

# Vliv rychlostních radarů na snížení počtu dopravních nehod v České republice

Andrej Kunštek<sup>1</sup>, Filip Král<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Department of Traffic Accident Expertise, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croatia

<sup>2</sup>*Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic*

## Abstract

Cílem této práce bylo prozkoumat dlouhodobý vliv rychlostních radarů na nehodovost ve vybraných místech České republiky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci a vyhodnotit rozdíly v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky. Dopravní nehody způsobují ročně 1.3 milionu úmrtí, přičemž rychlá jízda patří mezi jejich hlavní příčiny. Data byla získána z internetové databáze Nehody.cz, spravované policií ČR. Data zahrnují počty nehod 33 měsíců před a po instalaci radarů a měřených úseků. Pro analýzu dat byli využity metody difference in difference (DID) a analýza přerušovaných časových řad (ITS). Výsledky ukázaly, že metoda ITS není vhodná pro méně frekventované dopravní toky z důvodu nízkého počtu nehod, ve kterých nešla pozorovat trendová a sezónní složka, ale je použitelná pro vytížené komunikace mimo obce. Metoda DID ukázala pokles o 3.66 nehody za čtvrtletí na vytížené silnici a o 0.22 nehody v obci, ale také nárůst o 0.5 a 0.4 nehody v jiných lokalitách. ITS zaznamenala statisticky nevýznamný pokles o 3.89 nehody za čtvrtletí. Limitací práce je nevhodná metoda pro obce, omezený počet lokalit a nesledování dalších faktorů. Práce může sloužit jako podklad pro další výzkumy a instituce odpovědné za dopravní bezpečnost.

**Keywords:** Dopravní nehody, rychlost, stacionární radary, měřené úseky, difference in difference, analýza přerušovaných časových řad

---

## Úvod

Na následky dopravních nehod zemře každoročně na celém světě přibližně 1,3 milionů lidí. Jedním z klíčových faktorů způsobujících většinu dopravních nehod je nedodržování maximální povolené rychlosti (Al-Mistarehi et al., 2022). Jelikož řidiči mohou toto riziko snížit, hraje dodržování rychlosti významnou roli v prevenci dopravních nehod. Pokud elektronická značka ukazující aktuální rychlost vozidla je účinný prostředek, kterým vynutit snížení rychlosti vozidla v místech, kde řidič dobrovolně maximální povolenou rychlost nedodrží (Camba & Camba, 2020), lze očekávat, že výsledky rychlostních kamer budou minimálně stejně efektivní.

Po zavedení radarů na nové místo lze zpozorovat pokles počtu dopravních nehod, nicméně z dlouhodobého hlediska existuje riziko, že na některých místech začne množství nehod zase narůstat (Li, Zhang, et al., 2020). Pokud jsou instalovány radary v sérii za sebou, řidiči sníží svou průměrnou rychlost, čímž se tento úsek stane bezpečnější a lze dosáhnout nižšího počtu nehod (Vadeby & Howard, 2024). Nejvyšší efektivitu série radarů dosahuje v případě relativně krátkou vzdáleností mezi sebou, a to 200–300 metrů, s tím, že 200 metrů je považována za nejúčinnější (Li, Zhu, et al., 2020). Zároveň měřené úseky, či oblasti jsou významně více respektovány v případě, že za porušení je připsána řidiči finanční pokuta, což je způsob, kterým lze podpořit vymáhání dodržování maximální povolené rychlosti (Perez-Acebo et al., 2021).

Řidiči většinou snižují svou rychlost dobrovolně, pokud jedou kolem značky, která ji upravuje, ale roli i hraje umístění. Pokud se úprava rychlosti nachází nakreslená na silnici, řidiči mají tendence je vnímat méně, než pokud se nachází na značce vedle silnice. Na snížení rychlosti řidičů by tedy mělo být primárně svislé značení a pokud to dlouhodobě nepomáhá, je dobré umístit za značku radar (Lee & Sheppard, 2020).

Cílem práce je prozkoumat dlouhodobý vliv rychlostních radarů na nehodovost ve vybraných místech České republiky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci a vyhodnotit rozdíly v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky.

V souvislosti s cílem jsou stanoveny následující výzkumné otázky:

V období nově zavedeného rychlostního radaru, lze očekávat snížení rychlosti a tím i počet dopravních nehod, je ale potřeba zjistit, zda je tento systém efektivní z dlouhodobého hlediska a jakým způsobem se respektování rychlostního radaru mění v období pěti let po jeho instalaci.

*VO1: Jaký vliv na počet dopravních nehod mělo zavedení rychlostních radarů do vybraných úseků s častými dopravními nehodami mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?*

Dále je potřeba zjistit, který způsob vynucující dodržování maximální povolené rychlosti je z hlediska dlouhodobého časového horizontu efektivnější.

*VO2: Jaký je rozdíl v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?*

## Literární rešerše

Země s nízkými příjmy se potýkají s problémem velkého množství dopravních nehod. Dle Delavary et al., (2024) bylo pomocí dat získaných od místní národní policie zpracovaných metodou přerušovaných časových řad zjištěn výrazný pokles smrtelných dopravních nehod o 38,16 % měsíčně díky zvýšenému zavádění prostředků vynucujících maximální povolenou rychlost. Tento významný pokles ukazuje, jak efektivní může být automatické vymáhání rychlosti při zlepšování bezpečnosti silničního provozu, což poskytuje cenné poznatky pro další země s nízkými a středními příjmy, které by mohly podobná opatření implementovat.

Dle Factor et al., (2023) má na dodržování maximální povolené rychlosti vliv i vzdálenost od radaru. Z vícerozměrné negativní binomické regrese bylo zjištěno, že v blízkosti méně, než jeden kilometr od rychlostních kamer je o 22% nižší než ve větší vzdálenosti. Toto ale platilo pouze v případě, že na radar byl napojen systém vymáhání maximální povolené rychlosti, po odstranění systému rozdíl zmizel. Pomocí konfirmační prostorové statistické analýzy bylo zjištěno kompenzační jednání řidičů za radary. Valderrama et al., (2024) tvrdí, že tímto chování se snižuje efektivita investic na snížení nákladů spojená s dopravními nehodami, přestože výsledky kamer jako takových jsou uspokojivé zvláště v oblasti měst. Vliv kompenzačního jednání potvrzuje i výzkum Amancio et al., (2024), který zkoumal data 116 jízd od 13 řidičů za různých podmínek, jako je topografické umístění, denní doba, rozdíl mezi pracovními dny a víkendy a počasí. V okolí radarů bylo pomocí průměrného srovnání zjištěno snížení rychlosti řidičů v okolí stacionárního radaru o 0,69 km/h, což představuje asi 1,33 % snížení rychlosti. Studie charakterizovala 2 typy kompenzačního jednání, prvním byl “klokaní skok“, který je charakteristický snížením rychlosti před radarem a za ním návrat k původní rychlosti, druhé jednání nese název “efekt úderu kobry“, který má za následek mírné zpomalení před radarem a prudké zrychlení za ním.

Dle Truelove et al., (2023) bylo pomocí využití obsahové analýzy zjištěno, že v Austrálii se nachází 73 aplikací v obchodech Google play a Apple iTunes Store, z nichž je většina schopna varovat řidiče před rychlostním radarem. Pomocí dotazníku, na který odpovědělo 468 respondentů, z nichž bylo 54,5% muži starší sedmnácti let, vyplývá, že se znalostí lokací s rychlostními radary rostou tendence nedodržovat maximální povolenou rychlost. Podobná situace se vyskytuje i v Jižní Koreji, kde Shim et al., (2020) navrhuje na problém znalosti lokace radarů zavést úseky měřící průměrnou rychlost. Pomocí analýzy rychlosti uvnitř úseků měřící průměrnou rychlost bylo zjištěno, že v měřených úsecích se snížilo množství dopravních nehod o 43 %.

Gaveniene et al., (2023) pomocí metody před a po v porovnání s kontrolní skupinou na 25 úsecích v Litvě. Radary na místech 4 roky. Celková bezpečnost silničního provozu o 47 % lepší, počet srážek se zveřejní o 80 % méně, s jinými vozidly o 35 % méně, ostatní o 56 % méně. V dlouhodobějším měřítku proběhl výzkum Li et al., (2020) sledující období let 1999 – 2018. Pomocí metody párování na základě pravděpodobnosti založená na rozdílu v rozdílech bylo zjištěno, že radary na měření rychlosti snižují nehodovost, ale jejich účinek se časem mění. V prvním střednědobém období se snížil účinek o 53,1 % a v druhém o 40,7 %. V rizikovějších oblastech byl ale pokles účinnosti nižší, a to o 20,8 % a 2,1 %.

Almoshaogeh et al., (2021) pomocí rozdělení 84kilometrového rizikového dálničního úseku rozděleném po dvou kilometrech a využíváním softwaru ArcGIS byly nalezeny rizikové úseky, do kterých byly implementovány rychlostní radary. Nehodovost se díky tomu snížila nehodovost o 70 %. To je v rozporu s tvrzením Shaaban et al., (2023), který tvrdí pomocí dat získaných z automatického sčítání dopravy na 20 silničních koridorech rozdělených po jednom kilometru, rychlostní radary dovedou snížit průměrnou rychlost vozidel o 7–15 %, nicméně to se vztahuje na úseky, kde je maximální povolená rychlost nižší. Na úsecích, kde je maximální povolená rychlost od 120 km/h, je potřeba zvážit alternativní řešení pro snižování rychlosti řidičů. Zároveň ale Wang et al., (2020) navazuje tvrzením, založeným na prostorovém modelování, že je nutné pro efektivitu rychlostních kamer jejich zavedení na hlavních tepnách a místních komunikacích, popř. v oblastech jako jsou průmyslové oblasti a obytné zóny. Tématu optimalizace bezpečnosti pomocí prostředků vynucujících rychlost se věnovali Tian et al., (2024), kde pomocí dat získaných z reálného provozu radarů a dalších hardwarových komplexů vytvořili model ke zvýšení jejich efektivitu, výsledkem bylo zjištění, že optimální standard je využití jednoho hardwarového komplexu na 6,5 tisíce registrovaných vozidel v jedné městské aglomeraci. Pomocí dynamické studie 125 tisíc dopravních nehod a 38 milionů pokut vydaných monitorovacími kamerami bylo zjištěno, že po zavedení rychlostních kamer ve velkém městě v prvních 18 měsících bylo zabráněno 1889 nehodám a nehodovost byla snížena o 21,7 %. Dle Ang et al., (2020) je sice doprava zpomalena o 5,5%, společenský přínos snížení nehodovostí je 1,32x vyšší než v případě, nezavedení kamer. Kronprasert & Sutheerakul, (2020) tvrdí, že řidiči se mimo jiné domnívají, že nezavedení rychlostních kamer by mohlo řidiče motivovat ke zvýšené rychlosti, přestože se nachází na velmi nebezpečném úseku. Tato informace byla zjištěna díky dotazníkovému šetření, zároveň zkoumali chování řidičů před a po zavedení rychlostních kamer na tomto nebezpečném úseku. Toho bylo docíleno pomocí pozorování a statistické analýzy s případovou studií, výsledky poukázali na snížení rychlosti a jejich postoje k rychlosti.

## Data a metody

Tato část se věnuje popisu sběru dat a metod, které budou využity pro analýzu a následné zodpovězení výzkumných otázek.

Pro sběr dat budou využity (*Měření rychlosti • Mapy.cz, 2024*), zobrazující všechny způsoby vynucující dodržování maximální povolené rychlosti, které jsou zároveň vázány na pokuty. Data o dopravních nehodách budou získána z vybraných lokalit, kde je instalovaný rychlostní radar nebo úsek měřící průměrnou rychlost. Pomocí zpravodajských kanálů, internetových stránek obcí nebo dalších internetových portálů bude zjištěn měsíc, ve kterém byly jednotlivé prostředky vynucující dodržování maximální povolené rychlosti instalovány. Tento měsíc bude označen jako “T“, následně proběhne měření počtu dopravních nehod 33 měsíců před instalací a 33 měsíců po instalaci. Na těchto vybraných místech bude sledován počet dopravních nehod v jednotlivých letech na portále (*Mapa dopravních nehod, 2024*) provozovaným Policií České republiky. Zde jsou k dispozici data o všech dopravních nehodách po celé ČR mezi lety 2010–2024. Do měření budou zahrnuty všechny úrovně vážnosti dopravních nehod. Data budou následně filtrována podle vybraných lokalit a podle měsíců, odpovídající vzoru “T–3 měsíce,

T-6 měsíců, ... T-33 měsíců“ (pohled do minulosti od období instalace T) a poté podle vzoru „T+3 měsíce, ... T+33 měsíců“. Jednotlivé výsledky nejsou kumulativní, tudíž např. T-9 měsíců není součtem (T-3) + (T-6), pouze označuje počet nehod mezi 3. a 5. měsícem.

Lokality, které byly pro tuto práci vybrány zahrnují 3 obce a jeden měřený úsek na rušné dopravní komunikaci, která slouží jako významná tepna mezi hlavním městem České republiky – Prahou a Českými Budějovicemi. Další dvě lokality slouží jako kontrolní. Jedna z nich je rušná dopravní komunikace a druhá je ulice ve vybrané obci.

Vybrané lokality:

*Měřený úsek u obce Mrač, významná dopravní tepna mezi Prahou a Českými Budějovicemi – měřený úsek,*

*ulice Tylovice v obci Rožnov pod Radhoštěm – stacionární radar,*

*Říčanská ulice v obci Říčany – stacionární radar,*

*Chvalšinská ulice v obci Český Krumlov – měřený úsek,*

*silnice mezi obcemi Chraštica a Milín – kontrola,*

*Soběslavská ulice v obci Tábor – kontrola.*

Pro tento výzkum bude využita metoda difference in difference (DID). Ta je vhodná k výzkumu efektu zásahu, který ve vybraném časovém úseku proběhl. V případě této práce bude tímto zásahem instalace prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti. Časové období tohoto zásahu bude označováno písmenem “T“.

Vzhledem ke nesjednocenému období výzkumu, který je způsobem faktem, že jednotlivé vynucovací prostředky byly implementovány v jiné časové období. Data nebyla zaznamenávána s časovým intervalem rok/měsíc, ale jako měsíce před a po implementaci vynucovacích prostředků. To ovšem bude mít za následek, že nebude možné u všech datasetů všeobecně sledovat vliv sezóny v měřených obdobích, jelikož budou tato měření vypracována jednotlivě a nebudou moci být analyzovány jako celek, který by na rozdíl od jednotlivých úseků dokázal zachytit vliv sezónnosti.

Pro analýzu efektivity implementace prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti bude použita metoda difference in difference (DID), která je vhodná pro analýzu dat s menším počtem pozorování a kratší časovou řadou. Výpočty proběhnou v softwaru MS Excel, kde nejprve bude počet dopravních nehod zprůměrovaný za každý úsek zvlášť před a po období T (Tabulka 1.) pomocí funkce =PRŮMĚR pro výpočet průměrného množství dopravních nehod. Nejdříve budou vypočítána data před zavedením rychlostního radaru (T-33 měsíců až T-3 měsíce), poté po zavedení rychlostního radaru a měřených úseků (T až T + 33 měsíců), T je zahrnuto, protože představuje období, kdy instalace a aktivace těchto prostředků byla sdělena veřejnosti.

Tato průměrná data budou vložena do vzorce dle (Baker et al., 2022):

$$DID = \text{Průměr po zásahu} - \text{Průměr před zásahem}$$

Další metodou pro ověření výsledků bude zvolena analýza přerušovaných časových řad. Tato metoda je vhodná pro výzkum časového období, které je v průběhu narušené určitým zásahem. Pro tuto práci je zvolený zásah instalace prostředků, které vynucují dodržování maximální povolené rychlosti. Bude potřeba vytvořit binární kritéria pro jednotlivá období, pokud je již radar nebo měřený úsek v dané období instalován a pokud samotné období má nějaký vliv. Tato metoda je vhodnější na analyzování řad s vyšším počtem pozorování.

Analýza přerušovaných časových řad bude vypočítána v analytickém programu RStudio pomocí vzorce dle Valverde et al., (2023):

$$y = \beta_0 + \beta_1 * T + \beta_2 * X + \beta_3 * T * X$$

Kde:

$y$  = výsledek v čase  $t$ ,

$\beta_0$  = intercept – výchozí hodnota, kde  $t = 0$ ,

$\beta_1$  = efekt zásahu – průměrný rozdíl mezi úseky s radary a bez nich, bez ohledu na časovou proměnnou,

$\beta_2$  = změna úrovně po zásahu,

$\beta_3$  = změna po zásahu s kombinovaným efektem přítomnosti prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti a času,

$t$  = časová proměnná

$X$  = binární kritérium, zobrazující před zásahem nebo po zásahu

Další metodou bude dekompozice časových řad, která rozloží časovou řadu na jednotlivé složky pro lepší pochopení její struktury. Tyto složky zahrnují trendovou, jež popisuje dlouhodobý vývoj časové řady a ukazuje, zda hodnoty stagnují, rostou nebo klesají. Dále zahrnují sezónní složku, zobrazující opakující se cykly, nebo vzorce, a nakonec náhodnou složku, jež představuje vlivy, které nelze vysvětlit sezónností a trendem.

Dekompozice časových řad bude využita k rozkladu časové řady na jednotlivé složky dle Zhou et al., (2020):

$$Y(t) = T(t) + P(t) + R(t)$$

Kde:

$Y(t)$  = časová řada,

$T(t)$  = trend v čase,

$P(t)$  = sezónnost v čase,

$R(t)$  = náhodná složka v čase.

## Výsledky

V této kapitole budou uvedeny výsledky jednotlivých metod pro jednotlivé lokality, které byly pro výzkum vybrány.

Úsek Mrač se nachází mezi Benešovem a Čerčany a vede okolo obce Mrač. Nachází se na velmi rušné tříproudové silnici, která slouží jako hlavní spoj mezi Českými Budějovicemi a Prahou. Lokalita, na které se měřený úsek nachází je dlouhá rovina s nízkým počtem zatáček, tudíž lze předpokládat, že se zde budou vyskytovat tendence nedodržování maximální povolené rychlosti.

Pomocí metody rozdílu v rozdílech, kde průměrná hodnota po zásahu byla 5,33 dopravních nehod za čtvrtletí a před zásahem tvořila rovných 9 nehod za čtvrtletí. Po dosažení hodnot do vzorce pro metodu DID vyšel výsledek -3,66 nehod za čtvrtletí. To znamená, že instalace měřeného úseku snížila počet dopravních nehod v jedenácti čtvrtletích od instalace o 3,66 nehody za jedno čtvrtletí.

Tabulka 1 Analýza přerušovaných časových řad pro úsek Mrač

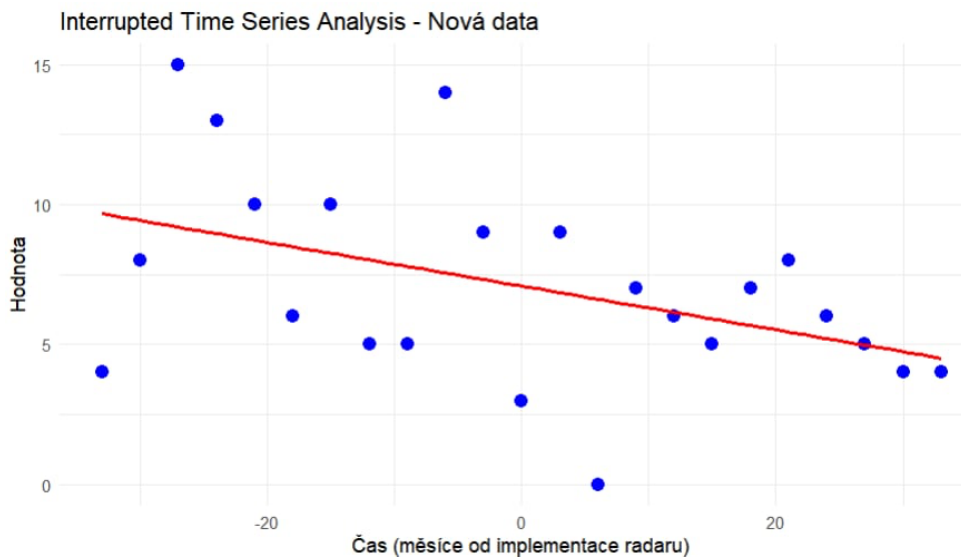
Residuals:				
Min	-5.2642			
1Q	-1.8333			
Median	-0.0988			
3Q	1.6864			
Max	6.0593			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	9.118577	1.566920	5.819	1.08e-05 ***
čas	0.006588	0.067999	0.097	0.924
post_intervention	-3.893939	2.708869	-1.437	0.166
Residual standard error: 3.245 on 20 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.2684				
Adjusted R-squared: 0.1953				
F-statistic: 3.669 on 2 and 20 DF, p-value: 0.04392				

Zdroj: vlastní zpracování

Další metodou byla analýza přerušovaných časových řad, kde intercept činí 9.12. To znamená, že v období před instalací měřeného úseku v daném místě bylo zhruba 9.12 nehod za čtvrtletí. Tento odhad je statisticky významný, protože hodnota  $p < 0.05$ , konkrétně  $1.08e-05$ . Před implementací měřeného úseku byl nulový rostoucí trend, ani růst ani pokles počtu dopravních nehod, tento trend je však statisticky nevýznamný ( $p = 0.924$ ). V období po implementaci lze pozorovat pokles měřené proměnné o 3.89 ( $\text{post\_intervention} = -3.89$ ), ovšem  $p$  hodnota dosahuje 0.166, značící statickou nevýznamnost, tudíž lze vydedukovat, že za pokles nehodovosti mohou i další faktory. Model vysvětluje 26,8% variability ( $R^2 = 0.2684$ ). Korekce adjusted R-squared (0.1953) ukazuje, že model částečně vysvětluje variabilitu dat. Celkový model je statisticky významný na hladině 5 %, F-statistika (3.669,  $p = 0.4392$ ), to znamená, že alespoň jedna proměnná má v modelu významný vliv.

Před zavedením měřeného úseku byl trend prakticky nulový a není významný ( $p = 0.924$ ), po zavedení radaru byl zjištěn pokles o -3.89 nehod, ale tento pokles není statisticky významný ( $p = 0.166$ ). Z toho vyplývá, že není možné s jistotou potvrdit, že by zavedení měřeného úseku mělo skutečný efekt na počet nehod.

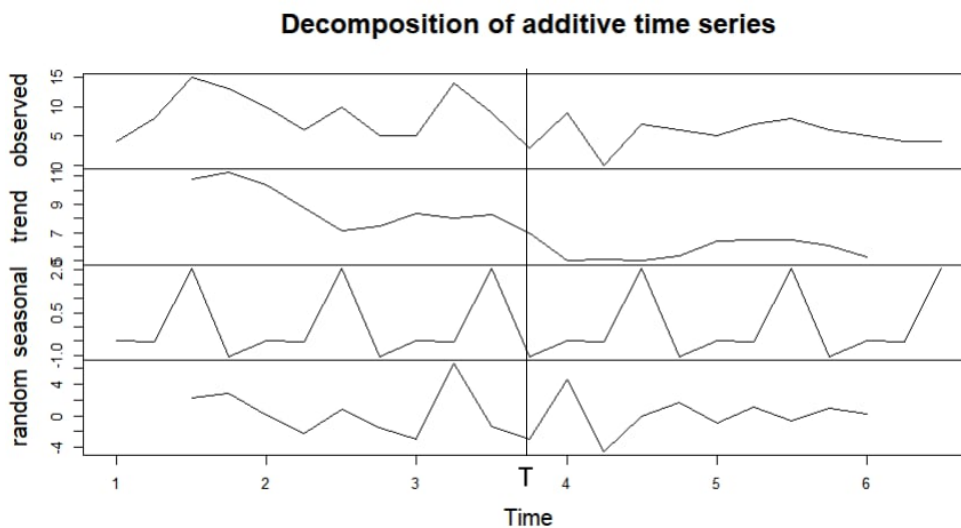
Graf 1 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv měřeného úseku na počet dopravních nehod u obce Benešov a Mrač



Zdroj: vlastní zpracování

V následující čtveřici grafu je možné vidět dekompozici časových řad. To znamená, že časová řada, kterou představuje první graf je kombinací následujících faktorů: trend, sezónnost a náhoda. Bod T představuje období, kdy byl do této časové řady instalován měřený úsek (v tomto případě říjen roku 2021).

Graf 2 Dekompozice časových řad - měřený úsek - Mrač



Zdroj: vlastní zpracování

V grafu trend si můžeme povšimnout, že celkový počet nehod v daném období klesal, po instalaci měřeného úseku poklesl velmi významně, poté měl krátký stoupající růst a následně opět poklesl. Třetí graf – sezónnost ukazuje, že nezávisí na tom, zda je opatření instalováno, v určitých obdobích počet nehod roste. V případě tohoto místa tyto vrcholy představují letní měsíce, tedy období červenec až září, v říjnu opět počet začíná upadat. U grafu náhodné složky jsou viditelné 2 období, kdy počet nehod způsobených jinými jevy byly velmi vysoké. Jedno z těchto období odpovídá nárůstu od měsíce duben, druhé období je ihned po zásahu, které ale



značí období podzimu a zimních měsíců, což dle sezónní složky je období, kdy počet nehod je nejnižší.

Tylovice je ulice v obci Rožnov pod Radhoštěm, kam byl instalován stacionární radar za účelem zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích (*Měření rychlosti - Město Rožnov pod Radhoštěm, 2024*).

Průměrné množství dopravních nehod na ulici Tylovice v období po instalaci rychlostních radarů bylo pomocí výpočtu aritmetickým průměrem 1.416 nehody v jednom čtvrtletí. Tento výsledek vychází z výpočtu 11 čtvrtletí po instalaci radaru. Ve stejně dlouhém období před instalací tohoto radaru byl zjištěn čtvrtletní průměr 0.909 nehod. Po dosazení do vzorce DID (průměr v období před instalací – průměr v období po instalaci) je výsledkem přibližně 0.508 nehod. To znamená, že po instalaci rychlostního radaru v ulici Tylovice průměrný počet nehod vzrostl o 0.508 nehody za jedno čtvrtletí. V tomto případě instalace radaru mírně zvýšila počet nehod.

Tabulka 2 Analýza přerušovaných časových řad pro ulici Tylovice v obci Rožnov pod Radhoštěm

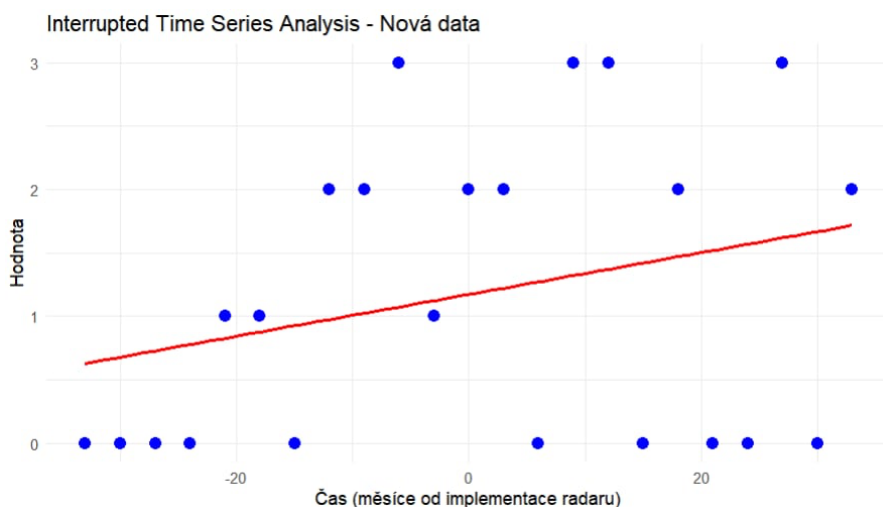
Call:				
lm(formula = hodnota ~ čas + post_intervention, data = data)				
Residuals:				
Min	-1.71014			
1Q	-0.87648			
Median	0.09091			
3Q	0.91864			
Max	1.83004			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.30040	0.57898	2.246	0.0362 *
čas	0.02174	0.02513	0.865	0.3972
post_intervention	-0.24242	1.00094	-0.242	0.8111
Residual standard error: 1.199 on 20 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.08161				
Adjusted R-squared: -0.01023				
F-statistic: 0.8886 on 2 and 20 DF, p-value: 0.4269				

Zdroj: vlastní zpracování

Z této analýzy vyplynul intercept 1.3 značící, že v časovém období před instalací radaru byl odhad 1.3 nehody za jedno období, tento odhad je statisticky významný ( $p < 0.05$ ), tudíž není předpoklad, že tento jev je náhodný. Před zásahem bylo možné pozorovat mírný rostoucí trend (odhad = 0.0217), který je však statisticky nevýznamný ( $p = 0.3972$ ). V období po zásahu byl zpozorován pokles hodnoty o 0.242 ( $\text{post\_intervention} = -0.242$ ), značící snížení počtu dopravních nehod, tento jev je však statisticky nevýznamný ( $p = 0.811$ ). Model vysvětluje pouze 8.2% variability ( $R^2 = 0.0816$ ) a korekce  $R^2$  (-0.01) naznačuje, že model nezlepšuje predikci variability dat. Celkově model není statisticky významný, F-statistika (0.8866,  $p = 0.4269$ ), což znamená že čas a  $\text{post\_intervention}$  nejsou schopny spolehlivě vysvětlit variabilitu.

Průměrná hodnota před zavedením radaru (1.3,  $p = 0.036$ ) je statisticky významná, trend před implementací radaru je mírně rostoucí, ale statisticky nevýznamný – čas (0.022,  $p = 0.0397$ ). Instalace radaru měla mírný vliv na pokles dopravních nehod o 0.24 nehod za čtvrtletí, ale tento efekt není statisticky významný.

Graf 3 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv rychlostního radaru na počet nehod na ulici Tylovice v Rožnově pod Radhoštěm



Zdroj: vlastní zpracování

Říčany jsou obec nacházející se nedaleko od hlavního města Prahy, tato obec je známá tím, že se v ní vyskytuje velké množství radarů měřící maximální povolenou rychlost. Pro výzkum byla zvolena dvoupruhová a rušná ulice „Říčanská“, na které je také umístěn stacionární radar.

V období před instalací radaru na ulici Říčanská průměrné čtvrtletní množství nehod 0.6364 za období 11 čtvrtletí. Po implementaci radaru měřící maximální povolenou rychlost klesl průměrný počet dopravních nehod na 0.4167. Po dosazení do vzorce pro metodu DID je zjištěn pokles dopravních nehod o 0.2197 (-0.2197). Určitý vliv zavedení rychlostního radaru na Říčanskou ulici tedy je znatelný.

Tabulka 3 Analýza přerušovaných časových řad pro ulici Říčanská v obci Říčany

Call:				
lm(formula = hodnota ~ čas + post_intervention, data = data)				
Residuals:				
Min	-0.8044			
1Q	-0.5181			
Median	-0.2655			
3Q	0.4644			
Max	1.4657			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.8379	0.3271	2.562	0.0186 *
čas	0.0112	0.0142	0.789	0.4394
post_intervention	-0.6061	0.5655	-1.072	0.2966
Residual standard error:				
0.6774 on 20 degrees of freedom				
Multiple R-squared:				
0.05777				
Adjusted R-squared:				
-0.03646				
F-statistic:				
0.6131 on 2 and 20 DF, p-value: 0.5516				

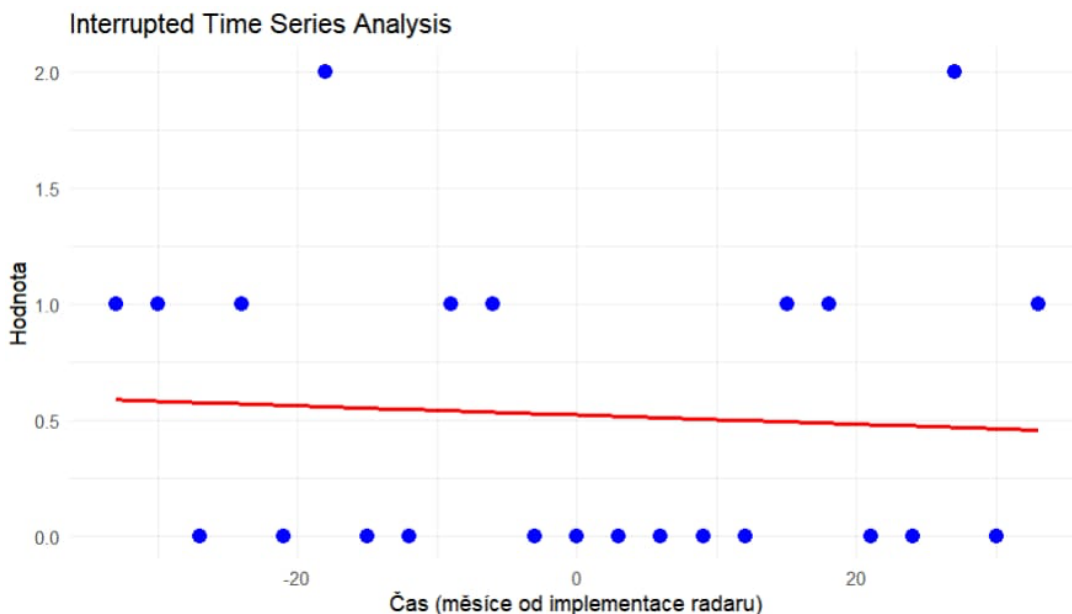
Zdroj: Vlastní zpracování

Intercept v tomto případě vyšel (0.8379,  $p=0.0186$ ), značící statistickou významnost. Před zavedením radaru je průměrná hodnota dopravních nehod přibližně 0.84 za období. Před zavedením radaru. Trend vykazuje mírný růst, ale je statisticky nevýznamný – čas (0.0112,  $p=0.5516$ ). Po zásahu (instalaci radaru) byl pozorovaný mírný pokles nehod (-0.6061,  $p=$

0.2966), ovšem p-hodnota vykazuje statistickou nevýznamnost, tudíž je velmi pravděpodobné, že tento jev je náhodný. Co se celkové kvality modelu týče,  $R^2$  se rovná 0.0578, tudíž vysvětluje přibližně 5.8% variability a tím pádem má model velmi nízkou schopnost vysvětlovat vztah mezi proměnnými. Opravená hodnota – Adjusted  $R^2$  je rovna -0.03646, tím ukazuje, že nemá model predikční schopnost a přidání proměnných do modelu jej nezlepšilo. Kvalita modelu poukazuje zhruba na 5.8 % variabilitu v datech –  $R^2$  (0.05777) a opravená  $R^2$  (-0.03646) poukazuje na to, že model nemá predikční schopnost. F-statistika (0.6131,  $p= 0.5516$ ) poukazuje na statistickou nevýznamnost modelu, žádná z proměnných nemá lepší prediktivní schopnost než náhodný odhad.

Průměrná hodnota před instalací rychlostního radaru je 0.84 a je statisticky významná ( $p= 0.0186$ ), před zavedením radaru byl trend mírně rostoucí (0.0112), ale nebyl statisticky významný ( $p= 0.4394$ ). Poté co byl radar instalován, byl pozorován mírný pokles nehod (-0.6061), ale byl také statisticky nevýznamný ( $p=0.2966$ ). Model tedy nedokazuje, že by instalace rychlostního radaru v ulici Říčanská měla vliv na počet dopravních nehod.

Graf 4 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv rychlostního radaru na počet nehod na ulici Říčanská v obci Říčany



Zdroj: vlastní zpracování

Vybraná ulice v Českém Krumlově, na rozdíl od Říčanské a Tylovické ulice, disponuje měřeným úsekem, ve výše zmíněných ulicích je totiž instalován stacionární radar.

Před instalací měřeného úseku do Chvalšinské ulice byl čtvrtletní průměr dopravních nehod za sledované období 0.18. Po instalaci tohoto úseku byl ve stejně dlouhém sledovaném období 0.58. Po dosazení do vzorce vyjde hodnota pro metodu DID přibližně 0.402. To značí, že rychlostní úsek v tomto případě nesnížil počet dopravních nehod v daném místě, ale čtvrtletní počet nehod mírně vzrostl.

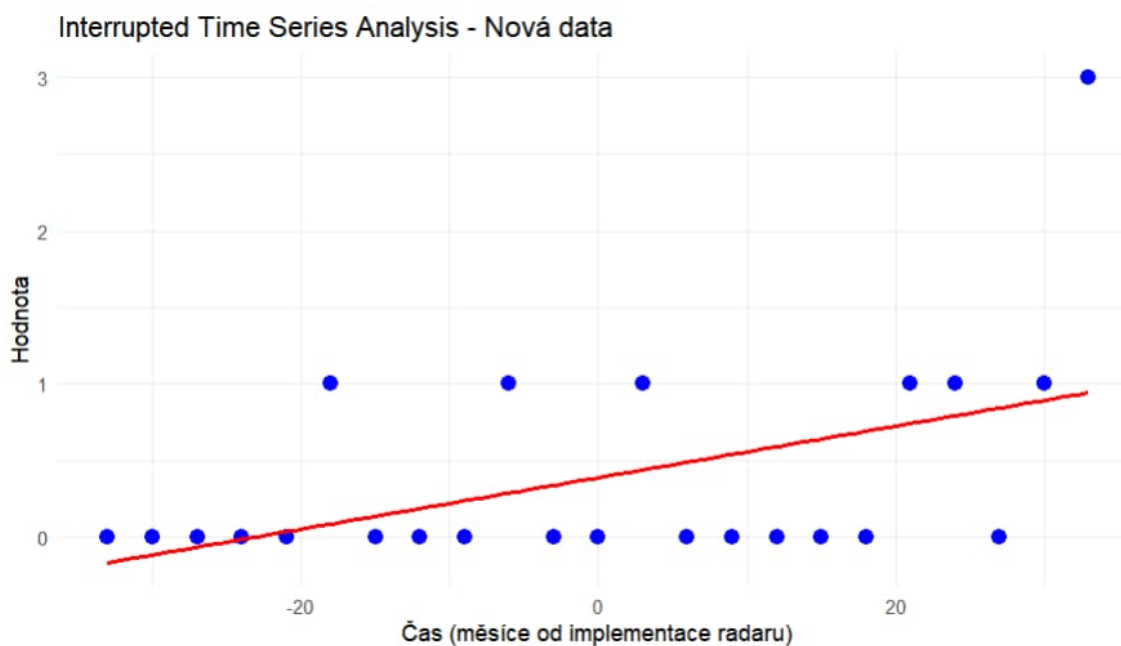
Tabulka 4 Analýza přerušovaných časových řad pro ulici Chvalšinská v obci Český Krumlov

Call:				
lm(formula = hodnota ~ čas + post_intervention, data = data)				
Residuals:				
Min	-0.92227			
1Q	-0.40679			
Median	-0.05072			
3Q	0.23847			
Max	1.88406			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.76285	0.30885	2.470	0.0226 *
čas	0.03228	0.01340	2.408	0.0258 *
post_intervention	-0.71212	0.53393	-1.334	0.1973
Residual standard error: 0.6396 on 20 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.2873				
Adjusted R-squared: 0.216				
F-statistic: 4.031 on 2 and 20 DF, p-value: 0.03381				

Zdroj: Vlastní zpracování

V tomto případě intercept této analýzy je roven 0.76 jednotkám a je statisticky významný ( $p=0.0226$ ). Před implementací byl trend před instalací úseku 0.0323 a je statisticky významný ( $p=0.0258$ ). Po instalaci radaru poklesl počet dopravních nehod o 0.71 (-0.71), ale jeho statistická významnost ( $p=0.1973$ ), značí náhodu. Model vysvětluje přibližně 28.7% variability ( $R^2=0.27873$ ) a model má mírnou predikční schopnost (Adjusted  $R^2=0.216$ ). F – statistika vypovídá o statistické významnosti celého modelu na hladině 5 % významnosti (4.031,  $p=0.03381$ ), vysvětlující proměnné (čas a hodnota po zásahu) přispívají k vysvětlení variability počtu nehod, model jako celek není výsledkem náhody.

Graf 5 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv měřeného úseku na počet nehod na ulici Chvalšinská v Českém Krumlově



Zdroj: vlastní zpracování

Úsek mezi obcemi Chraštice a Milín slouží jako kontrolní pro metodu difference in difference, je to rušný zhruba 7 km dlouhý úsek. Na této silnici se nenachází žádný prostředek vynucující dodržování maximální povolené rychlosti. Průměrný počet nehod před stanoveným T, které by představovalo instalaci opatření, byl 8.54 nehod, průměr po stanoveném T byl 5.75 dopravních nehod za čtvrtletí. Výsledek po výpočtu dle vzorce vychází zhruba – 2.80 nehod, tudíž mezi těmito obdobími došlo k poklesu nehod bez zásahu. Pro kontrolní oblasti není vhodné používat analýzu přerušovaných časových řad.

Z dlouhé ulice Soběslavská nacházející se ve městě Tábor byl pro kontrolu vybrán úsek, který se nachází mezi dvěma kruhovými objezdy, úsek je dlouhý zhruba 800 metrů. Před stanoveným T byl průměrný počet dopravních nehod 1.45 nehody za čtvrtletí, po stanoveném T 1.42 nehody za čtvrtletí. Rozdíl mezi těmito obdobími značí pokles o 0.03 nehody.

## Diskuse výsledků

*Cílem VO1: Jaký vliv na počet dopravních nehod mělo zavedení rychlostních radarů do vybraných úseků s častými dopravními nehodami mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?*

Na základě dostupných dat bylo zjištěno, že v měřeném úseku u obce Mrač bylo průměrně v období před implementací tohoto úseku průměrně 9 nehod za jedno čtvrtletí v období 33 sledovaných čtvrtletích, v následujícím stejně dlouhém období po instalaci je znát určitý pokles dopravních nehod, pomocí metody DID bylo zjištěno, že tento pokles je roven o 3.666 nehody za čtvrtletí. Metoda přerušovaných časových řad poukázala na pokles dopravních nehod po zavedení měřeného úseku o 3.89 nehody za čtvrtletí, ovšem je výsledek statisticky nevýznamný a nelze jednoznačně určit, zda se jednalo pouze o vliv zásahu nebo je jev náhodný. Podle dekompozice časových řad je trend v celém sledovaném období klesající, sezónní složka poukazuje na zvýšený počet dopravních nehod v letním období. Nejvyšší počet nehod je ve čtvrtletí, v období červenec–září. Náhodná složka poukazuje na 2 velké výkyvy, jedním z nich je zimní období dubna až června. Druhé období je prakticky ihned po zásahu, je možné, že někteří řidiči věnovali svou pozornost více dodržování rychlosti než, aby se věnovali vozovce.

Dalšími zkoumanými lokalitami byly ulice se stacionárními radary v obci Rožnov pod Radhoštěm a Říčany. Metoda DID aplikovaná na ulici Tylovice v Rožnově pod Radhoštěm poukázala na mírný růst počtu dopravních nehod po instalaci stacionárního radaru, a to zhruba o 0.5 nehody na jedno čtvrtletí, v obci Říčany na ulici Říčanská měla instalace stacionárního radaru pozitivní vliv z hlediska snížení počtu dopravních nehod za období, nicméně zhruba o pouze 0.22 nehod za měřené období. V obou případech lze konstatovat, že rychlostní radary mají minimální vliv na počet nehod. Přestože města tvrdí, že to je pro důvodem instalace je zvýšení bezpečnosti, lze si povšimnout, že v Rožnově pod Radhoštěm bylo maximum 3 nehody za celé sledované období. Obec Říčany je známá v České republice velkým množstvím stacionárních radarů, kritici tvrdí, že jediným důvodem pro instalaci není zvýšení bezpečnosti, ale ekonomický zisk (*Města objevila stroj na peníze*, 2024). V případě Říčan na Říčanské ulici byly maximálně 2 dopravní nehody v měřených obdobích. V případech obou obcí tohoto maxima dosahovaly obce i v období po instalaci stacionárních radarů. Analýza přerušovaných časových řad poukázala v obci Rožnov pod Radhoštěm pokles nehod o 0.24, ale model naznačuje statistickou nevýznamnost, u Říčan tato analýza zaznamenala pokles zhruba o 0.61

nehod za 3 měsíce, ovšem také tento údaj není statisticky významný a spíše poukazuje, že šlo o náhodu, či vliv proměnné, která nebyla zkoumána.

Poslední sledovaná lokace v této práci byla ulice Chvalšinská v Českém Krumlově. Na rozdíl od Říčanské ulice a ulice Tylovice, byl zde instalován měřený úsek. Podle metody DID se v daném místě mírně zvýšil počet dopravních nehod po instalaci, a to konkrétně o 0.402 nehod za jedno čtvrtletí. Maximální počet nehod v této oblasti byl také až v období po instalaci tohoto úseku, a to konkrétně 3 nehody ve 33. čtvrtletí po instalaci. Analýza přerušovaných časových řad poukázala na mírný pokles dopravních nehod v tomto úseku o 0.71 jednotky, ale tento údaj není statisticky významný, tudíž pokles může být náhodný.

Na základě výsledků lze konstatovat, že instalace radarů a měřených úseků měla pouze omezený a statisticky nevýznamný vliv na snížení počtu dopravních nehod. Žádná z vybraných lokalit nevykazuje významný pokles nehod způsobený právě samotnou instalací prostředků vynucující dodržování maximální povolené rychlosti. To je v rozporu s Li, Zhang, et al., (2020), kde autoři tvrdí, že instalace těchto opatření přímo snižuje počet dopravních nehod.

Výzkum poukázal na fakt, že analýza přerušovaných časových řad není vhodná pro výzkum, který se zabývá nehodovostí v obcích. Počet dopravních nehod v obcích je všeobecně velmi nízký a obvykle je počet nehod dost náhodný, tato metoda je totiž vhodná pro delší časové řady s větším počtem nehod., tudíž při malém počtu pozorování a nehod metoda hledala jevy, které v daných úsecích neexistovali a tím znehodnotila její výsledky. U obcí se vyskytuje se celá řada období, kdy neproběhla ani jedna nehoda. Zároveň výzkum neprozkoumal dostatečně dlouhé období pro to, aby tato metoda mohla mít vyšší výpovědní hodnotu. Tato metoda hledá v případě obcí vlivy a jevy, které nejsou reálné a tím zkresluje výsledky. Tato metoda byla efektivní pouze pro úsek Mrač, kde se vyskytuje větší množství dopravních nehod z důvodu vyšší rychlosti a frekventovanosti na pozemní komunikaci, pouze v tomto případě metoda dokázala vyčíst sezónnost, trend a vliv náhody, tato metoda není doporučena na výzkumy, které se zabývají touto tematikou a zkoumají vliv v obcích.

Lze předpokládat, že rychlostní radary, či měřené úseky mohou mít určitý vliv, ale jejich samotná instalace není zárukou, že počet nehod skutečně klesne.

*VO2: Jaký je rozdíl v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?*

Porovnáme-li dosažené výsledky podle metody DID mezi oblastmi se stacionárními radary a měřenými úseky, vyplyne, že měřený úsek, a to na významné dopravní tepně mezi obcemi jako jediný dosáhl poklesu o více než jednu nehodu za čtvrtletí, konkrétně o 3.66 nehody. U měřeného úseku v obci Český Krumlov po instalaci proběhl nárůst dopravních nehod zhruba o 0.51 nehody. Z těchto výsledků lze konstatovat, že měřený úsek je efektivnější, protože stacionární radary měly významně nižší vliv na počty nehod. Nárůst po instalaci stacionárního radaru proběhl na ulici Tylovice v Rožnově pod Radhoštěm o 0.5 nehody a na Říčanské ulici byl pokles o 0.22 nehody za čtvrtletí. Z toho vyplývá, že je vhodné spíše porovnávat, lokaci, která je vybrána pro instalaci.

Vybraný kontrolní úsek pro obce byla zvolena Soběslavská ulice, která dosáhla poklesu o 0.03 nehody, z čehož vyplývá, že rozdíly jsou minimální a obvykle v obcích jsou nehody způsobeny spíše náhodou. Pro frekventovanou silnici u obce mrač s měřeným úsekem byl zjištěn pokles o 3.66 nehody, pro kontrolní silnici mezi obcemi Chraštice a Milín byl zaznamenán pokles zhruba o 2.8 nehod, nelze ale předpokládat, že tento vliv nebyl taktéž náhodný. Dle získaných dat je všeobecně vyšší počet dopravních nehod na významných dopravních tepnách mimo obce, proto instalování radarů na tato místa budou mít všeobecně vyšší účinek.

Výsledky všech zásahů podle metody analýza přerušovaných časových řad poukazuje na to, že všechna měření byla statisticky nevýznamná, z toho lze předpokládat, že počet dopravních nehod je více závislý na dalších podmínkách jako je roční období, počasí, rozdíl mezi dnem a nocí, vytížeností dopravní komunikace apod. Nelze tedy přesně pomocí metody přerušovaných časových řad určit, zda jsou efektivnější stacionární radary nebo měřené úseky v obcích.

Pro výzkum efektivity instalace prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti v obcích je vhodnější metoda difference in difference než analýza přerušovaných časových řad. Tato metoda je totiž jednoduchá a nesnaží se sledovat trendy, sezónnost a další složky, které se obcí obvykle netýkají. Zároveň tato metoda je výrazně efektivnější pro malé množství dat, a to z pohledu měřených období, tak i počtu dopravních nehod v daných obdobích.

Tato práce má své limity a omezení, zkoumá pouze vliv instalace prostředků, které slouží k vynucení dodržování maximální povolené rychlosti, v práci nejsou zahrnuty faktory jako roční období, trendy nebo vytíženost dopravních komunikací a vychází pouze ze 4 lokalit, z nichž u dvou dodržování rychlosti vynucuje měřený úsek a u druhé stacionární radary. Toto může být doporučení pro další práce, které se budou touto problematikou zabývat. Zvolená metoda analýzy časových řad není pro tento typ práce vhodná, více se v tomto případě osvědčila metoda difference in difference, která je vhodnější na výzkum tohoto tématu v obcích. Analýza přerušovaných časových řad je však vhodná na zjištění vlivů na frekventovaných silnicích mimo obce, kde je obvykle počet dopravních nehod vyšší, je však doporučeno zvolit delší časové období.

## **Závěr**

Cílem této práce bylo prozkoumat dlouhodobý vliv rychlostních radarů na nehodovost ve vybraných místech České republiky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci a vyhodnotit rozdíly v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky. Práce odpovídá na stanovené výzkumné otázky, čímž byl cíl práce splněn.

Pomocí metody difference in difference bylo zjištěno, že opatření, která vynucují dodržování maximální povolené rychlosti mají určitý, ale relativně nízký vliv. V obcích tento zásah měl menší vliv než na rušné silnici, která slouží jako významná dopravní tepna mezi hlavním městem Prahou a Českými Budějovicemi. Ve dvou ze tří obcí, kam bylo toto opatření implementováno byl nalezen mírný růst počtu dopravních nehod, u jedné byl zaznamenán mírný pokles. Nelze konstatovat, že by tato opatření v obcích všeobecně měla za následek

nárůst dopravních nehod, spíše se práce nesoustředila na ostatní vlivy, které by mohly nehody způsobovat. Měřené úseky, či stacionární radary nejsou zárukou snížení dopravních nehod v obcích, ale spíše jedním z faktorů, který má potenciál nehodovost snížit. Práce poukázala, že o něco významnější vliv na nehodovost mají instalace radarů na již zmíněné významné dopravní tepny, které se v obcích nenacházejí. Ze zjištěných dat vyplývá, že na významných dopravních tepnách je nehodovost výrazně vyšší než v obcích, z toho důvodu je určitě vhodné tyto prostředky instalovat. Existuje řada dalších faktorů, které mohou nehodovost ovlivňovat, na což bylo poukázáno pomocí kontrolních lokalit.

Další metodou využitou v práci byla analýza přerušovaných časových řad. Tato metoda se ukázala jako nevhodná pro měření efektivnosti těchto prostředků v obcích, ovšem ji lze využít právě na vytížených komunikacích mezi obcemi. Tato metoda pouze v případě této komunikace dokázala odhalit další vlivy, které nehody způsobují, jako trendy, sezónnost a náhodné vlivy, u obcí tato metoda hledala vlivy, které se obcí netýkaly a tím byla tato metoda ve většině případů statisticky nevýznamná. Pro výzkum vlivu těchto prostředků na lokalitách s menším počtem dopravních nehod a kratší časovou řadu je doporučena metoda difference in difference, která není zkreslená externími vlivy.

Práce byla limitována sledováním pouze vlivu prostředků jako jsou stacionární radary a měřené úseky a dalšími vlivy se nezabývala. Dalším limitem byla nevhodně zvolená analýza přerušovaných časových řad, která není vhodná pro výzkum nehodovosti v obcích a ukazovala zkreslené výsledky, efektivní byla v případě sledování vytížené dopravní komunikace, ale její výsledky by mohly být přesnější, pokud by se sledovalo delší časové období. Zároveň je vhodnější pro místa, kde je celkově počet dopravních nehod vyšší než právě u obcí. Práce sledovala pouze 4 oblasti, ve kterých byly v minulosti implementovány prostředky vynucující maximální povolenou rychlost, a to pouze v České republice.

Tato práce poskytuje komplexní náhled do problematiky vlivu prostředků omezujících maximální povolenou rychlost na počet nehod. Dále poskytuje cenné informace o volbě lokací, kam je vhodné tyto prostředky implementovat a že je důležité sledovat další vlivy, které mohou nehody způsobovat, jako roční období, trendy a náhodné složky. Tato práce může sloužit jako podklad k dalším výzkumným pracím nebo institucím odpovědným za dopravní bezpečnost.

## Seznam zdrojů

Al-Mistarehi, B. W., Alomari, A. H., Imam, R., & Alnaasan, T. K. (2022). Investigating the Factors Affecting Speeding Violations in Jordan Using Phone Camera, Radar, and Machine Learning. *FRONTIERS IN BUILT ENVIRONMENT*, 8, 917017. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.917017>

Almoshaogeh, M., Abdulrehman, R., Haider, H., Alharbi, F., Jamal, A., Alarifi, S., & Shafiquzzaman, M. (2021). Traffic Accident Risk Assessment Framework for Qassim, Saudi Arabia: Evaluating the Impact of Speed Cameras. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, 11(15), 6682. <https://doi.org/10.3390/app11156682>

Amancio, E. C., Gadda, T. M. C., Correa, J. N., Bonetti, G. da C., Oviedo-Trespalacios, O., & Bastos, J. T. (2024). Impact of Speed Limit Enforcement Cameras on Speed Behavior:



Naturalistic Evidence from Brazil. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*, 2678(9), 807–822. <https://doi.org/10.1177/03611981241230548>

Ang, A., Christensen, P., & Vieira, R. (2020). Should congested cities reduce their speed limits? Evidence from Sao Paulo, Brazil. *JOURNAL OF PUBLIC ECONOMICS*, 184, 104155. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104155>

Baker, A. C., Larcker, D. F., & Wang, C. C. Y. (2022). How much should we trust staggered difference-in-differences estimates? *Journal of Financial Economics*, 144(2), 370–395. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2022.01.004>

Camba, A. C., & Camba, A. L. (2020). The Dynamic Relationship of Domestic Credit and Stock Market Liquidity on the Economic Growth of the Philippines. *JOURNAL OF ASIAN FINANCE ECONOMICS AND BUSINESS*, 7(1), 37–46. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no1.37>

Delavary, M., Mesic, A., Krebs, E., Sesonga, P., Uwase-Gakwaya, B., Nzeyimana, I., & Vanlaar, W. (2024). Assessing the effect of automated speed enforcement and comprehensive measures on road safety in Rwanda. *TRAFFIC INJURY PREVENTION*, 25(7), 947–955. <https://doi.org/10.1080/15389588.2024.2354901>

Factor, R., Haviv, N., & Keren, G. (2023). Enforcement and behavior: The effects of suspending enforcement through automatic speed cameras. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL CRIMINOLOGY*, 19(3), 743–759. <https://doi.org/10.1007/s11292-022-09507-z>

Gaveniene, L., Cygas, D., Jateikiene, L., Vorobjovas, V., Jasiuniene, V., & Zarins, A. (2023). An Assessment of the Effect of the Average Speed Enforcement Systems on Lithuanian Roads. *BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING*, 18(3), 217–233. <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2023-18.615>

Kronprasert, N., & Sutheerakul, C. (2020). Effect of Automated Speed Enforcement Systems on Driving Behavior and Attitudes on Mountainous Roads in Thailand. *INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATE*, 18(68), 164–171. <https://doi.org/10.21660/2020.68.9255>

Lee, Y. M., & Sheppard, E. (2020). Effects of position of speed limit signs and the presence of speed camera on Malaysian drivers' speed choice: An eye-tracking study. *TRANSPORTATION RESEARCH PART F-TRAFFIC PSYCHOLOGY AND BEHAVIOUR*, 74, 386–395. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.030>

Li, H., Zhang, Y., & Ren, G. (2020). A causal analysis of time-varying speed camera safety effects based on the propensity score method. *JOURNAL OF SAFETY RESEARCH*, 75, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.08.007>

Li, H., Zhu, M., Graham, D. J., & Zhang, Y. (2020). Are multiple speed cameras more effective than a single one? Causal analysis of the safety impacts of multiple speed cameras. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 139, 105488. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105488>

*Mapa dopravních nehod.* (b.r.). Získáno 4. prosinec 2024, z <https://nehody.policie.cz/#13/14.7179/49.80638/e30memle>

*Měření rychlosti • Mapy.cz.* (b.r.). Mapy.cz. Získáno 4. prosinec 2024, z <https://mapy.cz/?q=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20rychlosti&cat=1>

*Měření rychlosti—Město Rožnov pod Radhoštěm.* (b.r.). Získáno 18. prosinec 2024, z <https://www.roznov.cz/cs/urad-a-kontakty/odbory-uradu/odbor-prestupkovy/mereni-rychlosti/>

*Města objevila stroj na peníze: Pokuty za rychlost - Seznam Zprávy.* (2024, duben 23). <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/domaci-zivot-v-cesku-mesta-objevila-stroj-na-penize-pokuty-za-rychlost-250130>

Perez-Acebo, H., Ziolkowski, R., & Gonzalo-Orden, H. (2021). Evaluation of the Radar Speed Cameras and Panels Indicating the Vehicles' Speed as Traffic Calming Measures (TCM) in Short Length Urban Areas Located along Rural Roads. *ENERGIES*, *14*(23), 8146. <https://doi.org/10.3390/en14238146>

Shaaban, K., Mohammad, A., & Eleimat, A. (2023). Effectiveness of a fixed speed camera traffic enforcement system in a developing country. *AIN SHAMS ENGINEERING JOURNAL*, *14*(10), 102154. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102154>

Shim, J., Kwon, O. H., Park, S. H., Chung, S., & Jang, K. (2020). Evaluation of Section Speed Enforcement System Using Empirical Bayes Approach and Turning Point Analysis. *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION*, *2020*, 9461483. <https://doi.org/10.1155/2020/9461483>

Tian, H., Safiullin, R. N., & Safiullin, R. R. (2024). Integral Evaluation of Implementation Efficiency of Automated Hardware Complex for Vehicle Traffic Control. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING*, *37*(8), 1534–1546. <https://doi.org/10.5829/ije.2024.37.08b.07>

Truelove, V., Nicolls, M., Stefanidis, K. B., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). Road rule enforcement and where to find it: An investigation of applications used to avoid detection when violating traffic rules. *JOURNAL OF SAFETY RESEARCH*, *87*, 431–445. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.08.015>

Vadeby, A., & Howard, C. (2024). Spot speed cameras in a series—Effects on speed and traffic safety. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, *199*, 107525. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107525>

Valderrama, S. L., Palacios, M. S., Botello, V. P., Perez-Barbosa, D., Arrieta, J. V., Kisner, J., & Adiazola-Steil, C. (2024). On Speed Management, Public Health, and Risky Behaviors: Examining the Side Effects of Automated Speed-Enforcement Cameras on Traffic Crashes in Bogota, Colombia. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*, *2678*(3), 590–600. <https://doi.org/10.1177/03611981231182419>

Valverde, C. Q., Perez-Ferrer, C., Becerril, L. C., Santiago, A. M., Lopez, H. R., Galbarro, J. P., Quistberg, D. A., Roux, A. V. D., & Barrientos-Gutierrez, T. (2023). Evaluation of road safety policies and their enforcement in Mexico City, 2015–2019: An interrupted time-series study. *Injury Prevention*, 29(1), 35–41. <https://doi.org/10.1136/ip-2022-044590>

Wang, C., Xu, C., & Fan, P. (2020). Effects of traffic enforcement cameras on macro-level traffic safety: A spatial modeling analysis considering interactions with roadway and Land use characteristics. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 144, 105659. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105659>

Zhou, W., Wang, W., Hua, X., & Zhang, Y. (2020). Real-Time Traffic Flow Forecasting via a Novel Method Combining Periodic-Trend Decomposition. *Sustainability*, 12(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su12155891>

## Přílohy

### Příloha 1: Tabulka dopravních nehod na vybraných úsecích

Tabulka 5 Počet dopravních nehod na vybraných úsecích

Období	Mrač - měřený úsek	Tylovice - Rožnov pod Radhoštěm - ra	Český Krumlov - měřený úsek	Říčanská - Říčany - radar	Chraštice - Milín - kontrola	Soběslavská - Tábor - kontrola
T - 33 měsíců	4	0	0	1	12	1
T - 30 měsíců	8	0	0	1	14	2
T - 27 měsíců	15	0	0	0	18	2
T - 24 měsíců	13	0	0	1	7	2
T - 21 měsíců	10	1	0	0	3	1
T - 18 měsíců	6	1	1	2	9	5
T - 15 měsíců	10	0	0	0	12	0
T - 12 měsíců	5	2	0	0	6	0
T - 9 měsíců	5	2	0	1	4	1
T - 6 měsíců	14	3	1	1	4	2
T - 3 měsíce	9	1	0	0	5	0
<b>T</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
T + 3 měsíce	9	2	1	0	7	1
T + 6 měsíců	0	0	0	0	3	0
T + 9 měsíců	7	3	0	0	10	1
T + 12 měsíců	6	3	0	0	17	3
T + 15 měsíců	5	0	0	1	5	0
T + 18 měsíců	7	2	0	1	2	4
T + 21 měsíců	8	0	1	0	5	1
T + 24 měsíců	6	0	1	0	4	1
T + 27 měsíců	5	3	0	2	6	1
T + 30 měsíců	4	0	1	0	3	2
T + 33 měsíců	4	2	3	1	3	2

Zdroj: vlastní zpracování dle (*Mapa dopravních nehod*)

### Contact address of the author(s):

Andrej Kunštek, mag. ing. traff, University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Department of Traffic Accident Expertise, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croatia  
email: [andrej.kunstek@fpz.hr](mailto:andrej.kunstek@fpz.hr)

Bc. Filip Král, School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic, e-mail: [28687@mail.vstecb.cz](mailto:28687@mail.vstecb.cz)