

Koroze a porucha na vozidle jako příčina dopravní nehody

Corrosion and a vehicle failure as a cause of a traffic accident

Řehák M.¹, Drahotský I.²

¹ Česká zemědělská univerzita v Praze

² Univerzita Pardubice

E-mail: nehody.rehak@seznam.cz

Článek se zabývá skupinou dopravních nehod, u kterých byla nebo mohla být příčinou porucha některého z dílů vozidla v důsledku korozního napadení. Je popsán současný stav poruch jako příčin dopravních nehod v České republice a v zahraničí, dále pak problematika jejich hodnocení. V příspěvku jsou popsány dvě varianty, kde se analytik dopravních nehod setká s korozí. Jednak s korozí jako poruchou, která byla příčinou nehodového děje, jednak s korozí jako následným poškozením, které znemožní vyhodnocení možné poruchy. U obou jmenovaných oblastí jsou uvedeny příklady z reálných dopravních nehod, kdy v případě poruchy brzdového systému vozidla, kde příčinou byla koroze, je proveden experiment pro objasnění závislosti tloušťky stěny potrubí a jejího vnějšího průměru pokrytého korozní zplodinou, tedy zda je možné odhadnout skrze vrstvy korozních produktů na povrchu potrubí bezpečnou tloušťku stěn.

ÚVOD

V drtivé většině případů se praxe soudních znalců dopravních nehod odvíjí v rovině nehod, kde jejich příčinou byl lidský faktor. Lze se však setkat i s nehodami, kde příčinou byla porucha, kterou lze definovat jako jev spočívající v ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci [1]. V takových případech znalec nebo přibráný odborník zkoumá i mechanismus poruchy, což je souhrn fyzikálních, chemických a dalších procesů. Ve znalecké analýze je pak porucha přiřazována k časové ose vzniku a průběhu nehodového děje. Na poruchu, která byla nebo mohla být příčinou nehodového děje, je pak nahlíženo z různých úhlů. Ve vztahu k analýze nehodového děje se bude jednat především o skupiny vozidla, jako jsou nápravy, řízení, brzdy a kola. Poté je nutno analyzovat, zda byla porucha součástí zapříčiněna prasklinou, lomem, deformací, nebo primárně selháním v důsledku korozního poškození. Různé poruchy pak mohou způsobit různé příčiny ztráty funkce skupiny

This article is dealing with such a group of traffic accidents in which a failure at vehicle could have been or actually was caused by some defect of a car part caused by corrosion. Up-to-date situation in terms of failures as causes of traffic accidents both in the Czech republic and abroad is described here and furthermore, the issue related to their assessment. In this contribution, there are described two possible situations which a traffic accident analyst can be confronted with. Firstly, it is corrosion as a failure that was the reason for an accident or secondly, it can be dealt with corrosion as an after-damage that makes assessing a possible failure unable. For both given areas, the examples of traffic accidents, that really happened, are given here – an experiment has been carried out in case of a brake system failure in which the cause was corrosion and this experiment should lead to explanation if there is a relation between the width of a pipe side and its outer diameter covered by corrosion that means if it was possible to foretell a safe width of a pipe side through assessing the corrosion covers on the surface of a pipe.

vozidla jako například zablokování kola, ztrátu funkce řízení, změnu geometrie kol apod.

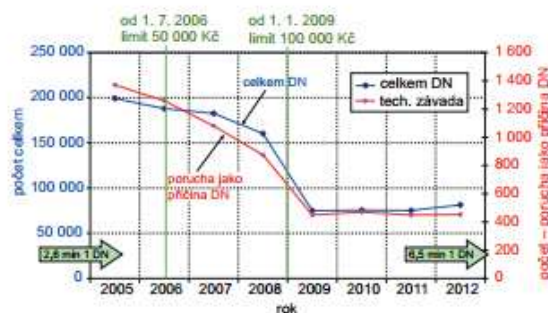
Kvalita a možnosti technické analýzy dopravních nehod velmi úzce souvisí s kvalitou sběru a zajišťování technických podkladů [2]. Na objektivní a z technického hlediska správný výsledek analýzy dopravní nehody má vliv nejenom vhodně zvolená analýza a její kvalitativní stránka věci, ale i tzv. vstupní údaje, tedy technické podklady. Pro analýzu dopravní nehody jsou technické podklady zcela zásadní. Lze je hodnotit jako dostatečné, podmíněně dostatečné a nedostatečné. Nedostatečné podklady neumožňují korektní analýzu nehody. Toto téma příspěvku bylo zvoleno především z důvodu nesjednocených postupů pro analýzu dopravních nehod, při kterých je zapotřebí hodnocení poruch jako technických příčin, a také z důvodu upozornění vlivu času na vypovídající hodnotu odebraného vzorku poškozené části automobilu – vazba hodnotitelnosti vzorků v závislosti na čase.

KOROZE A PORUCHA VE ZNALECKÉ PRAXI

Porucha jako příčina nehody

Jak již bylo popsáno v úvodu, dopravní nehody, u nichž byla porucha příčinou, nejsou tak časté, avšak vyskytují se. Nelze je tedy přehlížet a u nezdokumentovaných nehod je nelze zcela vyloučit. V České republice dle statistických podkladů Policie ČR nečiní technická závada jako příčina ani jedno procento, v období let 2005 až 2012 v průměru 0,6 % [3]. Tento statistický údaj je zatížen značnou chybou ze strany Policie České republiky, a to z toho důvodu, že jsou zaznamenány pouze technické příčiny, o kterých se policisté domnívali na místě dopravní nehody krátce po jejím vzniku. Tyto statistické údaje již nejsou poté korigovány následným znaleckým zkoumáním nebo rozhodnutím správního orgánu či skupinou vyšetřování Policie ČR. Chybí zde tedy zpětná korekce. Svou nezanebatelnou roli zde hraje i ta skutečnost, že o určité části dopravních nehod není policie vůbec informována. Od 1. 7. 2006 je v platnosti limit povinnosti hlášení nehody policii se škodou 50 000 Kč a vyšší, od 1. 1. 2009 pak limit 100 000 Kč. Díky těmto limitům jsou patrné značné poklesy v počtech registrovaných dopravních nehod (Obr. 1). Zatímco v roce 2005 před zavedením prvního limitu byla v ČR policii registrována dopravní nehoda v průměru každých 2,6 min., po zavedení druhého limitu byla např. v roce 2012 dopravní nehoda až každých 6,5 min.

Obdobná situace jako v ČR je i ve Slovenské republice, kde se podíl dopravních nehod s technickou příčinou pohybuje v rozpětí 0,3 až 0,4 % z celkového počtu dopravních nehod [4]. O proti tomu ve Spolkové republice Německo se již v odborných kruzích zcela otevřeně hovoří o nízké vypovídací schopnosti statistických údajů tamních úřadů, kde se podle úředních statistik porucha nebo nedostatečná údržba vozidla



Obr. 1. Celkový počet dopravních nehod v ČR a počet nehod s poruchou jako příčinou [3]

Fig. 1. The total number of road accidents in the Czech republic and the number of road accidents with a failure as the cause of an accident

jako příčina dopravní nehody uvádí pouze v méně než v 1 % případů [5,6]. Dle nejnovějších statistických údajů z období let 2010 až 2013 tvoří v Německu z celkového počtu policii registrovaných dopravních nehod technické příčiny zhruba stejný podíl jako v České republice. I to lze považovat za poměrně vysoký počet, vezme-li se v potaz, že z pohledu statistiky dochází v Německu v průměru každých 14 sekund k nějaké dopravní nehodě [5]. Dle Dr. Priestera [5] by se např. pro situaci v Německu dalo s opatrným hodnocením vycházet ze stínových číselných údajů, které výrazně převyšují oficiální statistiky, takže skutečný podíl poruch na nehodovosti by mohl být v rozmezí cca 3 až 5 %.

Pravděpodobně vzhledem k prezentovanému nízkému podílu poruch jako příčin dopravních nehod je tento problém částečně přehlížen a podečňován. Znalci se k poškozeným vozidlům a jeho poškozeným částem dostanou často pozdě, někdy vůbec. Automaticky se pak předpokládá, že příčinou nehodového děje byl lidský faktor a možnost poruchy jako příčiny není ani připuštěna. Dostanou-li se znalci k poškozeným částem vozidel s odstupem času, je vzhledem k následnému poškození, například koroznímu napadení, prakticky znemožněno jak relevantní posouzení možné poruchy jako příčiny nehody, tak i posouzení časového sledu poruchy.

Koroze a porucha

Pro soudního znalce v oborech dopravních nehod a posuzování technického stavu koroze naskytá dvě roviny problému – jednak korozní poškození jako porucha, která byla příčinou dopravní nehody, zadruhé pak korozní napadení jako následné poškození vzorku, např. následné korozní poškození lomu, čímž se znemožňuje vyhodnocení lomové plochy.

Koroze jako následné poškození

Není-li krátce po dopravní nehodě ošetřen poškozený díl vozidla - vzorek, u kterého se naskytá podezření, že byl nebo mohl být příčinou nehodového děje, nastává ve znalecké praxi závažný problém. Vozidla a jejich poškozené části nejsou zpravidla uskladněny v suchém prostředí, a tak bývají hlavně jejich lomové a funkční plochy napadány korozi. Takto korozi napadené součásti značně ztěžují, nezřídka i znemožňují korektní analýzu, jelikož pak není v silách analytika silničních nehod vyhodnotit lomovou nebo funkční plochu součásti napadené korozi. Také v dřívější většině případů nelze již jednoznačně říci, zda se na posuzované ploše korozní poškození nacházelo již před dopravní nehodou či nikoli. S takovými případy se lze setkat například u lomů vinutých pružin, čepů, brzdových kotoučů nebo u dílů hydraulických systémů brzd, jako např. u pístů brzdících (Obr. 2).



Obr. 2. Korozní poškození dílů brzd
Fig. 2. Corrosion damage of the brake parts

Koroze jako příčina poruchy

S korozi jako příčinou poruchy se lze v současnosti setkat poměrně často, a to i přes obnovu a omlazování vozového parku. V takových případech bývá velmi obtížné rozpoznat poruchu jako příčinu z důvodů korozního poškození i tehdy, je-li provedena prohlídka poškozeného automobilu krátce po dopravní nehodě. Při prohlídce vozidla po dopravní nehodě (technickém šetření) je zapotřebí zvýšené opatrnosti a pozornosti. Nutnost zvýšené pozornosti lze demonstrovat například šetřením příčiny dopravní nehody osobního vozidla v Německu, kde došlo při nehodovém ději k převrácení automobilu [7]. Nejprve bylo na místě policie označeno za příčinu nehodového děje chybné jednání řidiče. Avšak soudní znalec při prohlídce vozidla zjistil, že zlomený brzdový kotouč, zapříčiněný do brzdového třmenu, způsobil zablokování kola, což vedlo k rotaci vozidla a jeho převrácení. Prvotně se však zlomení kotouče přisuzovalo důsledkům rotace vozidla, jelikož obě lomové plochy onoho brzdového kotouče vypadaly velmi podobně, například jako na Obr. 3. Až bližším pohledem na lomové plochy brzdového kotouče vyrobeného z litiny bylo patrné, že se jedná o dvě barevně mírně odlišné plochy. Obě lomové plochy byly za pomoci mikroskopu prozkoumány. Tak bylo následně zjištěno, že u nepatrně světlejší lomové plochy se jedná o čerstvý statický lom. V případě druhé plochy bylo konstatováno, že se zde nachází značně korozně napadená oblast a s tím související korozi zapříčiněné uvolnění struktury. Při následné analýze se pak vycházelo z toho, že příčina zlomení litinového kotouče má základ v mikrotrhlíně, a tím v indukovaném korozním poškození brzdového kotouče. Dále se předpokládalo, že tato mikrotrhlina se mohla při zabrzdění náhle rozšířit, čímž se brzdový kotouč nejdříve na zeslabeném místě dále trhal a bezprostředně potom se zlomil v místě, které s ním hraničilo. Potud bylo zlomení brzdového kotouče příčinou dopravní

nehody. Může existovat mnoho různých příčin pro vznik mikrotrhlín, a ne vždy je lze zpětně určit. Zpravidla jsou mikrotrhliny tepelného nebo termomechanického původu a jen málokdy jsou zapříčiněny chybou materiálu. Taková chyba nebyla konstatována ani u tohoto případu. Nebýt důslednosti znalce při technickém šetření, tak by nebyla tato porucha jako příčina dopravní nehody rozpoznána. Dotyčný znalec si všiml, že lomové plochy nejsou naprosto shodné, i když tak na první pohled vypadaly. Po několika dnech nebo týdnech by se na nic nepřišlo, jelikož vzhled obou lomových ploch by byl patrně podobný.



Obr. 3. Dvě barevně velmi mírně odlišné plochy lomu brzdového kotouče
Fig. 3. Two refractive surfaces of a brake disc slightly different in color

Obdobným příkladem, kde porucha korozně poškozeného dílu vozidla byla nebo mohla být příčinou nehodového děje s tragickými následky, je dopravní nehoda staršího vozidla, u kterého řidič v levotočivé zatáčce nebyl pravděpodobně vlivem vyšší rychlosti schopen kopírovat poloměr zatáčky. Došlo k vyjetí automobilu do příkopu mimo komunikaci, k jeho rotaci a následně k nárazu do stromu a k usmrcení řidiče. Již při prvotním ohledání vozidla přivolaným znalce bylo zjištěno, že jeho brzdový systém je porušen, brzdový pedál se po sešlápnutí propadal, a ze třech brzdových trubiček zadních kol vytékala brzdová kapalina (Obr. 4).

Při důkladném technickém šetření pak bylo zjištěno, že potrubí zadních brzd vyrobené ze speciálních kovových slitin bylo velmi korozně poškozeno (Obr. 4-11). Korozní produkty se nacházely na celém povrchu potrubí. Zkorodované brzdové potrubí bylo při ohledání porušeno destrukcí na třech místech. Na jednom místě bylo nutno připustit variantu, že k destrukci značně korozně napadeného potrubí došlo až v důsledku deformace karosérie při střetu. Ve druhém a třetím případě pak bylo prokázáno, že únik brzdové kapaliny z potrubí předcházel nehodovému

ději. V těchto případech bylo zjištěno, že brzdové potrubí bylo korozním poškozením narušeno v části průřezu materiálu, což znamená, že na brzdovém systému vozidla docházelo k úniku brzdové kapaliny již před nehodovým dějem. V kritické situaci těsně před střetem, kdy řidič mohl prudce sešlápnout brzdový pedál, mohl se „propadnout“ a nemuselo dojít k vyvození potřebného brzdného účinku. Tak jako v předchozím uvedeném případě, i zde byla porucha odhalena pouze na základě včasné prohlídky vozidla.

Pro další znaleckou analýzu muselo být potrubí z vozidla demontováno, důkladně zdokumentováno (Obr. 5, 6), následně pro úplnost natlačováno kapalinou pro zjištění případného dalšího porušení, což bylo také prokázáno (Obr. 7). Po zdokumentování a otestování brzdového potrubí mohlo být přistoupeno k odebrání vzorků (Obr. 8) pro další expertizu (Obr. 9, 10).



Obr. 4. Únik brzdové kapaliny z korozně poškozené brzdové trubky
Fig. 4. Brake fluid leaking out of a brake pipe damaged by corrosion

Při této následné expertize odebraných vzorků pak bylo například zjištěno, že na vzorku z brzdové trubičky u omezovače brzdného účinku, kde byl po jejím natlačování zpozorován další únik kapaliny (Obr. 7), docházelo k úniku již před nehodovým dějem, jelikož byl její průřez korozně poškozen na dvou místech (Obr. 9). Na Obr. 9 je patrné jedno narušení průřezu potrubí více korozně napadeného (Obr. 9 - pozice „A“) a jedno narušení průřezu potrubí méně korozně napadeného (Obr. 9 - pozice „B“). Starší korozní poškození průřezu bylo zjištěno i u trubičky brzdy levého zadního kola (Obr. 10). Na tomto vzorku bylo zjištěno jak narušení průřezu korozním poškozením (Obr. 10 - pozice „Y“), tak i čerstvě lomové plochy (Obr. 10 - pozice „X“).

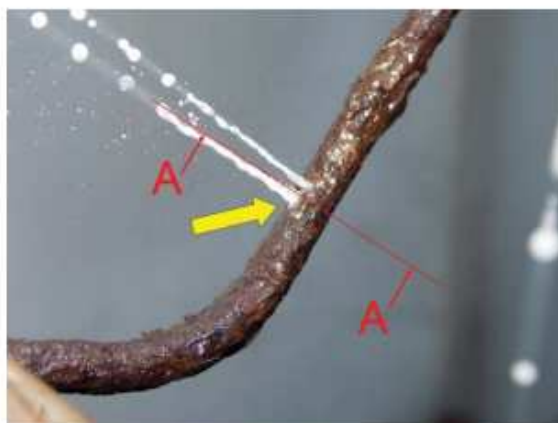
Automobil s takto korozně poškozeným brzdovým potrubím úspěšně absolvoval periodickou technickou prohlídku na stanici technické kontroly (STK) sedm



Obr. 6. Korozní poškození brzdového potrubí - detailní pohled
Fig. 6. Brake pipes damaged by corrosion – detailed view



Obr. 5. Korozní poškození brzdového potrubí - celkový pohled
Fig. 5. Brake pipes damaged by corrosion – overall view

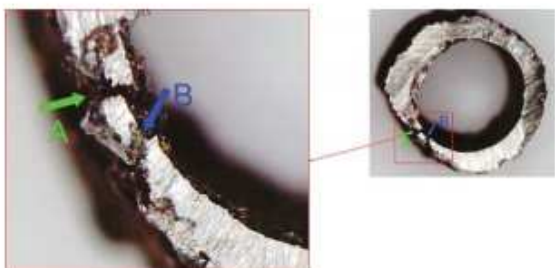


Obr. 7. Zkouška těsnosti potrubí před odběrem vzorků - zjištění poruchy
Fig. 7. Pipe leaks test before sampling – finding out a failure

měsíců před tragickou dopravní nehodou. Toto potrubí nebylo nijak přetřeno ochranným nátěrem a jeho rozsáhlé korozní napadení muselo být patrné i technikovi STK při zmíněné prohlídce. Hodnocení nedostatků zjištěných na vozidlech ve stanici technické kontroly se provádí podle příslušného kontrolního úkonu uvedeného v příloze č. 7 vyhlášky č. 302/2001 Sb. [8]. v platném znění. Pro kontrolu a hodnocení technického stavu vozidla při technické prohlídce se dle uvedené přílohy č. 7 užívají tři stupně závad, které se označují jako A, B a C (A – lehká závada, B – vážná závada, C – nebezpečná závada). V případě pouze lehkých závad, tedy závad stupně A, se osobnímu automobilu uděluje technická způsobilost na dva roky, v případě zjištění závady B se pak uděluje způsobilost na jeden měsíc a technická prohlídka se musí opakovat. Je-li zjištěna závada typu C, je vozidlo pro další provoz nezpůsobilé. Při hodnocení poškozeného nebo korozně poškozeného brzdového potrubí pak technik STK podle uvedené vyhlášky stanoví, zda se jedná o typ závady A, B nebo C, jelikož tato závada může být přiřazena ke všem třem kategoriím závad. Vyhodnocení, o jaký typ závady se jedná, je tedy závislé pouze na subjektivním názoru technika STK.



Obr. 8. Odběr vzorků z poškozeného potrubí
Fig. 8. Sampling of pipes damaged by corrosion



Obr. 9. Detail průniku koroze stěnou brzdové trubky - řez A-A (viz Obr. 7)
Fig. 9. Detail of corrosion penetrating through a brake pipe side- cutting A-A (see the fig.7)

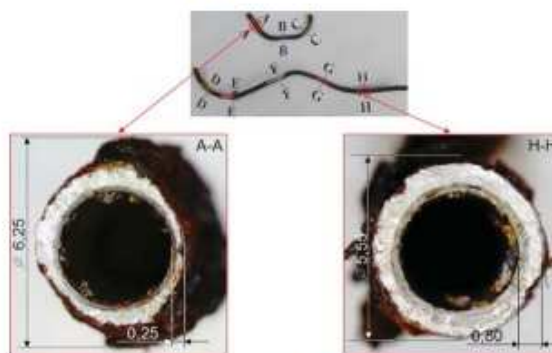
Může dokonce nastat případ, že vozidlu s touto závadou (korozně poškozeným potrubím) bude udělena technická způsobilost.

Tato metodika je tedy pro vyhodnocení poruchy brzdového potrubí velmi benevolentní a do značné míry závislá na lidském faktoru. Technik STK není totiž na první pohled schopen rozpoznat korozní rychlost, a skrze vrstvy korozních produktů na povrchu potrubí nemůže ani odhadnout zbytkovou tloušťku stěn. Toto lze demonstrovat na korozně napadeném ocelovém brzdovém potrubí levé zadní brzdy z výše uvedené nehody, u které bylo zhotoveno celkem osm zkušebních řezů (Obr. 11) a poté u každého z nich změřena zbytková tloušťka stěny trubky ještě korozně nepoškozené. Před zhotovením řezů byl v jejich místech změřen vnější maximální průměr potrubí, tedy průměr včetně korozních produktů. Pro názorný příklad nemožnosti objektivního odhadu skutečné tloušťky stěny stačí porovnat dva řezy, které měly největší vnější průměr včetně korozních produktů. Jednalo se o řez A-A a H-H. Závěrem tohoto jedno-



Obr. 10. Korozní poškození brzdové trubky: X = lomová plocha čerstvého lomu; Y = hloubka průniku koroze stěnou brzdové trubky

Fig. 10. Corrosion damage to a brake pipe. X = fractive surface of a brand new fraction; Y = depth of penetrating of corrosion through a brake pipe side

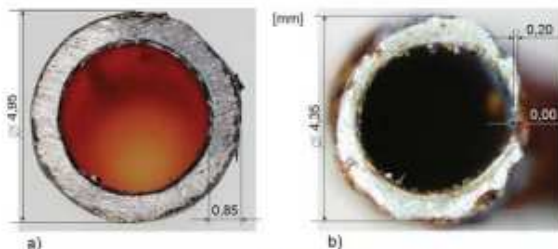


Obr. 11. Tloušťka stěny a vnější průměr brzdového potrubí
Fig. 11. The width of a pipe side and the outer diameter of a brake pipe

duchého experimentu bylo zjištění, že v řezu „A-A“, kde byl vnější průměr korozně napadeného potrubí 6,25 mm, byla zbytková tloušťka stěny již jen 0,25 mm a v řezu „H-H“, kde byl vnější průměr korozně napadeného potrubí 5,55 mm, byla zbytková tloušťka stěny 0,80 mm (Obr. 11). Toto jen potvrzuje výrok, že je-li brzdové potrubí korozně napadeno, nelze již pouhou vizuální prohlídkou odhadnout zbytkovou tloušťku stěny, tedy nelze v takovém případě posoudit míru bezpečnosti. Podrobně je tento experiment uveden v následující kapitole.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST A VÝSLEDKY

Pro potřeby znaleckého dokazování byl proveden jednoduchý experiment, částečně popsán v předchozí kapitole. Cílem bylo objasnění vztahu, tedy závislosti zbytkové tloušťky stěny brzdového potrubí automobilu a jejího vnějšího průměru pokrytého korozními produkty. Tedy zda je možné rozpoznat korozní rychlost a zda je možné odhadnout skrze vrstvy korozních produktů na povrchu potrubí zbytkovou tloušťku stěn. Na části brzdového potrubí bylo zhotoveno celkem osm zkušebních řezů (Obr. 11) a poté u každého z nich změřena tloušťka stěny ještě korozně nepoškozené (Tab. 1). Před zhotovením vzorků byl v místech řezů změřen vnější maximální průměr potrubí, tedy průměr včetně korozních produktů. Pro porovnání bylo ještě nutné zjistit tyto posuzované hodnoty u nového nepoužitého brzdového potrubí. Nové potrubí ze speciálních kovových slitin má vnější průměr 4,95 mm a tloušťku stěny 0,85 mm



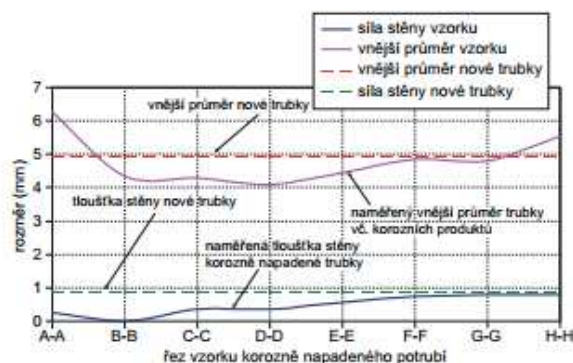
Obr. 12. Řez brzdového potrubí – a) nové potrubí; b) poškozené potrubí v řezu B-B

Fig. 12. A cut of a brake pipe – a) new pipe; b) damaged pipe at cutting B-B

(Obr. 12a). Oproti těmto rozměrům nového potrubí byl na zkoumaném vzorku největší rozdíl v řezu B-B, kde mimo nižší hodnotu venkovního průměru byla naměřena i nejnižší zbytková tloušťka stěny 0,20 mm, která se navíc při tvorbě vzorku rozpadla a v potrubí vznikl otvor (Obr. 12b).

Ze zjištěných rozměrů korozně poškozeného potrubí (Tab. 1) byl následně vypracován graf (Obr. 13). Je z něj patrné, že je-li zvětšen vnější průměr potrubí vlivem korozních produktů oproti původnímu rozměru, není prakticky možné odhadnout zbytkovou tloušťku stěny. Ve dvou řezech, kde byl značně zvětšen vnější průměr potrubí oproti standardu, byla naměřena jak téměř nejnižší zbytková tloušťka stěny (Obr. 13 – řez A-A), tak i nejvyšší zbytková tloušťka stěny (Obr. 13 – řez H-H). Nebyla zde tedy zjištěna závislost zbytkové tloušťky stěny na zvětšení vnějšího průměru korozními produkty.

Z grafu je také patrné, že není-li vnější průměr potrubí značně zvětšen korozními produkty, ale zároveň je díky koroznímu poškození tento průměr oproti rozměru nového potrubí zmenšen, je mezi rozměrem vnějšího průměru a rozměrem zbytkové tloušťky stěny bližší nespécifikovaná závislost. Tzn., snižuje-li se rozměr vnějšího průměru, snižuje se i zbytková tloušťka stěny. Toto lze pozorovat na Obr. 13 od řezu B-B až do řezu G-G, kdy je v tomto intervalu velmi podobný průběh obou křivek.



Obr. 13. Graf porovnání rozměrů poškozeného potrubí s novým

Fig. 13. Chart comparing dimensions of the damaged pipes to dimensions of the new ones

Tab. 1. Rozměry korozi poškozené trubky / Proportions of a pipe damaged by corrosion

Zjištěný rozměr	Řez							
	A - A	B - B	C - C	D - D	E - E	F - F	G - G	H - H
Vnější průměr	6,25	4,35	4,30	4,10	4,45	4,85	4,80	5,55
Zbytková tloušťka stěny	0,25	0,00	0,35	0,35	0,55	0,75	0,80	0,80

ZÁVĚR

Z experimentu vyplývá, že je-li vnější průměr brzdového potrubí značně zvětšen korozními produkty, není možné pouze na základě vizuální prohlídky vyslovit závěr o zbytkové tloušťce stěny a o bezpečnosti posuzovaného potrubí. Experiment potvrdil nezávislost zbytkové tloušťky stěny ocelového potrubí na zvětšení vnějšího průměru korozními produkty. Skrze vrstvy korozních produktů na povrchu potrubí nemůže technik STK odhadnout zbytkovou tloušťku stěn, bezpečnost, provozní životnost, tedy ani zbytek technického života potrubí. Vozidlo s korozním poškozením brzdového potrubí by nemělo být provozováno. Z toho vyplývá nutnost změn vyhlášky týkající se hodnocení nedostatků zjištěných na vozidlech ve stanici technické kontroly.

LITERATURA

1. Mykiska, A. *Bezpečnost a spolehlivost technických systémů*, České vysoké učení technické v Praze: Praha, 2006.
2. Semela, M. *Analýza silničních nehod I.*, 1^a ed.; Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství: Brno, 2012.
3. Statistické údaje nehodovosti na území ČR. POLICIE ČR. <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d> (accessed May 10, 2015).
4. Přehledy základních statistických ukazatelů dopravní nehodovosti. Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. <http://www.minv.sk/?rocenkaSR> (accessed May 10, 2015).
5. Priester, J. Technische Mängel - eine gar nicht so seltene Unfallursache?. *ZFS Zeitschrift Fuer Schadensrecht* **2007**, 28 (5+6).
6. Příčiny dopravních nehod. DESTATIS - Spolkový statistický úřad. <http://www.destatis.de/EN/FactsFigures/EconomicSectors/TransportTraffic/TrafficAccidents/TrafficAccidents.html> (accessed May 10, 2015).
7. Himbert, G.; Wellner, W. Bremsscheibenbruch als Unfallursache oder Unfallfolge? *VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik* **2010**, 48 (01), 28–31.
8. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. *Sbírka zákonů České republiky*, 302/2001 Sb, Příloha č.7.