Ladislav JÁNOŠÍK[1], Martin PIKA[2], Mikuláš MONOŠI[3]

PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST VOZIDEL MERCEDES-BENZ ATEGO

OPERATIONAL RELIABILITY OF VEHICLES MERCEDES-BENZ ATEGO

Abstrakt

Příspěvek se zabývá provozní spolehlivostí vybraných typů cisternových automobilových stříkaček značky Mercedes-Benz Atego u HZS Moravskoslezského kraje. Popisuje a sleduje statistiku výjezdů a analýzu provozu vybrané techniky. Na závěr je uvedena prognóza spolehlivosti pro vybranou požární techniku.

Klíčová slova: mobilní požární technika, porucha, spolehlivost, prognóza.

Abstract

The article deals with the operational reliability of selected types of fire fighting trucks Mercedes-Benz Atego in the Fire Rescue Team of the Moravian Silesian region. It describes and observes the statistics of departure actions and analysis of the chosen traffic technique. There is mentioned a forecast of the reliability chosen fire fighting trucks in the conclusion.

Key words: fire fighting trucks, defect, reliability, forecast.

Úvod

Příspěvek navazuje na předchozí vyhodnocení provozu a údržby požární techniky na podvozcích Dennis Rapier [1], které jsou používány na Územním odboru Ostrava. V této stati jsou hrnuty výsledky sledování cisternových automobilových stříkaček na podvozcích Mercedes-Benz Atego u HZS Moravskoslezského kraje. Kraj je rozdělen na 6 územních odborů. Požární technika na podvozcích MB Atego je dislokována pouze na 3 z nich. Celkem je v kraji 22 hasičských stanic. Sledovaná technika je na 9 z nich.

Vybraná požární technika

Ke sledování provozu a poruchovosti bylo vybráno 6 požárních vozidel na podvozku MB Atego. Přehled vybraných vozů je uveden v Tabulce 1. Do zpracování nebylo zahrnuto 5 vozidel vyrobených po roce 2007. Tato mobilní požární technika je navíc jiný model, a to lehčí typ 1426 AF.

[1] Ing., VŠB - TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany, Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice, e-mail: ladislav.janosik@vsb.cz

[2] nprap. Bc., HZS Zlínského kraje, Územní odbor Uherské Hradiště, Boženy Němcové 834, 686 01 Uherské Hradiště, e-mail: martin.pika@zlk.izscr.cz

[3] Doc. Ing., Ph.D., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: mikulas.monosi@fsi.uniza.sk

V Tabulce 2 jsou pro dokreslení vytíženosti požární techniky uvedeny počty všech výjezdů za roky 2006 až 2009 na těch požárních stanicích HZS Moravskoslezského kraje, kde je umístěna vybraná požární technika [2].

Tabulka 1: *Přehled vybraných CAS*

Stanice	Typ	SPZ	Rok výroby
Opava	M-B Atego 1528 F 4x2	2T2 5621	2004
Hlučín	M-B Atego 1528 F 4x2	2T2 6138	2006
Nový Jičín	M-B Atego 1528 F 4x2	2T2 5881	2005
Bílovec	M-B Atego 1528 F 4x4	1T3 7634	2003
Karviná	M-B Atego 1528 F 4x2	1T3 8098	2004
Havířov	M-B Atego 1528 F 4x2	1T3 8099	2004

Tabulka 2: *Počty výjezdů z vybraných stanic*

Rok	Opava	Hlučín	Nový Jičín	Bílovec	Karviná	Havířov
2006	905	227	406	198	766	843
2007	1 146	318	512	275	900	947
2008	1 194	305	510	263	794	868
2009	1 074	289	626	237	760	760

Provozní vytížení vybrané požární techniky

V první části sledování byly u vybraných automobilů na stanicích zjišťovány stav ujetých kilometrů a počet motohodin. Výsledky jsou pro vybranou mobilní techniku shrnuty v Tabulce 3 a Tabulce 4. Při sběru dat se naráželo na různou úroveň uchování a zpracování dat na jednotlivých stanicích ve výkazech jízd a práce požární techniky. Na některých stanicích se na zapisování skutečného počtu motohodin u zásahu prostě moc nehledí, ty jsou zde pouze odhadovány až dodatečně. Jedním z výsledků potom je i zkreslená průměrná spotřeba pohonných hmot.

Tabulka 3: *Vytíženost mobilní techniky z hlediska projetých kilometrů*

Hasičská stanice SPZ vozidla	Opava 2T2 56-21	Hlučín 2T2 61-38	Nový Jičín 2T2 58-81	Bílovec 1T3 76-34	Karviná 1T3 80-98	Havířov 1T3 80-99
Rok	**[km]**					
2005	8 376	0	8 765	8 620	6025	6 097
2006	7 130	1 820	7 566	7 632	4625	6 802
2007	8 517	3 523	8 683	8 559	5870	8 872
2008	7 568	3 785	7 742	7 747	4 418	7 765
2009	7 488	3 741	6 563	5 730	3 324	4 450
celkem	39 079	12 869	39 319	38 288	24 262	33 986
Ø za rok:	**7 816**	**2 574**	**7 864**	**7 658**	**4 852**	**6 797**

Tabulka 4: *Vytíženost mobilní techniky z hlediska motohodin práce*

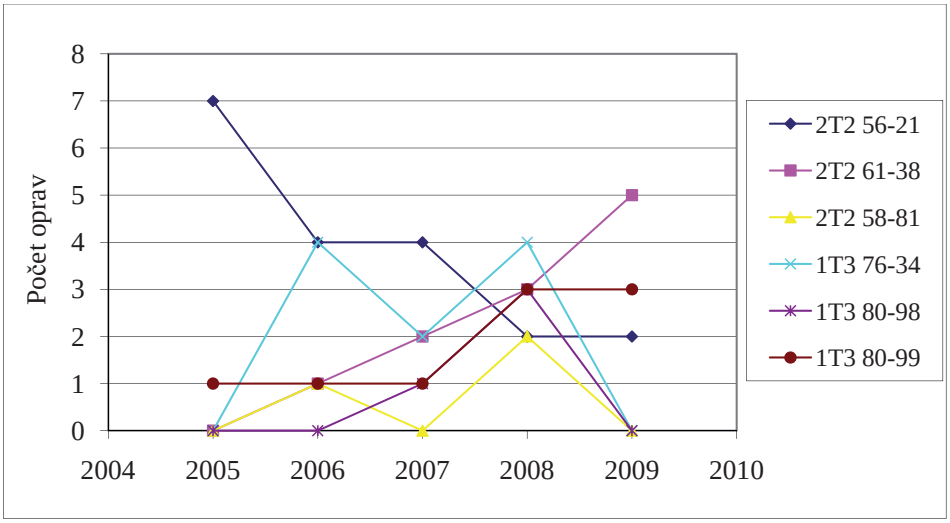
Hasičská stanice SPZ vozidla	Opava 2T2 56-21	Hlučín 2T2 61-38	Nový Jičín 2T2 58-81	Bílovec 1T3 76-34	Karviná 1T3 80-98	Havířov 1T3 80-99
Rok	**[motohodiny]**					
2005	75	0	0	0	195	202
2006	68	3	0	0	150	169
2007	66	29	0	0	191	199
2008	73	32	0	0	206	208
2009	58	37	0	0	115	117
celkem	340	102	0	0	856	895
Ø za rok:	**68**	**20**	**0**	**0**	**171**	**179**

Poruchovost vybrané požární techniky

V Příloze č. 9 dle [7] je popsán způsob, jak by se měla vést, vyplňovat a co by měla obsahovat dokumentace pro každé vozidlo u HZS ČR, které má ve správě strojní služba. Dle této přílohy tvoří základní dokumenty výkaz jízd a vozový sešit, nebo jiný doklad se srovnatelným rozsahem sledovaných položek nebo přiměřený počítačový program. V moravskoslezském kraji to byl od roku 2006 program WINBASE, který je od podzimu 2009, obdobně jako u ostatních HZS krajů, již nahrazen novým informačním software ISV 5.0, IKIS [11]. Předmětem této části sledování byl sběr dat o opravách vybrané požární techniky po poruše s cílem vyhodnotit poruchovost na jednotlivých vozidlech. Počty oprav jsou shrnuty v Tabulce 5 a jejich vývoj v čase je graficky vyobrazen na Obrázku 1.

Tabulka 5: *Počty oprav na vybrané požární technice*

Hasičská stanice SPZ vozidla	Opava 2T2 56-21	Hlučín 2T2 61-38	Nový Jičín 2T2 58-81	Bílovec 1T3 76-34	Karviná 1T3 80-98	Havířov 1T3 80-99
Rok	**[-]**					
2005	7	0	0	0	0	1
2006	4	1	1	4	0	1
2007	4	2	0	2	1	1
2008	2	3	2	4	3	3
2009	2	5	0	0	0	3
celkem	**19**	**11**	**3**	**10**	**4**	**9**



Obrázek 1: *Trendy vývoje poruch na vybrané požární technice*

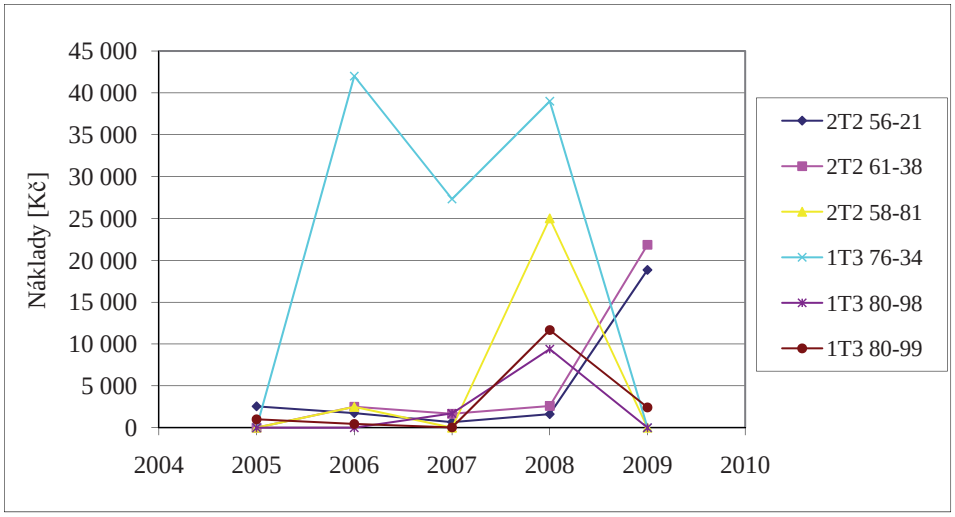
Daleko zajímavěji se ale promítají zjištěné výsledné počty poruch do nákladů na provoz vybrané požární techniky. Roční vynaložené náklady na opravy po poruše jsou uvedeny dále v Tabulce 6.

Tabulka 6: *Náklady na opravy vybrané požární techniky*

Hasičská stanice SPZ vozidla	**Opava 2T2 56-21**	**Hlučín 2T2 61-38**	**Nový Jičín 2T2 58-81**	**Bílovec 1T3 76-34**	**Karviná 1T3 80-98**	**Havířov 1T3 80-99**
Rok	**[Kč]**					
2005	2 550	0	0	0	0	1 004
2006	1 742	2 500	2 486	72 000	0	450
2007	665	1 660	0	75 567	1 707	35
2008	1 616	2 600	25 000	60 000	9 390	11 671
2009	18 850	21 850	0	0	0	94 427
celkem	25 423	28 610	27 486	207 567	11 097	107 587
z toho DN	0	0	0	99 250	0	92 000
Ø za rok:	5 085	5 722	5 497	21 663	2 219	3 117

Zatím co v absolutních počtech poruch „úspěšně“ vedou vozidla na hasičských stanicích Opava (2T2 56-21) a Hlučín (2T2 61-38), ve finančním vyjádření je překonala vozidla z Bílovce (1T3 76-34) a Havířova (1T3 80-99). Příčinou jsou dopravní nehody, které jejich provoz „prodražily“. Náklady na opravy po dopravních nehodách na sledované požární technice jsou uvedeny v Tabulce 6 zvlášť pod řádkem s celkovými náklady a následně vypočtené průměrné roční náklady jsou potom již očištěny od těchto mimořádných výdajů.

Na Obrázku 2 jsou zachyceny vynaložené náklady v jednotlivých létech provozu po odečtení mimořádných výdajů na opravy po nehodách. Je zde jasně vidět anomálie, kterou vykazuje nejstarší vozidlo z Bílovce. Podrobné zpracování získaných údajů zde nelze předložit, neboť se jedná o poměrně rozsáhlé soubory dat. Podstatná část z nich je publikována v [3].



Obrázek 2: *Náklady na opravy po poruše na vybrané požární technice*

Spolehlivost provozu a užívání požární techniky

Spolehlivost provozu a užívání požární techniky je obecně charakterizována jako vlastnost objektu spočívající ve schopnosti plnit požadované funkce [4]. Tento obecný pojem lze kvantifikovat pomocí ukazatelů bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby. Bezporuchovost je schopnost objektu plnit nepřetržitě požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek.

Pravděpodobnost poruchy

Ze zjištěných údajů o poruchách vybraného vozidla byla propočítávána pravděpodobnost vzniku poruchy v průběhu následujících 10 let. Údaje byly zadávány do statistického software 30 denní licencované verze Statgraphicsu [5]. Pouze u požární techniky umístěné na stanicích Opava (2T2 56-21), Hlučín (2T2 61-38) a Havířov (1T3 80-99) byly výsledky zpracování vstupních dat o poruchách v nastavení programu ověřovány metodou maximální věrohodnosti k potvrzení, že doba do poruchy X se řídí dvouparametrickým Weibullovým rozdělením [6] a tato hypotéza byla testována Chí kvadrát testem dobré shody (opět bylo nastaveno v programu při zadávání vstupních dat). Pro tuto techniku byly potom následně vypočteny hodnoty parametru tvaru β (charakterizuje podmínky užívání) a parametr měřítka η (charakteristická doba života). Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 7.

Tabulka 7: *Vypočtené hodnoty parametrů Weibullova rozdělení*

Hasičská stanice SPZ vozidla	**Opava 2T2 56-21**	**Hlučín 2T2 61-38**	**Havířov 1T3 80-99**
β - parametr tvaru	3,67643	3,1993	1,69919
η - parametr měřítka [rok]	5,99376	3,63592	2,26187

Weibullova hustota pravděpodobnosti $f(t)$ v čase t je dána rovnicí (1):

$$f(t)=\beta\frac{t^{\beta-1}}{\eta^{\beta}}\cdot e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}} \tag{1}$$

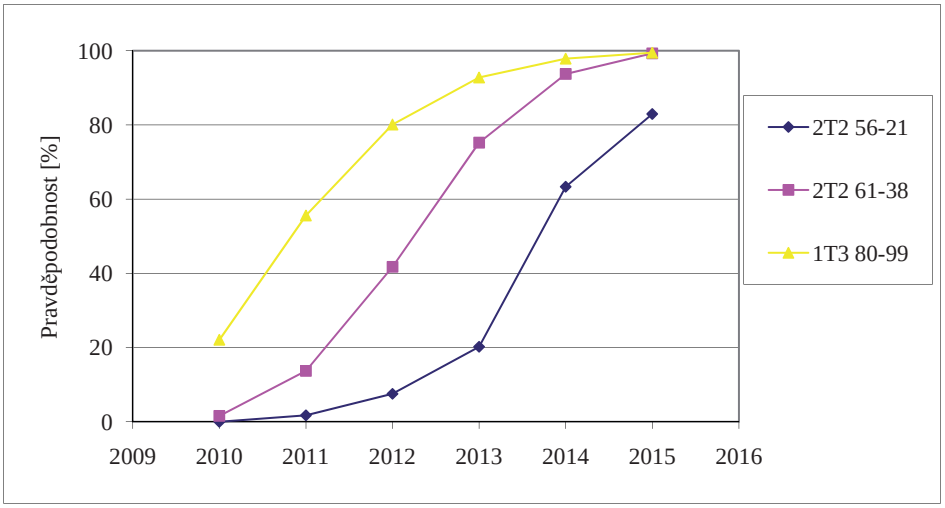
Má-li tedy náhodná veličina X, která představuje dobu do poruchy (bezporuchovost) Weibullovo rozdělení, platí $X\rightarrow W(\eta, \beta)$. Za podmínek $t > 0$, $\beta > 0$, $\eta > 0$ potom počítáme distribuční funkci pravděpodobnosti poruchy v čase t podle rovnice (2):

$$F(t)=1-e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}} \tag{2}$$

Výsledky výpočtu hodnot pravděpodobnosti (pro názornost převedeny vynásobením 100 na procenta) jsou pro vybraná vozidla uvedeny v Tabulce 8 a vyneseny do grafu na Obrázku 4. Jsou počítány pro časové rozmezí 6 let, jelikož orientační doba životnosti požární techniky skupiny CAS [8] vyrobené po roce 2000 je doporučena dle [7] na 10 let, bude tedy v uvedeném časovém horizontu dosažena i u nejmladšího vozidla na stanici Hlučín.

Tabulka 8: *Vypočtené hodnoty pravděpodobnosti poruch vybraných vozidel*

Hasičská stanice SPZ vozidla [rok]	**Opava 2T2 56-21**	**Hlučín 2T2 61-38**	**Havířov 1T3 80-99**
2010	0,014	1,6	22,1
2011	1,75	13,73	55,6
2012	7,55	41,76	80,12
2013	20,23	75,24	92,8
2014	63,35	93,75	97,87
2015	82,95	99,3	99,47



Obrázek 4: *Průběh hodnot pravděpodobnosti poruch vybraných vozidel*

Intenzita poruch

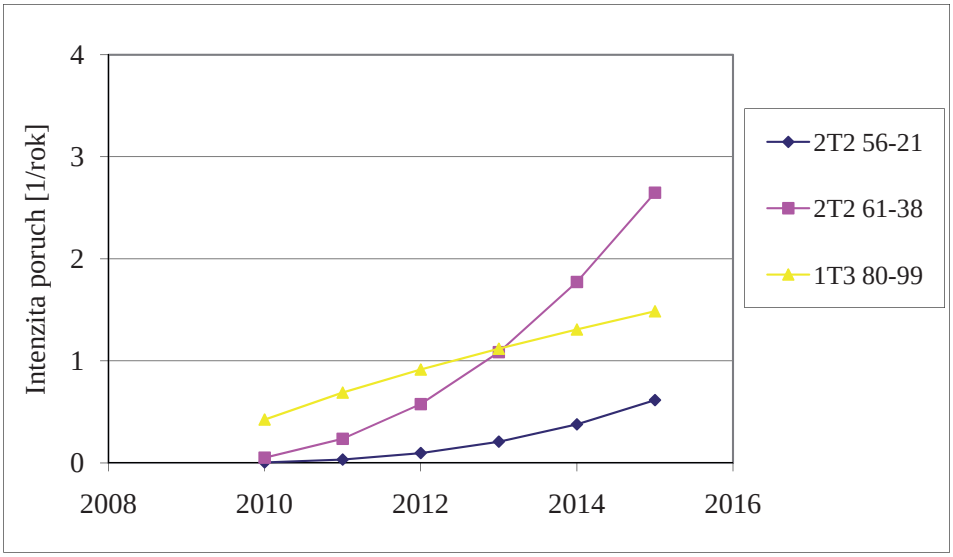
Okamžitá intenzita poruch $\lambda(t)$ dvouparametrického Weilbullova rozdělení je dána rovnicí (3):

$$\lambda(t)=\beta\cdot\frac{t^{\beta-1}}{\eta^{\beta}} \tag{3}$$

kde t je čas, ve kterém sleduji poruchy a parametry β a η jsou brány z předchozích výpočtů. Vypočtené hodnoty intenzity poruch λ pro čas t jsou shrnuty v Tabulce 9 a vyneseny do grafu na Obrázku 5. Výsledky výpočtu lze potom aplikovat na nově nakoupený zásahový požární automobil skupiny CAS na podvozku Mercedes-Benz Atego.

Tabulka 9: *Vypočtené hodnoty intenzity poruch vybraných vozidel*

Hasičská stanice SPZ vozidla [rok]	**Opava 2T2 56-21**	**Hlučín 2T2 61-38**	**Havířov 1T3 80-99**
2010	0,0050847	0,0514614	0,4245551
2011	0,0325053	0,2363398	0,6893047
2012	0,0962168	0,57652	0,9152347
2013	0,2077976	1,0854057	1,1191503
2014	0,3775838	1,7730717	1,308118
2015	0,6150868	2,6477051	1,4859686



Obrázek 5: *Předpokládaný průběh hodnot intenzity poruch vybraných vozidel*

Závěr

Při sběru potřebných informací, jsem opět došel k obdobnému závěru jako při sledování dat o opravách požární techniky na Územním odboru Ostrava, na podvozcích Dennis Rapier publikované v [9, 10], že ve vozových sešitech vybrané mobilní požární techniky nejsou všechna potřebná data uvedená. Tato skutečnost se potom může negativně projevit ve sledování a zpracování dat o poruchách. Na některých stanicích ani vozové sešity nejsou, ale byly nahrazeny počítačovými programy, do kterých se nezanesla při změně software v roce 2006 zřejmě veškerá data z vozových sešitů. Nezapisování všech oprav nastává v důsledku toho, že některé opravy menšího rozsahu (výměna poškozený stěrač, rozbité směrové světlo,

prasklá žárovka atd.) jsou řešeny během pravidelných kontrol vozidel daných dle [7] přímo na stanici a dále se už nehledí na zapisování této opravy do příslušného vozového sešitu, nebo do příslušného software.

Výsledky výpočtů z předchozích kapitol, které jsou shrnuty na Obrázku 5, ukazují na nárůst intenzity poruchy od počátku pořízení nové požární techniky výše uvedené skupiny po dobu provozu 6 let dle [7]. Jelikož parametr tvaru, který vstupuje do výpočtu, $\beta > 2$, potom je intenzita poruch $\lambda(t)$ u dvou vozidel ze tří sledovaných konvexní funkce, tedy i počet poruch zákonitě v čase poroste.

Summary

V této stati jsou shrnuty výsledky sledování provozu a poruchovosti cisternových automobilových stříkaček na podvozcích Mercedes-Benz Atego u HZS Moravskoslezského kraje.

Požární technika na těchto podvozcích je dislokována na 9 požárních stanicích.

Příspěvek se zabývá sledováním 6 vybraných vozidel obdobných technických parametrů. Shrnuje statistiku výjezdů a analýzu provozu této vybrané techniky. V závěru je uvedena stručná prognóza spolehlivosti sledované techniky. Ukazuje na nárůst intenzity poruchy od pořízení nové požární techniky po dobu jejího provozování.

There are summarized observation results of the operation and failure rate of fire fighting vehicles on Mercedes-Benz Atego chassis in the Fire and Rescue Service of Moravian-Silesian Region in this article. Fire fighting trucks on these chassis are located at 9 fire brigade stations. Six chosen vehicles with similar technic parameters were monitored. The paper includes the statistics of vehicle departures and the analysis of these chosen trucks' activity. There is a brief prediction of the monitored vehicles' reliability showed in the conclusion. The prediction refers to the increase of the failure rate during the period from the beginning of operation up to now.

Literatura

[1] JÁNOŠÍK, L.: Analýza provozu, údržby a oprav vybrané mobilní techniky na ÚO Ostrava. In *VĚDA A KRIZOVÉ SITUACE 2009*. Sborník přednášek. Konference mladých vědeckých pracovníků. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita Liberec, 2009. 93 s. ISBN: 978-80-7372-528-0. s. 53-60.

[2] Statistická činnost hasičského záchranného sboru na území Moravskoslezského kraje [online]. Ostrava: HZS Moravskoslezského kraje, 2010 [cit. 2010-04-30]. Dostupné z WWW: <http://www.hzsmsk.cz/index.php?a=cat.91>.

[3] PIKA, M.: *Provozní spolehlivost hasících automobilů na podvozcích Mercedes-Benz Atego u jednotek HZS Moravskoslezského kraje*. Bakalářské práce, Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 2010. Vedoucí práce Ing. Ladislav Jánošík. 48 s.

[4] ČSN EN 60 050-191. Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 191: Spolehlivost a jakost služby. Praha: Český normalizační institut, 1999, 12 s.

[5] StatPoint Technologies, Inc., Warrenton, Virginia, USA [online]. 2010 [cit. 2010-02-15]. Dostupné z WWW: <http://www.statgraphics.com/downloads_XV.htm>.

[6] ČSN EN 61649. Weibullova analýza. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a statní zkušebnictví, 2009, 65 s.

[7] Pokyn č. 9 generálního ředitele HZS ČR a náměstka MV ze dne 13.3.2006, kterým se vydává Řád strojní služby Hasičského záchranného sboru České republiky.

[8] ČSN EN 1846-1. Požární automobily - Část 1: Terminologie a označení. Praha: Český normalizační institut, 1999, 12 s.

[9] ADAMČÍK, P.; JÁNOŠÍK, L.; MONOŠI, M.: Spolehlivost prvosledové mobilní požární techniky u HZS Moravskoslezského kraje. In *Opotřebení, spolehlivost, diagnostika 2009*, 1. vyd. Brno: Univerzita Obrany, 2009. s. 11-16.

[10] ADAMČÍK, P.; JÁNOŠÍK, L.; MONOŠI, M.: Analýza provozu, údržby a oprav prvosledové mobilní požární techniky na HZS MSK. In *LOGVD 2009 Dopravná logistika a krízové situácie*, 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2009. s. 7-14.

[11] RCS Kladno, s.r.o., Kladno [online]. 2001 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: http://www.rcs-kladno.net.