

PROSTOROVÁ ANALÝZA MÍST DOPRAVNÍCH NEHOD NA DÁLNICÍCH I. A II. TŘÍDY V ČESKÉ REPUBLICE

Igor GAVRILOV¹

¹ Katedra dopravní telematiky, Fakulta Dopravní, České Vysoké Učení Technické v Praze, Konviktská 20, 110 00, Praha, Česká Republika
Gavriigo@cvut.cz

DOI 10.31490/9788024847955-4

Abstrakt

Tento článek se zaměřuje na statistickou analýzu vzdálenosti mezi místy dopravních nehod na dálnicích první a druhé třídy v České republice. Analyzovaná data zahrnují široké spektrum dopravních nehod, které se staly na těchto komunikacích v období 2007-2024. Cílem je identifikovat oblasti se zvýšenou koncentrací incidentů, které vyžadují další bezpečnostní opatření. Využití lokalizace nehod v GIS poskytuje přehled o prostorovém rozmístění nehod a pomáhá odhalit segmenty silnic, kde je pravděpodobnost nehody vyšší. Klasifikace typu silniční komunikace na základě vektorových dat z OpenStreetMap přispívá k rozlišení mezi dálnicemi první a druhé třídy. V analýze se statisticky hodnotí vzdálenosti mezi místy nehod. Výsledky studie slouží jako podklad pro tvorbu preventivních opatření zaměřených na snížení rizika nehod na klíčových úsecích české dálniční sítě.

Abstract

This article focuses on the statistical analysis of the distance between traffic accidents on first- and second-class highways in the Czech Republic. The analyzed data cover a wide range of traffic accidents that occurred on these roads between 2007 and 2024. The goal is to identify areas with a high concentration of incidents that require additional safety measures. The use of accident localization in GIS provides an overview of the spatial distribution of accidents and helps identify road segments with a higher probability of crashes. The classification of road types based on vector data from OpenStreetMap helps to distinguish between first- and second-class highways. The analysis statistically evaluates the distances between accident locations. The study results serve as a basis for developing preventive measures aimed at reducing the risk of accidents on key sections of the Czech highway network.

Klíčová slova: Dopravní nehody; GIS; prostorová analýza; Modelování; Vizualizace

Keywords: Traffic accidents; GIS; Spatial analysis; Modeling; Visualization.

1. ÚVOD

Dopravní nehody jsou celosvětovým problémem, a to nejen v rozvojových zemích, kde je dvakrát více smrtelných nehod než ve vyspělých zemích. Rozdíly mezi zeměmi zahrnují místní zákony, kvalitu infrastruktury, prevenci nehod a pohotovostní lékařské služby. Tento problém vyžaduje mezinárodní spolupráci, sdílení osvědčených postupů a podporu iniciativ zaměřených na snižování dopravních nehod. Jen tak lze postupně minimalizovat dopad dopravních nehod na lidské životy i celosvětovou ekonomiku.

V České republice od roku ledna 2007 do prosince 2024 bylo nahlášeno policii ČR celkem 1556613 nehody [1]. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích stanovuje povinnost ohlášení dopravních nehod když [2]:

- dojde k usmrcení nebo zranění osoby,
- dojde ke škodě na majetku třetí osoby nebo k poškození součásti nebo příslušenství pozemní komunikace (například poškození firemního vozidla, třetího vozidla, domu, svodidel nebo sloupu veřejného osvětlení),
- škoda na některém ze zúčastněných vozidel převyšuje částku 100 000 Kč.

Pokud je škoda menší než 100 000 Kč, mohou řidiči nehodu vyřešit mezi sebou a pojišťovnou. Toto však platí pouze za předpokladu, že při nehodě nedojde ke zraněním, úmrtím nebo škodám na majetku třetí osoby. Přestože přesný počet dopravních nehod nahlášených pojišťovnám není znám, lze předpokládat, že za osmnáct let sledování představují zaznamenané nehody výběr z celkové populace nehod v ČR.

V roce 2020 bylo v Evropské unii průměrně zaznamenáno 42 úmrtí na silnicích na milion obyvatel, což představuje pokles o 17 % ve srovnání s rokem 2019 a snížení o 36 % za poslední desetiletí (od roku 2010). V České republice bylo v roce 2020 zaznamenáno 48 úmrtí na silnicích na milion obyvatel, což je nad průměrem EU [3].

Prostorová analýza míst nehod na území ČR může vest o odhalení nebezpečných míst (jednotlivých úseků dálnic), na kterých při zavedení stálých nebo dočasných opatření může dojít např. k snížení počtu dopravních nehod, poklesu závažnosti nehod, zvýšení plynulosti dopravy, a zvýšení povědomí řidičů o rizikových místech.

2. DATOVÉ SOUBORY

2.1 Popis datového souboru nehod

Základní datový soubor o nehodách v České republice evidovaných PČR byl poskytnut Centrem dopravního výzkumu, v. v. i. [1]. Zde je podrobnější pohled na místo, čas a podmínky dopravních nehod od roku 2007 do roku 2024, přičemž celkový počet chodců, dopravních prostředků a osob, které se nehod zúčastnily, je uveden v Tab. 1.

Tab. 1. Evidence silničních nehod a jejich účastníků v období 2007-2024

	Počet
Nehod	1556613
Chodců	56889
Dopravních prostředků	1999746
Osob	2449470

Vzhledem k tomu, že Česká republika měla k 30. červnu 2023 10 873 553 obyvatel [4], počet nehod je značný. Nehody mají nejen dopad na lidské zdraví a úmrtnost, ale i zároveň na snížení propustnosti silnic a dálnic, které ovlivňují ekonomiku státu.

Prostorová analýza nehod se zaměřuje na analýzu míst, kde dochází k dopravním nehodám. Tato analýza je klíčová pro identifikaci nebezpečných oblastí a následné přijetí opatření ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, datový soubor obsahuje nejen informace o čase a podmínkách, za kterých k nehodě došlo, ale také geografické souřadnice nehod (WGS84).

Datový soubor nehod je uložen v databázi PostgreSQL [5], což umožňuje rychlý a efektivní přístup k datům. Díky tomu je možné data nejen rychle zpracovávat, ale také je vizualizovat a analyzovat v kombinaci s dalšími prostorovými a neprostorovými daty, což výrazně zvyšuje jejich využitelnost pro prevenci dopravních nehod.

Tab. 2. Příklad záznamu dopravních nehod v datové bázi

Místo	Datum	Typ	Číslo komunikaci	Kategorie	Počasí	Z. Délka	Z. Šírka
Petrovice (Ústecký kraj)	19.7.2015 (neděle), 9:??	dálnice	8	srážka s pevnou překážkou	neztížené	50.77681439	13.937194
Popůvky (Jihomoravský kraj)	23.2.2013 (sobota), 6:??	dálnice	1	srážka s pevnou překážkou	sněžení	49.18489356	16.468132
Omice (Jihomoravský kraj)	3.8.2015 (pondělí), 22:45	dálnice	1	srážka s pevnou překážkou	neztížené	49.18989083	16.443029

2.2 Dopravní síť ČR

Pro vytvoření množiny míst nehod pro jednotlivé dálnice byla jako základní mapa použita veřejná vektorová mapa dostupná na stránkách OpenStreetMap [6]. OpenStreetMap (OSM) je společný projekt zaměřený na tvorbu volně dostupné a editovatelné mapy světa, často označované jako „Wikipedie map“. Tento projekt, založený v roce 2004, umožňuje komukoli prohlížet, upravovat a využívat geografická data, a to ve spolupráci s uživateli z celého světa.

Data o silniční síti byla stažena k 7. červnu 2024 z OpenStreetMap.

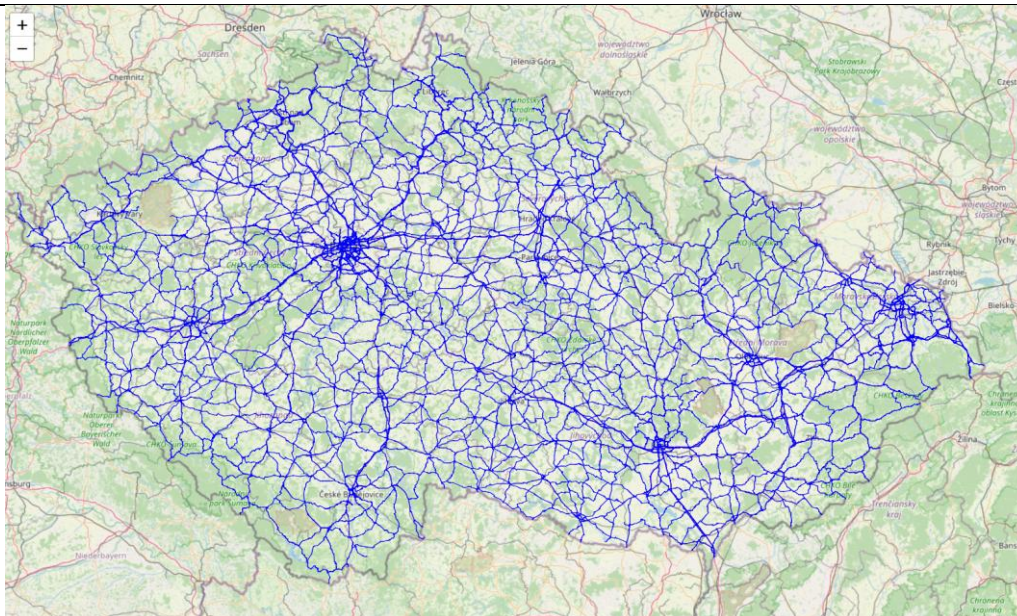
Mapování dopravní sítě OSM k českým kategoriím dle Zákona o pozemních komunikacích č.13/1997 [7] je uvedeno v Tab. 3.

Tab. 3 Kategorizace silnic a dálnic a OpenStreetMap

česká kategorizace	označení OSM
Dálnice I. třídy a Dálnice II. Třídy	"primary"
Silnice I. Třídy	"secondary"
Silnice II. Třídy	"motorway"
Silnice III. Třídy	"trunk "

Grafické znázornění silniční sítě České republiky na základě dat z OpenStreetMap (OSM) je uvedeno na Obr. 1. Tato vizualizace představuje aktuální stav silniční infrastruktury včetně hlavních dálnic, silnic první, druhé a třetí třídy, a dalších komunikací.

Datový soubor dopravních komunikací obsahuje celkem 93 244 geoprvků. Vrstva silniční sítě obsahuje atributy, jako je typ komunikace, počet pruhů, maximální povolená rychlost nebo povrchová úprava (tab. 4). Uložení ve vektorovém formátu umožňuje detailní analýzu a vizualizaci silniční sítě.



Obr. 1 Grafické znázornění silniční sítě ČR ze sítě OSM

Tab. 4 Příklad úseku dálnice D48

Id	OSMID	Type	Oneway	Ref	IntRef	Lanes	MaxSpeed
16913	9623399	motorway	TRUE	D48	E 462	2	130

V Tab. 4 je příklad jednoho úseku dálnice D48, kde je:

- Id – vnitřní identifikátor geoprvcu
- OSMID – identifikační číslo geoprvcu OSM
- Type – klasifikace silnice dle OpenStreetMap
- Oneway – zda je daná komunikace jednosměrná, hodnota TRUE znamená, že se jedná o jednosměrnou komunikaci, zatímco FALSE označuje obousměrnou komunikaci.
- Ref – oficiální označení nebo referenční číslo silnice
- IntRef – mezinárodní označení komunikace, které jsou součástí mezinárodního dopravního systému
- Lanes – počet pruhů
- MaxSpeed – maximální povolená rychlost

3. ROZDĚLENÍ VEKTORŮ DÁLNIC NA SMĚRY

Základní datový soubor obsahuje atribut 'Ref', který referenčnímu číslu silnice, což umožňuje identifikaci jednotlivých komunikací. Jedním z klíčových faktorů ovlivňujících počet dopravních nehod je čas, protože v různých časových obdobích dne se výrazně mění hustota provozu a směr zátěže na jednotlivých úsecích dálnic.

Dálnice I. a II. třídy, které jsou zpravidla rozděleny pevnou překážkou, tzv. „barikádou“, je možné reprezentovat jako dvě samostatné vektorové linie. Tímto způsobem lze pro každou dálnici vytvořit dva nezávislé vektory, což umožňuje detailnější analýzu. Tato metoda je zvláště užitečná při modelování provozu, analýze směrové zátěže a hodnocení rizik spojených s dopravními nehodami.

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, atributy datového souboru umožňují vytvoření specifických množin geoprvců. Vektorové reprezentace úseků dálnic byly uspořádány do posloupnosti, což vedlo k vytvoření dvou liniových geoprvců reprezentujících oba směry provozu.

Tab. 5 Celkový počet geoprvků (úseků), pro uvedené dálnice před rozdělením na jednotlivé směry a jednotlivé úseky

Ref	Počet
D0	312
D1	1316
D10	295
D11	445
D2	173
D3	262
D35	381
D4	110
D46	155
D48	384
D5	537
D52	46
D55	84
D56	93
D6	324
D7	184
D8	426

Počet vektorů pro jednotlivé dálnice v České republice Tab. 5 odráží, jak jsou jednotlivé komunikace podrobně rozděleny do menších úseků, které představují různé části dané silnice nebo dálnice.

Po rozdělení dálnic na směry byl každý samostatný vektor označen postfixem „_n“, kde n označuje směr provozu. Tento způsob označování umožňuje jednoznačnou identifikaci jednotlivých směrových úseků silnic a dálnic, což usnadňuje následnou analýzu provozu a rizikových míst na každém z těchto úseků. Vzhledem k tomu, že výstavba některých dálnic není dokončena (například dálnice D1, která se skládá z úseků: Praha – Říkovice a Přerov – Bohumín), mají jednotlivé směry dálnic pokračující indexový postfix.

Výsledek rozdělení je uveden v následující tabulce (Tab. 6), kde jsou uvedeny konkrétní dálnice a počet vektorů geoprvků (úseků) v každém směru.

Tab. 6 Počet vektorů geoprvků po rozdělení na jednotlivé směry a úseky

Ref	Počet	Ref	Počet	Ref	Počet
D0_1	24	D4_1	38	D6_4	57
D0_2	131	D4_2	16	D6_5	61
D0_3	5	D4_3	42	D6_6	20
D0_4	28	D4_4	14	D7_1	32
D0_5	124	D46_1	75	D7_2	14
D1_1	223	D46_2	80	D7_3	33
D1_2	434	D48_1	7	D7_4	15
D1_3	437	D48_2	6	D7_5	31
D1_4	222	D48_3	147	D7_6	59
D10_1	150	D48_4	147	D8_1	217
D10_2	145	D48_5	41	D8_2	209
D11_1	218	D48_6	36		
D11_2	227	D5_1	290		

D2_1	84	D5_2	247
D2_2	89	D52_1	22
D3_1	129	D52_2	24
D3_2	133	D55_1	42
D35_1	26	D55_2	42
D35_2	97	D56_1	44
D35_3	63	D56_2	49
D35_4	67	D6_1	78
D35_5	95	D6_2	17
D35_6	33	D6_3	91

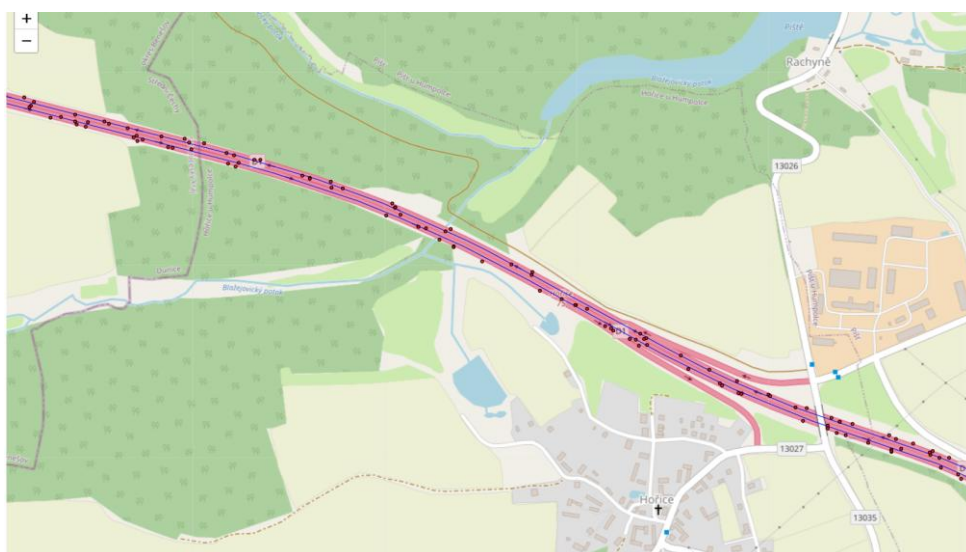
Například dálnice D1 má nepřerušené úseky Praha – Říkovice a Přerov-Bohumín a zpátečního směru, celkový počet geoprvků z OpenStreetMap rovná se 1316 což odpovídá součtu (223+434+437+222) každého směru a úseku v Tab. 7.

Tab. 7 Příklad počtu geoprvků jednotlivých úseku a směru dálnice D1

Název	Z	Do	Počet
D1_1	Bohumín	Přerov	223
D1_2	Říkovice	Praha	434
D1_3	Praha	Říkovice	437
D1_4	Přerov	Bohumín	222

4. VYTVÁŘENÍ MNOŽIN NEHOD

Následně je nutné přiřadit místa nehod ke každému směru zvlášť. Tento přístup zajišťuje, že analýza místa nehody zohledňuje specifické podmínky provozu na každém směru dálnice. Grafické zobrazení míst nehod na dálnici D1 je uvedeno na Obr. 2, který ukazuje prostorovou distribuci míst nehod podél jednotlivých úseků.

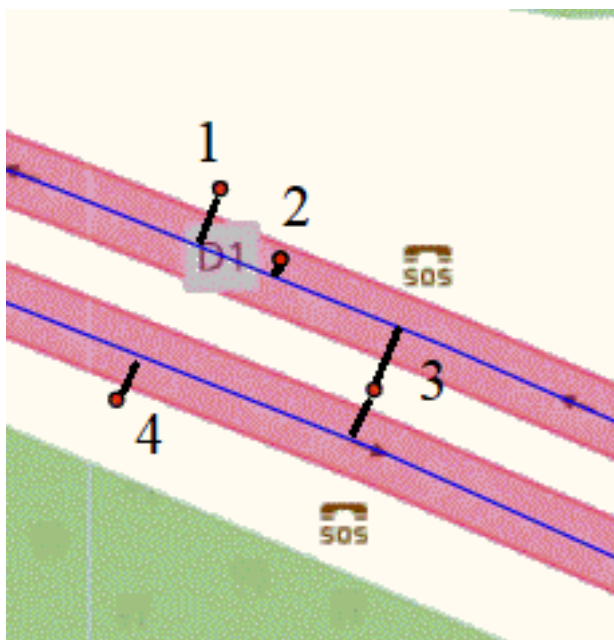


Obr. 2 Lokalizace nehod na dálnici D1 (úsek Hořice – Koberovice)

U jednotlivých úseků dálnice je v geodatabázi uveden atribut „Lanes“ (počet pruhů). Při šířce pruhu 3 metry je možné přiřadit místo každé nehody k odpovídajícímu směru na základě vzdálenosti od středu dálnice. Všechny nehody, které se nacházely v maximální vzdálenosti, spočítané jako počet pruhů krát šířka pruhu (3 metry), byly přiřazeny k příslušnému směru.

Tento přístup je důležitý pro správné prostorové rozdělení míst nehod, protože dálnice s více pruhů mohou mít různou hustotu provozu v různých směrech. Například na dálnici D1, která má několik úseků s více pruhů v každém směru, je třeba zahrnout rozdělení míst nehod mezi jednotlivé směry. Tímto způsobem je možné lépe analyzovat rizikové oblasti a zaměřit se na konkrétní směry, které mohou vykazovat vyšší výskyt nehod.

Může nastat situace, že místo nehody bude přiřazeno k oběma směrům dálnice Obr. 3, případ č. 3. Tato situace se vyskytne, když místo nehody splňuje podmínky vzdálenosti pro oba směry (vzdálenost mezi středem dálnice a hranicí pruhu). V takovém případě je nutné zajistit, aby množiny nehod pro každý směr byly odlišné, tj. bod nehody bude přiřazen pouze k jednomu směru na základě nejkratší vzdálenosti.



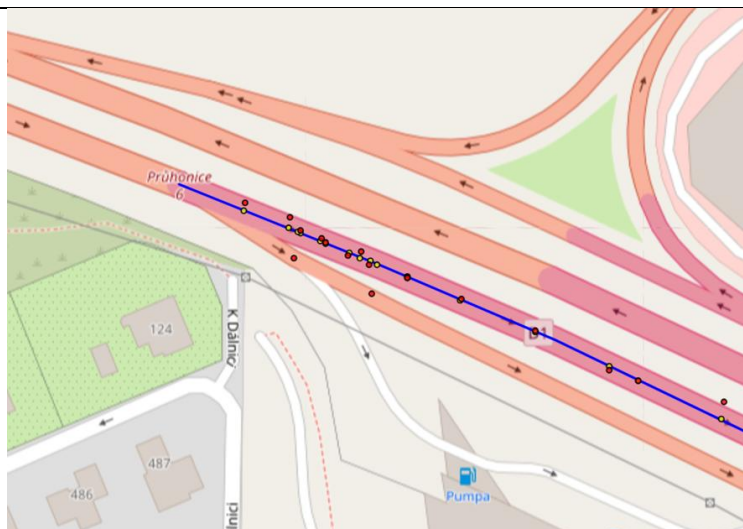
Obr. 3 Princip přiřazení míst nehod k jednotlivým směrům dopravy

Pokud bod nehody splňuje podmínky vzdálenosti pro oba směry, bude přiřazen k množině míst nehod toho směru, ke kterému se nachází nejbližší (Obr. 3, body 1, 2, a 4).

Tento proces je klíčový pro správnou analýzu prostorového rozdělení nehod a zajišťuje, že data o nehodách jsou v souladu s geografíí silniční sítě. Po přiřazení místa nehody se může pokračovat v analýze rizikových oblastí na jednotlivých směrech dálnice.

Projekce míst nehod umožňuje vypočítat vzdálenosti mezi jednotlivými nehodami a provést shlukovou analýzu, která identifikuje skupiny nehod v geografickém prostoru. Tento přístup je užitečný pro detekci rizikových oblastí s vysokou koncentrací nehod a pro analýzu vzorců, které mohou ukazovat na specifické faktory ovlivňující bezpečnost silničního provozu.

Dále byly provedeny projekce míst nehod na liniové geoprůřez ke směrům dálnice, což znamená, že místa nehod byly referencovány přímo k dané linii a zobrazeny na základě jejich geografické polohy na daných dálničních úsecích. Na Obr. 4 jsou zobrazeny místa nehod (červená barva), které se uskutečnily na dálnici D1 v období 2007-2024, směr Přerov-Praha, a jejich projekce (žlutá barva) na jednotlivé vektory (směry).



Obr. 4 Místa nehod 2007-2024 (červená barva) a jejich projekce (žlutá barva) na dálnici D1, směr Praha – Přerov (úsek Praha-Mirošovice)

Projekce míst nehod umožňuje identifikovat vzdálenosti mezi místy jednotlivých nehod, což je užitečné pro analýzu jejich prostorového uspořádání. Shluková analýza pak může odhalit oblasti s vyšší koncentrací nehod.

5. VÝSLEDKY A ANALÝZA

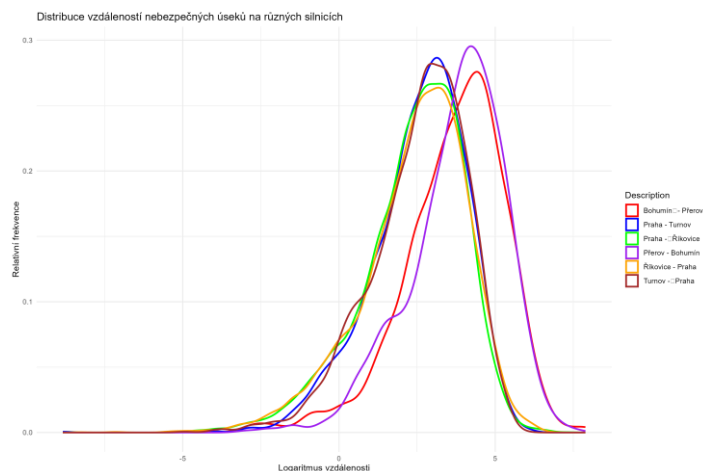
Tab. 8 poskytuje přehled o délce jednotlivých úseků, počtu zaznamenaných nehod a klíčových statistických ukazatelích, jako je průměrná vzdálenost mezi místy nehod, jejich směrodatná odchylka a kvantily. Tyto údaje umožňují určit, které části silniční sítě vykazují největší koncentraci míst nehod.

Tab. 8 Ukázka statistické zhodnocení vzdáleností mezi místy nehod (2007-2024) na dálnicích D1,D10

Název	Délka	Počet Nehod	Z (Obec)	Do (Obec)	Min	Max	$\bar{x}_i$	σ_i	$q_{0,25}$	$q_{0,75}$
D1_1	94424.86	892	Bohumín	Přerov	0	2667	102.81	194.71	13.89	117.92
D1_2	266151.02	8968	Říkovice	Praha	0	932.25	29.67	50.62	3.46	35.23
D1_3	266292.01	9807	Praha	Říkovice	0	1517.1	27.13	48.39	3.55	33.39
D1_4	94439.86	936	Přerov	Bohumín	0	1990.9	99.84	149.57	17.46	122.31
D10_1	69762.97	2389	Praha	Turnov	0	431.11	29.19	39.51	5.04	37.38
D10_2	70186.1	2469	Turnov	Praha	0	352.92	28.37	36.28	4.5	37.01

Z analýzy vzdáleností mezi místy dopravních nehod na dálnicích D1 a D10 vyplývá, že některé úseky vykazují výrazně vyšší hustotu míst nehod než jiné. Zejména úseky D1_2 (Říkovice → Praha) a D1_3 (Praha → Říkovice) mají relativně nízkou průměrnou vzdálenost mezi místy nehod, což naznačuje vyšší koncentraci míst nehod v těchto oblastech.

Tato zjištění mohou být užitečná pro identifikaci nejkritičtějších oblastí, kde by bylo vhodné zavést preventivní opatření ke snížení nehodovosti. Úseky s vysokou hustotou míst nehod by mohly být předmětem podrobnější analýzy, například z hlediska dopravního zatížení, klimatických podmínek nebo stavebních úprav vozovky. Další výzkum by mohl využít predikční modely k lepšímu pochopení faktorů ovlivňujících nehodovost a návrhu efektivních strategií pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu.



Obr. 5 Distribuce rozdělení vzdáleností mezi místy nehod na směrech dálnic D1 a D10.

Ukázka rozdělení vzdáleností mezi místy nehod na směrech dálnic D1 a D10 (Obr. 5) znázorňuje hustotu rozdělení těchto vzdáleností, přičemž na ose x jsou uvedeny vzdálenosti v metrech a na ose y hustota, podíl úseků různých vzdáleností k celkovému počtu úseků. Křivka hustoty ukazuje, jak často se určité vzdálenosti mezi nehodami vyskytují. Například nízké vzdálenosti mohou indikovat rizikové body s vysokou koncentrací nehod, zatímco vyšší vzdálenosti odrážejí rovnoměrnější rozložení nehod podél dálnice.

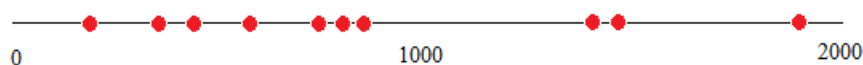
Na Obr. 5 je uvedeno rozdělení vzdáleností mezi místy nehod v případě Bohumín-Přerov (červená) a Přerov-Bohumín (fialová). Můžeme zaznamenat, že obě linie vykazují hladší křivku s širším rozptylem než ostatní linie a klesají pozvolněji. To naznačuje, že místa nehod jsou rozložena na širším spektru vzdáleností. Možná je tu méně shlukování ve srovnání s ostatními dálnicemi, což naznačuje, že nehody jsou více náhodné.

Distribuce nehod u Praha-Říkovice (zelená) a Říkovice-Praha (oranžová) začíná strmým vrcholem, což ukazuje, že vzdálenosti mezi nehodami jsou silně koncentrovány kolem malé hodnoty. To znamená, že místa nehod na této dálnici jsou často v krátkém rozmezí vzdáleností. Poté linie rychle klesá a stává se téměř plochou. Místa nehod na těchto dálnicích mají tendenci se shlukovat v krátkých vzdálenostech mezi sebou a velmi málo jich nastává na větších vzdálenostech.

U dálnice Praha-Turnov (modrá) a Turnov-Praha (hnědá) jsou místa nehod na této dálnici rozptýlenější než u dálnic Praha-Říkovice a Říkovice-Praha, ale stále ukazují koncentraci menších vzdáleností.

6. DISKUSE

Vzhledem k malým vzdálenostem mezi místy nehod je například jednodušší transformovat prostorová data z WGS84 do lokálního souřadnicového systému a pracovat v Euklidovském prostoru. Přenos do Euklidovského prostoru má výhodu menší náročnosti na strojový čas a umožňuje větší flexibilitu při použití programovacího jazyka R. Tento přístup umožňuje snadnější manipulaci a analýzu dat a poskytuje více možností pro statistickou analýzu a modelování v prostředí programovacího jazyka R.



Obr. 6 Ukázka míst nehod referencovaných na linii

Představení úseku dálnice D1 jako přímky v Euklidovském prostoru zjednodušuje analýzu a manipulaci s geometrickými daty.

Při analýze vzdáleností mezi místy nehod jsme použili liniové referencování na linie dálnice, které zohledňuje skutečný průběh trasy. Tato metoda umožňuje přesně vyhodnotit vzdálenosti mezi nehodami podél dálnice, nikoli pouze přímoou vzdálenost mezi body v rovině.

Dálnice D1_1, která pokrývá úsek mezi Bohumínem a Přerovem představuje jeden z nejvýznamnějších úseků dálnic v České republice z hlediska intenzity provozu i počtu nehod. Tento úsek je dlouhý 94,4 km a zaznamenal celkem 892 nehod, což z něj činí jeden z nejfrekventovanějších a nejvíce rizikových úseků. Průměrná vzdálenost mezi místy nehod na této trase činí 103 metru, což svědčí o vysoké hustotě míst nehod podél celé trasy. Směrodatná odchylka 195 metru ukazuje, že rozložení vzdáleností mezi místy nehod vykazuje velkou variabilitu, což je typické pro dlouhé úseky dálnic. Na tomto úseku se nacházejí části s vyšší koncentrací míst nehod, například v blízkosti významných křižovatek nebo v místech se zúžením silnice, a zároveň i úseky s menším výskytem nehod.

Kvantilové hodnoty ukazují, že čtvrtina míst nehod se nachází ve vzdálenostech menších než 14 metrů od sebe (q_{25}), což může naznačovat riziková místa s vysokou koncentrací míst nehod. Tři čtvrtiny míst nehod se však nacházejí do vzdálenosti 118 metru (q_{75}), což svědčí o rozprostření nehod na většině délky tohoto úseku.



Obr. 7 Příklad shluku nebezpečných úseků na základě délky dolního kvartilu (obr. vlevo), mediánu (uprostřed) a horního kvartilu (vpravo), dálnice D1 (obec Velké Albrechtice, Okres Nový Jičín)

Na Obr. 7 (levá část) je znázorněno sjednocení nebezpečných úseků, kde délka vektoru je rovna nebo menší než hodnota dolního kvartilu ($q_{25} = 13,89$ m). Používáním mediánů vzdáleností mezi místy nehod vznikají nové nebezpečné úseky dálnice (obr. 7 uprostřed). Uprostřed je shluk na základě délky 102,89 m. Pro pravou část obrázku 7 byla použita vzdálenost horního kvartilu ($q_{75} = 117,92$ m).

Výsledkem tohoto postupu může být odhalení nebezpečných úseků dálnic a jejich možné další prověření pomocí dalších analýz, například vytvoření statistického modelu pro každý nebezpečný úsek, který predikuje pravděpodobnost výskytu dopravní nehody (GLM, SARIMA, lineární regrese).

V Tab. 9 jsou uvedeny počty nebezpečných úseků na základě vzdáleností mezi místy nehod na dálnicích D1 a D10 v období 2007–2024. Tabulka obsahuje rozdělení jednotlivých úseků podle směru jízdy a tří různých prahových hodnot, které odpovídají dolnímu kvartilu (q_{25}), mediánu (q_{50}) a hornímu kvartilu (q_{75}).

Tab. 9 Ukázka počtu nebezpečných úseků na základě referencovaných vzdáleností mezi místy nehod (2007-2024) na dálnicích D1,D10

Název	Směr		Počet úseků vytvořených na základě:		
	Z (obec)	Do (obec)	q25	Medián	q75
D1_1	Bohumín	Přerov	35	106	102
D1_2	Říkovice	Praha	418	986	968
D1_3	Praha	Říkovice	471	1087	1066
D1_4	Přerov	Bohumín	39	109	104
D10_1	Praha	Turnov	105	265	249
D10_2	Turnov	Praha	110	279	273

U každého směru dálnice je uvedeno, kolik nebezpečných úseků bylo identifikováno při použití dané hodnoty jako limitu pro spojování nehodových míst. Například na úseku D1 mezi Bohumínem a Přerovem bylo při dolním kvantilu detekováno 35 úseků, zatímco při mediánu 106 úseků a při horním kvantilu 102 úseků.

Tabulka ukazuje, že počet identifikovaných nebezpečných úseků se liší v závislosti na zvolené prahové hodnotě. Vyšší hodnoty kvantilů vedou ke změně počtu úseků, protože vzdálenostní limit umožňuje spojování nehod do delších segmentů nebo přidání nových segmentů z větší vzdáleností mezi projekcí míst nehod. Například na úseku D1 mezi Prahou a Říkovici bylo při dolním kvantilu zjištěno 471 úseků, zatímco při mediánu 1087 úseků a při horním kvantilu 1066 úseků. Tento rozdíl naznačuje, že s rostoucím limitem se drobné nehodové úseky spojují do větších celků. Tato analýza umožňuje lépe pochopit distribuci nehod na dálnicích a identifikovat kritická místa, která by mohla být předmětem dalších bezpečnostních opatření.

7. ZÁVĚR

Prostorová analýza dopravních nehod na dálnicích první a druhé třídy v České republice ukazuje význam moderních technologií a datových metod v oblasti dopravní bezpečnosti. Prostorová analýza s využitím GIS umožnila identifikovat konkrétní segmenty silnic s vyšší koncentrací dopravních nehod, což poskytuje cenné podklady pro plánování preventivních opatření. Zvláště důležitou částí studie bylo rozdělení dálnic na směry, které umožnilo detailnější pohled na prostorovou distribuci nehod a související rizika.

Výsledky analýzy poukazují na několik klíčových oblastí, které si zaslouží zvýšenou pozornost. Jedná se například o úseky dálnic I. a II. třídy, kde byl zjištěn vyšší počet míst nehod na určitých směrech. Rozdělení silniční infrastruktury na menší vektorové úseky umožnilo přesnější lokalizaci míst nehod a jejich propojení s podmínkami provozu, jako je počet pruhů, maximální povolená rychlost a směrové zatížení. Tyto informace mohou být využity k optimalizaci opatření, jako je instalace dopravního značení, zlepšení kvality povrchu vozovky nebo implementace inteligentních dopravních systémů.

Dalším krokem by mělo být propojení výsledků této studie s dalšími faktory ovlivňujícími dopravní nehody, zejména intenzita dopravního provozu, klimatické podmínky, viditelnost, hustota provozu a lidský faktor. Také je nutné sledovat jejich časový vývoj. Tento komplexní přístup by umožnil vytvořit integrované modely, které by mohly přesněji predikovat rizikové situace a přispět ke snižování počtu dopravních nehod. Prostorová analýza je jen jedním z nástrojů, který může přispět ke zvýšení bezpečnosti na silnicích, avšak její úspěch závisí na efektivní implementaci získaných poznatků do praxe.

Cílem všech těchto snah je snížit počet obětí dopravních nehod a minimalizovat jejich dopad na společnost a ekonomiku.

LITERATURA

- [1] KUBECEK. *Dopravní nehody v ČR* [online]. [cit. 2024-10-30]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/>
- [2] ČESKO. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. In Sbíрка zákonů, částka 104, s. 9086-9096
- [3] 2020 road safety statistics: what is behind the figures? - European Commission [online]. [cit. 2025-01-11]. Dostupné z: https://transport.ec.europa.eu/background/2020-road-safety-statistics-what-behind-figures_en
- [4] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Základní údaje. *Statistika* [online]. [cit. 2025-01-11]. Dostupné z: <https://csu.gov.cz/zakladni-udaje>
- [5] GROUP, PostgreSQL Global Development. PostgreSQL. *PostgreSQL* [online]. [cit. 2025-01-11]. Dostupné z: <https://www.postgresql.org/>
- [6] OpenStreetMap. *OpenStreetMap* [online]. [cit. 2025-01-11]. Dostupné z: <https://www.openstreetmap.org/>
- [7] ČESKO. Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. In: Sbíрка zákonů, 1997, částka 1, s. 1-20.