Kongres „Schach dem Betrug“ am 12.-13.02.2016, Mövenpick Hotel Münster, Ureko-Kongresse-Münster GbR, c/o Ingenieurbüro Schimmelpfennig & Becke, Block V am 13.02.2016 um 09:00-10:30 Uhr, Beitrag von Dr. Dipl.-Ing. Manfred Becke

Poznámka: *Příspěvek se stejným obsahem byl publikován již dříve ve sborníku příspěvků XIX. výroční konference EVU - Praha 2010 (česká verze) na stranách 199-204 s původním českým překladem. Formálně se pouze lišil název práce („Odhalení manipulace nehody pomocí vlastní frekvence vozidla“) a také zde byli uvedeni tři spoluautoři práce (M. Becke, S. Werner, T. Hoger). Dále je uveden nezávislý překlad práce s jiným názvem „Geschwindigkeitsbestimmung bei Streifkollisionen“ do českého jazyka. Autor práce pan Dr. M. Becke poskytnul i v tomto případě elektronickou podobu práce i souhlas s jejím uveřejněním v ČR. V dané podobě byla tato práce prezentována na kongresu „Šach pojistnému podvodu“, který se uskutečnil ve dnech 12.-13.2. 2016 v Münsteru. Práce byla prezentována i ve sborníku příspěvků předmětného kongresu.*

Geschwindigkeitsbestimmung bei Streifkollisionen

Určení relativní rychlosti pohybu osobních vozidel při tečném typu kolize

Shrnutí problematiky

Vlastní frekvence příčného naklápění (kývání) karoserie běžných osobních vozidel se pohybuje ve velmi úzké oblasti, a to 1,8 - 2,2 Hz. Výše uvedené konstatování se opírá o výsledky 69 samostatných měření, přičemž výsledky předmětných měření by měly být pojednány v rámci tohoto příspěvku. Výsledek, který dává propočet kolizní rychlosti vozidla na základě paušálně dané (téměř konstantní) vlastní frekvence příčného naklápění karoserie vozidel, v hodnotě cca 1,9 Hz, je tudíž téměř invariantní (necitlivý) vzhledem k vlastní frekvenci příčného naklápění karoserie konkrétního (zkoumaného) osobního vozidla. Vlastní obtíže při využití dále popsané metody spočívají v tom, že je třeba zjistit (změřit) takovou délku rycí stopy na boku vozidla, která bude odpovídat ucelené části fáze harmonického kyvu (celá „sinusoida“, či jen její polovina anebo čtvrtina). Popsaným metodickým postupem se přinejmenším zdaří početně vymezit nárazovou rychlost vozidla dostatečně spolehlivým způsobem.

V jednom (našem) znaleckém posudku měla být dána odpověď na otázku, zda se (u dále popsaného průběhu nehodového děje) jednalo o řidičem úmyslně přivozený jízdní manévr a tedy o pojistnou manipulaci. Vozidlo Ford při průjezdu levotočivou zatáčkou tečným způsobem zasáhlo bok vozidla Seat, které bylo zaparkováno v tzv. „podélném stání“ u okraje komunikace. Řidič vozidla Ford uvedl, že se měl vychýlit ze svého jízdního pruhu vpravo v důsledku své nepozornosti, přičemž měl bok vozidla Seat tečným způsobem zasáhnout rychlostí cca 50 km/h (viz. Obr. č. 1).

Obr. č. 1: Půdorysné znázornění nehodové situace

Jiný soudní znalec, který byl k posouzení tohoto případu přibrán, dospěl k závěru, že na základě konečného postavení vozidla Ford by mohla být nárazová rychlost tohoto vozidla v hodnotě 50 km/h akceptována jako technicky přijatelná (hodnověrná). Proto dle daného znalce neexistuje žádný důvod, aby bylo možno předmětný nehodový děj klasifikovat jako manipulovanou škodnou událost.

Na levém boku vozidla Seat však byly kontaktem vozidel vytvořeny (pokluzné, tečné) stopy, které vykazovaly „vlnovitý“ charakter (průběh, tvar), viz. Obr. č. 2. Vzniká zde tedy otázka: Při jaké (pokluzné) rychlosti vozidel mohly být předmětné stopy na boku vozidla Seat vytvořeny?

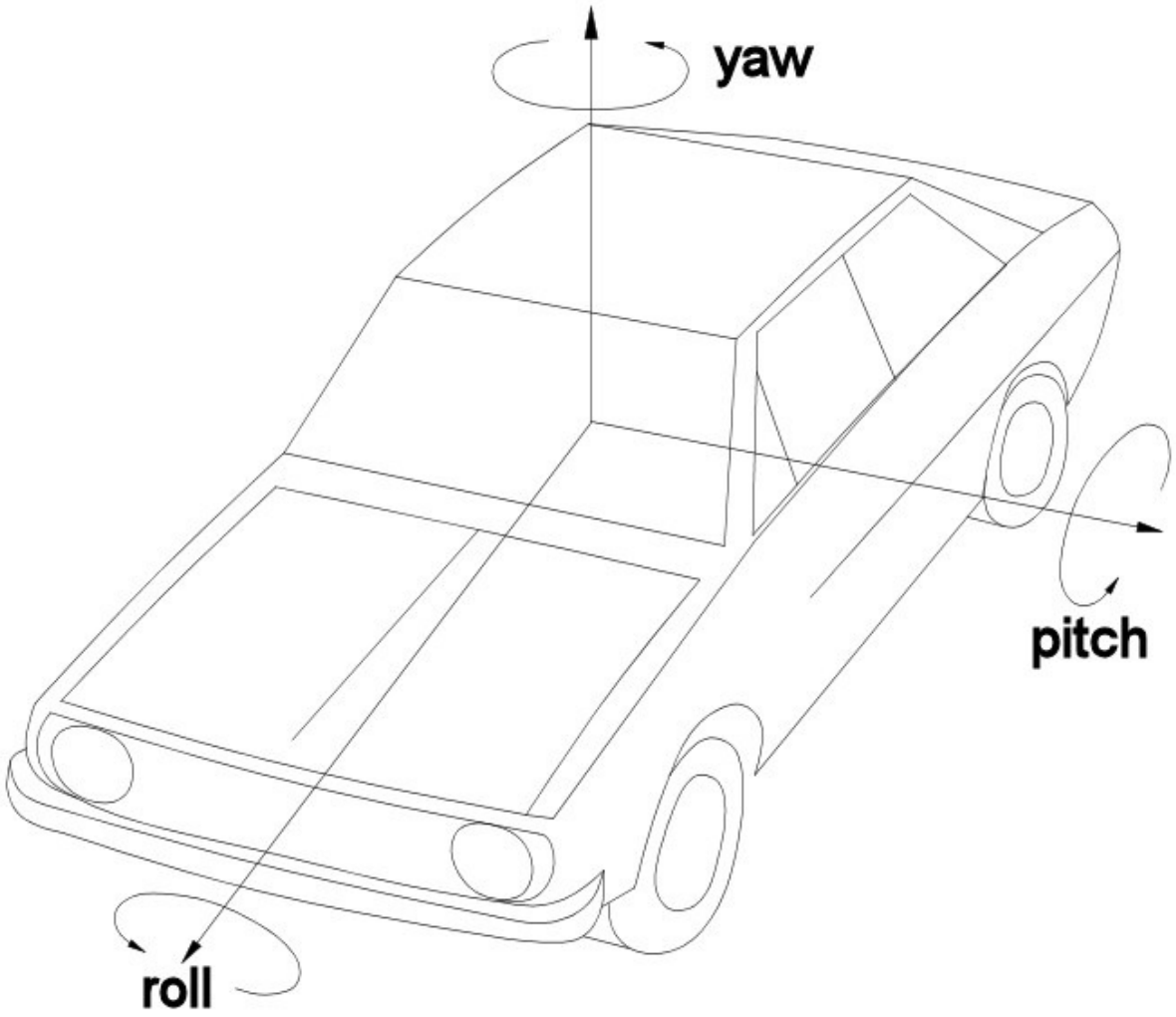
Obr. č. 2: Vlnovitý průběh rycích stop na boku zaparkovaného vozidla

A tu se zrodila myšlenka, abychom v tomto případě určili nárazovou rychlost vozidla Ford pomocí vlastní frekvence příčného naklápění karoserií vozidel.

Předmětné znalecké posouzení bylo podnětem pro vypracování diplomové práce panem Wernerem, kdy naše znalecká kancelář Schimmelpfennig + Becke vedla zpracování této diplomové práce. Na jedné straně byly experimentálně zjištěny (vlastní) frekvence příčného naklápění karoserií velkého množství vozidel. Na straně druhé bylo zkoumáno, které technické parametry osobních vozidel ovlivňují (vlastní) frekvenci příčného naklápění karoserií vozidel a jak by bylo možno z těchto technických parametrů vozidel přímo vypočítat (vlastní) frekvenci příčného naklápění karoserie určitého vozidla. V tomto příspěvku se v prvé řadě zaměříme na experimentálně zjištěné hodnoty (vlastní) frekvence příčného naklápění karoserií vozidel a jejich praktické využití.

Vozidlo může vykonávat rotační pohyb kolem tří os, viz. Obr. č. 3.

- **Natáčení** (něm.: Gieren, angl.: yaw) - rotace kolem svislé osy vozidla
- **Předklánění** (něm.: Nicken, angl.: pitch) - rotace kolem příčné osy vozidla
- **Naklápění** - příčné (něm.: Wanken, angl.: roll) - rotace kolem podélné osy vozidla

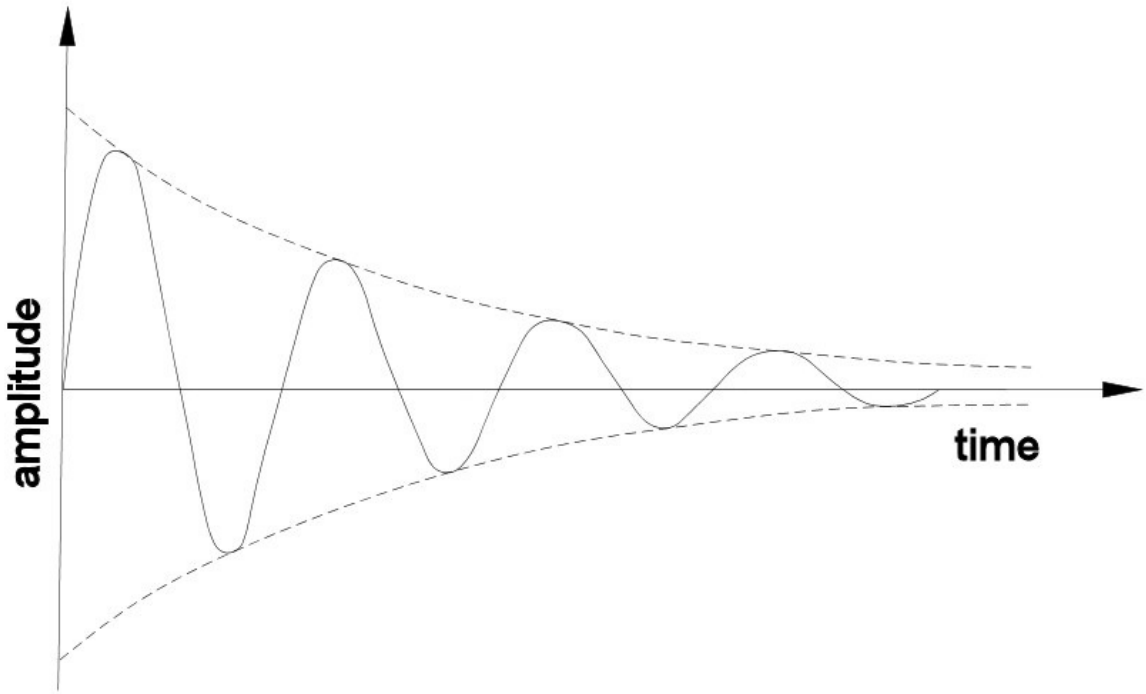


Obr. č. 3: Tři osy rotace vozidla

Motorové vozidlo je ve vztahu k (vertikálnímu) propružení, předklánění a naklápění systémem, který je schopen dané pohyby v rámci určitého kývání (kmitání, oscilace) zabezpečit. Ve zjednodušené podobě lze takovýto systém matematicky popsat jako oscilátor resp. jako pružinové kyvadlo. Pokud nebude daný systém obsahovat tlumicí prvky, bude způsob kmitání daného systému odpovídat sinusoidě. Kmitání lze matematicky popsat pomocí doby kyvu (kmitu) a velikosti (hodnoty) amplitudy. Pokud nebude pružinové kyvadlo nijak tlumeno, bude vykonávat periodický (kmitavý) pohyb nekonečně dlouho.

Pokud se přesuneme od teoretických modelů do praxe, lze uvést, že právě u motorových vozidel je dán (zabezpečen) útlum podvozku pomocí tlumičů, které tlumí nejen vertikální pohyby kol, ale také pohyby vozidla v rámci jeho předklánění a naklápění. Kromě samotných tlumičů, je kývavý pohyb karoserie navíc tlumen i díky působení tření a aerodynamického odporu. V důsledku všech tlumivých účinků nesetrvává amplituda kyvů na nějaké konstantní

hodnotě, ale poměrně dramaticky klesá až do okamžiku, kdy systém dosáhne klidového stavu. Amplituda kyvů klesá exponenciálně v závislosti na tzv. „Konstantě útlumu - D“ a času, viz. Obr. č. 4.

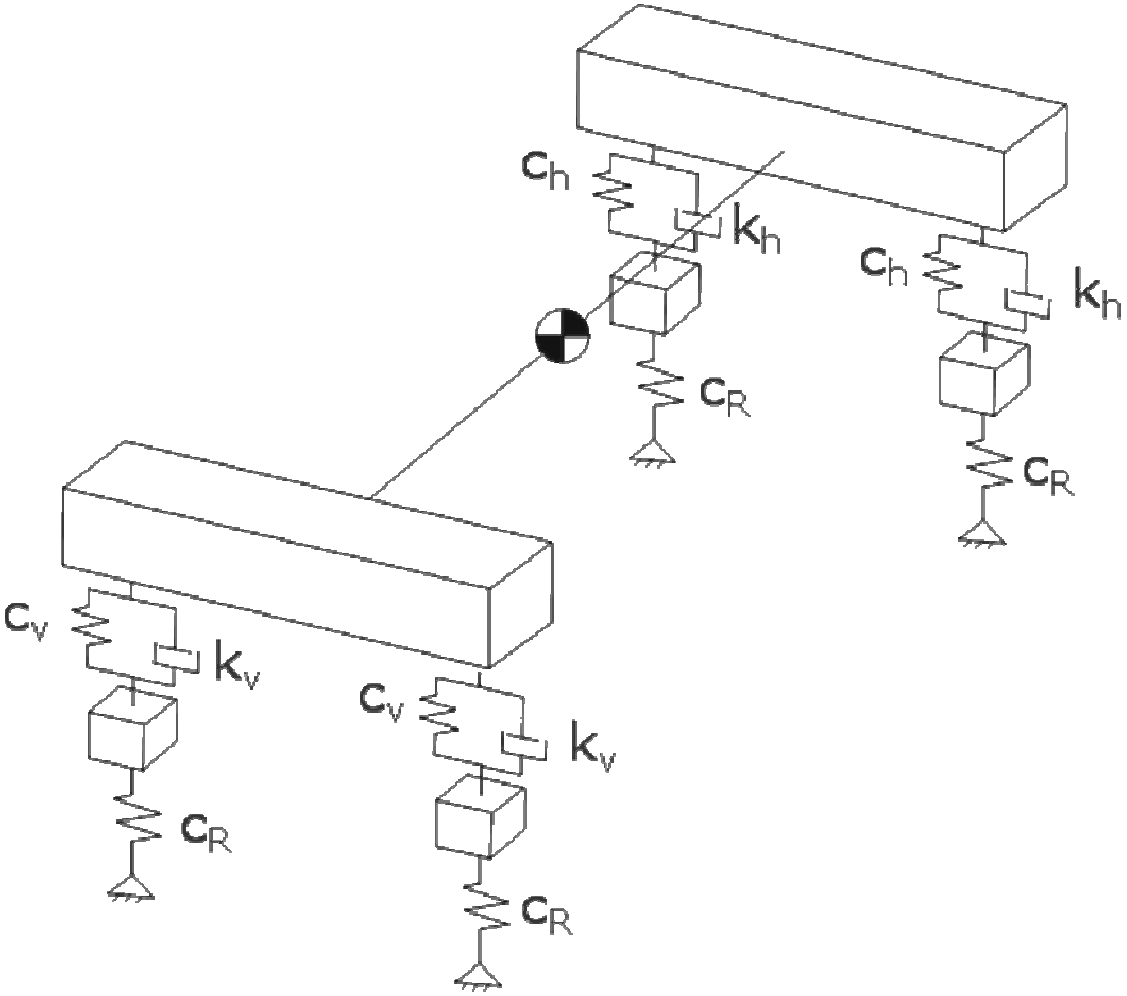


Obr. č. 4: Útlum harmonických kmitů (kyvů) s přibývajícím časem

Vzali jsme za základ jednoosý oscilátor, z kterého byl (postupně) vytvořen matematický model podvozku vozidla. Model podvozku vozidla však obsahuje všechny potřebné parametry, k matematickému vyjádření příčné frekvence naklápění karoserie vozidla. Pokud máme vozidlo symetrické kolem podélné osy (levá a pravá část vozidla jsou zrcadlově stejné), potom se jedná o tyto parametry:

- Konstanta (obou) pružin přední a zadní nápravy $\mathbf{c_{Achse,\,v,\,h}}$
- Tuhosti stabilizátoru přední a zadní nápravy $\mathbf{c_{St,\,v,\,h}}$
- Elasticita pneumatiky $\mathbf{c_R}$
- Konstanta útlumu vpředu a vzadu $\mathbf{k_{v,h}}$.

Pružiny nápravy a jim příslušné stabilizátory jsou spojeny paralelním způsobem, zatímco pneumatiky jsou k oběma výše popsaným prvkům (systémům) připojeny sériovým způsobem. Z toho vyplývá matematický vztah, který popisuje celkovou tuhost vozidla vůči příčnému naklápění karoserie, viz. Obr. č. 5.



$$c_{total} = \left(\frac{1}{c_{axis,v} + c_{axis,h} + c_{St,v} + c_{St,h}} + \frac{1}{4 \cdot c_R} \right)^{-1}$$

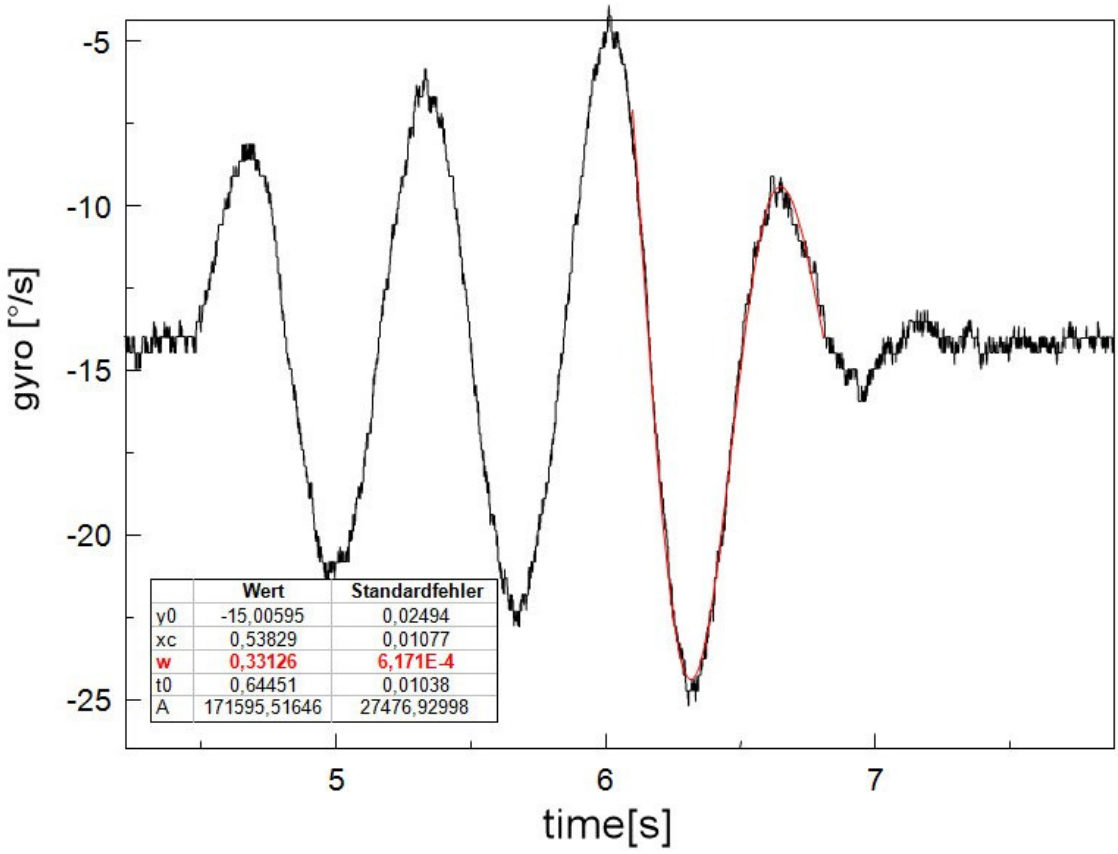
Obr. č. 5: Model celkové tuhosti podvozku osobního vozidla

Při kmitání takovéhoto systému je třeba rozlišovat mezi nevytlumenou a vytlumenou vlastní frekvencí kmitů (kyvů). Jejich hodnoty se však vzájemně odlišují jen zanedbatelným způsobem, přičemž vlastní frekvence vytlumených kmitů leží jen asi o 5 % níže než vlastní frekvence kmitů nevytlumených. To tedy znamená, že vozidla s poškozenými (či silně opotřebovanými) tlumiči vykazují jen zcela nepodstatně vyšší hodnoty (vlastní) frekvence příčného naklápění jejich karoserií.

Hodnoty (vlastní) frekvence příčného naklápění karoserií motorových vozidel byly experimentálně zjišťovány pomocí měřicí soupravy Pocket DAQ, viz. Obr. č. 6.

Obr. č. 6: Oblast inicializace příčného rozhoupání vozidla, Pocket DAQ

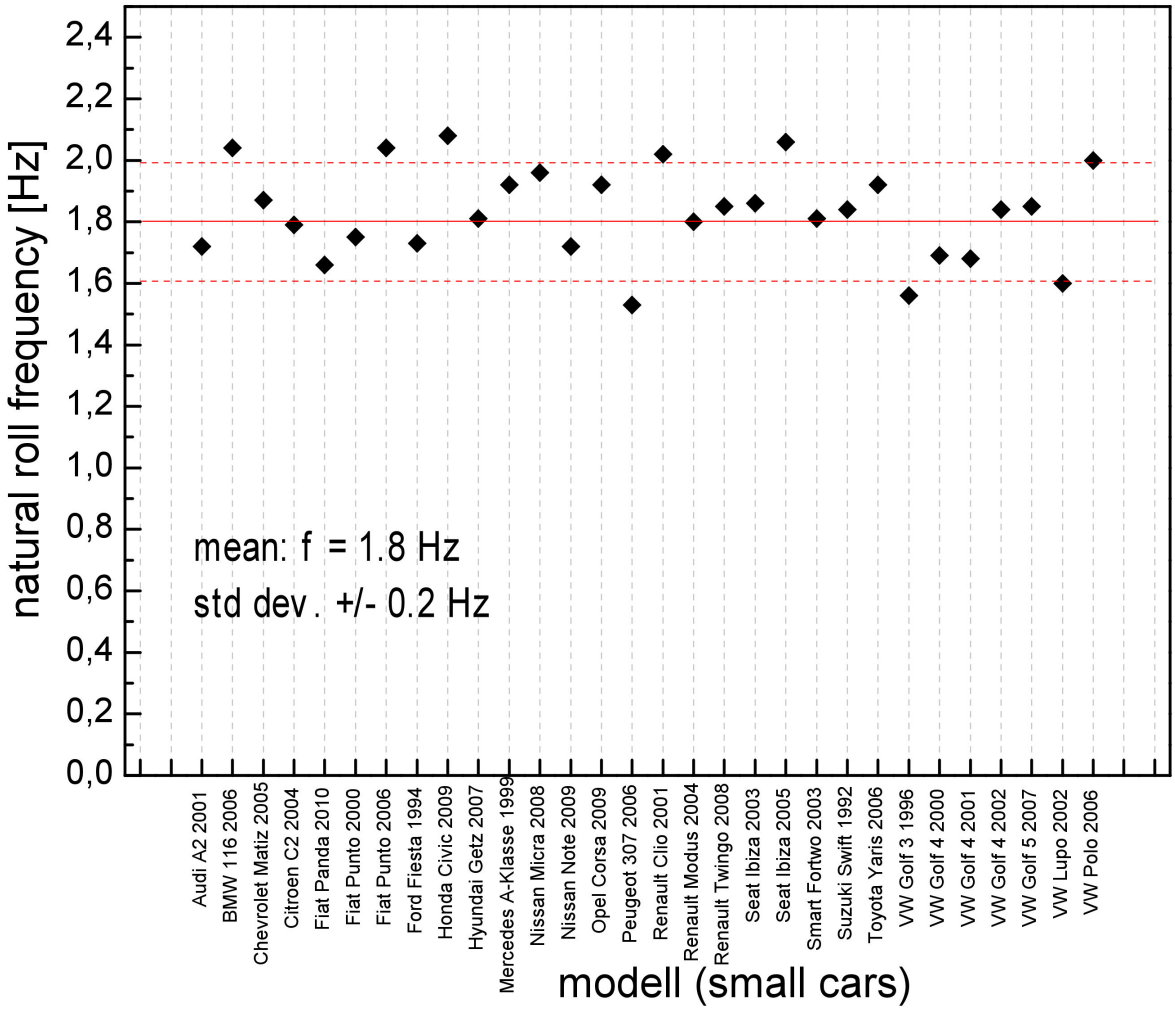
Vozidlo bylo vždy rozhoupáno takovým způsobem, že bylo zhruba dosaženo vlastní frekvence příčného naklápění karoserie, čímž se vozidlo rozkývalo. Rozhoupání vozidla bylo docíleno tak, že v místě označeném červeným kroužkem působily na vozidlo vnější síly. Jakmile pominuly vnější síly, kývavé pohyby vozidla vcelku rychle samovolně ustávaly, viz. Obr. č. 7.



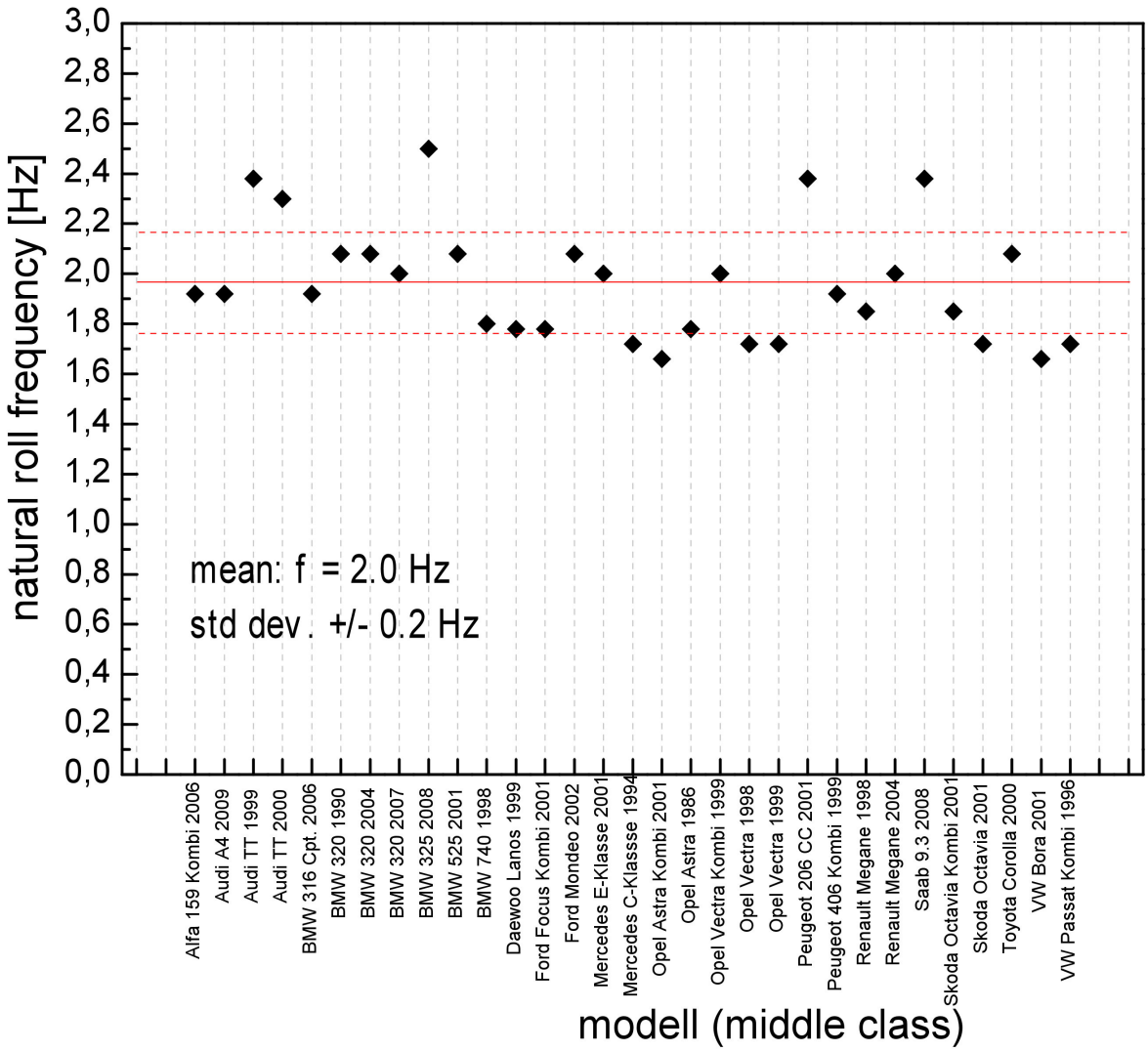
Obr. č. 7: Experimentálně zjištěný pokles amplitudy kyvů s časem

Vlastní frekvenci příčného naklápění karoserie vozidla nyní můžeme snadno stanovit tak, že odečteme čas, za který proběhne jedna perioda kyvu. Přitom přirozeně využijeme nějakou signifikantní část naměřené charakteristiky (např. časový odstup sousedních amplitud).

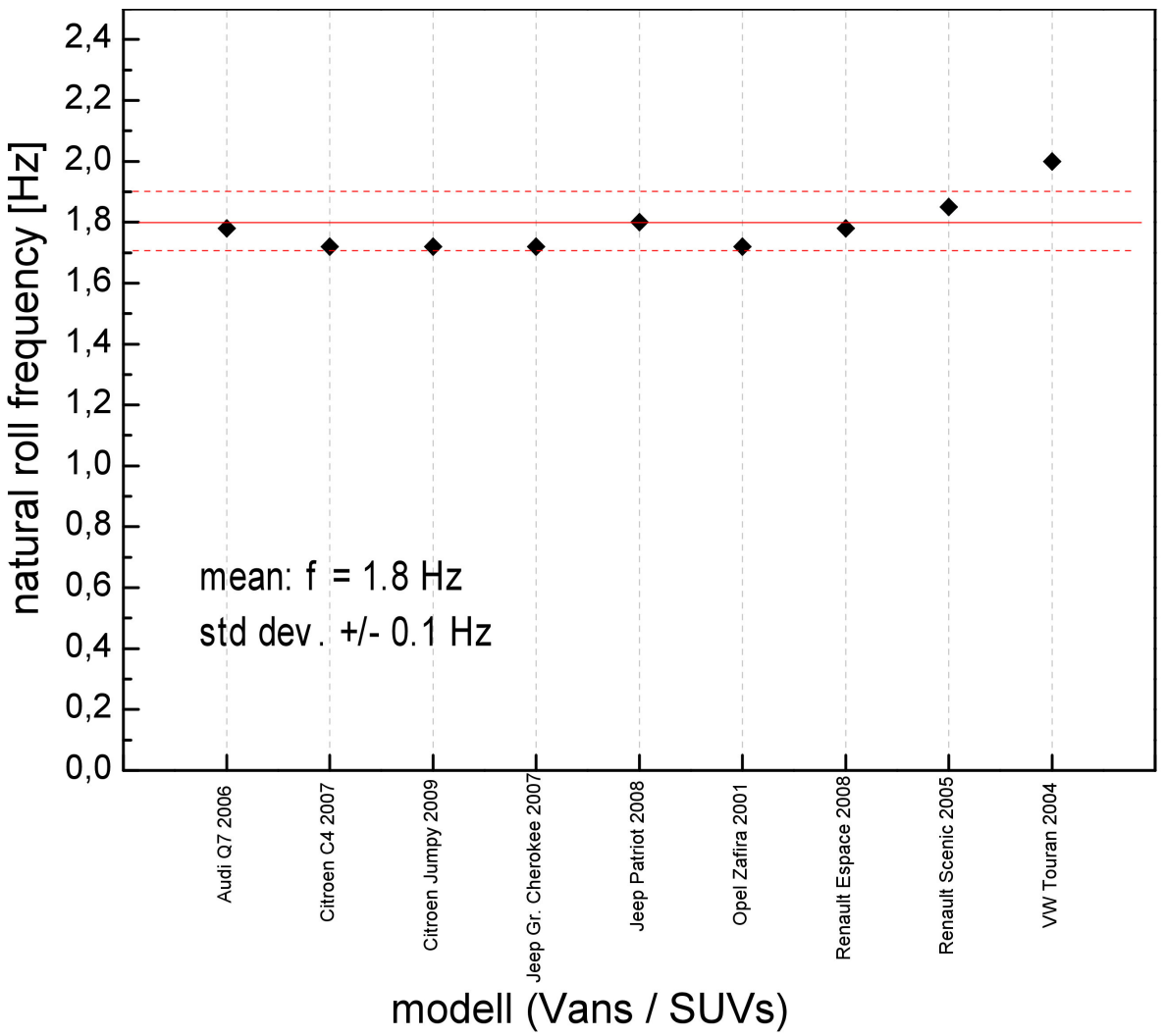
Popsaný typ měření byl proveden celkem u 69 vozidel. Tato vozidla byla rozdělena do zavedených klasifikací, vozidla nižší třídy (viz. Obr. č. 8), vozidla střední třídy (viz. Obr. č. 9), jakožto i VAN a SUV (viz. Obr. č. 10).



Obr. č. 8: Frekvence příčného naklápění karoserií vozidel nižší třídy



Obr. č. 9: Frekvence příčného naklápění karoserií vozidel střední třídy



Obr. č. 10: Frekvence příčného naklápění karoserií velkoprostorových vozidel VAN/SUV

Pokud jsme sumárním způsobem vyhodnotili všechna měření, potom střední hodnota vlastní frekvence příčného naklápění karoserie vozidel činila cca 1,9 Hz se standardní odchylkou cca ± 0,1 Hz. Když jsme rozlišili různé kategorie vozidel, obdrželi jsme mírně rozdílně střední hodnoty vlastních frekvencí.

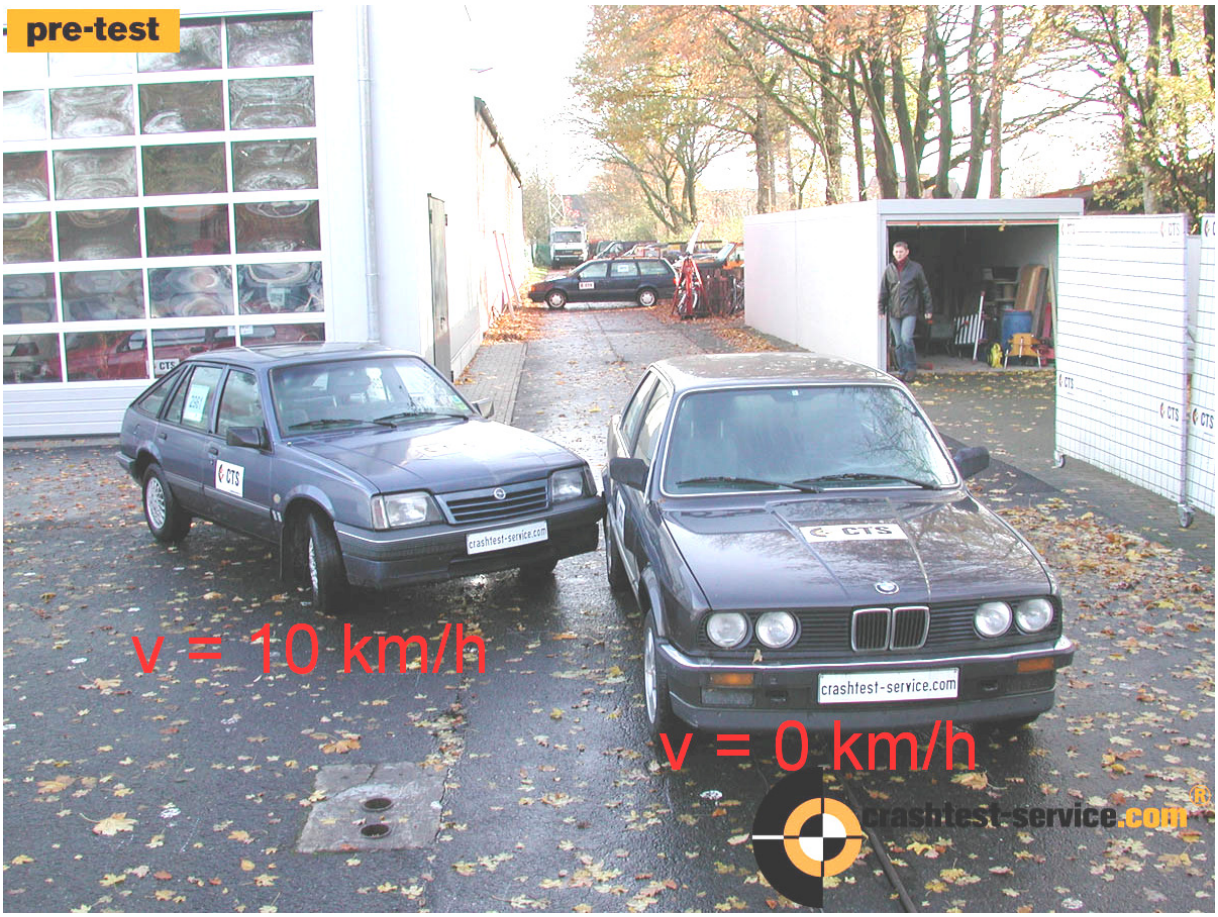
- vozidla nižší třídy …….. 1,8 Hz ± 0,2 Hz
- vozidla střední třídy …… 2,0 Hz ± 0,2 Hz
- velkoprostorová vozidla ….. 1,8 Hz ± 0,1 Hz

Navzdory zavedeným kategoriím vozidel vyčnívala spíše sportovně založená osobní vozidla, a to samozřejmě opět ve smyslu vlastní frekvence kyvů. Například, frekvence kyvů příčného naklápění karoserie činila u vozidla Audi TT cca 2,4 Hz a u vozidla BMW 325 (ve sportovním provedení „M“) dosahovala hodnoty cca 2,5 Hz.

Dle nyní známých vlastních frekvencí kyvů příčného naklápění karoserie vozidel a také na základě provedení tří nárazových zkoušek bychom nyní rádi ukázali, jak konkrétně stanovit (diferenční) nárazovou rychlost vozidel s využitím vlnovitého průběhu rycích stop:

Příklad č. 1)

Při této nárazové zkoušce najelo vozidlo Opel Ascona rychlostí 10 km/h pod úhlem cca 30º levým předním rohem do boku stojícího vozidla BMW E30, viz. Obr. č. 11.



Obr. č. 11: Konfigurace nárazové zkoušky č. 1

Na pravém boku vozidla BMW vznikla rycí stopa, která „doprovázela“ celou fázi kyvu ohledně příčného naklápění karoserie, viz. Obr. 12.

Obr. č. 12: Uspořádání stop na boku vozidla BMW, nárazová zkouška č. 1

Délka kyvu měřená mezi amplitudami rycí stopy na boku vozidla BMW představuje vzdálenost „**1,53 m ± 0,10 m**“. Vlastní frekvence kyvů příčného naklápění karoserie vozidla BMW E30 byla již dříve experimentálně zjištěna a činí 2,0 Hz. Je třeba se vyvarovat chyby při zjištění délky rycí stopy mezi určitými, ale přitom jasně definovanými fázemi kyvu.

Při frekvenci 2,0 Hz provede vozidlo 2 kyvy za sekundu. Potřebný čas pro uskutečnění jednoho kyvu tedy činí „**t = 0,5 s**“. Střední hodnotu kolizní rychlosti u této nárazové zkoušky č. 1) můžeme určit následujícím způsobem:

$$v_{k,mittel} = \frac{s}{t} = \frac{1{,}5\ m \pm 0{,}1\ m}{0{,}5 s} = 3\ m/s \pm 0{,}2\ m/s \quad = 11 \pm 1\ km/h$$

Příklad č. 2)

Při této nárazové zkoušce narazilo vozidlo Renault 5 přídí kolmo do levého boku vozidla BMW E46, viz. Obr. č. 13.

Obr. č. 13: Konfigurace nárazové zkoušky č. 2

Úhel kolize činil 90º. Vozidlo BMW se v okamžiku nárazu pohybovalo rychlostí cca 10 km/h, vozidlo Renault naráželo rychlostí cca 6 km/h v úrovni levého předního kola vozidla BMW. Při dané kolizi vznikly rycí stopy na levém boku vozidla BMW, které odpovídaly polovině (sinusoidního) kyvu, viz. Obr. č. 14.

Obr. č. 14: Uspořádání stop na boku vozidla BMW, nárazová zkouška č. 2

Délka poloviny (sinusoidního) kyvu činila „**0,7 m ± 0,10 m**“. Vlastní frekvence kyvů příčného naklápění karoserie vozidla BMW E46 Compact byla již dříve experimentálně zjištěna a činí 1,9 Hz.

Aby mohla vzniknout rycí stopa odpovídající polovině (sinusoidního) kyvu při vlastní frekvenci kyvů příčného naklápění karoserie vozidla BMW 1,9 Hz, je k tomu zapotřebí čas „**t = 0,26 s**“. Při délce rycí stopy „**s = 0,7 m ± 0,10 m**“ můžeme určit střední hodnotu kolizní rychlosti vozidla BMW u této nárazové zkoušky č. 2) následujícím způsobem:

$$v_{\mathrm{k,mittel}} = \frac{s}{t} = \frac{0{,}7\,\mathrm{m} \pm 0{,}1\mathrm{m}}{0{,}26\,\mathrm{s}} = 2{,}7\,\mathrm{m/s} \pm 0{,}4\,\mathrm{m/s} = 10\,\mathrm{km/h} \pm 2\,\mathrm{km/h}$$

Vozidlo Renault se během kontaktní fáze lehce předklonilo, avšak toto předklonění mělo narozdíl od příčného naklápění karoserie vozidla BMW zcela zanedbatelný vliv na charakter kresby rycích stop vzniklých na boku tohoto vozidla BMW. Je třeba poznamenat, že

pohybový stav osobního vozidla nevybaveného stabilizátory podvozku vykazuje při jeho předklonění vlastní frekvenci kyvu jen cca 1 Hz.

Příklad č. 3)

Při této nárazové zkoušce se při nárazu pohybovalo vozidlo Opel Astra rychlostí 28,8 km/h, přičemž do jeho boku pod úhlem cca 44º narazilo pravým předním rohem vozidlo Opel Kadett rychlostí cca 10 km/h. Bok vozidla Opel Astra byl zasažen mezi zadním okrajem levého předního blatníku a A-sloupkem, Obr. č. 15.

Obr. č. 15: Konfigurace nárazové zkoušky č. 3

Poněvadž v případě této nárazové zkoušky byla v pohybu obě vozidla a úhel kolize se značně odlišoval od 90º, bylo v tomto případě nutno zohlednit tzv. relativní (vzájemnou) rychlost vozidel. Rychlost pohybu vozidla Opel Kadett „**v_2 = cca 10 km/h**“ vykazuje (představuje) ve směru pohybu vozidla Opel Astra složku (komponentu) rychlosti „**$v_{2podélně}$ = cca 7,0 km/h**“. Relativní rychlost obou vozidel tedy v podélném směru jízdy vozidla Opel Astra „**v_{rel}**“ činí:

$$v_{rel} = v_1 - v_{2,längs} = 28{,}8\,km/h - 7{,}0\,km/h = 21{,}8\,km/h$$

Na boku vozidla Opel Astra byla nalezena rycí stopa délky „**s = 0,85 m**“, která odpovídá ¼ (sinusoidního) kyvu, viz Obr. č. 16.

Obr. č. 16: Uspořádání stop na boku vozidla Opel Astra, nárazová zkouška č. 3

Aby mohla vzniknout rycí stopa odpovídající čtvrtině (sinusoidního) kyvu při vlastní frekvenci kyvů příčného naklápění karoserie vozidla Opel Astra 1,8 Hz, je k tomu zapotřebí čas „**t = 0,14 s**“. Při délce rycí stopy „**s = 0,85 m**“ můžeme určit hodnotu relativní kolizní rychlosti obou vozidel Opel u této nárazové zkoušky č. 3) následujícím způsobem:

$$v_{rel} = \frac{s}{t} = \frac{0{,}85\,m \pm 0{,}1\,m}{0{,}14\,s} = 6\,m/s \pm 0{,}7\,m/s = 22\,km/h \pm 3\,km/h$$

Výsledky poskytované touto metodou jsou tím méně přesné, čím menší část celého sinusoidního (harmonického) kyvu byla v podobě rycích stop „zapsána“ na bok vozidla, poněvadž tím vzrůstá chyba při určení délky rycí stopy.
V Tab. č. 1 jsou znázorněny přehledným způsobem experimentálně zjištěné výsledky, dosažené při využití předmětné metody (analýza harmonického kyvu dle zanechané kresby rycích stop - MAHK).

Nárazová zkouška č.	Nárazová rychlost reálná *(změřená při nárazové zkoušce)*	Nárazová rychlost dle MAHK *(metody analýzy harmonického kyvu)*
1.	10 km/h	11 ± 1 km/h
2.	10 km/h	10 ± 2 km/h
3.	21 km/h	22 ± 3 km/h

Tab. č. 1: Srovnání nárazových rychlostí vozidlel dle nárazových zkoušek s výsledky metody analýzy harmonického kyvu (MAHK)

Při zpracování této studie bylo zjištěno, že z kresby rycí stopy je třeba s obzvláštní pečlivostí stanovit podélnou vzdálenost mezi dvěma určitými, ale přitom jasně definovanými fázemi harmonického kyvu. Na správném určení tohoto vstupního parametru je rozhodujícím způsobem závislý výsledek při použití této metody. Správné stanovení (diferenční) nárazové rychlosti vozidel je tedy silně závislé na korektním určení délky rycí stopy pro určitou ucelenou fázi (část) harmonického kyvu. V rámci námi představeného porovnání podmínek nárazových zkoušek s výsledky metody analýzy harmonického kyvu se odchylky při určení nárazové rychlosti pohybovaly v rozsahu **10 - 20 %.**

Vraťme se nyní prosím na samotný počátek našeho příspěvku, kde jsme uvedli problematiku znaleckého zkoumání ve věci objasnění podmínek kolize vozidel Ford a Seat. Pokud vezmeme v potaz délku rycí stopy „**s = 1,5 m ± 0,10 m**“ odpovídající polovině (sinusoidního) kyvu při vlastní frekvenci kyvů příčného naklápění karoserie vozidel střední třídy **2,0 Hz**, potom při využití metody analýzy harmonického kyvu početně dospějeme k nárazové rychlosti vozidla Ford v hodnotě „**v = 22 km/h ± 1,0 km/h**“. Tímto způsobem jsme mohli doložit, že viníkem dopravní nehody udaná rychlost jízdy **50 km/h** je technicky nepřijatelná (nepřiléhavá, neplauzibilní). Další hodnocení a závěry v tomto směru jsou již přirozeně předmětem právního posouzení dané věci.

Kontakt

Dipl.Ing. Dr. Manfred Becke

becke@ureko.de

Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke

Münsterstraße 101

48155 Münster

Poznámka k použitiu metódy MAHK, [1]

Juraj Gáborík, Vlastimil Rábek

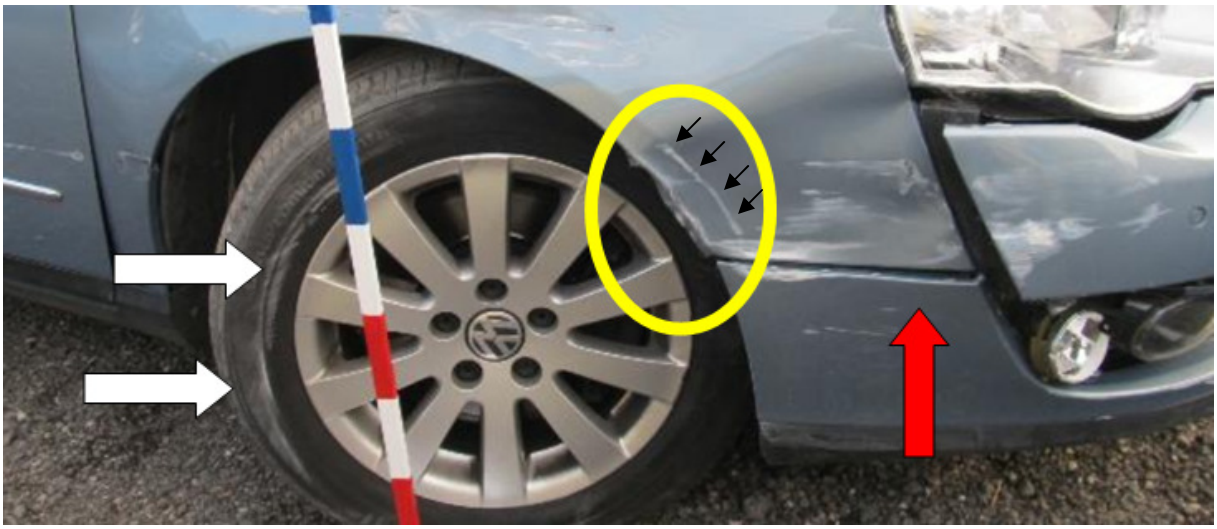
Pán Dr. M. Becke vyššie publikoval úvahy, merania a výsledky porovnávacích nárazových skúšok k použitiu metódy harmonického kmitania, ďalej len MAHK, [1]. Táto metóda nachádza uplatnenie práve v situáciách tzv. „malých kolízií“, pričom metóda je triviálna, metodicky novátorská a naviac vykazuje dobrú zhodu s výsledkami nárazových skúšok, viď [1]. Je dôležité si uvedomiť, že daná metóda má svoje úskalia, ktoré treba brať v úvahu pri riešení daných prípadov a to:

1. Zanechaná kresba harmonickej krivky (ďalej len sínusoida) **musí byť „pravá“**, tzn. musí ísť o skutočnú kresbu danú vlastným priečnym kmitaním vozidla - nesmie sa jednať o krivky opisujúce tuhé časti konštrukcie napr.: pretlačenie šikmej výstuhy v dverách, Obr. č. 1a, b.

Obr. č. 1a: Oblukovitá hlboká ryha na boku vozidla Audi A6 - len opísanie tvaru výstuhy dverí, MAHK nemožno použiť [2]

Obr. č. 1b: VW Golf - len opísanie tvaru výstuhy dverí, MAHK nemožno použiť [2]

2. Ďalšou možnou situáciou, ktorá sa môže vyskytnúť je, ak sa zobrazí **pomyselná sínusoida**, tzn. ak vodorovný sklz prechádza po nejakom výškovo formovanom diele vozidla, ktorý opíše tvar napr. kruhový, resp. oblúkový. Na rozdiel od bodu 1, nemusí byť tento diel veľmi tuhý. Na Obr. č. 2 sa v žltej elipse nachádza výrazne stúpajúca kruhová čiara, ktorá je len abrazívnym vyznačením tvaru výlisku blatníka, pričom sklz v tejto oblasti prebehol iba horizontálne. Výrazne stúpajúca stopa v žltej elipse nemá vôbec nič spoločného s priečnym kmitaním vozidla a teda ani nič spoločného so serióznym využitím metódy MAHK.



Obr. č. 2: Poškodenie pravého boku vozidla Audi po stretu so zvodidlom, MAHK nemožno použiť [3]

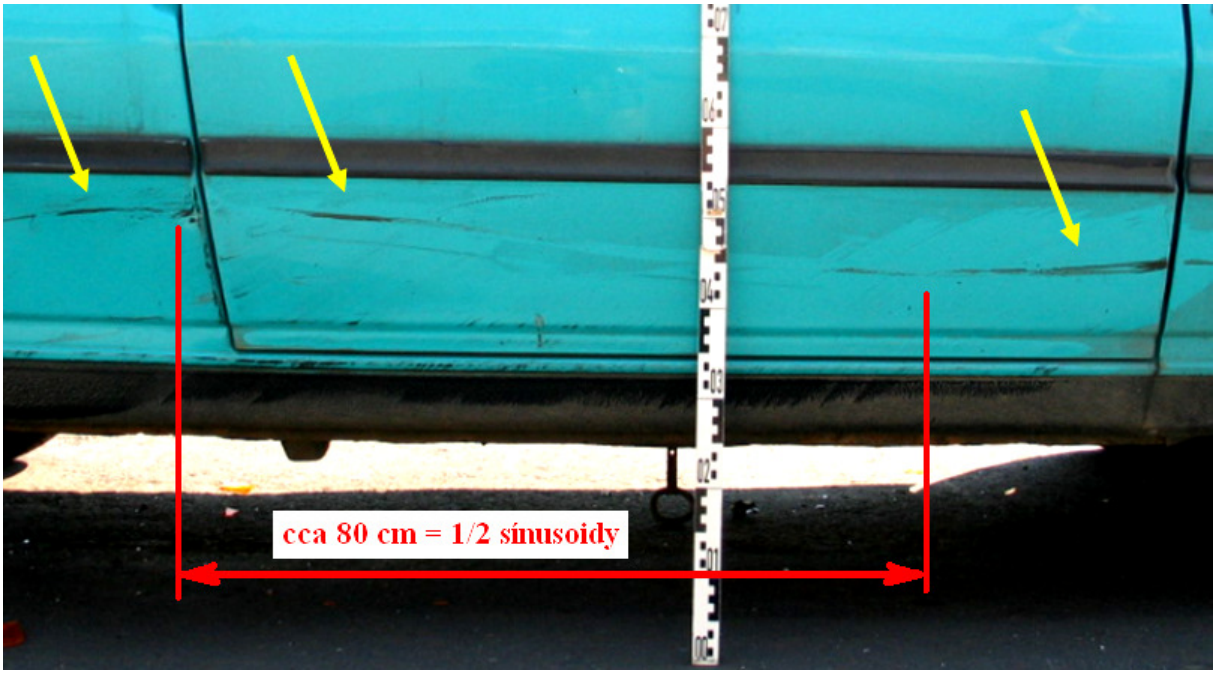
3. Je možné, že po „ľahkom“ strete dvoch vozidiel, **nevznikne sínusoida**, viď Obr. č. 2. Z daného nie je možné implicitne usudzovať, že diferenčná rýchlosť vozidiel bola veľmi vysoká (čiste teoreticky dokonca nekonečná). Vozidla sa nemusia vždy pri vzájomnom kontakte kývať. Inými slovami, pri vzájomnom horizontálne vedenom strete vozidiel nemusí vzniknúť vertikálne zložky kolíznych síl, ktoré by iniciovali kmitanie vozidiel v priečnom smere. Pretože sa vozidla v danom prípade tzv. nerozkmitajú, nemôže vzniknúť sínusoida, ktorá je až doprovodným prejavom priečneho kmitania vozidiel. Je potrebné brať v úvahu, ak vznikne sínusoida, je možné použiť MAHK, ak nevznikne sínusoida a podľa samotného realizovaného výsledku, neexistuje technicky využiteľná metóda zohľadňujúca vlastné kmitanie vozidla a diferenčnú rýchlosť pri vzájomnom strete vozidiel. Na Obr. č. 2 sa nachádza prípad poškodeného boku vozidla BMW pri minimálnej diferenčnej rýchlosti bez vzniku sínusoidy. Na základe využitia iných analytických metód s určitosťou vieme, že diferenčná rýchlosť v danom prípade bola skutočne minimálna (napr. do 10 - 15 km/h) a napriek tomu nevznikla výrazná sínusoida.

Obr. č. 3: Poškodenie vozidla pri minimálnej diferenčnej rýchlosti bez vzniku sínusoidy, MAHK nemožno použiť [3]

4. Pri použití metódy MAHK je podstatné dbať na čo **najpresnejšie určenie a zameranie sínusoidy**, či sa jedná o celú alebo jej 1/2 či 1/4. Preto sa odporúča, ak je možné, meranie

previesť priamo na vozidle. Ide o stanovenie extrémov danej harmonickej krivky. Pri fotografiách môže dochádzať ku skresleniu a nepresnému stanoveniu časti sínusoidy.

Napriek tomu v praxi znalec veľmi často pracuje so spisovým materiálom a tak nemusí rezignovať na možnosť využitia informácií aj tohto typu z fotografií. Je potrebné pracovať obozretne, presne, hľadať na fotografiách rôzne pohľady na danú stopu a v prípade potreby previesť rektifikáciu harmonickej stopy. Je potrebné odčítať tzv. vlnovú dĺžku medzi odpovedajúcimi vrcholmi sínusoíd (t.j. celú periódu), či ide využiť iba jej ucelenú časť, čo prestavuje štandardne polovicu resp. štvrtinu fázy sínusoidy. Je potrebné si uvedomiť, s akou presnosťou vôbec dokážeme identifikovať obidva vrcholy, či poprípade iné časti patriace sínusoidnej trecej stope. Môže sa stať, že pri takomto úkone sa dopustíme i väčšej nepresnosti. Použitie tejto metódy je optimálne, až vtedy keď vznikne na boku vozidla aspoň výrazná časť harmonicky ucelenej kresby trecej stopy, viď napr. Obr.č. 4.



Obr. č. 4: Poškodenie vozidla Fiat pri minimálnej diferenčnej rýchlosti so vznikom výrazne formovanej polovici sínusoidy, MAHK možno využiť [3]

Záver:

Korelácia výsledkov nárazových skúšok v práci Dr. M. Beckeho s hypotézou, na ktorej je MAHK založená, pôsobí veľmi presvedčivo. Metóda MAHK je s časti prelomová, najmä pri analýze malých kolízií vozidiel. Je potrebné dbať na určité úskalia tejto metódy

popísane v bodoch 1-4 vyššie. MAHK však v praxi nie je dostatočne odskúšaná (stav k 05/2016). Nemožno teda vylúčiť určité anomálie a výnimky z pravidiel. MAHK si však určite zaslúži pravidelné testovanie v praxi a prezentovanie praktických skúseností znalcami.

MAHK však bude nepochybne schopná rozlíšiť väčšinu prípadov poistných podvodov, keď vodič jedného z vozidiel mal v dôsledku mikrospánku prejsť do protismeru a jemne zasiahnuť protiidúce vozidlo. Diferenčná rýchlosť vozidiel na základe opísanej poistnej udalosti mala byť napríklad 140-160 km/h. Pokiaľ však v skutočnosti jeden z vodičov „nabral“ bok druhého vozidla rýchlosťou chôdze a vznikla výrazná sínusoida, mali by sme byť schopní obidva popísané prípady pomocou metódy MAHK s dostatočnou mierou istoty odlíšiť, pretože na takýto typ rôznych dvoch popísaných prípadov ani nepotrebujeme tak vysokú presnosť, akú autor metódy MAHK Dr. M. Becke s pomocou výsledkov nárazových skúšok deklaruje.

Pokiaľ uvážime, že priemerná dĺžka bežného osobného vozidla je okolo 4,5 m, a na polovici jeho boku, teda len v priestore obidvoch dverí v dĺžke 1,8m vznikne v dôsledku vlastného priečneho kmitania práve polovičná sínusoida, potom možno orientačne uviesť, že diferenčná rýchlosť bola len cca 26 km/h resp. 32 km/h, pokiaľ sa jednalo o vozidlo s výrazne športovým podvozkom.

Použitá literatura:

[1] BECKE, M.: *Geschwindigkeitsbestimmung bei Streifkollisionen,* Sammelbuch vom Kongress „Schach dem Betrug“ am 12.-13.02.2016, Mövenpick Hotel Münster

[2] RÁBEK, V.: *Analýza příčin vzniku a průběhu škodných událostí v oboru pojištění motorových vozidel*, Sborník tuzemských a převzatých cizojazyčných publikací, Knižní publikace, Vydal (Hrsg.) Vlastimil Rábek 2012, ISBN: 978-80-904944-0-4, s. 214

[3] RÁBEK, V.: *Archív řešených a konzultovaných dopravních nehod*, 2015 - 2016