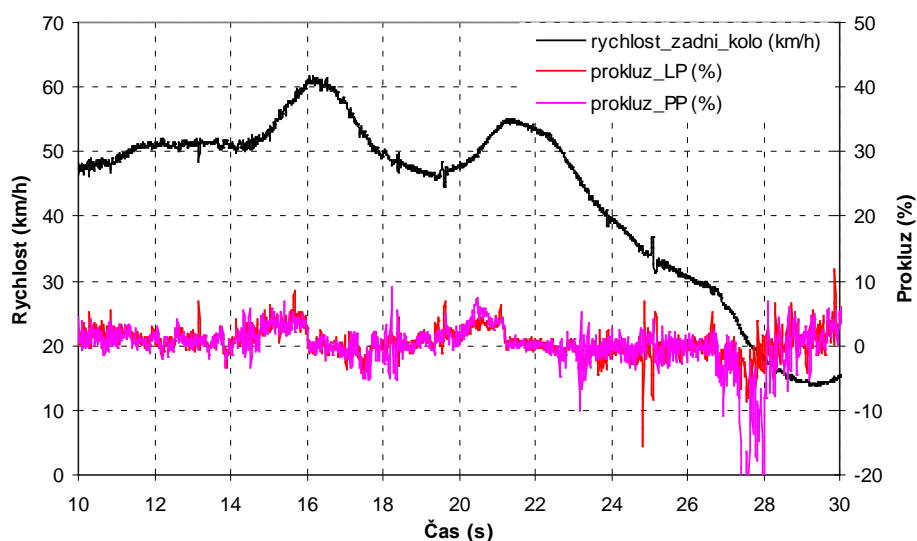
Zdroj: (Autor)

Obr. 9 - Prokluz jednotlivých kol vypočtený podle snímače GPS

To však může být ve skutečném provozu nedostatečné. Z tohoto pohledu se jako zajímavější jeví jako srovnávací rychlost použít **obvodovou rychlost hnaných kol (CAN-BUS)**. Zde je možné prokluz stanovit při rychlosti vozidla 50 km/h každých

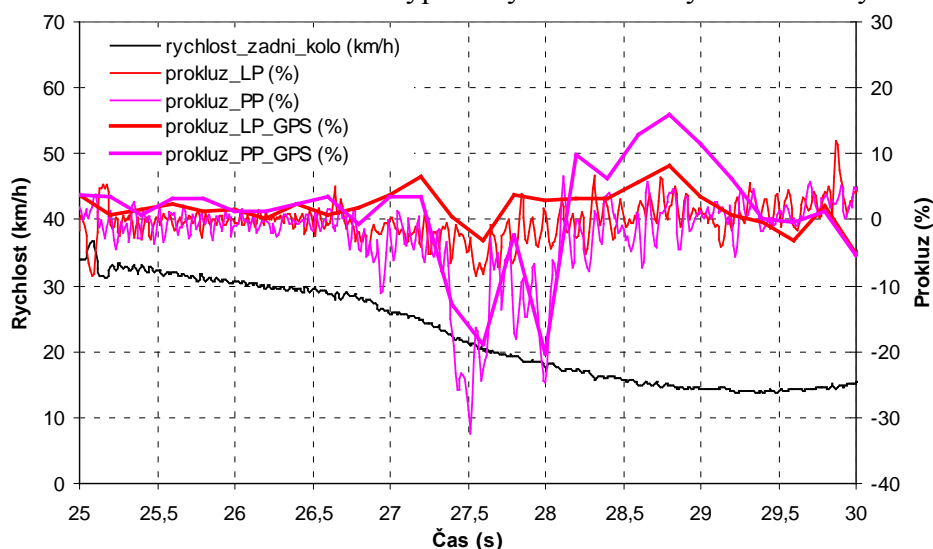
cca 0,14 m, při rychlosti 90 km/h každých cca 0,25 m a při rychlosti 130 km/h každých cca 0,36 m. Průběh prokluzu stanovený podle vztahu číslo 1 a 2 je zobrazen na obrázku číslo 10. Vzhledem k tomu, že je jako srovnávací rychlost využito obvodové rychlosti zadních kol, je prokluz stanoven pouze pro přední kola. Touto metodou není možné stanovit prokluz u vozidel se všemi koly hnacími (pohon 4x4) a současně není možné správně stanovit prokluz v případě brzdění, zvláště pak v případě, kdy již zadní kola blokuji.

Porovnání prokluzu předních kol stanoveného pomocí rychlosti vozidla ze snímače GPS a pomocí obvodové rychlosti zadních kol ze snímače ABS je zobrazeno na obrázku číslo 11, kde je zobrazeno posledních 5 sekund zvoleného analyzovaného úseku. Je zcela patrné, že obě metody stanovení prokluzu reagují na jeho změnu, i když je patrný rozdíl ve snímací frekvenci (GPS 5 Hz, ABS cca 100 Hz).



Zdroj: (Autor)

Obr. 10 - Prokluz hnacích kol vypočtený na základě rychlosti hnaných kol



Zdroj: (Autor)

Obr. 11 - Porovnání prokluzu předních kol stanoveného pomocí snímače GPS (prokluz_LP_GPS, prokluz_PP_GPS) a pomocí obvodové rychlosti zadních kol (prokluz_LP, prokluz_PP)

3. DISKUSE A ZÁVĚR

V příspěvku jsou uvedeny dvě metody pro stanovení prokluzu kol jedoucího vozidla. První metodou bylo porovnání rychlosti vozidla zjištěné ze snímače GPS (5 Hz) s obvodovou rychlostí jednotlivých kol vozidla zjištěnou ze snímače ABS a druhou metodou bylo porovnání obvodové rychlosti předních a zadních kol vozidla s využitím snímačů ABS a při čtení informací ze sběrnice CAN-BUS (cca 100 Hz).

Vzhledem k omezené frekvenci snímače GPS lze informaci o aktuálním prokluzu stanovit při rychlosti vozidla 50 km/h každých 2,8 m, při rychlosti 90 km/h každých 5,0 m a při rychlosti 130 km/h každých 7,2 m. To může být ve spojení s tím, že chybovost stanovení prokluzu roste se snižující se rychlostí pohybu vozidla považováno za nevýhodu této metody. Na druhou stranu se tato metoda stanovení prokluzu hodí i pro vozidla s pohonem všech kol (4x4) a prokluz lze stanovovat i při brzdění vozidla.

Toto není možné u druhé metody, kdy se prokluz předních kol stanovuje na základě porovnání obvodové rychlosti předních a zadních kol zjišťované ze snímačů ABS. Také se do přesnosti této metody promítá rozdíl v dynamickém poloměru předních a zadních kol (rozdílné huštění a hloubka dezénu pneumatik, rozdílné zatížení jednotlivých kol apod.). Lze však předpokládat, že tento problém by bylo možné odstranit softwarově s využitím výpočetní techniky (řídící jednotky). Výhodou této metody je výrazně vyšší frekvence snímání rychlosti jednotlivých kol vozidla, kdy lze získat aktuální údaj o prokluzu při rychlosti vozidla 50 km/h každých cca 0,14 m, při rychlosti 90 km/h každých cca 0,25 m a při rychlosti 130 km/h každých cca 0,36 m.

Ve zhodnocení obou metod se tak jeví, že by bylo nejvhodnější použití metody kombinované, kdy by vždy druhá metoda kompenzovala nedostatky metody první. Rozhodně je třeba se touto problematikou do budoucna zabývat, protože stanovení aktuální hodnoty prokluzu výrazně přispěje ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu a tím ke snížení ztrát na lidských životech, lidském zdraví a materiálních hodnotách.

Příspěvek byl vytvořen s grantovou podporou Technologické agentury České republiky TAČR – TA03010138 – Využití elektromotorů na zemědělských strojích.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) ASI, I.M.: Evaluating skid resistance of different asphalt concrete mixes. Building and Environment. 2007, 42, s. 325-329 . ISSN 0360-1323
- (2) *BESIP* [online]. Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 – 2020 [cit. 2011-11-27]. Dostupné z <www.ibesip.cz/zdroj.aspx?typ=4&Id=4209&sh=414995617>.
- (3) CINDR, M.: Teze disertační práce - Proaktivní bezpečnost silničního provozu. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2010.
- (4) CINDR, M., HROMÁDKO, J., PEXA, M.: Systémy pro rozpoznání interakce mezi vozovkou a pneumatikou. In XI. Mezinárodní vědecká konference mladých. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009. s. 23-28. ISBN 978-80-228-1994-7.

- (5) DANDONA, R., KUMAR, G. A., AMERATUNGA, S., DANDONA, L.: Road use pattern and risk factors for non-fatal road traffic injuries among children in urban India. *Injury*, 2011, Volume 42, Issue 1, Pages 97-103, ISSN 0020-1383
- (6) DOČKAL, V.; KOVANDA, J.; HRUBEC, F.: PNEUMATIKY. Vydavatelství ČVUT, Praha 1998. 71 s. ISBN 80-01-01882-2.
- (7) GARGET, S., CONNELLY, L. B., NGHIEM, S.: Are we there yet? Australian road safety targets and road traffic crash fatalities. *BMC PUBLIC HEALTH*, 2011, Volume 11, ISSN 1471-2458
- (8) *Index of highways maintenance*: <<http://www.highwaysmaintenance.com/>>. [cit. 2011-07-13].
- (9) *Ingénierie routière Environnement Matériel de mesure*. <<http://www.cdb.sk/sk/Hlavne-cinnosti-CDB/Diagnostika-vozoviek/SKIDDOMETER-BV-11.alej>>. [cit. 2011-07-13].
- (10) 4INTERNATIONAL, SAE.: 2011 Formula SAE® Rules. s.l. : 2010 SAE International, 2010.
- (11) KOVANDA, J.: Konstrukce automobilů. Praha: ČVUT, 1996. ISBN 80-01-01459-2.
- (12) KOVANDA, J., ŠATOCHIN, V.: Pasivní bezpečnost vozidel. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02235-8.
- (13) MAHDALOVÁ, I., KŘIVDA, V.: Analýza dopravní nehodovosti na okružních křižovatkách v České republice. *Perners Contacts*, 2010, roč. 5, č. 1, s. 156 - 169, ISSN 1801-674X.
- (14) NAKAHARA, S., ICHIKAWA, M., KIMURA, A.: Population strategies and high-risk-individual strategies for road safety in Japan, *Health Policy*, 2011, Volume 100, Issues 2-3, Pages 247-255, ISSN 0168-8510
- (15) *National Instruments : Test and Measurement* [online]. 2010 [cit. 2010-06-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.ni.com/>>.
- (16) PERONI, L., AVALLE, M., PERONI, M.: The mechanical behaviour of polyurethane foam: Multiaxial and dynamic behaviour. *International Journal of Materials Engineering Innovation*, 2009, roč. 1, č. 2, 154-174. ISSN: 1757-2754
- (17) PERONI, L., AVALLE, M., & PERONI, M. (2008). The mechanical behaviour of aluminium foam structures in different loading conditions. *International Journal of Impact Engineering*, 2008, roč. 35, č. 7, s. 644-658. ISSN: 0734-743X
- (18) PEXA, M., POŠTA, J., PEJŠA, L.: Podpora bezpečné jízdy vozidel. Mezinárodní vědecká konference Opatření, spolehlivost a diagnostika 2008, Brno 2008, str. 161-166. ISBN 978-80-7231-558-1
- (19) PORAZIL, J.: Modelování jízdy vozidla z hlediska bezpečnosti provozu, Teze disertační práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2010.
- (20) PORAZIL, J., PEXA, M., CINDR, M., 2012: Vliv kontroly brzd na bezpečnost silničního provozu, *Časopis - Perner's Contacts*, Ročník 7, číslo 1, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice, ISSN 1801-674X, 2012, s. 134-141.
- (21) *Portál Cestnej databanky -§ Skiddometer BV 11*. <<http://www.cdb.sk/sk/CDB-Cestna-databanka/Zber-udajov/Skiddometer-BV11.alej>>. [cit. 2011-07-13].
- (22) *Předpis ČSN 73 6177*:. Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek, v aktuálním znění.

- (23) *Policie České republiky*: [cit. 2012-11-26]. Dostupné z <<http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>>.
- (24) RAYMAN, M.: Deformační zóny pro závodní automobil - diplomová práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2012.
- (25) TESAŘÍK, J., SOBOTKA P.: Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2009, Praha: Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2010. 60s.
- (26) TESAŘÍK, J., SOBOTKA P.: Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2010. Praha: Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2011. 73s.
- (27) TSEVEENNAMJIL, B.: Zvýšenie bezpečnosti automobilov a využitie informačných a komunikačných systémov v cestnej premávke. *Perners Contacts*, 2009, roč. 4, č. 3, s. 259 - 265, ISSN 1801-674X.
- (28) VOLNER, R.: Systémy pre zvýšenia bezpečnosti vodiča motorového vozidla - zaznamenávanie oka, pohľadu v reálnom čase pre monitorovanie ostražitosti vodiča. *Perners Contacts*, 2010, roč. 5, č. 3, s. 404 - 415, ISSN 1801-674X.
- (29) WALLMAN, C.G., ÅSTRÖM, H.: Friction measurement methods and the correlation between road friction and traffic safety : A literature review. Linköping . VTI Meddelande, 2001. 47 s. ISSN 0347-6049
- (30) *White paper. European transport policy for 2010*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2001. 119 s. Dostupné z [www: <http://europa.eu.int>](http://europa.eu.int). ISBN 92-894-0341-1.
- (31) *2DoF Chassis Dynamometer for Tire testing* : FYI Standard Technical Offer NRTC - nonroad Transient Cycle. <<http://www.schobertestsystems.com/pdf/2%20DOF%20-Road%20SimulatorProposal.pdf>>. [cit. 2011-07-13].