



Národní konference s mezinárodní účastí
INŽENÝRSKÁ MECHANIKA 2002

13. – 16. 5. 2002, Svratka, Česká republika

**POSOUZENÍ MANÉVRU VOZIDLA V SOUVISLOSTI
S ANALÝZOU DOPRAVNÍCH NEHOD**

Robert KLEDUS*

Abstrakt: Při rekonstrukci dopravních nehod často vzniká potřeba analyzovat jízdní manévr vozidla a to buď v souvislosti s jízdou vozidla před kolizí nebo v souvislosti s analýzou technických možností řidiče kolizní situaci odvrátit.

V literatuře pro znaleckou činnost jsou publikovány vzorce pro výpočet celkové doby manévru vozidla (jednoduché změny jízdního pruhu), kdy výpočet pohybu vozidla je simulován pohybem hmotného bodu.

Příspěvek je zaměřen na příčnou dynamiku vozidla. Prezentovány jsou některé výsledky jízdních zkoušek, při kterých byl simulován jeden z charakteristických manévru vozidla, kterým je změna jízdního pruhu resp. manévr vyhnutí se překážce. Měření byla prováděna pomocí optických snímačů od firmy Corrsys Datron a snímačů zrychlení a úhlových rychlostí. V příspěvku jsou porovnány teoretické a měřené průběhy příčného zrychlení a některé předběžné výsledky související se subjektivním ohodnocením dynamiky jízdy.

Klíčová slova: manévr vozidla, měření, příčná dynamika vozidla, dynamika jízdy

Úvod

Při analýze dopravních nehod je často požadován rozbor technických možností řidiče odvrátit vzniklou dopravní nehodu. V této souvislosti se zpravidla vždy provádí analýza brzdného nebo vyhýbacího manévru vozidla, případně obojí.

Z hlediska možnosti odvrácení nehody jsou pak zkoumány možnosti odvrátit nehodu z hlediska prostorového nebo časového, možnost zabránit nehodě včasnou reakcí případně dodržením dovolené resp. přiměřené rychlosti.

Zatímco brzdný manévr zpravidla neklade na řidiče mimořádné nároky, je u vyhýbacího manévru situace složitější:

- u brzdného manévru zpravidla lze vždy vycházet z požadavku, aby řidič provedl brzdění s nejvyšším dosažitelným brzdným účinkem a jen v ojedinělých případech je nutno se zabývat otázkami ztráty stability vozidla,
- u vyhýbacího manévru (změny jízdního pruhu, příp. vyhnutí se překážce) je situace složitější. Při manévru vozidla častěji může dojít ke ztrátě stability anebo řiditelnosti

* Ing. Robert Kledus, doktorand Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně, Údolní 53, 602 00 Brno
e-mail kledus.robert@tiscali.cz

vozidla, např. vlivem špatné taktiky řízení. Pro daný manévru tak zejména nelze pominout stránku psychologickou, kdy strach z možnosti převrácení nebo smyku vozidla řidiči neumožní plně využít jízdních vlastností vozidla a daných adhezních podmínek.

Způsob výpočtu používaný pro analýzu celkové doby manévru vozidla

V literatuře [1] a [2] jsou uvedeny vzorce pro výpočet celkové doby manévru vozidla při jednoduché změně jízdního pruhu. Teoretický ve tvaru (3) pro pohyb po „sinusoidě“, resp. (5) pro praktický výpočet. Lze dovodit, že výpočet pohybu vozidla je simulován pohybem hmotného bodu, kdy se předpokládá průběh příčného zrychlení vozidla ve směru kolmém k podélné ose vozovky přibližně ve tvaru jedné periody funkce sinus, tedy:

$$\begin{aligned} a_Y(t) &= a_{Y\max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right), \\ v_Y(t) &= \int_0^t a_Y(t) \cdot dt + C_v, \\ s_Y(t) &= \int_0^t v_Y(t) \cdot dt + C_s. \end{aligned} \quad (1)$$

Po dvojité integraci a vyřešení integračních konstant je vyjádřena závislost mezi hodnotou příčného přemístění Y a celkovou dobou manévru T odpovídající jedné periodě funkce sinus

$$Y = s_Y(T) = \frac{a_{Y\max} \cdot T^2}{2\pi}, \quad (2)$$

po úpravě je celková doba manévru odpovídající pohybu vozidla po „sinusoidě“

$$T_{\sin} = 2,51 \cdot \sqrt{\frac{Y}{a_{Y\max}}}. \quad (3)$$

Při měření se prokazuje, že průběh příčného zrychlení plně neodpovídá průběhu funkce sinus. Na počátku a konci manévru je nárůst resp. pokles příčného zrychlení pozvolnější a při ukončení manévru se pak podle jeho intenzity projevují další dynamické vlivy (vliv klopné tuhosti, tlumení ap.). Odtud je pak skutečná doba manévru vždy delší než by odpovídalo jedné periodě funkce sinus s amplitudou odpovídající maximálnímu příčnému zrychlení a úhlové frekvenci ω vyjádřené ze vztahu (2)

$$\omega = \sqrt{\frac{2\pi \cdot a_{Y\max}}{Y}}. \quad (4)$$

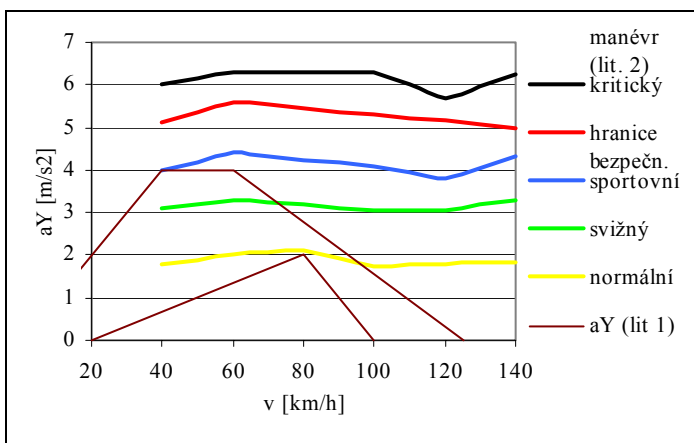
Pro praktické použití se tak celková doba manévru uvažuje podle vztahu

$$T_{\text{prak}} = K \cdot \sqrt{\frac{Y}{a_{Y\max}}}, \quad (5)$$

kdy podle lit. [1] se uvažuje hodnota $K=3,13$ ($T_{\text{prak}} \cong 1,25 \cdot T_{\sin}$), zatímco v lit. [2] se tato počítá podle vztahu $K = 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot a_Y^2 + 2,6 \cdot 10^{-3} \cdot a_Y - 2,1 \cdot 10^{-2} \cdot Y + 2,1 \cdot 10^{-4} \cdot v + 2,72$ a běžně se tak uvažuje v rozmezí $K=2,60$ až $2,75$ ($T_{\text{prak}} \cong (1,03 \div 1,1) \cdot T_{\sin}$).

V literatuře [1] a [2] jsou rovněž publikovány grafy využívaných příčných zrychlení pro příčné přemísťování vozidla při manévru vyhýbání se překážce. Z porovnání v grafu na obr. 1 jsou zřejmé značné rozdíly mezi oběma podklady a to zejména při vyšších rychlostech.

Přestože se u obou podkladů jedná o prakticky shodný způsob výpočtu celkové doby manévru vozidla, je zřejmé, že použití podkladů podle lit. [1] nebo [2] vede ke zcela rozdílným výsledkům výpočtu, což v praxi činí i problémy při rekonstrukci dopravních nehod.



Obr. 1: Využívaná příčná zrychlení při manévru vyhýbání se překážce.

Měření

V loňském roce ÚSI VUT v Brně a Evropská společnost pro výzkum a analýzu nehod - národní skupina České republiky provedla jízdní zkoušky vozidel, při kterých byl simulován manévr změny jízdního pruhu resp. manévr vyhnutí se překážce. Cílem těchto zkoušek bylo zlepšení podkladů pro znaleckou činnost tak, aby tato měření mohla sloužit k porovnání měřených veličin pohybu vozidla a subjektivního ohodnocení dynamiky jízdy, ke zjištění technicky přijatelného rozmezí vstupních (případně kontrolu výstupních) parametrů při modelování pohybu vozidla a v neposlední řadě i k validaci používaných matematických modelů resp. počítačových simulací.

Zkoušky byly prováděny jako zkoušky s uzavřeným regulačním obvodem (*closed loop*) a byly tak zaměřeny na zkoumání celého řídicího obvodu tvořeného prvky systému *řidič-vozidlo-okolí* a to za podmínek obdobných silničnímu provozu. Při zkouškách byl tedy kladen důraz i na osobu řidiče, jako významného regulačního prvku soustavy.

Pro měření byla použita vozidla Tatra TERRNo 1 (nákladní vozidlo) bez zatížení a s plným zatížením, Mercedes-Benz Sprinter 316 CDI/40 KAWA (lehké užitkové vozidlo do 3,5 t) a osobní vozidla Škoda Felicia Combi 1.3 LXi, Škoda Octavia SLX 1,9 TDI, Škoda Octavia Ambiente 1,9 TDI, Škoda Fabia 1.4 MPi.

Testovací vozidla byla osazena senzory, jenž jsou pro účely dalšího popisu rozděleny do tří subsystémů.

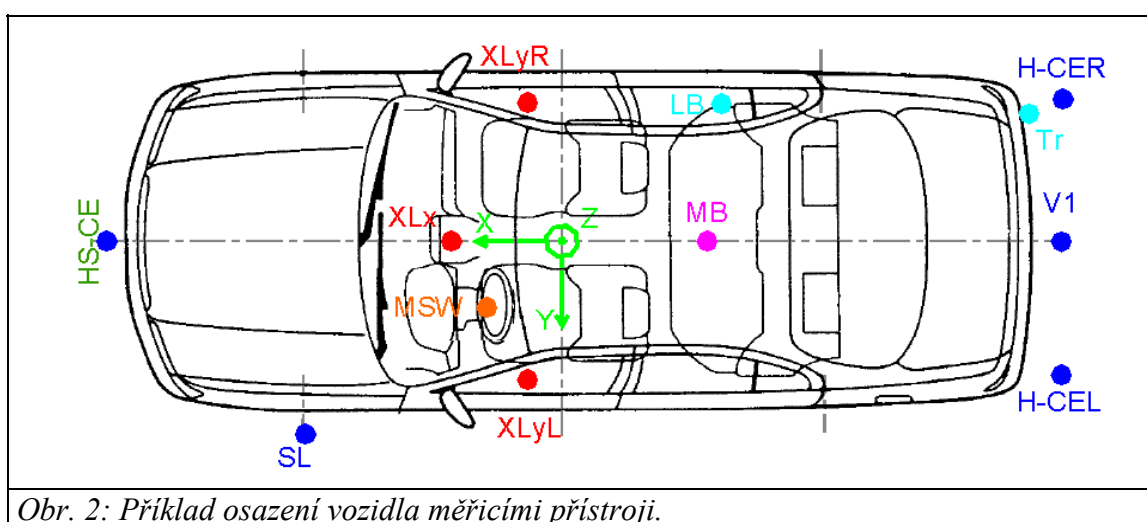
První subsystém byl určen pro měření horizontálního pohybu vozidla a měření polohy karoserie vozidla vzhledem k rovině vozovky. Tvořily jej měřící přístroje fy. Datron - Corssys GmbH. Pro měření rychlosti vozidla byly použity dva optické vektorové snímače rychlosti (HS-CE a V1). Poloha karoserie byla měřena pomocí tří výškových snímačů (dvou H-CE a jednoho integrovaného HS-CE) (obr. 3 a 4). V některých případech bylo měření doplněno o měření úhlu natočení volantu pomocí měřícího volantu MSW (obr. 5) a o měření úhlu směrové úchylny předního (řídicího) kola pomocí vektorového snímače rychlosti SL.

Druhý subsystém byl určen k přímému měření zrychlení vozidla, zpravidla vždy ke všem třem osám pravoúhlého souřadného systému pevně spojeného s karosérií vozidla a

dále k přímému měření úhlové rychlosti stáčení kolem těchto os. Tento subsystém byl tvořen snímači integrovanými v měřicím přístroj Mbox (obr. 6), který obsahoval tři snímače zrychlení ADXL 105 firmy Analog Devices a snímače úhlové rychlosti Gyrostar ENF-05D-52 firmy Murata.

Měření resp. sběr dat ze všech snímačů prvního a druhého subsystému byl spouštěn automaticky pomocí světelné závory (obr. 7).

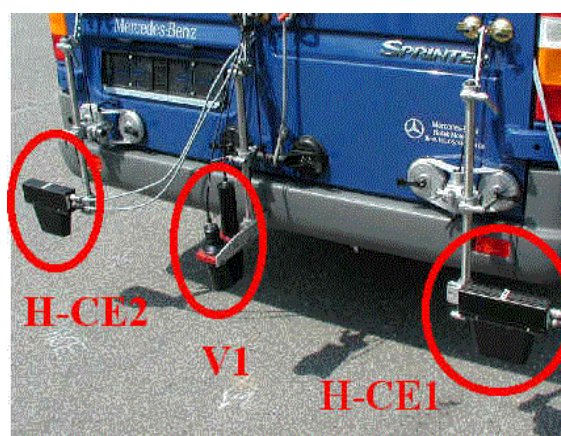
Třetí subsystém byl určen k přímému měření trajektorie vozidla pomocí vytvořené stopy při jízdě vozidla. Jednoduché značkovací zařízení bylo sestaveno ze zásobní nádržky na vodu, zabudovaného ponorného čerpadla a trysky. Při jízdě byla na vozovce vytvářena stopa od vodního paprsku (obr. 8), která byla následně zaměřena pomocí totální stanice Topcon GTS – 212.



Obr. 2: Příklad osazení vozidla měřicími přístroji.



Obr. 3: Snímač HS-CE umístěný na vozidle Tatra TERRNOI.



Obr. 4: Snímače H-CE a V1 na umístěné na vozidle Sprinter.



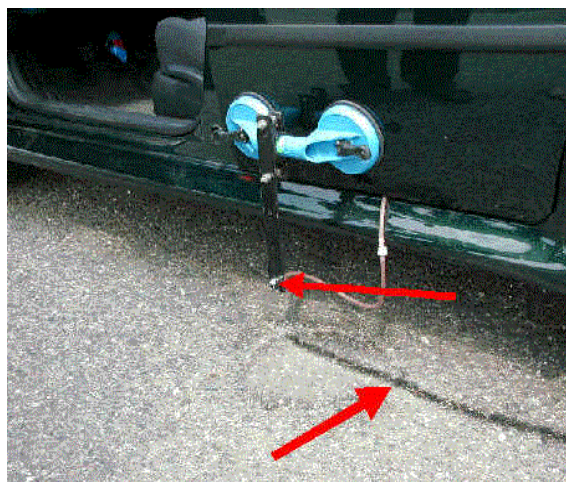
Obr. 5: Měřicí volant MSW.



Obr. 6: Měřicí box.



Obr. 7: Spouštěcí zařízení (světelná závora).



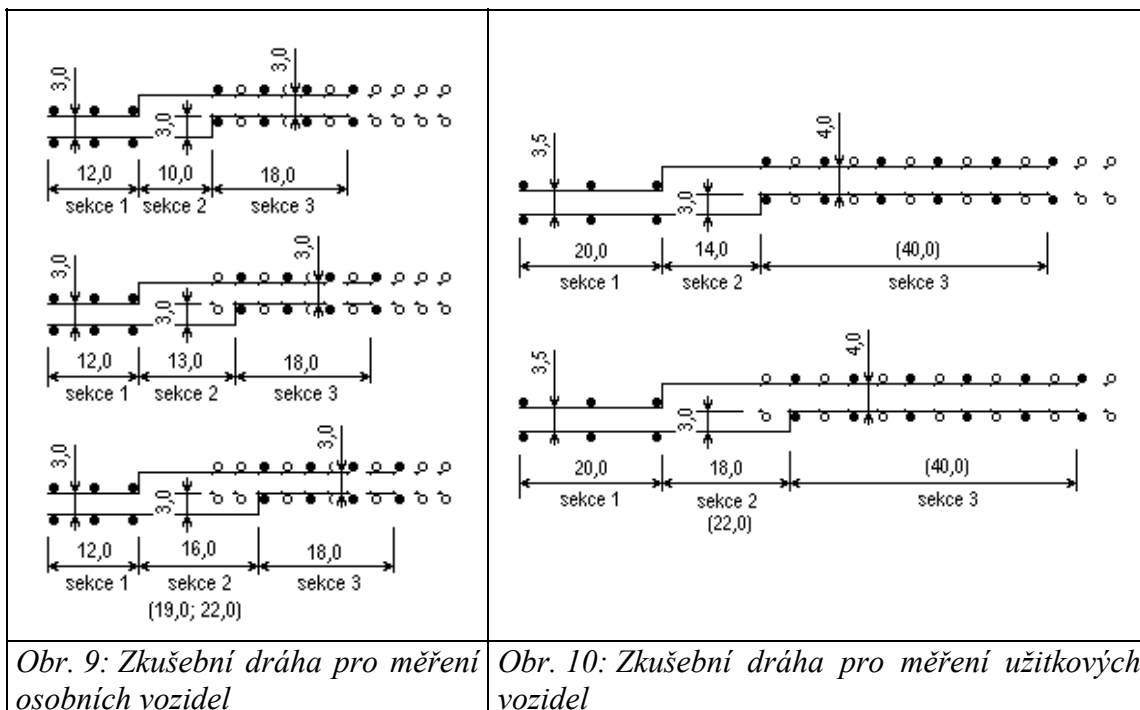
Obr. 8: Tryska značkovacího zařízení a vodní stopa.

Uspořádání zkušební dráhy bylo zvoleno tak, aby byl simulován manévr změny jízdních pruhů. Zkoušky byly prováděny jak na drahách uzpůsobených pro manévry s dvojitou změnu jízdního pruhu uspořádaných podle mezinárodní normy ISO 3888/1 [4] a německého návrhu na mezinárodní normu ISO/WD 3888/2 [5], použitých pro osobní vozidla, tak i na nestandardizovaných drahách uzpůsobených pro manévr jednoduché změny jízdního pruhu, v modifikacích použitých pro měření všech typů testovaných vozidel.

Použitím nestandardizovaného uspořádání zkušební dráhy bylo variováním délky druhé sekce dle obr. 9 a 10 umožněno provedení měření od nízkých po vysoké rychlosti, což pevné uspořádání zkušební dráhy podle normy ISO 3888 částí 1 a 2 neumožňuje.

V tomto příspěvku bylo využito výsledků měření na nestandardizované dráze uzpůsobené pro manévr jednoduché změny jízdního pruhu. Jízdní pruhy byly vymezeny kužely dle obr. 9 a 10. Vlastní manévr spočíval v rychlém řízení vozidla z počátečního jízdního pruhu do jiného jízdního pruhu, pokud možno bez překročení hranic vymežující jízdní pruhy. Vliv podélné dynamiky vozidla byl při zkouškách pokud možno eliminován a to mj. i z důvodu, že při analýze manévru vozidla v souvislosti s dopravní nehodou zpravidla nejsou dostatečné údaje o jeho podélné dynamice. V tomto příspěvku bylo využito signálů bočního zrychlení z měřicího boxu, signálů výškových senzorů pro výpočet úhlu klopení karoserie vozidla a záznamu měření trajektorie vozidla pro zjištění celkového přemístění vozidla během manévru.

Zkoušek se zúčastnilo celkem 14 řidičů s různou mírou vyježděnosti, kteří celkem provedli 269 manévřů. Podrobně jsou podmínky zkoušek uvedeny v práci [7].

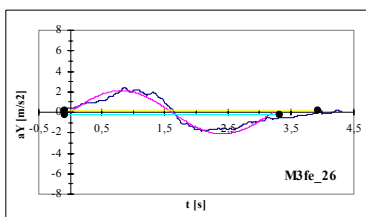


Výsledky

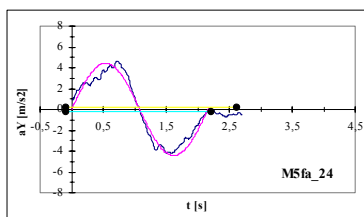
Jelikož bývá diskutována otázka použitelnosti vzorců (5) podle lit. [1] a [2] ve znalecké praxi, a to zejména pro výpočty při vyšších rychlostech, bylo pro manévř jednoduché změny jízdního pruhu v grafech na obr. 11 až 17 provedeno porovnání vypočteného (teoretického) průběhu zrychlení podle vztahů (1) a (4) a měřeného průběhu příčného zrychlení. Pro výpočet teoretického průběhu (pohyb po „sinusoidě“) byly uvažovány měřené parametry pohybu vozidla a_{Ymax} , Y . Při přepočtu měřeného zrychlení na příčné byl zohledněn vliv naklonění karoserie. Další méně podstatné vlivy nebyly zohledněny.

Z grafů na obr. 11 až 17 je zřejmé, že ve všech případech byl zjištěn relativně dobrý soulad teoretického a měřeného průběhu příčného zrychlení jak při rychlostech vozidla od 30 do 100 km/h, tak při hodnotách příčného zrychlení od $2,1 \text{ m/s}^2$ do $7,2 \text{ m/s}^2$. Měření byla provedena pro boční přemístění vozidla v rozmezí od 3,2 m až 3,7 m na drahách s délkou druhé sekce pro vyhnutí 10 m až 22 m. Tuto délku však nelze zaměňovat s dráhou vozidla při bočním přemístění, neboť při manévru se využívá i tolerancí dráhy. Přepočtem měřeného průběhu zrychlení pro $T=1$ a $a_{Ymax}=1$ (normalizováním) pak byly porovnány průběhy zrychlení při různých rychlostech a hodnotách příčného zrychlení. Z grafu obr. 14 je zřejmý velmi charakteristický průběh zrychlení blízký průběhu jedné periody funkce sinus. V grafu je pak vynesena i celková doba manévru T_{prak} vypočtená podle literatury [1] a [2].

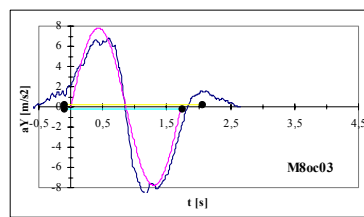
Ukazuje se zde dobrý soulad popsané metody pro běžné výpočty, při kterých není nutno se zabývat otázkou stability vozidla v mezní oblasti. Uvedené souvislosti pak budou dále upřesňovány na základě podrobné výpočtové analýzy manévru vozidla.



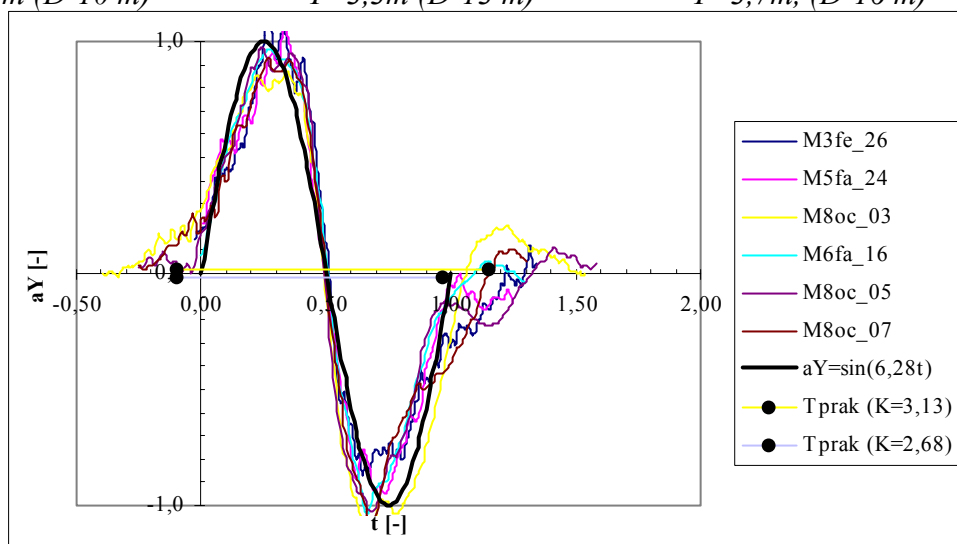
Obr. 11: Škoda Felicia Combi 1,3 LXi
 $v=29\text{km/h}$ $a_{Y\max}=2,12\text{m/s}^2$
 $Y=3,5\text{m}$ (D-10 m)



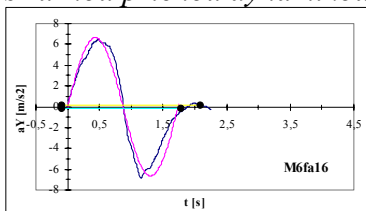
Obr. 12: Škoda Fabia 1,4MPi
 $v=62\text{km/h}$ $a_{Y\max}=4,43\text{m/s}^2$
 $Y=3,3\text{m}$ (D-13 m)



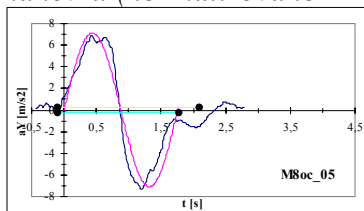
Obr. 13: Škoda Octavia Ambiente
 $v=80\text{km/h}$, $a_{Y\max}=7,78\text{m/s}^2$,
 $Y=3,7\text{m}$, (D-16 m)



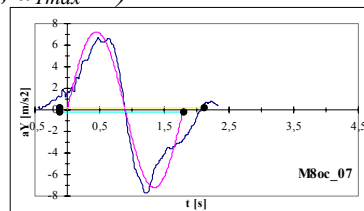
Obr. 14: Normalizované průběhy příčných zrychlení z měření při různých rychlostech s různou příčnou dynamikou manévru (normalizováno $T=1$, $a_{Y\max}=1$)



Obr. 15: Škoda Fabia 1,4 Mpi
 $v=99\text{km/h}$ $a_{Y\max}=6,64\text{m/s}^2$
 $Y=3,2\text{m}$ (D-19m)



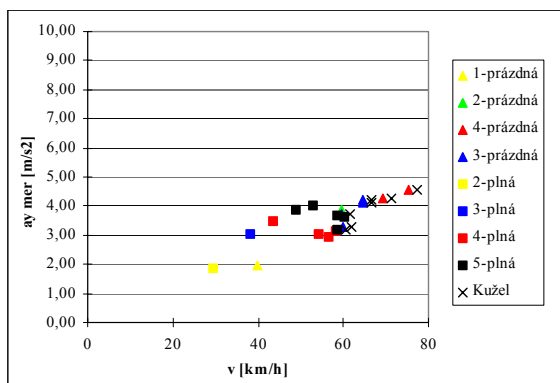
Obr. 16: Škoda Octavia Ambiente
 $v=77\text{km/h}$ $a_{Y\max}=7,10\text{m/s}^2$
 $Y=3,5\text{m}$ (D-19m)



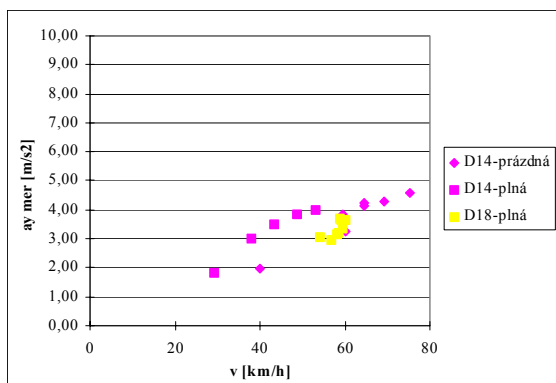
Obr. 17: Škoda Octavia Ambiente
 $v=101\text{km/h}$ $a_{Y\max}=7,23\text{m/s}^2$
 $Y=3,7\text{m}$ (D-22m)

Přestože prezentovaná měření nebyla přímo zaměřena na zjištění statistických údajů, ale na podrobné měření dynamických parametrů pohybu vozidla, je v tomto příspěvku provedeno i určité orientační srovnání s ohledem na subjektivní hodnocení dynamiky jízdy při manévru vozidla. Toto srovnání je provedeno na základě předběžného zpracování výsledků. V další etapě pak budou výsledky upřesňovány a doplňovány, pro využití ve znalecké činnosti.

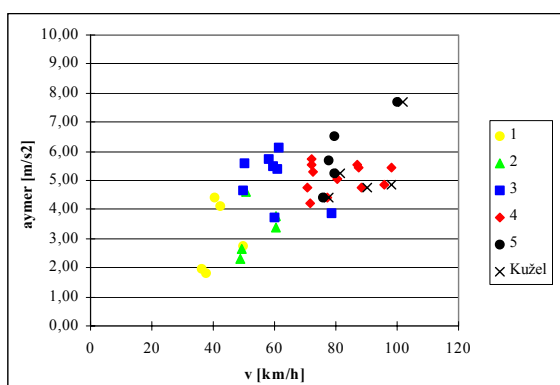
V grafech na obr. 18, 20, 22 jsou porovnány měřené hodnoty bočních zrychlení vozidla v závislosti na rychlosti vozidla. Hodnoty bočních zrychlení byly vypočteny jako průměr absolutních hodnot špiček zrychlení měřených snímačem zrychlení v jeho ose.



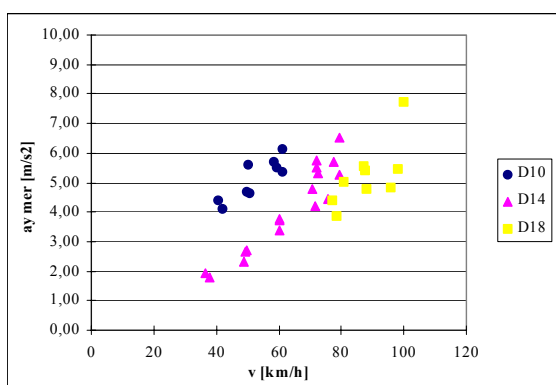
Obr. 18: Nákladní vozidlo Tatra TERRNo1, jednoduchá změna jízdního pruhu - hodnocení dynamiky jízdy



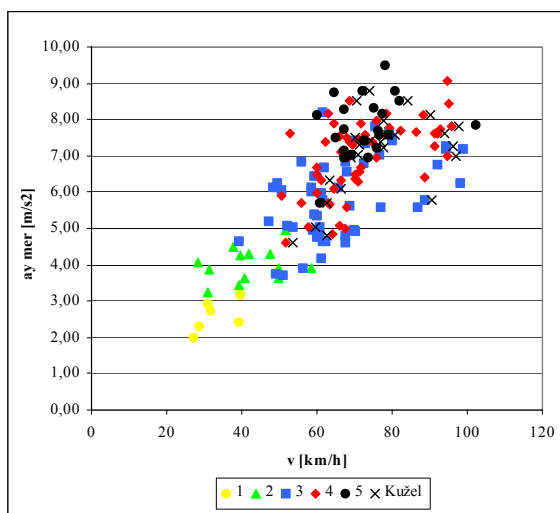
Obr. 19: Nákladní vozidlo Tatra TERRNo1, jednoduchá změna jízdního pruhu - dráhy pro zkoušku



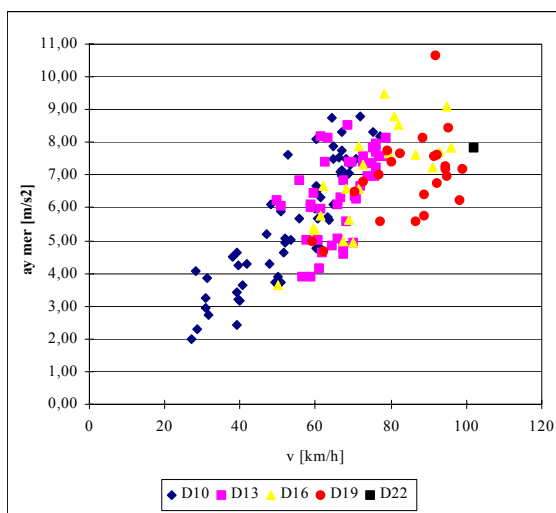
Obr. 20: Lehké užitkové vozidlo do 3,5 t (Mercedes Sprinter KAWA), jednoduchá změna jízdního pruhu - hodnocení dynamiky jízdy



Obr. 21: Lehké užitkové vozidlo do 3,5 t (Mercedes Sprinter KAWA) jednoduchá změna jízdního pruhu - dráhy pro zkoušku



Obr. 22: Osobní motorová vozidla, jednoduchá změna jízdního pruhu - hodnocení dynamiky jízdy



Obr. 23: Osobní motorová vozidla, jednoduchá změna jízdního pruhu - dráhy pro zkoušku

Rozlišeno je subjektivní hodnocení dynamiky manévru na základě hodnocení řidiče a dvou pozorovatelů. Byla zvolena pětibodová stupnice obdobně jako v literatuře [2] (1-normální jízda bez významného dynamického vjemu, 2-svižná jízda s dynamickým

vjemem pro posádku, 3-sportovní jízda s výrazným dynamickým vjemem, 4-velmi silně dynamický manévr-na hranici bezpečnosti, 5-kritická jízda). Křížkem jsou pak označeny jízdy při kterých řidič již neřídil vozidlo uvnitř hranic zvolené dráhy a srazil kužel vymezující dráhu. Z grafů na obr. 19, 21, 23 je pak zřejmé na jakých typech drah byly hodnoty naměřeny (číslo za písmenem D vyjadřuje délku druhé sekce dráhy podle obr. 9 a 10).

Je zřejmé, že pro porovnání hodnot bočních zrychlení z grafu na obr. 22 s příčnými zrychleními na obr. 1 je nutno zohlednit zejména vliv klopení vozidla, příp. další méně významné faktory (vliv stáčivého a klopného zrychlení s ohledem na vzájemnou polohu snímače a těžiště vozidla ap., viz např. lit. [6]), což dosud nebylo provedeno. Naopak při porovnání s hodnotami vypočtenými za simulačních programů, kde zpravidla jsou vypočteny hodnoty bočních zrychlení k osám souřadného systému pevně spojeného s karoserií vozidla, přichází v úvahu pouze korekce s ohledem na polohu snímače vzhledem k těžišti vozidla.

Provedená měření vyjevila následující problémy. Jako velmi obtížné se jeví subjektivní ohodnocení dynamiky jízdy a to jak řidičem tak i pozorovatelem. Neprokázala se zřetelná závislost subjektivního ohodnocení dynamiky jízdy na bočním zrychlení vozidla. V naměřených hodnotách se při vyšších rychlostech dostatečně zřetelně neprojevuje očekávaný vliv psychologické hranice řidiče a lze předpokládat, že dosažené hodnoty bočních zrychlení jsou blíže hranici vozidla. Tato skutečnost byla dána způsobem provedení zkoušek, kdy pro měření byla použita nákladná měřicí technika s náročnou instalací na vozidlo a nemohl tak být zkoumán široký vzorek řidičů. V extrémních hodnotách se výrazně projevuje „vyježděnost“ řidičů. Při konkrétním uspořádání zkušební dráhy bylo vždy z důvodů bezpečnosti postupováno od nižších po vyšší rychlosti. Ve výsledcích zkoušek se tak při vyšších rychlostech již výrazně projevila naučený způsob chování řidičů. Ve většině případů, řidiči na počátku chybovali při nižších rychlostech a tedy i při nižších hodnotách měřeného bočního zrychlení. Při dalších jízdách řidiči stejnou zkoušku uvnitř hranic zvolené dráhy úspěšně provedli i při výrazně vyšších rychlostech. Jejich subjektivní ohodnocení dynamiky manévru pak v řadě případů bylo při jízdách opakovaných nižší než při počátečních. Lze usuzovat, že obdobné důvody vedly k závěru uvedenému v lit. [2] kde je uvedeno, že se neprokázal drastický pokles využívaných příčných zrychlení při vysokých rychlostech (viz porovnání hodnot využívaných příčných zrychlení podle lit. [1] a [2] v grafu na obr. 1). Z práce [2] je zřejmé, že jedna testovaná osoba průměrně provedla 333 zkoušek a lze tak usuzovat, že i při těchto zkouškách se z méně zkušených řidičů stali řidiči výrazně zkušenější než by odpovídalo normálnímu vzorku řidičů. Např. z grafu na obr. 22 je zřejmé, že při zde prezentovaných jízdách zkouškách někteří řidiči chybovali již při hodnotách bočního zrychlení kolem 5 m/s^2 a směrem k vyšším hodnotám zrychlení se chyby výrazně kumulovaly. Zřetelná pak není ani hranice mezi jízdami hodnocenými stupněm 4 a 5, kdy řada jízd, které bylo možno hodnotit jako kritické (stupeň 5), leží pod hodnotami manévru hodnocených stupněm 4. Náзором autora příspěvku tak je, že zejména při analýze technických možností řidiče odvrátit dopravní nehodu manévrem vozidla by měly být uvažovány hodnoty významně nižší než zde měřené hodnoty maximální.

Závěr

Provedené zkoušky poskytují měření veličin charakteristických pro manévry změny jízdního pruhu resp. vyhnutí se překážce. V příspěvku je provedeno porovnání

měřených signálů s jednou z metod používanou ve znalecké činnosti pro výpočet celkové doby manévru vozidla (jednoduché změny jízdního pruhu), kdy pohyb vozidla je simulován hmotným bodem. Pro běžné výpočty, při kterých není nutno se zabývat otázkou stability vozidla v mezní oblasti se zde ukazuje dobrý soulad popsané metody s provedenými měřeními. Další práce pak budou zaměřeny nejen na upřesnění těchto výsledků, ale i na využití výsledků zkoušek pro validaci používaných počítačových simulací a získávání podkladů pro volbu technicky přijatelného rozmezí vstupních (příp. kontrolu výstupních) parametrů pro simulace v souvislosti s analýzou dopravních nehod. Jako velmi významný se zde prokazuje vliv taktiky jízdy a naučeného způsobu chování řidiče. Zkoumání v této oblasti tak vyžaduje i hledání vhodné metodiky zkoušek, která by umožnila zkoumání i širšího vzorku řidičů.

Literatura

- [1] Znalecký standard č. III – Technická analýza střetu vozidla s chodcem. Znalecký standard č.IV – Technická analýza nárazu vozidla na překážku. Ministerstvo spravedlnosti České republiky a generální ředitelství České pojišťovny, 1991
- [2] Weiss, E.: Untersuchung und Rekonstruktion von Ausweich-und Fahspurwechselvorgängen. VDI - Fortschritt-Berichte. Nr. 96, 1988.
- [3] Kirstätter, K.: Fahrdynamische Messtechnik in der Automobilindustrie. Messtechnik spezial 4/95.
- [4] Passenger cars – Test track for a severe lane-change manoeuvre. Part 1: Double lane-change ISO 3888-1:1999(E)
- [5] Passenger cars – Test track for a severe lane-change manoeuvre. Part 2: Obstacle avoidance ISO/WD 3888-2:1999(E)
- [6] Vlk, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Nakladatelství vlk, Brno, 2001.
- [7] Kledus,R.-Porteš,P.-Vémola,A.-Zelinka,A: Měření jízdních manévrů vozidel. Sborník konference 10. výroční konference Evropské společnosti pro výzkum a analýzu nehod, EVU, Brno, říjen 2001.

Tato práce byla uskutečněna za finanční podpory GA ČR v rámci projektů:

- *Standardizace a harmonizace postupů soudních znalců při analýze silničních nehod - GAČR 103/00/1748 - 2000-2001*
- *Experimentální ověřování jízdních manévrů vozidel - GAČR 103/00/0722- 2000-2001*
- *Teoretická východiska pro optimalizaci jízdních vlastností a bezpečnosti soudobých motorových vozidel - GAČR 101/00/P098*