



Posouzení efektu dopravních opatření upravujících rychlost vozidel v intravilánu obcí

CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU

¹ Přírodovědecká fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci

Jan Elgner^{1, 2}, Jiří Ambros², Eva Fišerová¹

² Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.,
Brno

Nepřiměřená rychlost patří mezi nejkritičtější příčiny vzniku dopravních nehod se zraněnými nebo usmrcenými účastníky silničního provozu. Situace je nebezpečná především v intravilánu obcí, kde se nachází zranitelní účastníci silničního provozu (chodci, cyklisté a motocyklisté). Ke snížení rychlosti vozidel jsou běžně instalována opatření např. informační radary, ochranné ostrůvky. V pilotní studii byla použita data z vozidel obsahujících GPS jednotku se záznamem polohy a rychlosti vozidla. Na jednotlivé průjezdy vozidel lze poté nahlížet jako na spojitý proces. Porovnání významného rozdílu rychlostních profilů před a po realizaci opatření je provedeno dvouvýběrovým funkcionálním intervalovým testem (IWT) pro časoprostorová data.

ÚVOD A CÍL ANALÝZY

Výzkumná otázka

Je rozdíl v rychlostních profilech před a po realizaci opatření?
Pokud ano, na jakém místě?

Motivace

- Ročně 5 900 dopravních nehod / 40 usmrcených / 2 000 zraněných osob v důsledku nepřiměřené rychlosti v obcích
- Dochází ke snížení rychlosti v důsledku instalace opatření?
- Jaká opatření jsou účinnější, lze to jednoznačně určit?

Data

- Lokalita: Sardón de Duero (Španělsko)
- Období sběru dat: 1. 1. 2020 – 31. 12. 2021
- Instalace opatření: 1. 11. 2020 – 31. 12. 2020
- Povaha dat: záznamy z GPS senzorů jednotlivých vozů pocházející z flotily vozidel více firem
- Zdroj dat: Xouba Ingenieria SL
- Počet jízd po očištění: Směr 1 →: 1 066; směr 2 ←: 1 129
- Registrace dat: neekvidistanční časoprostorové údaje s periodou 1 záznam za 3–60 vteřin

Závěr

- Rychlostní profily jednotlivých jízd se liší po realizaci opatření v obou směrech
- Rozdíl v rychlostních profilech byl detekován především před vjezdem do obce pravděpodobně díky svislému dopravnímu značení (rychlostnímu limitu) a vodorovnému dopravnímu značení (optickému zúžení jízdního pruhu)

METODIKA

Rychlostní profily jako funkcionální pozorování

- Rychlost jako funkce vzdálenosti od počátku
- Aproximace pomocí kubických B-splínových básových funkcí

Předpoklady

- Nezávislost prvků náhodného výběru
- Nepředpokládáme: nezávislost mezi básovými koeficienty, sdruženou ani marginální normalitu básových koeficientů, ortogonalitu báží
⇒ neparametrické permutační testy

Algoritmus intervalového testování

1. Intervalové testování: na každém otevřeném intervalu $\mathcal{I} \subseteq T$ a jeho doplňku $T \setminus \mathcal{I}$ provedeme funkcionální test

$$H_0^{\mathcal{I}} : \mu_1^{\mathcal{I}} = \mu_2^{\mathcal{I}} \text{ proti } H_1^{\mathcal{I}} : \mu_1^{\mathcal{I}} \neq \mu_2^{\mathcal{I}},$$

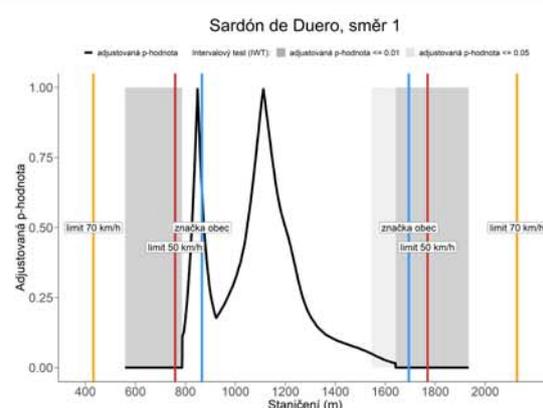
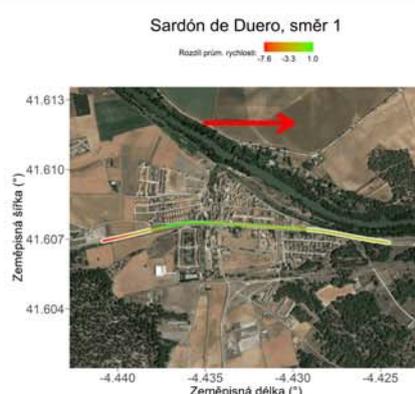
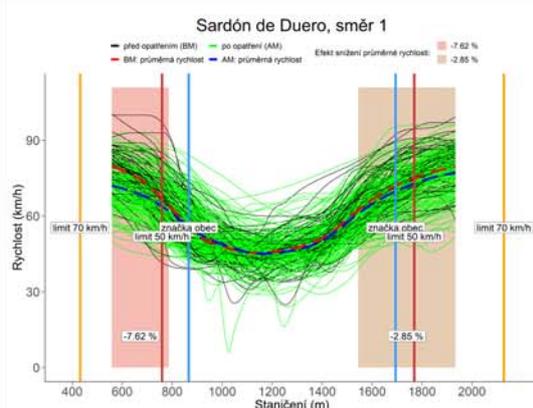
kde $\mu_i^{\mathcal{I}}$ značí restriku na \mathcal{I}

$$\mathcal{F}^{\mathcal{I}} = \frac{1}{|\mathcal{I}|} \int_{\mathcal{I}} (\bar{y}_1(t) - \bar{y}_2(t))^2 dt, \mathcal{F}^{T \setminus \mathcal{I}} = \frac{1}{|T \setminus \mathcal{I}|} \int_{T \setminus \mathcal{I}} (\bar{y}_1(t) - \bar{y}_2(t))^2 dt$$

$$\Rightarrow \text{p-hodnoty } p^{\mathcal{I}}, p^{T \setminus \mathcal{I}}$$

- p-hodnota je proporce hodnot testových statistik na permutovaných datech přesahující testovou statistiku původních dat
2. Korekce pro mnohonásobná porovnávání:
Adjustovaná p-hodnota: $\tilde{p}(t) = \sup_{\mathcal{I}: t \in \mathcal{I}} p^{\mathcal{I}}(t)$

VIZUALIZACE RYCHLOSTNÍCH PROFILŮ A VÝSLEDKY



KONTROLA CHYBY 1. DRUHU

- Intervaly na krajích definičního oboru jsou méně zastoupené, proto se v každém subintervalu testuje zároveň komplementární interval
- Interval-wise error rate (IWER):
 $\forall \mathcal{I} \subseteq T : H_0^{\mathcal{I}} \text{ platí} \Rightarrow \mathbb{P}[\forall t \in \mathcal{I}, \tilde{p}(t) \leq \alpha] \leq \alpha, \forall \alpha \in (0, 1)$

Děkujeme Miguelovi A. Muñozovi z Xouba Ingenieria SL za poskytnutí dat, na jejichž základě vznikl tento příspěvek.

BUDOUCÍ VÝZKUM

- Posouzení různorodých opatření v podobných lokalitách
- Posouzení změny homogenity v rychlostních profilech (IWT pro rozptyly)
- Modelování rychlostních profilů prostřednictvím funkcionální analýzy dat

Odkaz:



LITERATURA

- [1] Pini, A., Vantini, S. (2017). Interval-wise testing for functional data. *Journal of Nonparametric Statistics*, 29 (2), 407–424.
- [2] Ramsay, J.O., Silverman, B.W. (2013). *Functional data analysis*. New York, NY, Springer.
- [3] Římalová, V., Elgner, J., Ambros, J., Fišerová, E. (2022). Modelling the driving speed on expressway ramps based on floating car data. *Measurement* 195, 110995.

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory projektu Matematické modely IGA_PrF_2022_008 a Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.