

# VLIV KONTROLY BRZD NA BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU

## IMPACT OF BRAKE INSPECTIONS ON TRAFFIC SAFETY

Jiří Porazil<sup>1</sup>, Martin Pexa<sup>2</sup>, Martin Cindr<sup>3</sup>

---

*Anotace: Bezpečnost silničního provozu je věcí značně komplikovanou, která zahrnuje mnoho aspektů (technický stav vozidel, stav pozemních komunikací, zdravotní a psychický stav řidičů atd.). Jak statistiky ukazují je situace ve světě a tedy i v České republice značně neuspokojivá s vysokými počty nehod, zraněných i usmrčených osob. Mezi významné prvky aktivní bezpečnosti patří zejména délka brzdové dráhy, která se však při pravidelných kontrolách ve stanicích technické kontroly neměří. Kontrolována je souměrnost brzdění a minimální hodnota zbrzdění. V důsledku toho se řidiči nedozví svoji brzdovou dráhu. Příspěvek uvádí možné využití dynamických metod měření, modelování a informačního potenciálu ze snímačů vozidel ke stanovení předpokládané brzdové dráhy. Tím lze potenciálně ovlivnit více jak 30 % vzniklých nehod v silničním provozu a přispět tak ke zvýšení jeho bezpečnosti. Moderní snímací a výpočetní technologie pak mohou umožnit rychlé vyhodnocení bezpečného odstupu a rychlosti na přístrojové desce vozidla.*

*Klíčová slova: nehody, brzdová dráha, bezpečnost silničního provozu.*

*Summary: Road safety is a very complicated matter that involves many aspects (technical condition of vehicles, the state of roads, health and mental condition of the drivers, etc.). As the statistics show, the situation in the world and as well as in Czech Republic, is highly unacceptable with high numbers of accidents, injuries and fatalities. One of the important active safety features include the length of braking distance and this is not measured by the regular auto inspections; only the symmetry braking and the minimum value of slowing down is checked. As a result, drivers don't learn their stopping distance. The paper lists the possible uses of dynamic method of measurements, modeling and information potential of the sensors to estimate the safe vehicle braking distances. This can potentially reduce more than 30% of road traffic accidents and increase the road safety. Modern sensing and computing technologies can enable a rapid evaluation of safe distance and speed on a vehicle's dashboard.*

*Key words: accidents, braking trajectory, road traffic safety.*

---

<sup>1</sup> Ing. Jiří Porazil, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra jakosti a spolehlivosti strojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, E-mail: [porazil@tf.czu.cz](mailto:porazil@tf.czu.cz)

<sup>2</sup> Ing. Martin Pexa, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra jakosti a spolehlivosti strojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, tel.: +420-224-383-278, E-mail: [pexa@tf.czu.cz](mailto:pexa@tf.czu.cz)

<sup>3</sup> Ing. Martin Cindr, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra vozidel a pozemní dopravy, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, E-mail: [cindr@tf.czu.cz](mailto:cindr@tf.czu.cz)

## ÚVOD

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. (2, 3, 4, 5) Podpora bezpečné jízdy vozidel je komplikovaná záležitost s mnoha aspekty. Mezi tyto aspekty se řadí technický stav vozidel (10) a komunikací, zdravotní a psychický stav řidičů, jejich kvalifikace a výcvik (11), dále celková dopravní situace, hustota a organizace provozu (4). Nelze opomenout ani na kontrolu a případné postihy chování řidičů a provozovatelů dopravních prostředků i dopravních cest.

V tabulce číslo 1 je uveden vývoj celkového počtu nehod za posledních 10 let na území České republiky. Z vývoje za posledních deset let lze říci, že se celkový počet nehod postupně mírně snižuje a stejně s tím se snižuje také počet usmrcených i těžce zraněných. Mezi aspekty bezpečnosti provozu, na které je třeba se především zaměřit, je podpora bezpečného chování řidičů a technický stav vozidel.

Tab. 1 – Nehody a jejich následky za posledních deset let

Rok	Počet nehod	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno	Hmotná škoda (mil. Kč)
2001	185664	1219	5493	28297	8243,9
2002	190718	1314	5492	29013	8891,2
2003	195851	1319	5253	30312	9334,3
2004	195484	1215	4878	29543	9687,4
2005	199262	1127	4396	27974	9771,3
2006	187965	956	3990	24231	9116,3
2007	182736	1123	3960	25382	8467,3
2008	160376	992	3809	24776	7741,5
2009	74815	832	3536	23777	4981,1
2010	75522	753	2823	21610	4924,9

Zdroj: (1, 8, 9)

## 1. TECHNICKÝ STAV OSOBNÍCH VOZIDEL A NEBEZPEČNÉ CHOVÁNÍ ŘIDIČŮ

Kontroly technického stavu vozidel jsou prováděny v pravidelných, předpisem předepsaných intervalech. Podle předpisu jsou tyto prohlídky prováděny u osobních vozidel ve dvouletých intervalech (u nového vozidla poprvé po 4 letech). (9) Součástí těchto kontrol jsou i zkoušky brzd. Tyto kontroly brzd spočívají mimo jiné v ověření souměrnosti brzd levé a pravé strany téže nápravy a v kontrole minimální hodnoty zbrzdění (poměr brzdného zpomalení a tíhového zrychlení - pro osobní vozidla 59 %). Během kontrolních měření nesmí být překročena přípustná ovládací síla na pedál brzdy 490 N. Z minimální hodnoty zbrzdění, lze získat i minimální brzdnu sílu, kterou musí vozidlo vyvinout.

Výsledkem kontroly je především stanovení nesouměrnosti jednotlivých náprav, která z hlediska předpisů nesmí být větší než 30 % z vyšší naměřené hodnoty a stanovení zbrzdění, které musí splňovat minimální hodnotu danou předpisem. Tyto výsledky však pouze vyřadí vozidla v extrémně špatném technickém stavu. Zhoršení technického stavu, které nepřekračuje limitní hodnoty dané předpisem, však kontroly nejsou schopny vyjádřit.

Vozidlo, například Škoda Octavia II, které je ve výborném stavu, má brzdou dráhu za standardních podmínek 28,3 m. Brzdou dráhou je méněna skutečná brzdá dráha odpovídající době plného brzdého účinku bez doby prodlevy a náběhu brzd. Doba prodlevy a náběhu brzd by neměla podle předpisu překročit 0,36 s. Standardními podmínkami se rozumí suchá vozovka bez příčných i podélných nerovností, schválený typ pneumatik, bezvětří a výchozí rychlost vozidla 80 km/h. Za těchto podmínek je předpisem stanovena maximální brzdá dráha pro osobní vozidla 42,5 m. Při porovnání s měřenou brzdou dráhou je to rozdíl o více než 14 m (prodloužení o 50 %). Majitel vozidla (v budoucnosti palubní počítač) s brzdou dráhou na limitu normy se může účastnit provozu, ale měl by zhoršené funkci brzdové soustavy přizpůsobit svůj styl jízdy.

Nezohlednění aktuální funkce brzdové soustavy vozidla může mít vliv na nehody způsobené nedodržením bezpečné vzdálenosti, nepřizpůsobením rychlosti jízdy stavu vozovky a nepřizpůsobením rychlosti vlastnostem vozidla. V tabulce číslo 2 jsou uvedeny nejčastější příčiny nehod, které byly v roce 2009 a 2010.

Tab. 2 – Deset nejčastějších příčin nehod v roce 2009 a 2010

Pořadí	2009		2010	
	Příčina nehody	Počet nehod	Příčina nehody	Počet nehod
1.	Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	11 888	Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	12 332
2.	<b>Nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky</b>	7 683	<b>Nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky</b>	8 430
3.	<b>Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem</b>	6 198	<b>Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem</b>	6 078
4.	Nesprávné otáčení nebo couvání	5 348	Nesprávné otáčení nebo couvání	5 554
5.	<b>Nepřizpůsobení rychlosti dopravně-technickému stavu vozovky</b>	4 454	Jiný druh nesprávné jízdy	4 775
6.	Jiný druh nesprávné jízdy	4 342	Nedání přednosti proti příkazu dopravní značky "Dej přednost"	3 576
7.	Nezvládnutí řízení vozidla	3 854	<b>Nepřizpůsobení rychlosti dopravně-technickému stavu vozovky</b>	3 557
8.	Nedání přednosti upravené dopravní značkou "Dej přednost v jízdě"	3 809	Nezvládnutí řízení vozidla	3 470
9.	Vjetí do protisměru	2 592	Jízda po nesprávné straně vozovky, vjetí do protisměru	2 458
10.	Vyhýbání bez dostatečného bočního odstupu	1 827	Vyhýbání bez dostatečné boční vůle	2 443

Zdroj: (8, 9)

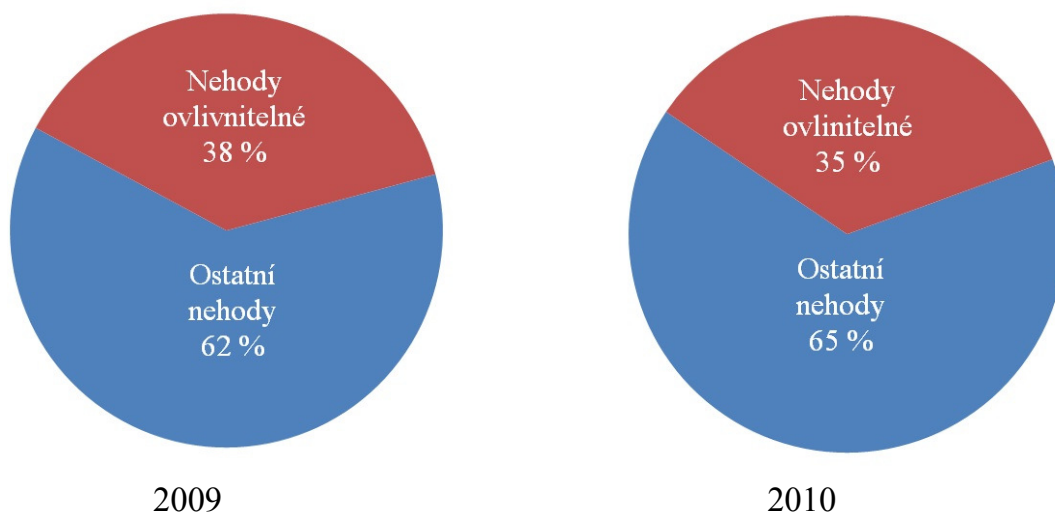
Z pohledu statistiky je tedy čtvrtina nehod motorových vozidel zaviněno příčinami, na které by vhodná kontrola funkce brzd mohla včas upozornit. Z hlediska počtu usmrcených jsou to stejné příčiny (nedodržení bezpečné vzdálenosti, nepřizpůsobení rychlosti jízdy stavu vozovky, nepřizpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu, jiný druh nepřiměřené rychlosti, nepřizpůsobení rychlosti viditelnosti) což je uvedeno v tabulce číslo 3.

Tab. 3 – Deset nejzávažnějších příčin nehod z hlediska usmrcených v roce 2009 a 2010

Pořadí	2009		2010	
	Příčina nehody	Počet usmrcených	Příčina nehody	Počet usmrcených
1.	<b>Nepřízpůsobení rychlosti dopravně-technickému stavu vozovky</b>	144	<b>Nepřízpůsobení rychlosti dopravně-technickému stavu vozovky</b>	97
2.	Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	91	Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	88
3.	<b>Nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky</b>	90	Jízda po nesprávné straně vozovky, vjetí do protisměru	87
4.	Vjetí do protisměru	88	<b>Nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky</b>	81
5.	<b>Nepřízpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu</b>	59	<b>Nepřízpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu</b>	38
6.	Nezvládnutí řízení vozidla	33	Nedání přednosti proti příkazu dopravní značky "Dej přednost"	32
7.	Nedání přednosti upravené dopravní značkou "Dej přednost v jízdě"	31	<b>Jiný druh nepřiměřené rychlosti</b>	23
8.	<b>Jiný druh nepřiměřené rychlosti</b>	26	Nedání přednosti chodci na vyznačeném přechodu	23
9.	Jiný druh nedání přednosti	18	Nezvládnutí řízení vozidla	22
10.	Nedání přednosti chodci na vyznačeném přechodu	17	<b>Nepřízpůsobení rychlosti viditelnosti</b>	21

Zdroj: (8, 9)

Třetina usmrcených osob zahynula při nehodách, které jsou ovlivněny zhoršenou funkcí brzdové soustavy nebo neodhadnutím technických možností vozidla. Graficky je podíl těchto nehod na celkovém počtu usmrcených znázorněn na obrázku číslo 1.



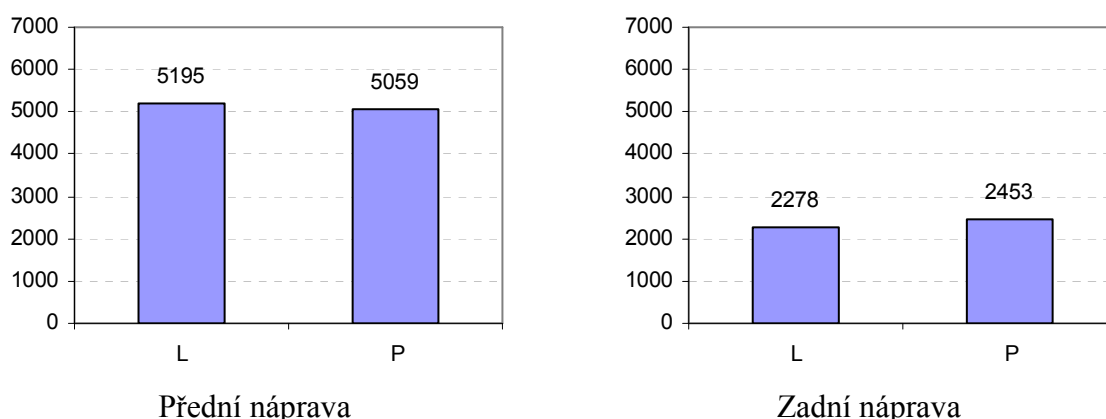
Zdroj: Autor

Obr. 1 – Podíl ovlivnitelných nehod na celkovém počtu usmrcených v roce 2009 a 2010

## 2. MOŽNOST OVLIVNĚNÍ BEZPEČNÉHO CHOVÁNÍ ŘIDIČŮ BĚHEM PROVOZU

V současné době se řidič, při kontrole brzd, dozví pouze informaci o velikosti nesouměrnosti brzdné síly na přední a zadní nápravě a informaci o splněném nebo nesplněném požadavku na minimální zbrzdění. Maximální brzdou sílu na obvodu kola nelze současnou metodikou měření zjistit. Lepších výsledků lze docílit moderními dynamickými metodami, které umožní naměřit maximální brzdou sílu na obvodu kola. Brzdá dráha nebo doba brzdění je pro uživatele vozidel informace, kterou dokáží lépe zpracovat a zejména si představit ve skutečném provozu, než velikost brzdé síly na obvodu kol. Bylo by tedy vhodné využít možností moderních PC a z naměřených dat brzdé síly modelovat předpokládanou brzdou dráhu.

Příklad takového zpracování dat je uveden na obrázku číslo 2 a 3. Měření bylo provedeno na vozidle Škoda Octavia II, kde byly naměřeny na dynamické válcové zkušebně brzdé síly na obvodu kola u přední (10254 N) a zadní nápravy (4731 N) při stejné ovládací síle na pedál nepřekračující 490 N dané předpisem. Celková brzdá síla je 14985 N a podíl jednotlivých kol na celkové brzdé síle je zobrazen na obrázku číslo 2. Vložím těchto brzdých sil do připraveného modelu se vypočte předpokládaná brzdá dráha za standardních nebo libovolných podmínek. U uvedeného vozidla je modelovaná brzdá dráha za standardních podmínek 30,25 m (obrázek číslo 3).

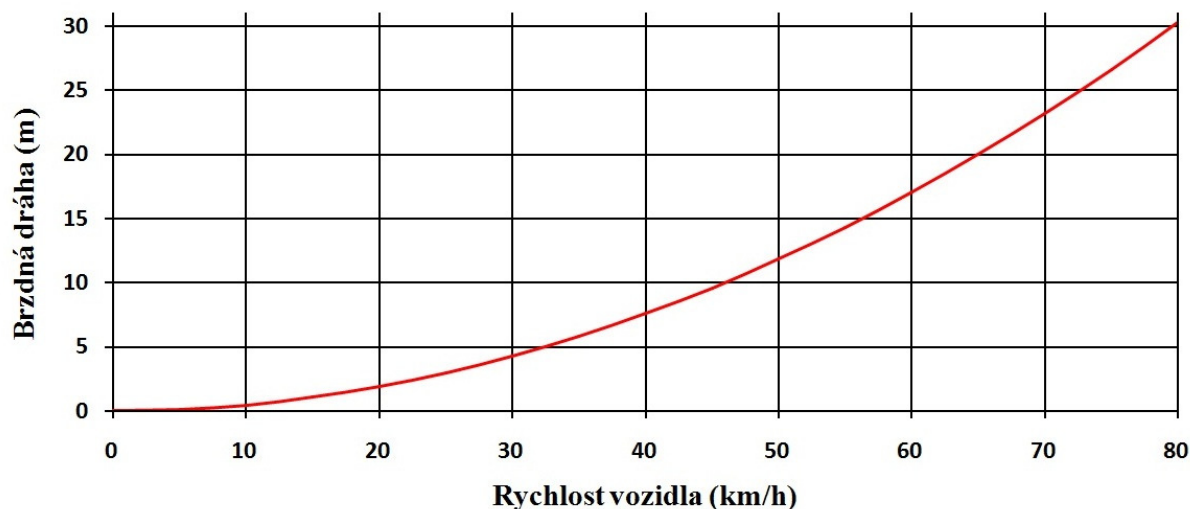


Zdroj: Autor

Obr. 2 - Měřená brzdá síla na obvodu jednotlivých kol vozidla Škoda Octavia II

Skutečná brzdá dráha na vozovce za standardních podmínek u vozidla Škoda Octavia II byla měřena 28,3 m. Rozdíl ve skutečné a modelované brzdé dráze je méně než 7 %. Žádný model nemůže zcela přesně nahradit skutečné chování vozidla na pozemní komunikaci a může se těmito výsledkům více či méně přesně blížit. Autoři se domnívají, že přesnost mezi 5 až 10 % by byla z tohoto hlediska naprosto vyhovující.

Na výslednou přesnost modelu má největší vliv především metodika měření brzdé síly a model styku pneumatiky s vozovkou (adheze) za různých podmínek počasí. Problematika stanovení okamžité adheze vozidla na vozovce je věcí komplikovanou, ale lze předpokládat, že bude v dohledné době vyřešena.



Zdroj: Autor

Obr. 3 Modelovaná brzdná dráha (30,25 m) pro vozidlo Škoda Octavia II (6, 7)

### 3. MOŽNOSTI BUDOUCÍHO VYUŽITÍ

Moderní systémy řízení motoru i dalších částí vozidel získávají ze snímačů, kterými jsou vozidla pro tento účel vybavena, mnoho údajů. Ty jsou pak využívány k on-line řízení některých funkcí. Informační potenciál dat je mnohem větší, ale v současnosti je pro potřeby on-line řízení využíván pouze zčásti. Z prvotních signálů, které jsou již v současnosti v řídicích systémech vozidel k dispozici, je možno snadno a levně získávat ještě další údaje, které umožní rozšířit možnosti řídicích a nebo kontrolních systémů. Jednou z oblastí, do které by toto rozšíření mohlo směřovat, je oblast bezpečnosti provozu vozidel a bezpečnosti silniční dopravy.

Pro bezpečnost provozu jsou významné zejména tyto okamžité dynamické vlastnosti vozidel:

- schopnost vozidla zpomalit nebo zastavit - brzdová soustava,
- schopnost vozidla akcelarovat - hnací ústrojí,
- schopnost vozidla držet a měnit směr jízdy - podvozek a řídicí ústrojí.

U současných vozidel jsou všechny tyto vlastnosti podporovány elektronickými řídicími systémy tak, aby pokud možno nenastávaly nebezpečné stavy. U brzdových soustav jsou to antiblokovací systémy a brzdové asistenty, u hnacího ústrojí jsou to antiskluzové systémy, u podvozku a řídicího ústrojí jsou to systémy příčné stability. Prvotními signály pro všechny tyto řídicí systémy jsou nejčastěji některé z uvedených:

- údaj o okamžité rychlosti otáčení jednotlivých kol,
- údaj o okamžité rychlosti vozidla,
- údaj o velikosti a směru podélného a příčného zrychlení vozidla,
- údaj o úhlu natočení volantu,
- údaj o poloze plynového pedálu (požadavku řidiče na výkon motoru),
- údaj o otáčkách motoru,
- údaj o zařazeném převodovém stupni,
- údaj o rychlosti sešlápnutí brzdového pedálu (požadavku řidiče na intenzitu brzdění).

Současné elektronické řídicí systémy uvedených funkcí podporují řidiče v okamžiku jejich aktivace. K té dojde, jestliže řidič svým počínáním způsobí, že jsou překročeny fyzikální hranice, ve kterých může daný manévr proběhnout podle řidičova očekávání. Současné elektronické řídicí systémy však neumožňují předběžné (preventivní) varování řidiče, aby v daných podmínkách nebezpečný manévr nezahlánil. Neumožňují ani nezávislou okamžitou nebo zpětnou kontrolu stavu vozidla a chování řidiče.

Moderní elektronická podpora řidiče by ho on-line mohla informovat o bezpečnosti jednotlivých jízdních manévrů, jako jsou odstup od vpředu jedoucího vozidla, předjíždění vozidel, průjezd směrovým obloukem apod.

## ZÁVĚR

Statistiky za první pololetí provozu v roce 2011 jsou opět alarmující a má na nich významný vliv také nebezpečné chování řidičů motorkářů, kteří jako první zpravidla na toto chování doplácí tím nejcennějším, vlastním životem.

V článku je uvedeno zamyšlení autorů, jak by mohla dynamická metoda měření brzdné síly a modelování brzdné dráhy přispět ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Aby tato metoda našla své uplatnění, je třeba prokázat shodu dynamického modelu brzdění, vytvořeného na základě dat naměřených na válcové zkušebně, s hodnotami naměřenými při brzdění na vozovce. K tomu již výrazně přispívá výpočetní technika, která umožňuje výpočet a simulování i složitých pohybových soustav v reálném čase. Příklad měření a modelování brzdné dráhy je aplikován na vozidlo Škoda Octavia II. Jízdní zkouškou byla naměřena brzdná dráha (bez prodlevy a náběhu brzd) 28,3 m a simulována po měření na dynamické válcové zkušebně 30,25 m. Brzdnou dráhu lze také vyjádřit ekvivalentními údaji, jako jsou doba brzdění nebo zpomalení. Závisí na elektronických systémech, které informace budou zpracovávat a ve zjednodušené formě poskytovat řidičům. V současné době je jako bezpečný odstup doporučená doba 2 s, kdy po sobě jedoucí vozidla minou stejný bod v jízdní dráze.

Předpokladem pro úspěšné využití této metody v praxi je úprava metodiky měření. Současná metodika neměří maximální brzdnou sílu na obvodu kola. To umožňuje metodika založená na měření zpomalení jednotlivých kol. Tato metoda měření přináší zajímavé výsledky ve srovnání s měřením na vozovce, ale současně má jisté problémy, které souvisí především se správným nastavením ovládací síly na pedál.

Přesto však by vývoj a rozšíření metody našlo uplatnění především v servisních a údržbářských střediscích zaměřených na průběžnou kontrolu funkce brzdové soustavy v období mezi předepsanými kontrolami. Na základě uvedené metodiky dynamického měření brzdné síly lze získat a využívat nové informace i v moderních systémech řízení vozidla. Tyto informace mohou posloužit nejen k nápravě nevhodného chování řidiče (např. nedodržování bezpečného odstupu od vpředu jedoucího vozidla), ale především k preventivnímu působení, aby nebezpečné situace nevznikaly.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) *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](http://www.ibesip.cz/zdroj.aspx?typ=4&Id=4209&sh=414995617)>.
- (2) 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
- (3) GARRET, 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
- (4) 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.
- (5) 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
- (6) PEXA, M., POŠTA, J., PEJŠA, L.: *Podpora bezpečné jízdy vozidel*. Mezinárodní vědecká konference Opotřeбенí, spolehlivost a diagnostika 2008, Brno 2008, str. 161-166. ISBN 978-80-7231-558-1
- (7) PORAZIL, J.: *Modelování jízdy vozidla z hlediska bezpečnosti provozu*, Teze disertační práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2010.
- (8) 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.
- (9) 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.
- (10) 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.
- (11) 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.