
**ANALÝZA POJMŮ NÁHLE X NENÁHLE POMOCÍ EXPERIMENTU
ANALYSIS OF THE SUDDENLY X NOT SUDDENLY REPORTED BY
EXPERIMENT**

Stanislav Tokař⁵⁸

ABSTRAKT:

Tento příspěvek se zabývá měření pro stanovení hranice náhle změny rychlosti. V úvodu je stručně popsán současný stav této problematiky v soudně–inženýrské praxi. Metodika provedených měření se opírá o hypotézu, že dnes stále platná definice poloviny předepsaného brzdného zpomalení pro stanovení náhle změny rychlosti je již nedostačující. Autor se přiklání k druhé definici tj. k polovině maximálního adhezně dosažitelného zpomalení. Pro potvrzení tohoto předpokladu byla provedena série měření s respondenty, kteří přiřazovali subjektivní hodnocení jednotlivým jízdám manévřům.

ABSTRACT:

This paper deals with the measurement for determining the boundaries of sudden change speed. The introduction briefly describes the current status of this issue in forensic engineering. Methods of measurements is based on the hypothesis that today still valid definition half the prescribed braking rate for determining the sudden change speed is no longer sufficient. The author favors the second definitions is half the maximum achievable deceleration adhesively. To confirm this assumption, made a set of measurements with respondents who assigning subjective evaluation of various driving maneuvers.

KLÍČOVÁ SLOVA:

náhlá změna rychlosti, dopravní nehoda

KEYWORDS:

sudden speed change, traffic accident

1 ÚVOD

Jak vyplývá z níže uvedeného použití pojmů, jedná se o velice aktuální téma, které mezi odbornou veřejností rozpoutalo vášnivou diskuzi. Proto jsem se rozhodl zabývat stanovením hranice mezi změnou náhlou a nenáhlou. Dalo by se přeneseně říci tedy stanovením hranice mezi stavem (chápejme jízdou manévř) bezpečným a stavem již nebezpečným. Tato hranice bude určitě představovat jistý interval hodnot. Pro náhlou změnu rychlosti je jako hodnotící veličina bráno brzdné zpomalení.

Náhlá změna rychlosti nebo směru také úzce souvisí s pojmem „**Dát přednost v jízdě**“ čímž se rozumí povinnost řidiče počínat si tak, aby řidič vozidla, který má přednost v jízdě, nemusel náhle změnit směr nebo rychlost jízdy. Ve výkladu pravidel silničního provozu stojí:

⁵⁸⁾ Tokař, Stanislav, Ing. – Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Údolní 53, 602 00, +420 54114 6025, stanislav.tokar@usi.vutbr.cz

- **Náhlá změna směru jízdy** je takové vybočení, které může ohrozit jak vozidlo s předností v jízdě (zejména smykem), tak i jiné účastníky silničního provozu, zejména tím, že by byli donuceni k prudkému brzdění.
- **Náhlé snížení rychlosti jízdy** je takové snížení, které vyžaduje prudké brzdění (tzn. intenzivní brzdění, které by ohrozilo bezpečnost jízdy), nikoli jen sejmutím nohy z akcelérátoru motorového vozidla nebo nepatrné ponenáhle přibrzdění. [1]

V českém jazyce je význam těchto výrazů dle Slovníku spisovného jazyka českého následující:

Náhle

- *Přicházející se rychle, nenadálý, neočekávaný, nepředvídaný (op. pozvolný):* náhlá změna; náhlá smrt

Změna

- *Přechod z jednoho stavu do druhého, přijetí jiných vlastností, jiného rázu:* změna počasí; změny v názorech; převratné, kvalitativní změny; změna k lepšímu; změna kvantity v kvalitu; nastaly změny; došlo ke změnám [3]



Obr. 1 – Dát přednost v jízdě - ilustrační obrázek

Fig. 1 – Right of way - illustration

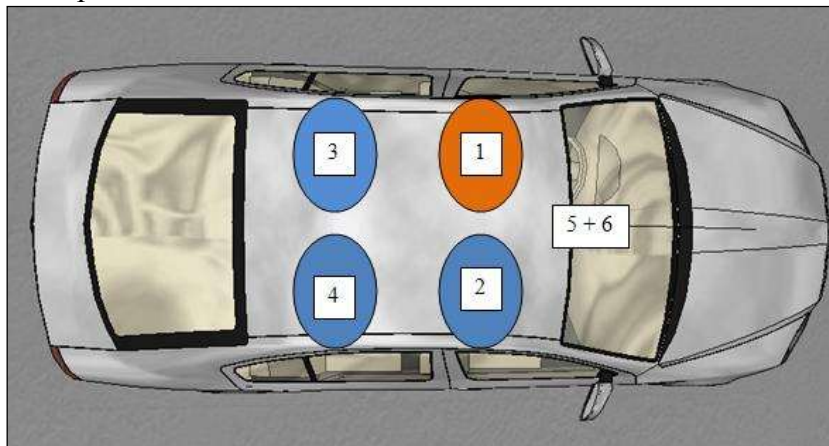
2 METODIKA MĚŘENÍ

Účelem experimentu bylo zjištění hodnoty zpomalení vozidla v průběhu brzdění, při kterém účastníci silničního provozu začínali subjektivně pociťovat vznik nebezpečí, resp. toto zpomalení už považovali za náhlou změnu rychlosti jízdy. [6]

2.1 Způsob hodnocení jízdních zkoušek respondenty

U jednotlivých jízdních zkoušek seděli respondenti na sedadlech spolujezdců, případně byli sami řidiči, viz *obr. 2*. Jejich úkolem bylo subjektivně vyhodnotit, při kterém z realizovaných brzdění pocítili dosažení takového zpomalení vozidla, které shledali jako vznik nebezpečí, resp. jako náhlou změnu rychlosti jízdy. Před samotnými jízdními zkouškami byli jednotliví respondenti poučeni a krátce seznámeni s danou problematikou. Po provedení každé jízdni zkoušky bylo úkolem respondentů určit míru, resp. stupeň nebezpečí, který pociťovali při jízdním manévru vozidla, který vždy zaznamenali do svého dotazníku. Kritériem tedy byl jejich subjektivní pocit vzniku nebezpečí. Zvoleny byly čtyři stupně hodnocení:

- Bezpečné
- Málo nebezpečné
- Nebezpečné
- Velmi nebezpečné



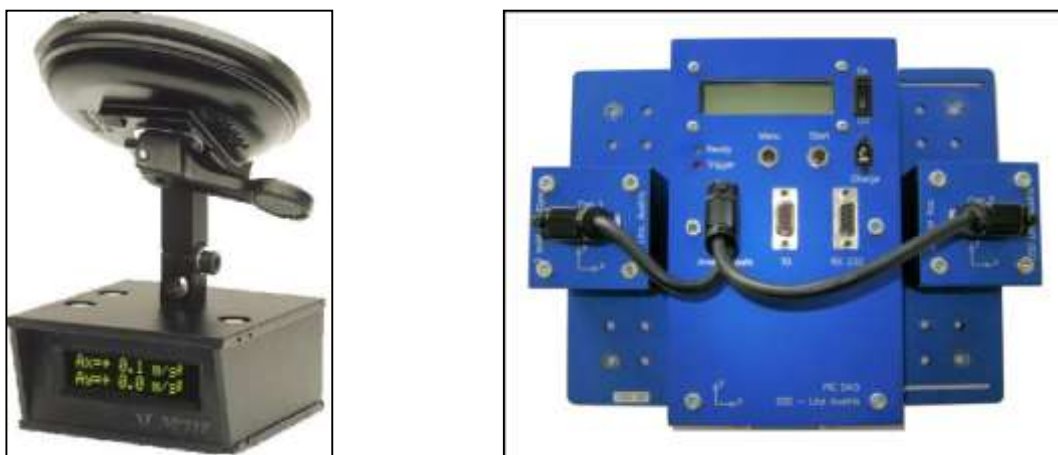
Obr. 2 – Osazení měřícího vozidla: 1 – řidič, 2 až 4 – spolujezdci, 5+6 měřící zařízení jízdní dynamiky [6]

Fig. 2 – Installation of measuring vehicle: 1 - driver 2 to 4 - passenger, 5+6 measuring device driving dynamics [6]

2.2 Výchozí parametry jízdních zkoušek

Pro jednotlivé jízdní zkoušky byla zvolena výchozí rychlost 50 km/h, tedy rychlost povolená pro jízdu v obci, neboť nehody na křižovatkách se nejčastěji odehrávají v intravilánu. Tato rychlost byla stanovena vzhledem k okolnosti, že se jedná obecně o mezní hodnotu rychlosti (pokud není upraveno jinak místním předpisem) při řešení možnosti odvrácení střetu v případech nedání přednosti v jízdě na křižovatkách. Pro určení výchozí rychlosti vozidla při jednotlivých jízdních zkouškách byl využití sériový ukazatel rychlosti (potažmo tempomat) namontovaný ve vozidle, případně přístroj GPS navigace. Hodnota chyby ukazatele rychlosti byla ověřena jednak pomocí přístroje GPS a jednak pomocí zařízení na měření parametrů jízdní dynamiky. Pro měření jízdních manévru byly použity měřící zařízení XL Meter™ Pro Gamma a Pocket DAQ, viz **obr. 3**.

Pro intenzitu brzdění vozidla byly zvoleny hodnoty zpomalení 3 m/s², 5 m/s², 7 m/s² a maximální dosažitelné a_{MAX} m/s². Volba uvedených hodnot zpomalení byla zaměřena na cíl experimentu posunout hranici náhle změny rychlosti k hodnotě poloviny maximálně adhezně dosažitelného zpomalení. Každá jízdní zkouška byla provedena dvakrát, aby bylo možné, co nejpřesněji ustanovit požadovanou hodnotu brzděného zpomalení. [6]



Obr. 3 – Měřící zařízení: vlevo XL Meter Pro Gamma, vpravo Pocket DAQ
Fig. 3 – Measuring equipment: left XL Meter Pro Gamma, right Pocket DAQ

3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

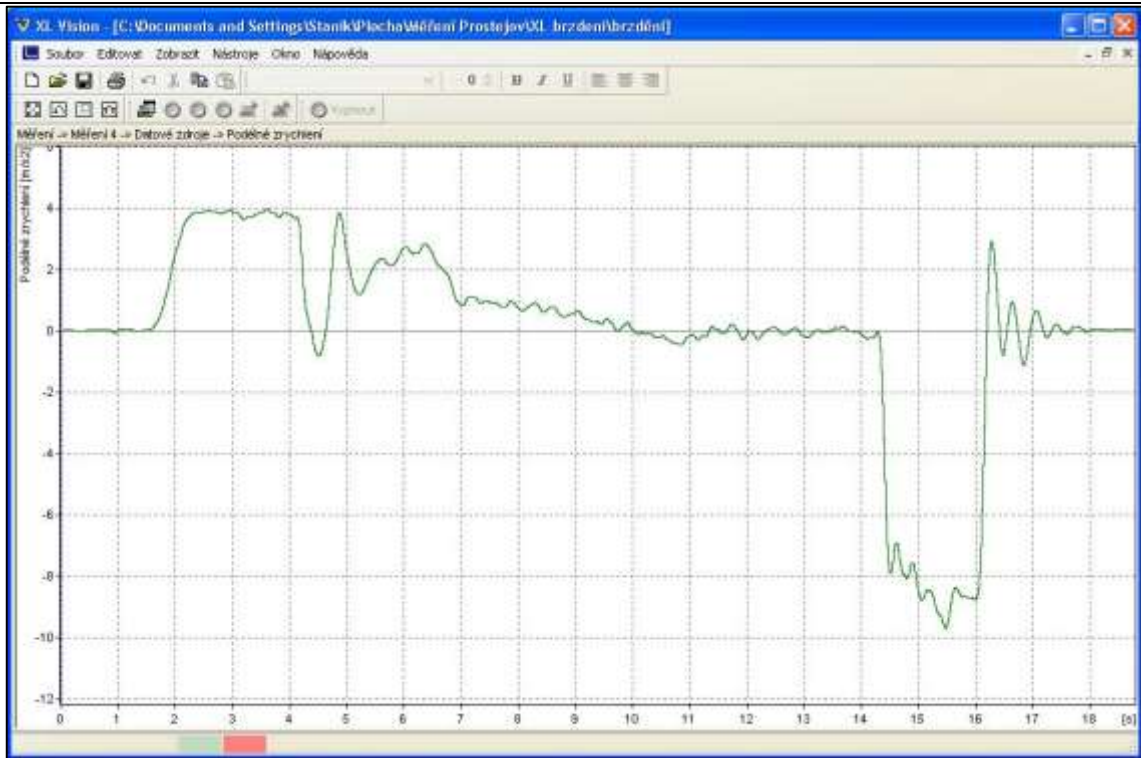
Jednotlivá měření byla provedena v průběhu roku 2013. Měření postupně probíhala v lokalitách Brno, Prostějov a Ostrava, z důvodu zajištění lepší dostupnosti pro jednotlivé respondenty. Měření se zúčastnilo 22 respondentů (16 mužů + 6 žen), ve věku 20 až 64 let. Řidičské zkušenosti jednotlivých respondentů vyjádřené počtem ujetých kilometrů byly v rozmezí 0 až 1 000 000 km.

Vozidla, s nimiž byly prováděny jednotlivé jízdni zkoušky, jsou uvedena v následující tabulce:

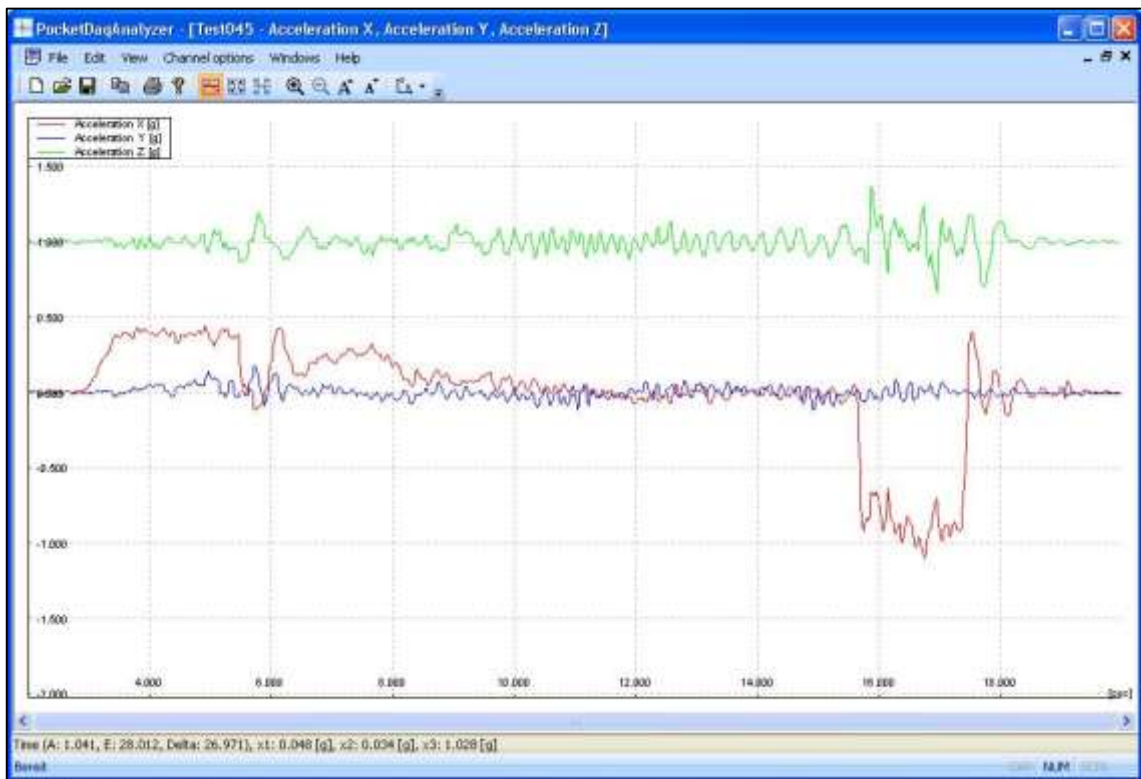
Tab. 1 – Přehled použitých vozidel
Tab. 1 – List of used vehicles

Typ vozidla	Rok výroby	Vybavenost ABS	a_{MAX} [m/s ²]
Mini John Cooper Works Cabrio	2013	ano	10,1
Daewoo Matiz	2002	ne	8,5
Citroën Saxo	2000	ne	8,2
Volkswagen Golf Plus	2008	ano	9,4
Škoda Octavia Combi II	2008	ano	8,8

Jízdni zkoušky byly prováděny vždy na suchém rovném povrchu s dobrými adhezními vlastnostmi (strukturovaný beton, asfaltová vozovka). Pro náhlou změnu rychlosti bylo naměřeno a vyhodnoceno celkově 120 hodnot. Ukázka záznamu naměřeného průběhu jízdniho manévru pomocí zařízení XL Meter, viz **obr. 4** a pomocí Pocket DAQ, viz **obr. 5**.



Obr. 4 – Záznam jízdního manévru pomocí XL Meter
Fig. 4 – Recording driving maneuver using XL Meter



Obr. 5 – Záznam jízdního manévru pomocí Pocket DAQ
Fig. 5 – Recording driving maneuver using Pocket DAQ

3.1 Vyhodnocení dle jednotlivých stupňů hodnocení

Při hodnocení jízdních zkoušek dle jednotlivých stupňů hodnocení, byly vždy vyčleněny všechny hodnoty označené příslušným stupněm. Následně byla dopočítána četnost v % pro jednotlivá brzdná zpomalení a vyvozen závěr.

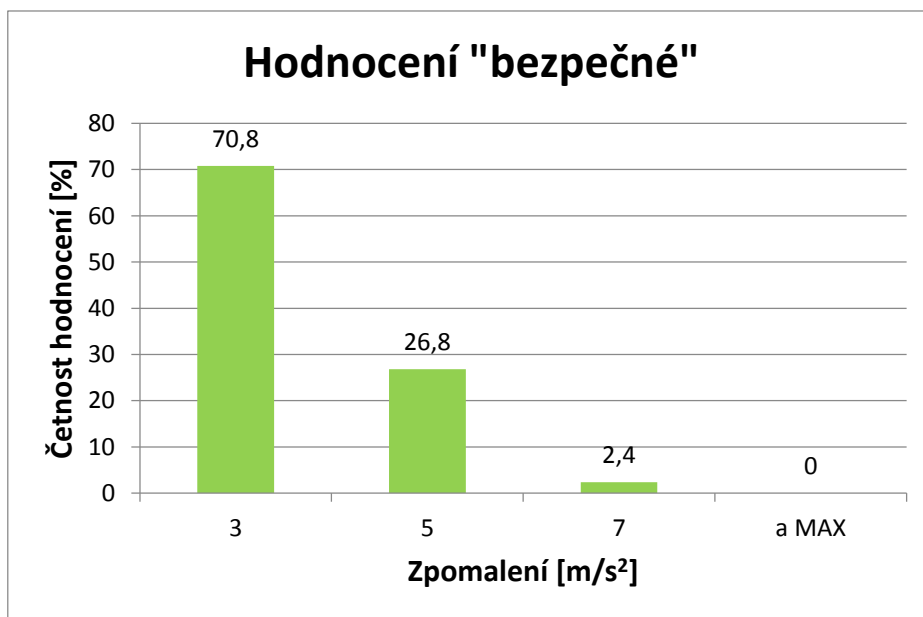
3.1.1 Hodnocení stupněm „bezpečné“

Hodnocení stupněm „bezpečné“ bylo celkově hodnoceno 41 jízdních manévřů. Průměrná hodnota (myšleno aritmetický průměr) brzdného zpomalení byla **3,8 m/s²**.

Tab. 2 – Hodnocení stupněm „bezpečné“

Tab. 2 – Rated grade of "safe"

Zpomalení [m/s ²]	Relativní četnost hodnocení "bezpečné" [%]
3	70,8
5	26,8
7	2,4
a MAX	0



Obr. 6 – Hodnocení stupněm „bezpečné“

Fig. 6 – Rated grade of "safe"

Z výsledků hodnocení je zřejmé, že nejčastěji hodnotili respondenti jako bezpečné, jízdni manévry se střední hodnotou brzdného zpomalení 3 m/s². Významná zde ovšem byla i skupina respondentů, která tímto stupněm hodnotila i brzdná zpomalení 5 m/s², je potřeba uvést že se jednalo převážně o muže s většími řídičskými zkušenostmi.

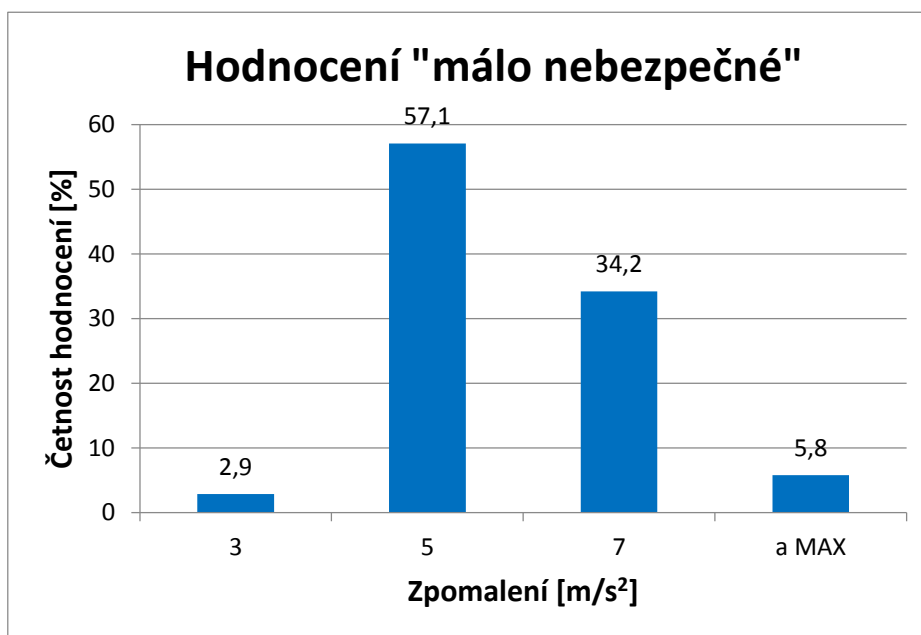
3.1.2 Hodnocení stupněm „málo nebezpečné“

Hodnocení stupněm „nebezpečné“ bylo celkově hodnoceno 35 jízdních manévřů. Průměrná hodnota (myšleno aritmetický průměr) brzdného zpomalení byla **5,9 m/s²**.

Tab. 3 – Hodnocení stupněm „málo nebezpečné“

Tab. 3 – Rated grade of “little dangerous”

Zpomalení [m/s ²]	Relativní četnost hodnocení "málo nebezpečné" [%]
3	2,9
5	57,1
7	34,2
a _{MAX}	5,8



Obr. 7 – Hodnocení stupněm „málo nebezpečné“

Fig. 7 – Rated grade of “little dangerous”

V kategorii hodnocení „málo nebezpečné“ dominovaly jízdní manévry se střední hodnotou brzdného zpomalení 5 m/s² a 7 m/s². V této souvislosti je vhodné uvést, že minimální hodnota maximálního brzdného zpomalení je dle zákona 5,8 m/s² u osobních vozidel. Dle provedených měření by tato hodnota zcela jednoznačně spadala do kategorie „málo nebezpečné“.

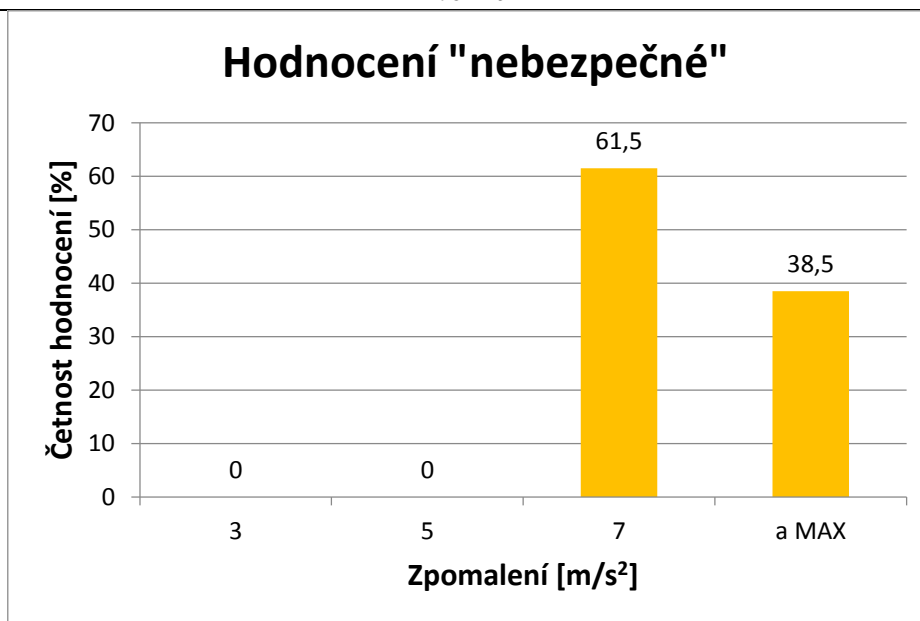
3.1.3 Hodnocení stupněm „nebezpečné“

Hodnocení stupněm „nebezpečné“ bylo celkově hodnoceno 26 jízdních manévry. Průměrná hodnota (myšleno aritmetický průměr) brzdného zpomalení byla 7,7 m/s².

Tab. 4 – Hodnocení stupněm „nebezpečné“

Tab. 4 – Rated grade of “dangerous”

Zpomalení [m/s ²]	Relativní četnost hodnocení "nebezpečné" [%]
3	0
5	0
7	61,5
a _{MAX}	38,5



Obr. 8 – Hodnocení stupněm „nebezpečné“

Fig. 8 – Rated grade of “dangerous”

Stupeň hodnocení „nebezpečné“ se již nevyskytuje u brzdných zpomalení 3 a 5 m/s². Nejčastěji byly tímto hodnocením označeny jízdni manévry s brzdným zpomalením 7 m/s². Poměrně velké zastoupení v této kategorii hodnocení má i maximální dosažitelné brzdné zpomalení a_{MAX}. U tohoto zpomalení se jednalo především o hodnoty spodní hranice, tedy kolem 8 m/s².

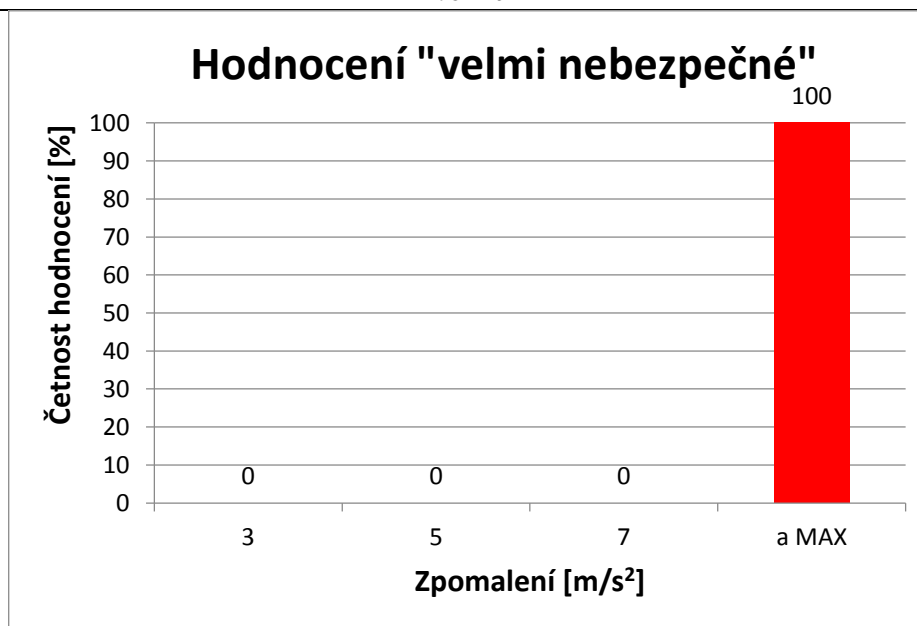
3.1.4 Hodnocení stupněm „velmi nebezpečné“

Hodnocení stupněm „velmi nebezpečné“ bylo celkově hodnoceno 18 jízdni manévry. Průměrná hodnota (myšleno aritmetický průměr) brzdného zpomalení byla **9 m/s²**.

Tab. 5 – Hodnocení stupněm „velmi nebezpečné“

Tab. 5 – Rated grade of “very dangerous”

Zpomalení [m/s ²]	Relativní četnost hodnocení "velmi nebezpečné" [%]
3	0
5	0
7	0
a _{MAX}	100



Obr. 9 – Hodnocení stupněm „velmi nebezpečné“

Fig. 9 – Rated grade of “very dangerous”

Tímto stupněm hodnocení byly již hodnoceny pouze jízdní manévry, kdy vozidlo brzdilo maximálně dosažitelným brzdným zpomalením a_{MAX} , které bylo u jednotlivých vozidel v rozmezí 7,8 až 10,1 m/s². U vozidel bez ABS došlo vždy k zablokování předních kol a zanechání zřetelných brzdných stop na vozovce. U vozidel vybavených systémem ABS docházelo k citelnému a viditelnému (pro vnější pozorovatele) zásahu tohoto systému, jež se vždy projevil i na záznamu z měřících zařízení.

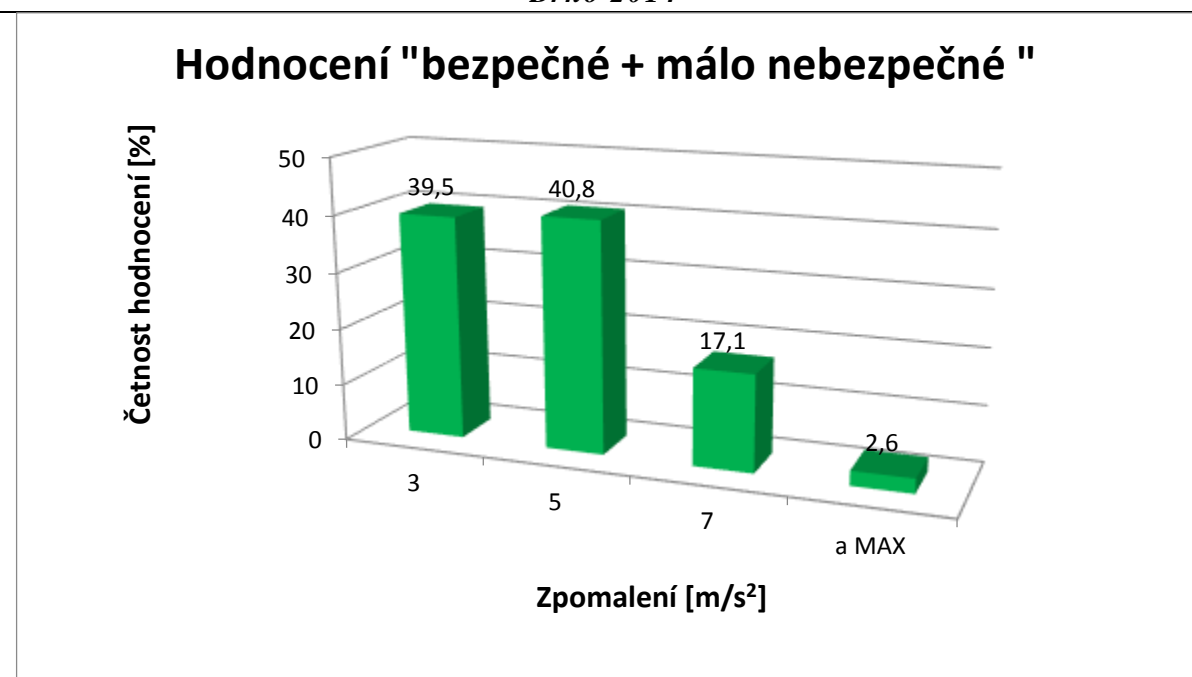
3.2 Stanovení hranice náhle x nenáhle

Pokud bychom vycházeli z předpokladu, že nenáhlá změna, je taková, která nevyvolá žádné nebezpečí, potom by hranice mezi stavem náhlým a nenáhlým odpovídala hodnotě odpovídající kategorii hodnocení „bezpečné“. Hraniční hodnota by se pohybovala v přijatelném rozmezí ke střední hodnotě brzdného zpomalení cca **3,8 m/s²**. Kdybychom vzali do úvahy ještě stav „málo nebezpečný“, pro který je průměrná hodnota brzdného zpomalení cca **5,9 m/s²** dostali bychom dle autora adekvátnější hodnotu intervalu náhle změny rychlosti. Při sloučení těchto dvou hodnotících skupin dostaneme průměrnou hodnotu brzdného zpomalení **4,8 m/s²**, vycházející z hodnocení celkově 76 jízdních manévru.

Tab. 6 – Hodnocení stupněm „bezpečné + málo nebezpečné“

Tab. 6 – Rated grade of “safe + little dangerous”

Zpomalení [m/s ²]	Relativní četnost hodnocení "bezpečné + málo nebezpečné" [%]
3	39,5
5	40,8
7	17,1
a MAX	2,6



Obr. 10 – Hodnocení stupněm „bezpečné + málo nebezpečné“

Fig. 10 – Rated grade of “safe + little dangerous”

Po sloučení výše uvedených skupin hodnocení je patrné, že hlavní četnost hodnocení je téměř rovnoměrně rozdělena pro hodnoty 3 a 5 m/s² brzdného zpomalení. Pokud bychom při stanovení hraniční hodnoty brali v potaz pouze tyto dvě nejčtenější hodnocení, dostaneme průměrnou střední hodnotu brzdného zpomalení cca **4,2 m/s²**.

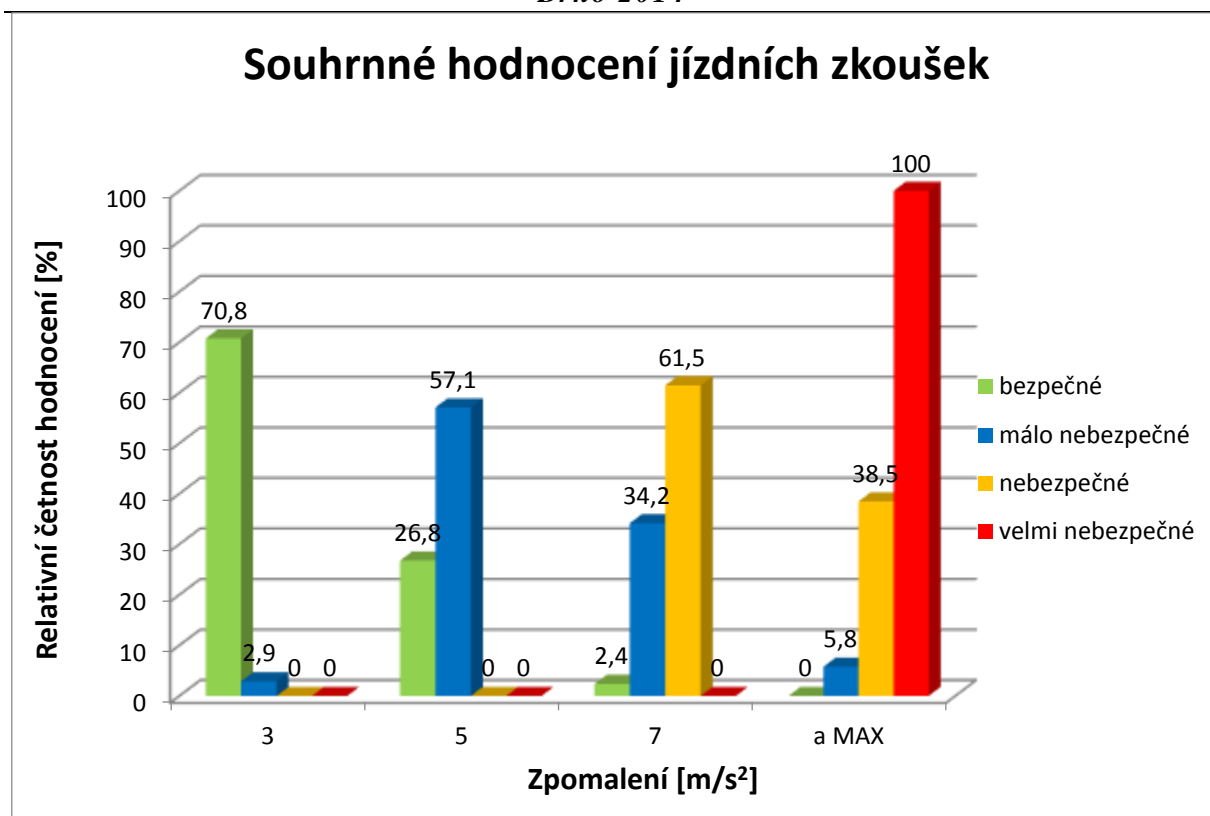
4 ZÁVĚR

Pokud si všechny výše uvedené výsledky v jednotlivých stupních hodnocení shrneme a uvedeme v jednom přehledném grafu, viz *obr. 11*, tak lze vyzorovat, že vždy nejvyšší četnost jednotlivých stupňů hodnocení odpovídá zvoleným brzdným zpomalením ve shodném pořadí. Tento jev utvrdil autora ve vhodné volbě hodnot jednotlivých brzdných zpomalení.

Tab. 7 – Souhrnné hodnocení jízdních zkoušek

Tab. 7 – Summary evaluation of driving tests

Zpomalení [m/s ²]	Relativní četnost hodnocení "bezpečné" [%]	Relativní četnost hodnocení "málo nebezpečné" [%]	Relativní četnost hodnocení "nebezpečné" [%]	Relativní četnost hodnocení "velmi nebezpečné" [%]
3	70,8	2,9	0	0
5	26,8	57,1	0	0
7	2,4	34,2	61,5	0
a MAX	0	5,8	38,5	100



Obr. 11 – Souhrnné hodnocení jízdních zkoušek

Fig. 11 – Summary evaluation of driving tests

Na základě vyhodnocení předchozího grafu, vyjadřující četnosti jednotlivých stupňů hodnocení pro jednotlivá brzdná zpomalení, je možné konstatovat, že jednotlivé hodnoty zpomalení vnímali respondenti v převážné míře následovně:

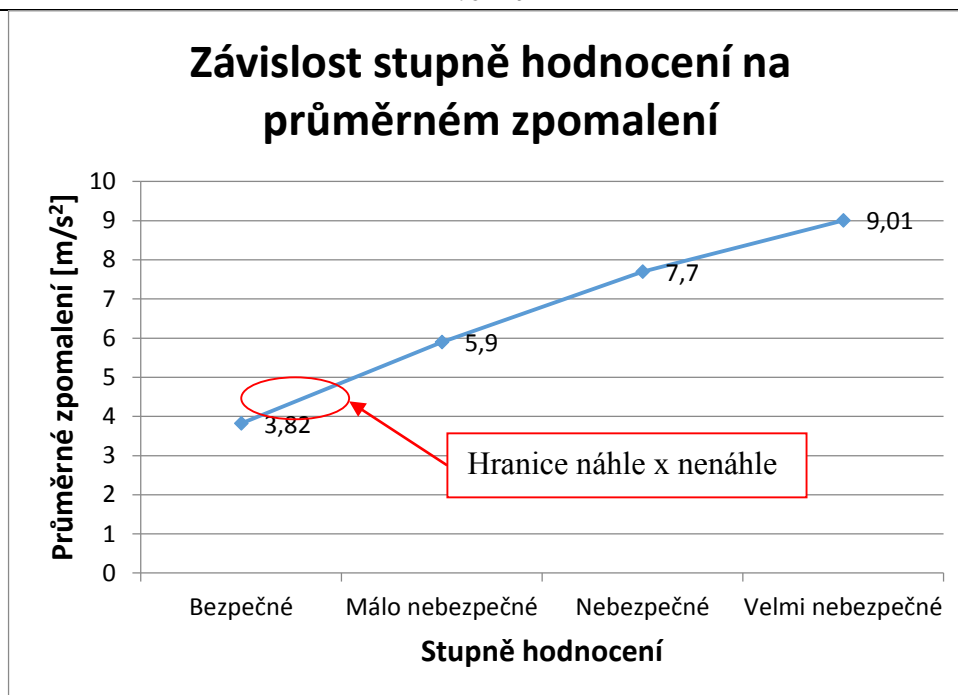
- Zpomalení o hodnotě 3 m/s² jako zpomalení bezpečné.
- Zpomalení o hodnotě 5 m/s² jako zpomalení málo nebezpečné.
- Zpomalení o hodnotě 7 m/s² jako zpomalení nebezpečné.
- Zpomalení o hodnotě a_{MAX} m/s² jako zpomalení velmi nebezpečné.

V následující tabulce a grafu je uvedena závislost jednotlivých stupňů hodnocení na průměrné hodnotě jejich zpomalení.

Tab. 8 – Závislost stupně hodnocení na průměrném zpomalení

Tab. 8 – The dependence of the degree of evaluation on the average deceleration

Stupeň hodnocení	Aritmetický průměr zpomalení [m/s ²]
Bezpečné	3,82
Málo nebezpečné	5,9
Nebezpečné	7,7
Velmi nebezpečné	9,01



Obr. 12 – Závislost stupně hodnocení na průměrném zpomalení

Fig. 12 – The dependence of the degree of evaluation on the average deceleration

Stanovit jednoznačnou mezní hodnotu mezi změnou náhlou a nenáhlou je velmi obtížné. Tento fakt je způsoben především individuálním subjektivním hodnocením vzniku nebezpečí jednotlivými respondenty při různých brzdných zpomaleních.

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.2, na stanovení hranice náhle x nenáhle lze usuzovat z více hodnoticích kritérií:

- Pokud bychom vycházeli z předpokladu, že nenáhlá změna rychlosti jízdy je taková, které byla hodnocena pouze stupněm „bezpečné“, vycházela by průměrná hodnota takto hodnoceného brzdného zpomalení **3,8 m/s²**.
- Kdybychom vzali v potaz pro stanovení hodnoty náhlé změny rychlosti, sloučený stupeň hodnocení „bezpečné + málo nebezpečné“, vycházela by průměrná hodnota takto hodnoceného brzdného zpomalení **4,8 m/s²**.

Pro konečné stanovení hraniční hodnoty, je vhodnější uvádět interval hodnot. Budeme-li vycházet z výše odvozených průměrných hodnot brzdného zpomalení, dostaneme **hodnotu mezi nenáhlou a náhlou změnou rychlosti jízdy v rozpětí 3,8 až 4,8 m/s²**, vyjádřenou brzdným zpomalením.

Tento výsledek uskutečněných měření je téměř v souladu s hypotézou, že aby hranice náhlé změny rychlosti jízdy byla naprosto bezpečná (nenáhlá) lze přijmout zásadu, že změna rychlosti jízdy se nesmí uskutečnit se zpomalením větším než je **0,5 a_{MAX}**, tedy polovinou maximálně dosažitelného zpomalení. Z mnoha provedených brzdných zkoušek osobních vozidel (především pro potřeby znalecké praxe) lze dovodit maximální brzdné zpomalení v rozmezí 8 až 10 m/s², u nejmodernějších vozidel i přes 10 m/s². Tedy **0,5 a_{MAX}** se nachází u osobních vozidel v rozmezí cca **4 až 5 m/s²**.

Závěrem bych chtěl poděkovat všem svým kolegům z ÚSI VUT v Brně, kteří byli nápomocni při technickém zajištění provedených měření a také rodině a všem svým známým, kteří se zúčastnili v rolích respondentů.

5 LITERATURA

- [1] BRADÁČ, A. a kol.: *Soudní inženýrství*. Brno: CERM Akademické nakladatelství, s.r.o. 1999. 725 s. ISBN 80-7204-133-9 (dotisk)
- [2] BUŠTA, P. KNĚŽÍK J. SEIDL A.: *Zákon o silničním provozu s komentářem*. Praha 2011. 225 s. ISBN 978-80-904270-1-3
- [3] HAVRÁNEK, B. a kol.: *Slovník spisovného jazyka českého*. Praha: Academia. 1989. 3 svazek 637 s, 8 svazek 161 s.
- [4] KASANICKÝ, G.: *Zákon č. 315/1996 Z.z. o premávke na pozemných komunikáciach v znení neskorších predpisov a jeho technicky výklad* [online] 2013 [cit. 13.12.2013] Dostupné z <http://www.usi.sk/uploaded/dokumenty/cestari/zakon.doc>
- [5] LUKÁŠIK, M.: *Vybrané specifika technického výkladu pravidiel cestnej premávky pri technickej analýze dopravných nehod*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, Ústav súdneho inžinierstva ŽU, 2010. 123 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. Peter Ivánek, CSc.
- [6] TOKAŘ, S.: *Metodika měření náhlé změny rychlosti nebo směru*. In Sborník anotací Junior Forensic Science Brno 2013. Brno: VUT v Brně, 2013. s. 66-72. ISBN: 978-80-214-4704-2
- [7] Simulační program: *Virtual CRASH verze 3.0*, [online] 2013 [cit. 13.12.2013] Dostupné z <http://www.vcrash3.com/>