

Analýza dopravní nehodovosti ve vztahu k umístění dopravního značení ve městě Zlín

Bc. Ondřej Rudinský

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Ondřej Rudinský
Osobní číslo:	A23375
Studijní program:	N1032A020003 Bezpečnostní technologie, systémy a management
Specializace:	Bezpečnostní technologie
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Analýza dopravní nehodovosti ve vztahu k umístění dopravního značení ve městě Zlín
Téma práce anglicky:	Analysis of Traffic Accidents in Relation to the Placement of Traffic Signs in the City of Zlín

Zásady pro vypracování

- Popište problematiku dopravního značení a dopravní bezpečnosti.
- Analýzujte současný stav softwarových nástrojů pro evidenci a mapování dopravního značení.
- Navrhněte obecný postup pro analýzu rizikových oblastí dopravních nehod ve vztahu k umístění dopravních značek ve městě Zlín.
- Vytvořte mapové výstupy rizikových oblastí s nejvyšší četností výskytu dopravních nehod a dopravního značení.
- Navrhněte opatření pro nové umístění dopravních značek ve vztahu k rizikovým oblastem dopravních nehod ve městě Zlín.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. TP 65 ZÁSADY PRO DOPRAVNÍ ZNAČENÍ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH.
2. TP 135 PROJEKTOVÁNÍ OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK NA SILNICÍCH A MÍSTNÍCH KOMUNIKACÍCH.
3. TP 218 NAVRHOVÁNÍ ZÓN 30
4. CHMELÍK, Jan. Dopravní nehody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2009. ISBN 978-80-7380-211-0.
5. WONG, David W. S. a LEE, Jay. Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2005. ISBN 0-471-46899-1. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0645/2005005178-d.html>
6. BOLSTAD, Paul. GIS fundamentals: a first text on geographic information systems. 5th edition. Acton, MA: XanEdu, [2016]. ISBN 978-1-5066-9587-7.
7. DE SMITH, Michael John; GOODCHILD, Michael F. a LONGLEY, Paul. Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools. 6th edition. [London]: [Drumlin Security], 2018. ISBN 978-1-912556-04-5.
8. KENNEDY, Michael. Introducing geographic information systems with ArcGIS: a workbook approach to learning GIS. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2013. ISBN 978-1-118-15980-4(brož.).
9. Sdělení č. 83/2013 Sb. m. s. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Úmluvy o silničním provozu, přijaté ve Vídni dne 8. listopadu 1968.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Šaur, PhD.**
Ústav matematiky

Datum zadání diplomové práce: **29. listopadu 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. května 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Milan Navrátil, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 29. listopadu 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se bude zabývat problematikou dopravních nehod způsobené v okolí dopravních značek a možným vlivem dopravního značení na jejich vzniku. Teoretická část bude zaměřena na problematiku dopravního značení a bezpečnosti. Dále bude analyzován současný stav softwarových nástrojů pro evidenci a mapování dopravního značení. V praktické části bude navržen obecný postup pro analýzu rizikových oblastí spojených s nejvyšší četností výskytu dopravních nehod. V závěru práce budou navržena opatření pro umístění dopravních značek za účelem zvýšení dopravní bezpečnosti v nejrizikovějších oblastech.

Klíčová slova: dopravní nehody, dopravní značení, dopravní bezpečnost, GIS analýza, rizikové oblasti, dopravní data

ABSTRACT

This thesis focuses on the issue of traffic accidents occurring in the vicinity of traffic signs and the potential influence of traffic signage on their occurrence. The theoretical part is dedicated to the topic of traffic signage and its role in ensuring road safety. Furthermore, the current state of software tools for the documentation and mapping of traffic signs is analyzed. In the practical part, a general procedure for analyzing high-risk areas with the highest frequency of traffic accidents is proposed. The thesis concludes with a set of recommendations for the strategic placement of traffic signs aimed at improving road safety in the most critical locations.

Keywords: traffic accidents, traffic signs, road safety, GIS analysis, high-risk areas, traffic data

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Davidu Šaurovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a trpělivost, kterou mi věnoval během celé doby zpracování práce.

Dále děkuji Mgr. Ondřeji Hobzovi za poskytnutí datové vrstvy dopravního značení, která byla klíčová pro práci v prostředí ArcGIS.

Velké poděkování patří také Ing. Martinu Ptáčkovi za poskytnutí podkladových materiálů a konkrétních lokalit, kde se plánují úpravy dopravního značení. Díky těmto informacím jsem měl možnost navrhnout vlastní alternativní řešení dopravní infrastruktury.

Všem zmíněným děkuji za vstřícnost, ochotu a podnětnou spolupráci.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 VÝZNAM DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ V KONTEXTU DOPRAVNÍ BEZPEČNOSTI.....	13
1.1 DEFINICE A VÝZNAM DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ.....	13
1.2 ÚMLUVU O SILNIČNÍM PROVOZU PŘIJATA 19. ZÁŘÍ Z ROKU 1949 V ŽENEVĚ	15
1.2.1 Pravidla o silničním provozu	16
Dopravní značení a	16
Ustanovení pro motorová vozidla a přípojná vozidla v mezinárodním provozu	16
1.2.2 Závěrečná ustanovení	16
1.3 JAK SE DOPRAVNÍ ZNAČENÍ ŘÍDÍ LEGISLATIVOU	17
1.3.1 TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích.....	17
1.3.2 Související právní a technické předpisy	19
1.3.3 Technické normy	22
1.3.4 TP 135 projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích [13]	27
1.3.5 TP 218 navrhování zón 30 [14].....	30
1.3.6 Sdělení č. 83/2013 Sb. [15]	34
1.4 DRUHY DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ.....	35
1.4.1 Problémy v dopravním značení.....	35
1.4.2 Dopravní bezpečnost a její faktory	35
1.5 DOPRAVNÍ BEZPEČNOST [16].....	36
2 ANALÝZA NÁSTROJŮ A DATOVÝCH PLATFORM PRO SPRÁVU DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ A NEHOD	37
2.1 DOPRAVNÍ NEHODY V ČR [17].....	37
2.1.1 Využití v praxi.....	37
2.1.2 Možnosti filtrování a analytického zpracování	38
2.1.3 Záznam z dopravní nehody	39
2.2 MAPOVÝ PŘEHLED DOPRAVNÍCH NEHOD V PROSTŘEDÍ NEHODY.POLICIE.CZ	41
2.3 DATOVÉ ZDROJE A AKTUALIZACE	42
2.3.1 Možnosti filtrování a analýzy.....	42
2.4 VÝZNAM PRO DOPRAVNÍ BEZPEČNOST	43
2.5 OMEZENÍ A VÝZVY	43
2.6 MODERNÍ TRENDY A BUDOUCNOST	44
3 METODY PREDIKTIVNÍCH MODELŮ DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI	45
3.1 TRADIČNÍ (KLASICKÉ) VÝPOČETNÍ METODY	46
3.2 METODY VYUŽÍVAJÍCÍ UMĚLOU INTELIGENCI	48
3.3 SHRNUTÍ METOD.....	51

3.4	ALTERNATIVNÍ MOŽNOST VYUŽITÍ METOD	53
II	PRAKTICKÁ ČÁST	54
4	OBEČNÝ POSTUP ANALÝZY RIZIKOVÝCH LOKALIT DOPRAVNÍCH NEHOD VE VAZBĚ NA DOPRAVNÍ ZNAČENÍ VE ZLÍNĚ.....	55
4.1	CHARAKTERISTIKA VYBRANÉ LOKALITY – TRÍDA TOMÁŠE BATI.....	55
4.2	METODIKA ANALÝZY DOPRAVNÍCH NEHOD POMOCÍ VÁŽENÉHO PRŮMĚRU.....	56
5	VIZUALIZACE RIZIKOVÝCH OBLASTÍ DOPRAVNÍCH NEHOD A DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ	71
5.1	ZÍSKÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ DAT O DOPRAVNÍCH NEHODÁCH	72
5.2	ZÍSKÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ DAT O ROZMÍSTĚNÍ DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ.....	76
5.3	VÝBĚR KRITICKÝCH MÍST	77
5.3.1	Křižovatka Benešovo nábreží a Podvesná VI	77
5.3.2	Křižovatka Podvesná XVII/Benešovo nábreží/Dřevnická	80
5.3.3	Křižovatka třída Tomáše Bati/Gahurova.....	83
5.3.4	Křižovatka Štefanikova/Gahurova	88
5.3.5	Nehody na parkovištích u obchodních center	91
5.3.6	Dopravní značení.....	96
6	OPATŘENÍ KE ZLEPŠENÍ DOPRAVNÍ BEZPEČNOSTI S VYUŽITÍM CÍLENÉHO ZNAČENÍ V RIZIKOVÝCH OBLASTECH.....	100
6.1	ULICE LORENCOVA	100
6.2	PODVESNÁ VI.....	102
6.3	PŘECHOD U OBCHODU NA BENEŠOVĚ NÁBŘEŽÍ.....	104
6.4	KŘÍŽOVATKA ULICE ČESKÁ A KŘIBY	107
7	PROSTOROVÁ ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ POMOCÍ HOT SPOT METODY.....	110
	ZÁVĚR.....	121
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	123
	SEZNAM OBRÁZKŮ	130
	SEZNAM TABULEK.....	133
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	134
	SEZNAM PŘÍLOH.....	135

ÚVOD

Dopravní značení představuje jeden ze základních nástrojů pro regulaci silničního provozu a zajištění bezpečnosti všech jeho účastníků. V prostředí stále rostoucí intenzity dopravy, urbanizace a proměnlivých dopravních podmínek nabývá jeho správné umístění, čitelnost a funkčnost klíčového významu. Kromě informativní a regulační funkce plní značení především roli preventivní – má za cíl předcházet vzniku dopravních nehod a zmírňovat jejich následky.

Tato práce si klade za cíl analyzovat souvislosti mezi rozmístěním dopravního značení a výskytem dopravních nehod na území města Zlína. S využitím dostupných nástrojů prostorové analýzy a datových zdrojů se zaměřuje na identifikaci rizikových oblastí, ve kterých může být dopravní značení nedostatečné, nevhodně umístěné nebo naopak přetížené. Dále se zabývá moderními metodami predikce nehodovosti, jak tradičními statistickými přístupy, tak i postupy založenými na umělé inteligenci.

Práce je strukturována do dvou hlavních částí – teoretické, která mapuje legislativní rámec, dostupné datové nástroje a prediktivní metodologie, a praktické, v níž dochází ke zpracování konkrétních dat o nehodovosti a dopravním značení v prostředí ArcGIS. Cílem je nejen popsat aktuální stav, ale i navrhnout opatření vedoucí k vyšší míře bezpečnosti v nejrizikovějších oblastech města. Výstupy práce mohou sloužit jako podpůrný materiál pro městské plánovače, projektanty i orgány státní správy při rozhodování o dopravních úpravách.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ V KONTEXTU DOPRAVNÍ BEZPEČNOSTI

Dopravní značení a dopravní bezpečnost jsou klíčovými prvky pro efektivní a bezpečný provoz na silnicích. Jasně stanovená pravidla a dobře viditelné dopravní značení pomáhají řidičům orientovat se v dopravní situaci, předcházet nehodám a zajišťovat plynulý pohyb vozidel i chodců. Přesto se v praxi často setkáváme s problémy, jako jsou nesrozumitelné nebo špatně umístěné značky, jejich nedostatečná údržba či nevhodně navržená dopravní infrastruktura.

V této kapitole se zaměříme na význam dopravního značení, jeho rozdělení a hlavní výzvy, které ovlivňují dopravní bezpečnost. Zároveň se podíváme na moderní trendy a inovace, které mohou přispět ke zlepšení dopravního prostředí.

1.1 Definice a význam dopravního značení

Pod pojmem dopravní značení se rozumí jednoduché piktogramy k řízení a regulaci silničního provozu na pozemních komunikacích, současně upozorňují účastníky silničního provozu na nebezpečná místa, ukládat jim zákazy, příkazy nebo jiná omezení, mohou také poskytovat informace případně zpřesňovat, doplňovat či omezovat význam jiné dopravní značky. Významnost dopravního značení zpravidla stanovujeme pravidly silničního provozu. Mimo dopravní značení je též provoz na komunikacích řízen, zabezpečován a usměrňován dalšími dopravními zařízeními, jaké mohou být světelné a akustické signály.

Dle normy ČSN EN 12899 – lze dopravní značku rozdělit na jednotlivé části nebo jako celek, kdy celek je udáván jako kompletní sestava, ve které je zahrnuto štít značky, materiál činné plochy a samotný sloupek, 3.1, případně jenom dopravní značka, ta je označena jako štít značky, na které je nanesen materiál činné plochy 3.2, jako poslední možnost je štít značky, ten je složen z podkladu, výztuh a upevňovacího zařízení 3.3... [1]

Z historického hlediska existovaly jiné formy značení, než na která jsme zvyklí, ale můžeme je najít i v dnešní době jako pozůstatky z minulých dob, které fungovaly jako milníky, brzdové kameny, kilometrovníky a rozcestníky. [2]

Jejich jednotlivé využití bylo:

- Milníky – jedná se o kameny, na kterých byla vyznačena vzdálenost od většího města (Řím, Londýn...), díky tomu se mohli cestovatelé orientovat, zda jdou správným směrem.



Obrázek 1 Milník spojnic mezi Moravou a Čechami u Líšnice na Šumpersku

(zdroj:[33])

- Brzdové kameny – tyto kameny byly zhotoveny ze dřeva nebo z kamene, sloužili pro vozky jako upozornění při prudkém klesání nebo při zúžené cestě, aby přibrzdili povoz. [3]
- Kilometrovníky – plnil obdobnou funkci jako milník, v dnešní době se stále používá v moderním provedení, kdy jde o plechovou značku označující vzdálenost od počátku pozemní komunikace. [4]
- Rozcestníky – plní funkci značení umístěného na rozcestí, na kterém jsou umístěné jednotlivé dosažitelné cíle, destinace a jejich vzdálenost od rozcestníku, v moderním pojetí ho nalézáme na webových stránkách, kdy při jejich rozsáhlosti fungují jako odkazy na určité sekce, které chceme nebo bychom mohli chtít navštívit.



Obrázek 2 Rozcestník obce Střeh

(Zdroj:[34])

Postupem časem došlo k vývoji a velkému rozmachu dopravy, automobily byly stále víc a víc dostupnější, a to si žádalo o určitou regulaci a úpravy pravidel při řízení dopravy. Na základě těchto potřeb bylo sjednáno několik úmluv, aby došlo k sjednocení dopravních pravidel a předpisů. Příkladem může být úmluva která byla přijata 19. září z roku 1949 v Ženevě, jedná se o Úmluvu o silničním provozu.

1.2 Úmluvu o silničním provozu přijata 19. září z roku 1949 v Ženevě

Její obsahem je snaha smluvních států o podporu, rozvoj a bezpečnost mezinárodní silniční dopravy přijetím náležitých jednotných pravidel. Mezi důležité kapitoly patří pravidla o silničním provozu, dopravní značení a signalizace, ustanovení pro motorová vozidla a přípojná vozidla v mezinárodním provozu, řidiči motorových vozidel v mezinárodním provozu a ustanovení pro jízdní kolo v mezinárodním provozu. Celý dokument ustanovuje to, že každý stát musí učinit taková opatření, která se budou řídit pravidly ustanovenými v následujících kapitolách. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

1.2.1 Pravidla o silničním provozu

Tato pravidla udávají pravidla pro chování účastníků silničního provozu. Konkrétními příklady jsou přednost v jízdě, rychlostní limity, pravidla pro předjíždění, zastavení a stání vozidel. V kapitole jsou také povinnosti chodců a cyklistů. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Dopravní značení a signalizace

V této části se věnuje standardizaci dopravního značení a světelné signalizace. Hlavním cílem je zajistit jednotnost značek a signálů ve všech státech světa, aby byly srozumitelné a čitelné pro všechny účastníky v mezinárodním provozu, dále jen jako MP. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Ustanovení pro motorová vozidla a přípojná vozidla v mezinárodním provozu

Kapitola stanovuje technické požadavky na vozidla, která se účastní v mezinárodním provozu. Součástí jsou požadavky na brzdové systémy, osvětlení, rozměry a hmotnost dopravních prostředků. Ustanovení ještě stanovuje podmínky pro registraci vozidel a požadavky na identifikační značky. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Řidiči motorových vozidel v mezinárodním provozu

Upravuje podmínky, které musí řidič splňovat, aby se mohl účastnit MP, mezi podmínky patří věk řidiče, zdravotní způsobilost a pravidla pro vydávání mezinárodních řidičských průkazů. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Ustanovení pro jízdní kolo v mezinárodním provozu

Zabývá se pravidly pro jízdní kola v MP, obdobně jako pro automobily byly ně stanoveny technické požadavky, kdy každé kolo musí být vybaveno brzdami a osvětlením. Upravuje i pravidla pro jejich provoz na silnicích. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

1.2.2 Závěrečná ustanovení

Týká se ustanovení v rámci ratifikace úmluvy, začátek platnosti a možnost přistoupení dalších států. Součástí je i postup při vypovězení úmluvy a řešení sporů mezi smluvními stranami. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

1.3 Jak se dopravní značení řídí legislativou

Pro dopravní značení patří významné množství technických norem, technických požadavků a prvních předpisů. Pro naše účely budeme využívat TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích, TP 135 projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, TP 218 navrhování zón 30 a Sdělení č. 83/2013 Sb.

1.3.1 TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích

Jedná se o technický dokument Ministerstva dopravy ČR, který udává pravidla k použití, umístění a provedení dopravního značení. Jeho využití je i jako metodická příručka správců komunikací, projektanty a případné další odborníky, kteří se zabývají problematikou silničního provozu. [5]

Obsah dokumentu je velmi rozsáhlý, proto si probereme jenom zkráceně význam jednotlivých kapitol.

- Úvod se dělí do dvou částí, kdy v první části se řeší, jak se mají dopravní značení používat, umisťovat a jak vypadají, současně neřeší všechny dopravní situace do detailu, k tomuto účelu jsou dány ostatní technické předpisy.
- Druhá část upravuje názvosloví, které je použito v dokumenty, kdy[5]:
 - a. Dálnice – je pozemní komunikace, která je označena dopravní značkou č IP 14a.
 - b. Silnice pro motorová vozidla – nazýváme komunikaci, jenž je označena dopravní značkou č. IP 15a
 - c. Velkoplošná značka – chápeme jako orientační dopravní značení v provedení tabule mající rozměr větší než $1,5 \times 1,5$ m, její velikost je dána obsahem informačních sdělení, čím více, tím větší je.
 - d. Vozovka – se rozumí ta část komunikace, které je určena většinou pro jízdu vozidel.
 - e. Značka – označujeme tím dopravní značení.

Kapitola 3: Dopravní značky

Kapitola se podrobně věnuje svislým dopravním značkám, jejich rozdělení, významu a zásadám používání. Značky jsou členěny na výstražné, příkazové, zákazové, informativní, dodatkové tabulky a další typy značek podle jejich funkce v systému řízení provozu. [5]

Jsou zde specifikovány základní principy pro umístování značek, jako je jejich viditelnost, čitelnost, umístění vzhledem k jízdnímu pruhu a vzdálenost před místem, ke kterému se vztahují. Důraz je kladen na přiměřenost počtu značek a jejich logickou návaznost, aby nedocházelo k zahlcení řidiče informacemi. [5]

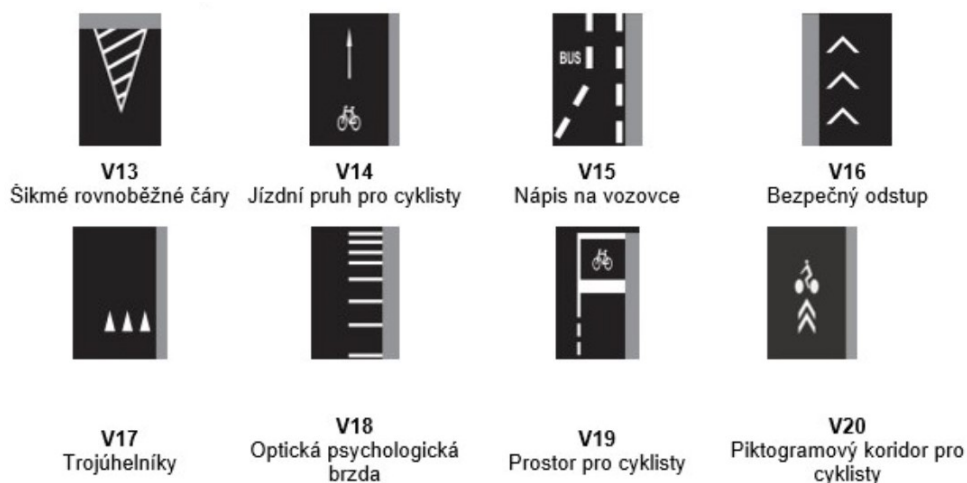
Kapitola také popisuje grafickou podobu značek, jejich rozměrové řady v závislosti na typu komunikace a dovolené rychlosti, a požadavky na materiál a retroreflexní vlastnosti pro zajištění viditelnosti za různých světelných podmínek. [5]

Kapitola 4: Vodorovné dopravní značky

Tato část se zaměřuje na vodorovné dopravní značení, které se aplikuje přímo na povrch vozovky nebo jiných dopravních ploch. Popisuje různé typy vodorovných značek, jako jsou podélné čáry (souvislé, přerušované, dvojité), příčné čáry (stopčáry, přechody pro chodce), šipky, symboly a nápisy. [5]

Jsou zde stanoveny zásady pro jejich použití, včetně geometrických parametrů (šířka čar, mezery), umístění a kombinací jednotlivých značek pro efektivní vedení dopravy, vyznačení jízdních pruhů, odbočovacích pruhů, parkovacích míst či oblastí se zákazem zastavení nebo stání. [5]

Kapitola rovněž specifikuje materiálové požadavky na vodorovné značení, zejména na jeho trvanlivost, odolnost proti otěru a dostatečnou viditelnost za dne i v noci (retroreflexe), případně za mokra. [5]



Obrázek 3 Přehled vodorovných dopravních značek

(Zdroj: [35])

Kapitola 5: Dopravní zařízení

Tato kapitola pojednává o dopravních zařízeních, která doplňují nebo nahrazují dopravní značky a slouží k řízení, usměrňování nebo zabezpečení provozu. Patří sem například světelná signalizační zařízení (semaforey), akustická zařízení, vodící tabule, směrové sloupky, dopravní kužely, zábrany, zpomalovací prahy a další prvky. [5]

Jsou zde popsány jednotlivé typy dopravních zařízení, jejich funkce a základní principy pro jejich návrh a umístění na komunikacích. U světelných signálů jsou zmíněny základní významy signálů a typy řadičů. [5]

Kapitola také řeší specifické použití některých zařízení, jako jsou například dopravní zrcadla pro zlepšení rozhledu v křižovatkách nebo zařízení pro provozní informace (proměnné dopravní značky). [5]

1.3.2 Související právní a technické předpisy

Evropské dohoda „Úmluva o silničním provozu (Vídeň, 1968)“, touto úmluvou bylo zajištěno sjednocení pravidel silničního provozu ve většině zemí, díky tomu byla usnadněna mezinárodní doprava a zvýšila se celková bezpečnost na silnicích. [7]

Evropská dohoda o hlavních silnicích s mezinárodním provozem (AGR), je klíčovou dohodou pro silniční infrastrukturu, kdy došlo k vytvoření jednotného systému hlavních silnic, které propojují jednotlivé státy mezi sebou a zajišťují si tím hospodářský rozvoj. [8]

Právní předpisy

Problematika dopravního značení a organizace silničního provozu se v České republice opírá o rámec právních předpisů, které určují pravidla chování účastníků silničního provozu a stanovují odpovědnosti jednotlivých subjektů při správě komunikací. Klíčovým dokumentem v této oblasti je zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, který upravuje práva a povinnosti řidičů, chodců a dalších účastníků silničního provozu. Jeho doplněním z hlediska správy a výstavby komunikací je zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, který se zaměřuje na kategorizaci, správu a technický stav pozemních komunikací.

Zákon č. 361/2000 Sb.

Jedná se zákon o provozu na pozemních komunikacích stanovuje klíčové informace, mezi které patří: Úprava pravidla silničního provozu v České republice, stanovuje práva a povinnosti řidičů, chodců a dalších účastníků provozu, řeší technické požadavky na vozidla a jejich provoz, stanovuje systém sankcí a bodový systém pro řidiče. [9]

Úprava pravidla silničního provozu

Tato část stanovuje základní pravidla pro každého účastníka silničního provozu, ty slouží k tomu, aby bylo dosaženo bezpečnosti a plynulosti dopravy. Mimo pravidel definuje i základní zásady jízdy po komunikacích, kdy se jedná o přednost v jízdě, pravidla pro odbočování, objíždění a předjíždění. [9]

Jeho součástí je úprava rychlostních limitů v obcích, mimo obce a na dálnicích, nezapomíná i na výjimky, kdy je možné dané limity zvýšit nebo snížit. Upravuje i povinnosti při jízdě v koloně, objíždění překážek a řeší situace při sjíždění z dálnice a vjezd na ni. [9]

Práva a povinnosti řidičů, chodců a dalších účastníků provozu

Kdokoliv, kdo se účastní silničního provozu má svá práva a povinnosti které musí brát v potaz. Příkladem je dodržování právních předpisů, používání bezpečnostních pásů, přizpůsobení jízdy dle stavu vozovky a povětrnostním podmínkám. Pravidla platí i pro chodce, kdy mají právo na bezpečný pohyb po komunikaci, ale současně musí dodržovat pravidel přecházení vozovky a nevstupovat do silnice bezprostředně před jedoucím vozidlo apod. Cyklisté mají také povinnosti, jako je nosit helmu do plnoletosti a respektovat pravidla pro jízdu po silnici a cyklostezkách. [9]

Řeší technické požadavky na vozidla a jejich provoz – vozidlo které se účastní provozu na pozemní komunikaci musí splňovat specifické technické podmínky jako jsou požadavky na vybavení vozidel, kdy musí mít funkční brzdy, světla, pneumatiky dle odpovídajícího ročního období a bezpečnostní prvky, jako jsou airbagy a autosedačky. Do technických podmínek spadá i pravidla pro pravidelné technické kontroly a měření emisí, kdy při nesplnění alespoň jedno z požadavků znamená, že vozidlo nesplňuje podmínky pro účast na pozemní komunikaci a musí vzniklé nedostatky odstranit. [9]

Stanovuje systém sankcí a bodový systém pro řidiče – vytváří systém sankcí za dopravní přestupky, kdy rozlišuje méně závažné až po závažné přestupky / trestné činy , kdy mezi nejprísnější postihované trestné činy/přestupky patří řízení pod vlivem alkoholu nebo jiných návykových látek, nedovolené předjíždění, nepřiměřená rychlost vozidla a nebezpečné ohrožení ostatních účastníků provozu. Řidič, jenž se dopustí takového činu může být potrestán pokutou, ziskem bodů, ztrátou řidičského průkazu a zákazem řízení motorového vozidla. Body neboli bodový systém funguje formou, kdy za každý spáchaný přestupek se řidiči přičítají body a při dosažení 12 bodů dojde k odebrání řidičského průkazu řidiče, systém pamatuje i na možnost snížení bodů formou absolvováním speciálních školení (škola smyku...) a bezproblémovým řízení po určitou dobu. [9]

Pokud je řidič držitelem profesního průkazu řidiče, tak se jeho přestupky zaznamenávají do karty řidiče, ty nelze odstranit běžným způsobem jako v případě trestního rejstříku, kdy po čase a odpykaném trestě lze tyto přestupky nebo trestné činy zahladit a stát se bezúhonným občanem, kdy nebude možné dohledat jeho trestní minulost z výpisu rejstříku trestu, mimo opis, tam zůstanou navždy. [9]

Zákon č. 13/1997 Sb.

Je právní předpis pro správu, výstavbu, a užívání pozemních komunikací na území České republiky. Stanovuje odpovědnost za jednotlivé druhy komunikací od dálnic po účelové komunikace, určuje podmínky pro výstavbu, rekonstrukce a stanovení pravidel pro provoz takových to komunikací. Mimo jiné se zabývá i problematikou financování dopravní infrastruktury, stanovení poplatků za užívání komunikací a povinnostmi jednotlivých subjektů, jež jsou zainteresovány ve správě silniční sítě. [10]

V našem případě zmíněný zákon řeší i problematiku dopravního značení, zařízení a světelných signalizací, kdy se stávají součástí pozemních komunikací a zodpovídá za ně vlastník komunikaci, kdy musí řešit jejich správné umístění, provedení a údržbu. Vlastník komunikace může být stát, kraj, obec případně pověřený správce. Značení musí splňovat technické normy a podmínky pro umístění, tedy musí být umístěny tak, aby byly čitelné, viditelné z rozumné vzdálenosti a srozumitelné pro účastníky provozu, optimální je dodržet rozumné množství značek na jednom místě, tedy aby jich nebylo zbytečně moc na jednom místě, tím zmást řidiče. [10]

Role správců je zajišťovat údržbu dopravního značení, teda kromě provozu schopnosti silnic, o které se starají, pod údržbu spadá kontrola viditelnosti, čitelnosti a stavu značek, pokud narazí na nevyhovující stav dopravního značení, musí ho co nejdříve nahradit nebo opravit. V tomto případě záleží na umístění dopravního značení, kdy ve větším městě bude značka, která nevyhovuje lokalizována snadněji a rychleji než na vedlejší komunikaci, ovšem je též nutné vzít v potaz to, že je velmi vysoká koncentrace značek, kdy správce nemůže každý rok kontrolovat každou značku, zda vyhovuje, to se děje jen v tom případě, že se mění značení, kvůli změně provozu komunikace, nebo došlo ke zničení dopravní značky. Bohužel neexistuje statistika četnosti dopravního značení, takže nelze objektivně říct, jak moc je náročné se o ně starat a zajišťovat jejich správnost a provozuschopnost. [10]

Dopravní nehody a dopravní značení

Když dojde k dopravní nehodě, při které mohlo hrát roli dopravní značení, buď bylo na komunikaci nevhodně umístěno, nebylo čitelné nebo chybělo úplně, je správce hnán k zodpovědnosti za nedodržení podmínek pro bezpečný provoz na komunikaci. [10]

1.3.3 Technické normy

Dopravní značení musí splňovat nejen estetická a funkční hlediska, ale především technické požadavky, které zaručují jeho viditelnost, čitelnost, odolnost a jednotnost v rámci celé dopravní sítě. K zajištění těchto standardů slouží soustava technických norem, které stanovují parametry pro výrobu, instalaci a údržbu dopravního značení v souladu s evropskými a národními předpisy. [10]

V této části práce budou představeny vybrané technické normy, které se vztahují jak k pevnému svislému značení, tak k proměnným dopravním zařízením, jež nacházejí uplatnění zejména na komunikacích vyšších tříd nebo v inteligentních dopravních systémech. Tyto normy jsou zásadní nejen pro výrobce a dodavatele značení, ale i pro správce komunikací a projektanty, protože vytvářejí jednotný rámec pro bezpečnou a efektivní dopravní komunikaci. [10]

ČSN EN 12899 Stálé svislé dopravní značení

Norma se zabývá požadavky pro stálá dopravní značení, mezi které patří pevné dopravní značky, směrové sloupky s dalšími prvky, kde jejich úkolem je zajištění bezpečného a plynulého provozu na pozemních komunikacích. Jednotlivé prvky musí splňovat kvalitativní a bezpečnostní standarty, ty jsou klíčovými hráči pro funkčnost a dlouhodobou odolnost vůči vnějším podmínkám, kterými jsou jednotlivé značky vystaveny. [11]

Část 1: Stálé dopravní značky

V této části je hlavním zaměřením technické požadavky pro běžné dopravní značení, jež jsou využívány k směřování a regulaci provozu na komunikacích. Stanovují materiály, ze kterých se mají vyrábět, jejich rozměry, tvary a reflexní vlastnosti značek, aby byly čitelné a dobře viditelné z jakýkoliv podmínky, a na mechanickou odolnost vůči povětrnostním podmínkám či nárazům automobilem. [11]

Část 2: Prosvětlované dopravní majáčky

Hlavním tématem této části je specifikování požadavků pro světelné dopravní majáčky, ty se využívají při zvýraznění nebezpečných úseků nebo objízdných tras. Požadavky na majáčky jsou musí splňovat určitou intenzitu osvětlení, barevnost a životnost zdroje světla, to musí splňovat dostatečnou účinnost a dlouhodobou spolehlivost. [11]

Část 3: Směrové sloupky a odrazky

Směrové sloupky a odrazky jsou určeny ke zlepšení orientace řidičů na vozovce za nepříznivých podmínek (tma, mlha, déšť), nejčastěji je nalézáme na místech, kde chybí pouliční osvětlení a hrozí nechtěný sjezd z vozovky. Tato konkrétní část normy specifikuje požadavky na rozměry, umístění a materiálové složení, včetně vlastností reflexních prvků, ty mají zajistit dobrou viditelnost ve světle světlometů, současně aby neoslňily řidiče za volantem. [11]

Část 4: Systém řízení výroby

V této části se norma zabývá pravidly pro řízení výroby dopravního značení, jedná se o nastavení kontrolních mechanismů při výrobě, slouží k zajištění jejich konzistence a odpovídající kvalitě. Výrobci jsou povinni stanovené metody testování a dokumentaci, ta zajišťuje správnou funkčnost značení v provozu. V případě nedodržení daných požadavků může hrozit vznik dopravní nehody a dodatečné důsledky pro výrobce vadného značení. [11]

Část 5: Počáteční zkouška typu

Jakákoliv nově vyráběné dopravní značení musí projít počáteční zkouškou typu, kde se prověří její vlastnosti potřebné pro nasazení v reálných venkovních podmínkách. Při testování se prověřuje mechanická odolnost proti poškození, povětrnostním vlivům, ultrafialovém záření a chemikáliím, které by mohli značku poškodit. Na základě těchto testů lze ověřit životnost a spolehlivost testovaného značení a tím zvážit jeho nasazení. [11]

Shrnutí normy

Norma zajišťuje jednotné technické požadavky na pevné svislé dopravní značení, musí být odolné, dobře viditelné za zhoršených a běžných podmínek. Je kladen důraz na kvalitu materiálů, reflexního materiálu, pevnost a dlouhodobou životnost konstrukce. Při dodržení daných podmínek pro provedení dopravního značení, dochází k přispění vyšší bezpečnosti silničního provozu, tím se snižuje riziko dopravní nehody na přijatelnou úroveň. [11]

Současně norma je nepostradatelným materiálem pro výrobce dopravního značení, ale i pro správce silniční infrastruktury, jenž odpovídají za umístění dopravního značení a jeho údržbu. Pomocí jednotných požadavků dochází k zajištění kompatibility a jednoty značení v celé Evropě, to pomáhá k zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. [11]

ČSN EN 12966 – Proměnné dopravní značky

Tato norma stanovuje technické požadavky na proměnné dopravní značky (PDZ), které se využívají k efektivnímu řízení silničního provozu. Na rozdíl od běžných statických dopravních značek umožňují měnit zobrazované informace podle aktuálních podmínek na silnici. Díky tomu zvyšují bezpečnost a plynulost provozu, zejména na dálnicích, hlavních silnicích, v tunelech a městských oblastech. Tyto značky řidiče upozorňují na rychlostní omezení, dopravní nehody, uzavírky, kolony nebo nepříznivé počasí. Norma ČSN EN 12966 stanovuje jednotné požadavky na kvalitu a spolehlivost těchto značek, aby byly dobře viditelné a čitelné za různých světelných a povětrnostních podmínek. [12]



Obrázek 4 Ukázka proměnného dopravního značení typu A 7 nebezpečí smyku

(Zdroj: [36])

Technické podmínky a jejich význam

Technické podmínky představují soubor podrobných pravidel a specifikací, které určují parametry a požadavky na materiály, konstrukci, provoz a údržbu proměnných dopravních značek. [12]

Jejich účelem je [12]:

- **Standardizace** – zajištění jednotného vzhledu a funkčnosti značek na všech komunikacích,
- **Bezpečnost a kvalita** – definování požadavků na **reflexní vlastnosti, čitelnost a odolnost** vůči povětrnostním vlivům,
- **Srozumitelnost** – jasné pokyny pro výrobce, projektanty i správce dopravní infrastruktury,
- **Praktické využití** – slouží jako návod pro **návrh, instalaci, údržbu a kontrolu** těchto zařízení.
- **Právní rámec a související předpisy**

Norma ČSN EN 12966 vychází z české legislativy a navazuje na [12]:

- **Zákon č. 361/2000 Sb.** (o provozu na pozemních komunikacích),
- **Zákon č. 13/1997 Sb.** (o pozemních komunikacích),
- **Vyhlášku č. 294/2015 Sb.**, která upravuje podobu a význam dopravního značení,
- **Evropské normy ČSN EN 12899**, které stanovují technické požadavky na stálé dopravní značky.

Druhy a zásady umístování proměnných dopravních značek

Proměnné dopravní značky patří mezi **svislé dopravní značení**, které se dělí na několik kategorií[12]:

- Výstražné, příkazové, zákazové a informativní značky – mění obsah podle aktuální situace na silnici,
- Vodorovné dopravní značení – doplňkové prvky na vozovce, například dynamické šipky či přechody,
- Dopravní zařízení – směrové tabule, semaforey a další signalizační prvky.

Při umístování těchto značek se dbá na **viditelnost, účelnost a správné technické provedení**. Značky musí být **dostatečně čitelné z velké vzdálenosti**, umístěné v optimální výšce a s dostatečným kontrastem vůči okolí.

Technické požadavky a údržba

Proměnné dopravní značky musí splňovat přísné **technické normy**, zejména[12]:

- **Použití vysoce reflexních materiálů** pro zajištění viditelnosti ve dne i v noci,
- **Odolnost proti povětrnostním podmínkám** (silný vítr, déšť, sníh),
- **Minimální rozměry** dle typu komunikace (dálnice, silnice I. třídy atd.).

Správci komunikací jsou odpovědní za **pravidelnou kontrolu a údržbu** těchto značek, aby zůstaly funkční a čitelné. Každá nová instalace musí splňovat schválené normy a projít certifikačním procesem.

Norma ČSN EN 12966 tak **zajišťuje jednotná pravidla** pro výrobu, instalaci a provoz proměnných dopravních značek, čímž přispívá k vyšší bezpečnosti a efektivnějšímu řízení dopravy.

1.3.4 TP 135 projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích [13]

Technické podmínky TP 135 představují klíčový metodický dokument pro jednotné a bezpečné navrhování okružních křižovatek v rámci silniční a místní dopravní infrastruktury v České republice. Dokument stanovuje základní návrhové principy, geometrické parametry, typologii křižovatek i požadavky na jejich značení a vybavení. Cílem TP 135 je zajistit, aby okružní křižovatky plnily svou funkci z hlediska bezpečnosti, plynulosti provozu i kapacity, a to v souladu s platnou legislativou a technickými normami. [13]

Úvod

Tato kapitola představuje technické podmínky TP 135, které se zabývají zásadami pro navrhování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích v České republice. Definuje účel dokumentu, kterým je sjednocení a standardizace postupů při projektování těchto specifických typů křižovatek, a vymezuje jeho platnost. [13]

Dokument navazuje na platné právní předpisy (zejména zákon o provozu na pozemních komunikacích a jeho prováděcí vyhlášky) a související české technické normy (ČSN), které jsou relevantní pro návrh pozemních komunikací a křižovatek. Cílem je poskytnout projektantům ucelený soubor technických požadavků a doporučení pro návrh bezpečných a kapacitních okružních křižovatek. [13]

V úvodu je také zdůrazněn význam správného názvosloví a definic, které jsou podrobněji rozebrány v následující kapitole, a je uveden přehled nejdůležitějších souvisejících předpisů a norem. [13]

Názvosloví a definice

Tato kapitola se věnuje definování základních pojmů a termínů specifických pro okružní křižovatky, aby bylo zajištěno jednotné chápání a používání terminologie v celém dokumentu i v praxi. Jsou zde vysvětleny pojmy jako okružní pás, středový ostrov, dělicí ostrůvek, vjezdové a výjezdové rameno, odsunutí vjezdu a další. [13]

Přesné definice jsou klíčové pro správnou interpretaci technických požadavků a návrhových parametrů uvedených v dalších kapitolách. Správné pochopení názvosloví je nezbytné pro komunikaci mezi projektanty, správci komunikací a dalšími zúčastněnými stranami. [13]

Všeobecné zásady návrhu

Tato část stanovuje obecné principy a filozofii návrhu okružních křižovatek. Zdůrazňuje hlavní cíle, kterými jsou zvýšení bezpečnosti provozu (díky nižším rychlostem a menšímu počtu kolizních bodů oproti klasickým křižovatkám) a zajištění plynulosti dopravy a dostatečné kapacity. [13]

Popisuje základní podmínky pro vhodnost použití okružní křižovatký v dané lokalitě s ohledem na intenzitu dopravy, směrové vztahy, prostorové možnosti a okolní zástavbu. Definuje základní požadavky na geometrické uspořádání, zejména na zajištění odklonění trajektorie vozidel při vjezdu (deflekce) pro vynucení snížení rychlosti. [13]

Zmiňuje také nutnost zohlednění všech účastníků provozu, včetně chodců a cyklistů, a potřebu zajistit bezbariérové užívání pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace.

Návrhové prvky okružních křižovatek

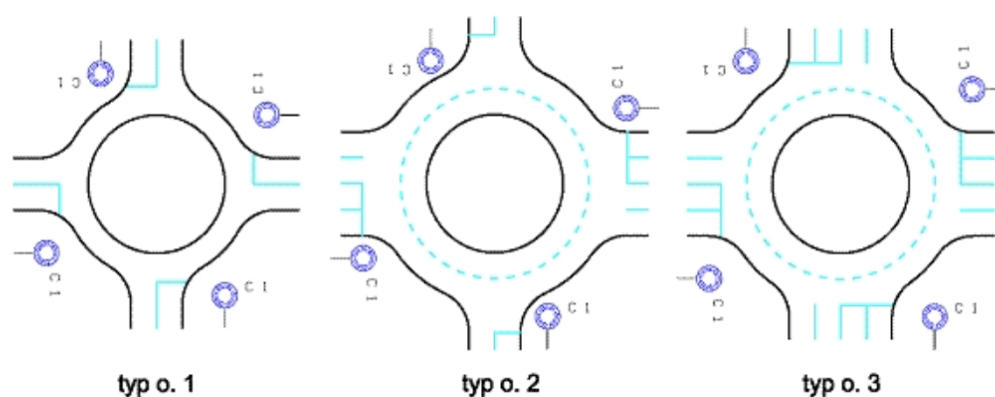
Tato kapitola je klíčovou částí dokumentu a podrobně popisuje jednotlivé geometrické prvky, ze kterých se okružní křižovatka skládá, a stanovuje požadavky na jejich parametry. Zabývá se návrhem středového ostrova (průměr, úprava), okružního pásu (šířka, sklon), vjezdových a výjezdových ramen (šířka, poloměry, délky úprav), a dělicích (směrovacích) ostrůvků. [13]

Detailně jsou rozebrány požadavky na poloměry vjezdových a výjezdových oblouků, šířky jízdních pruhů na okružním pásu a vjezdech/výjezdech, a na příčné a podélné sklony vozovky pro zajištění správného odvodnění a jízdního komfortu. Důraz je kladen na dosažení vhodné deflekce vjezdu a zajištění dostatečných rozhledových poměrů. [13]

Jsou zde uvedeny konkrétní návrhové hodnoty (minimální, doporučené, maximální) pro různé typy okružních křižovatek a různé návrhové rychlosti nebo kategorie komunikací.

Typy okružních křižovatek

Kapitola představuje různé typy okružních křižovatek a popisuje jejich specifika a oblasti použití. Rozlišuje zejména miniokružní křižovatký (s malým průměrem a pojížděným středovým ostrovem), jednopruhé okružní křižovatký (nejběžnější typ) a vícepruhové okružní křižovatký. [13]



Obrázek 5 Typy okružních křižovatek

(Zdroj: [37])

Zvláštní pozornost je věnována moderním typům vícepruhových křižovatek, jako jsou turbo-okružní křižovatky, které pomocí specifického uspořádání jízdních pruhů a fyzického oddělení minimalizují kolizní body spojené s přejížděním mezi pruhy na okružním pásu. Dokument (jak naznačuje i úryvek) obsahuje i detailní postupy pro jejich konstrukci. [13]

Pro každý typ jsou uvedeny základní charakteristiky, výhody, nevýhody a specifické návrhové požadavky nebo doporučení.

Dopravní značení a vybavení křižovatek

Tato kapitola se zabývá správným použitím svislého a vodorovného dopravního značení na okružních křižovatkách a jejich větvích v souladu s platnými předpisy (zejména s odkazem na TP 65). Specifikuje, jaké značky (např. "Dej přednost v jízdě!", "Okružní křižovatka") a vodorovné značení (vodící čáry, příčné čáry, šipky) se mají použít a jak mají být umístěny. [13]

Řeší také další vybavení křižovatek, jako je osvětlení, které je u okružních křižovatek obzvláště důležité pro bezpečnost za snížené viditelnosti. Zmiňuje také principy odvodnění křižovatek a úpravy pro chodce a cyklisty (přechody, přejezdy, stezky). [13]

Cílem je zajistit, aby bylo značení a vybavení navrženo tak, aby byla křižovatka pro řidiče i ostatní účastníky provozu přehledná, srozumitelná a bezpečná. [13]

1.3.5 TP 218 navrhování zón 30

Dokument TP 218 stanovuje technické zásady pro navrhování Zón 30 jako jednoho z klíčových nástrojů dopravního zklidňování v městském a příměstském prostředí. Zóna 30 představuje definované území s plošně sníženou nejvyšší dovolenou rychlostí na 30 km/h, kde jsou uplatňována organizační i stavební opatření zaměřená na zvýšení bezpečnosti a kvality veřejného prostoru. Cílem dokumentu je sjednotit přístup k návrhu těchto oblastí, podpořit jejich efektivní a smysluplnou realizaci a zároveň zajistit, že výsledné řešení bude respektovat potřeby všech uživatelů prostoru – zejména chodců, cyklistů a obyvatel daného území. TP 218 vychází z aktuálních poznatků z oblasti dopravního inženýrství i z osvědčené zahraniční a domácí praxe. [14]



Obrázek 6 Ukázka dopravního značení IZ8a + IZ8b Zóna 30

(Zdroj: [38])

Úvod do problematiky dopravního zklidňování a Zón 30

Úvodní kapitola Obecné části uvádí čtenáře do širšího kontextu dopravního zklidňování a představuje koncept Zón 30 jako součást dlouhodobého vývoje v oblasti městské mobility. Krátce je zde popsán historický vývoj těchto snah – od prvních experimentů v 60. letech, jako byl koncept woonerf v Nizozemsku, až po současné přístupy zdůrazňující kvalitu veřejného prostoru. [14]

Pozornost se přesouvá od pouhého vylučování tranzitní dopravy z obytných oblastí ke komplexní transformaci dopravního prostředí. Cílem je nejen snížit rychlost motorové dopravy, ale také změnit chování řidičů, zvýšit bezpečnost a podpořit aktivní způsoby dopravy. Moderní přístupy k dopravnímu plánování proto považují komunikace nejen za dopravní koridory, ale i za místa sociální interakce, která mají přispívat ke kvalitě městského života. Plošné zklidnění dopravy, jehož typickým příkladem je Zóna 30, se představuje jako nástroj, jak těchto cílů dosáhnout v celých městských oblastech, nikoli pouze na jednotlivých ulicích. [14]

Přínosy Zón 30 z hlediska bezpečnosti a životního prostředí

Druhá kapitola se zaměřuje na konkrétní přínosy zavádění Zón 30, především z hlediska bezpečnosti a životního prostředí. Jedním z klíčových efektů je zvýšení bezpečnosti silničního provozu – nižší rychlost výrazně snižuje riziko i závažnost dopravních nehod, zejména vůči zranitelným účastníkům, jako jsou chodci nebo cyklisté. Tento pozitivní dopad je podložen řadou statistických dat a studií. [14]

Kapitola se dále věnuje vlivům na životní prostředí. Popisuje snížení hlukové zátěže v důsledku pomalejší a plynulejší jízdy, při níž dochází k menšímu počtu akcelerací a brzdění. Také se dotýká problematiky emisí, ačkoli zde závisí výsledek na mnoha faktorech, včetně plynulosti dopravy a konkrétní dopravní situace. Celkově kapitola poskytuje důležité argumenty pro podporu Zón 30, a to jak z hlediska zlepšení bezpečnosti, tak z hlediska ochrany zdraví a kvality života obyvatel. [14]

Participace veřejnosti při plánování Zón 30

Tato kapitola zdůrazňuje, že úspěšná realizace Zón 30 je podmíněna aktivním zapojením veřejnosti. Účinná komunikace s obyvateli, podnikateli i dalšími zainteresovanými stranami je nezbytná pro dosažení akceptace opatření. Průběžné informování, konzultace a možnost participace v rozhodovacím procesu zvyšují důvěru obyvatel a minimalizují potenciální odpor vůči plánovaným změnám. [14]

Jsou popsány různé formy participativního plánování – od pouhého informování až po aktivní spolupráci veřejnosti při návrhu konkrétních řešení. Důraz je kladen na identifikaci potřeb a obav jednotlivých skupin uživatelů veřejného prostoru. Otevřený dialog a hledání kompromisů umožňuje vytvořit řešení, která lépe odpovídají lokálním podmínkám a mají větší šanci na dlouhodobé přijetí. [14]

Technické podmínky

V oblasti dopravního inženýrství a urbanistického plánování sehrávají technické podmínky klíčovou roli při sjednocování přístupů, stanovení minimálních standardů a zajištění bezpečnosti i plynulosti provozu. Mezi tyto předpisy patří i TP 218, které se zaměřují na navrhování zklidněných oblastí v intravilánu měst – tzv. Zón 30. Jejich cílem je vytvořit prostředí s omezenou rychlostí, kde je preferována bezpečnost chodců, cyklistů a celková obytná funkce prostoru. Následující část se věnuje podrobně úvodním ustanovením tohoto dokumentu, jeho účelu a cílové skupině uživatelů. [14]

Úvod a účel dokumentu

Technické podmínky TP 218 jsou schváleným dokumentem Ministerstva dopravy, který stanovuje závazné zásady pro navrhování Zón 30 na místních komunikacích v České republice. Úvodní kapitola vymezuje jejich účel, rozsah platnosti a legislativní rámec. Cílem je sjednotit postupy navrhování, zvýšit kvalitu projektové dokumentace a zajistit bezpečnost a funkčnost dopravně zklidněných oblastí. [14]

Dokument je určen zejména projektantům, správcům komunikací a orgánům státní správy a samosprávy, které se podílejí na plánování a realizaci dopravních opatření ve městech a obcích. [14]

Terminologie a definice pojmů

Druhá kapitola obsahuje přehled základních odborných pojmů vztahujících se k dopravnímu zklidňování a návrhu Zón 30. Patří sem definice výrazů jako Zóna 30, dopravně zklidňující opatření (organizační i stavební), vstupní brána, zpomalovací práh, zpomalovací polštář, šikana, miniokružní křižovatka, sdílený prostor a další. [14]

Jednotné vymezení pojmů je klíčové pro správnou interpretaci a aplikaci navazujících technických doporučení. Přesná a srozumitelná terminologie eliminuje nedorozumění a přispívá k efektivnímu návrhu a realizaci dopravně zklidňujících opatření. [14]

Zásady návrhu a realizace Zón 30

Toto je nejrozsáhlejší a nejdůležitější kapitola technických podmínek, která podrobně stanovuje požadavky a zásady pro vlastní projektování Zóny 30. Zabývá se vztahem návrhu k územně plánovací dokumentaci a zdůrazňuje potřebu koordinace. Definuje základní návrhové zásady, jako je vytvoření "samovysvětlujícího" prostředí, které řidiče přirozeně vede k pomalé a ohleduplné jízdě, integrace dopravního řešení s okolním prostorem a zohlednění potřeb všech skupin uživatelů – pěších (včetně osob s omezenou schopností pohybu a orientace), cyklistů, cestujících MHD i motoristů (včetně zásobování a rezidentů). [14]

Kapitola stanovuje konkrétní návrhové parametry pro komunikace v Zóně 30, týkající se šířkového uspořádání, směrových a výškových oblouků, sklonů, osvětlení či použití zeleně. Podrobně rozebírá návrh vstupů do zóny a především širokou škálu dopravně zklidňujících opatření jak v křižovatkách (např. vysazené plochy, zvýšené křižovatky, úprava povrchu, miniokružní křižovatky), tak v mezikřižovatkových úsecích (např. zúžení, šikany, střídavé parkování, zpomalovací prahy a polštáře, dělicí ostrůvky). Pro jednotlivá opatření uvádí kritéria použití, návrhové parametry a příklady řešení. [14]

Závěrem se věnuje i opatřením na přechodových úsecích (vjezdech a výjezdech ze zóny) a zmiňuje specifika pro jednotlivé skupiny uživatelů (řešení pro pěší, cyklisty, MHD, parkování). Celá kapitola je doplněna množstvím obrázků a schémat pro ilustraci popisovaných řešení. [14]

Legislativní a odborné zdroje

Závěrečná kapitola technických podmínek TP 218 plní důležitou referenční roli. Přehledně uvádí všechny právní předpisy, normy a metodické dokumenty, které jsou relevantní pro navrhování a realizaci Zón 30 v České republice. Zahrnuje mimo jiné zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, příslušné vyhlášky Ministerstva dopravy, technické normy ČSN a další platné Technické podmínky (např. TP 103, TP 179, TP 189 aj.). [14]

Součástí kapitoly je rovněž seznam odborné literatury, která byla využita při zpracování dokumentu a může sloužit jako rozšiřující zdroj informací pro projektanty, úředníky nebo další zájemce o oblast dopravního zklidňování. Uvedené publikace se zaměřují jak na technické aspekty, tak na širší urbanistické a sociologické souvislosti zavádění Zón 30. [14]

1.3.6 Sdělení č. 83/2013 Sb.

Úmluva o silničním provozu byla přijata ve Vídni dne 8. listopadu 1968 pod záštitou Organizace spojených národů (OSN). Jejím hlavním cílem bylo sjednotit a zjednodušit pravidla silničního provozu mezi státy, aby se zvýšila bezpečnost na silnicích a usnadnila mezinárodní doprava. Úmluva navázala na předchozí Ženevskou úmluvu o silničním provozu z roku 1949, kterou v mnoha ohledech modernizovala a rozšířila. [15]

Obsah úmluvy

Úmluva stanovuje základní pravidla silničního provozu, která mají být dodržována v jednotlivých smluvních státech. Mezi klíčové oblasti patří[15]:

- **Jednotná pravidla pro řidiče a vozidla** – Úmluva upravuje povinnosti řidičů, chodců a dalších účastníků provozu, včetně pravidel přednosti, omezení rychlosti a povinností při jízdě v různých situacích.
- **Dopravní značení a signály** – Definuje standardizované svislé a vodorovné dopravní značení a světelné signály, aby bylo srozumitelné mezinárodně.
- **Technické požadavky na vozidla** – Stanovuje minimální požadavky na technický stav a vybavení vozidel, například osvětlení, brzdy a signalizaci.
- **Mezinárodní uznávání řidičských průkazů** – Úmluva umožňuje držitelům národních řidičských průkazů řídit vozidlo v jiných smluvních státech bez nutnosti získávat místní oprávnění.
- **Dopravní nehody a odpovědnost** – Stanovuje základní pravidla pro řešení dopravních nehod a odpovědnost jejich účastníků.

Dopad a význam úmluvy

Úmluva vytvořila základ pro harmonizaci pravidel silničního provozu mezi různými státy, čímž usnadnila mezinárodní dopravu a přispěla k větší bezpečnosti na silnicích. Česká republika je jednou ze smluvních stran úmluvy a její pravidla jsou implementována do vnitrostátních právních předpisů, například do zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. [15]

Úmluva zůstává významným dokumentem pro bezpečnost silničního provozu a mezinárodní dopravní spolupráci. Mnoho jejích ustanovení je stále relevantních a přispívá ke snížení dopravních nehod a lepší organizaci dopravy v Evropě i ve světě. [15]

1.4 Druhy dopravního značení

Dopravní značení se dělí na několik základních typů, které pomáhají regulovat a usměrňovat provoz na pozemních komunikacích. Výstražné značky upozorňují na nebezpečné situace, jako jsou zatáčky, železniční přejezdy nebo zúžení vozovky. Příkazové značky řidičům určují povinnosti, například povinný směr jízdy nebo minimální rychlost. Zákazové značky omezují nebo zakazují určité činnosti, například vjezd vozidel, předjíždění nebo zastavení. Informativní značky poskytují doplňující údaje o směrech, vzdálenostech či parkování. Specifickou kategorií je vodorovné značení, které zahrnuje přechody pro chodce, vyznačené parkovací prostory nebo šipky pro vedení jízdních pruhů. [15]

1.4.1 Problémy v dopravním značení

Dopravní značení se může stát neefektivním, pokud není správně udržováno nebo umístěno. Nejasné, poškozené nebo chybějící značky mohou vést k nebezpečným situacím, zejména v místech s vysokou hustotou provozu. Nevhodné umístění značek – například jejich zakrytí vegetací nebo jejich umístění v nepřehledných úsecích – může způsobit jejich přehlédnutí. Dalším problémem je přetížení značkami, kdy se na krátkém úseku nachází příliš mnoho značek najednou, což snižuje jejich účinnost a ztěžuje rychlé rozhodování řidičů. [15]

1.4.2 Dopravní bezpečnost a její faktory

Dopravní značení významně přispívá k bezpečnosti provozu tím, že zajišťuje plynulost dopravy a upozorňuje na nebezpečí. Důležitou roli hraje také dopravní infrastruktura, například kruhové objezdy, retardéry nebo přechody pro chodce, které pomáhají snižovat riziko nehod. Lidský faktor je dalším klíčovým prvkem bezpečnosti – nepozornost řidičů, překračování rychlosti nebo ignorování značení mohou vést k nehodám. [15]

Možná řešení a moderní trendy

Pro zlepšení dopravního značení se využívají chytré dopravní systémy, například proměnlivé dopravní značení, které se přizpůsobuje aktuální dopravní situaci. Lepší údržba a digitalizace umožňuje efektivnější správu značek a jejich rychlejší obnovu. Inovace, jako jsou LED přechody pro chodce nebo dynamické semaforey, pomáhají zvýšit viditelnost značení a tím i bezpečnost všech účastníků provozu.

1.5 Dopravní bezpečnost

Dopravní bezpečnost představuje komplexní soubor opatření, jejichž cílem je zajistit ochranu života, zdraví a majetku všech účastníků silničního provozu. Nejde přitom pouze o reakci na již vzniklé nehody, ale především o aktivní předcházení rizikovým situacím – tedy o prevenci na základě systematických analýz, urbanistických zásahů, efektivního značení a osvětové činnosti. Jak uvádí Chmelík (2009), dopravní nehody nejsou izolovanými událostmi, ale důsledkem souhry mnoha faktorů – od lidského chování, technického stavu vozidel, infrastruktury, až po aktuální dopravní zatížení a počasí. Bezpečnost v dopravě tedy nelze chápat staticky, ale jako proměnlivý systém, který je třeba neustále sledovat a přizpůsobovat aktuálním podmínkám. [16]

Dle statistik patří silniční doprava mezi nejrizikovější formy pohybu v každodenním životě. Zajímavé je, že přes 90 % dopravních nehod je způsobeno lidským faktorem – ať už nepozorností, nedodržením pravidel, nebo špatným odhadem situace. Na druhé straně však i kvalita dopravního prostředí hraje zásadní roli – přehlednost křižovatek, správné umístění dopravního značení, údržba komunikací nebo řízení provozu prostřednictvím semaforů může výrazně ovlivnit počet i závažnost nehod. [16]

Jedním z klíčových cílů dopravní bezpečnosti je snižování následků nehod, a to nejen prostřednictvím technických opatření (např. svodidel, dopravního značení, úprav přechodů pro chodce), ale také pomocí datové analýzy a predikce. V současnosti se čím dál více uplatňují prediktivní modely, které na základě historických dat dokážou odhalit tzv. latentní nehodová místa – tedy lokality, které sice vykazují nízkou aktuální nehodovost, ale mají vysoký potenciál výskytu nehod v budoucnu. Takový přístup umožňuje proaktivní bezpečnostní politiku, která nepřijímá opatření až po tragédii, ale ještě před jejím vznikem. [16]

Dopravní bezpečnost má rovněž významný ekonomický rozměr. Každá vážná dopravní nehoda znamená nejen přímé náklady (zdravotní péče, zásahy složek IZS), ale také nepřímé – v podobě ztráty pracovní schopnosti, snížení mobility, či dopadu na veřejné rozpočty. I proto je investice do preventivních opatření ekonomicky výhodnější než řešení následků. V tomto ohledu je přístup založený na datech a prediktivních modelech klíčovým nástrojem inteligentního řízení dopravní bezpečnosti. [16]

2 ANALÝZA NÁSTROJŮ A DATOVÝCH PLATFORM PRO SPRÁVU DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ A NEHOD

Digitální nástroje se dnes stávají nedílnou součástí správy dopravní infrastruktury. Zatímco evidence a vizualizace dopravních nehod je veřejně dostupná prostřednictvím několika online systémů, oblast správy dopravního značení zůstává v tomto ohledu pozadu. V České republice dosud chybí jednotný, veřejně přístupný systém, který by umožňoval transparentní a aktuální evidenci svislého i vodorovného dopravního značení. Tato kapitola se zaměřuje na přehled stávajících softwarových řešení, dostupných platform pro sledování dopravních dat a upozorňuje na nedostatky ve veřejné dostupnosti informací o dopravním značení. Cílem je nastínit, kde existuje prostor pro zlepšení a jaké by mohly být přínosy zpřístupnění těchto dat.

Pro zjištění počtu dopravních nehod v celé republice můžeme použít dvě webové stránky, které se zabývají tímto tématem Dopravní nehody v ČR a [Nehody.policie.cz](https://nehody.policie.cz).

2.1 Dopravní nehody v ČR

Veřejně dostupné online nástroje, jako je například portál nehody.cdv.cz, představují velmi přehledný a zároveň detailní zdroj informací o dopravních nehodách na území České republiky. Tento systém umožňuje komplexní analýzu nehodovosti na základě dat Policie ČR, přičemž uživatelé mohou data filtrovat dle širokého spektra parametrů – od místa a času nehody až po příčinu, kategorii účastníka, věkovou strukturu viníků, druh vozidla či typ komunikace. [17]

2.1.1 Využití v praxi

Vizualizace dopravních nehod představuje velmi užitečný nástroj nejen pro odborníky na dopravní plánování a bezpečnost, ale i pro širokou veřejnost. Na příkladu města Zlína za rok 2024 lze ukázat, jak efektivní je prostorové znázornění dopravní nehodovosti. Data z Centra dopravního výzkumu umožňují přesné zobrazení jednotlivých událostí na mapě, a to včetně závažnosti následků a dalších okolností. Barevné rozlišení podle dopadu na zdraví – od zelené pro nehody bez zranění po červenou pro fatální případy – usnadňuje rychlou orientaci a vizuální identifikaci rizikových míst. [17]

Nejvíce nehod je patrně soustředěno do dopravně vytížených oblastí, jako jsou hlavní tahy (např. třída Tomáše Bati) nebo složitě řešené křižovatky. Právě zde mohou být systémové problémy, například nevhodné značení, neintuitivní dopravní řešení nebo omezená viditelnost. Možnost přepnutí do satelitního zobrazení dává uživatelům další rozměr porozumění – lze snadno zjistit, zda se nehoda stala poblíž přechodu, v nebezpečné zatáčce nebo v blízkosti zastávek MHD.

Tento typ vizualizace tedy neslouží pouze jako přehled záznamů, ale poskytuje podklady pro konkrétní kroky – ať už jde o změny v infrastruktuře, osazení nového značení nebo zavedení preventivních opatření v problémových lokalitách. Výhodou je rovněž otevřenost systému – i běžný občan může rychle získat přehled o tom, jaké nehody se staly v jeho okolí, a lépe porozumět místům s vyšší mírou rizika. Takový přístup podporuje nejen bezpečnější chování řidičů, ale i větší zájem o veřejný prostor a jeho bezpečnost.

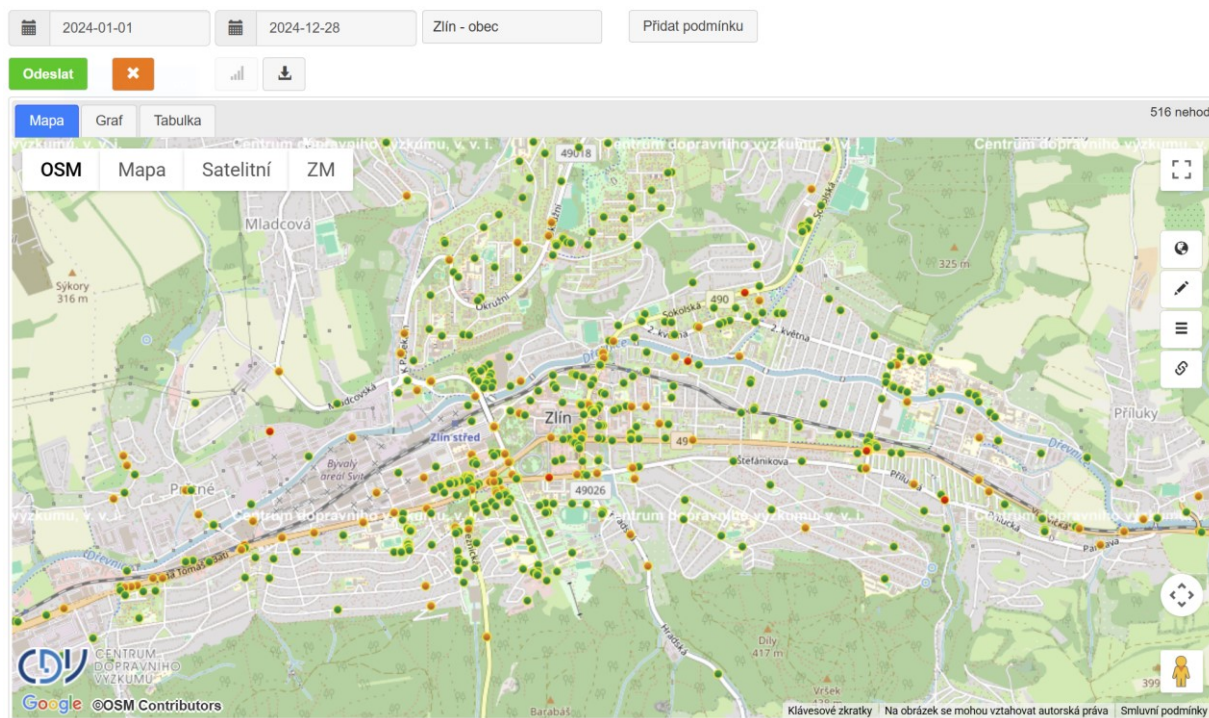
2.1.2 Možnosti filtrování a analytického zpracování

Dalším výrazným přínosem těchto systémů je rozsáhlá možnost filtrování a analytické práce s daty. Uživatelé mohou zobrazit pouze nehody splňující určité podmínky – například podle místa (kraj, okres, obec), času (konkrétní den, hodina, denní doba) nebo podle příčiny (např. srážka se zvířeti, nepřiměřená rychlost, nedání přednosti). Lze také sledovat typ komunikace, druh křižovatky nebo směrové poměry na místě nehody. [17]

Interaktivní grafy a tabulky poskytují podrobné informace o vývoji nehodovosti v čase, typu účastníků (věk, druh vozidla) a závažnosti dopadů. Tato data jsou velmi cenná pro obce, kraje i policii – umožňují přesně identifikovat problémová období nebo skupiny, které jsou nejčastěji účastníky nehod. Kromě toho jsou data exportovatelná do různých formátů (GeoJSON, Excel, PDF), což umožňuje jejich další zpracování v GIS aplikacích (např. ArcGIS) nebo statistických softwarech. [17]

Z pohledu výzkumu a dopravního plánování se jedná o mimořádně cenný nástroj. Umožňuje nejen sledovat historická data, ale i odhalit opakující se vzorce – například častější nehody za špatného počasí, v noci nebo na konkrétních typech komunikací. V kombinaci s umělou inteligencí lze v budoucnu očekávat, že systémy nabídnou prediktivní modely, které předpovědí potenciálně riziková místa ještě před tím, než se tam nehoda skutečně stane.

Celkově lze říci, že dobře strukturované vizualizační a analytické nástroje výrazně zvyšují efektivitu práce s daty o dopravních nehodách. Z pohledu veřejné správy, dopravního inženýrství i preventivní bezpečnostní politiky představují důležitý krok směrem k moderní, informacemi řízené dopravě.

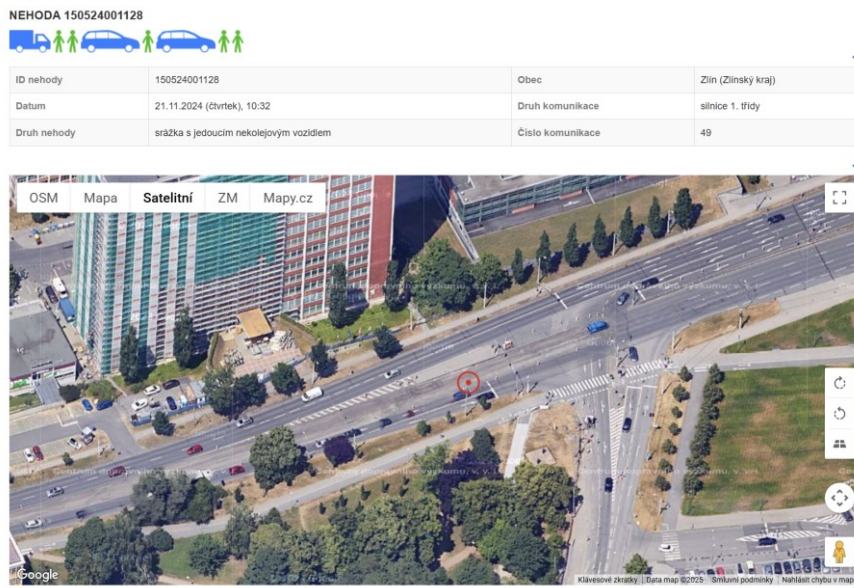


Obrázek 7 Prostorové rozložení dopravních nehod ve Zlíně (leden–prosinec 2024), zobrazené formou bodového výskytu v prostředí CDV portálu.

(Zdroj: [39])

2.1.3 Záznam z dopravní nehody

Detailní analýza jednotlivých dopravních nehod je základem pro porozumění tomu, jak a proč k těmto událostem dochází. Díky moderním nástrojům a podrobným databázím lze nahlížet nejen na základní údaje o místě a čase, ale i na hlubší souvislosti týkající se účastníků, technického stavu vozidel či aktuálních podmínek na komunikaci. Následující případová ukázka dokumentuje praktické využití těchto dat v konkrétní situaci.



Obrázek 8 Detailní vizualizace konkrétní dopravní nehody ve Zlíně na silnici I/49

(21-11-2024)

(Zdroj:[40])

Tento konkrétní záznam dopravní nehody ukazuje, jak komplexní a detailní informace lze získat z centrálně vedené databáze nehodovosti. V tomto případě došlo ke srážce tří vozidel (nákladního a dvou osobních automobilů) dne 21. 11. 2024 ve Zlíně na silnici I. třídy č. 49, mimo křižovatku. Z přiloženého piktogramu je patrný nejen počet zúčastněných vozidel, ale i jednotlivých osob včetně jejich role v nehodě.

Podrobnější údaje ukazují, že nehoda byla způsobena nedodržením bezpečné vzdálenosti a výsledkem byla pouze hmotná škoda bez zranění či úmrtí. Zajímavé je, že všechny podmínky byly pro řízení příznivé – denní doba, suchý a čistý povrch, dobré rozhledové poměry i stav komunikace. Díky přesné specifikaci lze určit nejen okolnosti nehody, ale také informace o řidičích (věk, délka praxe, vzdělání), o technickém stavu vozidel (typ pneumatik, pohon, stáří) nebo i o tom, zda došlo k úniku provozních kapalin.

Zásadní výhodou takového datového záznamu je možnost filtrovat a analyzovat nehody na základě řady parametrů – od typu komunikace, směrových poměrů, časového úseku (například denní doby) až po konkrétní příčinu nehody. Tento případ tak může být součástí širšího hodnocení bezpečnosti vícepruhových úseků mimo křižovatky, případně vozidel s právem přednosti.

Přístup k těmto detailům nejen usnadňuje analýzu nehodovosti, ale může být cenným nástrojem pro plánování preventivních opatření, výuku v oblasti bezpečnosti silničního provozu i praktický výzkum. A i když se jedná o běžný případ bez zranění, je vlastně až fascinující, jak rozsáhlý kontext může jeden datový záznam nabídnout.

2.2 Mapový přehled dopravních nehod v prostředí nehody.policie.cz

Webová aplikace Policie ČR pro vizualizaci dopravních nehod představuje další významný zdroj podrobných informací o nehodovosti na českých silnicích. Tato platforma umožňuje přehledně a interaktivně pracovat s daty o dopravních nehodách evidovaných policií od roku 2010, což z ní činí cenný nástroj nejen pro odborníky v oblasti dopravy, ale také pro veřejnost se zájmem o bezpečnost silničního provozu. [18]

Hned po načtení stránky zaujme uživatele intuitivní mapa s bodovým zobrazením jednotlivých nehod. Tyto body lze následně filtrovat podle celé řady parametrů – od časového období (včetně konkrétních dnů a hodin), přes lokalitu (od kraje až po konkrétní typ komunikace či směrové poměry), až po příčiny nehody, její závažnost či přítomnost alkoholu u viníka. Takto detailní možnosti selekce umožňují nejen základní orientaci v datech, ale i sofistikovanější analýzy zaměřené například na typické situace s vyšším výskytem nehod. [18]

Za zmínku rozhodně stojí i možnost podrobného náhledu na jednotlivé nehody. Po kliknutí na konkrétní událost se zobrazí řada informací – od technických údajů o vozidlech, přes charakteristiky účastníků, až po kontext nehody, jako je stav vozovky, viditelnost, směrové poměry nebo povětrnostní podmínky. Uživatel tak získává komplexní obraz o tom, co dané události předcházelo i jaké byly její následky. [18]

Potěší i možnost zobrazení detailního mapového podkladu, včetně satelitních snímků, což pomáhá zasadit dopravní události do konkrétního terénu a identifikovat například možné problematické prvky infrastruktury. [18]

S jistou mírou uznání lze říci, že tato platforma přináší nejen otevřený přístup k datům, ale také podporuje informované rozhodování v oblasti prevence dopravních nehod. Ať už jde o státní správu, odbornou veřejnost nebo běžné občany, možnost nahlédnout „pod pokličku“ dopravní nehodovosti v takto strukturované podobě je rozhodně přínosná – a pro ty zvědavější z nás i mírně fascinující. [18]

2.3 Datové zdroje a aktualizace

Oba analyzované systémy nabízejí přístup k informacím o dopravních nehodách včetně jejich lokace, příčin, počtu zraněných a dalších souvisejících údajů. První z nich umožňuje detailnější lokalizaci nehod díky přesnějším GPS souřadnicím, zatímco druhý systém pracuje s agregovanými body – více nehod z jedné oblasti tak může být zobrazeno jako jedna událost, což snižuje prostorovou přesnost.

Z hlediska rozsahu dat poskytuje první systém výrazně širší spektrum informací, včetně údajů o stavu vozovky, povětrnostních podmínkách a typech vozidel. Druhý systém se omezuje pouze na základní atributy, jako jsou datum, čas a následky nehody. Oba systémy využívají data od Policie ČR a jsou aktualizovány měsíčně. Zatímco první systém disponuje historickými záznamy od roku 2006, druhý systém začíná až v roce 2010. Je třeba brát v úvahu, že přesná lokalizace pomocí GPS byla zavedena až postupně, což může snižovat přesnost starších záznamů.

2.3.1 Možnosti filtrování a analýzy

Uživatelé mají možnost vyhledávat dopravní nehody podle celé řady kritérií, jako je kraj, okres, obec, datum události nebo konkrétní příčina nehody. To umožňuje snadno dohledat například případy srážek se zvěří nebo kolizí vzniklých v důsledku nedostatečné pozornosti řidiče. Výsledky vyhledávání jsou přehledně zobrazeny na interaktivní mapě, kterou lze dle potřeby přepnout do satelitního režimu, čímž je možné lépe porozumět prostorovému kontextu jednotlivých nehod.

První z hodnocených systémů navíc nabízí pokročilé analytické nástroje v podobě grafických a tabulkových výstupů, které umožňují sledovat frekvenci nehod podle dne v týdnu, denní doby či věku viníka. Díky tomu lze identifikovat opakující se vzorce, například zvýšený podíl mladých řidičů na dopravních nehodách. Veškerá data lze exportovat do běžných formátů, jako jsou GeoJSON, Excel nebo PDF, což usnadňuje jejich další zpracování v analytických nástrojích typu ArcGIS nebo jiných GIS platformách.

2.4 Význam pro dopravní bezpečnost

Dopravně-bezpečnostní informační systémy představují důležitý nástroj pro identifikaci rizikových oblastí a analýzu příčin dopravních nehod. Často zmiňovaná příčina "nevěnování se řízení" může ve skutečnosti zastírat širší spektrum faktorů, mezi něž patří například špatně umístěné, neaktuální nebo nepřehledné dopravní značení, které neodpovídá aktuálnímu uspořádání nebo provozním podmínkám na komunikaci. Tyto faktory mohou významně ovlivnit chování řidičů a přispět ke vzniku nehod, a to i v případech, kdy je jejich bezprostřední příčina obtížně identifikovatelná.

Zvýšené riziko může vzniknout rovněž v důsledku nevhodně navržených nebo atypických křižovatek. Pokud je například křižovatka řízena světelnou signalizací, ale zároveň vyžaduje dání přednosti protijedoucím vozidlům, může u řidičů dojít ke zmatku, což zvyšuje pravděpodobnost chybných rozhodnutí a následných kolizí. Aby bylo možné těmto situacím účinně předcházet, je nezbytné mít přehled o aktuálním stavu dopravní infrastruktury a jejího značení.

V praxi se však dostupnost informací o dopravním značení liší dle regionu – například zatímco město Uherské Hradiště poskytuje veřejně přístupnou online mapu značení, ve Zlíně obdobný nástroj chybí. Řešením by mohla být centralizovaná aplikace zahrnující databázi veškerého svislého a vodorovného značení doplněnou o informace o jejich umístění a datu instalace. Takový systém by byl přínosem nejen pro širokou veřejnost, ale i pro projektanty a správce dopravní infrastruktury, kteří by tak mohli lépe plánovat úpravy dopravního řešení s ohledem na bezpečnost všech účastníků provozu.

2.5 Omezení a výzvy

Přesnost a spolehlivost dat o dopravních nehodách úzce souvisí s kvalitou jejich zaznamenávání, které je v současnosti závislé především na lidském faktoru – konkrétně na pečlivosti a důslednosti zasahujících policistů. V praxi se bohužel stává, že některé klíčové informace, jako je přesný čas nehody, stav vozovky nebo povětrnostní podmínky, zůstanou nevyplněny, což následně snižuje vypovídací hodnotu a využitelnost těchto dat při analýzách. Z tohoto důvodu je nezbytné klást důraz na pravidelné proškolení příslušníků a systematickou kontrolu správnosti a úplnosti záznamů.

Do budoucna je žádoucí směřovat k větší automatizaci sběru dat, která by minimalizovala chyby vznikající lidským faktorem a zároveň urychlila celý proces. Moderní technologie, například chytré senzory nebo kamerové systémy integrované s umělou inteligencí, by mohly v reálném čase zaznamenávat a vyhodnocovat klíčové parametry dopravní situace. Integrace těchto nástrojů s dalšími dopravními a analytickými systémy by navíc výrazně přispěla ke komplexnímu a přesnějšímu sledování dopravní bezpečnosti. Tím by se vytvořil pevný základ pro efektivní rozhodování v oblasti dopravní politiky i preventivních opatření.

2.6 Moderní trendy a budoucnost

Moderní trendy v oblasti dopravní bezpečnosti směřují k využití automatizovaného sběru dat prostřednictvím chytrých kamer, telematických systémů a mapových podkladů od technologických společností, jako je Seznam.cz či Google. Tyto nástroje umožňují získávat aktuální informace o dopravním značení, stavu vozovek či infrastruktury. Začlenění těchto dat do analytických systémů je sice náročné, ale s pomocí umělé inteligence lze tento proces výrazně zefektivnit.

Umělá inteligence navíc nabízí potenciál pro predikci dopravních nehod na základě analýzy historických dat a identifikace rizikových vzorců. Díky tomu lze nejen lépe porozumět příčinám nehod, ale také včas přijímat preventivní opatření ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

3 METODY PREDIKTIVNÍCH MODELŮ DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI

Prediktivní modelování představuje klíčový nástroj v oblasti dopravního inženýrství a bezpečnosti, jehož cílem je identifikovat a kvantifikovat riziková místa ještě před tím, než v nich dojde k vážným dopravním nehodám. Namísto pouhého hodnocení historických dat umožňují prediktivní modely předpovídat potenciální problémové úseky a aktivně navrhopat preventivní opatření. Tento přístup je zvláště přínosný ve městech s dynamicky se vyvíjející infrastrukturou a zvyšující se intenzitou provozu.[19]

Cílem této kapitoly je představit hlavní metody využívané při tvorbě prediktivních modelů dopravní nehodovosti, a to ve dvou základních rovinách – klasické výpočetní/statistické přístupy a moderní metody využívající prvky umělé inteligence (AI). Obě tyto větve se v praxi často doplňují a kombinují, přičemž každá z nich má své výhody z hlediska přesnosti, interpretovatelnosti a rozsahu vstupních dat.

Součástí kapitoly je rovněž přehled matematického aparátu, který jednotlivé přístupy využívají – od Poissonovy regrese až po neuronové sítě či ensemble modely.

Při hodnocení a predikci výskytu dopravních nehod lze využít dvě hlavní skupiny metod: klasické výpočetní modely založené na statistickém aparátu a modely využívající umělou inteligenci (AI), které pracují s velkým množstvím dat a složitějšími vztahy. V této kapitole jsou stručně popsány obě metodické větve včetně matematického pozadí, které tyto modely využívají.

3.1 Tradiční (klasické) výpočetní metody

Tyto modely vycházejí z předpokladu, že dopravní nehody jsou náhodné události, jejichž četnost lze statisticky modelovat pomocí vhodné pravděpodobnostní distribuce. Nejčastěji se pracuje s diskrétními modely četnosti.

Poissonova regrese

Poissonova regrese je základní model používaný k predikci četnosti výskytu vzácných událostí – typicky počtu dopravních nehod na konkrétním místě za určité období. Používá se pro modelování počtu událostí (např. nehod) za určité období nebo úsek. [20]

$$P(Y = y) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!}, \text{ a současně } \log(\lambda) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \quad (1)$$

Kde:

- Y = počet nehod (0, 1, 2, ...),
- y = očekávaný (průměrný) počet nehod v daném úseku
- x_i = vstupní proměnné (intenzita dopravy, šířka vozovky),
- β_1 = váhy (vliv jednotlivých faktorů),

První rovnice popisuje pravděpodobnost výskytu určitého počtu nehod,

Druhá rovnice je lineární predikční model v logaritmické formě.

Hlavní vlastnosti:

- Vhodná pro modelování diskrétních dat (např. počet nehod: 0, 1, 2...).
- Předpokládá, že průměrná hodnota (střední hodnota) a rozptyl jsou shodné – což je zároveň její slabina (není vhodná, pokud je rozptyl dat vyšší než průměr).

Negativní binomická regrese

Negativní binomická regrese je rozšířením Poissonovy regrese pro případy, kdy dochází k overdisperzi – tedy rozptyl pozorovaných hodnot je větší než jejich průměr. [21]

Rovnice:

$$\log(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \quad (2)$$

$$\text{Var}(Y_i) = \mu_i + \alpha \mu_i^2 \quad (3)$$

Kde:

μ_i = očekávaný počet nehod,

α = parametr nadhodnocení rozptylu (overdisperze)

$\text{Var}(Y_i)$ = rozptyl počtu nehod (více realistický než u Poissonovy regrese).

Hlavní vlastnosti:

- Flexibilnější než Poissonův model,
- Lépe odpovídá reálným datům, kde počet nehod kolísá víc, než by predikoval Poissonův model.

Empiricko-Bayesův přístup (EB)

Empiricko-Bayesův model kombinuje pozorovaná data z konkrétního místa s průměrnými hodnotami z širšího souboru podobných míst. Je vhodný pro případy, kdy jsou data z konkrétní lokality omezená nebo nestabilní. [22]

Rovnice:

$$EB_{\text{odhad}} = \omega \times \text{Pozorovanýprůměr} + (1 - \omega) \times \text{očekávanýprůměr} \quad (4)$$

Kde:

Pozorovaný průměr = nehodovost přímo na daném místě,

Očekávaný průměr = průměr na podobných úsecích v širším okolí,

ω = váha (čím víc dat z daného místa, tím větší váha).

Hlavní princip:

- Pozorovaná data jsou „zkrigována“ pomocí informací z většího vzorku.
- Výsledkem je vyhlazený odhad, který je robustnější než čistě lokální nebo globální model.

Využití:

Stabilizuje výsledky na místech s malým počtem nehod. Pomáhá snížit vliv náhody.

3.2 Metody využívající umělou inteligenci

Metody AI mají schopnost učení z dat a modelování nelineárních, složitých vztahů, které nejsou snadno popsitelné klasickou regresí. AI modely jsou vhodné tam, kde existuje velké množství proměnných a kde se pracuje i s daty typu obraz, video, reálný čas nebo prostorová data.

Umělé neuronové sítě (ANN)

Umělé neuronové sítě jsou výpočetní modely inspirované strukturou lidského mozku. Skládají se z „neuronů“ (uzlů), které jsou propojeny a předávají si informace. ANN jsou schopné učit se ze vstupních dat, vyhledávat složité vzory a vztahy, a provádět predikce i u velmi nelineárních jevů. [23][24]

Rovnice:

$$y = f(\sum_{i=1}^n \omega_i x_i + b) \quad (5)$$

Kde:

x_i = vstupy (např. denní doba, počasí, intenzita provozu),

ω_i = váhy (naučený význam každého vstupu),

B = bias (posun signálu),

$f()$ = aktivační funkce (např. ReLU, sigmoid), která určí výstup.

Využití:

Sít' se „učí“ z historických dat a dokáže predikovat výstup (např. pravděpodobnost nehody) i při složitých vztazích mezi proměnnými.

Použití v dopravě:

- predikce výskytu nehod na základě vícero faktorů (čas, počasí, rychlost, intenzita provozu),
- klasifikace nehodových úseků podle rizikovosti,
- predikce reakce řidičů nebo proudění dopravy.

Výhody:

- zvládá složité, nelineární vztahy,
- vysoká přesnost při správném trénování,
- dobře škálovatelná pro velké datové sady.

Nevýhody:

- často funguje jako tzv. „černá skříňka“ – obtížně interpretovatelné výsledky,
- náročnější na data i výpočetní výkon,
- hrozí přetrénování (overfitting).

Rozhodovací stromy a lesy (Decision Trees / Random Forest)

Rozhodovací stromy jsou modely založené na sérii podmínek (otázky-odpověď), které vedou ke klasifikaci nebo predikci. Random Forest je jejich vylepšená verze – používá více stromů (les), které vytvářejí konsenzuální výsledek. [25]

Rovnice:

$$Gini(D) = 1 - \sum_{i=1}^k p_i^2 \quad (6)$$

Kde:

D = množina dat (např. úseky silnic),

P_i = podíl příslušnosti k třídě i (např. úsek s nehodou vs. bez nehody),

Giniho index = měří míru „čistoty“ uzlu v rozhodovacím stromu.

Použití v dopravě:

- klasifikace lokalit podle rizikovosti,
- rozhodování, zda dané místo vyžaduje zásah (např. nové značení),
- identifikace nejvlivnějších proměnných (např. šířka silnice, počet přechodů).

Matematický základ:

- každý strom vytváří rozhodovací pravidla na základě rozdělení dat (např. Giniho index, entropie),
- Random Forest kombinuje více stromů a jejich výstupy „hlasují“ pro výsledek.

Výhody:

- snadno interpretovatelné (u jednoho stromu),
- robustní vůči chybějícím hodnotám a outlierům,
- vhodné i pro menší datové sady.

Nevýhody:

- jednotlivý strom může být náchylný k přetrénování,
- Random Forest ztrácí interpretovatelnost, pokud je složitý (mnoho stromů).

Využití:

Tento index se používá při budování rozhodovacích stromů – čím nižší hodnota, tím lépe je třída oddělená. Random Forest skládá více takových stromů dohromady a zvyšuje robustnost predikce.

Support Vector Machines (SVM)

SVM je klasifikační algoritmus, který hledá optimální hranici (hyperrovinu), jež odděluje jednotlivé třídy v datech. Cílem je maximalizovat „vzdálenost“ mezi touto hranicí a nejbližšími body obou tříd. [26]

Použití v dopravě:

- rozlišení mezi nehodovými a bezpečnými úseky,
- klasifikace typu nehody (např. srážka s chodcem vs. s jiným vozidlem),
- predikce rizikovosti na základě kombinace faktorů.

Rovnice:

$$\omega^T x + b = 0 \quad (7)$$

Kde:

ω = je normálový vektor hyperroviny, určuje její směr a orientaci v prostoru.

x = vektor vstupních (vysvětlujících) proměnných, tedy jednotlivé pozorování (např. [intenzita dopravy, počet pruhů, přítomnost semaforu]).

b = tzv. bias nebo offset, který posouvá hyperrovinu od počátku.

Výhody:

- funguje dobře i u menších datových sad,
- efektivní při vysokodimenzionálních datech,
- robustní při rozpoznávání vzorců.

Nevýhody:

- hůře interpretovatelný,
- může být pomalý u velmi velkých dat,
- citlivý na volbu parametrů a kernelu.

3.3 Shrnutí metod

V oblasti prediktivního modelování dopravní nehodovosti se tradičně využívají klasické statistické metody, které nevyužívají umělou inteligenci, ale stojí na matematicky pevném základě. Mezi nepoužívanější patří Poissonova regrese, která slouží k modelování počtu událostí (např. nehod) za určité období. Její výhodou je jednoduchost, ale nevýhodou neschopnost pracovat s daty, která vykazují větší variabilitu. Pro tyto případy je vhodnější negativní binomická regrese, která lépe zachycuje tzv. overdispersi – tedy situaci, kdy je rozptyl dat vyšší než průměr. Doplněním těchto metod je empiricko-Bayesův přístup, který kombinuje lokální data s průměrnými hodnotami z větších územních celků a tím snižuje riziko zkreslení v místech s nízkým počtem dat.

Vedle klasických statistických metod se v posledních letech do popředí dostávají také modely využívající umělou inteligenci (AI). Tyto přístupy jsou schopné pracovat s rozsáhlými a komplexními datovými sadami, které zahrnují nejen infrastrukturu a nehodovost, ale i proměnné jako počasí, denní doba, intenzita provozu či chování řidičů. Umělé neuronové sítě (ANN) dokážou zachytit i velmi složité nelineární vztahy mezi proměnnými, ale jejich nevýhodou je obtížná interpretace výsledků. Rozhodovací stromy a náhodné lesy (Random Forests) jsou vhodné pro rychlou klasifikaci a výběr klíčových proměnných, přičemž nabízejí lepší přehlednost i robustnost vůči chybným nebo chybějícím údajům. Další metodou je Support Vector Machines (SVM), která je efektivní pro klasifikaci dopravních úseků a hodnocení rizikovosti, i když může být náročnější na nastavení parametrů.

Tabulka 1 Celkové porovnání analýz bez a s použitím umělé inteligence

Typ metody	Přístup	Výhoda	Nevýhoda
Poissonova regrese	Statistická	Jednoduchost, interpretace	Nevhodná pro data s overdispézi
Neg. binomická	Statistická	Přesnější modelování četnosti	Vyšší výpočetní náročnost
Empiricko-Bayes	Kombinovaný (stat./emp.)	Vyhazení extrémů	Nutná referenční databáze
ANN	Umělá inteligence (ML)	Modeluje složité vztahy	„Černá skříňka“, náročná kalibrace
Random Forest	Umělá inteligence (ML)	Vysoká přesnost, robustnost	Horší přehlednost výsledků
SVM	Umělá inteligence (ML)	Přesnost, efektivita	Omezení pro velká data

(zdroj: vlastní)

Pro účely prediktivního modelování v dopravní bezpečnosti se jako nejvhodnější kombinace jeví propojení negativní binomické regrese a Random Forestu. Negativní binomická regrese nabízí interpretovatelný statistický rámec a dobře pracuje s tradičními dopravními proměnnými (např. počet pruhů, intenzita, přítomnost přechodu), zatímco Random Forest umožňuje zapojit větší množství různorodých dat a vytvořit predikční model s vysokou přesností. Tato kombinace spojuje výhody obou přístupů – robustnost, přehlednost a schopnost adaptace na různé typy dat – a je tak vhodným základem pro návrh prakticky využitelného prediktivního systému.

3.4 Alternativní možnost využití metod

Při hodnocení a predikci dopravně rizikových míst je vhodné opírat se o metodické přístupy, které kombinují tradiční statistické modely i moderní metody využívající umělou inteligenci. Jedním z významných rámců, který tyto přístupy propojuje, je publikace „Multifaktorová analýza dopravní nehodovosti – metodika provádění“ zpracovaná Centrem dopravního výzkumu (CDV, 2022). Tento dokument představuje ucelený návod pro identifikaci lokalit s vysokým rizikem vzniku nehod a pracuje s širokou škálou vstupních proměnných, včetně intenzity dopravy, prostorového rozložení nehod, typu křižovatky, přítomnosti přechodů pro chodce nebo infrastrukturních prvků. [32]

V metodice je doporučeno zohlednit nejen prostý počet nehod, ale také jejich vážené skóre, predikované očekávané hodnoty a kontextuální faktory, které reflektují reálné dopravní prostředí. Tyto výstupy lze dále využít jako vstupní proměnné pro klasické regresní modely (např. Poissonovu nebo negativní binomickou regresi), stejně jako pro modely využívající AI – zejména rozhodovací stromy, náhodné lesy, neuronové sítě nebo algoritmy strojového učení typu SVM či Gradient Boosting. [32]

Významnou součástí přístupu doporučeného CDV je rovněž kombinace datově podloženého výpočtu s expertním posouzením, která zajišťuje, že predikce nejsou odtrženy od dopravní reality. Tento rámec je plně využitelný i v kontextu navrženého modelování v této práci – a to jak při sestavení vstupních proměnných, tak při následném vyhodnocení výsledků. [32]

Metodika tak poskytuje vhodný přechod od teoretických výpočtů k praktickému využití prediktivních modelů a tvoří základ pro návrh vlastního řešení, které kombinuje interpretovatelnost klasických metod s predikční přesností umělé inteligence. [32]

II PRAKTICKÁ ČÁST

4 OBECNÝ POSTUP ANALÝZY RIZIKOVÝCH LOKALIT DOPRAVNÍCH NEHOD VE VAZBĚ NA DOPRAVNÍ ZNAČENÍ VE ZLÍNĚ

V rámci této analýzy byla dopravní nehoda posuzována na základě vícero faktorů, které se podílejí na jejím vzniku a závažnosti. Každému faktoru byla přiřazena bodová hodnota dle definovaných škál a zároveň mu byla přidělena váha odpovídající jeho relativní důležitosti. Výsledkem je výpočet tzv. váženého skóre, které umožňuje porovnávat jednotlivé nehody mezi sebou podle jejich rizikovosti.

Pro hodnocení byl použit vážený průměr, tedy metoda, která zohledňuje nejen hodnotu daného faktoru, ale i jeho význam v celkovém hodnocení. Tento přístup je vhodný zejména při kombinaci různorodých datových typů (např. závažnost nehody, typ účastníka, úprava dopravního značení) a umožňuje sestavit souhrnný indikátor rizikovosti.

Na základě těchto výpočtů byly vytvořeny grafy, které zobrazují rozložení jednotlivých parametrů (např. závažnost, typ účastníků, způsob úpravy provozu). Koláčové a sloupcové grafy slouží k rychlé vizualizaci hlavních trendů, zatímco vážené skóre poskytuje kvantitativní základ pro hodnocení závažnosti dopravních událostí.

4.1 Charakteristika vybrané lokality – třída Tomáše Bati

Předmětem této analýzy je komunikace třída Tomáše Bati ve Zlíně, která tvoří jednu z nejvýznamnějších dopravních tepen města. Tento úsek je součástí silnice I/49 a propojuje jednotlivé městské části podél podélné osy města ve směru západ–východ. [27]

Analýza se zaměřuje na úsek, který začíná na západním okraji města v části Zlín–Pršténé, pokračuje přes centrum města a končí na východním konci u napojení na Vizovickou ulici, která dále směřuje do Vizovic. Oficiální zakončení třídy Tomáše Bati se nachází na západě u třídy 3. května, kde komunikace přechází v jinou městskou třídu.

Tato komunikace je převážně čtyř pruhová s dělicí čarou, má vysokou intenzitu provozu a nachází se na ní řada přechodů pro chodce, světelně řízených křižovatek i míst bez aktivního řízení provozu. Prochází hustě zastavěnou městskou oblastí s přímým napojením na obytné zóny, školy, zastávky MHD a obchodní prostory. [27]

Vzhledem k charakteru této komunikace a vysokému dopravnímu zatížení se jedná o oblast s potenciálně zvýšeným výskytem dopravních nehod, což činí tento úsek vhodným pro cílenou analýzu vlivu dopravního značení na bezpečnost provozu.

4.2 Metodika analýzy dopravních nehod pomocí váženého průměru

Cílem této analýzy je kvantifikovat a porovnat rizikovost dopravních nehod na základě vícero faktorů, které mají vliv na jejich vznik a závažnost. Vzhledem ke komplexitě dat byla zvolena metoda váženého průměru, která umožňuje zahrnout více proměnných s různou důležitostí a vytvořit tak jeden souhrnný ukazatel – tzv. vážené skóre.

Výběr a škálování faktorů

Každé dopravní nehodě byla přiřazena hodnota v několika klíčových kategoriích:

závažnost nehody, typ účastníků, úprava provozu, přítomnost přechodu pro chodce, stav povrchu, viditelnost, denní doba, typ komunikace, věk účastníka a zavinění nehody.

Každá z těchto kategorií byla škálována podle předem definovaných pravidel (např. 0 = nízké riziko, 3 = vysoké riziko). Takto škálována data byla převedena na numerické hodnoty, které bylo možné dále statisticky zpracovávat.

Přiřazení vah jednotlivým faktorům

Aby byla zvýrazněna důležitost některých klíčových faktorů (například závažnosti nehody), byly každému parametru přiděleny váhy. Tyto váhy určují, jaký vliv má daný faktor na výsledné vážené skóre. Váhy samotné byly vypočítány podle – „SAATYHO METODY“.

SAATYHO metoda

Saatyho metoda, známá také jako AHP – Analytic Hierarchy Process, je rozhodovací nástroj, který pomáhá stanovit váhy jednotlivých kritérií na základě párového porovnání. Využívá se zejména v případech, kdy potřebujeme porovnávat varianty podle více faktorů, které nemají stejnou důležitost.

Princip funkce:

- Stanoví se cíl – např. vybrat nejdůležitější faktor ovlivňující dopravní nehodu.
- Zvolí se kritéria, která ovlivňují výsledek (např. závažnost nehody, věk, přechod).
- Vytvoří se matice párových porovnání, kde se každé kritérium porovná s každým ostatním – posuzuje se, které je důležitější a o kolik.
- Na základě porovnání se vypočítají váhy, které vyjadřují relativní důležitost každého kritéria v procentech.

Tabulka 2 Kritéria Saatyho metody

Hodnota	Význam
1	Stejně důležité
3	Mírně důležitější
5	Výrazně důležitější
7	Silně důležitější
9	Extrémně důležitější
1/x	Opačné porovnání (méně důležité)

(zdroj: vlastní)

Po sestavení párové matice hodnocených kritérií bylo nutné určit vektory priorit, tedy váhy jednotlivých prvků. K tomu byl využit geometrický průměr řádků matice, který je jednou z běžně používaných metod výpočtu aproximovaného vlastního vektoru. Výpočet geometrického průměru byl realizován v prostředí Microsoft Excel, kde byly součiny jednotlivých hodnot v řádku spočteny a následně odmocněny podle počtu porovnávaných prvků.

Výpočet geometrického průměru

$$W_i = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n} \quad (9)$$

Kde:

W_i = je váha i-tého kritéria,

n = je počet prvků (rozměr matice)

x_1 = je hodnota prvku v matici

x_n = je hodnota posledního prvku v matici

Tabulka 3 Kritéria a vypočítané jejich váhy

Kritéria	Normované váhy
Závažnost nehody 1b	0,27
Typ účastníků 2b	0,21
Zavinění nehody 3b	0,02
Věk viníka nehody 4b	0,13
Typ komunikace 5b	0,04
Přechod pro chodce 6b	0,11
Úprava provozu 7b	0,05
Viditelnost/podmínky 8b	0,07
Stav povrchu 9b	0,05
Denní doba 10b	0,04
Čas 11b	0,03

(zdroj: vlastní)

Tabulka udává jednotlivé váhy pro zvolená kritéria na základě Saatyho metody.

Tabulka 4 Informace o jednotlivých nehodách pro výpočet váženého průměru

ID nehody	Závažnost nehody (0-3)	Typ účastníků (1-6)	Zavinění nehody (1-2)
150506100546	1	6	1
150506131159	1	6	1
60506072087	1	6	1

(zdroj: vlastní)

ID nehody

Kritérium „ID nehody“ slouží jako jednoznačný identifikátor každé dopravní události v databázi. Každé ID je unikátní číselný kód, který umožňuje přesné dohledání konkrétní nehody v systému evidence dopravních nehod.

Závažnost nehody

Závažnost nehody vyjadřuje míru újmy na zdraví, kterou účastníci dopravní události utrpěli. Hodnota 1 označuje lehké zranění, hodnota 2 představuje těžké ublížení na zdraví, a hodnota 3 odpovídá smrtelnému zranění, tedy následkům neslučitelným se životem.

Typ účastníků

Typ účastníků udává, o jakého účastníka se jednalo, kdy číslo 1 – je určeno pro automobil, 2 – pro motorkáře, 3 – pro cyklistu, 4 – pro chodce mimo přechod, 5 – pro chodce na přechodu a 6 - pro ostatní vozidla (nákladní, kamiony, autobusy a vlak).

Zavinění nehody

Zavinění nehody udává, kdo způsobil dopravní nehodu, v tomto případně jde pouze o řidiče motorového vozidla, proto jen hodnota č. 1.

Tabulka 5 Pokračování předchozí tabulky

Věk viníka nehody (0-2)	Typ komunikace (1-4)	Přechod pro chodce (0-3)	Úprava provozu (1-3)
2	4	3	2
2	3	3	2
2	3	3	1

(zdroj: vlastní)

Věk účastníka

Věk účastníka udává stáří řidiče, který způsobil nehodu, kdy č.1 udává věk v rozmezí 20–65 let, řidič má dostatek zkušeností a není hrozba toho, že nedokáže rozumně ovládat vozidla kvůli nezkušenosti nebo vysokému věku.

Č.2 nám říká, že dotyčný patří do kategorie věku 17-25 a 65 a více. Zde lze očekávat vyšší riziko toho, že způsobí nehodu, buď nezkušeností nebo už svým vysokým věkem nedokáže vhodně vyhodnotit situaci na vozovce.

Typ komunikace

Nám ukazuje o kolika pruhovou komunikaci se jedná, kdy jednotlivé hodnoty znamenají

2 – dvoupruhová silnice, 3 - tří pruhová silnice, 4 – čtyř pruhová silnice. Zde bereme v potaz to, že čím víc pruhů silnice má, tím je větší pravděpodobnost vzniku nehody.

Přechod pro chodce

Přechod pro chodce znamená, zda v místě nehody byl přítomen přechod pro chodce, ten totiž mohl zapříčinit vznik nehody přímo/nepřímo, kdy buď šel po něm chodec a řidič si ho nevšiml, nebo došlo k narazení automobilem do automobilu, který pouštěl chodce, tudíž druhý řidič nedodržel dostatečnou bezpečnostní vzdálenost.

Aby výsledek měl větší váhu, byla zvolena hodnota č. 1 a č. 3. Kdy hodnota tři dává větší celkový výsledek při konečném výpočtu váhy.

Úprava provozu

Úprava provozu nám říká, jestli byla na komunikaci nějakým způsobem upraven provoz, kdy hodnota č.1 znamená, že nebyl provoz nijak upraven, č.2 provoz byl upraven buď vodorovným nebo svislým značením a č.3 provoz byl upraven semaforem případně jiným aktivním zařízením.

Tabulka 6 Pokračování předchozí tabulky

Viditelnost/podmínky (0-2)	Stav povrchu (0-2)	Denní doba (0-2)	Čas (1-2)	Vážené skóre
2	1	2	2	2,73
2	0	1	1	2,57
2	0	2	1	2,56

(zdroj: vlastní)

Stav povrchu

Stav povrchu bere v potaz skutečnost, jaký byl povrch v době nehody na vozovce, kdy hodnota 0 říká, že vozovka byla suchá (normální stav), hodnota 1 udává, že byla mokrá a hodnota 2 že na vozovce byl přítomen šterk případně jiné znečištění.

Denní doba

Denní doba ukazuje, jestli byl den (hodnota 0), byla noc s veřejným osvětlením (hodnota 1) nebo tma bez přítomnosti veřejného osvětlení (hodnota 2).

Čas

Čas udává, v jakém časovém úseku se nehoda stala, kdy jsme si čas rozdělili na několik částí, kdy hodnota 1 udává, že nehoda se stala mimo dopravní špičku a noc, kdy v noci jsou zhoršené podmínky pro řidiče (únava, tam, zhoršený výhled na vozovku). Hodnota 2 udává, že se nehoda stala v dopravní špičce nebo v noci (ranní špička od 6:30 do 9:00, odpolední špička od 14:30 do 17:30 a v nočních hodinách 22:00 do 4:00).

Vážené průměr

Při práci s prostorovými a statistickými daty, zejména v oblasti dopravní bezpečnosti, je často vhodné využít místo jednoduchého aritmetického průměru tzv. vážený průměr. Ten umožňuje zohlednit rozdílný význam nebo četnost jednotlivých hodnot, čímž poskytuje realističtější pohled na sledovaný jev.

Vážený průměr se používá zejména tehdy, pokud jednotlivé hodnoty nemají stejnou „váhu“ – například pokud analyzujeme průměrnou závažnost nehod v jednotlivých lokalitách, přičemž některé úseky obsahují více událostí než jiné. V takovém případě by prostý průměr zkresloval výsledek, zatímco vážený průměr upřednostňuje hodnoty, které se vyskytují častěji nebo mají vyšší důležitost.

Vážené skóre bylo vypočítáno podle vah pro jednotlivá kritéria a vynásobením hodnoty pro kritérium, které jsme získali z tabulky viz. tabulky předchozí. Váhy byly zvoleny takovéto:

Výpočet váženého průměru

Pro každou dopravní nehodu bylo vypočten vážený průměr podle vzorce:

$$\text{Vážený průměr} = B_1 \times X_1 + C_1 \times X_2 + D_1 \times X_3 + E_1 \times X_4 + F_1 \times X_5 + G_1 \times X_6 + H_1 \times X_7 + I_1 \times X_8 + J_1 \times X_9 + K_1 \times X_{10} + L_1 \times X_{11} \quad (10)$$

kde:

- B_1 = je hodnota Závažnosti nehody,
- C_1 = je hodnota Typ účastníků,
- D_1 = je hodnota Zavinění nehody,
- E_1 = je hodnota Věk viníka nehody,
- F_1 = je hodnota Typ komunikace,
- G_1 = je hodnota Přejechání pro chodce,
- H_1 = je hodnota Úprava provozu,
- I_1 = je hodnota Viditelnost/podmínky,
- J_1 = je hodnota Stav povrchu,
- K_1 = je hodnota Denní doba,
- L_1 = je hodnota Čas
- X_1 = je váha kritéria B_1 .
- X_2 = je váha kritéria C_1
- X_3 = je váha kritéria D_1
- X_4 = je váha kritéria E_1
- X_5 = je váha kritéria F_1
- X_6 = je váha kritéria G_1
- X_7 = je váha kritéria H_1
- X_8 = je váha kritéria I_1

- X_9 = je váha kritéria J_1
- X_{10} = je váha kritéria K_1
- X_{11} = je váha kritéria L_1

Doplnění do vzorce:

Vážený průměr

$$= 1 \times 0,27 + 6 \times 0,21 + 1 \times 0,02 + 2 \times 0,13 + 4 \times 0,04 + 3 \times 0,11 \\ + 2 \times 0,05 + 2 \times 0,07 + 1 \times 0,05 + 2 \times 0,04 + 2 \times 0,03$$

$$\text{Vážený průměr} = 2,73$$

Pro každou nehodu byl vypočítán vážený průměr, celkem šlo o 258 vzorků. Tento výpočet umožnil přiřadit každé nehodě jeho číselné hodnocení, které vyjadřuje její celkovou rizikovitost.

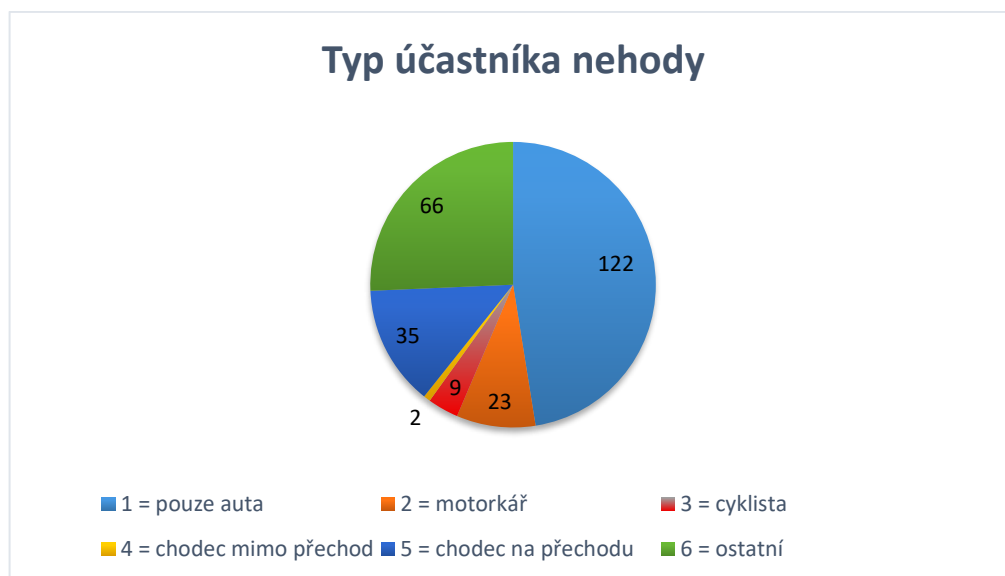
Zhodnocení dat prostřednictvím grafů

Pro lepší porozumění a interpretaci nasbíraných údajů byla data převedena do přehledné grafické podoby. Grafy umožňují rychle a názorně zachytit základní trendy, rozdíly a vztahy mezi jednotlivými kategoriemi, které by při prostém číselném zobrazení mohly zůstat skryté. V této části jsou prezentovány klíčové poznatky prostřednictvím grafů, které pomáhají lépe ilustrovat rozložení sledovaných jevů – například typy účastníků dopravních nehod, četnosti výskytu nebo vzájemné porovnání jednotlivých skupin. Grafická vizualizace přispívá k celkovému přehledu a poskytuje jasnější podklady pro další analýzu a interpretaci dat.

V rámci zpracování dat bylo vytvořeno celkem 11 ks koláčových grafů, které vizualizují různé aspekty sledovaných dopravních nehod. Pro přehlednost a srozumitelnost byly do hlavní části textu zařazeny pouze 3 vybrané grafy (Typ účastníka nehody, Věk viníka nehody a Čas), které nejlépe ilustrují klíčové poznatky analýzy. Zbývající grafy, které se věnují dalším dílčím proměnným, jsou uvedeny v příloze tohoto dokumentu a jsou k dispozici pro podrobnější prostudování.

Typ účastníka nehody

Tento koláčový graf s názvem „Typ účastníka nehody“ zobrazuje počet dopravních nehod podle typu účastníka. Jednotlivé segmenty grafu jsou barevně odlišené a očíslované podle legendy umístěné pod grafem.



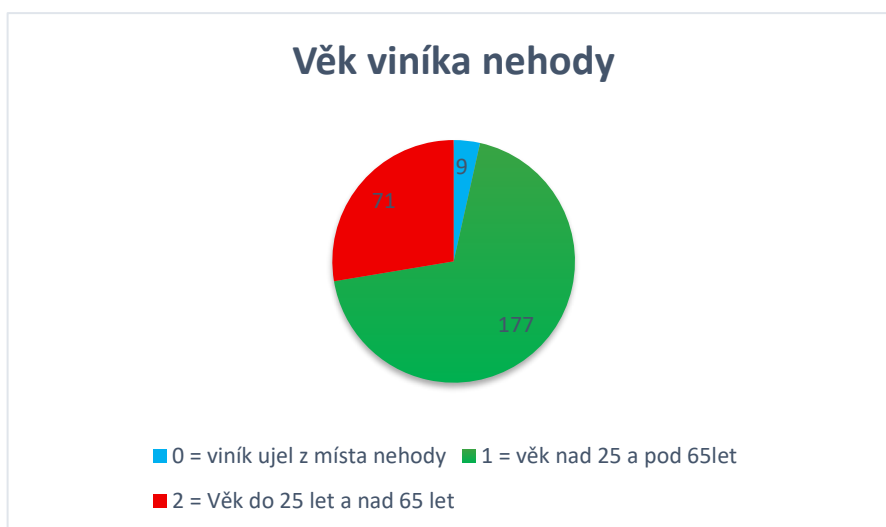
Obrázek 9 Koláčový graf typ účastníka nehody

(zdroj: vlastní)

Největší počet nehod se týká pouze automobilů (122), následovaných skupinou „ostatní“ (66). Nejmenší podíl na nehodách mají chodci mimo přechod (2). Graf dobře vizualizuje, které skupiny účastníků jsou nejčastěji zapojeny do dopravních nehod.

Věk viníka nehody

Tento koláčový graf s názvem „Věk viníka nehody“ znázorňuje rozdělení viníků dopravních nehod podle jejich věku a jednoho specifického případu, kdy viník z místa nehody ujel.



Obrázek 10 Koláčový graf Věk viníka nehody

(zdroj: vlastní)

Z analýzy věkového rozložení viníků dopravních nehod vyplývá, že nejčastějšími viníky jsou osoby ve věku mezi 25 a 65 lety, které tvoří více než polovinu všech případů.

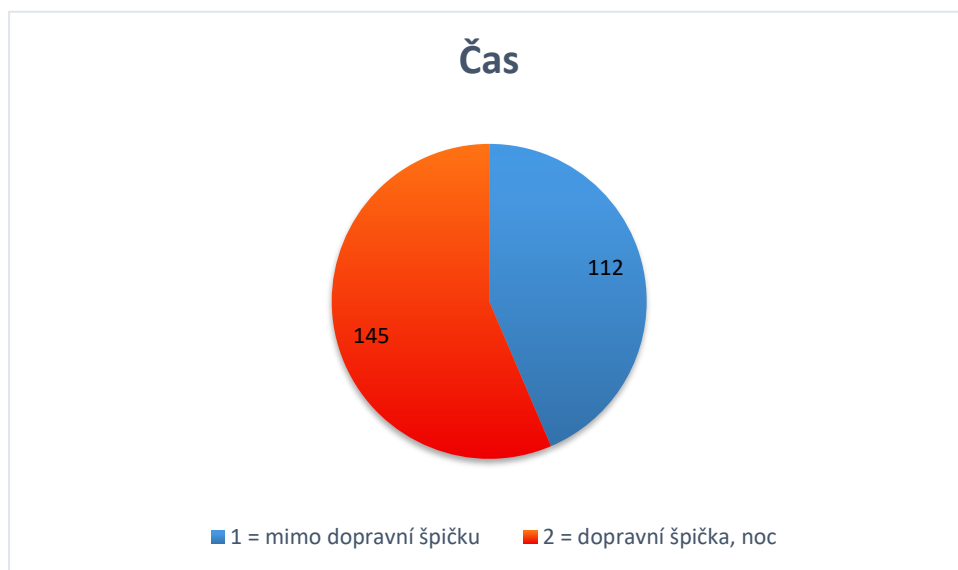
Tato věková skupina je zároveň nejaktivnější v dopravě, což vysvětluje její výrazné zastoupení. Mladší a starší řidiči – tedy do 25 let a nad 65 let – byli viníky v 71 případech, což může souviset s menšími zkušenostmi nebo naopak sníženými schopnostmi v důsledku vyššího věku. Nejmenší část tvoří případy, kdy viník z místa nehody ujel (9), což je relativně vzácný, avšak závažný jev. Tato data ukazují důležitost cílené prevence a osvěty napříč různými věkovými skupinami.

Čas vzniku nehod

Tento koláčový graf znázorňuje rozložení dopravních nehod podle času, kdy k nim došlo, rozděleného do dvou hlavních kategorií:

1 = mimo dopravní špičku – 112 případů

2 = dopravní špička, noc – 145 případů



Obrázek 11 Koláčový graf s Časem

(zdroj: vlastní)

Z dat vyplývá, že většina nehod (145 případů) se odehrála během dopravní špičky nebo v nočních hodinách. To naznačuje, že zvýšený provoz, spěch a snížená viditelnost mohou být významnými rizikovými faktory. Nehody mimo dopravní špičku tvoří 112 případů, což je sice méně, ale stále představují značnou část. Tento rozdíl poukazuje na důležitost prevence zejména v obdobích vyšší dopravní intenzity a za zhoršených světelných podmínek. Dopravní plánování a osvěta by se proto měly zaměřit na chování řidičů v těchto rizikových časových úsecích.

Vizualizace nejrizikovějších a nejméně rizikových nehod

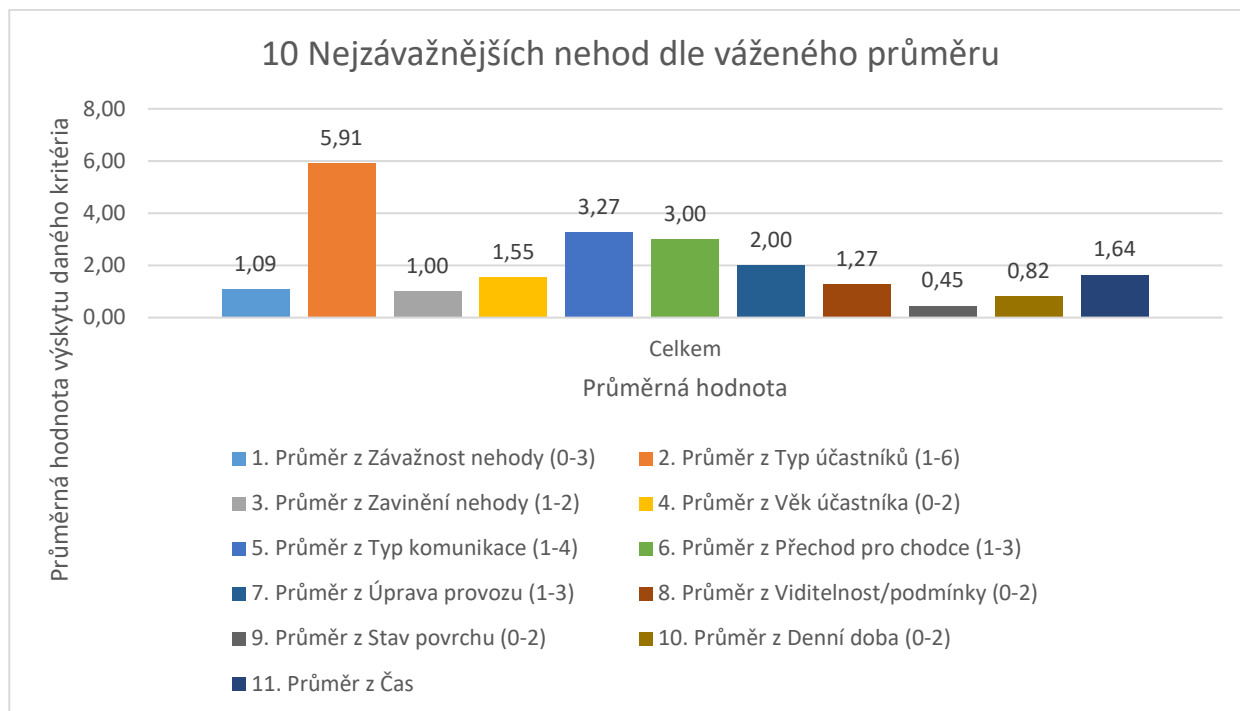
Tato část práce se zaměřuje na detailní zhodnocení deseti nejzávažnějších a deseti nejméně závažných dopravních nehod, a to prostřednictvím matematické analýzy založené na výpočtu váženého průměru. Cílem bylo objektivně porovnat jednotlivé nehody podle souboru předem definovaných kritérií (např. závažnost nehody, typ účastníků, viditelnost, čas, typ komunikace aj.), které byly každé nehodě přiřazeny.

Každé kritérium bylo ohodnoceno na škále s různými vahami podle jeho významnosti a následně bylo provedeno výpočtem váženého průměru celkové zhodnocení každé nehody. Výsledky této analýzy jsou následně vizuálně znázorněny formou sloupcových grafů, které ukazují průměrné hodnoty jednotlivých kritérií právě u 10 nejhorších a 10 nejlepších hodnocených nehod.

Tato vizualizace umožňuje přehledně identifikovat, které faktory nejvíce přispívají ke zvýšené závažnosti nehod, a zároveň poukázat na oblasti, kde jsou rizika minimální. Získané poznatky mohou sloužit jako základ pro návrhy preventivních opatření a další dopravní analýzy.

10 nejzávažnějších dopravních nehod dle váženého průměru

Tento sloupcový graf znázorňuje průměrné hodnoty výskytu jednotlivých kritérií u 10-ti nejzávažnějších dopravních nehod vybraných na základě váženého průměru. Každé kritérium je zobrazeno jako samostatný sloupec a je označeno číslem a názvem.



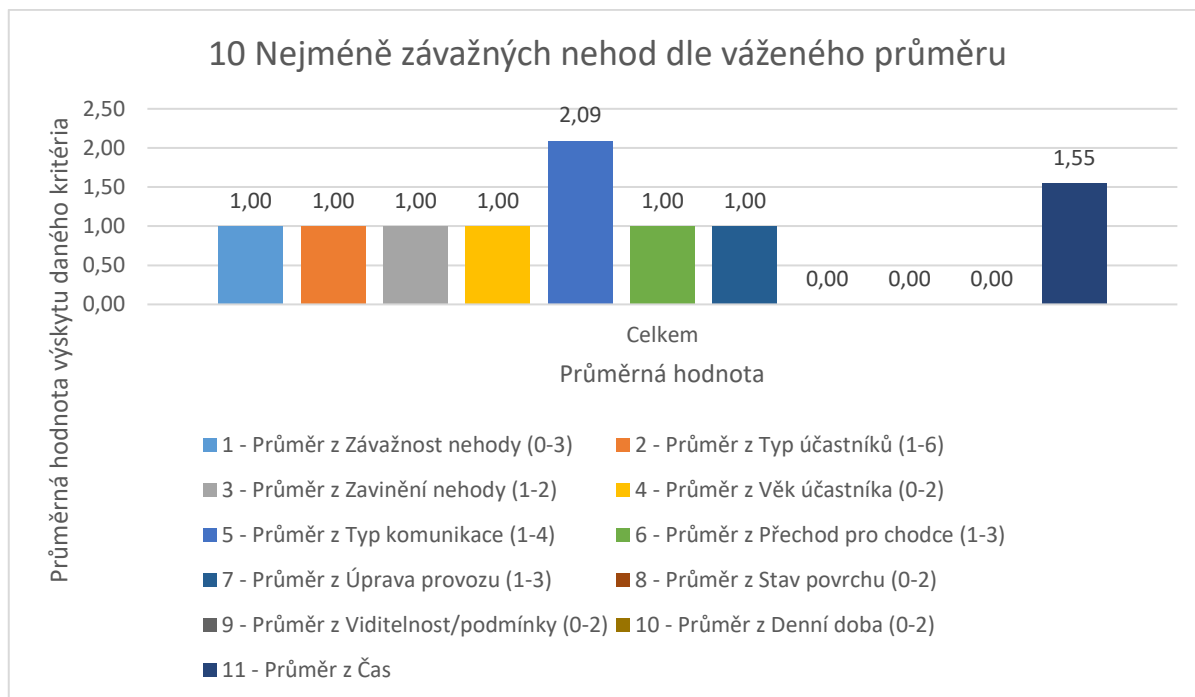
Obrázek 12 Graf 10 nejzávažnějších nehod

(zdroj: vlastní)

Z grafu vyplývá, že mezi 10 nejzávažnějšími nehodami mělo největší váhu složení účastníků (typ účastníků) a typ komunikace, tedy místo, kde se nehoda stala. Naopak stav povrchu vozovky a viditelnost měly nižší průměrné hodnoty, což naznačuje, že v těchto případech sehrály menší roli. Tento přehled umožňuje identifikovat hlavní faktory přispívající k nejzávažnějším dopravním nehodám a může sloužit jako podklad pro cílená preventivní opatření.

10 Nejbezpečnějších nehod podle váženého průměru

Tento sloupcový graf znázorňuje průměrné hodnoty výskytu jednotlivých kritérií u 10 nejméně závažných dopravních nehod, které byly vyhodnoceny pomocí váženého průměru. Každé kritérium má přiřazen specifický rozsah hodnot (např. 0–2 nebo 1–6) a v grafu je zachyceno samostatným sloupcem s průměrnou hodnotou pro danou skupinu nehod.



Obrázek 13 Graf 10 nejméně závažných nehod

(zdroj: vlastní)

Z grafu je patrné, že u 10 nejméně závažných nehod hrály menší roli nepříznivé podmínky, jako jsou špatný stav povrchu, snížená viditelnost nebo nevhodná denní doba – tyto faktory dosahují průměrné hodnoty 0,00. Naopak nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u typu komunikace (2,09) a času vzniku nehody (1,55), což naznačuje, že i méně závažné nehody se mohou odehrát v méně ideálním prostředí nebo čase, ale bez zásadních následků. Celkově tyto nehody vykazují nízké hodnoty ve většině hodnocených oblastí, což potvrzuje jejich nižší rizikovitost a závažnost.

Rozdíly v klíčových faktorech závažnosti nehod

Porovnání dvou grafů – zaměřených na 10 nejhorších a 10 nejlepších dopravních nehod z hlediska váženého průměru – přináší důležité poznatky o faktorech, které výrazně ovlivňují závažnost dopravních událostí.

U nejzávažnějších nehod byly zaznamenány výrazně vyšší průměrné hodnoty zejména u těchto kritérií:

- Typ účastníků (5,91) – velmi časté zapojení zranitelných účastníků jako jsou chodci, cyklisté či motorkáři,
- Typ komunikace (3,27) – tedy místa s vyšší intenzitou provozu nebo riziková dopravní prostředí,
- Závažnost nehody, čas a věk účastníka – rovněž s vyššími hodnotami, svědčícími o komplexních příčinách.

Naopak u nejméně závažných nehod byly tyto faktory buď zcela nulové (např. stav povrchu, viditelnost a denní doba), nebo dosahovaly pouze základních hodnot (většina kolem 1,00). Jedinou výjimkou byla poněkud vyšší hodnota u typu komunikace (2,09) a času (1,55), což naznačuje, že nehody se sice mohou stát i za méně příznivých okolností, ale nemusí mít vážné následky.

Toto srovnání ukazuje, že závažnost nehody není podmíněna jen jedním faktorem, ale kombinací více rizikových vlivů. Právě jejich souhra zvyšuje pravděpodobnost vážnějších následků. Výsledky této analýzy mohou pomoci identifikovat klíčové oblasti pro cílená preventivní opatření a zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

5 VIZUALIZACE RIZIKOVÝCH OBLASTÍ DOPRAVNÍCH NEHOD A DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ

Tato kapitola se zaměřuje na prostorovou analýzu dopravních nehod s cílem identifikovat riziková místa, kde dochází k častým dopravním kolizím, zejména s důrazem na ty, které vedly ke zranění osob. Samotná četnost nehod byla posuzována v kontextu jejich závažnosti – primární pozornost byla věnována událostem s dopadem na zdraví, zatímco nehody s čistě materiální škodou byly považovány za méně významné.

Pro detailní posouzení situace byla využita geografická data o nehodách v kombinaci s vrstvou dopravního značení, přičemž zvláštní důraz byl kladen na svislé dopravní značky. Analýza probíhala v prostředí ArcGIS, kde byly vytvořeny výběrové vrstvy, bodové mapy a teplotní vizualizace. Výsledkem je identifikace konkrétních lokalit s nejvyšší mírou výskytu nehod a jejich porovnání s rozmístěním dopravního značení.

Geografické informační systémy (GIS) představují sofistikovaný nástroj pro analýzu prostorových dat, který umožňuje kombinovat geografické informace s atributovými daty za účelem interpretace, vizualizace a rozhodování v nejrůznějších aplikačních oblastech – od urbanismu až po dopravní bezpečnost (Wong a Lee, 2005). Práce s daty v prostředí GIS vyžaduje pochopení statistických metod prostorové analýzy, včetně identifikace prostorových shluků, predikce rizik a vizualizace výsledků v mapovém rozhraní. V tomto ohledu hraje důležitou roli i statistické vyhodnocení prostorových vztahů, kde metody jako Getis-Ord G_i^* či Kernel Density Estimation umožňují odhalit skrytá riziková místa, např. v případě dopravních nehod. [28]

Jak uvádí Bolstad (2016), moderní GIS není pouze databází geografických informací, ale komplexním nástrojem pro modelování prostorových jevů. To vyžaduje nejen zvládnutí základních analytických operací, ale i hlubší porozumění principům prostorového vyjadřování, jako jsou topologie, prostorová interpolace či síťové analýzy. Znalost těchto principů je klíčová zejména při návrhu infrastruktury nebo hodnocení dopravního zatížení komunikací. [29]

Autoři De Smith, Goodchild a Longley (2018) upozorňují na to, že GIS je rovněž nedílnou součástí geovědního výzkumu, kde se důraz klade na prostorové modelování, tvorbu prediktivních map a kombinaci různých typů dat (vektorových i rastrových). Schopnost pracovat se statistickými modely v prostředí GIS významně rozšiřuje možnosti hodnocení reálných dopravních situací a jejich predikce na základě historických dat. [30]

Praktickou rovinu výuky GIS shrnuje Kennedy (2013), který upozorňuje na význam propojení softwarových nástrojů – jako je ArcGIS – s praktickými úlohami řešenými formou cvičení. Výhodou tohoto přístupu je osvojení si aplikace různých geoprocessingových nástrojů, jako jsou spatial join, buffer, intersection či hot spot analýza, jejichž efektivní využití je zásadní při tvorbě rozhodovacích modelů v oblasti dopravní bezpečnosti. [31]

Tato kapitola přináší přehled použitých metod, datových vstupů a mapových výstupů, které pomáhají lépe pochopit prostorové rozmístění dopravních rizik a napomáhají navrhování možných opatření ke zvýšení bezpečnosti.

5.1 Získání a zpracování dat o dopravních nehodách

Pro získání dat ohledně dopravních nehod jsme použili webovou stránku nehodypolicie.cz, kde lze získat záznamy o nehodách evidovaných policií České republiky až do ledna 2010. Odtud je možné tato data stáhnout ve formátu Json, tento formát je kompatibilní se softwarem ArcGIS. Před samotným stažením lze upravit vyhledávání nehod, kdy si můžeme zvolit lokaci nehod, pro náš účel jsme zvolili obec Zlín.

Vložení této vrstvy bylo snadné, stačilo přetáhnout stáhnutý soubor na mapový podklad. Potom jsme mohli zvolit typ nehody, pro náš účel jsme zvolili ty nehody, které měly následky na zdraví, protože nehody jen s hmotnou škodou nemají tak velký význam.

Jako podkladovou mapu jsme použili dostupné vrstvy z ARC500, kterou jsme používali při výuce Informačních systémů na fakultě v předmětu „Informační Technologie“.

Po vložení dat bylo třeba vyfiltrovat typy nehod, protože se jedná o nehody od roku 2010 po současnost, celkově jde o přes 18 tisíc nehod celkově (hmotná škoda, lehké zranění, těžké a zranění neslučitelná se životem). Filtrovat tyto nehody lze několika způsoby v programu ArcGIS, buď podle atributů nebo SQL podmínek. Podle atributů je možnost stanovit podmínku, kdy lze vybrat nehody pouze s následkem lehkého ublížení na zdraví, tím snížíme počet dopravních nehod.

Vybrat podle atributů

Vstupní záznamy
nehody_2010012_JSONToFeature:1

Typ výběru
Nový výběr

Výraz

Načíst Uložit Odebrat

SQL

Kde lehce_zraneno je větší 0

A tezce_zraneno je větší 0

A usmrceno je větší 0

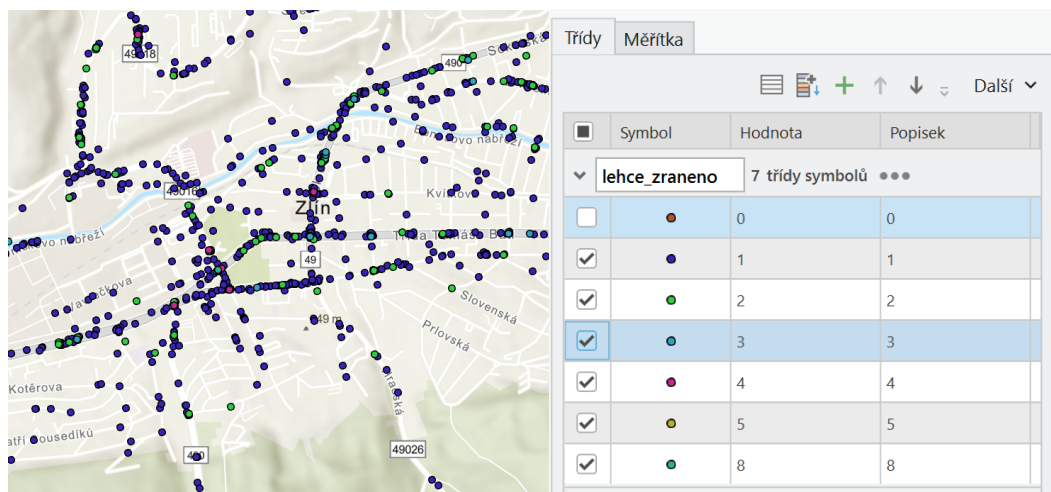
+ Přidat podmínku

☐ Převrátit podmínku pro výběr

Obrázek 14 Výběr atributů pro nehody s následkem na zdraví

(zdroj: vlastní)

U vlastního výběru atributů jsme vybrali jen zranění, škoda nás nezajímá, protože nehody jen s hmotnou škodou nevyžadují příliš velkou pozornost k zásahu a úpravě dopravního značení a podmínek na silnici, pokud se bude jednat o ublížení na zdraví, tak tam je už situace jiná. Navíc se nám tímto podařilo zmenšit objem nehod na kolem 2 500 záznamů.



Obrázek 15 Výsledná mapa s dopravními nehodami dle našeho výběru a legenda k bodové mapě.

(zdroj: vlastní)

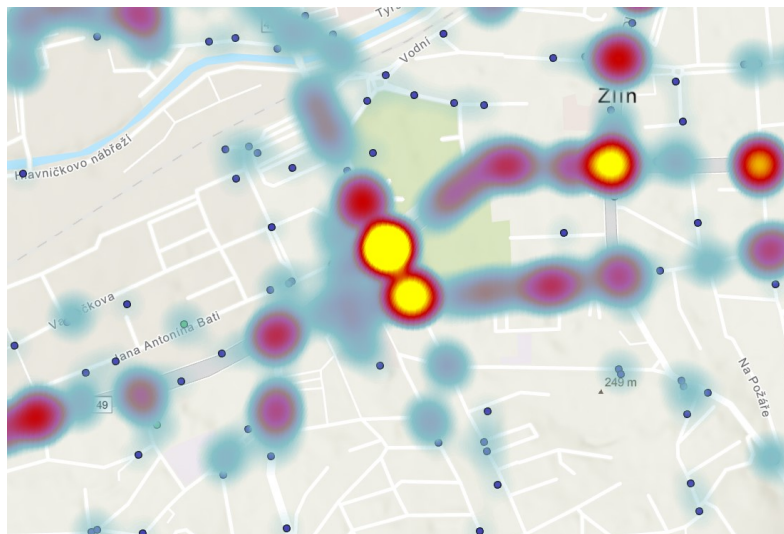
Dle obrázku můžeme vidět v bodech kde se vyskytly nehody s následkem na zdraví a s vysvětlením významů jednotlivých bodů, pomocí těchto bodů jsme schopni vytvořit teplotní mapu, ta nám ulehčí identifikování oblastí s výrazným výskytem dopravních nehod.

Legenda zobrazuje rozdělení dopravních nehod podle počtu lehce zraněných osob. V rámci vrstvy atributového pole lehce_zraneno byly vytvořeny symbolické třídy, které každé nehodě přiřazují barvu podle počtu osob s lehkým zraněním.

Konkrétně:

- **Hodnota 0** – Nehoda bez lehce zraněných osob (zobrazena hnědým bodem),
- **Hodnota 1–5** – Postupné zvyšování počtu lehce zraněných od 1 do 5 (každá hodnota má svůj vlastní barevně odlišený symbol),
- **Hodnota 6 a více** – Nehody s šesti a více lehce zraněnými osobami.

Tato vizualizace umožňuje na mapě rychle identifikovat nejen lokalitu nehody, ale i závažnost jejího dopadu z hlediska počtu zraněných. Lze tak efektivně analyzovat místa s častým výskytem vážnějších událostí, což je cenné pro tvorbu preventivních dopravních opatření.



Obrázek 17 Vzniklá teplotní mapa

(zdroj: vlastní)

Výsledná teplotní mapa nám ukazuje významná místa, kde došlo k dopravním nehodám za zvolený časový úsek, čím světlejší barva, tím vyšší četnost dopravních nehod. Logicky lze odůvodnit, že nejčastěji k nim dochází na křižovatkách, dle obrázku.

5.2 Získání a zpracování dat o rozmístění dopravního značení

Pro potřeby analýzy dopravního značení ve vztahu k výskytu dopravních nehod byla využita data poskytnutá Magistrátem města Zlín. Tato data obsahovala kompletní přehled o rozmístění dopravního značení na území města, a to jak ve formě svislého, tak vodorovného značení. Díky těmto informacím bylo možné propojit geografická data s atributovými informacemi a vytvořit ucelenou prostorovou databázi značení v prostředí ArcGIS.

Import dat probíhal obdobným způsobem jako při práci s daty formátu ARC500. Pomocí nástroje „přidat složku“ byla do projektu načtena datová struktura obsahující kromě samotných prostorových vrstev také doplňující Excelovské soubory. Tyto obsahovaly klíčové atributy značení, jako je typ značky (dle značení v názvu), unikátní ID značky a popisové informace, což umožnilo jejich přesnou identifikaci a kategorizaci.

Soubory obsahovaly jak bodové vrstvy znázorňující polohu jednotlivých značek, tak i vektorové kresby dopravního značení (linie a plošné symboly), které sloužily k podrobnější vizualizaci značení v kontextu dopravní infrastruktury.

Výsledná prostorová vrstva tak umožnila vizualizovat hustotu dopravního značení v jednotlivých částech města a následně ji porovnat s výskytem dopravních nehod. Tato kombinace dat tvořila základ pro další analytické kroky, jako je prostorová korelace, identifikace kritických míst nebo návrhy optimalizace značení v místech s častými nehodami.

5.3 Výběr kritických míst

Na základě prostorové analýzy a vizualizací byla jako jedno z kritických míst vybrána křižovatka ulic Benešovo nábreží a Podvěsná VI ve Zlíně. Tato lokalita byla identifikována díky zvýšené koncentraci dopravních nehod zobrazené na teplotní mapě. Kromě samotného výskytu nehod byla vzata v úvahu i jejich závažnost, zejména s ohledem na dopady na zdraví účastníků.

5.3.1 Křižovatka Benešovo nábreží a Podvěsná VI

Lokalita křižovatky Benešovo nábreží a Podvěsná VI se nachází v klidnější části města Zlína v blízkosti obytné zástavby, cyklostezky a pěší zóny. Jedná se o území se smíšeným provozem – využívané jak automobilovou dopravou, tak chodci a cyklisty. V těsné blízkosti protéká řeka Dřevnice, přes kterou vede most pro silniční i pěší dopravu.

Křižovatka slouží jako propojení lokální sítě komunikací s hlavními tahy v rámci městské infrastruktury. Díky svému charakteru, napojení na městskou hromadnou dopravu a přítomnosti přechodu pro chodce má toto místo významný dopravní i bezpečnostní potenciál, který si vyžaduje jasně vymezené a čitelné dopravní značení.

Na aktuálním snímku z roku 2022 (první obrázek) je patrná přítomnost značky prikazující směr jízdy vpravo (zákaz odbočení vlevo), doplněná o doplňkovou tabulku a svislé značení přechodu pro chodce, které jasně definuje pravidla průjezdu křižovatkou. Směrové omezení reaguje na dřívější kolizní situace a nebezpečí vznikající při odbočování vlevo, zejména v souvislosti s pohybem vozidel MHD a omezeným rozhledem.



Obrázek 18 Pohled panorama křižovatka Benešovo nábřeží a Podvesná VI (2022) po provedení úpravy značení

(zdroj: [42])

Na snímku z roku 2017 (druhý obrázek) je křižovatka ve starší podobě, kdy byla průjezdná bez omezení směru jízdy. Dopravní značení bylo výrazně méně přehledné – hlavní silnice nebyla zcela jednoznačně vedena a značka hlavní silnice byla umístěna ve směru, který mohl u některých řidičů vyvolávat pochybnosti o správném chování v křižovatce.

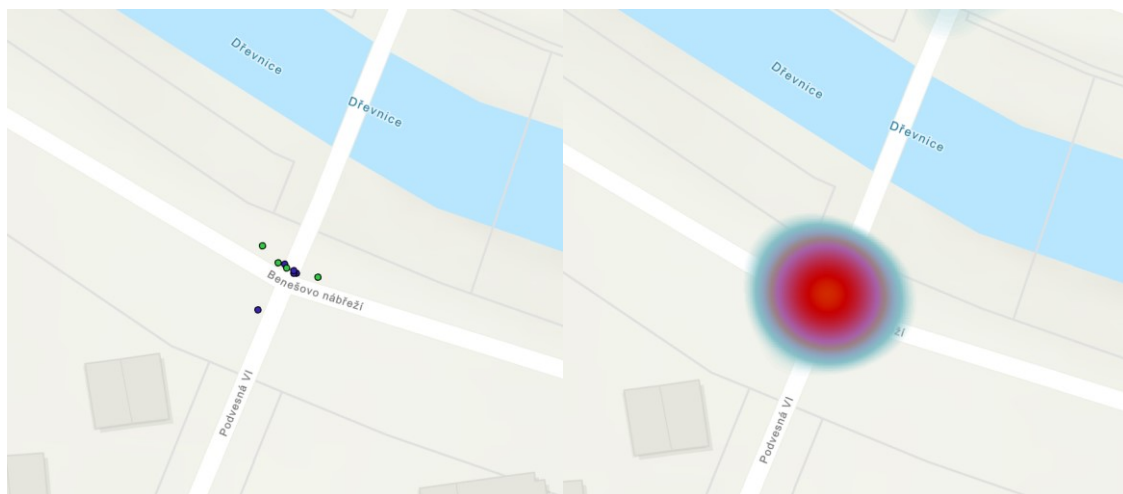


Obrázek 19 Pohled přes panorama na křižovatka Benešovo nábřeží a Podvesná VI v roce (2017) před provedením úpravy značení

(zdroj: [43])

Tyto změny jsou typickým příkladem dopravního zásahu, jehož cílem je zvýšení bezpečnosti provozu, snížení rizika nehod a zajištění plynulosti dopravy v rezidenční oblasti s vyšší pohybovou aktivitou chodců.

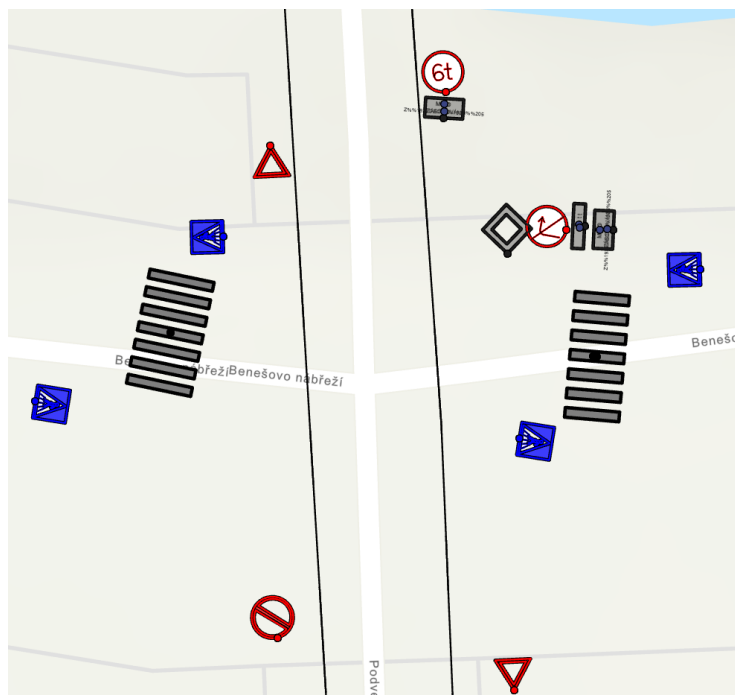
Historická data ukazují, že v tomto místě došlo k minimálně 9 zaznamenaným nehodám. Příčinou byla mj. nejasně vyznačená přednost v jízdě, chybějící přechod pro chodce a možnost neřízeného odbočení vlevo přes komunikaci na most, což způsobovalo konfliktní situace. V roce 2018 byla situace z hlediska dopravního značení výrazně upravena – přibily značky zákazu odbočení, přechod pro chodce, doprovodné svislé značky i veřejné osvětlení, čímž se bezpečnost v daném místě zvýšila.



Obrázek 20 Obrázek 18 Vlevo bodová ukázka nehod v oblasti, vpravo teplotní mapa nehod
(zdroj: vlastní)

Na první mapě je znázorněna bodová distribuce dopravních nehod v dané křižovatce. Každý bod reprezentuje jednu událost. Je patrné, že většina nehod se odehrála přímo v místě křížení komunikací. Tato vizualizace umožňuje přesně lokalizovat místa s nejvyšší hustotou výskytu událostí, bez ohledu na jejich závažnost.

Druhá mapa využívá tzv. heatmapu, která graficky znázorňuje intenzitu výskytu nehod pomocí barevného přechodu. Červená barva uprostřed jasně ukazuje ohnisko s nejvyšší četností incidentů. Tato forma zobrazení je velmi názorná a pomáhá intuitivně rozpoznat problémové zóny i pro laiky. V tomto případě potvrzuje, že právě daná křižovatka patří mezi rizikové body.



Obrázek 21 Dopravní značení v okolí nehod v ArcGIS (2024)

(zdroj: vlastní)

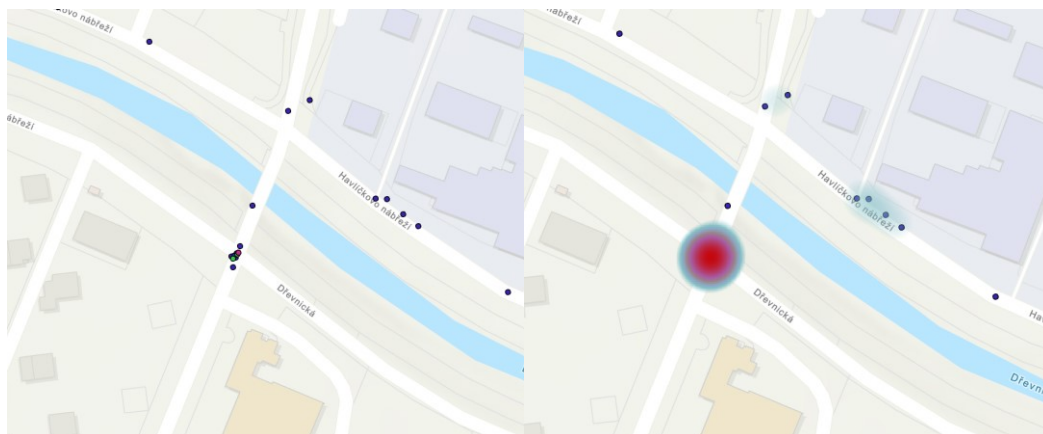
Na posledním obrázku je zachyceno rozmístění svislého a vodorovného dopravního značení v oblasti křižovatky. Jsou zde patrné přechody pro chodce (vodorovné značení „zebra“) a svislé značky upozorňující na přechod, značky zákazu odbočení vlevo, omezení vjezdu pro vozidla nad 3,5 t, a další. Tento přehled ukazuje, že po roce 2018 došlo ke komplexnímu doplnění značení s cílem zlepšit organizaci dopravy a zvýšit bezpečnost v tomto dopravně exponovaném místě.

Podle získaných informací byla oficiálně schválena úprava křižovatky v roce 2018, bohužel nepodařilo se získat panoramatický obrázek z dřívější doby.

5.3.2 Křižovatka Podvesná XVII/Benešovo nábřeží/Dřevnická

Druhou rizikovou lokalitou identifikovanou na základě prostorové analýzy je křižovatka tří ulic – Podvesná XVII, Benešovo nábřeží a Dřevnická. Z historických dat vyplývá, že zde došlo ke 10 dopravním nehodám, přičemž hlavní příčinou byla opakovaně nedání přednosti v jízdě.

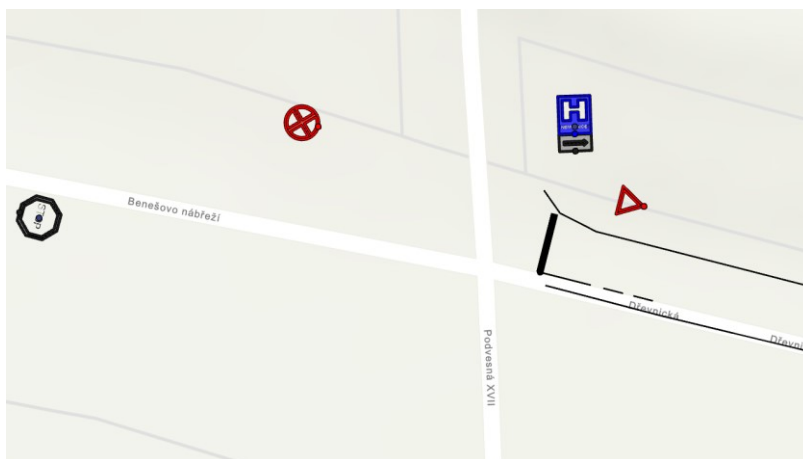
Z hlediska dopravní situace je zde problémem zejména nevhodně umístěná značka „STOP“, která je od křižovatky příliš vzdálená. Řidiči si na ni často nevzpomínají, když skutečně přijedou ke křížení a musí rozhodnout o přednosti. Tuto situaci zhoršuje i absence vodorovného značení (např. nápis STOP či příčná čára), které by řidiče vizuálně podpořilo v dodržování pravidel. Výsledkem jsou konfliktní situace na poměrně přehledné křižovatce.



Obrázek 22 Křižovatka Podvesná XVII/Benešovo nábreží/Dřevnická vlevo body vyznačených nehod, vpravo teplotní mapa nehod.

(zdroj: vlastní)

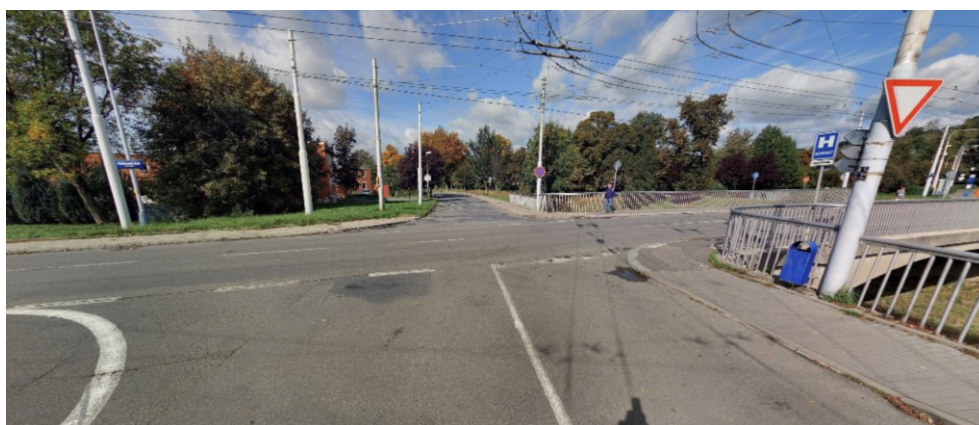
Na bodové mapě je vidět konkrétní rozmístění jednotlivých dopravních nehod, které se v křižovatce a jejím okolí odehrály. Jasně se ukazuje, že shluk událostí se soustřeďuje v bezprostřední blízkosti místa, kde se sbíhají zmíněné komunikace. Tato vizualizace potvrzuje, že křižovatka představuje místo s častým výskytem problémů v dopravním chování. Teplotní mapa poskytuje zjednodušený pohled na intenzitu výskytu nehod pomocí barevné škály. Červený střed mapy ukazuje místo s nejvyšší koncentrací incidentů. Výrazné tepelné ohnisko na Dřevnické ulici a v místě napojení Podvesné XVII poukazuje na dlouhodobý problém, který si zasluhuje pozornost městského plánování.



Obrázek 23 Dopravní značení v místě křižovatky (2024)

(zdroj: vlastní)

Obrázek zachycuje rozmístění svislého dopravního značení v oblasti. Viditelná je značka „STOP“, značka upozorňující na blízkost nemocnice, ale také zákaz zastavení. Chybějící vodorovné značení u značky „STOP“ (např. nápis STOP nebo čára stůj) zvyšuje riziko toho, že řidiči značku ignorují nebo si jí vůbec nevšimnou.



Obrázek 24 Panorama křižovatky Podvesná XVII/Benešovo nábřeží/Dřevnická (rok 2022)

(zdroj: [44])

Panorama křižovatky dokumentuje skutečný stav dané křižovatky. Je zde patrná relativní přehlednost prostoru, ale zároveň i absence vodorovných prvků, které by zvýraznily nutnost zastavení. Značka „Dej přednost v jízdě“ je sice viditelná, ale chybí zde podpora ve formě vodorovné signalizace nebo fyzických opatření, která by zpomalila vozidla přijíždějící ke křižovatce. To podporuje tvrzení, že zde dochází k častým porušením pravidel ze strany řidičů.



Obrázek 25 Panorama do křižovatky z ulice Benešovo nábřeží

(zdroj: [44])

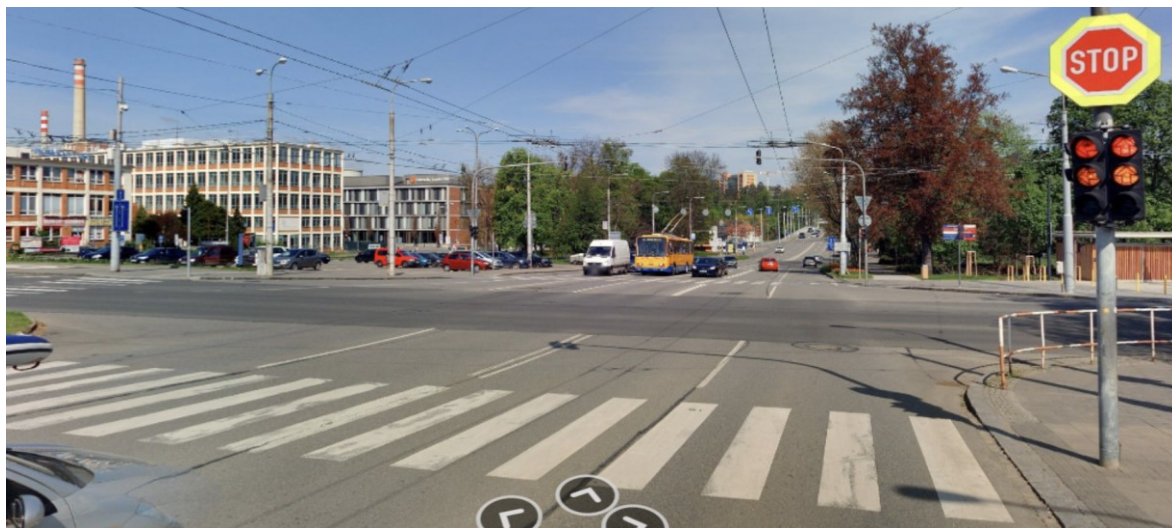
Na obrázku je zachycena reálná dopravní situace z pohledu řidiče, který přijíždí ke křižovatce ze směru Benešovo nábřeží. Značka „STOP“, která má řidiče informovat o nutnosti zastavení a dání přednosti, je sice viditelná a formálně správně instalovaná, ale její vzdálenost od samotné křižovatky je značná. To způsobuje, že ji řidič vnímá příliš brzy a může na ni při dojezdu do křižovatky zapomenout.

Chybí zde také vodorovné dopravní značení – konkrétně nápis „STOP“ nebo příčná čára před křižovatkou, které by sloužily jako dodatečná vizuální připomínka nutnosti zastavit. Celkově tato situace zvyšuje riziko nedání přednosti v jízdě, což potvrzují i historická data o četnosti nehod v této lokalitě. Obrázek dobře ilustruje, jak může nevhodně umístěná značka a absence doplňujícího značení přispět k chybám řidičů i v jinak přehledné dopravní situaci.

5.3.3 Křižovatka třída Tomáše Bati/Gahurova

Jedná se o rozsáhlou městskou křižovatku, kde se setkávají dva významné dopravní tahy – rušná třída s vysokou intenzitou provozu a ulice propojující centrum s dalšími částmi města. Křižovatka je vícepruhová a řízená světelnou signalizací, přičemž zde dochází ke křížení osobní, nákladní i hromadné dopravy, včetně trolejbusů. Významným prvkem je i přechod pro chodce, který propojuje dvě důležité městské zóny – parkovou oblast a nákupní část města, kde se nachází obchodní dům Zlín, tržiště s kamennými obchody a přístupová trasa na autobusové nádraží.

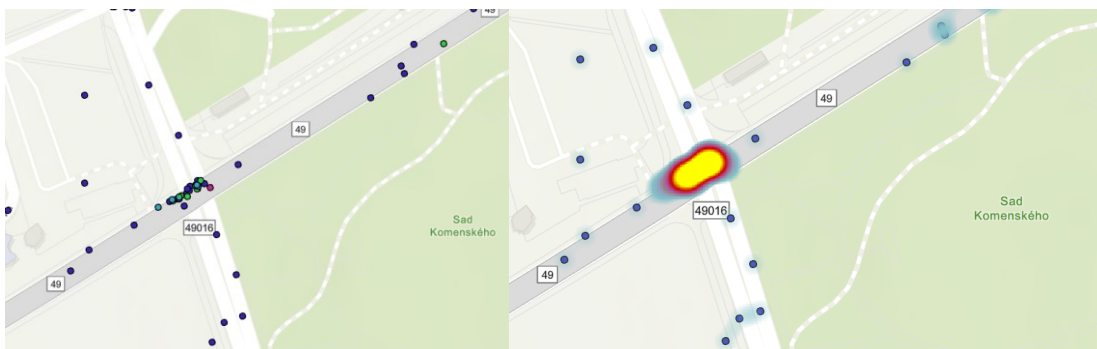
Vzhledem k šířce vozovky, počtu dopravních proudů a přítomnosti několika dopravních režimů je tato lokalita náročná na organizaci provozu i pozornost řidičů. Intenzivní doprava, časté odbočování a potřeba reagovat na více směrů zároveň z ní činí typický příklad křižovatky, kde je klíčová dobře nastavená světelná signalizace a dostatečný přehled pro všechny účastníky provozu.



Obrázek 26 Panoramatický pohled do křižovatky třída Tomáše Bati/Gahurova

(zdroj: [45][46])

Předmětem této části je vyhodnocení dopravní situace v konkrétních částech města Zlína na základě prostorové analýzy dopravních nehod. Pro tento účel byl využit geografický informační systém ArcGIS, který umožňuje pracovat s prostorovými daty a jejich vizualizací. Analýzy byly zaměřeny na lokalizaci dopravních nehod, identifikaci jejich četnosti a prostorového rozložení v rámci vybraných dopravních uzlů. Pomocí nástrojů v ArcGIS bylo možné vytvořit bodové mapy výskytu nehod i teplotní (heatmapové) vizualizace, které přehledně zachycují místa s nejvyšší koncentrací kolizí.

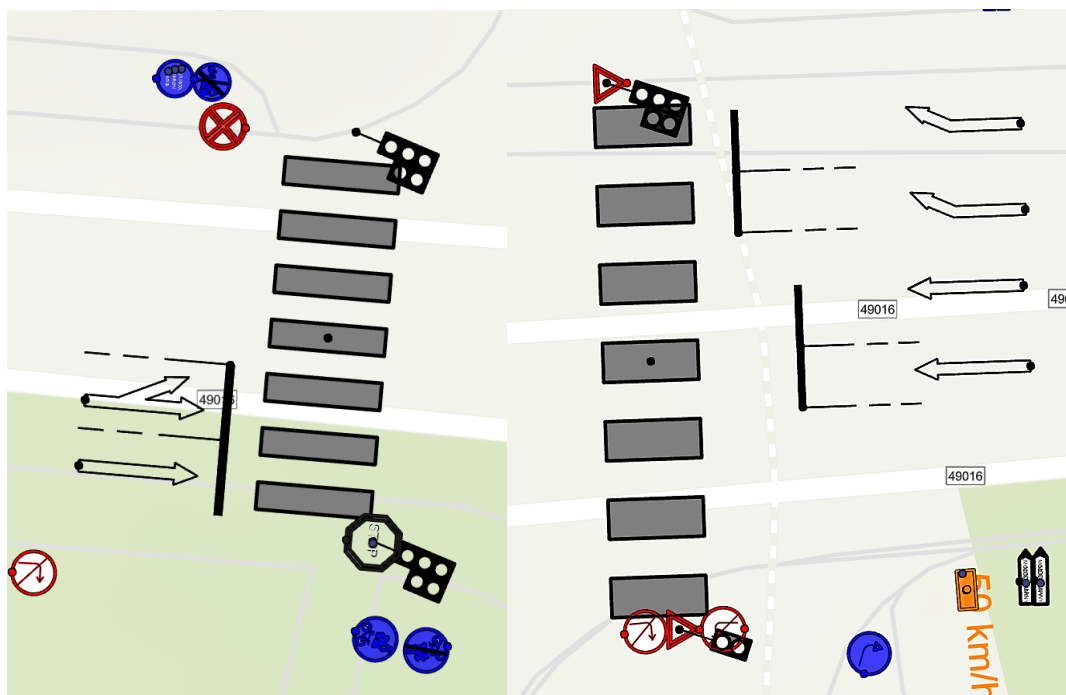


Obrázek 27 Vlevo nehody zaznamenané v bodech, vpravo teplotní mapa nehod na křižovatce

(zdroj: vlastní)

Na prvním obrázku je pomocí bodů znázorněn konkrétní výskyt jednotlivých dopravních nehod. Každý bod představuje jednu nehodu, přičemž jejich nejvyšší koncentrace je patrná v samotném středu křižovatky. Rozptýlenější výskyt bodů podél hlavních tahů naznačuje, že i okolní úseky mohou být rizikové, například při nájezdu nebo odbočování. Tento způsob zobrazení umožňuje podrobné sledování jednotlivých míst, kde ke kolizím docházelo.

Druhý obrázek převádí tato data do formy teplotní mapy (heatmapy), kde barevná škála od modré (nižší výskyt) přes červenou až po žlutou (nejvyšší výskyt) znázorňuje intenzitu výskytu nehod. Nejvýraznější shluk se nachází právě v oblasti křižovatky, která je zde zvýrazněna žlutou barvou – tedy barvou s nejvyšší intenzitou v rámci této vizualizace. Tato oblast tak jednoznačně vystupuje jako rizikové místo, kde je vysoká koncentrace nehod pravděpodobně způsobena kombinací intenzivního provozu, složitého dopravního uspořádání a dalších rizikových faktorů. Kombinace bodového zobrazení a heatmapy umožňuje komplexní pohled na bezpečnostní situaci v této klíčové dopravní lokalitě.

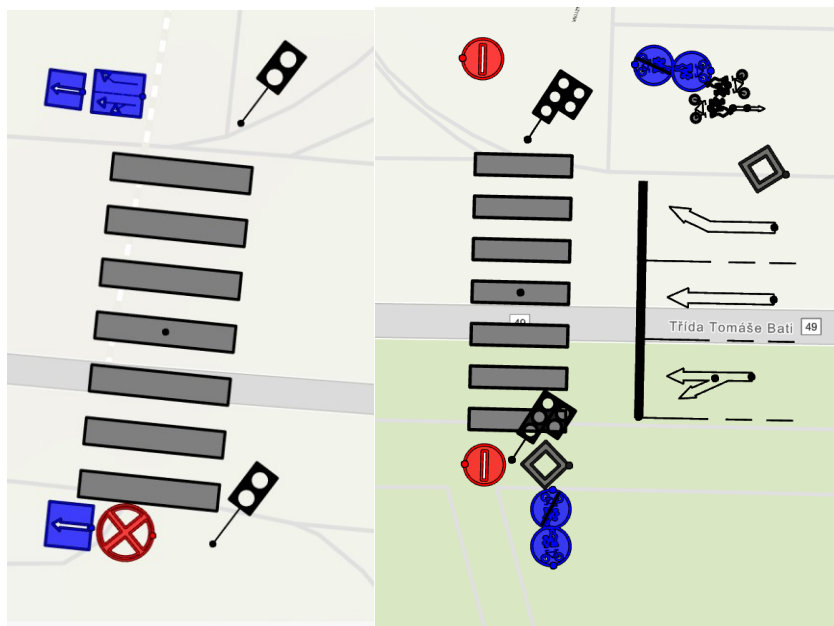


Obrázek 28 Dopravní značení křižovatky třídy Tomáše Bati/Gahurova obr. vlevo jižní část, obr. vpravo severní část křižovatky

(zdroj: vlastní)

Tyto dva snímky se zaměřují především na přechod pro chodce napříč třídou Tomáše Bati a znázorňují rozmístění semaforů a dopravního značení v přímém okolí. Vizuálně je zde vyznačeno umístění světelné signalizace pro chodce i vozidla, stejně jako vodorovné značení jízdních pruhů. Dále jsou znázorněny dopravní značky zákazu vjezdu, zastavení či přikázaného směru, které regulují pohyb v okolí křižovatky. Důležitým prvkem je široký přechod pro chodce vedený napříč komunikací, který propojuje parkovou část (Sad Komenského) s nákupní a obytnou zónou na druhé straně.

V obou případech je patrné, že křižovatka je komplexně řízena světelnou signalizací, přičemž značení odpovídá hustému městskému provozu a vysokému počtu různých účastníků dopravy – od automobilů přes městskou hromadnou dopravu až po cyklisty a chodce.



Obrázek 29 Křižovatka třídy Tomáše Bati/Gahurova, obr. vlevo západní část, obr. vpravo východní část křižovatky

(zdroj: vlastní)

Třetí a čtvrtý obrázek rozšiřují situaci o širší okolí jízdních pruhů a nájezdových tras, a to zejména ve směru podél třídy Tomáše Bati. Na čtvrtém snímku je detailně rozlišeno vodorovné značení pruhů, včetně odbočovacích pruhů, směrových šipek a hlavní dopravní trasy. Zároveň jsou zde umístěny zvýrazněné značky upravující přednost a příkázané směry jízdy, které hrají důležitou roli při zvládnutí intenzivního dopravního proudu.

Vizuální podoba těchto dvou map rovněž ukazuje umístění technologických zařízení, jako jsou semaforey a detekční prvky, a přehledně znázorňuje, jak je doprava v tomto dopravním uzlu organizována. Díky jasnému rozlišení jednotlivých dopravních proudů lze snadno pochopit, proč právě zde často dochází k přetížení – a jak může být špatná interpretace značení jedním z faktorů přispívajících k rizikovým situacím.

Dle záznamů o nehodách se stalo za sledované období celkem 32 nehod, které měly za následek lehké zranění při těchto nehodách. Příčinou bylo několik věcí, buď jízda na červenou, nedání přednosti případně nedodržení bezpečné vzdálenosti. Možnou příčinou mohou být krátká zelená na semaforu, pokud člověk stráví dost času čekání na zelenou, tak nemusí vydržet a zkusit projet červenou, pokud v krátkém úseku zhaslo oranžové znamení na semaforu.

Jako další problém může být pouštění chodců na semaforu až když se vozidla blíží k přechodu pro chodce, toho si nemusí všimnout řidiči za prvním vozidlem u přechodu a nabourat do vozidla předním, když si mysleli, že je nic neomezí na plynulém provozu. Proto je možnost pouštět chodce dříve, takže když vozidla přijedou k přechodu pro chodce, budou chodci již v půlce přechodu a řidiči v řadě si jich taky všimnou.

5.3.4 Křižovatka Štefanikova/Gahurova

Tato křižovatka představuje typické městské dopravní uzlové místo, kde se střetává silný automobilový provoz s pohybem cyklistů a chodců. Je vybavena světelnou signalizací, která řídí průjezd více jízdními pruhy i přechody pro chodce. Výrazná šířka komunikace a množství navazujících pruhů ukazuje na vysokou dopravní zátěž a důležitost této křižovatky v rámci městské sítě.



Obrázek 30 Panorama křižovatky Štefanikova/Gahurova

(zdroj:[46])

Součástí prostoru je také komplexní dopravní značení, včetně svislých značek upravujících přednost a bezpečnostní prvky pro pohyb pěších. Vzhledem k hustému provozu a rozmanitosti účastníků (osobní doprava, veřejná doprava, cyklisté i pěší) je tato křižovatka náročná na pozornost řidičů a vyžaduje precizní koordinaci dopravních toků. Patří mezi místa, kde je důležité efektivní řízení dopravy, aby nedocházelo ke zbytečným kolizím nebo zdržením.

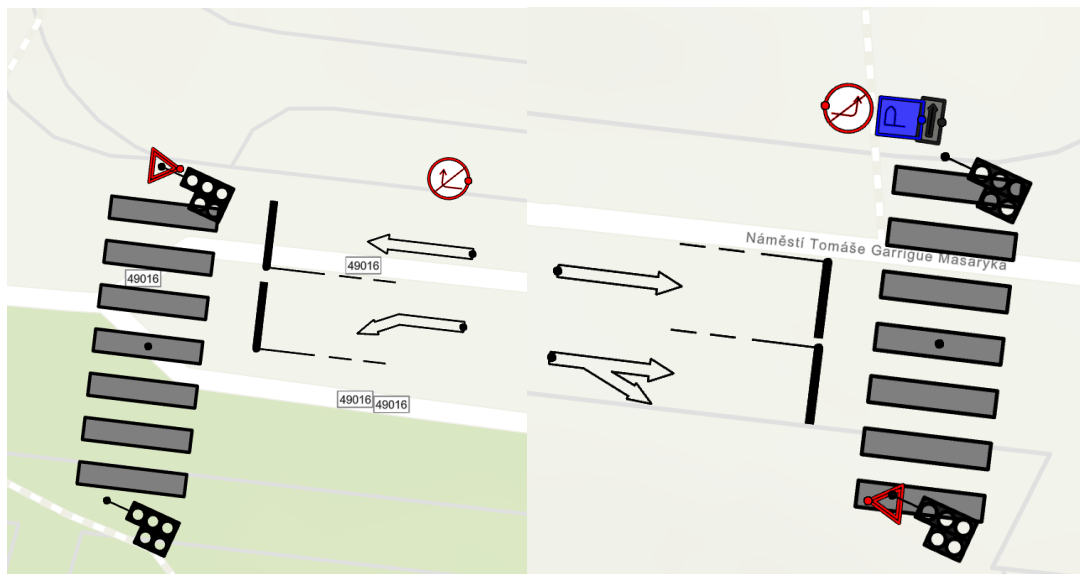


Obrázek 31 Vlevo nehody zaznamenané v bodech, vpravo teplotní mapa nehod na křižovatce

(zdroj: vlastní)

První obrázek představuje bodové znázornění dopravních nehod, ke kterým došlo v okolí křižovatky Štefánikovy třídy a Gahurovy ulice ve Zlíně. Každý bod na mapě reprezentuje jednu nehodovou událost v letech 2010 až 2025. Největší koncentrace těchto bodů je soustředěna přímo v prostoru samotné křižovatky, což poukazuje na její problémový charakter z hlediska bezpečnosti provozu. Z celkového počtu 24 evidovaných nehod vyplývá, že ke kolizím zde dochází opakovaně a s různou závažností. Mezi nejčastější příčiny patřila jízda na červenou, nedání přednosti v jízdě a srážky s chodci na přechodu. Tato lokalita je tedy výrazně zatížená a заслужuje zvýšenou pozornost z pohledu dopravního inženýrství i bezpečnostních opatření.

Druhý snímek využívá teplotní vizualizaci k intenzivnímu zobrazení míst s nejčastějšími nehodami. Žlutý středový bod značí nejvyšší výskyt nehod, což potvrzuje, že problémem není pouze samotná četnost kolizí, ale i jejich koncentrovaný výskyt v kritickém uzlu. Teplotní mapa tak umožňuje rychlou identifikaci místa, kde by měla být přijata preventivní opatření.

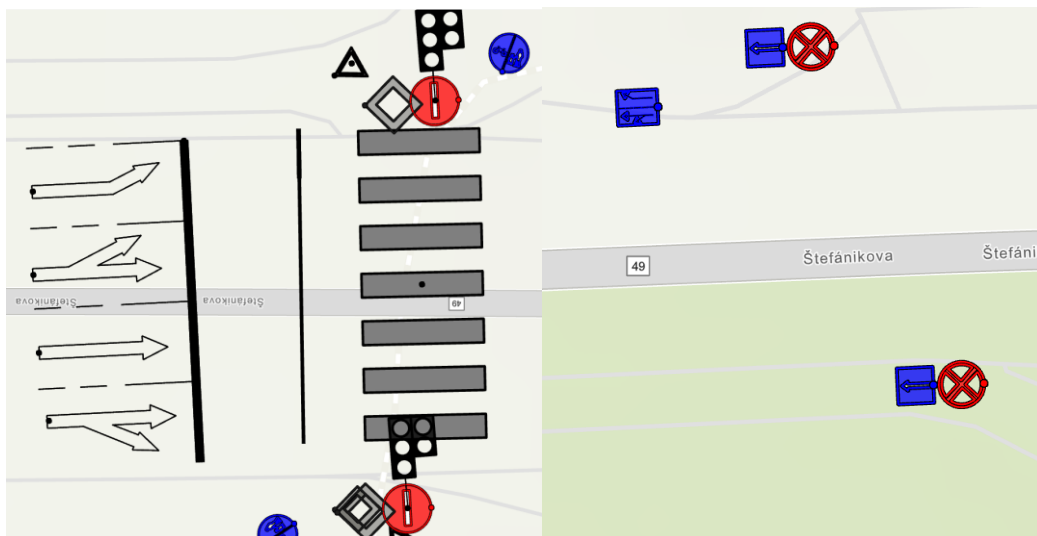


Obrázek 32 Dopravní značení na křižovatce Štefanikova/Gahurova, obr. vlevo severní část křižovatky, obr. vpravo jižní část

(zdroj: vlastní)

První dva výřezy znázorňují situaci v okolí hlavních přechodů pro chodce a výjezdových pruhů. Viditelné jsou klasické zebry, přehledně umístěné semafony pro chodce i vozidla a důležité značky upozorňující na přednost v jízdě nebo zákaz odbočení vlevo. Zobrazené směrové šipky ukazují rozdělení jednotlivých jízdních pruhů podle směru jízdy – přímý směr, odbočení doprava a samostatné odbočovací pruhy.

Zejména druhý obrázek navíc obsahuje značení parkovací zóny s vyhrazeným stáním a signalizačním prvkem, což může naznačovat vyšší hustotu provozu a potřebu řešení statické dopravy. Přítomnost zákazu vjezdu pro určité směry a vymezených koridorů pro pěší napovídá, že se jedná o prostor s vysokým podílem smíšeného provozu a silnou regulací kvůli bezpečnosti a plynulosti dopravy.



Obrázek 33 Dopravní značení na křižovatce Štefánikova/Gahurova, obr. vlevo západní část, vpravo východní část křižovatky

(zdroj: vlastní)

Třetí a čtvrtý výřez se zaměřují na rozšířenou oblast hlavní průjezdní trasy po Štefánikově třídě. Třetí mapa zobrazuje komplexní vodorovné značení víceproude komunikace, včetně samostatných odbočovacích pruhů vlevo a vpravo a přechodu s více světelnými zařízeními. Jsou zde také značky „hlavní silnice“ a „zákaz vjezdu“, které definují přednostní směry a regulují příjezd z vedlejších komunikací.

Čtvrtý obrázek pak doplňuje širší kontext a zaměřuje se na parkovací a zastavovací režimy podél hlavní komunikace. Značky zákazu stání a parkování jsou jasně vyznačeny a v kombinaci s informačními tabulemi o směru jízdy tvoří důležitý prvek pro řízení jak dynamické, tak statické dopravy. Tento výřez ukazuje širší území podél třídy, které podléhá dopravním omezením souvisejícím s přetížením oblasti.

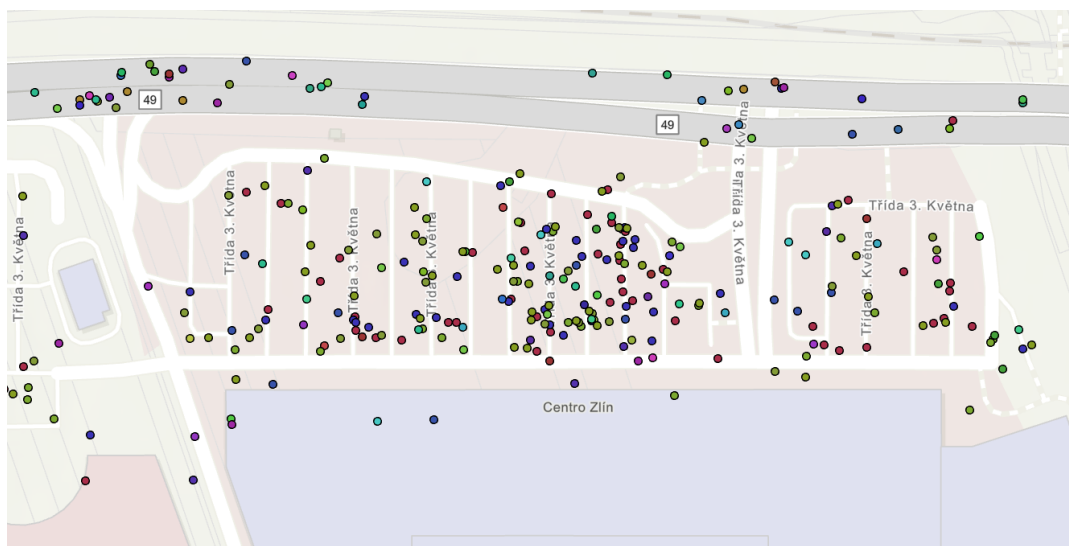
5.3.5 Nehody na parkovištích u obchodních center

Za zmínku stojí i nehody na parkovištích, které se nacházejí u obchodních center, v tomto ohledu nejde o nehody, kde došlo ke zranění účastníků nehod, ale spíše o hmotnou škodu. Tato místa jsou navrhována tak, aby byla schopna pojmout co nejvíce aut k zaparkování, to může zapříčinit málo místa pro manévrování aut, zhoršit rozhled do křižovatek, při vyšší intenzitě návštěvnosti těchto center i vznik zmatků, paniky a ztráta trpělivosti.

Vybrali jsme dvě místa, kde bylo možné zaznamenat velký počet dopravních nehod jen s hmotnou škodou, kdy prvním je Centro Zlín v Malenovicích a druhým místem je parkoviště u Čepkova.

Centro Zlín Malenovice

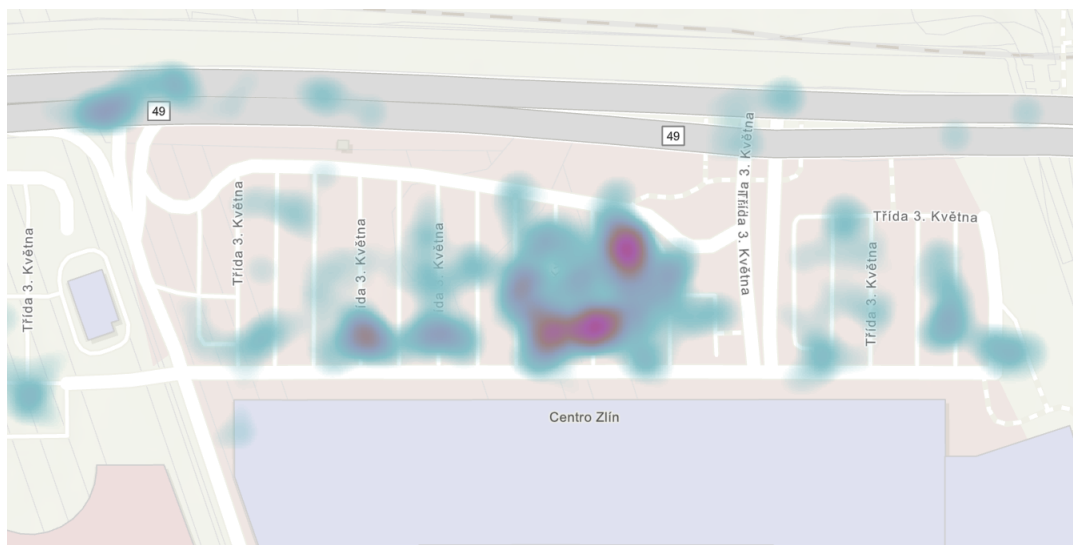
Centro Zlín v Malenovicích je rozsáhlý obchodní areál, který slouží jako významné nákupní a servisní centrum pro obyvatele Zlína a okolních obcí. Jeho hlavním účelem je koncentrovat širokou nabídku kamenných obchodů různých kategorií – od prodejen s módou, elektronikou či vybavením pro domácnost až po specializované provozovny a služby. Součástí areálu je také zóna rychlého občerstvení (fastfood), která zajišťuje pohodlné stravování pro návštěvníky během nakupování. Významnou roli v areálu hrají také stavebniny a hobby markety, které doplňují nabídku o sortiment zaměřený na dílnu, zahradu a stavbu. Centro je dobře dopravně dostupné, disponuje rozsáhlým parkovištěm a funguje jako praktické obchodní zázemí nejen pro místní obyvatele, ale i pro firmy a řemeslníky z širšího regionu.



Obrázek 34 Bodové znázornění dopravních nehod dle vzniklé škody

(zdroj: vlastní)

Na prvním snímku jsou nehody zaznamenány formou jednotlivých bodů rozmístěných v celé ploše parkoviště. Je zřetelně vidět, že největší koncentrace nehod se nachází v centrální části parkovacích sektorů, tedy v místech s nejvyšší fluktuací vozidel a osob. Rozptýlený výskyt bodů po celé ploše parkoviště zároveň dokládá, že nehody nejsou vázány pouze na konkrétní úsek, ale jde o systémový problém celého prostoru.



Obrázek 35 Znáornění koncentrace dopravních nehod s hmotnou škodou podle teplotní mapy

(zdroj: vlastní)

Druhá vizualizace přehledně znázorňuje místa s největší četností nehod pomocí heatmapy. Nejvýraznější zahuštění (barevně od fialové po tmavě modrou) se nachází v prostřední části parkoviště, kde dochází k největší koncentraci provozu. To odpovídá situaci, kdy se více vozidel snaží najít volné místo, manévrují v omezeném prostoru a často dochází ke kolizím. I okrajové části parkoviště vykazují určitý výskyt incidentů, ale v menší míře.

Výsledky naznačují, že se jedná o efektivně navržené parkoviště z pohledu kapacity, které umožňuje pojmout velké množství vozidel. Nicméně tato efektivita je vykoupena nižší kvalitou manévrovacích podmínek pro řidiče. V dopravních špičkách je parkoviště intenzivně využíváno, vznikají situace s omezeným výhledem, ztíženým couváním a vysokým počtem vozidel v pohybu. Řidiči často spěchají, hledají místo a nevěnují dostatečnou pozornost okolí, což vede k opakovaným menším nehodám.

Tato zjištění poukazují na potenciál úprav dopravního režimu, šírek parkovacích pásů nebo zlepšení viditelnosti a orientace, čímž by bylo možné zvýšit bezpečnost bez výrazného omezení kapacity. Parkoviště Centro Zlín tak představuje typický příklad prostoru, kde se střetává vysoká účelnost s provozní náročností na řidiče.

Nákupní centrum Čepkov

NC Čepkov je moderní nákupní centrum ve Zlíně, které nabízí širokou škálu obchodů, služeb a možností stravování. Nachází se v blízkosti centra města a je dobře dostupné jak autem, tak městskou hromadnou dopravou. Areál disponuje rozsáhlým venkovním parkovištěm, které slouží nejen návštěvníkům centra, ale i lidem mířícím do okolí – například na Jižní Svahy, k Baťově vile nebo k Fakultě aplikované informatiky UTB. NC Čepkov se svým kompaktním rozsahem řadí spíše mezi středně velká obchodní centra, přičemž si zachovává přehledné uspořádání a praktické zázemí pro každodenní nákupy.

Analýza dopravních nehod na parkovišti obchodního centra NC Čepkov ve Zlíně ukazuje na velmi podobný problém jako v případě areálu Centro Zlín v Malenovicích – tedy vysokou četnost nehod s hmotnou škodou v důsledku provozní náročnosti v přeplněném parkovacím prostoru. Přesto však lze na základě dostupných dat i vizuální prohlídky vysledovat některé rozdíly, které naznačují lepší organizační kvalitu řešení tohoto konkrétního parkoviště.



Obrázek 36 Parkoviště NC Čepkov, obr. vlevo bodové znázornění dopravních nehod, obr. vpravo teplotní mapa zobrazující koncentraci nehod

(zdroj: vlastní)

První mapa ukazuje rozložení jednotlivých nehod formou barevných bodů. Je patrné, že k největšímu počtu kolizí dochází zejména v okolí vjezdu a výjezdu z parkoviště a v centrální části hlavní komunikace vedoucí skrz parkovací zóny. Celkově se zde nehody vyskytují rovnoměrněji než v Malenovicích, ale přesto je jejich hustota poměrně vysoká – typicky v souvislosti s vyhledáváním parkovacích míst, manévrováním nebo nedostatečnou pozorností vůči chodcům.

Teplotní mapa tento stav potvrzuje – nejvýraznější ohniska kolizí se nacházejí v blízkosti hlavních vjezdových uzlů a přechodových zón mezi parkováním a nákupním centrem. Zahuštění kolizí opět koreluje s nejvíce zatíženými oblastmi, ale díky uspořádání parkoviště se neobjevují až tak výrazná kritická místa jako v předchozí lokalitě.



Obrázek 37 Panoramatický pohled na část parkoviště NC Čepkov s chodníkem pro chodce

(zdroj: [47])

Třetí fotografie ukazuje důležitý prvek, který pravděpodobně přispívá k zvýšení bezpečnosti – a sice chodníček vedený mezi parkovacími místy. Tento prvek umožňuje chodcům bezpečný pohyb mimo jízdní pruhy a snižuje riziko střetu s vozidly. Zároveň poskytuje praktický nástupní prostor pro řidiče, kteří mohou parkovat couváním a mají lepší přístup do zavazadlového prostoru. Tento způsob parkování (tzv. „na zád“) rovněž zlepšuje výhled při vyjíždění z místa, čímž se minimalizuje riziko kolizí s chodci nebo s jinými vozidly.

Parkoviště u NC Čepkov vykazuje rovněž více než sto nehod za sledované období, avšak jejich distribuce je mírně rozptýlenější a méně koncentrovaná než u Centro Zlín. Významný rozdíl spočívá v částečné infrastrukturní kultivovanosti – přítomnost chodníků mezi stáními, lepší přehlednost a možnost bezpečnější manipulace s vozidlem. I přesto zde platí podobný problém: vysoká hustota provozu, omezený manévrovací prostor, řidiči ve stresu a chodci v těsném kontaktu s vozidly.

Fakt, že se zde využívá systém parkování s lístkem a časovým omezením, pomáhá regulovat délku stání a částečně snižuje nadměrnou obsazenost parkoviště. Zároveň je parkoviště součástí městské pěší prostupnosti, neboť skrz něj vede přirozené propojení směrem k Baťově vile, Jižním Svahům i Fakultě aplikované informatiky UTB (Univerzity Tomáše Bati). Toto propojení podtrhuje význam bezpečného pěšího pohybu a potřebu dalších prvků dopravního zklidnění a vizuálního navedení v prostoru parkoviště.

5.3.6 Dopravní značení

V rámci prostorové analýzy bezpečnosti dopravní infrastruktury byla v prostředí ArcGIS zpracována vrstva dopravního značení, která zahrnuje svislé dopravní značky rozmístěné v městském prostoru. Tato vrstva poskytuje podrobný přehled o rozmístění jednotlivých značek včetně jejich pozice a atributových údajů, což umožňuje hodnotit jejich rozmístění ve vztahu k dopravní bezpečnosti, zejména v oblastech se zvýšeným počtem dopravních nehod.

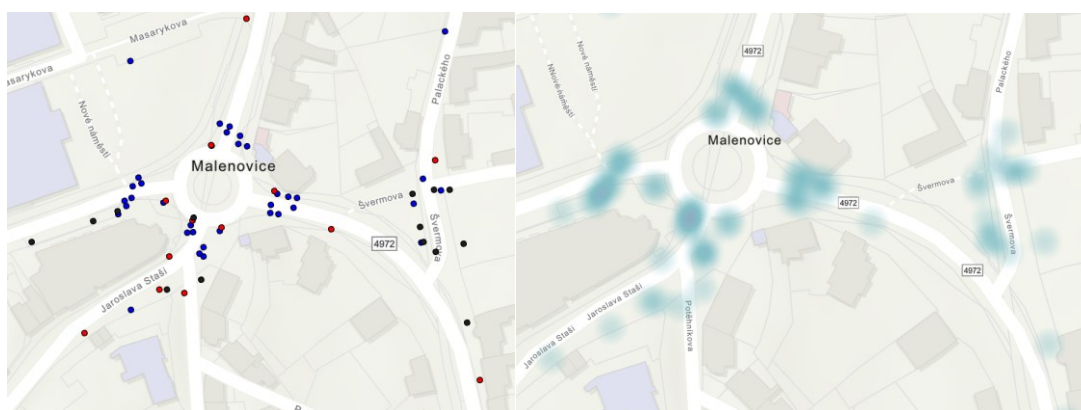
Pro podrobnější analýzu byly vybrány dvě lokality s vyšší koncentrací svislého dopravního značení. První lokalitou je kruhový objezd v Malenovicích, který je typický složitějším dopravním uspořádáním a zvýšenou intenzitou provozu. Druhou oblastí je parkoviště, kde se sice na mapě zobrazuje větší počet značek, avšak ve skutečnosti se jedná o sdružené značení na několika málo sloupcích – konkrétně o šest značkových tyčí, na kterých je umístěna hlavní značka společně s dodatkovou tabulkou (například s časovým nebo účelovým omezením).

Tato situace ukazuje na určitou limitační stránku interpretace prostorových dat, kdy každá jednotlivá značka (včetně dodatkových tabulek) figuruje v datech jako samostatný bod. Výsledkem může být nadhodnocený počet značek na daném místě, a tím i zkreslené vyhodnocení, pokud není zohledněna fyzická skutečnost sdílené nosné konstrukce. Přesto však byly obě lokality zvoleny záměrně – první jako frekventovaný dopravní uzel, druhá

jako specifické prostředí s vysokou koncentrací značení na malém prostoru, které může mít dopad na srozumitelnost a čitelnost informací pro řidiče.

Kruhový objezd v Malenovicích

Oblast Malenovic, městské části Zlína, je dopravně důležitým uzlem, kde se setkává několik komunikací regionálního významu. V centru této lokality se nachází kruhový objezd, který slouží jako hlavní přestupní bod mezi ulicemi Masarykova, Jaroslava Staši, Potoční a Palackého. Tento typ křižovatky bývá v městském prostoru častým místem s vyšší koncentrací dopravních informací, zejména ve formě dopravního značení.



Obrázek 38 Kruhový objezd v Malenovicích, obr. vlevo bodové označení dopravního značení, obr. vpravo teplotní mapa četnosti dopravního značení

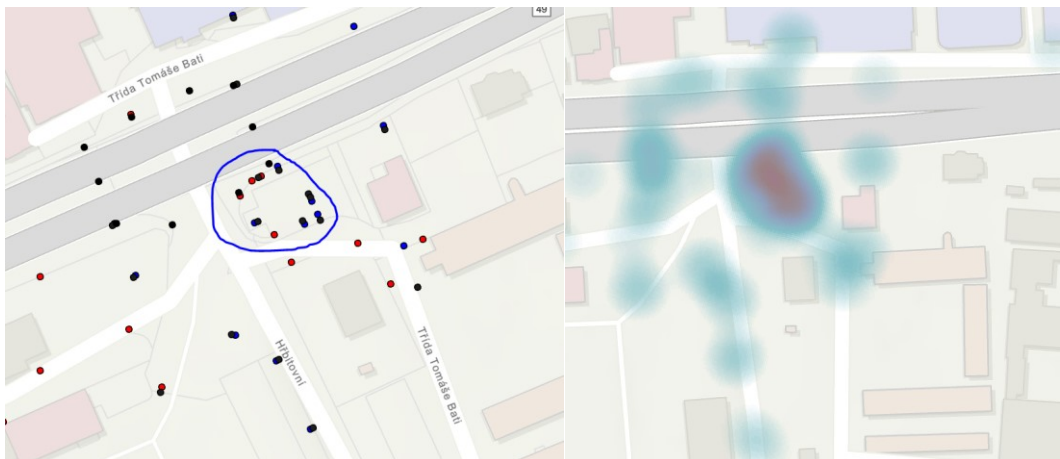
(zdroj: vlastní)

Na prvním obrázku je znázorněno bodové rozmístění svislého dopravního značení v okolí tohoto kruhového objezdu. Každý bod představuje jednotlivou značku, přičemž je patrné, že v samotné zóně okružní křižovatky dochází k výraznému nahuštění dopravních značek. To může být dáno potřebou regulace provozu v různých směrech, označení přechodů pro chodce, zákazů vjezdu či směrových pokynů pro řidiče.

Druhý obrázek prezentuje stejné údaje pomocí teplotní mapy (heatmapy), která vizualizuje místa s největší koncentrací značení. Teplotní škála jasně ukazuje, že k největšímu nahromadění dopravního značení dochází právě v prostoru samotného kruhového objezdu a jeho bezprostředního okolí, kde se sbíhá několik silničních větví. Tato vizualizace dobře ilustruje intenzitu dopravního značení v území, a může tak sloužit jako podklad pro hodnocení přehlednosti, případně přetížení informacemi v prostoru dopravního uzlu.

Parkoviště vodáren Zlín u ulice Hřbitovní

Jedním z analyzovaných míst s vyšší koncentrací dopravního značení je parkoviště přiléhající k areálu Vodáren Zlín, situované u ulice Hřbitovní. Toto menší parkoviště slouží převážně pro firemní účely a je přístupné přes automatizovanou vjezdovou závoru. Z hlediska dopravního značení je lokalita zajímavá tím, že i přes malý rozsah plochy zde byla identifikována nadprůměrná hustota svislého značení.



Obrázek 39 Parkoviště vodáren Zlín, obr. vlevo bodové označení dopravního značení, obr. vpravo teplotní mapa dopravního značení

(zdroj: vlastní)

Na bodovém zobrazení dopravních značek je patrné, že se v této oblasti vyskytuje výraznější počet značek ve srovnání s okolím. Tato koncentrace je dále potvrzena i teplotní mapou, která ukazuje výrazné zahuštění (červené jádro) právě v oblasti parkoviště. Při bližším zkoumání v terénu však vychází najevo určitý metodologický paradox.



Obrázek 40 Panoramatický pohled na parkoviště Vodáren Zlín

(zdroj: [48])

Vysoký počet záznamů je totiž způsoben tím, že na jednotlivých sloupcích je umístěno více značek – typicky hlavní značka (např. vyhrazené stání) společně s dodatkovou textovou tabulkou (např. „Vozidla zákazníků a vozidla s povolením MOVO a. s.“). Každá tabulka je však ve vektorových datech reprezentována jako samostatný bod, což vede k nadhodnocení četnosti značení v prostoru. Tento jev následně ovlivňuje i výsledky teplotní mapy, která ve skutečnosti reflektuje datovou redundanci, nikoliv počet fyzických sloupků.

Přesto je lokalita vhodným příkladem pro ukázkou, jak může kombinace automatizovaných prostorových analýz a vizuální kontroly přinést přesnější interpretaci dat a odhalit potenciální zkreslení způsobené strukturou vstupních dat.

6 OPATŘENÍ KE ZLEPŠENÍ DOPRAVNÍ BEZPEČNOSTI S VYUŽITÍM CÍLENÉHO ZNAČENÍ V RIZIKOVÝCH OBLASTECH

V rámci této kapitoly se zaměřuji na čtyři konkrétní lokality ve městě Zlín, které byly na základě podkladů od příslušných úřadů předem vytipovány jako dopravně rizikové. Jedná se o místa, kde se buď opakovaně vyskytují dopravní nehody, nebo je zde plánována úprava dopravního režimu z důvodu nevyhovujícího stavu současné dopravní infrastruktury.

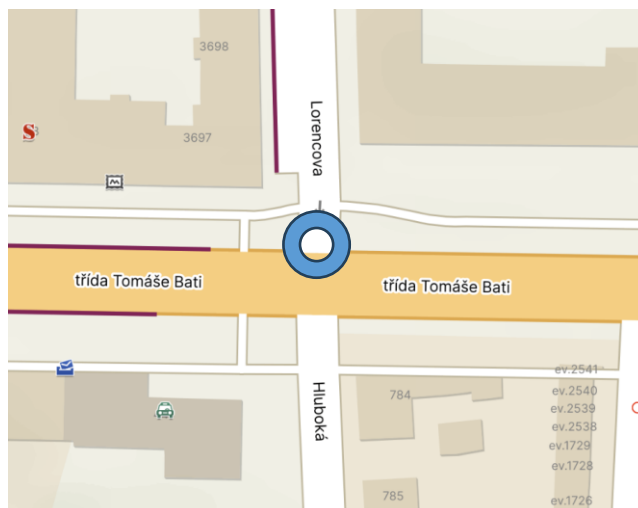
Jednotlivé lokality jsou:

- ulice Lorencova,
- Podvesná VI,
- přechod u obchodu na Benešově nábřeží,
- křižovatka ulice Česká a Kříby.

Mým cílem je využít tyto záznamy jako základ pro navržení efektivnějšího rozmístění dopravního značení s důrazem na maximální zvýšení bezpečnosti. Výhodou této analýzy je hypotetická možnost pracovat bez rozpočtových omezení, což umožňuje navrhnout ideální řešení, která by jinak mohla být limitována technickými nebo finančními překážkami. Tímto způsobem je možné posoudit, jaký potenciál mají promyšlené úpravy značení v kontextu prevence dopravních nehod.

6.1 Ulice Lorencova

Lokalita se nachází v centrální části města Zlína, konkrétně v prostoru křižovatky ulice Lorencova s třídou Tomáše Bati, která představuje jednu z nejvýznamnějších dopravních tepen ve městě. V okolí se nachází administrativní budovy, obchody a bytová zástavba, což z místa činí přirozeně vytížený městský prostor s kombinací pěšího, cyklistického i automobilového provozu.



Obrázek 41 Pohled na křižovatku třída Tomáše Bati/Lorencova v základní mapě, s vyznačeným úsekem

(zdroj: mapy.cz)

Třída Tomáše Bati zde funguje jako čtyřpruhová komunikace s výraznou intenzitou dopravy. Ulice Lorencova do ní ústí jako vedlejší, s omezenou možností výjezdu a bez světelné signalizace. Přímě v místě jsou umístěny přechody pro chodce přes oba směry silnice, které slouží nejen pro obyvatele okolní zástavby, ale také pro návštěvníky veřejných institucí. V docházkové vzdálenosti se nachází školy, kancelářské budovy i zastávky MHD.

Přítomnost upravených chodníků, přechodů a cyklistické infrastruktury ukazuje na důležitost místa z hlediska městské mobility. Zároveň však prostor představuje dopravně citlivé místo, které vyžaduje pozornost z pohledu bezpečnosti a organizace provozu, zejména v návaznosti na složitější průjezdnost z vedlejší ulice Lorencova na hlavní komunikaci.



Obrázek 42 Panoramatický pohled na křižovatku z Lorencovi ulice

(zdroj: [49])

Ulice Lorencova ve Zlíně ústí do třídy Tomáše Bati, což je významná městská dopravní tepna se čtyř-pruhovým provozem. Jedná se o klasickou kolmou křižovatku, kde z vedlejší komunikace (ulice Lorencova) řidiči dosud mohli odbočit vlevo, vpravo i pokračovat rovně. Tato dispozice ale v praxi přinášela značné komplikace, zejména v důsledku neexistence světelné signalizace, vysokého provozního zatížení hlavní silnice a snížené přehlednosti v prostoru přechodu pro chodce při odbočování vpravo.

Z těchto důvodů byla v rámci doporučení regionální dopravní konference navržena úprava dopravního režimu. Ta spočívá v omezení možnosti odbočit z Lorencovy vlevo či jet rovně, nově je umožněn pouze pravý odbočovací manévr na třídu Tomáše Bati. Toto řešení má za cíl:

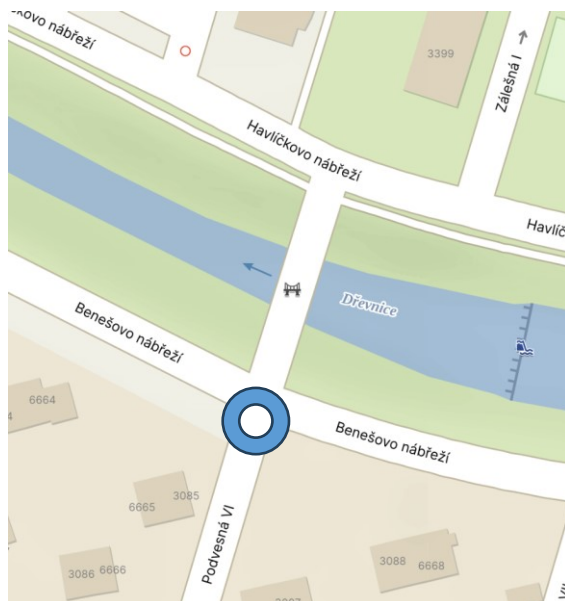
- minimalizovat počet kolizních bodů,
- zvýšit bezpečnost chodců (zejména na přechodu),
- a zároveň se jedná o ekonomicky méně náročný zásah, protože nevyžaduje instalaci semaforů ani zásadní stavební úpravy.

V místě došlo k úpravě vodorovného značení, odstranění příčných pruhů a instalaci nového svislého značení, které jednoznačně určuje směr jízdy a upozorňuje na zákaz vjezdu v některých směrech.

Tato změna je příkladem cíleného zjednodušení dopravní situace, které má potenciál přinést výrazné zlepšení bezpečnosti za relativně nízké náklady. V případě možnosti vyšší investice by zde přicházela v úvahu například instalace světelné signalizace, fyzické oddělení směrů pomocí ostrůvků nebo polookružní řešení, avšak i aktuální návrh představuje efektivní a okamžité zlepšení stávajícího stavu.

6.2 Podvesná VI

Lokalita se nachází v centru města Zlína, v oblasti Benešova nábřeží a jeho křižovatky s ulicemi Podvesná VI a Havlíčkovu nábřeží, v těsném sousedství řeky Dřevnice. Jedná se o prostor, kde se protínají dopravní a rekreační funkce – v okolí se nachází bytová zástavba, pěší lávka přes řeku a zároveň cyklistická infrastruktura.



Obrázek 43 Pohled na křižovatku Podvesná VI/ Benešovo nábřeží s vyznačeným úsekem
(zdroj: [51][53])

Místo je charakteristické klidnějším provozem, avšak s důležitou propojovací funkcí mezi levým a pravým břehem řeky. Silniční provoz zde doplňují cyklistické piktogramové koridory, vyznačené ve vozovce, a navazující přechody pro chodce. Přítomnost modrých kontejnerů a travnatých ploch naznačuje sídlištní charakter prostoru.

Tato oblast je důležitým dopravním bodem pro obyvatele širšího centra Zlína a slouží i jako přístupová trasa k místním službám a zastávkám MHD. Vzhledem k charakteru místa a kombinaci více druhů dopravy je třeba zde klást důraz na čitelné dopravní značení, dostatečný rozhled a bezpečný pohyb všech účastníků provozu.

V oblasti křižovatky ulic Podvesná VI a Benešovo nábřeží ve Zlíně došlo ke změně dopravního značení na základě reálných problémů provozu městské hromadné dopravy. Situace zde byla dlouhodobě komplikovaná kvůli řidičům, kteří při výjezdu z vedlejší komunikace (ul. Podvesná VI) najížděli příliš hluboko do prostoru křižovatky – často s cílem získat lepší rozhled. Tím ale blokovali trajektorii vozidel MHD, především při jejich odbočení.



Obrázek 44 Panoramatický pohled na křižovatku Podvesná VI

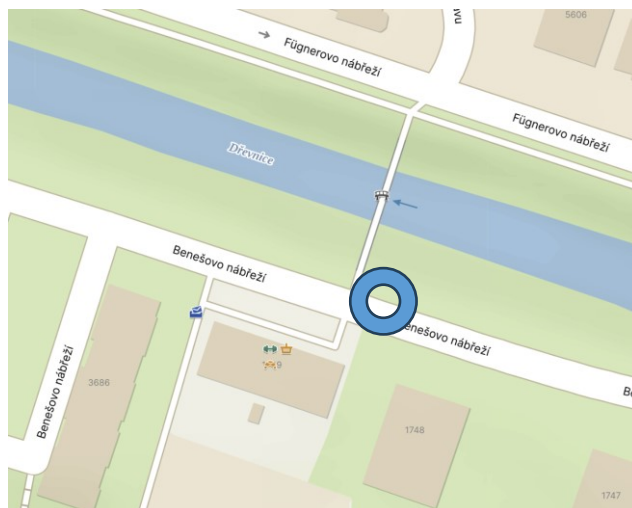
(zdroj: [52])

Navržené řešení se proto zaměřilo na zlepšení podmínek pro plynulý a bezpečný provoz. Stávající značení bylo přepracováno – původní značka „Stůj, dej přednost v jízdě“ byla přemístěna, čímž se posunul i bod zastavení vozidel. Současně byla upravena vodorovná dopravní značení včetně vodicích šipek a označení hlavní silnice, aby bylo zřejmé, který směr má přednost. Hlavní směr se tak jasně definuje podél Benešova nábřeží, čímž se eliminuje kolizní situace.

Tento zásah je příkladem relativně jednoduchého, ale velmi efektivního opatření, které reaguje na reálné dopravní chování řidičů. Úprava značení zohledňuje jak potřebu zajištění plynulosti MHD, tak i bezpečnost ostatních účastníků provozu. V případě hypotetického rozšířeného rozpočtu by bylo možné zvážit i pokročilejší řešení – například osazení detekčních senzorů pro preferenci MHD nebo instalaci světelné signalizace v exponovaných obdobích dne.

6.3 Přejít u obchodu na Benešově nábřeží

Lokalita se nachází v blízkosti řeky Dřevnice v centrální části města Zlína, v úseku mezi Benešovým nábřežím a Fügnerovým nábřežím. Jedná se o klidnější městskou zónu s převahou obytné zástavby, občanské vybavenosti a pěšího pohybu. Místo slouží jako spojovací bod mezi oběma břehy řeky díky pěší lávce a je přirozeně propojeno s okolními ulicemi i zastávkou městské hromadné dopravy.



Obrázek 45 Pohled na Benešovo nábřeží v základní mapě

(zdroj: [53])

V prostoru se nachází drobné provozovny, parkovací místa, chodníky a přechod pro chodce, který propojuje důležité pěší trasy. Charakter lokality odpovídá klidové zóně s častým výskytem chodců a zaparkovaných vozidel. Terén je rovinatý, přehledný, obklopený zelení a doplněný o městský mobiliář, což z místa činí přirozený veřejný prostor sloužící každodenním potřebám obyvatel i návštěvníků této části města. Modrý kruh znázorňuje konkrétní místo.



Obrázek 46 Panoramatický pohled na přechod na Benešově nábřeží

(zdroj: [54])

Jedná se o lokalitu s přechodem pro chodce v těsné blízkosti obchodního domu a parkoviště, přičemž právě parkování v bezprostředním okolí přechodu dlouhodobě zhoršovalo rozhledové poměry. Kvůli nedostatečnému výhledu docházelo k častým rizikovým situacím, a dokonce ke střetům s chodci, což vyústilo ve změny v dopravním uspořádání.

Z těchto důvodů bylo rozhodnuto o několika klíčových úpravách. První z nich je fyzické omezení parkování pomocí umístění betonového svodidla typu „city blok“, které brání vjezdu vozidel na krajní místo u přechodu. Dále došlo k posunutí samotného přechodu pro chodce – nově se nachází v lepší poloze s ohledem na rozhled a bezpečný pohyb pěších. S tím souvisí i úprava doprovodného dopravního značení – instalace značek „Přechod pro chodce“ (IP 6) na retroreflexním žlutozeleným fluorescenčním podkladu a jejich přesunutí do nové pozice.



Obrázek 47 Přechod pro chodce IP 6

(Zdroj: [55])

Kromě změny dopravního značení byl návrh rozšířen o instalaci zpomalovacího prahu příčného charakteru, který bude součástí přechodu a nutí řidiče snížit rychlost. Na vozovce se dále objeví vodorovné výstražné šipky upozorňující na přítomnost přechodu.

Důležitým bezpečnostním prvkem bude rovněž zábradlí, které usměrní pohyb chodců a zabráni jim vstupovat na vozovku mimo vyznačené místo. Současné veřejné osvětlení již existuje, ale bude přemístěno tak, aby optimálně osvětlovalo nový přechod, a projde revizí podle atestovaných norem.

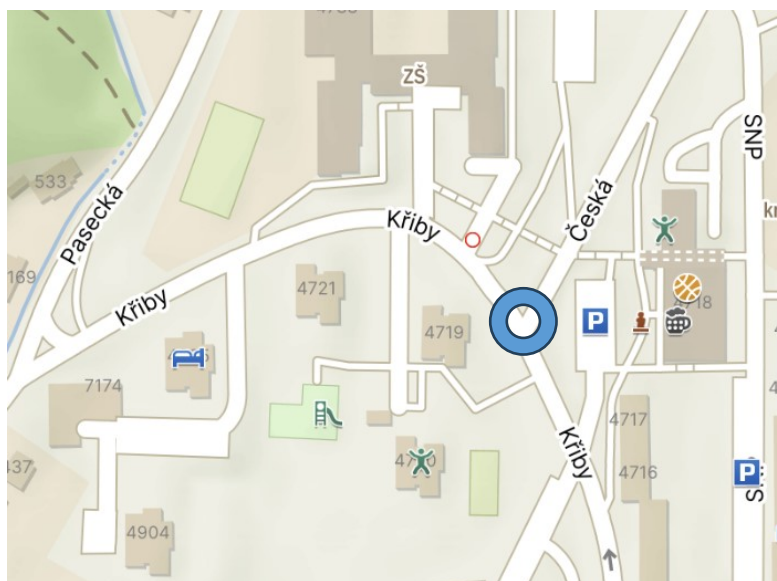
Jedním z důležitých úkolů bude i přemístění kontejnerů na odpad, které v současné poloze částečně blokují výhled z komunikace. Tyto budou nově situovány tak, aby nepřekážely dopravnímu provozu, ale zároveň byly snadno přístupné pro svozovou techniku.

Instalace dopravních zrcadel by mohla významně přispět ke zvýšení bezpečnosti v místech, kde zaparkovaná vozidla omezují výhled na přechod pro chodce. Řidiči, kteří se blíží k těmto přechodům nebo z nich vyjíždějí, často nemají dostatečný rozhled kvůli vozidlům zaparkovaným v těsné blízkosti. Právě v těchto případech mohou zrcadla sloužit jako účinný doplňkový prvek, který umožní včasné zpozorování chodce vstupujícího do vozovky a tím sníží riziko střetu.

Alternativně lze také zvážit změnu režimu parkování – ze šikmého na podélné – přičemž by byl zachován ochranný odstup alespoň 0,5 metru od okraje vozovky. Tento prostor by zajistil dostatečný rozhled na přechod pro chodce, a tím výrazně zvýšil bezpečnost v dané lokalitě. Je sice nutné počítat s částečným úbytkem parkovacích míst, avšak jde o nezbytný kompromis, který reflektuje prioritu ochrany zdraví a života chodců.

6.4 křižovatka ulice Česká a Kříby

Křižovatka ulic Kříby a Česká se nachází ve svahové obytné části města Zlína, kde ulice slouží převážně pro rezidentní dopravu, ale současně zajišťují důležitou obslužnost mezi lokalitami a výjezdy směrem na Okružní ulici, která představuje významnou dopravní osu Jižních Svahů.



Obrázek 48 Pohled na křižovatku Kříby/Česká v základní mapě

(zdroj: [56])

Zajímavostí je, že ulice Křiby je částečně jednosměrná, konkrétně ve směru od Pasecké směrem ke Středové je průjezd zakázán. Směr jízdy je možný pouze opačně – tedy ze Středové na Paseckou, což zásadně ovlivňuje průjezdnost územím. Tato jednosměrnost je pravděpodobně zavedena z důvodu šířkového omezení vozovky a zajištění bezpečnosti v oblasti se zvýšeným počtem vjezdů do garáží a domů. Modrý kruh znázorňuje konkrétní oblast zájmu.

Naopak ulice Česká je obousměrná, což z ní činí hlavní spojovací trasu, která umožňuje přímé propojení mezi páteří Okružní ulicí a zastavbou ve vyšší části sídliště. Díky tomu slouží Česká ulice jako preferovaná trasa pro průjezd i výjezd z oblasti, a to i pro dopravní obsluhu, záchranné složky nebo veřejnou dopravu.

Křižovatka samotná je přehledná, nachází se zde omezení rychlosti na 30 km/h a značení upozorňující na klesání vozovky. Ve směru z České je navíc osazena značka upravující přednost, což naznačuje, že právě Česká ulice nese větší dopravní význam a plynulost provozu by zde měla být upřednostněna.



Obrázek 49 Pohled na křižovatku Křiby/Česká v panorama

(zdroj: [57])

Křižovatka ulic Česká a Křiby prošla změnou dopravního režimu, konkrétně úpravou přednosti v jízdě, kdy se původně vedlejší silnice stala nově hlavní komunikací. Tento krok byl přímou reakcí na výsledky měření intenzity dopravy, které jednoznačně prokázaly, že většina vozidel využívá právě trasu přes ulici Českou – v měřeném období zde bylo zaznamenáno o více než 20 % více průjezdů než v ulici Křiby.

Celkem 16 430 vozidel projelo profilovým místem na ulici Česká, zatímco na ulici Kříby bylo zaznamenáno 13 371 vozidel. Ačkoliv v obou profilech nebylo zjištěno překračování rychlostních limitů, vysoký podíl provozu a přirozený směr jízdy si žádaly z hlediska logiky a bezpečnosti úpravu přednosti, aby odpovídala aktuálním dopravním poměrům.

Vzhledem k tomu, že změna přednosti reagovala na jednorázové měření, je vhodné zvážit systémový přístup k hodnocení vytíženosti komunikací v rámci města Zlína:

- Zavedení pravidelného monitoringu (např. 1–2× ročně) s využitím mobilních radarových systémů, které by mohly být flexibilně nasazovány v různých lokalitách na základě hlášení občanů či vývoje dopravy.
- Vytvoření analytické mapy dopravních toků – kombinace historických měření, intenzity dopravních nehod, výskytu křižovatek bez semaforů, lokalit škol apod. → tím lze efektivně předvídat další místa s potenciálem k úpravám.

Zohlednit vlivy okolí – aktuální intenzity mohou být ovlivněny například:

- dočasnými uzavírkami v jiných částech města,
- přítomností radarů nebo kamer měření rychlosti,
- změnami tras MHD.

Z tohoto důvodu je žádoucí brát výsledky v delším časovém horizontu, a tam, kde to má smysl, doplnit o analýzu trendů (sezónnost, dny v týdnu, časové špičky).

Tato dopravní konfigurace je dobrým příkladem cílené regulace lokální dopravy, kde rozdílný charakter komunikací (páteřní vs. obytné) vyžaduje rozdílný režim provozu. Pokud by se posuzovala vhodnost přednostních úprav nebo další organizace, mohla by být Česká ulice logicky zvolena jako hlavní směr – jak naznačují i intenzity provozu a napojení na klíčové dopravní tahy.

7 PROSTOROVÁ ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ POMOCÍ HOT SPOT METODY

S rostoucím důrazem na datově řízené rozhodování v oblasti dopravního plánování nabývá na významu využití prostorových analýz. Jednou z metod, která umožňuje identifikovat území s nadprůměrnou koncentrací dopravních jevů, je tzv. Hot Spot analýza. Ta byla v rámci této práce aplikována za pomoci statistické metody Getis-Ord G_i^* , která slouží ke kvantitativnímu hodnocení prostorového shluku hodnot — typicky výskytu dopravních nehod nebo dopravního značení — a jejich významnosti z hlediska prostorové autocorrelation.

Cílem této kapitoly je představit, jak bylo této metody využito při vyhodnocování vybraných lokalit města Zlína. Hot Spot analýza byla provedena ve více vrstvách: pro dopravní nehody se zraněním, pro svislé dopravní značení, a také ve formě kombinované vizualizace, která umožňuje porovnat obě proměnné na jednom území. Zvláštní pozornost byla věnována lokalitám s dlouhodobou koncentrací nehodovosti, ale i místům s vyšším výskytem dopravních prvků, které mohou v některých případech přispívat k nepřehlednosti dopravní situace.

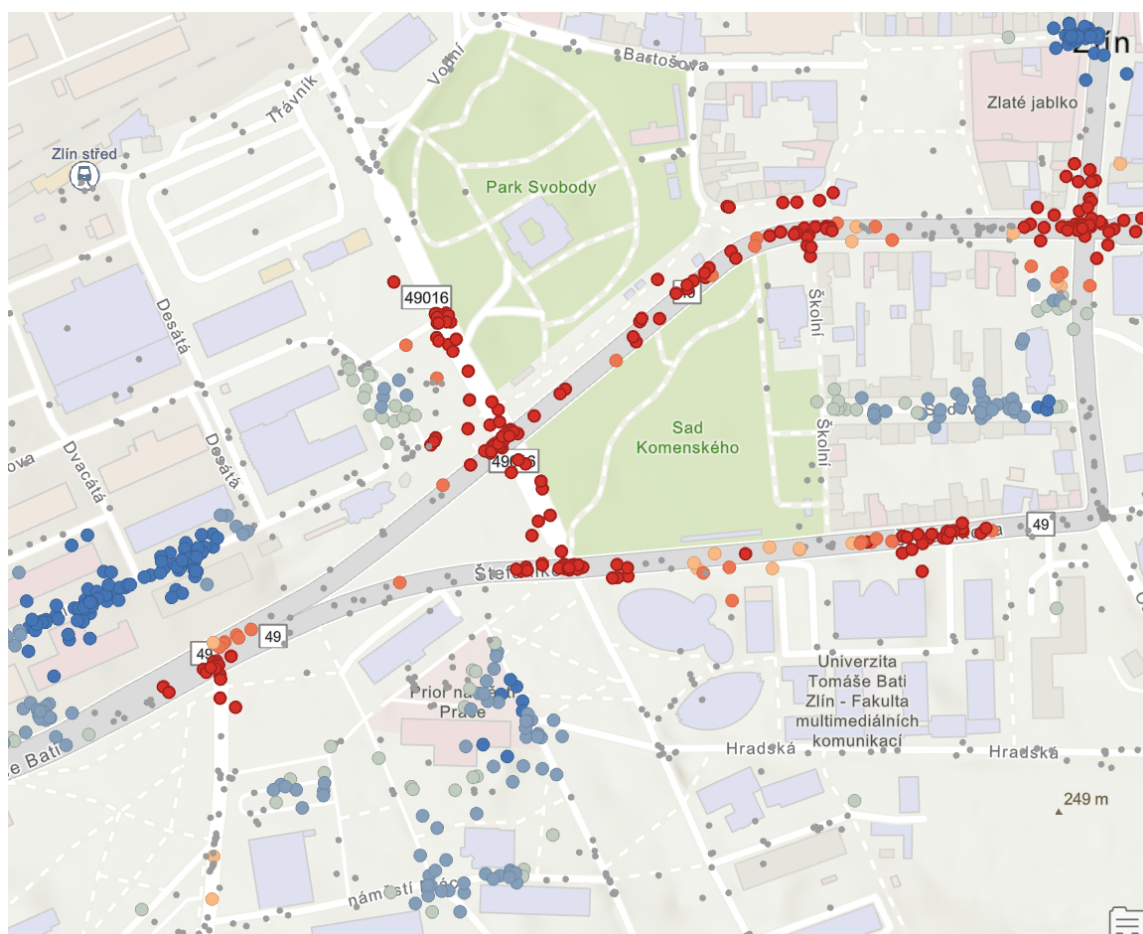
Pomocí této metody bylo možné kvantitativně identifikovat místa s významně vyšší koncentrací dopravních nehod nebo dopravního značení a vizuálně je zobrazit v prostředí GIS. Využití této analýzy není pouze akademické – výsledky mají přímou vazbu na praxi, neboť umožňují správci infrastruktury efektivně zaměřit pozornost na riziková místa, která si žádají úpravu dopravního režimu, doplnění značení, zpomalovací prvky nebo revizi organizace dopravy.

V rámci této práce byly vytvořeny a porovnány tři klíčové analýzy:

- Hot Spot analýza dopravních nehod se zraněním napříč městem Zlín,
- Hot Spot analýza svislého dopravního značení,
- a také kombinovaná vrstva, která vizualizuje překryv obou jevů a umožňuje hledat souvislosti mezi mírou značení a výskytem nehod.

Analýzy pokrývají časové období 2020–2025 a byly provedeny v prostředí ArcGIS Pro, které umožňuje nejen přesnou geolokaci, ale i volbu váhového modelu, filtrace dat a výpočet statistické významnosti. Použitím legendy se čtenář snadno zorientuje: červené odstíny značí místa s vysokou intenzitou výskytu (tzv. hotspoty), modré odstíny pak místa relativně bezpečnější (coldspoty).

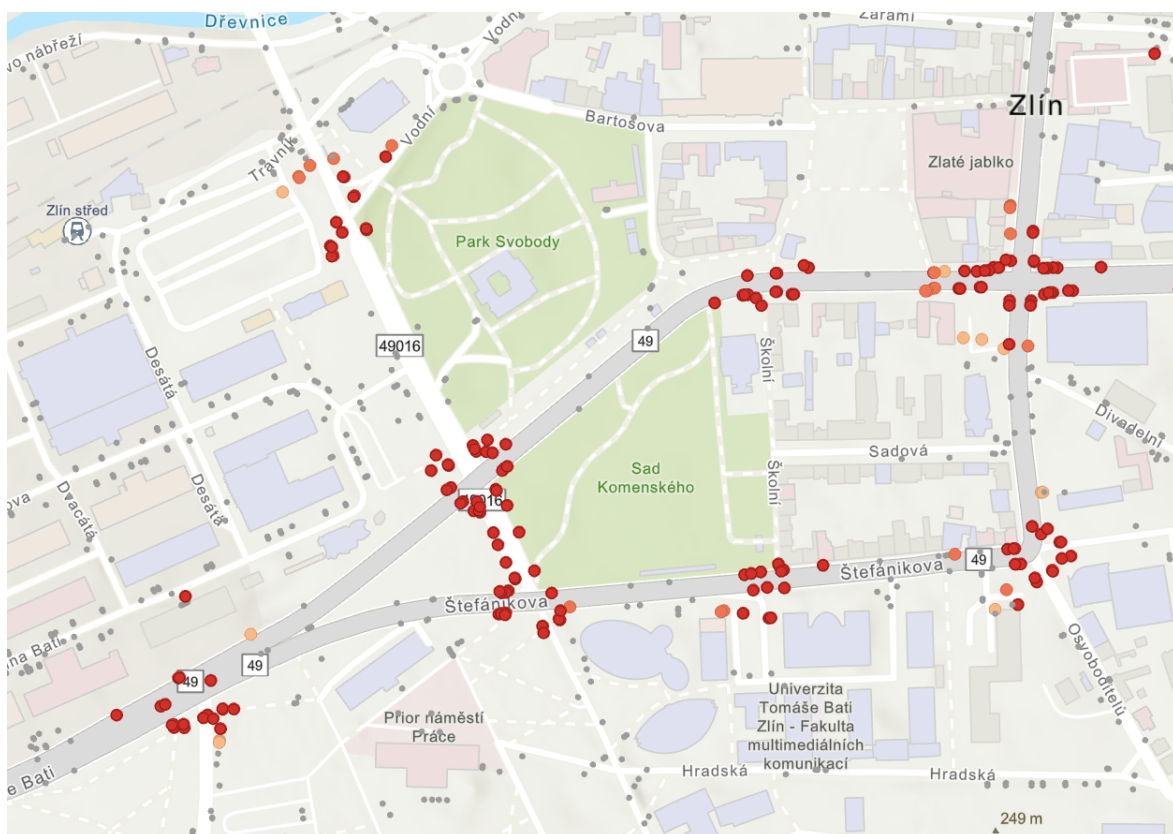
Výstupy analýzy tvoří nejen podklad pro odbornou diskuzi, ale také praktický nástroj pro správce infrastruktury a městské plánovače, kteří mohou na základě těchto dat lépe cílit opatření zvyšující bezpečnost. Následující části této kapitoly se věnují jak samotné metodice, tak interpretaci konkrétních výstupů v podobě mapových vizualizací a identifikace rizikových bodů v rámci městské sítě.



Obrázek 50 HotSpot analýza nehody s následkem zranění

(zdroj: vlastní)

Na mapě jsou zobrazeny lokality s výskytem dopravních nehod se zraněním, rozlišené podle statistické významnosti. Červené oblasti označují „hotspoty“ s vysokou intenzitou (až 99% spolehlivost), zatímco modré představují místa s nízkou intenzitou nehod. Výrazná koncentrace nehod je patrná např. v okolí třídy Tomáše Bati, u křižovatky se Štefánikovou a kolem Sadu Komenského.



Obrázek 51 HotSpot analýza dopravního značení svislé

(zdroj: vlastní)

Na základě datových vrstev o dopravních nehodách v prostředí ArcGIS Pro byla provedena prostorová analýza pomocí statistické metody Getis-Ord Gi*, která umožňuje identifikovat místa s významně vyšším či nižším výskytem sledovaného jevu, v tomto případě nehod s následkem zranění.

Interpretace barevné škály (viz legenda):

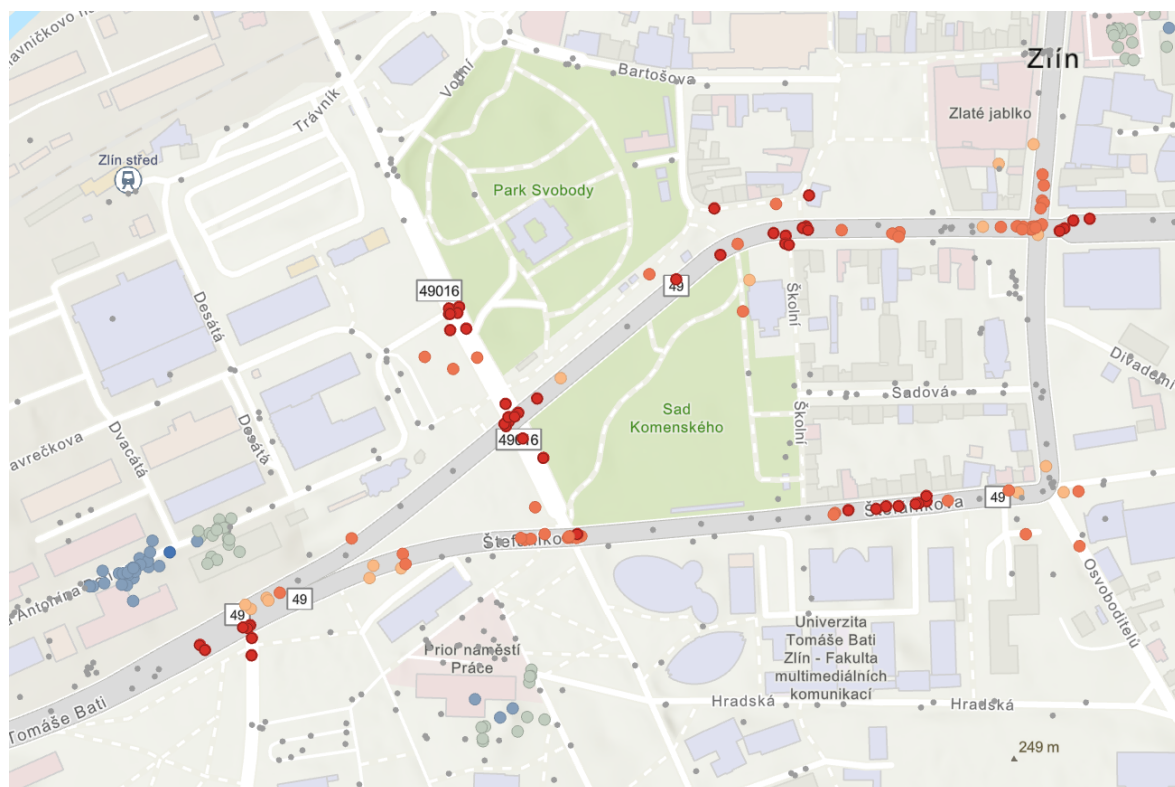
- Tmavě červená: místo s vysokou intenzitou výskytu nehod, s 99 % statistickou spolehlivostí – tzv. silný hotspot.
- Světlejší oranžová: významné, ale méně silné shluky nehod s nižší spolehlivostí (95 %, 90 %).
- Šedá: místa bez statistické významnosti.
- Modré odstíny: oblasti s nízkou koncentrací nehod, tzv. coldspoty (v tomto případě se téměř nevyskytují, což značí vysoké zatížení analyzované oblasti).

Pozorování:

Na mapě je patrná výrazná koncentrace nehod u křižovatky třídy Tomáše Bati a Štefánikovy ulice, což potvrzuje červená zóna s 99 % spolehlivostí. Dále jsou rizikové zóny detekovány:

- ve směru k ulici Vodní a Školní,
- v oblasti u Zlatého jablka a Divadelní ulice,
- a v blízkosti Univerzity Tomáše Bati (ul. Štefánikova).

Jedná se o místa s intenzivním pohybem vozidel i chodců, vysokým počtem křižovatek a potenciálně i složitějším dopravním značením či organizací provozu. Právě tato kombinace může vést k častějším nehodám se zraněním.



Obrázek 52 HotSpot analýza nehod s následkem zranění pro rok 2020

(zdroj: vlastní)

Tato vizualizace představuje výsledek prostorové statistické analýzy dopravních nehod za období let 2020 až 2025 ve městě Zlín. Analýza byla realizována pomocí metody Getis-Ord Gi* v prostředí ArcGIS Pro, a jejím cílem je identifikovat místa s významnou prostorovou koncentrací nehod – tzv. hotspoty.

Metodika:

- Vstupní data: geolokační záznamy dopravních nehod s různou mírou závažnosti v časovém intervalu 2020–2025.
- Metoda: Getis-Ord Gi* – statistická technika pro hodnocení prostorové shlukovosti hodnot.
- Parametry analýzy: vzdálenostní prah 50 m (Euklidovská vzdálenost), výstup klasifikován dle Gi* z-skóre a p-hodnoty.
- Výstup: tematická mapa se třemi úrovněmi významnosti hotspotů (90 %, 95 %, 99 %), přehledně označených barevnou škálou.

Interpretace:

- Tmavě červené body představují místa s nejvyšší intenzitou výskytu nehod a 99% statistickou spolehlivostí – tedy oblasti, kde je pravděpodobnost výskytu nehody nejvyšší.
- Oranžové body označují středně významné hotspoty (90–95% spolehlivost).
- Šedé body jsou místa bez statistické významnosti – výskyt nehod je zde rozptýlený nebo náhodný.

Klíčová zjištění:

Nejvýraznější koncentrace nehod se nachází v okolí křižovatky třídy Tomáše Bati a Štefánikovy ulice, kde je patrný stabilní výskyt nehod napříč lety. Tento úsek je dopravně velmi vytížený a kříží se zde několik proudů vozidel, MHD a chodců.

Další riziková místa se nachází:

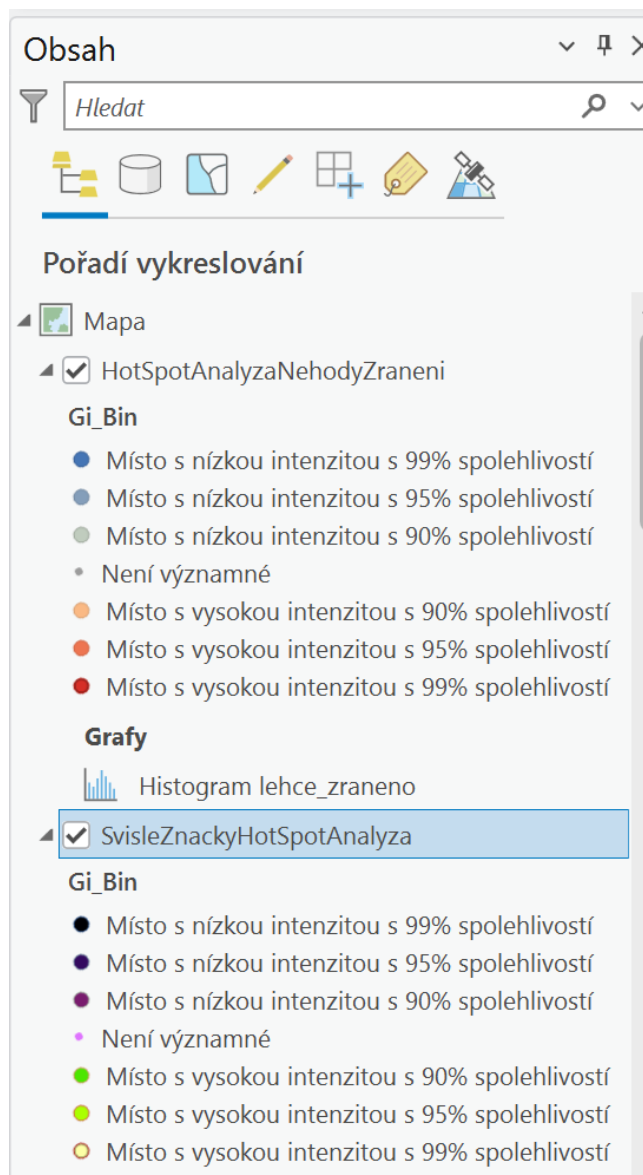
- na ulici Školní v celé její délce mezi Štefánikovou a Sadovou,
- u vjezdů do Zlatého jablka (obchodní zóna),
- v okolí Univerzity Tomáše Bati – vysoká frekvence pohybu chodců a cyklistů.

Méně významná, ale souvislá koncentrace bodů se objevuje také v oblasti ulice Vodní a směrem ke křižovatce Desátá × Třída Tomáše Bati.

Hot Spot analýza za období 2020–2025 potvrzuje přetrvávající problémová místa v dopravní síti Zlína a přináší datově podložený podklad pro cílené zásahy. Kombinací s dalšími vrstvami (např. značení, proudění dopravy, chování chodců) lze výstupy dále zpřesnit a implementovat do prediktivních modelů nehodovosti.

Shrnutí:

Hot Spot analýza za období 2020–2025 potvrzuje přetrvávající problémová místa v dopravní síti Zlína a přináší datově podložený podklad pro cílené zásahy. Kombinací s dalšími vrstvami (např. značení, proudění dopravy, chování chodců) lze výstupy dále zpřesnit a implementovat do prediktivních modelů nehodovosti.



Obrázek 53 Legenda a přehled vrstev Hot Spot analýzy v ArcGIS Pro – dopravní nehody se zraněním a svislé dopravní značení klasifikované dle Getis-Ord Gi statistiky.

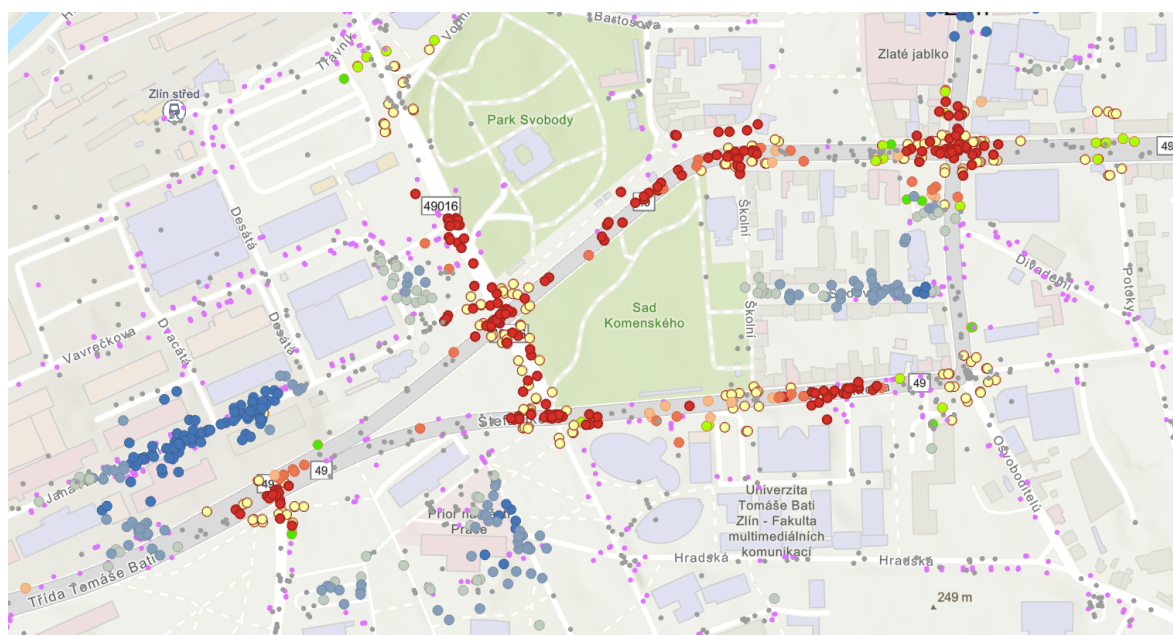
(zdroj: vlastní)

Tento obrázek pochází z prostředí aplikace ArcGIS Pro a zobrazuje seznam vrstev a legendu k Hot Spot analýze dvou datových sad: dopravních nehod se zraněním a svislého dopravního značení. Jedná se o klíčový přehled vizualizačních kategorií výsledků prostorové statistické analýzy typu Getis-Ord Gi*.

Legenda (Gi_Bin):

Obě datové vrstvy využívají stejný analytický princip, ale odlišné barevné škály pro přehlednou interpretaci:

- Místa s vysokou intenzitou (Hot Spoty):
- Označená teplými barvami (červená, oranžová, žlutá, zelená).
- Místa s nízkou intenzitou (Cold Spoty):
- Označena studenými barvami (modrá, fialová, černá).
- Neutrální (není významné):
- Šedá nebo růžová.



Obrázek 54 HotSpot Analýza Dopravní značení a nehody s následkem na zdraví

(zdroj: vlastní)

Tato vizualizace představuje kombinovanou prostorovou analýzu, kde jsou současně zobrazeny výsledky dvou vrstev Hot Spot analýzy:

- dopravních nehod se zraněním (metoda Getis-Ord Gi*),
- svislého dopravního značení (rovněž metodou Getis-Ord Gi*).

Analýza proběhla v prostředí ArcGIS Pro a slouží k identifikaci možných korelací mezi výskytem nehod a koncentrací dopravního značení ve vybraných úsecích města Zlína.

Interpretace mapy:

- Červené odstíny (nehody): místa s vysokou intenzitou výskytu dopravních nehod se zraněním. Tmavě červená značí 99% spolehlivost.
- Barevné body v odstínech žluté/zelené/fialové/černé (značení): znázorňují koncentraci svislého značení. Zelená až žlutá znamenají vysokou intenzitu, fialová až černá nízkou.

Pozorování:

- Překryv rizikových oblastí se vyskytuje v okolí křižovatky třídy Tomáše Bati a Štefánikovy, kde je nejen výrazný shluk dopravních nehod, ale i vysoká hustota dopravního značení.
- Ulice Školní a Sadová vykazují dlouhé úseky s nadprůměrnou nehodovostí, často doprovázené zónami s vyšším výskytem značení (např. přechody, omezení rychlosti).
- V okolí Univerzity Tomáše Bati je patrné místo s přetížením dopravní signalizace a značení, které však nekoresponduje s výrazně sníženou nehodovostí, což může naznačovat přetížení informacemi.

Význam kombinované vrstvy:

Kombinací obou datových vrstev lze odhalit:

- zda vysoká hustota značení přispívá ke zvýšení bezpečnosti, nebo naopak vytváří informační šum;
- které oblasti mají nízké krytí značením navzdory vyšší nehodovosti – potenciál pro preventivní zásahy;
- a také potvrdit opakované problematické body, které byly zvýrazněny i v časově omezené analýze (2020–2025).

Shrnutí:

V rámci této části práce byly provedeny a porovnány čtyři klíčové Hot Spot analýzy založené na statistické metodě Getis-Ord Gi*:

1. Hot Spot analýza dopravních nehod se zraněním

Ukázala dlouhodobě rizikové lokality jako třída Tomáše Bati, Štefánikova a okolí Sadu Komenského. Tyto úseky vykazují vysokou intenzitu výskytu nehod s 95–99% statistickou spolehlivostí.

2. Hot Spot analýza nehod za období 2020–2025

Potvrdila přetrvávající kritická místa i v novějších datech. Umožňuje hodnotit, zda implementovaná opatření měla vliv na bezpečnost v čase.

3. Hot Spot analýza svislého dopravního značení

Identifikovala úseky s extrémně vysokou hustotou dopravního značení, především na páteřních křižovatkách. Data poukazují i na místa s podprůměrnou úrovní značení, kde by mohlo být doplněno.

4. Kombinovaná analýza dopravních nehod a značení

Umožnila sledovat souvislosti mezi množstvím značení a výskytem nehod. V některých případech se ukazuje, že přemíra značení nevede k nižší nehodovosti, což může být důsledkem vizuálního zahlcení řidičů.

Doporučení:

Výsledky těchto analýz představují důležitý podklad pro městské plánování a bezpečnostní zásahy. Ukazují, kde by mělo být značení optimalizováno, přechody lépe řešeny, nebo kde je třeba zavést řízené prvky (např. semaforey, zpomalovače). Doporučuje se také zapojení prediktivních modelů do dlouhodobého sledování těchto lokalit.

ZÁVĚR

Tato práce se komplexně věnovala problematice dopravního značení a jeho úloze v kontextu dopravní bezpečnosti, a to jak z hlediska legislativy, tak z pohledu praktické aplikace a predikce nehodových rizik. V teoretické části byla nejprve popsána právní úprava dopravního značení včetně mezinárodních úmluv, národních zákonů, technických podmínek a norem, které tvoří pevný rámec pro jeho používání v České republice. Důraz byl kladen na význam značení nejen jako prostředku řízení dopravy, ale především jako nástroje prevence dopravních nehod.

Analýza současných nástrojů a datových platforem, jako jsou portály CDV či Policie ČR, potvrdila, že dostupné technologie již dnes umožňují sofistikovanou evidenci a vizualizaci nehodových událostí. Nicméně upozornila také na jistá omezení – zejména v oblasti datové úplnosti, časové aktualizace a hlubší analytické podpory pro rozhodování.

Dále byly popsány tradiční i pokročilé prediktivní metody včetně těch, které využívají principy umělé inteligence. Praktická část práce se pak zaměřila na reálné prostředí města Zlína, kde byly na základě prostorových dat a vážených průměrů identifikovány kritické úseky s vyšší mírou výskytu nehod. Tyto lokality byly následně zkoumány pomocí prostorové analýzy (hot spot analýzy) a porovnány s umístěním dopravního značení.

Výsledky potvrdily, že v určitých oblastech existuje korelace mezi hustotou značení a výskytem dopravních událostí. V závěru byly navrženy konkrétní úpravy dopravního značení na vytipovaných místech, a to s cílem zvýšit bezpečnost všech účastníků provozu – zejména chodců. Práce zároveň doporučuje využití kombinace klasických prediktivních přístupů s metodami strojového učení jako vhodnou cestu k dalšímu zefektivnění plánování dopravních opatření ve městech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN 12899-1+A1. Svislé dopravní značení – Stálé dopravní značky – Část 1: Stálé dopravní značky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [2] Garáž.cz. *Historie dopravního značení: Jak se vyvíjely značky* [online]. ©2021 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/historie-dopravniho-znaceni-jak-se-vyvijely-znacky-21001692>
- [3] SROVNÁTOR.cz. *Historie dopravního značení* [online]. ©2023 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.srovnator.cz/clanky/historie-dopravniho-znaceni/>
- [4] BEZPEČNÉ CESTY. *IS 18a – Kilometrovník* [online]. ©2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/autoskola/vyuka/dopravni-znacky/informativni-dopravni-znacky/is-18a-kilometrovnik>
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Úmluvy o silničním provozu, přijaté v Ženevě dne 19. září 1949. 82/2013 Sb. m. s. In: *Sbírka mezinárodních smluv, částka 46/2013, s. 10240–10260.* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/ms/2013-82>
- [6] MINISTERSTVO DOPRAVY. *TP 65 – Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích.* Praha: Centrum dopravního výzkumu, 2020. 174 s. ISBN 978-80-87674-95-2.
- [7] Úmluva o silničním provozu. Vídeň, 8. listopadu 1968. In: *Sbírka zákonů České republiky.* 1980, částka 19, sdělení č. 99/1980 Sb., o Úmluvě o silničním provozu.
- [8] Evropská dohoda o hlavních silnicích s mezinárodním provozem (AGR). Ženeva, 15. listopadu 1975. In: *Sbírka zákonů České republiky,* 1985, částka 35, sdělení č. 61/1985 Sb., o Evropské dohodě o hlavních mezinárodních silnicích (AGR).
- [9] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů ČR,* 2000, částka 110.
- [10] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů ČR,* 1997, částka 5.

- [11] ČSN EN 12899-1+A1. Svislé dopravní značení – Stálé dopravní značky – Část 1: Stálé dopravní značky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [12] ČSN EN 12966+A1. Proměnné dopravní značky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [13] MINISTERSTVO DOPRAVY. *TP 135 – Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. Praha: Centrum dopravního výzkumu, 2017. 94 s.
- [14] MINISTERSTVO DOPRAVY. *TP 218 – Navrhování zón 30*. Praha: Centrum dopravního výzkumu, 2010. 61 s.
- [15] ČESKÁ REPUBLIKA. Sdělení č. 83/2013 Sb., o přijetí změn a doplňků příloh Úmluvy o silničním provozu (Viedeň, 1968) a Evropské dohody o silničním provozu (Ženeva, 1971). *Sbírka zákonů ČR*, 2013, částka 34.
- [16] CHMELÍK, Jan. *Dopravní nehody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2009. ISBN 978-80-7380-211-0.
- [17] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. *Portál dopravních nehod* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz>
- [18] POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY. *Interaktivní mapa dopravních nehod* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://nehody.policie.gov.cz>
- [19] AP. *What is Predictive Analytics?* [online]. ©2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/products/data-cloud/cloud-analytics/what-is-predictive-analytics.html>
- [20] TIMESERIESREASONING.COM. *Poisson Regression Model* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://timeseriesreasoning.com/contents/poisson-regression-model/>
- [21] SIEGRIST, Kyle. *The Negative Binomial Distribution* [online]. LibreTexts, 2022 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Probability_Theory/Probability_Mathematical_Statistics_and_Stochastic_Processes_\(Siegrist\)/11%3A_Bernoulli_Trials/11.04%3A_The_Negative_Binomial_Distribution](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Probability_Theory/Probability_Mathematical_Statistics_and_Stochastic_Processes_(Siegrist)/11%3A_Bernoulli_Trials/11.04%3A_The_Negative_Binomial_Distribution)

- [22] REID, Nancy. *Lecture Notes STA2212: Chapter 1* [online]. University of Toronto, 2021 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://utstat.toronto.edu/reid/sta2212s/2021/LSIChapter1.pdf>
- [23] BECOMINGHUMAN.AI. *Understand Deep Learning with a Simple Exercise (PyTorch)* [online]. 2019 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://becominghuman.ai/understand-deep-learning-with-a-simple-exercise-pytorch-4be98cd1ca48>
- [24] CNBLOGS.COM. *深入理解神经网络* [online]. 2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.cnblogs.com/zhoushusheng/p/18563486>
- [25] TOWARDSDATASCIENCE.COM. *Decision Trees and Random Forests Explained with Python Implementation* [online]. 2020 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/decision-trees-and-random-forests-explained-with-python-implementation-e5ede021a000>
- [26] GEEKSFORGEEKS. *Support Vector Machine Algorithm* [online]. 2023 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/support-vector-machine-algorithm/>
- [27] STATUTÁRNÍ MĚSTO ZLÍN. *Třída Tomáše Bati* [online]. ©2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://zam.zlin.eu/objekt/167-trida-tomase-bati>
- [28] WONG, David W. S. a LEE, Jay. *Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS*. Hoboken, N.J.: John Wiley, ©2005. ISBN 0-471-46899-1. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0645/2005005178-d.html>.
- [29] BOLSTAD, Paul. *GIS fundamentals: a first text on geographic information systems*. 5th edition. Acton, MA: XanEdu, [2016]. ISBN 978-1-5066-9587-7.
- [30] DE SMITH, Michael John; GOODCHILD, Michael F. a LONGLEY, Paul. *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. 6th edition. [London]: [Drumlin Security], 2018. ISBN 978-1-912556-04-5.
- [31] KENNEDY, Michael. *Introducing geographic information systems with ArcGIS: a workbook approach to learning GIS*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, ©2013. ISBN 978-1-118-15980-4 (brož.).

- [32] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU.
Multifaktorová analýza dopravní nehodovosti – metodika provádění. Brno: CDV, 2022.
43 s. ISBN 978-80-88211-70-1. Dostupné online:
<https://www.cdv.cz/file/multifaktorova-analyza-dopravni-nehodovosti-metodika-provadeni/>
- [33] ČESKÝ ROZHLAS. Starou silnici u Líšnice připomínají už jen dochované milníky [online]. © Český rozhlas, 2023 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.mujirozhlas.cz/technicke-pamatky-zajimavosti/starou-silnici-u-lisnice-pripominaji-uz-jen-dochovane-milniky>
- [34] OBEC STŘEŇ. *Nový rozcestník* [online]. © Obec Střeň, 2023 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.stren.cz/aktuality/novy-rozcestnik>
- [35] DOZNAČ.CZ. *Přehled vodorovného dopravního značení* [online]. © 2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <http://www.doznac.cz/dopravni-znacenivodorovne-dopravni-znaceniprehled-vodorovnych-dz/>
- [36] CHAN GROUP. *Proměnné dopravní značky* [online]. © CHAN Group, 2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.changroup.cz/changroup/index.php/promenne-dopravni-znacky>
- [37] ČESKÁ REPUBLIKA – RADA BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU. *Kapacita úrovnových křižovatek v souvislosti s kvalitou provozu* [online]. [Praha]: czrso.cz, ©2023 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/kapacita-urovnovnych-krizovatek-v-souvislosti-s-kvalitou-provozu/?id=1511>
- [38] MĚSTO HODONÍN. *Nová zóna 30 zklidní dopravu v centru města* [online]. ©2023 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.hodonin.eu/nova-zona-30-zklidni-dopravu-v-centru-mesta/d-1126918>
- [39] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. *Statistiky dopravních nehod* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/statistics.php?h=2vrf>
- [40] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. *Statistiky dopravních nehod* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/statistics.php?h=2vrd>
- [41] BEZPEČNÉ CESTY. IP 6 – Přejíždění pro chodce [online]. ©2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/autoskola/vyuka/dopravni-znacky/informativni-dopravni-znacky/ip-6-prechod-pro-chodce>

- [42] MAPY.COM. Zobrazení křižovatky Benešovo nábreží – Podvesná VI [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?pid=100826721&newest=1&yaw=5.348&fov=1.257&pitch=0.183&x=17.6837859&y=49.2289549&z=19&ovl=8>
- [43] MAPY.COM. Zobrazení místa – Benešovo nábreží z jiného úhlu [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?pid=56991055&newest=0&yaw=5.124&fov=1.257&pitch=0.158&x=17.6837617&y=49.2289701&z=19&ovl=8>
- [44] MAPY.COM. Zobrazení lokality: Dřevnická – Gahurova – Podvesná [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?pid=94084677&newest=0&yaw=5.593&fov=1.257&pitch=0.083&x=17.6932692&y=49.2281204&z=19&ovl=8>
- [45] MAPY.COM. Zobrazení ulice Gahurova – centrum Zlína [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?q=Gahurova&source=stre&id=138663&pid=100823666&newest=1&yaw=5.575&fov=1.257&pitch=0.081&x=17.6630351&y=49.2242082&ds=2&z=18&ovl=8>
- [46] MAPY.COM. Zobrazení Gahurova – směr na Dlouhou ulici [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?q=Gahurova&source=stre&id=138663&pid=94082883&newest=0&yaw=5.706&fov=1.205&pitch=0.112&x=17.6636678&y=49.2232419&ds=2&z=18&ovl=8>
- [47] MAPY.COM. Zobrazení parkoviště NC Čepkov, Zlín [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?pid=100824926&newest=1&yaw=4.424&fov=1.571&pitch=0.474&x=17.6605805&y=49.2289173&z=18&ovl=8>
- [48] MAPY.COM. Zobrazení parkoviště Hřbitovní – Zlín [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?q=Hřbitovní&source=stre&id=139834&pid=100833020&newest=1&yaw=5.776&fov=1.257&pitch=0.179&x=17.6280243&y=49.2165489&ds=1&z=19&ovl=8>

- [49] MAPY.COM. Lokalita u křižovatky Lorencova (souřadnice) [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?vlastni-body&x=17.6726526&y=49.2255547&z=18>
- [50] MAPY.COM. Zobrazení Lorencova – úprava odbočení [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?q=Lorencova&source=stre&id=138626&pid=100828060&newest=1&yaw=3.185&fov=1.257&pitch=0.004&x=17.6726629&y=49.2257351&ds=1&z=18&ovl=8>
- [51] MAPY.COM. *Křižovatka Benešovo nábreží – Podvesná VI (souřadnice)* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?vlastni-body&x=17.6837859&y=49.2289549&z=19>
- [52] MAPY.COM. *Benešovo nábreží – pohled na lokalitu (panoramatický pohled)* [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?pid=100826712&newest=1&yaw=0.278&fov=1.571&pitch=-0.011&x=17.6834384&y=49.2289307&z=19&ovl=8>
- [53] MAPY.COM. Značený bod – křižovatka u Benešova nábreží [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?vlastni-body&uc=&x=17.6774032&y=49.2296950&z=18>
- [54] MAPY.COM. Podvesná – pohled na přechod a dopravní situaci (Street View) [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?source=stre&id=138628&pid=100830117&newest=1&yaw=4.981&fov=1.020&pitch=0.080&x=17.6774032&y=49.2296950&ds=1&z=18&ovl=8>
- [55] BEZPEČNÉ CESTY. IP 6 – Přechod pro chodce [online]. ©2024 [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/autoskola/vyuka/dopravni-znacky/informativni-dopravni-znacky/ip-6-prechod-pro-chodce>
- [56] MAPY.COM. Lokalita Podlesí – přechod pro chodce (souřadnice) [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?vlastni-body&uc=&x=17.6644679&y=49.2400132&z=19>

- [57] MAPY.COM. Zobrazení přechodu u školy – Podlesí [online]. [cit. 2025-05-27]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?source=stre&id=138670&pid=95750650&newest=1&yaw=5.971&fov=1.257&pitch=0.163&x=17.6644679&y=49.2400132&ds=1&z=19&ovl=8>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Milník spojnic mezi Moravou a Čechami u Líšnice na Šumpersku.....	14
Obrázek 2 Rozcestník obce Střeň	15
Obrázek 3 Přehled vodorovných dopravních značek.....	19
Obrázek 4 Ukázka proměnného dopravního značení typu A 7 nebezpečí smyku.....	25
Obrázek 5 Typy okružních křižovatek.....	29
Obrázek 6 Ukázka dopravního značení IZ8a + IZ8b Zóna 30.....	30
Obrázek 7 Prostorové rozložení dopravních nehod ve Zlíně (leden–prosinec 2024), zobrazené formou bodového výskytu v prostředí CDV portálu.	39
Obrázek 8 Detailní vizualizace konkrétní dopravní nehody ve Zlíně na silnici I/49 (21-11-2024)	4
0	
Obrázek 9 Koláčový graf typ účastníka nehody	65
Obrázek 10 Koláčový graf Věk viníka nehody.....	65
Obrázek 11 Koláčový graf s Časem.....	66
Obrázek 12 Graf 10 nejzávažnějších nehod.....	68
Obrázek 13 Graf 10 nejméně závažných nehod.....	69
Obrázek 14 Výběr atributů pro nehody s následkem na zdraví	73
Obrázek 15 Výsledná mapa s dopravními nehodami dle našeho výběru a legenda k bodové mapě.	74
Obrázek 16 Parametry pro vytvoření teplotní mapy	75
Obrázek 17 Vzniklá teplotní mapa.....	76
Obrázek 18 Pohled panorama křižovatka Benešovo nábreží a Podvesná VI (2022) po provedení úpravy značení	78
Obrázek 19 Pohled přes panorama na křižovatka Benešovo nábreží a Podvesná VI v roce (2017) před provedením úpravy značení	78
Obrázek 20 Obrázek 18 Vlevo bodová ukázka nehod v oblasti, vpravo teplotní mapa nehod	79
Obrázek 21 Dopravní značení v okolí nehod v ArcGIS (2024).....	80
Obrázek 22 Křižovatka Podvesná XVII/Benešovo nábreží/Dřevnická vlevo body vyznačených nehod, vpravo teplotní mapa nehod.	81
Obrázek 23 Dopravní značení v místě křižovatky (2024)	82
Obrázek 24 Panorama křižovatky Podvesná XVII/Benešovo nábreží/Dřevnická (rok 2022)	82
Obrázek 25 Panorama do křižovatky z ulice Benešovo nábreží	83
Obrázek 26 Panoramatický pohled do křižovatky třída Tomáše Bati/Gahurova.....	84

Obrázek 27 Vlevo nehody zaznamenané v bodech, vpravo teplotní mapa nehod na křižovatce	85
Obrázek 28 Dopravní značení křižovatky třídy Tomáše Bati/Gahurova obr. vlevo jižní část, obr. vpravo severní část křižovatky	86
Obrázek 29 Křižovatka třídy Tomáše Bati/Gahurova, obr. vlevo západní část, obr. vpravo východní část křižovatky	87
Obrázek 30 Panorama křižovatky Štefanikova/Gahurova.....	88
Obrázek 31 Vlevo nehody zaznamenané v bodech, vpravo teplotní mapa nehod na křižovatce	89
Obrázek 32 Dopravní značení na křižovatce Štefanikova/Gahurova, obr. vlevo severní část křižovatky, obr. vpravo jižní část.....	90
Obrázek 33 Dopravní značení na křižovatce Štefanikova/Gahurova, obr. vlevo západní část, vpravo východní část křižovatky	91
Obrázek 34 Bodové znázornění dopravních nehod dle vzniklé škody	92
Obrázek 35 Znázornění koncentrace dopravních nehod s hmotnou škodou podle teplotní mapy.....	93
Obrázek 36 Parkoviště NC Čepkov, obr. vlevo bodové znázornění dopravních nehod, obr. vpravo teplotní mapa zobrazující koncentraci nehod	94
Obrázek 37 Panoramatický pohled na část parkoviště NC Čepkov s chodníčkem pro chodce	95
Obrázek 38 Kruhový objezd v Malenovicích, obr. vlevo bodové označení dopravního značení, obr. vpravo teplotní mapa četnosti dopravního značení	97
Obrázek 39 Parkoviště vodáren Zlín, obr. vlevo bodové označení dopravního značení, obr. vpravo teplotní mapa dopravního značení	98
Obrázek 40 Panoramatický pohled na parkoviště Vodáren Zlín	98
Obrázek 41 Pohled na křižovatku třída Tomáše Bati/Lorencova v základní mapě, s vyznačeným úsekem	101
Obrázek 42 Panoramatický pohled na křižovatku z Lorencovi ulice	101
Obrázek 43 Pohled na křižovatku Podvesná VI/ Benešovo nábreží s vyznačeným úsekem	103
Obrázek 44 Panoramatický pohled na křižovatku Podvesná VI.....	104
Obrázek 45 Pohled na Benešovo nábreží v základní mapě	105
Obrázek 46 Panoramatický pohled na přechod na Benešově nábreží	105
Obrázek 47 Přechod pro chodce IP 6.....	106
Obrázek 48 Pohled na křižovatku Křiby/Česká v základní mapě	107
Obrázek 49 Pohled na křižovatku Křiby/Česká v panorama.....	108
Obrázek 50 HotSpot analýza nehody s následkem zranění	111
Obrázek 51 HotSpot analýza dopravního značení svislé.....	112
Obrázek 52 HotSpot analýza nehod s následkem zranění pro rok 2020	114

Obrázek 53	Legenda a přehled vrstev Hot Spot analýzy v ArcGIS Pro – dopravní nehody se zraněním a svislé dopravní značení klasifikované dle Getis-Ord Gi statistiky.	116
Obrázek 54	HotSpot Analýza Dopravní značení a nehody s následkem na zdraví	117

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Celkové porovnání analýz bez a s použitím umělé inteligence	52
Tabulka 2 Kritéria Saatyho metody	57
Tabulka 3 Kritéria a vypočítané jejich váhy	59
Tabulka 4 Informace o jednotlivých nehodách pro výpočet váženého průměru	60
Tabulka 5 Pokračování předchozí tabulky	61
Tabulka 6 Pokračování předchozí tabulky	62

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Obr.	Obrázek
TP	Technické podmínky
MHD	Městská hromadná doprava
ČSN	Česká technická norma
EN	European Norm
ČR	Česká republika
ID	Identification
GIS	Geographic Information Systém
SQL	Structured Query Language
PDF	Portable Document Format

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: SAATYHO METODA

Elektronické přílohy:

Příloha P II: Program ArcGIS s jednotlivými vrstvami (diplomka.aprx)

Příloha III: Excelovský program s analýzou dopravních nehod na třídě Tomáše Bati
(ExcelAnalýzaNehod.xlsx)

PŘÍLOHA P I: SAATYHO METODA

Kritéria	Závažnost nehody 1b	Typ účastníků 2b	Zavinění nehody 3b	Věk viníka nehody 4b
Závažnost nehody 1b	1,00	3,00	9,00	5,00
Typ účastníků 2b	0,33	1,00	9,00	7,00
Zavinění nehody 3b	0,11	0,11	1,00	0,20
Věk viníka nehody 4b	0,20	0,14	5,00	1,00
Typ komunikace 5b	0,20	0,20	5,00	0,20
Přechod pro chodce 6b	0,33	0,33	7,00	0,33
Úprava provozu 7b	0,20	0,20	5,00	0,33
Viditelnost/podmínky 8b	0,20	0,33	5,00	0,33
Stav povrchu 9b	0,20	0,33	3,00	0,20
Denní doba 10b	0,20	0,20	3,00	0,33
Čas 11b	0,20	0,20	3,00	0,20

Typ komunikace 5b	Přechod pro chodce 6b	Úprava provozu 7b	Viditelnost/podmínky 8b
5,00	3,00	5,00	5,00
5,00	3,00	5,00	3,00
0,20	0,14	0,20	0,20
5,00	3,00	3,00	3,00
1,00	0,33	3,00	0,33
3,00	1,00	5,00	3,00
0,33	0,20	1,00	3,00
3,00	0,33	0,33	1,00
0,33	0,33	3,00	0,33
5,00	0,33	0,33	0,33
2,00	0,33	0,33	0,33

Stav povrchu 9b	Denní doba 10b	Čas 11b	Geometrický průměr	Normované váhy
5,00	5,00	5,00	4,15	0,27
3,00	5,00	5,00	3,20	0,21
0,33	0,33	0,33	0,23	0,02
5,00	3,00	5,00	1,94	0,13
3,00	0,20	0,20	0,56	0,04
3,00	3,00	3,00	1,69	0,11
0,33	3,00	3,00	0,75	0,05
3,00	3,00	3,00	1,00	0,07
1,00	3,00	3,00	0,75	0,05
0,33	1,00	3,00	0,64	0,04
0,33	0,33	1,00	0,46	0,03
		Suma	15,35	1,00