

ZPOMALOVACÍ PRÁH A JEHO VLIV NA VOZIDLO

DECELERATION THRESHOLD AND ITS EFFECT ON VEHICLE

Petr Jilek¹

Anotace: Článek se zabývá problematikou zpomalovacího prahu umístěného na pozemní komunikaci a jeho vlivu na automobil. Je zde zpracována problematika přejezdu automobilu přes zpomalovací práh v podobě softwarové simulace. Cílem příspěvku je zhodnocení velikosti zatížení přenášeného z vozidlových kol do nosných konstrukcí vozidla a to při přejezdu terénní nerovnosti rozdílnou rychlostí.

Klíčová slova: pneumatika, příčný práh, automobil.

Summary: The article deals with the deceleration threshold placed on the road and its impact on road car. There is a software modeling a car crossing over the cross threshold. The aim of this paper is to determine the transmission of forces into a road vehicle body. And when crossing uneven terrain at different speeds.

Key words: tire, cross the threshold, car.

ÚVOD

S rostoucí životní úrovní obyvatel se stále více lidí ubírá k individuální přepravě. V současné hektické době je mnoho lidí nuceno dojíždět za prací i více jak 50 km denně. Provozování silničních vozidel s sebou přináší velkou úsporu času, ale všichni se se svými automobily na pozemní komunikace nevejdeme. V současnosti již není výjimkou, kdy v rodinách jsou dvě až tři vozidla. Z výše uvedených důvodů je patrné, že zákonitě vzrůstá hustota vozidel pohybujících se po pozemních komunikacích a to platí pro všechny vyspělé země. S tímto nastává ruku v ruce problém, že propustnost pozemních komunikací se značně snižuje. Toto platí zejména v období ranní a odpolední špičky.

S rostoucí hustotou vozidel a sníženou propustností komunikace se zvyšuje nervozita u řidičů. Tito se snaží čas strávený v kolonách a na světelných křižovatkách dohnat rychlejší jízdou v místech, kde je hustota provozu nižší. Proto se tito řidiči nezdrahají ignorovat jak vodorovná, tak i svislá dopravní značení a to jak vědomě, tak i nevědomě. Z toho pohledu jsou zákonodárci a správci komunikací nuceni realizovat opatření vedoucí k účinnému snížení rychlosti projíždějících vozidel.

Tam kde nepomáhají psychologické prvky (vodorovné a svislé dopravní značení), je zapotřebí přistoupit k fyzickým prvkům.

¹ Ing. Petr Jilek, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, tel.: +420 466 036 486, fax: +420 466 036 361, E-mail: petr.jilek@upce.cz

1. PRVKY PRO SNÍŽENÍ RYCHLOSTI VOZIDEL

1.1 Psychologické prvky

Za psychologické prvky se považují mimo svislého a vodorovného značení, která řidiči dávají informace o výskytu rizikových míst na komunikaci, nebo ukládají řidiči nějakou povinnost, kterou je třeba snížení maximální rychlosti. Dalšími psychologickými prvky jsou různá zvýraznění (Obr. 1).

Nevýhodou psychologických prvků je, že neukázněný, nebo nepozorný řidič je schopen je ignorovat. Toto jednání může vést k závažným dopravním nehodám, proto se v poslední době stále častěji objevují psychologické prvky, které navozují u řidičů dojem fyzických prvků a tím se docílí zvýšení pozornosti řidiče. Do této kategorie je možné zařadit úpravy vozovky co do odlišného barevného provedení, nebo co do povrchové struktury, která má za úkol zajistit emitování zvýšené hladiny hluku od odvalujících se kol jedoucího vozidla (Obr. 1).

V dnešní době se používají následující způsoby vedoucí ke snížení rychlosti:

- optické brzdy v podobě příčných pruhů přes vozovku se zvyšující se hustotou,
- optické zúžení komunikace,
- optickoakustické brzdy (Obr. 1), kde optická brzda je provedena ze zvuk emitujícího materiálu.



Zdroj: autor

Obr. 1 – Zvýraznění svislé dopravní značky a použití optickoakustické brzdy před přechodem pro chodce (Pardubice, Hradecká ulice)

1.2 Fyzické prvky

Jsou to prvky, které svou podstatou přímo působí na řidiče, respektive na jeho vozidlo. Do této kategorie se zařazují dopravní šikany (Obr. 2), fyzické zúžení vozovky (nikoli v podobě vodorovného značení) (Obr. 3), a dnes velmi oblíbené zpomalovací prahy. Zúžení vozovky může být realizováno třeba v podobě středního dělicího pásu, v podobě ostrůvku a mnoho dalších provedení. Dopravní šikany mají podobu bočního zúžení komunikace

s vložení zeleně nebo parkovacího pruhu. Může být realizována i střídavě. Nevýhodou je skutečnost, že řidiči, kteří danou komunikaci znají, jsou schopni již intuitivně šikanu ignorovat a projíždět ji vyšší rychlostí, než je povoleno.



Zdroj: [mapy.cz]

Obr. 2 – Šikana s parkovacím pruhem
(Lanškroun, Králická ulice)



Zdroj: autor

Obr. 3 – Fyzické zúžení vozovky
(Pardubice, Bělehradská ulice)

2. ZPOMALOVACÍ PRAH

Zpomalovací práh je přesně definovaná tvarová změna povrchu komunikace, tzv. zvýšená příčná překážka. Jejím účelem je přimět řidiče ke snížení rychlosti a ke stimulaci jeho pozornosti. Zpomalovací prahy, jejichž počty v posledních letech velmi rychle rostou, se používají na účelových a obslužných komunikacích a to v místech, kde je bezpodmínečně nutné z pohledu bezpečnosti provozu přimět řidiče silničních vozidel dodržovat sníženou rychlost. Takto tomu bývá třeba před školami a školkami, nebo před křižovatkami, kde se průběžná hlavní ulice stává vedlejší a na jiných místech, kde je třeba zajistit bezpečnější přejití vozovky, zvýšení důrazu na změnu charakteru komunikace, nucené zajištění dodržování předepsané rychlosti.

Velkou výhodou zpomalovacích prahů je jejich vysoká účinnost donutit řidiče ke snížení rychlosti. Tato jediná výhoda převyšuje nad nevýhodami, kterými jsou zvýšení hladiny hluku, emisí škodlivin (4), zvýšení vibrací, snížení komfortu údržby komunikace a v neposlední řadě jsou tyto prahy překážkou pro cyklisty. Nutností je zajistit včasné informování řidiče o výskytu zpomalovacího prahu třeba svíslou dopravní značkou, aby nedošlo k nebezpečné situaci při spatření „překážky“ řidičem na poslední chvíli a to i za snížené viditelnosti a nepříznivých povětrnostních vlivů.

Zpomalovací prahy je možné rozdělit do základních kategorií:

- krátké prahy, někdy označovány jako úzký příčný práh,
- dlouhé prahy, někdy označovány jako široký příčný práh,
- zvýšená plocha, která se používá se v prostoru křižovatek bez dopravního značení,
- zpomalovací polštáře.

Veškeré umístění zpomalovacích prahů musí být v souladu s platnou legislativou. Jednotlivé typy prahů mohou být použity i opakovaně za sebou na jedné komunikaci a mohou být i vzájemně kombinovány.



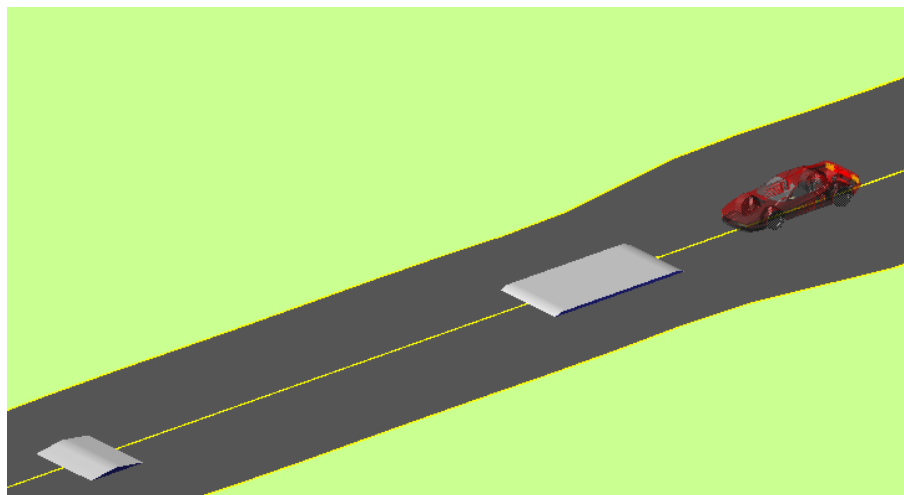
Zdroj: autor

Obr. 4 – Dlouhý zpomalovací práh opatřený přechodem (Pardubice, Studentská ulice)

3. SIMULACE PŘEJEZDU PŘES PŘÍČNÝ PRAH

Pro simulaci přejezdu vozidla přes příčný práh jsem si zvolil dvě provedení prahů. První v pořadí při přejezdu byl dlouhý příčný práh, za nímž následoval krátký příčný práh.

Vlastní simulaci jsem realizoval v software Adams/Car od společnosti MSC Software.



Zdroj: autor

Obr. 5 – Softwarový model

3.1 Model pozemní komunikace

Jako výchozí podobu jsem volil komunikaci, která je hladká bez povrchových nerovností a na ni jsem umístil příčné prahy. Dlouhý příčný práh jsem modeloval podle Obr. 4 a to ve vzdálenosti 20 m od výchozí polohy automobilu. Ve vzdálenosti 21 m od čela dlouhého příčného prahu jsem modeloval čelo krátkého příčného prahu. Na této vzdálenosti je

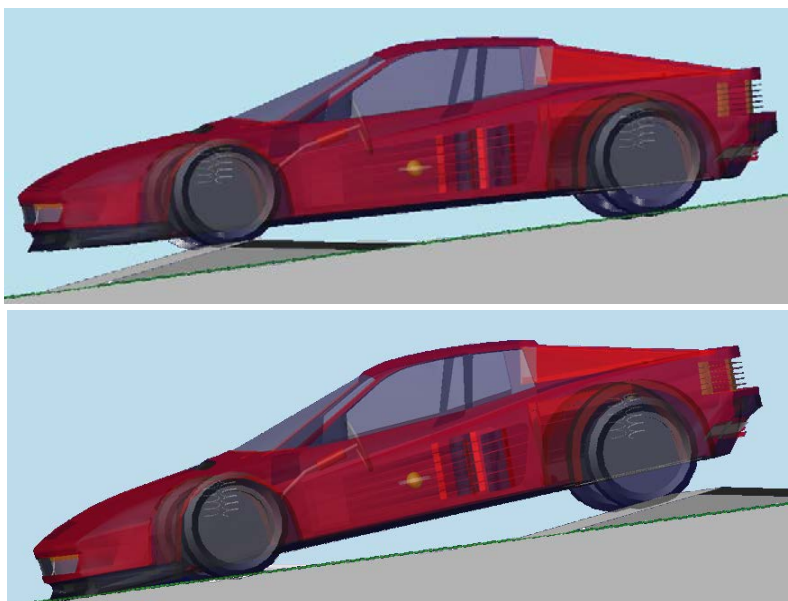
předpoklad, že dojde k utlumení pohybu karoserie vlivem přejezdu prvního prahu. Výška prvního prahu je 100 mm a výška druhého prahu je 150 mm. Prahy se navzájem liší ve sklonu nájezdové rampy. Za součinitel adheze jsem použil koeficient $\varphi = 0,9$.

3.2 Model automobilu

Automobil jsem modeloval z pohledu konstrukce s dnes u osobních vozidel nejčastěji používanou přední nápravou typu McPherson. Zadní náprava je modelována se čtyřprvkovým závěsem. Řízení je hřebenové a vypružení náprav je za pomoci vinutých pružin. Celková hmotnost vozidla je 1530 kg s těžištěm v poloze $T [1482, 0, 431]$ mm od levého předního kola. Průměr nezátíženého kola je 326 mm a šíře pneumatiky 267 mm jak pro přední, tak i pro zadní kola. Karoserie vozidla byla použita ze softwarové databáze bez jakékoli dílčí úpravy. Model pneumatiky jsem opětovně použil z databáze programu.

3.3 Realizace simulace

Simulaci přejezdu obou příčných prahů jsem realizoval pro rychlosti dopředného pohybu vozidla (ve směru osy x) 10, 60 a 120 km/h. Během celé simulace se vozidlo pohybovalo konstantní předepsanou rychlostí a kola byla nastavena na přímý směr jízdy, tedy nedošlo ke korekci volantem. Vozidlo překonávalo překážku pod úhlem 90° , kdy najelo oběma koly těže nápravy na příčný práh ve stejný časový okamžik.

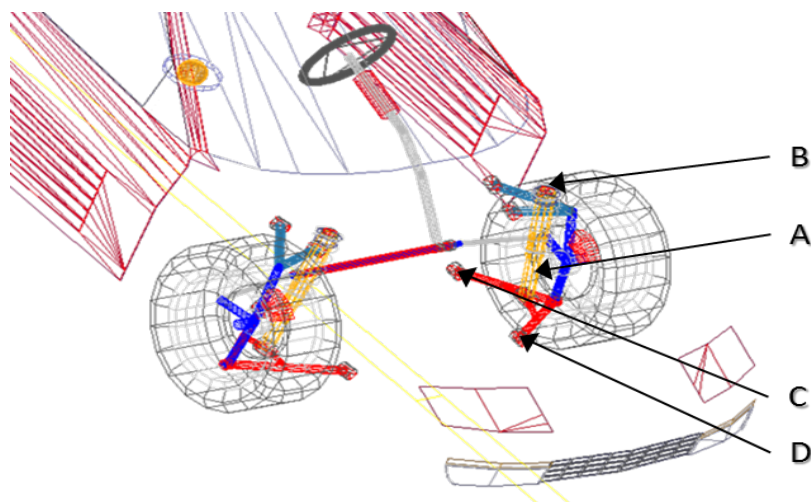


Zdroj: autor

Obr. 6 – Automobil při přejezdu přes krátký příčný práh

Při simulaci jsem sledoval na levém předním kole následující parametry (Obr. 7):

- deformace tlumičové jednotky (A),
- síly přenášené předním uložením spodního trojúhelníkového ramena nápravy (D),
- síly přenášené zadním uložením spodního trojúhelníkového ramena nápravy (C),
- pohyb karoserie v horizontálním směru.



Zdroj: autor

Obr. 7 – Vztažné body na vozidle

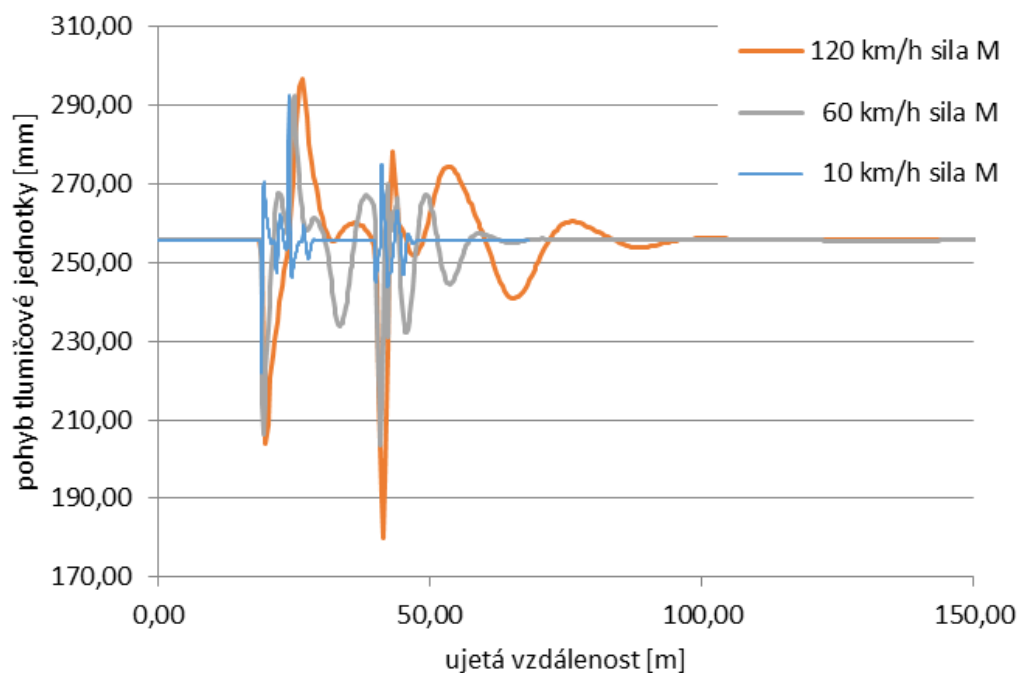
*A – kolová jednotka, B – horní uložení, C – zadní uložení předního ramena,
D – přední uložení předního ramena*

Výsledné průběhy požadovaných veličin jsou vykresleny v závislosti na podélné poloze těžiště vozidla, jinak řečeno na ujeté vzdálenosti.

Pro přehlednost jsem sledoval výše uvedené parametry pouze pro přední levé kolo, ale z povahy vozidla jsou průběhy na pravé straně přední nápravy shodné. Na zadní nápravě je možné očekávat obdobné průběhy sledovaných veličin.

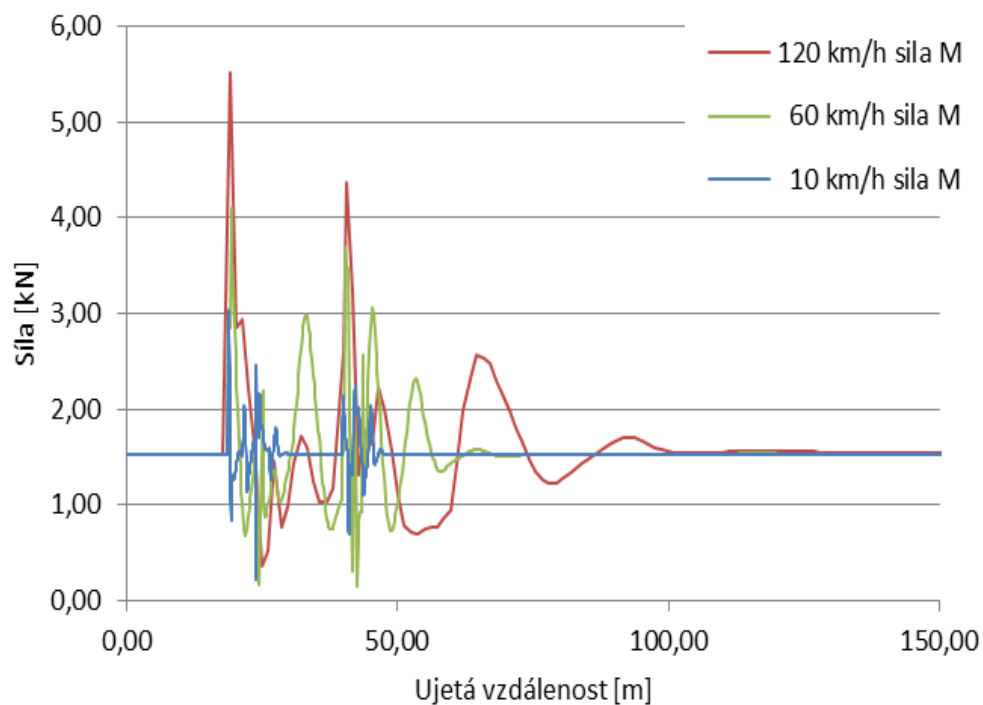
Deformace tlumičové jednotky

Za sledovanou veličinu jsem bral pohyb tlumičové jednotky, resp. dvou míst, kde je tlumič uchycen k těhlici kola a ke karoserii. Pohyb tlumiče byl měřen v jeho ose. Průběh je patrný z Obr. 8.



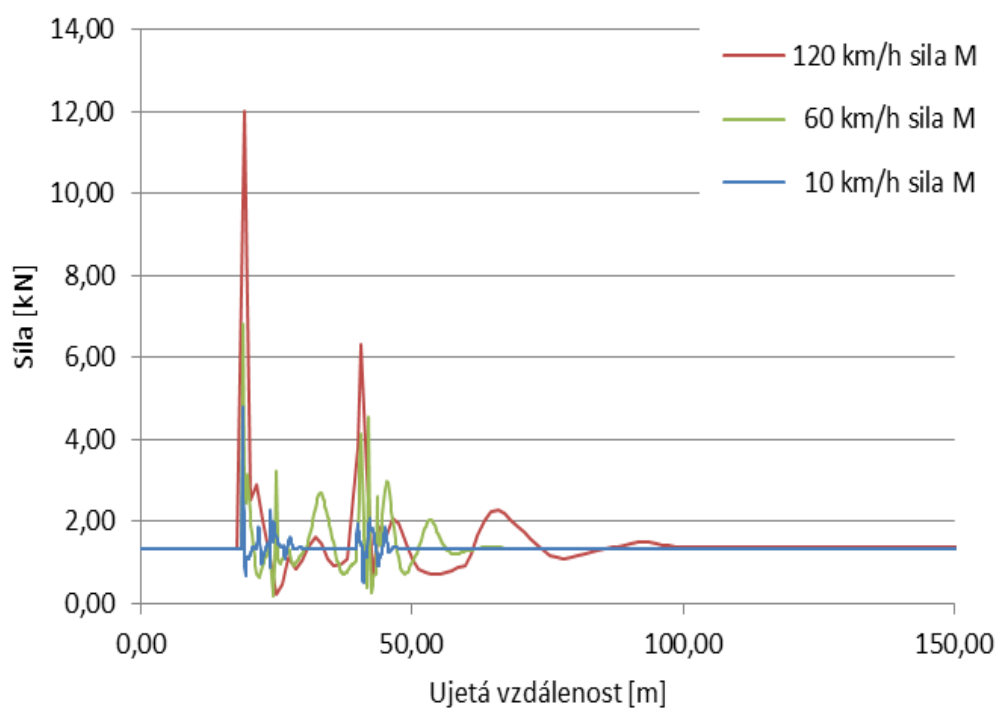
Zdroj: autor

Obr. 8 – Deformace tlumičové jednotky



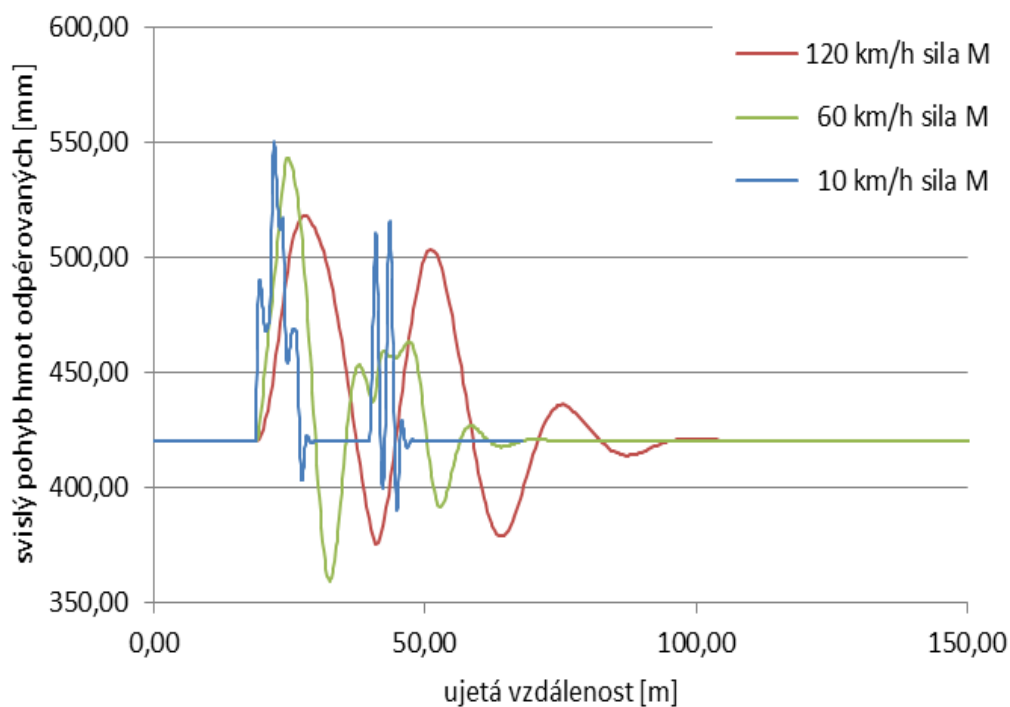
Zdroj: autor

Obr. 9 – Síly v zadním uložení spodního trojúhelníkového ramena



Zdroj: autor

Obr. 10 – Síly v předním uložení spodního trojúhelníkového ramena



Zdroj: autor

Obr. 11 – Svislý pohyb hmot odpérovanych

ZÁVĚR

Realizovanou simulací přejezdu příčného prahu osobním automobilem byly zjištěny odezvy ve vybraných konstrukčních bodech podvěsů a pérování automobilu. Záměrem bylo ověřit si očekávané chování automobilu a to jakým způsobem se přejetí dvou typů příčných prahů projeví na vozidle. Velikost sil přenášených do konstrukce automobilu je závislá nejen na tvaru příčného prahu (výšce a délce a úhlu nájezdové rampy), ale i na rychlosti, kterou je překážka přejížděna. S rostoucí rychlostí se zvyšuje velikost svislých sil přenášených do konstrukce automobilu. Současně je z naměřených grafů (Obr. 10) patrné, že s rostoucí rychlostí se svislá výchylka karoserie snižuje. S tímto jevem, se ale zvyšuje celkový podíl sil, přenášených od kol přes prvky podvěsů do karoserie vozidla.

Závěrem je třeba konstatovat, že při přejezdu zpomalovacích prahů (i železničních přejezdů), je ve vztahu k co nejnížšímu postupnému spotřebování inherentní spolehlivosti vozidla, volit rychlost přejezdu co nejnížší.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) BLUNDELL, M., HARTY, D. : *The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics*. Vyd. 2. Waltham: Faculty of Engineering and Computing, Coventry University. ISBN:978-0-08-099425-3
- (2) VALA, M., TESAŘ, M. : *Teorie a konstrukce silničních vozidel I*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-719-4503-X.
- (3) DUKKIPATI, R., a spol. *Road vehicle dynamics* .SAE International. First edition. Warrendale, 2008. 852 s. ISBN 978-0-7680-1643-7.
- (4) MACHALÍKOVÁ, J., CHÝLKOVÁ, J., STUHLÍK, M., SEJKOROVÁ, M., LIVOROVÁ, M. Aplikace mobilního analyzátoru ECOPROBE 5 při hodnocení kontaminace ovzduší těkavými složkami motorových paliv. In *Sborník konference Doprava, zdraví a životní prostředí*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2008, s. 185-192. ISBN 978-80-86502-54-0.