

POSOUZENÍ VÝVOJE RYCHLOSTI ZA INFORMATIVNÍ TABULÍ NA ULICI ŽELATOVSKÁ V PŘEROVĚ

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF SPEED BEHIND SPEED RADAR SIGN ON THE STREET ŽELATOVSKÁ IN PŘEROV

Martin Lindovský¹

Anotace: Tento článek se zabývá zjištěním, jak řidiči reagují na informativní tabule z pohledu změny rychlosti. Měření se provedlo na stacionární informativní tabuli. Toto zařízení je instalováno na ulici Želatovská v Přerově.

Klíčová slova: Informativní tabule, měření rychlosti, zklidňování dopravy

Summary: This paper deals with find out, how drivers are reacting on radar speed sign in terms of speed changes. Measurements were carried out on the stationary radar speed sign. This device is installed on the street Želatovská in Přerov.

Key words: Radar speed sign, speed measurement, safety of transport

ÚVOD

Pro prvky zklidňování dopravy, mezi které patří také informativní tabule, je důležité znát jejich vliv na řidiče. Pokud budeme znát, jak prvky zklidňování dopravy ovlivňují řidiče, napomůže to k lepšímu využívání těchto prvků.

U informativních tabulí, které se umísťují před místo, kde se chce docílit zklidnění dopravy, je třeba zjistit změnu rychlosti za informativní tabulí. Změna rychlosti může být buď zvyšující se, snižující se nebo se nepotvrdí. Jelikož nebylo možné použít kontrolní radar umožňující kontinuální měření rychlosti, přistoupilo se k měření rychlosti ve vzdálenosti 50 a 150 metrů od informativní tabule. Dvě měření napomohou k lepšímu nadhledu na vývoj rychlosti.

Měření se provedlo za spolupráce příslušníků dopravního inspektorátu Přerov. K měření rychlosti za informativní tabuli se použil silniční rychloměr MicroDigiCam, pracující na laserově principu. Posouzení vývoje rychlosti bylo provedeno na ulici Želatovská v Přerově.

1. POPIS MĚŘENÉ LOKALITY

Ulice Želatovská se nachází v okresním městě Přerov, které má přes 46 360 obyvatel (1). Tato ulice je silnicí II. třídy č. 150, která spojuje Přerov s Bystřicí pod Hostýnem. Měřený úsek byl na části silnice, která procházela již městskou zástavbou. Ve vybraném úseku je tedy maximální povolená rychlost 50 km/h. Podle sčítání dopravy v roce 2010 projelo tímto

¹ Ing. Martin Lindovský, Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 17. Listopadu 15, 708 00 Ostrava – Poruba, Tel.: +420 597 324 575, E-mail: martin.lindovsky.st@vsb.cz

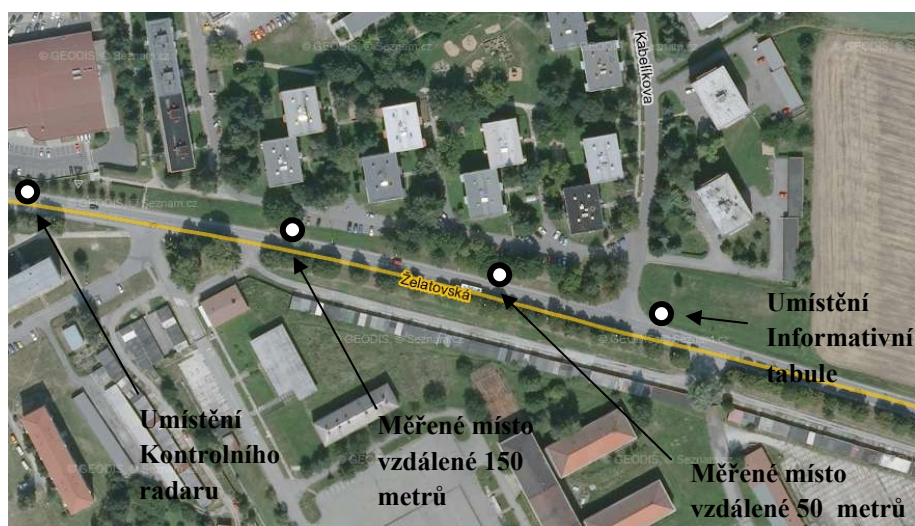
úsekem 7 950 vozidel za 24 hodin. (2) Silnice se je tedy frekventovaná. Na Obr. 1 je uvedena mapa ulice Želatovské v Přerově.



Zdroj: (3)

Obr. 1 – mapa ulice Želatovské v Přerově

Silnice se v úseku měření mírně svažuje a mírně zatačí. Na silnici je vodorovné značení, které směrově odděluje dva jízdní pruhy. Měřený úsek je v zastavěné oblasti. Dále se v blízkosti měření nachází obchodní centrum. Od bytové zástavby je oddělena travnatou plochou a stromořadím. Na tomto úseku proběhla dvě měření a to v přibližné vzdálenosti 50 metrů a 150 metrů od informativní tabule. Na Obr. 2 je letecký pohled na měřenou lokalitu na ulici Želatovská Přerov.



Zdroj: (3), upraveno

Obr. 2 – Letecký pohled na měřenou lokalitu na ulici Želatovské v Přerově s vyznačením jednotlivých pozic měření

Poloha informativního radaru je přibližně 80 metrů za dopravní značkou IC 12a Obec ve směru od Bystřice pod Hostýnem. Je umístěna před zástavbou a křižovatkou s ulicí

Kabelíkova, která slouží jako obslužná komunikace pro blízké panelové domy. Poloha informativní tabule je na Obr. 3.



Zdroj: autor

Obr. 3 - Poloha informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově

V měřeném úseku se nacházelo ještě několik křižovatek. Všechny se ovšem nacházejí v opačném směru, než probíhalo měření a řidiči přijíždějící od Bystřice pod Hostýnem tyto křižovatky nebyly řidiči v době měření ve velké míře využívány. Kontrolní radar byl umístěn cca 300 metrů od informativní tabule, vedle obchodního centra. Pohled na měřený úsek na ulici Želatovská v Přerově je na Obr. 4.



Zdroj: autor

Obr. 4 - Pohled na měřený úsek od kontrolního radaru na ulici Želatovské v Přerově

2. PROVEDENÉ MĚŘENÍ NA ULICI ŽELATOVSKÁ V PŘEROVĚ

V Přerově se měřilo na ulici Želatovská. Na ulici jsou vyhovující podmínky pro měření na 50. metrové vzdálenosti a také na 150. metrové vzdálenosti. Pro vyhovující podmínky se zde provedla měření v obou vzdálenostech. Na ulici je vysoká intenzita, proto také nebyl problém s naměřením potřebného počtu údajů.

V době měření bylo zataženo pod mrakem. Silnice byla mokrá, bez kaluží. Teplota se pohybovala okolo 15 °C.

Měření probíhalo v úterý 11.10. 2011 od 7:39 do 8:11 na 150 metrové vzdálenosti od informativní tabule a od 8:14 do 9:08 na místě vzdáleném 50 metrů od informativní tabule. Maximální povolená rychlost v úseku měření je 50 km/h.

2.1 Postup měření

Pro kontrolu rychlosti v uvedených vzdálenosti byl použit měřič rychlosti MicroDigiCam obsluhovaný příslušníky Dopravního inspektorátu Policie ČR. Vždy se měřila rychlost na informativní tabuli a kontrolním radarem zároveň. Měření se provedlo dvakrát a to ve vzdálenosti 50 a 150 metrů.

Při ověření rychlosti v 50 metrové vzdálenosti bylo naměřeno na informativní tabuli 152 automobilů a na kontrolním radaru 151 automobilů. Při měření v 150 metrové vzdálenosti bylo na informativní tabuli změřeno 153 automobilů a kontrolním radarem 152 automobilů. Celkem tak byl a shromážděn soubor dat o velikosti 608 naměřených dat.

2.2 Výsledky měření

Jelikož nebylo možné přesně přiřadit rychlost vozidla změřené informativní tabulí a rychlost vozidel změřené kontrolním radarem se pro grafické porovnání rychlosti provede porovnáním průměrné rychlosti za pět minut. Poté se přistoupí ke statistickému testování rychlosti, které má na základě statistické významnosti určit, zda dojde ke snížení, zvýšení rychlosti nebo nedojde ke změně rychlosti za informativní tabulí. U statistického testování se použijí všechny naměřené hodnoty. Výsledek statistického testu tak nebude ovlivněn chybou zprůměrováním rychlosti za 5 minut.

2.2.1 Výsledky měření na ulici Želatovská v Přerově

Výsledky průměrné rychlosti za 5 minut a intenzity z informativní tabule při měření na vzdálenosti 50 metrů jsou v Tab. 1.

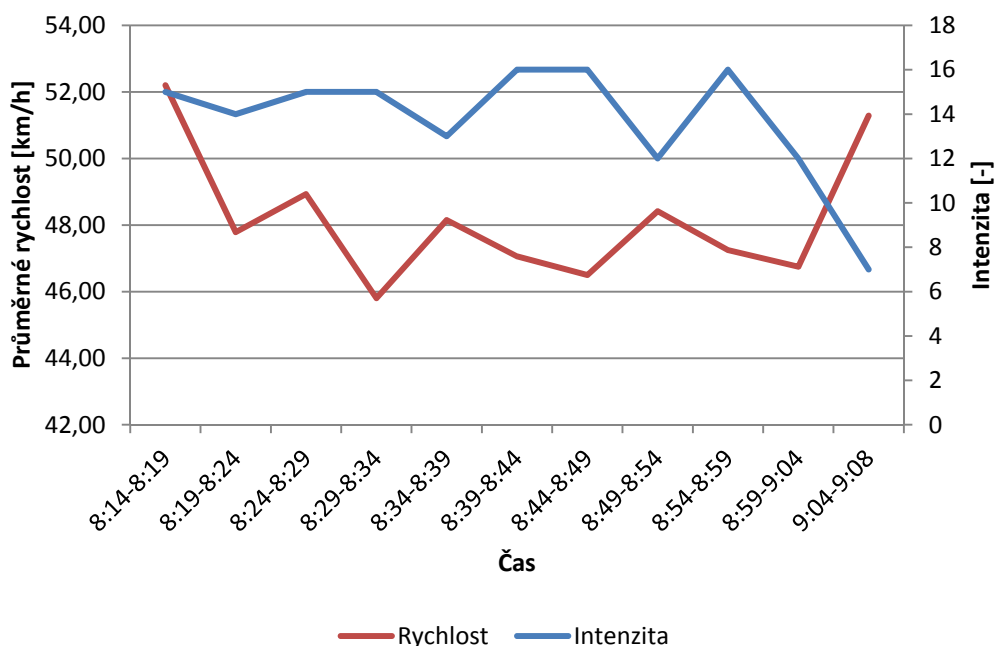
Tab. 1 – průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově

Informativní tabule 50 m		
Čas	Intenzita [-]	Průměrná rychlost [km/h]
8:14-8:19	15	52,2
8:19-8:24	14	47,79
8:24-8:29	15	48,93
8:29-8:34	15	45,8
8:34-8:39	13	48,15
8:39-8:44	16	47,06
8:44-8:49	16	46,5
8:49-8:54	12	48,42
8:54-8:59	16	47,25
8:59-9:04	12	46,75
9:04-9:08	7	51,29

Zdroj: autor

Vývoj průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativní tabuli je na Obr.

5.



Zdroj: autor

Obr. 5 - Průběh průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

V tomto případě se průměrná rychlost pohybovala pod maximální povolenou rychlostí 50 km/h. Pouze ve dvou případech průměrná rychlost za 5 minut přesáhla hranici 50-ti km/h a to max. o 2 km/h. Průměrná rychlost za dobu od 8:14 do 9:08 byla 48,03 km/h. Ovšem v průběhu měření se vyskytlo 9 případů, kdy rychlost přesáhla povolenou hranici o 10 km/h. Nejvyšší naměřená rychlost byla 71 km/h.

2.2.2 Výsledky měření z kontrolního radaru na ulici Želatovská v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů

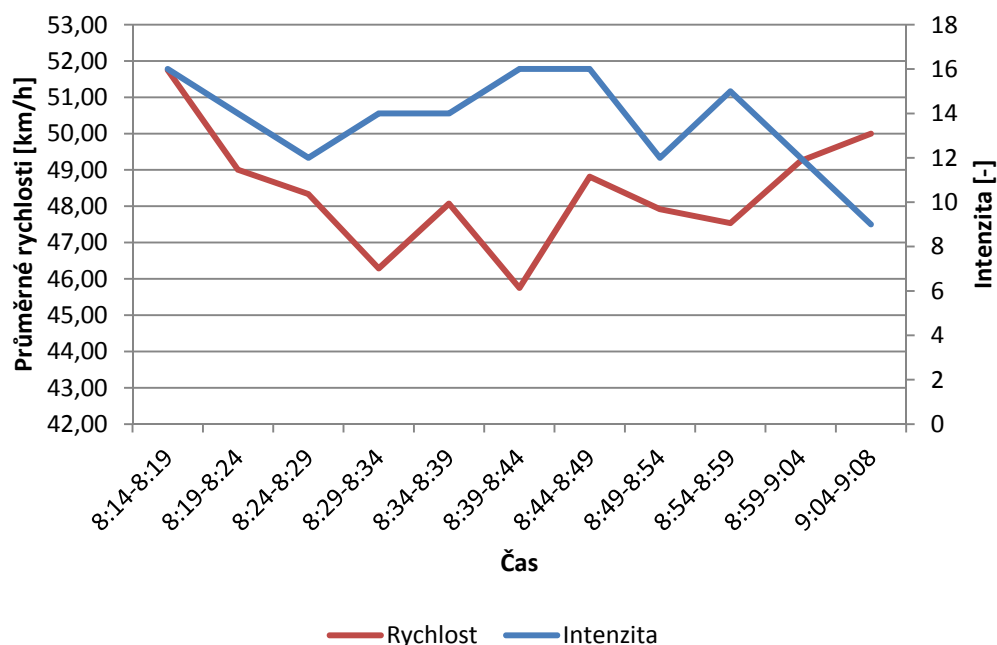
Výsledky průměrné rychlosti za 5 minut a intenzity z kontrolního radaru při měření na vzdálenosti 50 metrů jsou v Tab. 2.

Tab. 2 - Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově

Kontrolní radar 50 m		
Čas	Intenzita [-]	Průměrná rychlost [km/h]
8:14-8:19	16	51,75
8:19-8:24	14	49
8:24-8:29	12	48,33
8:29-8:34	14	46,29
8:34-8:39	14	48,07
8:39-8:44	16	45,75
8:44-8:49	16	48,81
8:49-8:54	12	47,92
8:54-8:59	15	47,53
8:59-9:04	12	49,25
9:04-9:08	9	50

Zdroj: autor

Vývoj průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na kontrolním radaru je na Obr.6.



Zdroj: autor

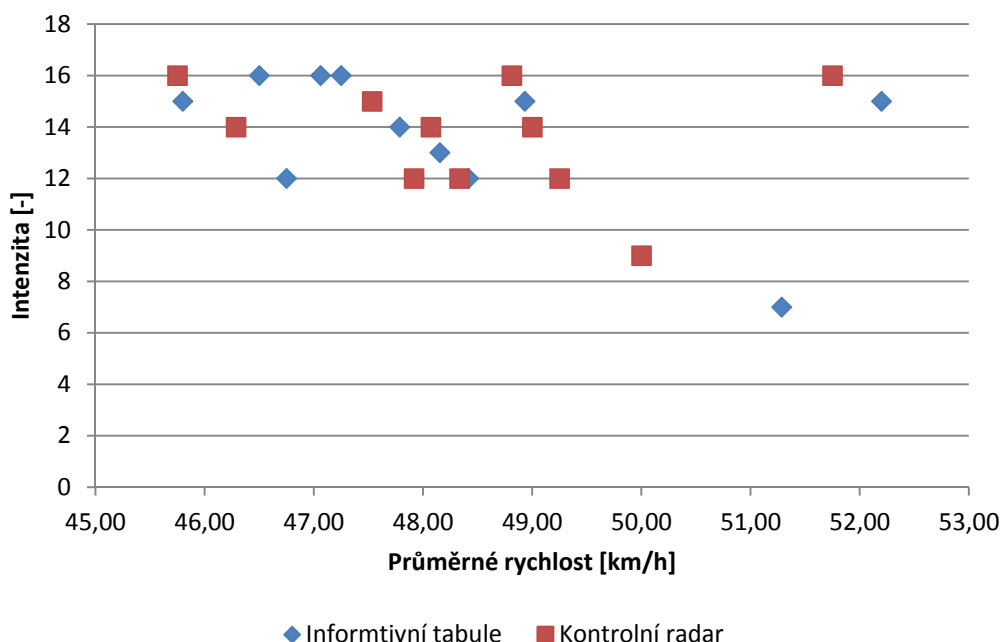
Obr. 6 Průběh průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 50 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

Při měření rychlostí kontrolním radarem je průběh rychlostí velmi podobný průběhu rychlostí na informativní tabuli. Průměrná rychlost na kontrolním radaru se pohybovala od 45,7 do 51,7 km/h. Průměrná rychlost za celou dobu měření byla 48,38 km/h. Nejvyšší naměřená rychlost byla 69 km/h. Povolená rychlost o 10 km/h byla překročena v šesti případech.

2.2.3 Porovnání výsledků měření z ulice Želatovské v Přerově v měřené vzdálenosti 50 metrů

Hodnoty průměrné rychlosti za dobu měření i průběh rychlosti je velmi podobný. Průměrná rychlost na informativní tabuli byla 48,03 km/h a na kontrolním radaru za stejnou dobu měření byla 48,35 km/h. Průměrná rychlost je vyšší, ale o zanedbatelnou hodnotu. O poklesu rychlosti by mohly nasvědčovat pouze nepřímé hodnoty jako snížení maximální naměřené rychlosti ze 71 km/h na 69 km/h. Také počet překročení povolené rychlosti poklesl.

Na Obr. 7 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí v měřené vzdálenosti 50 metrů.



Zdroj: autor

Obr. 7 - Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radarem při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 50 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově

Pokud porovnáme závislost intenzity a rychlosti na informativní tabuli a kontrolním radaru je možné pozorovat, že intenzita se pohybovala ve stejné úrovni. Až na jeden časový úsek se pohybovala intenzita mezi 12 a 16 automobily za 5 minut. Rychlost se pohybovala na kontrolním radaru i na informativní tabuli v přibližně stejných hodnotách a to pod maximální povolenou rychlostí. Pouze ve dvou pětiminutových intervalech se průměrná rychlost pohybovala nad 50 km/h změřené informativní tabulí. V těchto dvou případech ovšem je vidět pokles rychlostí.

2.2.4 Výsledky měření z informativní tabule z ulice Želatovské v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

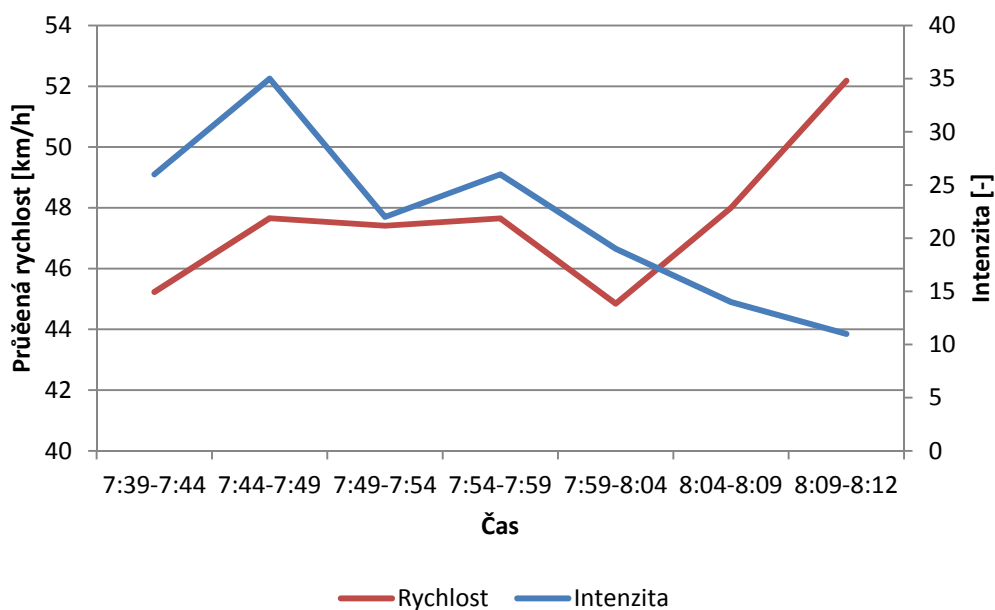
Výsledky průměrné rychlosti za 5 minut a intenzity z informativní tabule při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 3.

Tab. 3 - Průměrná rychlost a intenzita na informativní tabuli při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule na ulici Želatovská v Přerově

Informativní tabule 150 m		
Čas	Intenzita [-]	Průměrná rychlost [km/h]
7:39-7:44	26	45,23
7:44-7:49	35	47,66
7:49-7:54	22	47,41
7:54-7:59	26	47,65
7:59-8:04	19	44,84
8:04-8:09	14	48
8:09-8:12	11	52,18

Zdroj: autor

Vývoj průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na informativním radaru je na Obr. 8.



Zdroj: autor

Obr. 8 - Průběh průměrné rychlosti a intenzity na informativní tabuli za dobu měření při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

Průměrné rychlosti za 5 minut v tomto měření se pohybovaly pod maximální povolenou rychlostí. Pouze v posledním měření (které bylo kratší než 5 minut z důvodu naměření dostatečného počtu vozidel) byla průměrná rychlost vyšší než 50 km/h. Průměrné rychlosti v pěti minutových intervalech se tak pohybovaly od 45,23 do 52,18 km/h. Celková

průměrná rychlost byla 47,22 km/h. Maximální naměřená rychlost byla 69 km/h. Počet vozidel, která překročila 50 km/h o více jak 10 km/h, bylo 6. Z tohoto počtu byla 3 vozidla, která byla změřena v posledním časovém úseku měření, a proto je také průměrná rychlost z tohoto měření výrazně vyšší než u ostatních.

2.2.5 Výsledky měření z kontrolního radaru na ulici Želatovská v Přerově při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů

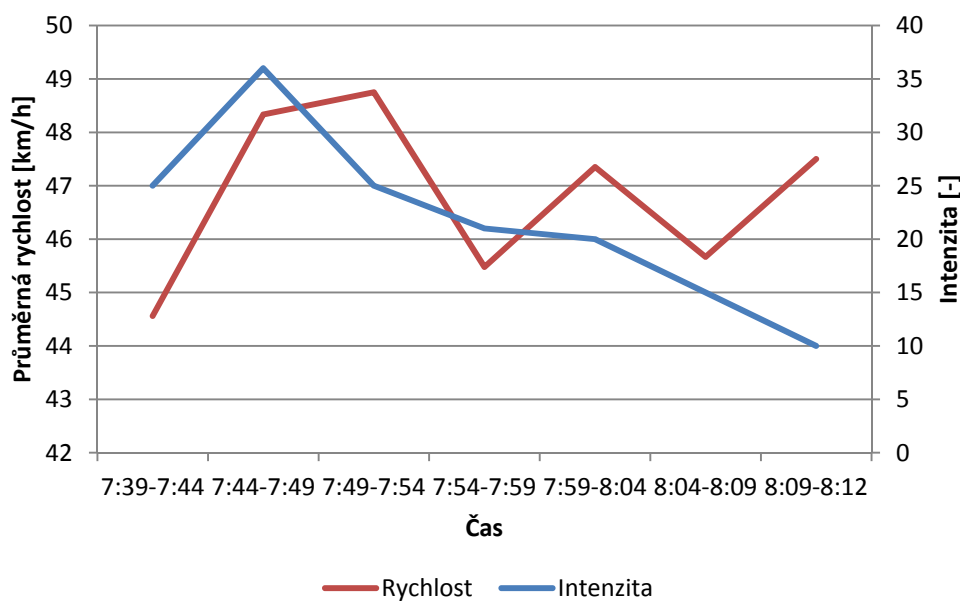
Výsledky průměrné rychlosti za 5 minut a intenzity z kontrolního radaru při měření na vzdálenosti 150 metrů jsou v Tab. 4.

Tab. 4 - Průměrná rychlost a intenzita měřená kontrolním radarem ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově

Kontrolní radar 150 m		
Čas	Intenzita [-]	Průměrná rychlost [km/h]
7:39-7:44	25	44,56
7:44-7:49	36	48,33
7:49-7:54	25	48,75
7:54-7:59	21	45,48
7:59-8:04	20	47,35
8:04-8:09	15	45,67
8:09-8:12	10	47,5

Zdroj: autor

Vývoj průměrné rychlosti a intenzity za dobu měření na kontrolním radaru je na Obr. 9.



Zdroj: autor

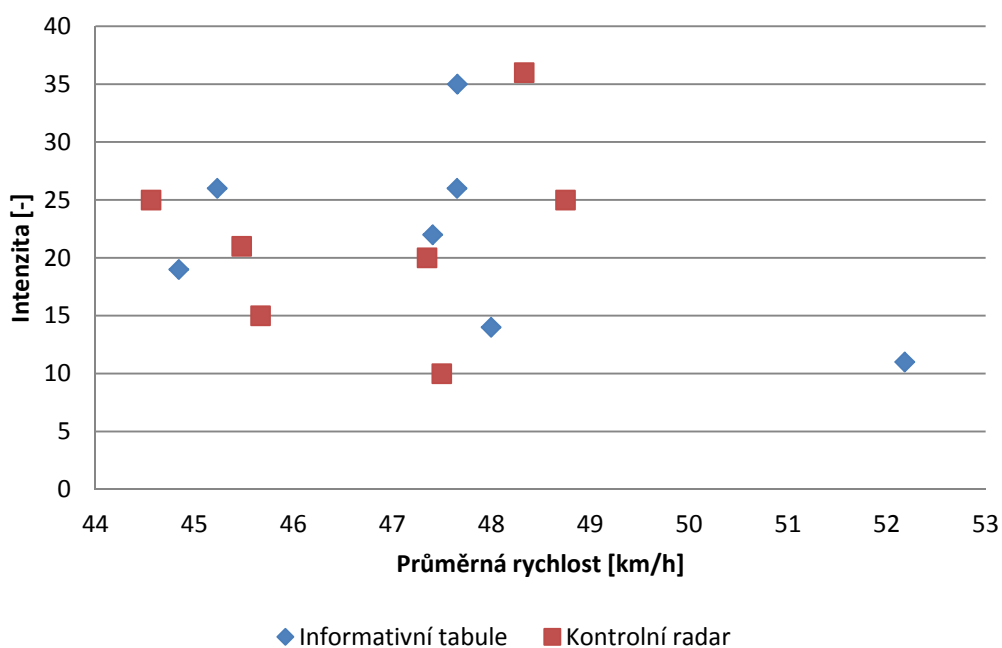
Obr. 9 - Průběh průměrné rychlosti a intenzity měřené kontrolním radarem za dobu měření ve vzdálenosti 150 m za informativní tabulí na ulici Želatovská v Přerově

Hodnoty průměrné rychlosti jsou mezi 44,56 až 48,75 km/h. Průměrná rychlost za celou dobu měření byla 46,93 km/h. Nejvyšší naměřená rychlost byla 68 km/h. Počet vozidel, která překročila rychlost 50 km/h o více jak 10 km/h, byla celkem tři.

2.2.6 Porovnání výsledků měření z ulice Želatovské v Přerově v měřené vzdálenosti 150 metrů

Porovnáním výsledků hodnot získaných z informativní tabule a z kontrolního radaru je patrné, že průběh intenzit je velmi podobný. Průběh průměrných rychlostí je místy rozdílný. Některé průměrné hodnoty z kontrolního radaru jsou vyšší. Porovnání průměrných hodnot za celou dobu měření, které byly na informativní tabuli 47,2 km/h a na kontrolním radaru 46,93 km/h, zjistíme, že rozdíly jsou minimální. Proto můžeme usoudit, že zvýšené průměrné hodnoty nepotvrzují tendenci řidičů zvyšovat rychlost. Tento fakt potvrzuje také snížení počtu automobilů, které přesáhly maximální povolenou rychlost o 10 km/h, z 6 vozidel v místě informativní tabule na 3 vozidla v měřeném místě vzdáleném 150 metrů od informativní tabule. Také pouze minimálně klesla nejvyšší naměřená rychlost a to o 1 km/h.

Na Obr. 10 je porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti měřené kontrolním radarem a informativní tabulí v měřené vzdálenosti 150 metrů.



Zdroj: autor

Obr. 10 - Porovnání korelačních diagramů intenzity a průměrné rychlosti změřené na informativní tabuli a kontrolním radarem při ověřování rychlosti ve vzdálenosti 150 metrů od informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově

Z porovnání korelačních diagramů lze vidět, že rozdíl rychlostí naměřených na informativní tabuli a na kontrolním radaru je malý. Pouze v jednom případě je na informativní tabuli naměřena výrazně vyšší rychlost než na informativní tabuli. Jedná se o již zmíněné

měření v posledním časovém úseku, které bylo kratší než 5 minut, byla naměřena 3 vozidla, která překročila maximální povolenou rychlost o 10 km/h. Pozitivním faktem je, že i při výrazné odchylce v průměrné rychlosti na informativním radaru se průměrná rychlost na kontrolním radaru pohybuje v rozmezí průměrných rychlostí naměřených v předešlých časových intervalech.

2.2.7 Porovnání celkových výsledků měření na ulici Želatovské v Přerově měřené ve vzdálenosti 50 a 150 metrů

Z provedených měření je zřejmé, že při měření v 50 metrové vzdálenosti i 150 metrové vzdálenosti měla intenzita velmi podobný průběh. Kdežto průběh průměrné rychlosti se změnil. Po porovnání Obr. 7 a Obr. 9 můžeme konstatovat, že řidiči nepřekračují maximální povolenou rychlost. Pouze jedinci výrazně překračovali povolenou rychlost. Jelikož řidiči vesměs dodržovali povolenou rychlost, nedá se konstatovat, zda dochází ke snížení rychlosti nebo ne. Porovnáním korelačních diagramů zjistíme, že při některých pětiminutových intervalech dojde ke snížení rychlosti a v některých ke zvýšení rychlosti. Změna rychlosti je ovšem malá, okolo 1 km/h. Pouze ve třech případech dojde k překročení povolené rychlosti na informativní tabuli a k výraznějšímu snížení průměrné rychlosti na kontrolním radaru. Tyto hodnoty se dají posoudit jako odlehlá měření.

Porovnání celkových průměrných rychlostí potvrzuje názor, že rychlost se na tomto místě měnila jen velmi minimálně. Více vyhovuje hypotéza, že rychlost zůstává stejná a nemění se ani odstupem od informativní tabule. Pouze se snížil počet řidičů, kteří překročili maximální povolenou rychlost, což je také jeden z pozitivních aspektů a může být cílem zklidňování dopravy.

Porovnání průměrných rychlostí při měření na ulici Želatovská v Přerově je v Tab. 5.

Tab. 5 Porovnání průměrných rychlostí naměřených na ulici Želatovské v Přerově

	50 m	150 m
Informativní tabule	48,03 km/h	47,22 km/h
Kontrolní radar	48,38 km/h	46,93 km/h

Zdroj: autor

Z tohoto měření vyplývá, že rychlost zůstává přibližně stejná jak na informativní tabuli, tak na měřeném místě za informativní tabulí. Je pravděpodobné, že řidiči v tomto místě jsou zvyklí dodržovat rychlost nebo jsou na zavedené bezpečnostní opatření zvyklí.

3. OVĚŘENÍ VÝSLEDKŮ STATISTICKÝM TESTEM

Výsledky z experimentu se otestují podle pomoci statistického testu, pomocí kterého se otestuje, zda došlo ke statisticky významné změně rychlosti. Podklady pro výpočet jsou výsledky z experimentů, které byly naměřeny na ulici Želatovské v Přerově. Pro statistické testování budou použity veškeré naměřené hodnoty. Jelikož počet naměřených hodnot

rychlostí v každé vzdálenosti je okolo 300, jednotlivé hodnoty nebudou v tomto článku uvedeny. Uveden bude postup výpočtu statistických testů a jejich výsledky.

Pro volbu testu je důležitá znalost, zda naměřený soubor dat pochází z normálního rozdělení či nikoliv. Pokud se hypotéza o normálním rozdělení souboru dat nezamítne, použije se parametrický test, pokud se hypotéza zamítne, použije se neparametrický test. Pomocí statistického testu se zjistí, zda rychlost změřená informativní tabulí a kontrolním radarem se za informativní tabulí statisticky významně zvyšuje, snižuje nebo rychlost zůstává ve stejné výši

3.1 Test normality

Pro zjištění, zda základní soubor pochází z normálního rozdělení či nikoliv, se použije Pearsnův χ^2 test dobré shody. Jako kontrolní test bude použit Kolmogorovův – Smirnovův test. V případech, že normalita dat nebude potvrzena ani kontrolním testem může se přistoupit k použití transformace dat.

Tab. 6 – Výsledky testu normality χ^2 testu

Výsledky testu normality χ^2 – kvadrát testu								
Místo měření		Střední hodnota μ [km/h]	Rozptyl σ^2	Směrodatná odchylka σ	X_{obs}	Kritická hodnota χ^2		H_0/H_A
						$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	
Želatovská 50 m	IT	48,03	35,64	5,97	36,84	7,81	11,34	zamítám H_0
	Radar	48,38	21,61	4,65	10,28	7,81	11,35	platí H_0
Želatovská 150 m	IT	47,22	26,6	5,16	9,39	7,81	11,35	platí H_0
	Radar	46,93	28,16	5,31	5,18	5,99	9,21	platí H_0

Zdroj: autor

Vzorový výpočet pro soubor dat naměřených informativní tabulí při měření ve vzdálenosti 50 metrů:

Střední hodnota μ se vypočte podle vztahu (1):

$$\mu = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \underline{\underline{48,03}} \quad (1)$$

Rozptyl σ^2 se vypočte podle vztahu (2):

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 = \underline{\underline{35,64}} \quad (2)$$

Směrodatná odchylka σ pak vychází $\sigma = \underline{\underline{5,97}}$

Po vypočítání parametrů lze upřesnit hypotézy:

- H_0 – nulová hypotéza – Náhodný výběr pochází z normálního rozdělení se střední hodnotou pro data naměřená informativní tabulí $\mu = 48,03$ a rozptylem $\sigma^2 = 35,64$
- H_A – alternativní hypotéza – Náhodný výběr nepochází z normálního rozdělení se střední hodnotou $\mu = 48,03$ a rozptylem $\sigma^2 = 35,64$

Určení odhadu šířky třídy k lze použít např. Sturgesovo pravidlo, které je definováno ve vztahu (3):

$$k = 1 + 3,3 \cdot \log n = \underline{\underline{8,19}} \quad (3)$$

Vhodná šířka třídy se zvolí podle vztahu (4).

Pro určení maximální a minimální hodnoty výběru, potřebná pro výpočet šířky třídy, se ve výpočtu použila funkce MAX a MIN. Ze souboru dat z informativní tabule je minimum 39 km/h a maximum 71 km/h.

$$\check{s} = \frac{\max - \min}{k} = \underline{\underline{3,9}} \approx 4 \quad (4)$$

Zvolení vhodných hranic tříd a přiřazení jednotlivých četností do tříd zajistíme pomocí funkce ČETNOST. Rozdělení četností do jednotlivých tříd pro hodnoty z informativní tabule je v Tab. 7.

Tab. 7 – Rozdělení datového souboru do tříd a určení X_{obs} pro data z informativní tabule na ulici Želatovské v Přerově při ověřování rychlosti v 50 metrové vzdálenosti

Rozdělení dat do tříd pro informativní tabuli							
Třída	Horní hranice třídy h_i	Hranice třídy	Pozorovaná četnost n_i	Hodnota distribuční f-ce $F(h_i)$	Teoretická relativní četnost $\pi_{0,i}$	Teoretická četnost $n \cdot \pi_{0,i}$	$\frac{(n_i - n \cdot \pi_{0,i})^2}{n \cdot \pi_{0,i}}$
1	40	$(-\infty; 40>$	4	0,0892	0,0892	13,4692	6,6571
2	44	$(40; 44>$	40	0,2496	0,1604	24,2265	10,2699
3	48	$(44; 48>$	54	0,4977	0,2481	37,4701	7,2921
4	52	$(48; 52>$	28	0,7468	0,2490	37,6046	2,4531
5	56	$(52; 56>$	9	0,9089	0,1622	24,4881	9,7958
6	∞	$(56; \infty)$	16	1	0,091	13,7414	0,3712
		Σ	151		1	151	36,8392

Zdroj: autor

Pro výpočet distributivní funkce se v programu MS EXCEL použila funkce NORMDIST. Z Tab. (7) vychází $X_{obs} = 36,8392$.

Pro výpočet kritické hodnoty se použil vztah (5)

$$X_{krit} = \chi_{(1-\alpha); k-h-1}^2 = CHIINV((\alpha); k - h - 1) = \underline{\underline{11,34}} \quad (5)$$

$$X_{obs} > X_{krit}$$

$$36,8392 > 11,34 \Rightarrow$$

Zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,01. Platí tedy alternativní hypotéza. Normalita dat nebyla potvrzena

Jelikož nebyla prokázána hypotéza o normálním rozdělení dat u jednoho z naměřených souborů dat, použije se neparametrický test.

3.2 Statistický test hypotéz

Pro statistické testování, zda došlo ke změně rychlosti rozdílu mezi dvěma soubory dat, se nabízí párové testy. Párové testy lze použít pouze v případě, pokud je výběr tvořen dvojicemi měření. Bohužel v plánovaném měření není možné přiřadit rychlosti z měření na informativní tabuli a z měření na kontrolním radaru jednomu vozidlu. Je to způsobené jednak měřicí technikou a jednak chybami měření. Z těchto důvodů se musí přistoupit k nepárovým testům. Jako vhodný test byl vybrán Mann – Whitneův test.

Při výpočtu je vždy stanovena nulová hypotéza ve tvaru:

- H_0 : mediány obou souborů dat jsou totožné $x_{0,5} = y_{0,5}$.

Alternativní hypotéza je pro první výpočet stanovena jako:

- H_A : mediány obou souborů nejsou totožné, tedy $x_{0,5} \neq y_{0,5}$.

V případě přijetí alternativní hypotézy znamená, že došlo ke změně rychlosti mezi informativní tabulí a kontrolním radarem. Proto v dalším kroku se ověřuje, jestli došlo ke snížení rychlosti či zvýšení. Jelikož se testuje bezpečnostní prvek, přistoupí se nejprve k testování, zda došlo ke snížení rychlosti za informativní tabulí. Pak bude alternativní hypotéza ve tvaru:

- H_A : mediány obou souborů jsou rozdílné tak, že první soubor má výrazně vyšší medián tedy $x_{0,5} > y_{0,5}$.

Pokud se tato alternativní hypotéza potvrdí, k dalšímu testování se nepřistoupí.

V Tab. 8 jsou uvedeny výsledky pro statistického testu pro provedená měření. Výpočet se provedl podle následujícího postupu (4):

Všech $n_1 + n_2$ hodnot získaných z výběru X_1, X_2, \dots, X_{n_1} a Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2} uspořádáme vzestupně a jednotlivým hodnotám přiřadíme pořadí. Nejnižší hodnotě je přiřazena hodnota 1, nejvyšší hodnotě je přiřazena hodnota n_1+n_2 , pokud soubor obsahuje několik pozorování se stejnou hodnotou, je těmto hodnotám přiřazeno tzv. průměrné pořadí.

Označíme T_1 součet pořadí hodnot X_1, X_2, \dots, X_{n_1} a T_2 součet pořadí hodnot Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2} . Platí podle vztahu (6), že

$$T_1 + T_2 = \frac{1}{2} 2 (n_1 + n_2) \cdot (n_1 + n_2 + 1) \quad (6)$$

Výpočet statistiky podle vztahu (7) a (8):

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1 \cdot (n_1 + 1)}{2} - T_1 \quad (7)$$

$$U_2 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_2 \cdot (n_2 + 1)}{2} - T_2 \quad (8)$$

Pro kontrolu výpočtu musí platit vztah (9):

$$U_1 + U_2 = n_1 \cdot n_2 \quad (9)$$

Testové kritérium se pak určí jako:

$$T(X, Y) = \min(U_1, U_2) \quad (10)$$

Testové kritérium má za předpokladu platnosti H_0 rozdělení. Kritické hodnoty pro malé výběry jsou tabelovány.

Jestliže je pozorovaná hodnota testového kritéria menší nebo rovna příslušné kritické hodnotě, nulová hypotéza se zamítá.

Pro velké rozsahy měření, které nejsou tabelovány, se použije testové kritérium podle vztahu (11):

$$T(X, Y) = \frac{(\min(U_1, U_2) - \frac{n_1 \cdot n_2}{2})}{\sqrt{\frac{1}{12} n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}}, \quad (11)$$

kteří má za předpokladu platnosti nulové hypotézy normované normálním rozdělením.

Dále se pak postupuje podle obecného schématu čistého testu významnosti a to buď porovnáním testového kritéria s kritickou hodnotou, nebo pomocí p-hodnoty. Pozorovanou hodnotu statistiky p-hodnota vypočteme v závislosti na tvaru alternativní hypotézy.

Je-li alternativní hypotéza ve tvaru $\theta \neq \theta_0$, pak se p-hodnota vypočte pomocí tvaru (12):

$$p - \text{hodnota} = 2 \min\{F_O(x_{obs}); 1 - F_O(x_{obs})\} \quad (12)$$

Rozhodnutí o zamítnutí na základě p-hodnoty je porovnáním p-hodnoty s hladinou významnosti. Pokud je p-hodnota $< \alpha$, zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. Pokud p-hodnota $> \alpha$, nezamítáme nulovou hypotézu.

Tab. – 8 Výsledky Mann – Whityova testu

Výsledky neparametrického testu						
Místo měření	T (X;Y)	p-hodnota $x_{0,5} \neq y_{0,5}$	p-hodnota $x_{0,5} > y_{0,5}$	p-hodnota $x_{0,5} < y_{0,5}$	α	Rozhodnutí
Želatovská 50 m	-1,794	0,073	-	-	0,01	Platí H_0
Želatovská 150 m	-0,3178	0,751	-	-	0,01	Platí H_0

Zdroj: autor

Provedením statistického testu se na hladině významnosti 0,01 nepotvrdila změna rychlosti za informativní tabulí ani v jedné z měřených vzdáleností.

4. ZÁVĚR

Z provedeného měření vyplývá, že nedojde ke změně rychlosti za informativní tabulí. Nepotvrdila se změna rychlosti ani v 50 metrové vzdálenosti a ani ve 150 metrové vzdálenosti

od informativní tabule. Statisticky významná změna se nepotvrdila ani pomocí statistického testu.

Podle průměrných rychlostí řidiči vesměs dodržují maximální povolenou rychlost jak na informativní tabuli, tak v měřených vzdálenostech. Jelikož je informativní tabule umístěna za dopravní značkou IS 12 a Obec platí na všech měřicích stanovištích maximální povolená rychlost 50 km/h. Lze tedy předpokládat, že řidiči zpomalí již při míjení dopravní značky Obec, kde dochází ke změně rychlosti, poté se rychlost stabilizuje. Ulice, na které se provádělo měření má i za cedulí Obec charakter rychlostní silnice. Řidiči tedy zareagují na vjezd do obce snížením rychlosti, ale dále rychlost nesnižují. Další snížení rychlosti může nastat za místem měření, kde je u silnice umístěna městská zástavba.

V tomto provedeném výzkumu se tedy nepotvrdilo, že by řidiči reagovali na psychologický prvek zklidňování dopravy a to konkrétně na informativní tabuli. Pro průkazné tvrzení, že řidiči reagují na informativní tabule, je potřeba provést více měření a pokud možno na informativních tabulích, které často mění svou polohu, aby se vyloučil vliv zvyku řidičů na tento prvek zklidňování dopravy.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) Statistické informace. STATUTÁRNÍ MĚSTO PŘEROV. Statutární město Přerov [online]. 2000, 2012 [cit. 2011-12-11]. Dostupné z WWW: <http://www.prerov.eu/cs/o-prerove/soucasnost-mesta/statisticke-informace.html>
- (2) ŘSD ČR. Celostátní sčítání dopravy 2010 [online]. 2011 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>
- (3) Mapy.cz [online]. 1996 [cit. 2011-12-16]. Dostupné z WWW: www.mapy.cz ŠTĚRBA, R.. Elektronické odbavování v Brémách. *Doprava- ekonomicko-technická revue*, 2003, roč. 45, č. 6, s. 35 - 36, ISSN 0012-5520.
- (4) LITSCHMANNOVÁ. Úvod od statistiky [online]. první. Ostrava, 2011 [cit. 2012-06-19]. Dostupné z WWW: <http://mi21.vsb.cz/modul/uvod-do-statistiky>.