



Prof. Ing. Jiří Stodola, DrSc.,

Univerzita obrany v Brně, Kounicova 65, 662 10 Brno

OPONENTSKÝ POSUDEK

**doktorandské disertační práce Ing. Miroslava PAŽOUTA na téma „Chování impaktoru
nohy při zkouškách ochrany chodců“**

(Legform Impactor Behaviour during Pedestrian Protection Tests)

Předložená doktorandská disertační práce pana Ing. Miroslava PAŽOUTA má rozsah 141 stran včetně příloh, je rozdělena do úvodu a patnácti relativně samostatných částí, které zahrnují: historii pasivní bezpečnosti, přehled nehodovosti, homologační a spotřebitelské zkoušky, přípravy vozidla pro srážku s chodcem, zkoušky ochrany chodců, rozměření zkušebních zón, impaktory hlavy a nohy, porovnání dvou konstrukcí impaktorů, konstrukci impaktoru FLEX PLI, jeho certifikaci, metodiku užití, výsledky vybraných zkoušek a závěr. Obecně práce vykazuje relativně široký rozsah problémů, které se autor pokusil řešit. Tato skutečnost má negativní dopad na hloubku vlastních řešení, vysvětlení dosažených výsledků a zejména na jednoznačné ukázání vlastního podílu autora. Velké množství informací uvedených v disertační práci má pouze popisný charakter. Konstatuji, že práce explicitně neobsahuje cíle, které bývají standardní součástí doktorských disertací, což pak umožňuje kontrolu hloubky a úrovně jejich naplnění. Rovněž nejsou uvedeny metody zpracování, i když následně použité metody plynou z některých uváděných výsledků. Kvalitu doktorandské disertační práce pokládám pouze za průměrnou. Doktorand teoreticky zvládl, porovnal a zejména popsal vybrané modely (nárazová tělesa, tzv. impaktory) konkrétních částí dolní končetiny. Autor velmi důkladně popsal certifikaci a metodiky zkoušek. Domnívám se však, že se jedná o převzaté texty podle platné metodiky např. EHS 78/2009 a spotřebitelských testů EuroNCAP aj., kde není patrný žádný vlastní přínos autora. Autor popisuje měření s využitím akcelerometrů, potenciometrů a tenzometrů; zde chybí základní informace o veličinách, které byly měřeny, snad pouze s výjimkou akcelerometrů, kde veličina plyne z názvu. Autor jako veličinu uvádí elektrický signál, což je sice obecně správné, ale elektrický signál je pouze prostředkem pro měření fyzikálních veličin a zásadní informací je konkrétní vyjádření měřených (strukturních, častěji však procesních) veličin (parametrů), a to např. polohy, úhlu, deformací, sil, momentů aj.



Téma doktorandské disertační práce je velmi aktuální, neboť problematika pasivní bezpečnosti vozidel se zaměřením na možné snížení následků dopravních nehod při střetech vozidel s chodci je, při současné rostoucí hustotě silničního provozu společensky, mimořádně důležitá. Autor se správně zaměřil na výzkum modelů nárazových těles (impaktorů) dolní končetiny, protože zranění nohy (kromě hlavy) je obvykle prvotním zraněním při střetech osobních automobilů s chodci. Relevantní výsledky modelování a zkoušek střetů potom mohou být využity pro konstrukci přední části moderních automobilů, resp. pro snížení následků střetů, s využitím stále se rozvíjejících pasivních bezpečnostních systémů. Přitom základním kritériem, v současné době, je nepřekročit homologační limity, resp. bodové hodnocení.

Za původní výsledky získané autorem považuji analytickou část, např. týkající se vysvětlení asymetrie hodnot, metodiku predikce testovacích hodnot (Diagram str. 93), predikce výsledků zkoušek, matematické vyjádření dvourozměrnou funkcí, resp. funkcí bilineární, modelování získaných hodnot polynomy aj. Autorovi se podařilo získat relativně dobrou shodu modelů (výpočtů) a měření. Z předložené disertace není jasné, zda autor realizoval (zúčastnil se) testování, resp. zda je mohl nějakým způsobem ovlivnit. Každopádně informace o testech jsou zpracovány velmi systematicky a podrobně. Celkem byly testovány různé koncepce přední části vozidla (limuzína, SUV), autor správně vyhodnotil vlivy nárazových oblastí (zón), resp. konstrukčních prvků přední části např. nosníků aj. Kladně lze hodnotit experimentální část, kdy autor porovnával výsledky testů několika zkoušených vzorků, resp. konkrétní reakce nárazového tělesa.

Publikační činnost doktoranda pokládám za nedostatečnou, i přes informaci o průmyslovém utajení. V části Reference str. 133 - 135, korektně má být uvedeno Použitá literatura, autor uvádí 39 položek převážně zahraniční literatury z internetu; za nedostatek považuji neuvedení podstatné české literatury např. HIRT, M. a kol. *Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství*. GRADA Publishing Praha, 2012. ISBN 978-80247-4308-0; BRADÁČ A. a kol. *Soudní inženýrství*. CERM Akademické nakladatelství s.r.o. Brno, 1997. ISBN 80-7204-057-X; RÁBEK, V. *Vybrané postupy analýzy dopravních nehod*. Vlastní náklad autora. EDIS Žilina, 2009. Dále konstatuji, že autor nedodržel platnou normu ČSN ISO 690 a její aktualizované verze pro citování a strukturování bibliografických záznamů a citací.

V práci mám několik připomínek, které bohužel poněkud snižují úroveň zpracované disertace. Jedná se např. gramatické chyby, které jsou relativně časté a plynou pravděpodobně z menší pozornosti autora; autor velmi často užívá nespisovná slova např. zaimplementován (str. 14, 6. řádek shora), poupraveny (8. řádek shora), brždění (12. řádek zdola), nejrelevantnější (str. 17, 7. řádek zdola), spasování dílů (str. 125), znormalizované (str. 85, tab. 6), zanalyzovat (str. 97, 8. řádek zdola), „tenzometry na holeni spolu velmi pěkně sedí a spojitě po kosti popisují náraz“ (str. 125, 17. řádek zdola); časté je použití anglických názvů v textu i v případě, že existují zcela plnohodnotné české výrazy; některé obrázky kombinují český název a anglický popis (obr. 12, 15, 17, 21, 22, 24, 26, 39, 41, 44, 47, 48, 49, 57, 60,



63, 65, 71, 83, 91, 94, 95, 103, 104, 116, 122); totéž tab. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) popis některých obrázků má výrazně rozdílné písmo, některé malé až nečitelné (obr. 4, 35, 74, 75, 76, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 108, 109, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139); obr. 49, 53, 55, obsahuje číselný popis jednotlivých částí impaktoru, ale bez slovních informací; rozdílné písmo vývojového diagramu na str. 93; v práci chybí vysvětlení zkratk; pro barevné mapy průběhů signálů obr. 147 až 154 nejsou uvedeny hodnoty (veličiny), které jednotlivé barvy reprezentují aj. Na str. 65 autor uvádí větu, cituji „možný rozptyl byl ověřen pomocí tzv. generického frontendu“, přitom není vysvětlen tento pojem. Autor uvádí pouze realizaci 5 testů, což pokládám za nedostatečné, aby bylo možno činit závěry. Na str. 51 je rovnice R2, kde jsou nevhodně uvedeny veličiny (N, m), které jsou notoricky známé, a to i ve fyzice základní školy.

Prosím, aby doktorand v průběhu obhajoby zodpověděl následující otázky:

1. Prosím o zcela jednoznačnou informaci o vlastním přínosu k řešené problematice a vlastních zcela konkrétních výsledcích.
2. Jak lze vysvětlit Vaši informaci uvedenou v závěru (str. 125, 14. řádek zdola) cituji: „na některých testech dochází k maximům signálů, i když už měřicí snímač není v kontaktu s nárazníkem“?
3. Jaké význam bude mít nárazové těleso Flex PLI s přídatnou hmotou a jak pravděpodobně ovlivní výsledky testování?

Předložená doktorandská disertační práce, přes uvedené nedostatky, splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 Zákona č. 111/1998 o vysokých školách. Pan Ing. Miroslav PAŽOUT prokázal, že ovládá vědecké metody, má potřebné teoretické znalosti a dílčím způsobem přispěl k novým poznatkům v oboru. Doktorandskou disertační práci **d o p o r u č u j i** k obhajobě a po úspěšné obhajobě navrhuji panu Ing. Miroslavu PAŽOUTOVI udělit titul Ph.D.

V Brně 20. října 2017



Oponentní posudek disertační práce
„Chování impaktoru nohy při zkouškách ochrany chodců“

Autor: Ing. Miroslav Pažout

Oponentní posudek byl vypracován na základě jmenování a sdělení č. TUL-287174/2112 zde dne 20.9.2017.

Předložená disertační práce v rozsahu 132 stran (+ přílohy) obsahuje všechny zásadní části požadované pro tento typ práce. Uvádí přehled vývoje v oblasti ochrany chodců při kolizi s motorovým vozidlem, platnou legislativu a zákaznické testy včetně metodik zkoušek a typů impaktorů. Pro vlastní výzkum volí vhodný impaktor (Flex PLI) a detailně rozebírá jeho konstrukci a senzorku. Zabývá se přípravou testů včetně certifikace impaktoru. Těžištěm vlastní práce je sběr dat, jejich vyhodnocení a extrapolace výsledků. Autor uvažuje i konstrukční prvky automobilu a jejich vliv na výsledky testů.

Práce je přehledná, graficky kvalitní, zjevně jde o původní dílo autora a je zřejmé, že autor je odborníkem v oblasti pasivní bezpečnosti a má přehled o souvisejících oborech.

Cíl disertační práce – přispět experimentálními pracemi a zpracováním výsledků k hlubšímu pochopení fyzikálních dějů při kolizi impaktoru nohy s přední částí osobního automobilu - byl splněn.

Disertant zvolil experimentální metody a výsledky kreativně zpracoval, v práci zmiňuje i simulační postupy založené na FEM analýze a kriticky hodnotí jejich využitelnost. Zvolené metody jsou pro daný typ práce vhodné a odpovídají současnému stavu techniky.

Výsledky disertační práce jsou přehledně definovány, jde o metodiku provádění testů, sběr a zpracování dat, vyhodnocení dat a predikce hodnot, analýzu průběhu nárazového děje.

Vypracováním disertační práce autor prokázal, že ovládá vědecké metody práce, zejména experimentální, má hluboké teoretické a praktické znalosti v oboru pasivní bezpečnosti a jeho práce přinesla nové poznatky do oboru, zejména v oblasti zpracování a extrapolace dat, kde využil vhodný matematický aparát. Závěry jsou přínosné pro zkušebnictví v oblasti pasivní bezpečnosti a pro konstrukční praxi.

Připomínky k disertační práci:

Na práci lze kladně hodnotit přehlednost, logickou stavu, komplexnost pohledu na problematiku, jasné postupy experimentálních prací a zpracování dat. Kriticky je třeba zmínit anotaci v angličtině,

stručná klíčová slova, formát a styl seznamu literárních zdrojů a některé jazykově zavádějící nebo méně vhodné formulace. Je k diskusi skutečnost, že autor nevěnoval více pozornosti anatomii dolní končetiny a nezhodnotil, zda je dynamická odezva impaktoru biologicky odpovídající reálné končetině (změna kinematického schématu při zlomenině ve vztahu k poddajnosti skeletu impaktoru apod.). Na straně 83 v R.12 zavádí předpoklad lineární závislosti mezi naměřeným signálem a rychlostí. Není však uvedeno zdůvodnění a užší vazba na konkrétní veličiny (např. související s kinetickou energií).

Otázky k rozpravě:

V rámci rozpravy doporučuji otevřít diskusi k těmto tématům:

1. Vysvětlíte význam definice dolní vztažné čáry nárazníku a její vazbu na metodiku zkoušky. Rovněž vysvětlíte rozpor se zkratkou LBRL – Lower Bonnet Reference Line, kde se mluví o kapotě.
2. Uveďte a zvažte problematiku ochrany chodců u vozidel kategorií N2, N3, M2, M3 z hlediska existující a budoucí legislativy. Uvažují výrobci vozidel tuto problematiku při vývoji a konstrukčních řešeních? Uveďte rovněž - na základě nabytých zkušeností - svůj vlastní odborný názor na stav a vývoj legislativy v těchto kategoriích vozidel a na očekávaný vývoj techniky.

Předložená disertační práce plní požadavky kladné na tento typ prací, považuji ji za kvalitní a přínosnou pro obor pasivní bezpečnosti a doporučuji ji k obhajobě.

V Plzni 6.10.2017


prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

OPONENTNÍ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

CHOVÁNÍ IMPAKTORU NOHY PŘI ZKOUŠKÁCH OCHRANY CHODCŮ

Autor: Ing. Miroslav Pažout

Hodnocená disertační práce má celkem 140 stran textu, včetně řady grafů a obrázků. Je zpracována s požadovanou úpravou, grafy a obrázky jsou dobře čitelné. Grafická úprava je na požadované úrovni. V textu se pouze ojediněle vyskytují drobné chyby a překlepy. Z tohoto pohledu působí práce čistě a uspořádaně.

Úvodní kapitoly (1 až 6) se věnují historii a současnému stavu problematiky ochrany chodců v konstrukci automobilů. Jsou popsány postupy přípravy vozidla na zkoušky z hlediska bezpečnosti chodců při střetu (kap.7). Dále se autor podrobně věnuje popisu impaktorů používaných při jednotlivých typech testů (kap. 8 a 9). V kapitole 10 autor porovnává dva typy impaktorů. Toto porovnání se zdá velmi zjednodušené bez hlubšího rozboru. Trochu nelogicky pak působí, že v další kapitole je velmi podrobně popsána konstrukce jednoho z impaktorů, bez zdůvodnění, proč právě tento typ je podrobně popisován. Pro vhodnější stavbu práce, měl autor impaktory porovnávat až po popisu jejich konstrukce, nebo v porovnání podrobněji zdůvodnit proč se dále věnuje popisu konstrukce impaktoru Flex PLI. Tento popis je velmi podrobný a poskytuje ucelený obraz o funkcích impaktoru, o jeho vlastnostech i vývoji nových verzí. Popis jednotlivých částí impaktoru poskytuje dostatečné informace o vlastnostech a kvalitě získávaných dat.

V dalším se autor zabývá otázkou certifikace impaktorů. Popisuje způsoby přípravy a věnuje se podrobně popisu způsobů certifikace.

Kapitola 12 – Certifikace Flex PLI – je dost obsáhlá, zahrnuje 18 stran textu s celou řadou obrázků, tabulek a grafů.

Další kapitola 13, je nazvána velmi stručně: Metodika. Vlastní obsah kapitoly však zahrnuje poměrně široký popis přípravy, popis provedení vlastního testu ve všech jeho fázích a formát dat z testu. Zde je rozpor mezi názvem a obsahem kapitoly. Metodika jako taková by měla mít jinou formu i obsah.

Po výše popsaných kapitolách, tvořících více než polovinu celé práce, následuje kapitola 14, nazvaná Výzkumná část – různý přístup k výsledkům zkoušek. Tuto kapitolu lze tedy považovat za stěžejní část práce. Budu se jí tedy věnovat samostatně.

Základním problémem této kapitoly, ale v podstatě se to týká celé práce, je skutečnost, že autor neuvedl kde prováděl popisované testy, za jakých podmínek a s jakým vybavením. Jednotlivé podkapitoly jsou někdy až příliš strohé. Chybí v nich například odkazy na zařazené obrázky a grafy, což by dodalo práci lepší srozumitelnost. Některé pasáže této kapitoly působí jako vytržené z kontextu, bez zřejmé návaznosti na předešlý text. Omezují se často na stručná konstatování faktu, bez bližšího vysvětlení. Některé pasáže práce, možná právě velmi strohým stylem, bez někdy nutného vysvětlení souvislostí, působí až nepřehledně a nesrozumitelně. Jako příklad uvádím větu na str. 93, kde je odkaz na ...“výše uvedenou

metodiku“, bez odkazu na stranu textu, nebo kapitulu práce. Není tedy zřejmé, na jakou metodiku se autor odkazuje, protože v předešlém textu jsou kapitoly 7, 9.2.1 a 13, které mají v názvu metodika.

Je škoda, že nevhodně volená forma a styl psaní potlačuje a někdy až znehodnocuje zcela jistě hodnotné a důležité výsledky získané z testů. Již jednou zmíněná skutečnost, že autor neoddělil zcela jasně výsledky, závěry a konstatování převzaté a získané vlastním měřením, činí práci nepřehlednou. Například jen drobnost, jako je vysvětlení významu popisu legendy pro jednotlivé barvy křivek grafů, by zlepšilo čitelnost a objasnilo řadu souvislostí, které se v textu těžko hledají.

Na druhé straně je jasné, že kapitolu 14.5 Analýza celého průběhu nárazu, je možné považovat za stěžejní. Byť by jí svědčilo rozdělení na několik částí. Svým významem graduje, jak autor přechází od jednoduchého znázornění závislostí sil a momentů na čase křivkami v grafech, k 3D grafům umožňujícím porovnání průběhů signálů přes všechny pozice. Toto znázornění má lepší vypovídací hodnotu o situaci během zkoušek. Nakonec autor používá zobrazení pomocí vrstevnic, kde je zobrazení zvýrazněno barevnou škálou. Tím dosáhne ještě lepší přehlednosti. Tento způsob zobrazení poskytuje nejlepší a nejkompletnější popis situace.

V závěru této kapitoly se autor zabývá možnostmi predikce průběhu zkoušek. Vyzdvihuje zde výhodu predikce ze získaných křivek, oproti odhadu výsledků pouze z maximálních hodnot.

Popisuje zde grafické řešení proložení křivek plochou. Dále uvádí, že oproti této metodě, která je spíše odhadem, je lepší matematické řešení. V dalším pak tuto metodu, založenou na principu maticové (dvojměrné) interpolaci popisuje.

V závěru kapitoly pak na jednoduchém příkladu, při vynechání hodnot z jedné pozice, ukazuje, že touto metodou predikce výsledků je možné dosáhnout velmi dobré shody s naměřenými hodnotami.

Ve shrnutí a v závěru pak autor zobecňuje dosažené výsledky. Uvádí důvody možných rozdílů jak u hlediska koncepce vozidla, tak v konstrukci nárazníků a jejich struktury.

Závěr.

Práce přináší velmi cenné informace a poznatky z oblasti pasivní bezpečnosti, konkrétně ochrany chodců. Jedná se o stále aktuální téma. Z tohoto pohledu je potřeba práci hodnotit jako přínosnou pro tento vědní obor. Je škoda, že autor zřejmě podcenil otázku formální stránky, zejména strukturu práce i styl textu. Stejně tak jako každé literární dílo má svůj styl, musí ho mít i vědecká práce. Pokud by se stanovila pomyslná hranice mezi technickou zprávou z měření a vědeckou prací (a disertační práci má autor prokázat že ovládá vědecké metody), pak tato práce by se nacházela těsně za touto hranicí.

Práce v sobě má potenciál vědecké práce, ale je skrytý, čtenář ho musí hledat a objevovat. Autor prokázal, že má teoretické znalosti v dané oblasti a dovede je aplikovat. Autor by neměl zapomínat, že nové přístupy a zajímavá řešení je také nutné vhodnou a srozumitelnou formou publikovat. I to je neoddělitelná součást vědecké práce.

Práci doporučuji k obhajobě a po jejím úspěšném obhájení doporučuji udělení titulu Ph.D.

Požaduji, aby se v rámci obhajoby autor vyjádřil k těmto otázkám:

1. V jakém rozsahu prováděl popisovaná měření sám, kde, za jakých podmínek, s jakým zařízením.
2. Jaké impaktory měl k dispozici pro měření.
3. Je navržená metoda predixe využitelná v praxi? Má autor možnost sám tuto metodu do praxe prosadit?
4. Jaký si autor vytyčil cíl práce? Byl tento cíl splněn? V čem vidí autor největší vědecký přínos své práce?

V Pardubicích 6.10.2017



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.