Analýza provozní rychlosti dopravního proudu v extravilánu

Publikováno: 31. 5. 2017
CDV

Úvod do problematiky

Při budování dopravní infrastruktury se řídíme požadavky, které má komunikace v budoucnu plnit. Každé jednotlivé spojení je dané objemem přepravy a zajištěním požadované rychlosti (předpokládá se návrhová). Na již vybudované dopravní infrastruktuře naopak sledujeme charakteristiky vycházející z běžného provozu, tedy intenzitu a rychlost, popřípadě cestovní čas. Ty mají přímý vliv na návrh úprav pozemních komunikací (PK) a volbu geometrických návrhových prvků (viz ČSN 73 6100-1[01]) používaných při úpravách komunikací. Rychlost se také používá při výpočtu kapacity neřízených úrovňových křižovatek dle TP 188 [04].

Druhy rychlostí

V dopravním inženýrství existuje mnoho pojmů rychlosti. Kupříkladu **dovolená rychlost** (viz ČSN 73 6100-2 [02]), která představuje nejvyšší rychlost na úseku stanovenou zákonem č. 361/2000 Sb. [06] nebo místní či přechodnou úpravou provozu na PK, je často zaměňována s **povolenou rychlosti** (viz ČSN 73 6100-2 [02]), která představuje nejvyšší rychlost vozidla danou jeho konstrukčními vlastnostmi.

Okamžitá rychlost (viz ČSN 73 6100-2 [02]) je charakteristická určitému vozidlu právě v jednom určitém okamžiku (čase). Z ní vychází **střední profilová rychlost** (viz ČSN 73 6100-2 [02]), která je dána průměrem měřených okamžitých rychlostí vozidel, která projela daným profilem za určité období (hodinu, den aj.). Dle normy existuje i **střední okamžitá rychlost** (viz ČSN 73 6100-2 [02]), která je také průměrem okamžitých rychlostí vozidel, která se v určitém okamžiku nacházejí na daném úseku komunikace. Nutné je tedy měření na více místech.

Zcela zásadní je **návrhová rychlost** (viz ČSN 73 6100-1 [01]), která je určena pro stanovení limitních hodnot návrhových prvků PK. Používá se při navrhování nových tras komunikací. Pokud se jedná o úpravy stávajících komunikací, tak se předpokládá, že na nich již provoz existuje. Tzn., že je vhodné nejdříve zjistit, jakou rychlostí se vozidla na profilu/úseku již pohybují a potom provést návrh úprav. **Směrodatná rychlost** (viz ČSN 73 6101 [03]) je očekávaná rychlost, kterou se na PK budou pohybovat právě osobní vozidla. Je umožněna dopravně-technickým stavem určitého úseku silnice nebo dálnice, kterou nepřekračuje 85 % jinak neomezených řidičů na mokré vozovce. Jedná se tedy o hodnotu 85. percentilu (viz následující kapitola) za určitých provozních podmínek, které popisují ovlivnění řidiče a stav vozovky. Další definice směrodatné rychlosti uvedená v ČSN 73 6100-2 [02] neomezuje stanovení směrodatné rychlosti jen na dálnice a silnice, ale na všechny PK.

Pro účely matematické statistiky se běžně využívá **rychlost V85** (viz ČSN 73 6100-2 [02]). Jedná se o statistickou charakteristiku dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost, kterou nepřekračuje 85 % vozidel (z celkového počtu vozidel jede 85 % z nich touto nebo nižší rychlostí) v daném místě za daný časový úsek bez dalších omezení. Využití V85 se předpokládá pro výpočet kapacity neřízené křižovatky dle postupu uvedeného v kapitole 7.2.3. TP 188 [04]

V zahraničních předpisech taktéž rozlišují několik druhů rychlostí. V americkém Highway capacity manual (HCM 2010 viz [09]) je mimo okamžité rychlosti definována průměrná cestovní rychlost (Average travel speed), která je stejná jako rychlost mezer v dopravním proudu (Space mean speed).

Střední profilová rychlost (Time mean speed, nebo Average spot speed), která představuje průměr rychlostí vozidel na profilu PK. Průměrná jízdní rychlost (Average running speed) je vyjádřena poměrem délky úseku a jízdní doby vozidel. Velmi zajímavá je **rychlost neovlivněných vozidel** (Free-flow speed), **která představuje průměrnou hodnotu rychlosti vozidel měřených na daném úseku za podmínky nízkého dopravního zatížení,** kdy si řidiči volí rychlost dle svého vlastního uvážení a kdy nejsou rušeni jinými vozidly, dopravními omezeními či nástroji řízení dopravy (světelné signály, okružní křižovatka aj.). Zahraniční literatura (viz [13], [14], [15]) potvrzuje možné využití 85. percentilu rychlosti jako hodnoty blízké dovolené rychlosti. Australský předpis Manual of uniform traffic control devices (AS1742.1 z roku 2013 viz [16]) **definuje 85. percentil rychlosti, jako rychlost na profilu, kterou nepřekročí 85 % vozidel za podmínek volného** (neovlivněného) **dopravního proudu.** Takto stanovenou rychlost označují provozní rychlostí a doporučují nastavení limitu dovolené rychlosti dle této hodnoty.

Analýza dat z automatických sčítačů dopravy

Pro analýzu rychlosti dopravního proudu je zásadní reprezentativní vzorek dat. Je vhodné pořídit kontinuální záznam provozu v daném období. Takto provedený monitoring vyžaduje souvislý dohled, který lze uskutečnit pouze díky automatizaci, kterou nám poskytují automatické sčítače dopravy (ASD). Právě proto jsme v tomto výzkumu využili Radar Sierzega SR4, který zaznamenal průjezd každého vozidla s rozlišením směru, kategorie vozidla, profilové okamžité rychlosti, časové mezery a odstupy vozidel. Měření probíhalo na deseti extravilánových úsecích silnic I. třídy s podobnými parametry (obousměrná dvoupruhová komunikace se stejnou šířkou jízdního pruhu, přímý úsek, stejný limit dovolené rychlosti, průměrné zatížení jednoho jízdního pruhu 7000 voz/den).

Předmětem výzkumu byla právě rychlost, která je jednou ze základních fyzikálních veličin. Jako charakteristika pohybu nám udává změnu polohy tělesa v čase. U dopravního proudu se z pohledu statistiky jedná o spojitou náhodnou veličinu, u které se předpokládá normální rozdělení [18] (viz obr. 01). Její výskyt v souboru dat je čistě náhodný a přirozeně se pohybuje kolem střední hodnoty . Lze předpokládat, že cílem analýzy rychlosti vozidel je hodnota, která charakterizuje pohyb vozidel v daném směru a časovém intervalu na předmětném úseku. Ne všechny nástroje matematické statistiky jsou však k tomuto cíli správně využívány.

obr. 01.Model normálního rozdělení pravděpodobnosti měřené charakteristiky: rychlost vozidel

Kvantil je pojem z matematické statistiky. Představuje čísla, která dělí soubor vzestupně seřazených měřených hodnot (rychlosti vozidel) na několik zhruba stejně velkých částí. **Medián** je prostřední hodnota souboru, která ho rozděluje na dvě stejně velké části (50 % nad a 50 % pod tuto hodnotu). Výhodou mediánu je, že na rozdíl od aritmetického průměru (střední hodnoty) není zatížen vlivem extrémních hodnot. Pokud v souboru měřených rychlostí vozidel máme například hodnoty 78; 79; 78; 77; 120 (km/h) tak medián vychází na hodnotu 78 km/h a průměr vychází na hodnotu 86,4 km/h. Právě proto je vhodnější využívat kvantily (percentily), které nezkreslují informaci o hledané hodnotě rychlosti.

Identifikace prahové hodnoty ovlivnění řidičů

Důležitým hlediskem při hledání rychlosti dopravního proudu je naplnění předpokladu, že hledáme právě tu hodnotu rychlosti, kterou si řidiči volí ze své vlastní vůle. Jedná se tedy o **rychlost vozidel neovlivněných řidičů**. Jedná se o takou rychlost, kterou řidiči volí bez vlivu ostatních vozidel. Za ovlivňující faktory se nepovažuje vedení trasy, stav povrchu PK a technický stav vozidla.

Z různých psycho-fyzikálních modelů (Wiedemann, Gipps, Fritzche viz [12]) lze odvodit, že ovlivnění

nastává ve chvíli, kdy řidič na nějakou vzdálenost rozpozná předchozí objekt (vozidlo). Při dosažení této vzdálenosti (prahové hodnoty) začíná řidič analyzovat situaci, ale již v tuto chvíli je stimulován (ovlivněn). Následuje jeho reakce, která má za následek změnu rychlosti vozidla. Dojde k přiblížení obou vozidel, a pokud je to možné, řidič následujícího vozidla zahájí předjíždění nebo vstupuje do fáze následování. Může dojít i ke kritickému brzdění. Z tohoto vyplývá, že ovlivnění závisí zřejmě na subjektivní reakci řidiče a vzdálenosti mezi vozidly. Tuto mezeru je možné číselně vyjádřit. Za předpokladu toho, že se mezera spolu s vozidly pohybuje a neustále mění, je nutné brát ohled na metody a technické možnosti monitoringu dopravního proudu. Námi použitá ASD jednotka radar Sierzega SR4 měří mezeru v časových jednotkách [s] (čas mezi zadní částí předchozího vozidla a přední částí následujícího vozidla).

Identifikace prahové hodnoty mezery [s] ovlivnění řidičů vyplývá ze vztahu rozdílu rychlosti všech po sobě jedoucích vozidel a hodnoty jejich sdílené časové mezery . Jedná se především o po sobě jedoucí vozidla, nikoliv pouze následující, která již překročila prahovou hodnotu mezery pro následování (ti tvoří pouze část dat ze vzorku).

Na obr. 02 je zobrazen vztah mezi absolutním rozdílem rychlostí po sobě jedoucích vozidel v rámci jednotlivých intervalů mezer . Jedná se o průměrné hodnoty | | v intervalu z deseti lokalit silnic I. třídy v extravilánu. Počáteční hodnota uzavřeného intervalu z levé strany byla nastavena na m = 0 s a konečná na n = m + k (krok k = 1 s). Z obr. 02 vyplývá, že s rostoucí hodnotou mezery roste i hodnota rozdílu rychlosti až do prahové hodnoty . Po jejím překročení následuje zlom a mírné ustálení .

Tuto prahovou hodnotu , lze identifikovat pomocí průsečíku dvou proložených přímek. První přímka reprezentuje vozidla, která před sebou měla mezeru menší nebo rovnu prahové hodnotě [s]. Čím je mezera mezi vozidly menší, tím je jejich rychlost podobnější (se blíží 0). Jedná se tedy o skupinu ovlivněných řidičů vozidel. Druhá přímka reprezentuje vozidla, která před sebou měla mezeru větší jak prahovou hodnotu [s]. Řidiči následujících s větší hodnotou mezery si mohou volit rychlost nezávisle na předchozím , tedy dle vlastní vůle. Jedná se o skupinu neovlivněných řidičů vozidel. To potvrzují i hodnoty rozptylu, které v části druhé přímky nabývají různých hodnot, jelikož v této části jsou hodnoty rychlostí různé (volené nezávisle na předchozích vozidlech). Taktéž průběh směrodatné odchylky roste až do prahové hodnoty a potom zůstává až na výjimky konstantní.

obr. 02.Prahová hodnota ovlivnění řidičů dle průměrného rozdílu rychlosti po sobě jedoucích vozidel

Na obr. 02 je zobrazeno deset prahových hodnot ovlivnění identifikovaných na deseti extravilánových lokalitách silnice I. třídy s podobným dopravním zatížením a parametry. Hodnoty jsou stanoveny z 24-hodinového průzkumu, který obsáhl průjezd cca 70 681 vozidel. Prahová hodnota mezery vychází dle změny rozdílu rychlostí po sobě jedoucích vozidel ve všech deseti případech rozdílně. Nachází se v intervalu [s]. Průměrná prahová hodnota pro ovlivnění vychází na 7,1 s (viz červená řada bodů na

obr. 03). Je logické, že je zde tedy ještě jiný vliv než (např.: vliv kognitivních schopností řidiče aj.). V tomto článku není dále řešen.

obr. 03.Prahová hodnota ovlivnění řidičů dle průběhu a z deseti lokalit silnice I. třídy

Dalším úhlem pohledu je právě hledaná hodnota provozní rychlosti , která je stanovena jako 85. percentil rychlosti vozidel neovlivněných řidičů. V případě se jedná o 85. percentil rychlosti všech vozidel ze vzorku. S postupným zvyšováním hodnoty sekund se zvyšuje hodnota 85. percentilu rychlosti vozidel, které před sebou měla mezeru větší jak hodnota (vzorek je omezen dle podmínky . Průměrnou hodnotu z deseti lokalit zobrazuje řada modrých bodů na obr. 03. Tento průběh provozní rychlosti má v první části rostoucí trend až do prahové hodnoty . Po jejím překonání dochází ke změně trendu. Dochází k ustálení průměrné hodnoty 85. percentilů z 10 lokalit s nahodilým nárůstem cca o 1 km/h u mezer větších jak 10 sekund. Což odpovídá volnému dopravnímu proudu. Pokud zobrazíme průběh provozní rychlosti pomocí mediánu z deseti měřených lokalit (zelená řada bodů na obr. 03), tak získáme podobnou prahovou hodnotu ovlivnění jako když ji vyjádříme z průměrných hodnot. V tomto případě vychází v druhé částí téměř jeho konstantní průběh. Existence rostoucího trendu však není vyloučena. Prahová hodnota ovlivnění řidičů pro stanovení provozní rychlosti vozidel vychází přibližně na hodnotu s.

Australská společnost MetroCount v roce 2014 uskutečnila studii [17], kde identifikovala obdobnou prahovou hodnotu ovlivnění s. Dle jejich studie řidiči vozidel, která mají před sebou mezeru s, jsou ovlivněni a automaticky vyřazeni z analýzy 85. percentilu rychlosti .

Pro stanovení prahové hodnoty ovlivnění řidičů vozidel je také možné využít korelační koeficient (postup viz [07]), který popisuje míru lineární závislosti mezi dvěma veličinami (v našem případě rychlost předchozího a následujícího vozidla). Čím vyšší je hodnota korelačního koeficientu (max. = 1), tím vyšší je lineární závislost mezi zkoumanými veličinami. Hodnota korelačního koeficientu se snižuje v závislosti na hodnotě mezery (tzn. čím větší hodnota mezery , tím menší ovlivnění řidiče následujícího vozidla). Prahová hodnota ovlivnění stanovená na základě korelačního koeficientu se pro jednotlivé lokality pohybuje v intervalu s. Průměrná hodnota ze všech lokalit byla stanovena na 8,6 s.

Prahovou hodnotu pro ovlivnění řidiče následujícího vozidla jsme v tuto chvíli stanovili na 7,1 s (z průzkumu na silnici I. třídě v extravilánu). Tato hodnota vychází z průměrného rozdílu rychlostí po sobě jedoucích vozidel v závislosti na hodnotě mezery před následujícím vozidlem. **Stanovení provozní rychlosti je však nezbytné provádět dle 85. percentilu rychlostí právě těch vozidel, která před sebou měla mezeru větší jak 4,3 [s].** Prahová hodnota ovlivnění má vliv na velikost zkoumaného vzorku dat. Když přihlédneme k průběhu provozní rychlostí (viz obr. 03), tak můžeme konstatovat, že je stejný nebo alespoň podobný již od prahové hodnoty s. Hodnota pro jednotlivé lokality je ve srovnání s shodná, nebo nižší maximálně o 1 km/h. Výhodou této nižší prahové hodnoty je větší počet vozidel (hodnot rychlostí) splňujících podmínku prahové hodnoty ve vzorku.

Omezení velikosti vzorku je dalším faktorem při analýze rychlosti dopravního proudu. Pokud uvažujeme provozní rychlost, tedy 85. percentil rychlosti vozidel neovlivněných řidičů, tak dochází ke

snížení počtu vozidel ve vzorku. Na obr. 04 je zobrazen příklad srovnání histogramů okamžitých profilových rychlostí v intravilánu (obec Tuřany) a na obr. 05 v extravilánu (na silnici I/55, u obce Napajedla).

obr. 04.Histogram rychlosti v intravilánu

obr. 05.Histogram rychlosti v extravilánu

Při použití prahové hodnoty ovlivnění , dojde k odstranění vozidel ze vzorku, která náleží první části ze závislosti změny rychlosti a mezery (viz obr. 03). V intravilánu bylo 67 % neovlivněných vozidel, v extravilánu 44 %. Výstupem jsou charakteristiky normálního pravděpodobnostního rozdělení střední (průměrné) profilové rychlosti ovlivněných vozidel (intravilán , extravilán). Hodnota provozní rychlosti odpovídá pro intravilán = 48 km/h a pro extravilán = 91 km/h ze zkoumaného vzorku. Hodnoty jsou podobné dovolené rychlosti 50 a 90 km/h a jsou vyšší jak hodnoty střední (průměrné) profilové rychlosti.

Srovnání různých druhů rychlosti na jedné lokalitě silnice I. třídy v extravilánu

Na následujícím obr. 06 je zobrazen průběh analyzovaných rychlostí z jedné lokality v průběhu jednoho běžného pracovního dne (modré sloupce), bez ohledu na skladbu dopravního proudu (celkem 8330 voz/den). Červené sloupce představují počet vozidel, u kterých byla zaznamenána mezera > 4,3 s (celkem 3539 voz/den). Pouze 43 % řidičů vozidel za den je možné klasifikovat jako neovlivněných. Dále je nutné, si uvědomit, že podíl neovlivněných řidičů souvisí i s intenzitou.

obr. 06.Druhy rychlosti dle intenzity – jedna lokalita: silnice I. třídy, extravilán

Střední (průměrná) profilová rychlost všech vozidel za celý den byla vypočtena na této lokalitě na hodnotu 79 km/h. Hodnota střední (průměrné) profilové rychlosti vozidel, které před sebou měla mezeru > 4,3 [s], vychází na 81 km/h. Střední (průměrná) profilová rychlost neovlivněných vozidel je

tedy vyšší.

Jak již bylo zmíněno v příkladu výše. Průměrné hodnoty se pohybují kolem prostředních hodnot (mediánu). Jsou však ovlivněny extrémy (pomalu nebo rychle se pohybující vozidlo) vyskytujícími se ve vzorku. Jejich použití může vést ke zkreslení vypovídající hodnoty rychlosti a dále pak k nevhodnému návrhu úpravy organizace dopravy. Proto je vhodné se na analýzu rychlosti podívat nejen z pohledu matematické statistiky ale také logiky dopravního-inženýrství. To znamená odstranit ze vzorku ta vozidla, jejichž řidiči jsou ovlivněni okolním provozem. Z výše uvedeného lze odvodit definici **provozní rychlosti, kterou představuje hodnota 85. percentilu vozidel, jejichž řidiči nedosáhli prahové hodnoty pro ovlivnění.** 85. percentil rychlosti vychází pro všechna vozidla = 88 km/h, pro ovlivněná vozidla na hodnotu = 85 km/h a pro neovlivněná vozidla = 91 km/h. Z toho vyplývá, že **neovlivněná vozidla jezdí nejvyšší rychlostí**, která jen o něco málo přesahuje hodnotu dovolené rychlosti na úseku (90 km/h). U této skupiny vozidel (řidičů) **lze potvrdit, že si volí provozní rychlost na základě vlastní vůle za reálného provozu.**

Závěr

Ovlivnění řidiči jsou obvykle ve vozidlech, která následují vozidla předchozí (kolona) nebo jsou ovlivněni řízením dopravy (SSZ aj.). Z námi provedené analýzy vyplývá, že prahová hodnota pro ovlivnění řidiče vozidlem předchozím je 7,1 s (na silnicích I. třídy). Z toho vyplývá, že řidiči vozidel, která před sebou mají mezeru s, jsou nuceni svoji rychlost přizpůsobit dle rychlosti vozidla předchozího.

Pro stanovení rychlosti dopravního proudu předmětného úseku/profilu je tedy nezbytné vyházet z hodnoty provozní rychlosti, kterou si volí 85 % neovlivněných řidičů. Nutné je však přihlédnout k prahové hodnotě ovlivnění, která zároveň umožní analyzovat největší část vzorku (vozidel) a tou je . V případě použití prahové hodnoty s by ze vzorku bylo odstraněno zbytečně mnoho vozidel, jejichž 85. percentil rychlosti je téměř shodný jako . Výsledná hodnota provozní rychlosti by měla odpovídat hodnotě dovolené rychlosti, pokud konkrétní místo nevyžaduje zvláštní opatření (škola, nebezpečné místo). To nasvědčuje tomu, že velká většina řidičů (tedy 85 %) je zodpovědných a obezřetných, nechtějí mít nehodu a zároveň chtějí dorazit do cíle v co nejkratším čase. Tedy dodržují zákonem stanovenou dovolenou rychlost.

Při dopravních průzkumech, které slouží jako podklad pro další plánovaní úprav v dané lokalitě/úseku, se často jako nepřímý ukazatel bezpečnosti (NUB) stanovuje střední (průměrná) rychlost vozidel. Na základě této práce lze říci, že střední rychlost a dokonce ani není plně vypovídající ukazatel, který by dostatečně vystihoval situaci na lokalitě/úseku. Teprve stanovení provozní rychlosti neovlivněných vozidel (na základě omezení pomocí prahové hodnoty) nejlépe popíše reálný stav chování řidičů na lokalitě/úseku.

Další analýza bude zaměřena na podíl ovlivňujících vozidel s ohledem na jejich kategorii. Kupříkladu pokud na úseku/profilu ovlivňuje dopravní proud právě těžká nákladní doprava (TNV), tak je na místě situaci řešit. Obzvláště tehdy, když se tento jev pravidelně opakuje.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu Národní program udržitelnosti I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610) a na výzkumné infrastruktuře pořízené z Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).

Literatura, reference

1. *ČSN 73 6100-1 Názvosloví pozemních komunikací: Základní názvosloví, Český normalizační institut, 10/2008, ČSN 73 6100:2008/Z1 (červenec 2011)*
2. *ČSN 73 6100-2 Názvosloví pozemních komunikací: projektování pozemních komunikací, Český normalizační institut, 10/2008*
3. *ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic, říjen 2004, Český normalizační institut, 2004; ČSN 73 6101: 2004/Oprava 1 (květen 2005); ČSN 73 6101:2004/Z1 (leden 2009), ČSN 73 6101:2004/Z2 (duben 2013),*
4. *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovňových křižovatek; EDIP s.r.o.; (2007); Technické podmínky; Schváleno MD – OI čj. 1085/07-910-IPK/1 ze dne 5. 12. 2007, s účinností od 1. 1. 2008; ISBN 978-80-902527-6-9*
5. *J. d. D. Ortúzar a L. G. Willumsen, Modelling transport 4th Edition, Chichester: Wiley, 2011, ISBN 9780470760390*
6. *Zákon č. 361/2000 Sb., zákon o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.*
7. Ambros J., Kysely M., Free-flow vs car-following speeds: does the difference matter? *Advances in Transportation Studies, 2016, no. 40, p. 17-26.*
8. *Speed Zoning Information, Institute of Transportation Engineers, March/2004, Retrieved 2009-09-17.*
9. *Highway capacity manual (HCM 2010), Transportation research board of the national academies (TRB), ISBN 978-0-309-16077-3*
10. *Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, (HBS 2015), FGSV Verlag GmbH, ISBN 978-3-86446-103-3*
11. *Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA08), FGSV 202, Ausgabe 2008, FGSV-Verlag, Köln*
12. *Olstam janson J., Tapani A., Comparison of Car-following models, VTI meddelande 960A – 2004, Swedish National Road and Transport Research Institute, project code: 40503 and 40485*
13. *Martin R. Parker. "Comparison of Speed Zoning Procedures and their Effectiveness: Final Report." Michigan Department of Transportation - Traffic and Safety Division, 1992 September, p. vii.*
14. *Ian B. Greenwood. Traffic and Safety Policy Sub-Committee on Speed Cameras. Impact of Speed Cameras. April 1992, p. 2.*
15. *Davey L. Warren. "Speed Zoning and Control." Chapter in Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements, Volume 2, (1982 December), p. 17-7.*
16. *Manual of uniform traffic control devices, (AS 1742.1:2014), Australian Standard, Sydney, NSW 2001, Australia, ISBN 978-1-74342-801-6*
17. *85thPercentile Speed – Ivestigazing Modern Use, june/2014, MetroCount (Australia), web: www.metrocount.com*
18. *Meloun M., Militký J., Kompendium statistického zpracování, Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinium 2012, ISBN 978-80-246-2196-8*