

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Využití GIS v oblasti bezpečnosti silničního provozu

Jiří Vrba

**Bakalářská práce
2014**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří Vrba
Osobní číslo: E10584
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Informatika ve veřejné správě
Název tématu: Využití GIS v oblasti bezpečnosti silničního provozu
Zadávací katedra: Ústav systémového inženýrství a informatiky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce: popsat a zhodnotit, ve kterých oblastech bezpečnosti silničního provozu (a k jakým účelům) jsou v současnosti využívány v ČR i v zahraničí nástroje GIS. Součástí práce bude též nástin perspektiv vývoje využití GIS v uvedené oblasti.

Náplň práce:

1. Vymezení základních pojmů
2. Současná situace využití GIS v oblasti bezpečnosti silničního provozu
3. Možnosti využití GIS v blízké budoucnosti v oblasti bezpečnosti silničního provozu

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] HENSHER, David. Handbook of Transport Geography and Spatial Systems. Emerald Group Pub Limited, 2004. ISBN 978-0-080-44108-5
- [2] MILLER, Harvey a Shih-Lung SHAW. Geographic Information Systems for Transportation: Principles and Applications. Oxford University Press, 2001. ISBN-13: 978-0-195-12394-4
- [3] SHEKHAR, Shashi a Xiong HUI. Encyclopedia of GIS. Boston, MA: Springer, 2008. ISBN 978-0-387-30858-6
- [4] THILL, Jean-Claude. Geographic Information Systems in Transportation Research. Elsevier Science (Pergamon), 2000. ISBN 978-0-080-43630-2



Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Kořínek

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2014**



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.



prof. Ing. Jan Čapek, CSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 30. září 2013

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12. 8. 2014

Jiří Vrba

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Tomáši Kořínkovi za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi velice pomohly při zpracování bakalářské práce. Také bych rád poděkoval své rodině a kolegům v zaměstnání, kteří mi vždy vyšli vstříc.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá využitím nástrojů systémů GIS v oblasti bezpečnosti silničního provozu. Vymezuje základní pojmy z oborů geografických informačních systémů a silniční dopravy, popisuje současnou situaci a nastiňuje perspektivy vývoje využití nástrojů GIS v oblasti bezpečnosti silničního provozu v budoucnu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Silniční doprava, bezpečnost silničního provozu, GIS, prostorové analýzy, GPS

TITLE

The usage of GIS in a sphere of road traffic safety.

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the current usage of GIS tools in a sphere of road traffic safety. It defines the basic concepts of the fields of geographic information systems and road transport, describes current situation and explores the possibilities of future progression of the usage of GIS tools in a sphere of road traffic safety.

KEYWORDS

Road transport, road traffic safety, GIS, spatial analysis, GPS

OBSAH

ÚVOD	10
1 SILNIČNÍ DOPRAVA A BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU.....	11
1.1 SILNIČNÍ DOPRAVA	11
1.2 BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU	12
1.2.1 Dopravní výchova.....	13
1.2.2 Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011–2020	14
2 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY A JEJICH VYUŽITÍ V OBLASTI SILNIČNÍ DOPRAVY.....	15
2.1 HISTORIE VYUŽITÍ GIS V OBLASTI DOPRAVY	15
2.2 UŽIVATELE GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU	15
2.3 GIS	17
2.4 PROSTOROVÉ ANALÝZY	17
2.4.1 Dotazy na databázi.....	18
2.4.2 Mapová algebra	19
2.4.3 Vzdálenostní analýzy.....	20
2.4.4 Analýzy sítí.....	20
3 SOUČASNÁ SITUACE NÁSTROJŮ GIS V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU	22
3.1 GLOBÁLNÍ POLOHOVACÍ A NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉMY	22
3.1.1 GPS.....	23
3.1.2 GLONASS.....	23
3.1.3 Galileo	24
3.1.4 Využití globálních polohovacích a navigačních satelitních systémů v oblasti bezpečnosti silničního provozu.....	24
3.1.4.1 GPS navigace	24
3.1.4.2 GPS sledování	25
3.2 SLUŽBA RDS-TMC	26
3.3 JEDNOTNÝ SYSTÉM DOPRAVNÍCH INFORMACÍ PRO ČR	27
3.4 NEHODOVÁ MÍSTA	29
3.5 PROJEKT TRISK	31
3.6 PROJEKT BIOTRA.....	33
3.7 DALŠÍ MOŽNÉ VYUŽITÍ GIS V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU	35
4 BUDOUCÍ SITUACE NÁSTROJŮ GIS V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU	37
4.1 GLOBÁLNÍ POLOHOVACÍ A NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM GALILEO	37
4.2 SYSTÉM ECALL	38
4.3 AMERICKÝ NÁRODNÍ PROGRAM SAFE ROUTES TO SCHOOL	40
4.4 PROJEKT GOOGLE STREET VIEW SLEUTH	41
ZÁVĚR.....	43
POUŽITÁ LITERATURA	45

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1: GPS sledování vozidla	26
Obrázek 2: Světové pokrytí službou RDS-TMC	27
Obrázek 3: Dopravní nehoda v ulici S. K. Neumanna	29
Obrázek 4: Nehodová lokalita křižovatky ulic Hradecká a Bělehradská	30
Obrázek 5: Detail nehodové lokality	31
Obrázek 6: Poškození komunikace č. 297	33
Obrázek 7: Pásmo ohrožení a hodnoty normovaných frekvencí zasažení dílčích ploch při transportu 20t čpavku po trase Držkov – Plavy.....	34
Obrázek 8: Schéma systému eCall	39
Obrázek 9: Světové pokrytí službou Google Street View	42

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

3D	Trojrozměrný
3G	Mobilní telekomunikační technologie 3. generace
BART	Bay Area Rapid Transit
BESIP	Bezpečnost silničního provozu
FM	Frekvenční modulace
GIS	Geografický informační systém
GNSS	Globální polohovací a navigační satelitní systémy
GPS	Global positioning systém
GSM	Global system for mobile communications
ID	Identifikátor
IZS	Integrovaný záchranný systém
JSDI	Jednotný systém dopravních informací pro ČR
NDIC	Národní dopravní informační centrum
RDS-TMC	Radio data system-traffic message channel
SIM	Subscriber identity module
SMS	Short message service

ÚVOD

V dnešní době si svět bez dopravy lze jen těžko představit. Doprava, jakožto služba terciárního sektoru, zasahuje prakticky do všech oborů lidské činnosti a velmi výrazně ovlivňuje celosvětovou společnost. Bez fungující dopravy by došlo k okamžitému zhroutilí tržního systému, jelikož by se vyrobené hmotné statky staly bezúčelnými a lidé by bez cestování nemohli uspokojit své potřeby. S historickým rozvojem dopravy se začala objevovat také její rizika, která jsou pochopitelně nežádoucím jevem, neboť mohou způsobit škody jak materiální, tak na lidském zdraví či lidských životech. Člověk, poháněný pudem sebezáchovy, si samozřejmě klade za cíl tato rizika minimalizovat a zvýšit tak svoji bezpečnost.

Nejvyužívanějším typem dopravy je silniční doprava, se kterou se setkáváme denně, ať už je to během dojíždění do zaměstnání či vzdělávacích institucí nebo během volného času. Se vzrůstající frekvencí využívání tohoto typu dopravy roste také frekvence možných rizik, kterým jsme vystavováni. V moderním světě lze těmto nebezpečím předcházet mnoha způsoby. Jedním ze způsobů může být využívání nástrojů geografických informačních systémů (GIS), které svými funkcemi mohou bezpečnost silničního provozu výrazně zvýšit.

V současné době má užívání nástrojů geografických informačních systémů především informativní charakter. Jejich úkolem je účastníky silničního provozu, ať už před cestou nebo během ní, co nejpřesněji upozorňovat na možná rizika. V tomto směru se nepostradatelnou součástí stalo přesné určování polohy pomocí globálních polohovacích a navigačních satelitních systémů. Nástroje GIS jsou však také používány při tvorbě analýz nad shromážděnými daty, čímž pomáhají zabránit vzniku nebezpečných situací v oblasti silničního provozu. Jsou tak budovány bezpečnější dopravní komunikace, přesně stanovovány rychlostní limity, vhodně umísťováno dopravní značení a zohledňovány bezpečnostní podmínky pro snadno zranitelné účastníky silničního provozu, kterými jsou chodci a cyklisté.

V horizontu několika desítek let se předpokládá výrazné zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích, což povede ke snížení škod způsobených na majetku či lidském zdraví. Výrazným dílem k tomu přispějí nástroje geografických informačních systémů, díky nimž například bude doprava téměř automatizovaná. Dopravní prostředky budou neustále připojeny na virtuální dopravní síť obsahující aktualizované informace o dopravním dění a samy budou vyhodnocovat možnou míru rizika, na jejímž základě budou přijímat potřebná bezpečnostní opatření. Tato doba je však stále ještě daleko a proto se aktuální vývoj nástrojů GIS soustředí především na zefektivnění již zaběhnutých postupů.

1 SILNIČNÍ DOPRAVA A BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU

S rozvojem civilizace je neodmyslitelně spjat také rozvoj dopravy. Doprava ve velké míře zpřístupnila lidem svět a stala se nevyhnutelnou součástí jejich každodenního života. V dnešní době je hlavním určujícím faktorem a její zastavení by vedlo ke kolapsu. Miliony lidí by okamžitě byly bez tepla, energie a dalších neoddělitelných součástí lidské existence. Život by se navrátil o tisíc let nazpět. [1]

Doprava uspokojuje nejen potřeby přemísťování z místa na místo, ale jejím prostřednictvím se uskutečňují také materiálové toky mezi výrobou a spotřebou, mezi průmyslem a zemědělstvím, mezi oblastmi a státy. Nutnost přemísťování vyplývá z nejrůznějších příčin, z nichž nejdůležitější je zabezpečení trvalého rozvoje národního hospodářství státu. Drtivá většina výrobků by byla bezúčelných, kdybychom je nedopravili na místo, kde mají být a budou užitečně zpracovány. [1]

Obecná definice dopravy zní takto: „Doprava je jakékoliv přemístění osob či hmotných statků, provedené buď vlastní silou, nebo silou zprostředkovanou.“ Z ekonomického hlediska lze dopravu definovat jako specifickou lidskou činnost, kterou se provádí cílevědomé přemístění osob a hmotných statků, které se svými nehmotnými efekty projevují v sociologicko-ekonomickém systému společnosti. Podle přepravovaných předmětů se doprava dělí na dopravu osob a dopravu nákladů. [1]

Dopravu lze klasifikovat podle různých hledisek [1]:

- podle dopravních cest (silniční, železniční, letecká, námořní, ...),
- podle dopravních prostředků (pěší, cyklistická, automobilová, autobusová, ...),
- podle prostředí (pozemní, podzemní, vodní, vzdušná, meziplanetární).

Cílem této práce je přiblížit danou problematiku zejména z hlediska silniční dopravy.

1.1 Silniční doprava

Historie silniční dopravy a výstavby veřejné komunikační sítě, je stejně stará jako historie stavby měst, protože ulice, náměstí a veřejné prostory odedávna sloužily k dopravě osob a nákladů. Silniční doprava využívající již dopravních prostředků jako jsou např. automobily, však patří k nejmladším a zároveň nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím dopravy. Díky svým přednostem (operativnosti a rychlosti) úspěšně konkuruje některým starším odvětvím dopravy, především dopravě železniční. [2]

Ve světovém dopravním systému zajišťuje přepravu nákladů a osob převážně na krátké vzdálenosti a má rozhodující podíl na objemu světové nákladní i osobní přepravy. Ve vyspělých zemích tvoří důležitý článek v systému tzv. „kombinované přepravy“, v němž navazuje na ostatní odvětví dopravy. V rozvojových zemích někdy představuje jediný moderní způsob pevninské dopravy, což se týká některých afrických a asijských zemí, v nichž chybí železniční síť. [2]

Rozvoj silniční dopravy je provázen stálým růstem světové silniční sítě. Její délka se v posledních letech více než zdvojnásobila, přičemž se změnila i její kvalita. Výstavba silnic je ovlivňována přírodními podmínkami mnohem méně než stavby železničních tratí. Nepříznivý je však vliv klimatických podmínek, zejména na vlastní automobilový provoz. [2]

Vozidla se od roku 1905 začala vyrábět po celém světě a začala tak hromadná velkovýroba. Další roky znamenaly objevování nedokonalých prvků a nahrazování prvky lepšími a kvalitnějšími, které by měly největší vliv hlavně na bezpečnost jízdy a komfort. Největšími změnami prošel bezesporu automobilový motor. Od svého vzniku před více než sto lety se automobilový motor změnil natolik, že by ho jeho tvůrci pravděpodobně nepoznali. V dnešních automobilech se už z velké části vyskytuje čtyřtákní motor chlazený vodou. Vývoj dospěl tak daleko, že spalovací prostor motoru, sací a výfukové potrubí, jako i ventily umožňují nejhospodárnější a nejčistší spalování. Zvýšil se i kompresní poměr. To však zapříčinilo intenzivnější a hlavně nežádoucí znečišťování ovzduší výfukovými plyny. [1]

Automobily tak mají značný podíl na znečišťování životního prostředí. Proto se ve vyspělých státech prosazují jiné druhy hromadné dopravy, např. rychlíkové elektrické železnice nového typu (např. síť BART obsluhující města zálivu San Francisco v USA). Z obdobného důvodu vznikla např. kombinovaná přeprava, která spojuje výhody přepravy silniční a železniční a kromě energetických úspor dochází ke zmenšení ekologické zátěže při přepravě automobilů vlakem a snížení energetické náročnosti. Obdobně lze v řadě zemí při delších cestách osobním automobilem využít výhody železniční přepravy. Takový způsob je například již delší dobu využíván při průjezdu Alpami na cestách mezi Francií, Švýcarskem, SRN, Rakouskem a Itálií. [2]

1.2 Bezpečnost silničního provozu

Silniční doprava je nejméně bezpečným odvětvím dopravy, vyznačuje se nejvyšší nehodovostí a je tak důležitým tématem ve většině světových zemí. Bezpečnost silničního

provozu zasahuje do velkého množství oblastí. Mohou jimi být například vzdělávání obyvatelstva, školení řidičů, reklamní kampaně, ale i rozvoj automobilového strojírenství. V dnešní době je kladen velký důraz na rozvoj technologií, které zajistí zvýšení bezpečnosti všech účastníků dopravní nehody pomocí aktivních i pasivních ochranných prvků vozidla a minimalizují tak jakékoliv způsobené škody. [3]

Bezpečnost silničního provozu zahrnuje tři hlavní součásti: silniční systém, prvek vozidla a lidský faktor, které jsou navzájem tak propojené, že je velice těžké jim správně porozumět. Tím jsou zpravidla pověřené příslušné orgány státní správy, které mají za úkol snažit se minimalizovat nežádoucí dopady způsobené silničním provozem. [3]

Hlavním koordinačním subjektem bezpečnosti silničního provozu v České republice je BESIP. Jedná se o samostatné oddělení Ministerstva dopravy ČR, které provádí prevenci v oblasti bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. BESIP je expertním orgánem v oblasti působení na lidského činitele preventivními aktivitami ve formě celostátních kampaní, dopravní výchovy a rozšiřování informací o osvědčených postupech v této oblasti. [4]

1.2.1 Dopravní výchova

Mezi klíčové aktivity v oblasti bezpečnosti silničního provozu dlouhodobě patří dopravní výchova. Od září 2013 povinně vstupuje prostřednictvím školních vzdělávacích programů do výuky na všech základních školách v ČR, a to na prvním i druhém stupni. Zvyšování ochrany života dětí v silničním provozu je jednou z priorit dopravní politiky Ministerstva dopravy ČR. Dopravní výchova je zaměřena na předávání jak teoretických znalostí, tak praktických dovedností dětem. Kvalitně pojatá dopravní výchova hraje významnou roli při budování hodnotového žebříčku dětí a mladých lidí a zásadně ovlivňuje postoje všech budoucích účastníků silničního provozu. [5]

Rada vlády ČR pro bezpečnost silničního provozu vyhlašuje celostátní programy ke zvýšení účinnosti dopravní výchovy. Jedním z nich je Tematický plán dopravní výchovy, který systematicky nastiňuje teoretickou a následně i praktickou výuku mladých cyklistů na dopravních hřištích. [5]

Ministerstvo dopravy – BESIP usiluje o co možná největší zapojení škol a žáků 4. tříd do výuky dopravní výchovy na dětských dopravních hřištích. Dopravní výchova se skládá z 5 hodin teoretické výuky, kterou děti mohou absolvovat s lektorem dopravní výchovy přímo ve škole nebo na dopravním hřišti. Následuje dalších 5 hodin věnovaných praktickému

výcviku na dětském dopravním hřišti. Tato aktivita je zakončena zkouškou, přičemž ti žáci, kteří uspějí v závěrečném testu a jízdě po dopravním hřišti, získají tzv. „Průkaz cyklisty“. [5]

BESIP připravil pro žáky i pedagogy ucelenou řadu výukových materiálů a pomůcek, včetně nastínění variabilních výukových metod a forem, které mohou školy při implementaci dopravní výchovy do svých školních vzdělávacích programů zakomponovat. [5]

1.2.2 Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011–2020

Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011–2020 si klade za cíl do roku 2020 počet usmrcených v silničním provozu na území České republiky snížit na úroveň průměru evropských zemí a dále pak o 40% snížit počet těžce zraněných. Jedná se o ambiciózní cíl, jehož dosažení výrazně sníží následky dopravních nehod, fyzické a duševní útrapy přímých účastníků i jejich blízkých. Dopravní nehody ovšem mají kromě ryze lidského rozměru i dimenzi ekonomickou, a tak s sebou citelné snížení nehod v silničním provozu nese i nemalé celospolečenské úspory. [6]

Česká republika se přijetím Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období let 2011–2020 připojila k zemím, jejichž obyvatelé projeví vůli bojovat s novodobou celosvětovou epidemií, epidemií závažných následků dopravní nehodovosti. Zásadní podmínkou pro úspěšné splnění cílů nové Strategie je, aby se bezpečnost silničního provozu stala právem i zodpovědností každého z nás. [6]

Zkušenosti z minulosti ukázaly na potřebu cíleného oslovení širokého spektra subjektů a vymezení jasného prostoru pro jejich spolupráci. Strategie proto vytváří podmínky pro širší zapojení dalších resortů i všech ostatních subjektů, které mohou svou činností bezpečnost silničního provozu ovlivnit. Cestou k tomu je nalezení společných charakteristik zúčastněných subjektů, vymezení jejich zapojení do plnění úkolů daných strategií a specifikovat jejich činnosti v příslušném akčním programu. [7]

K tomu, aby se nová strategie stala pro příští dekádu skutečně efektivním nástrojem pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu, je ovšem třeba účinným způsobem zapojit nejen veškeré zainteresované subjekty, ale i všechny další účastníky silničního provozu. [7]

2 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY A JEJICH VYUŽITÍ V OBLASTI SILNIČNÍ DOPRAVY

Z pohledu oblasti silniční dopravy jsou dnes geografické informační systémy nepostradatelné. Zajišťují informace, jakými jsou přesná silniční síť, lokalizace dopravních nehod nebo monitoring aktuální dopravní situace. Výsledkem je poté efektivnější řízení provozu, snížení možných rizik na dopravních komunikacích a informovanost veřejnosti. [8]

2.1 Historie využití GIS v oblasti dopravy

Není zcela zřejmé, kdy byl poprvé použit termín geografický informační systém, ale jisté je, že počáteční impuls vývoje těchto systémů vzešel od skupiny studentů, kteří na konci 50. let 20. století absolvovali své vzdělání na Washingtonské univerzitě v oboru kvantitativní geografie. Jedním z nich byl Duane Marble, který vyvinul primitivní formu GIS sloužící jako podpora při dopravních studiích v oblasti Chicaga. [9]

První propojení geografických informačních systémů a oblasti dopravy tak spadá už do 60. let 20. století. Ovšem teprve na konci 80. let 20. století se využívání GIS poprvé plnohodnotně rozšířilo do probíhajících dopravních výzkumů, a také se začaly využívat v řízení dopravy. Vzhledem ke specifickým požadavkům dopravních aplikací a dosti pozdního přijetí této informační technologie v oblasti dopravy, byl rozvoj směřován především k posílení a rozšíření stávajících systémových přístupů, aby mohlo dojít k plnému využití potenciálu geografických informačních systémů. Dnes už jsou díky svým nástrojům geografické informační systémy v oblasti dopravy takřka nepostradatelné. [10]

2.2 Uživatelé geografických informačních systémů v oblasti bezpečnosti silničního provozu

Díky široké dostupnosti levných bezdrátových komunikačních systémů, příslušné informační toky stále a plynule dodávají znalosti a informace odpovídajícím uživatelům z dostupných a relevantních zdrojů. Distribuované sledování provozních podmínek umožňuje zaznamenání všech dopravních událostí (např. mimořádná událost, nehoda nebo kolona pomalu jedoucích vozidel), jejich odpovídající zpracování v informačním modelu reálného světa a jejich šíření v reálném čase k uživatelům dopravního systému. [11]

Poptávka mobility od přelomu století nadále stoupá. Průměrná rychlost přesunu, zejména v městských oblastech, je stále poměrně nízká, ale odhad doby jízdy je mnohem přesnější

a spolehlivější. To umožňuje uživatelům vybrat si způsob svého cestování s ohledem na jejich potřeby z hlediska času, flexibility, nákladů a dopadů na životní prostředí. [11]

Technologie vozidel se dále rozvíjejí. Velká část nových vozidel je kooperativních a přispívají k vytváření velmi přesných, aktuálních a kvalitních informací o provozu. Většina vozidel je vybavena automatickými systémy nouzového volání. Zabudované palubní systémy poskytují přístup k aplikacím přenosných zařízení a on-line službám spojených s bezpečností provozu, službám spojených s přesným navigováním a podpůrnými systémy, jež ulehčují orientaci v obtížných dopravních situacích, na křižovatkách a připojovacích pruzích a pomáhají se vyhnout potenciálně nebezpečným událostem, které vznikají z dopravních abnormalit a mimořádných situací. [11]

Řidiči všeobecně akceptují systémy podpory jízdy. Např. jízdu v rámci rychlostních limitů udržují prostřednictvím použití automatického adaptivního řízení rychlosti nebo prostřednictvím poskytování poradenství o doporučené rychlosti. Vozidlová regulace rychlosti má nejen uložené lokální omezení rychlosti, ale také umožňuje změny rychlosti vozidla spojené s bezpečnou vzdáleností. Poloautomatické řízení, nebo při specifických podmínkách plně automatické řízení, přispělo ke snížení počtu nehod, které se vztahují k selhání řidiče. [11]

Správci infrastruktury díky geografickým informačním systémům mohou plně kontrolovat provoz sítě a využití dopravních toků v real-time provozu při zajištění bezpečnosti, propustnosti a udržitelnosti ve všech systémových parametrech. Zvláštní pozornost je pak věnována managementu dopravní nehodovosti k udržení provozu sítě, jež předchází nehodovým událostem pomocí pokročilého řízení provozu v reálném čase. [11]

Bezpečnost silničního provozu se nadále řeší, ale míra rizika byla značně snížena u většiny skupin uživatelů, včetně zranitelných účastníků silničního provozu, jimiž jsou chodci či cyklisté. Snížená schopnost řízení, a to zejména pod vlivem alkoholu nebo drog, se stala téměř nemožná. Rychlostní limity jsou obecně respektovány z důvodu sofistikované koncepce zelených vln, dohledu a postihu. V horizontu 15 let by měla být inteligentní mobilita velmi blízko cílům, které byly stanoveny na přelomu století. Jde o nulový počet usmrcených v důsledku dopravy, minimální zpoždění v dopravním systému, dopady na životní prostředí blížící se nule a plně informovaní uživatelé dopravního systému. K tomuto úspěchu dojde především v důsledku vývoje plně integrované víceúčelové dopravní sítě, která zajistí efektivní a bezpečný pohyb osob a zboží. Partnerství všech zúčastněných subjektů, orgánů

veřejné správy, průmyslových podniků a dalších soukromých organizací, povede přes značné úsilí k dosažení výše uvedených cílů. [11]

2.3 GIS

Geografický informační systém spojuje jak hardware a software, tak především velice důležitá data, která tvoří samotné jádro celého informačního systému a využívají se zejména při provádění prostorových analýz.

Geografický informační systém umožňuje ukládat, spravovat a analyzovat prostorová data, což jsou data o geografické poloze prvků či jevů v území. Jelikož se většina objektů a jevů reálného světa vyskytuje na některém místě zemského povrchu nebo má vztah k některému místu na zemském povrchu a vzájemně se tyto objekty také ovlivňují, je proto znalost umístění a vzájemných prostorových souvislostí velmi významná a může sehrát důležitou roli v celé řadě oborů lidské činnosti. GIS zároveň dokáže prostorová data a prováděné analýzy zobrazit pomocí přehledného grafického výstupu – mapy. [12]

„Geografický informační systém je organizovaný souhrn počítačové techniky, programového vybavení, geografických dat a zaměstnanců navržený tak, aby mohl efektivně získávat, ukládat, aktualizovat, analyzovat, přenášet a zobrazovat všechny druhy geograficky vztahovaných informací.“ [12]

Výsledkem využití geografických informačních systémů v oblasti silničního provozu je efektivnější řízení provozu, snížení možných rizik na dopravních komunikacích a informovanost veřejnosti. GIS umožňuje například správu a modelování dopravní infrastruktury, monitoring sjízdnosti vozovek, uzavírek a dopravních nehod a ulehčuje rozhodování v mnoha oblastech, jakými mohou být správa komunikací, protože dopravní specialisté, kteří mají na starosti správu pozemních komunikací, potřebují efektivně plánovat, monitorovat a spravovat investice vložené do budování infrastruktury. Hlavně ale GIS pomáhá ve všech rozhodovacích procesech, ve vylepšení pracovních postupů (jako je určení dopravních uzavírek nebo oprav) a umožňuje také vykonávat analytické úlohy, které ulehčí práci v rozhodování, kam umístit dopravní značení, aby upozorňovaly například na nebezpečné úseky či maximální povolenou rychlost. [8],[13],[14]

2.4 Prostorové analýzy

Prostorové analýzy, které jsou dostupné právě v GIS, umožňují pomocí zavedených metod provádět operace s daty, jež jsou založeny na geometrických vlastnostech zkoumaných prvků

a zabývají se zpracováváním vztahů mezi uspořádáním objektů a jejich atributy. Na rozdíl od jiných forem analýz vyžadují tedy prostorové analýzy atributová data i geografickou lokalizaci prvků. Pomocí těchto analýz lze řešit řadu rozdílných prostorových problémů a otázek – od průzkumu prostorových a časoprostorových shluků nehod, migrace obyvatelstva až po modelování socioekonomických trendů. Cílem je lépe porozumět zkoumané oblasti a snadněji předpovědět její následující vývoj. GIS lze tedy chápat jako prostředek pro podporu rozhodování s využitím statistických metod. [13],[15],[16]

„Prostorové analýzy jsou souborem technik pro analýzu a modelování lokalizovaných prvků, kde výsledky analýz závisí na prostorovém uspořádání těchto prvků a jejich vlastností.“ [16]

V geografickém informačním systému je obvykle dostupná velká řada nástrojů k realizaci metod, které se využívají při prostorových analýzách. Může jít o měření vzdálenosti a spojitosti, logické operace prováděné na základě atributů geoprvků, výběry na základě dotazování či charakteristiky okolí zkoumané oblasti. Dále jsou rozebrány pouze některé prostorové analýzy, které mají přímé využití v oblastech bezpečnosti silničního provozu. [15]

2.4.1 Dotazy na databázi

Hlavními úkoly práce s databázemi je prohledávání samotných dat, které jsou v databázi uloženy a zejména pak analýza nad vyhledanými údaji, která spočívá v odvození nových informací. [15]

Pomocí dotazování se vybírají údaje, které odpovídají specifickému kritériu nebo podmínce. Dotazovací operace má zpravidla tři hlavní součásti [17]:

1. Specifikace údajů, kterých se dotaz týká.
2. Formulaci podmínek, které musí údaje splňovat.
3. Instrukci, co se má na vybraných údajích vykonat.

Dotazy na databázi můžeme v GIS rozdělit na [15],[17]:

Atributový dotaz

Pracuje pouze s popisnými (atributovými) informacemi geoprvcu. Nejjednodušší variantou je identifikace geoprvcu na základě jeho jména nebo ID. Mnohem častější variantou je pak vyhledání geoprvků, jejichž atributy spadají do zadaného intervalu (využití matematických operátorů <, >, =, <=, >=, <>), mají zadané hodnoty nebo splňují logickou podmínku (využití logický operátorů AND, OR, NOT využívajících Booleovské logiky).

V případě vektorové reprezentace se nejprve zpracovávají data z atributových tabulek a poté je na jejich základě vykreslen výsledek. U rastrové reprezentace se zpracovávají údaje uložené v jednotlivých buňkách a dochází k vytvoření logických obrazů, kdy buňky splňující podmínku mají atribut 1 (pravda) a ostatní objekty mají atribut 0 (nepravda).

Pomocí tohoto dotazu můžeme určit například silnice první třídy, na kterých je dopravním značením omezená maximální rychlost na 70 km/h.

Prostorový dotaz

Pracuje s geometrickými vlastnostmi geoprvcu jako jsou tvar nebo plocha. Prostorový dotaz můžeme uskutečnit buď pomocí identifikace geoprvcu na základě jeho souřadnic nebo interaktivním vybráním pomocí kurzoru.

U vektorové reprezentace je vždy vybrán celý objekt a prostorový dotaz se řeší na základě zpracování dat z atributových tabulek. U rastrové reprezentace je vybírána vždy konkrétní buňka či skupina buněk a jejich atributová hodnota.

Díky tomuto dotazu je možné určit například názvy ulic.

Kombinovaný dotaz

Jedná se o kombinaci atributového a prostorového dotazu za použití topologických vztahů. K jejich využití můžeme použít jednu vrstvu nebo několik vrstev zároveň, což se nazývá topologické překrytí. Výsledkem těchto dotazů jsou nové geoprvky, jejichž atributy jsou kombinací atributů vstupních vrstev.

Pomocí tohoto dotazu můžeme označit například pás lesů, které je třeba vykácet při budování nové komunikace.

2.4.2 Mapová algebra

Místo topologického překrytí se u rastrových reprezentací používá nástroj zvaný mapová algebra. Je určený výhradně pro ně a pomocí jednoduchého programovacího jazyka umožňuje kombinovat rastrové vrstvy matematickými kombinacemi. Tento jazyk má objekty (rastry, tabulky), činnosti (vykonávají operace na objektech) a parametry (řídí, kde a jak se činnosti vykonávají). [15],[18]

Jako operátory výpočtů lze mezi dalšími použít aritmetické, logické, relační nebo statistické operátory (+, -, *, /, <, >, =, and, or, not, ...).

Funkce mapové algebry se dělí na [15],[18]:

- Lokální – provádí se na individuální hodnotě jedné buňky, nová hodnota vzniká z existující hodnoty v jedné či více vrstvách.
- Fokální – provádí se v určeném okolí buňky, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.
- Zonální – provádí se ve specifikované oblasti, nová hodnota vzniká ze zóny definované v jiné vrstvě.
- Globální – provádí se na všech buňkách vrstvy.

Mapovou algebru lze v oblasti bezpečnosti silničního provozu použít například při výpočtu maximální povolené rychlosti na nerovné silnici.

2.4.3 Vzdálenostní analýzy

Jedná se o na první pohled jednoduchou analýzu, která využívá pro vektorovou reprezentaci Eukleidovskou metriku a pro rastrovou reprezentaci Manhattan metriku. Ve spolupráci s mapovou algebrou nebo síťovou analýzou se však může rozvinout ve velice složitý nástroj. Avšak nedostatkem této analýzy může být měření vzdálenosti ve skutečném terénu s výraznými sklony svahů. Mezi dvěma body může nastat podstatný rozdíl vzdáleností, pokud vzdálenost budeme měřit po povrchu terénu nebo jejím průmětem. [15],[19]

Nejužívanějším nástrojem vzdálenostních analýz je tvorba tzv. obalových zón, které vytvoří polygon v určené vzdálenosti kolem specifikovaných bodů, linií nebo polygonů. Tento nástroj je využitelný jak ve vektorové (vytvoření polygonu), tak v rastrové reprezentaci (označeny všechny buňky, které mají menší než definovanou vzdálenost). [15],[19]

Jako příklad využití této analýzy může být výpočet ohrožené oblasti kolem komunikace, po které je přepravován nebezpečný chemický materiál. Výpočet určí, které oblasti by mohly být v případě dopravní nehody kontaminovány.

2.4.4 Analýzy sítí

Síť je tvořena orientovaným grafem, který se skládá z uzlů (průsečíků) a hran (linií). Tato analýza je proto použitelná pouze ve vektorové reprezentaci a její podstatou je opět hledání nejkratší vzdálenosti. [20]

Před samotným použitím síťových analýz je třeba vytvořit všechny datové struktury, které jsou pro pozdější analýzy nutné. Je třeba získat topologicky čistou liniiovou vrstvu, která splňuje konektivitu a má definovaná pravidla, podle kterých je dané, jak je možné se mezi

jednotlivými uzly pohybovat. Jedná se především o uzlová pravidla, která definují směr pohybu uzlem (např. zákaz odbočení v dané křižovatce) a hranová pravidla, která definují směr a rychlost pohybu po hraně (např. určení jednosměrné ulice s maximální povolenou rychlostí). Tato pravidla jsou obvykle uložena v atributových tabulkách. [20]

Pomocí této analýzy tak lze řešit mnoho problémů nastalých ve skutečných situacích a umožní tak ulehčit rozhodovací procesy. Příkladem může být hledání optimální trasy pro řidiče, který se chce vyhnout nebezpečným nehodovým úsekům. V případě dopravní nehody vyslání záchranné služby z nejbližšího zdravotnického zařízení a vyhledání nejrychlejší cesty k místu dopravní nehody. S čímž souvisí další příklad využití této analýzy – definování izochronů (čáry spojující místa se stejným časem), které mohou sloužit ke strategickému a rovnoměrnému vybudování stanovišť záchranné služby, aby svým včasným příjezdem pokryla dopravní nehody, které mohou nastat kdekoliv ve městě. Pomocí této analýzy lze vyhledat také konektivitu, která v případě vyhoření transformátoru určí, které elektrické vedení je bez proudu a dopravní bezpečnost je ohrožena nedostatečným pouličním osvětlením. [20]

3 SOUČASNÁ SITUACE NÁSTROJŮ GIS V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU

Nástroje geografických informačních systémů v současné době všem uživatelům silničního provozu velice pomáhají. Leckdo už by si uměl představit situaci, kdy se vydá na cestu do zahraničí bez bližšího prozkoumání zamýšlené cesty. Obzvláště se však dbá na informovanost v reálném čase, aby byl řidič co nejlépe seznámen o nastalých dopravních změnách, které by mohly mít přímý negativní dopad ovlivňující jeho bezpečnost. To je docíleno stanovením co nejpřesnější aktuální polohy, která je určována pomocí globálních polohovacích a navigačních satelitních systémů. Další nástroje mají především preventivní charakter, který má zabránit vzniku škod na životech, zdraví i majetku.

3.1 Globální polohovací a navigační satelitní systémy

Globální polohovací a navigační satelitní systémy (GNSS) jsou družicové radiové systémy, které slouží ke stanovení geografické pozice a navigování uživateleho přijímače kdekoliv na světě. V současné době jsou v plné činnosti dva systémy, a to americký GPS (Global positioning system) a ruský GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema). Evropskou alternativou těchto systémů je plánovaný systém Galileo, který je v současné době postupně uváděn do provozu. [21],[22]

Struktura většiny GNSS je obdobná a liší se v zásadě pouze v technických detailech. Lze ji rozdělit na tři základní složky: kosmický, řídicí a uživatelský segment.

Kosmický segment – zahrnuje aktivní umělé družice Země, jejichž poloha je kontinuálně určována v jednotné celosvětové geocentrické souřadnicové soustavě. Družice obíhají po téměř kruhových drahách ve výšce cca 20 000 km nad Zemí tak, aby se vždy alespoň čtyři z nich nacházely minimálně 15° nad obzorem. Každá družice je vybavena přijímačem, vysílačem a atomovými hodinami. Elektrickou energii získává pomocí solárních panelů a svou polohu je schopna korigovat pomocí raketových motorů. [21],[22]

Řídicí segment – skládá se z hlavní kontrolní stanice a monitorovacích stanic umístěných kolem rovníku. Segment zajišťuje, že dráhy satelitů a chod hodin je v přijatelných mezích. Stanice umístěné kolem rovníku, které kontrolují a řídí družice, jsou vybaveny vysílacími anténami. Zpráva vysílaná řídicím segmentem obsahuje funkci určující dráhu každého satelitu a předpověď dráhy na následujících 24 hodin. Obsahuje údaje o kalibraci a synchronizaci družicových hodin. Každý satelit vysílá vlastní signál. [21]

Uživatelský segment – zahrnuje pozemní přijímače schopné přijímat a zpracovávat družicové GNSS signály. [22]

Systém je založen na stanovení vzdálenosti mezi vysílačem na satelitu a uživatelským přijímačem na základě měření časového intervalu mezi vysláním a přijetím signálu. Do vysílaného signálu jsou vloženy informace, ze kterého satelitu a kdy byl signál vyslán. Uvedené přijímané informace jsou zpracovávány v mikropočítači přijímače. V jeho paměti jsou uložena data o dráze a pohybu všech družic daného systému, která jsou minimálně každých dvanáct hodin zpřesňována pomocí korekcí stanovených na základě měření na pozemních monitorovacích stanicích. [21]

3.1.1 GPS

GPS (Global positioning system), známý i pod názvem NAVSTAR (Navigation system using time and ranging), je dálkoměrný systém pro stanovení polohy a času na zemském povrchu a v přilehlém prostoru, který se skládá z kosmického, řídicího a uživatelského segmentu. Je celosvětově používán a plně funkční od roku 1995. Systém je schopen průběžně poskytovat signály, které po zpracování v přijímači určí prostorovou polohu a přesný čas. Tento radionavigační systém je provozován vzdušnými silami USA a řízen vládou USA. Je určen jak pro vojenské, tak civilní použití. [21]

Kosmický segment je tvořen 28 (z toho 4 záložními) cca 900 kg těžkými satelity na šesti oběžných drahách ve výšce cca 20200 km. Doba oběhu je přibližně 11 hodin 58 minut. Pro určení polohy v prostoru a času je nutno přijímat signály minimálně ze 4 družic. [21]

Uživatelský segment je tvořen pasivními GPS přijímači, které poskytují uživatelům údaje o poloze, rychlosti a čase. Tyto přijímače jsou vyráběny pro různá použití (civilní i vojenská) a v různém provedení. [21]

3.1.2 GLONASS

GLONASS je také satelitový radionavigační systém, zajišťující pro uživatele stanovení prostorové polohy, rychlosti a času kdekoliv na povrchu Země a v přilehlém prostoru, je však řízen vládou Ruské federace. [21]

Kosmický segment systému je tvořen 24 satelity, které jsou rovnoměrně rozmístěny na třech orbitálních kruhových drahách 19100 km nad Zemí. Oblet trvá 11 hodin a 15 minut. Takovéto rozmístění zajišťuje, že je vždy alespoň 5 satelitů viditelných. Každý satelit vysílá radiový signál obsahující navigační zprávy. Kontrolní komplex sestává z kontrolního centra

v Krasnoznamensku a několika sledovacích stanic rozmístěných po celém Rusku. Velmi důležitá je synchronizace všech procesů, což zajišťuje centrální synchronizér, tj. velmi přesné vodíkové atomové hodiny v kontrolním centru. [21]

Uživatelský segment je podobně jako u systému GPS tvořen různými typy přijímačů, které poskytují uživatelům údaje o poloze, rychlosti a čase. [21]

3.1.3 Galileo

Galileo je globální družicový navigační systém, který by se v budoucnu měl stát alternativou k americkému, armádou kontrolovanému, systému GPS a ruskému systému GLONASS. Podrobněji o něm bude pohovořeno dále. [21]

Technologie globálních polohovacích a navigačních systémů se využívá ve velice širokém spektru činností. Od počátečního využití ve vojenství se jejich využití velmi rychle rozšířilo do civilního sektoru, např. pro navigaci letadel, lodí a pozemních dopravních prostředků, pro řízení průmyslových a zemědělských dopravních a technologických zařízení, do telekomunikačních služeb, rekreačních a sportovních aktivit atd. [21]

3.1.4 Využití globálních polohovacích a navigačních satelitních systémů v oblasti bezpečnosti silničního provozu

3.1.4.1 GPS navigace

Všichni, kdo často cestují automobilem, si dnes již asi nedokážou představit, že by vyjeli do neznáma bez GPS navigace. Tato užitečná technologie v řadě případů zcela nahradila papírové autoatlasy. Vyhledat tu nejrychlejší, nejkratší nebo nejbezpečnější cestu a dostat se tak co nejpříhodněji k jejímu cíli je u navigací považováno za zcela samozřejmé. Dříve velké a zabudované navigační systémy dnes ve většině případů nahradily malé lehké přenosné přístroje, které obsahují stále více funkcí. Na přístroji tak můžeme například vyhledat tzv. zajímavá místa, jako jsou nemocnice, lékárny, čerpací stanice, parkoviště, restaurace, hotely apod., prakticky po celém světě. [23]

Dnešní GPS navigace nejsou již jen přístroji pro hledání té nejsprávnější cesty. Během jízdy můžete prostřednictvím navigačního přístroje přijímat telefonní hovory nebo si přečíst SMS zprávy, čímž výrazně snižujete riziko dopravní nehody způsobené manipulací s mobilním telefonem. Přístroje umožňují také prostřednictvím kamery sledování trasy v reálném čase a mohou pak upozornit na výstražné značky či omezení rychlosti. V současné době jsou některé navigace vybaveny on-line funkcemi. V přístroji je umístěna SIM karta,

kteřá umožňuje navigaci prostřednictvím GSM sítě spojením na internet a na specializované servery. Uživatel tak získává přesnější a rozsáhlejší dopravní informace, další informace například o aktuálním umístění radarů nebo počasí, které panuje na naplánované trase. V rámci sítě je pak možné také pro skupinu přátel aktivovat možnost sledování vzájemné polohy přímo na displeji. Kromě navigování cesty v mapě na obrazovce lze na navigačním přístroji aktivovat také navádění hlasem. GPS navigace tak akusticky dostatečně dopředu avizuje na případné změny směru jízdy, což výrazně méně odpoutává pozornost od dění na pozemní komunikaci a řidič se tak může plně a soustředěně věnovat řízení vozidla. [23]

Kvalita výpočtu trasy a úspěšné vyhledání cíle však přímo závisí na kvalitě a aktuálnosti mapových podkladů. Proto je naprosto nezbytné, aby byly mapové podklady pravidelně aktualizovány a nedocházelo tak k nežádoucím situacím v podobě špatného výpočtu trasy například nevyužitím nově zbudovaného obchvatu či vynuceným vjezdem do protisměru. [23]

3.1.4.2 GPS sledování

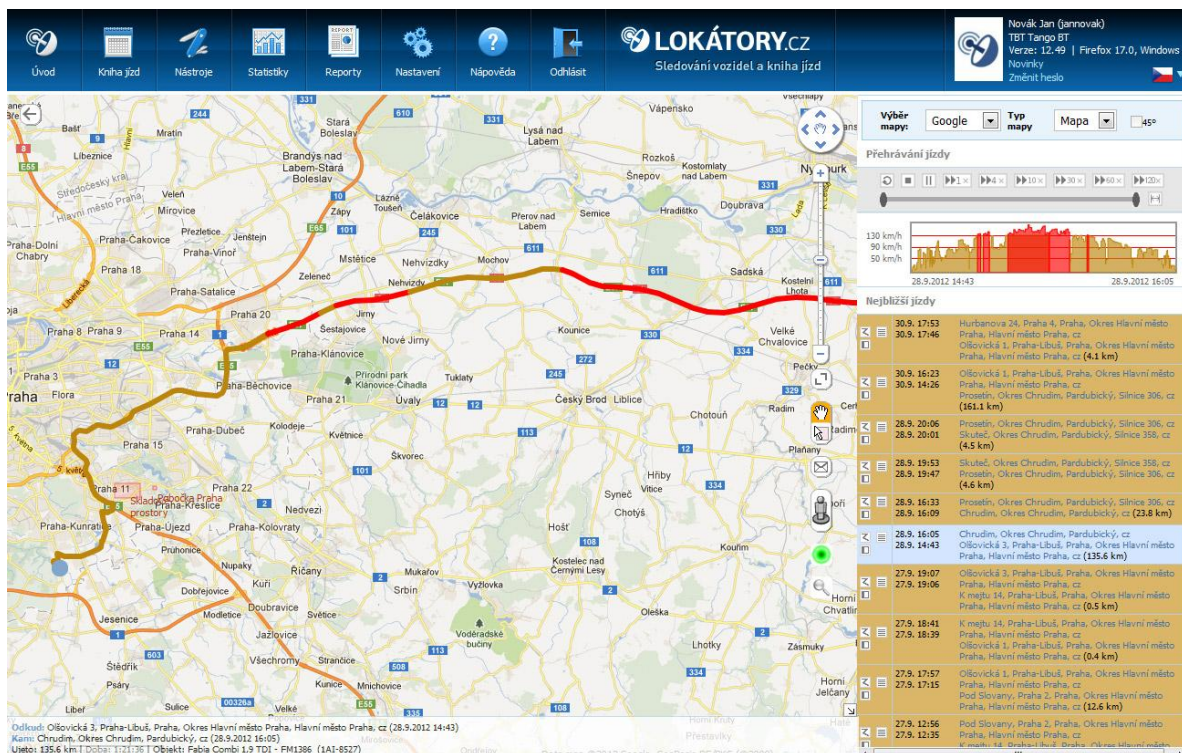
Mnoho internetových portálů nabízí své služby v podobě sledování automobilů jednotkou GPS a napomáhají tak v účinném boji proti odcizení či neoprávněné manipulaci vozidla. Tato technologie se využívá jak u osobních automobilů, tak především u automobilů nákladních. V případě neautorizované manipulace s vozidlem, ať už se jedná o jízdu se zapnutým zapalováním nebo odtažení vozidla, dokáže systém majitele vozidla okamžitě upozornit SMS zprávou nebo e-mailem. Po obdržení informace o neoprávněném pohybu vozidla se uživatel přihlásí do systému na internetovém portálu a okamžitě zjistí jeho přesnou aktuální polohu včetně historie pohybu. Pokud je vozidlo v pohybu, lze jej sledovat v reálném čase s pravidelnou aktualizací polohy v řádu několika sekund. [24]

Satelitní jednotky včetně antén se nejčastěji instalují skrytě do interiéru vozidla pod palubní desku, ale může být i jinde ve vozidle. K jednotce tedy nemá posádka vozidla přístup a její rychlá demontáž v případě odcizení není možná. Nainstalovaná GPS jednotka několikanásobně zvyšuje úroveň zabezpečení a šanci na navrácení odcizeného vozidla majiteli. [24]

Tento systém zpravidla vždy obsahuje také elektronickou knihu jízd, která jak zpětně, tak i v reálném čase může upozornit majitele firemního vozového parku na nebezpečné počínání řidičů v silničním provozu. Nejenom, že je zde přístupná historie pohybu, ale také například historie rychlosti jízdy, která upozorní na překročení maximální povolené rychlosti a pomůže tak majiteli přijmout vůči řidiči patřičná opatření. U profesionálních řidičů kamionů je možné sledovat i dobu povinného pravidelného odpočinku, což zajistí vzdálený dohled

nad dostatečnou odpočatostí řidiče a zmírní tak riziko dopravních nehod v podobě mikrospánku či nízké pozornosti věnované dopravní situaci. [24]

Jako příklad užití byla vybrána mapa, v níž je zobrazena historie jízdy vozidla s vyznačenými místy, kde byla překročena nastavená rychlost (Obrázek 1).



Obrázek 1: GPS sledování vozidla

Zdroj: [24]

3.2 Služba RDS-TMC

Téměř celosvětově rozšířená služba RDS-TMC (Radio data system-traffic message channel) zobrazuje aktuální dopravní informace v mapě navigačního přístroje přímo ve vozidle v průběhu cesty. Řidič je tak prakticky okamžitě informován o všech závažných dopravních událostech, které se na trase aktuálně vyskytují. [25]

Informace o dopravních nehodách, požárech vozidel, uzavírkách, překážkách provozu nebo sjízdnosti komunikací se prostřednictvím tísňového volání na linky IZS nebo prostřednictvím linky řidičů okamžitě dostávají na Národní dopravní informační centrum (NDIC), kde se bezodkladně zpracovávají a zařazují se do vysílání služby RDS-TMC společně s ostatními vysílanými dopravními informacemi. Dopravní informace z NDIC jsou do navigačního přístroje ve vozidle předávány v zakódované podobě (TMC) prostřednictvím neslyšitelného datového kanálu (RDS), který je přenášen v rámci modulace FM vysílání

konkrétní rozhlasové stanice. Informace jsou kódovány v mezinárodním protokolu Alert-C, který je jazykově nezávislý. Vysílání dynamických dopravních informací tak lze přijímat kdekoliv na světě. Podmínkou je ale pokrytí signálu RDS-TMC v daném místě (Obrázek 2). [25],[26]



Obrázek 2: Světové pokrytí službou RDS-TMC

Zdroj: [27]

Navigační přístroj datové informace RDS-TMC umí přijímat, dekódovat a zobrazovat v mapě na displeji přímo ve vozidle. Řidič tak může s využitím navigačního přístroje vyhledat vhodné objízdné trasy nebo se jinak rozhodnout na základě znalosti aktuální dopravní situace a bezpečně tak dojet do cíle své cesty. [25]

3.3 Jednotný systém dopravních informací pro ČR

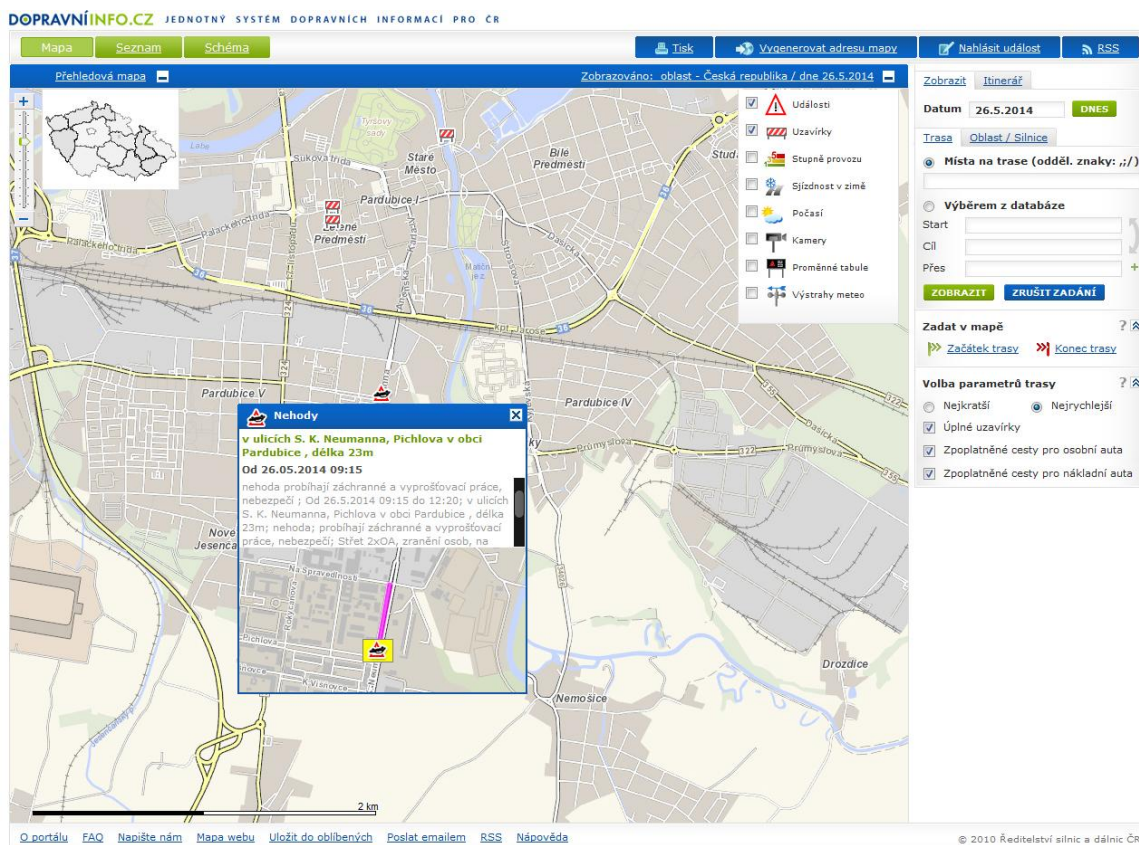
Na projektu Jednotný systém dopravních informací pro ČR (JSDI) se podílejí Ministerstvo dopravy ČR, Ministerstvo vnitra ČR, Ředitelství silnic a dálnic ČR a řada dalších orgánů, institucí a organizací veřejné správy, veřejné i privátní osoby a subjekty z celé České republiky. Jedná se o komplexní systémové prostředí pro sběr, zpracování, sdílení, distribuci a publikaci dopravních informací, které poskytuje dopravní data o aktuální dopravní situaci a informace o pozemních komunikacích. [28]

Hlavními funkcemi projektu Jednotný systém dopravních informací pro ČR je informační podpora procesů pro zajištění průjezdnosti a sjízdnosti sítí pozemních komunikací a zvýšení

bezpečnosti a plynulosti provozu. Systém JSDI dále zajišťuje průběžný, nepřetržitý sběr dopravních informací a dopravních dat o aktuální dopravní situaci, což zahrnuje veškeré jevy nebo události, které by mohly částečně nebo úplně omezit průjezdnost nebo sjízdnost sítě pozemních komunikací nebo by mohly ovlivnit plynulost a bezpečnost provozu. Systém zabezpečuje také vzájemnou koordinaci postupů a procesů během bezprostředního řešení a odstraňování následků jevů, které omezují silniční dopravu. Jedná se především o řešení dopravních nehod v místě události, průběžnou aktualizaci informací o události až do odstranění problému a obnovy provozu a sledování průběhu prací oprav a údržby komunikací. Vedlejším cílem JSDI je i analyzovat a navrhnout opatření, jež by trvale eliminovala příčiny vzniku omezujících událostí, jako je například identifikace nehodových lokalit nebo preventivní působení na řidiče v oblasti dodržování předpisů. [28]

Systém JSDI shromažďuje informace o aktuální dopravní situaci od běžné motoristické veřejnosti, dopravců, institucí veřejné správy, subjektů krizového řízení, médií, provozovatelů dopravních informačních služeb a dalších. Shromážděné informace jsou poté promítnuty do přehledného geografického informačního systému dostupného v internetovém prohlížeči, který poskytuje detaily o nastalých událostech. [28]

Jako příklad užití Jednotného systému dopravních informací pro ČR byla vybrána dopravní nehoda v ulici S. K. Neumanna v Pardubicích (Obrázek 3). Po kliknutí na ikonu zobrazené dopravní nehody systém nabídne další informace, jako je čas dopravní nehody a čas předpokládaného odstranění, délka a přesné umístění nehody a rozsah (v tomto případě se jedná o střet dvou osobních automobilů). Uvádí také zprávu o tom, zda jsou přítomné složky IZS a zda je komunikace průjezdná. [29]



Obrázek 3: Dopravní nehoda v ulici S. K. Neumanna

Zdroj: [29]

3.4 Nehodová místa

Nehodová místa je online aplikace, která je jedním z výstupů projektu výzkumu a vývoje Ministerstva dopravy ČR. Jde o informační systém, který je určen pro podporu rozhodování v oblasti bezpečnosti silničního provozu a jeho hlavním cílem je snížit výskyt dopravních nehod pomocí upozornění na častá nehodová místa. [30]

Aplikace Nehodová místa je určena pro využití široké veřejnosti a veřejné správy. Lokality s vyšší pravděpodobností výskytu dopravních nehod jsou vytvářeny jednou ročně vyhodnocováním záznamů dopravních nehod na základě těchto kritérií [30]:

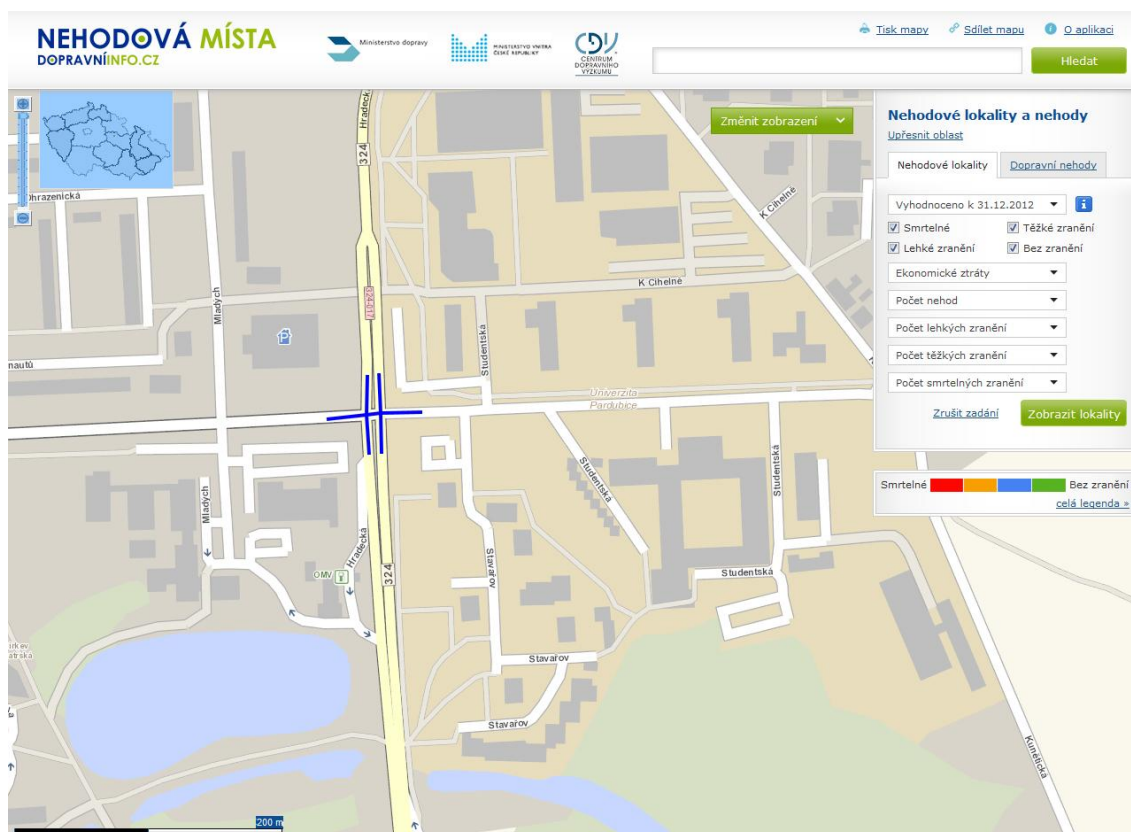
- nejméně 3 nehody s osobními následky za 1 rok,
- nejméně 3 nehody s osobními následky stejného typu za 3 roky,
- nejméně 5 nehod stejného typu za 1 rok.

Pro účely přesné lokalizace nehodových míst byl vytvořen a zaveden do běžné praxe jednotný postup digitální geografické lokalizace dopravních nehod. To znamená, že všechny výjezdové skupiny Policie ČR jsou vybaveny GPS a dalšími nástroji pro přesné určení dopravních nehod. V aktuálním systému jsou zaznamenány nehodové lokality od roku 2008

a aktualizace probíhá vždy po uzavření vyhodnocení dopravních nehod Policií ČR v daném kalendářním roce. Nehody, které nešetřila Policie ČR, nejsou využívány. [30]

Nejvýznamnějším přínosem tohoto projektu jsou systémy, které podporují návrhy a sledování účinků operativních stejně jako dlouhodobých opatření pro odstranění nehodových lokalit. [30]

Pro příklad využití aplikace Nehodová místa byla použita křižovatka ulic Hradecká a Bělehradská v Pardubicích, která byla vyhodnocena jako nehodová lokalita s vysokým počtem dopravních nehod s lehkým zraněním osob (Obrázek 4). Po kliknutí na zvolenou lokalitu se zobrazí detail nehodové lokality s podrobnými informacemi o nastalých dopravních nehodách (Obrázek 5). V horní polovině jsou prostřednictvím tabulky zobrazena přesná data dopravních nehod s určenými následky a ekonomickými ztrátami a pomocí malé mapky také jejich přesné umístění. V dolní polovině jsou pak pomocí grafů znázorněny doplňující informace. V tomto konkrétním případě můžeme vidět počet nehod s lehkým zraněním osob a bez zranění osob, dále že ve všech případech se jednalo o dopravní nehodu s účastí osobního automobilu bez přívěsu a vyjádření poměru druhů nehod. [31]



Obrázek 4: Nehodová lokalita křižovatky ulic Hradecká a Bělehradská

Zdroj: [31]

Detail nehodové lokality

Tisk stránky ✕

Pardubice (okres Pardubice), Bělehradská (Pardubice, okres Pardubice)

Detail Historie

Seznam nehod

Datum	Následek	Ekonomické ztráty
27.02.2011	Bez zranění	60 000
13.06.2011	Lehké zranění	514 782
26.03.2011	Bez zranění	5 000
23.04.2011	Lehké zranění	741 782
21.05.2011	Lehké zranění	568 782
16.05.2012	Bez zranění	22 000
19.05.2012	Lehké zranění	894 000



Celkový počet nehod: 12 [zobrazit všechny nehody na mapě](#)



Obrázek 5: Detail nehodové lokality

Zdroj: [31]

3.5 Projekt TRISK

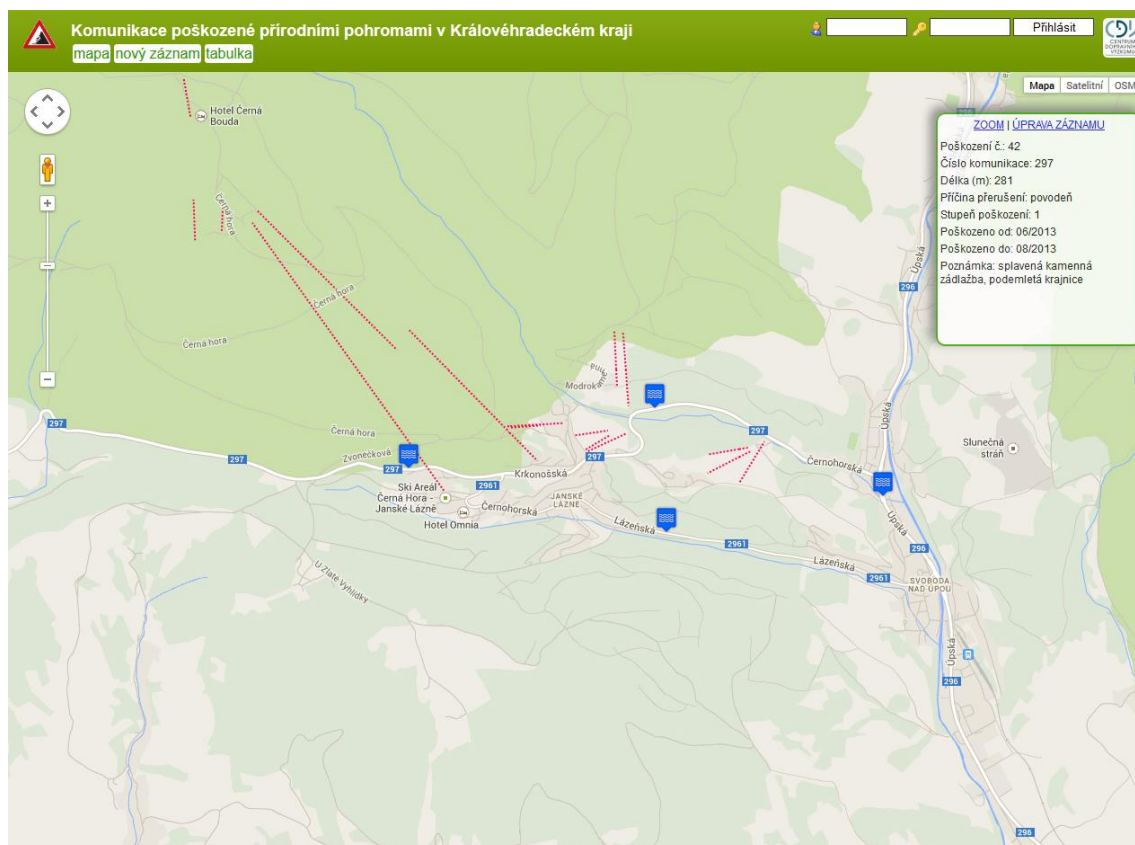
Jak již bylo zmíněno, moderní společnost je závislá na dopravní síti, jejíž spolehlivé fungování je důležité pro řadu odvětví lidské činnosti. Událostmi, které mohou silniční síť citelně zasáhnout, jsou například přírodní pohromy. Projekt TRISK má proto za úkol měření dopadu událostí, které mají schopnost přerušit úseky komunikací a negativně ovlivnit výkonnost dopravní sítě. [32]

Projekt TRISK se zabývá kvantifikací rizika ohrožení dopravní infrastruktury České republiky přírodními hazardy. Pro bezpečnost státu je nutná spolehlivá dopravní síť pozemních komunikací. Ta však bývá narušena přírodními hazardy, kterými v České republice jsou především svahové pohyby, povodně a extrémní počasí. Následkem těchto příčin je pak dočasné přerušení dopravy nebo dokonce až destrukce komunikace. Hlavním cílem projektu je stanovit míru rizika vyplývající z možného poškození dopravní infrastruktury ČR přírodními hazardy. Za pomoci geografických informačních systémů a statistických metod bude určena zranitelnost úseků pozemních komunikací a následně stanoveno riziko kombinující zranitelnost s pravděpodobností ohrožení daného úseku přírodním hazardem. [33]

Přírodní pohromy, jimiž jsou v našich podmínkách nejčastěji povodně nebo sesuvy půdy, mají schopnost přerušit nikoliv pouze jeden nebo několik málo úseků silniční sítě, ale značné množství úseků zároveň. Vlastností přírodních pohrom přitom je, že mají obvykle velký rozsah a intenzitu, a že nelze dopředu odhadnout, které části dopravní sítě postihnou. Úkolem projektu TRISK je mimo jiné sběr dat přírodních pohrom, které nastaly v minulosti a které měly negativní dopad na dopravní infrastrukturu. Z důvodu popisu a zkoumání dopadu přerušení komunikační sítě velkými přírodními pohromami v minulosti a pro zhodnocení kvality matematického modelu, byla vytvořena databáze poškozených úseků. Ta obsahuje informace o úsecích silniční sítě, které byly v letech 1997 až 2010 postiženy některou z přírodních katastrof. Ke spolupráci na vytvoření této databáze byly vyzvány krajské složky Ředitelství silnic a dálnic a jednotlivé krajské správy a údržby silnic. [32],[33]

Projekt je finančně podpořen Ministerstvem vnitra ČR v rámci Programu bezpečnostního výzkumu České republiky v letech 2010-2015. Jeho hlavní cíl bude realizován pomocí software - webové aplikace určené pro koncové uživatele, kterými budou orgány státní správy, územního plánování a krizového řízení. Aplikace má za úkol identifikovat oblasti, ve kterých hrozí nějaký druh přírodní pohromy a zároveň pro tyto oblasti stanovit pravděpodobnost výskytu nežádoucího jevu. [33]

Jako příklad využití projektu TRISK byla vybrána mapová aplikace pro vkládání a správu záznamů úseků poškozených přírodními pohromami v Královéhradeckém kraji. Konkrétně poškození komunikace číslo 297 v blízkosti obce Jánské lázně (Obrázek 6). Aplikace podává podrobné informace o poškození v podobě příčiny přerušení dopravní sítě, délky postižené komunikace nebo časového rozsahu poškození. Součástí je také výčet způsobených škod. [34]



Obrázek 6: Poškození komunikace č. 297

Zdroj: [34]

3.6 Projekt BIOTRA

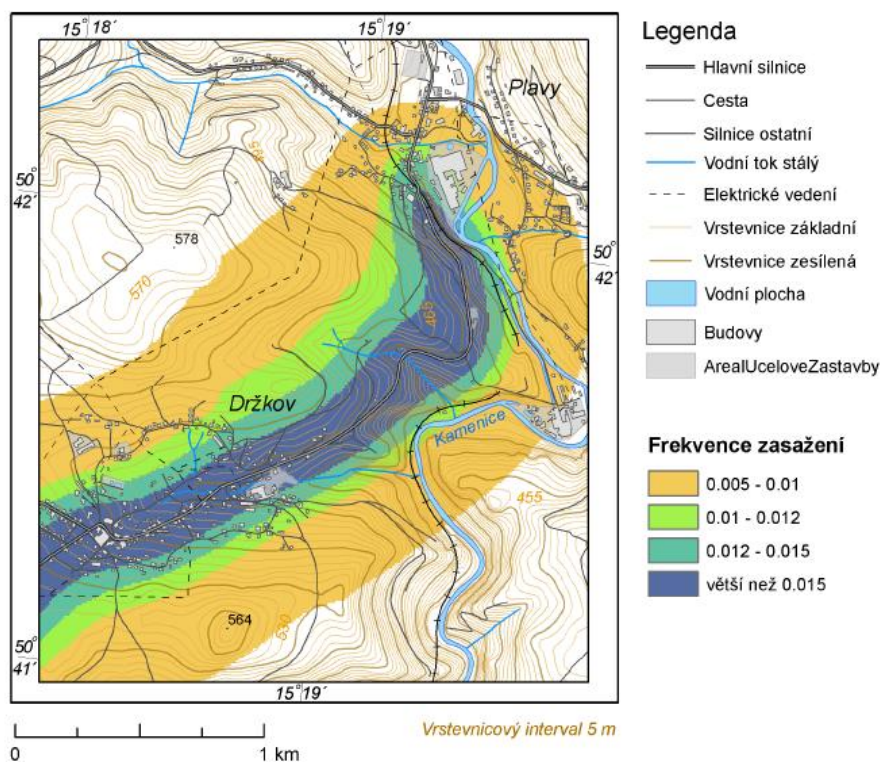
Geografické informační systémy byly úspěšně využity pro řešení dílčích úkolů i v projektu BIOTRA, jehož hlavním cílem bylo vytvoření podpůrného nástroje pro výběr dopravní alternativy s minimální hodnotou ekologického odporu. Projekt byl zaměřen zejména na hodnocení dopadů přepravy nebezpečných věcí na přírodní ekosystémy a probíhal v letech 2008-2011. Projekt byl finančně podpořen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a na jeho řešení se podílela Technická univerzita v Liberci a Institut Jana Pernera v Pardubicích. [35]

Velká pozornost byla věnována problematice stanovení pravděpodobnosti nehody při přepravě nebezpečné látky v závislosti na charakteru komunikace. Problémem zde ale byl nedostatek jednotných spolehlivých statistických údajů o počtech dopravních nehod a intenzitě dopravy. Údaje z různých zdrojů (Policie ČR, Ředitelství silnic a dálnic, Ministerstvo dopravy ČR, Hasičský záchranný sbor) vedly často i k významně rozdílným výsledkům. Soustředit potřebné údaje tak, aby se daly považovat z nich odvozené hodnoty frekvencí za dostatečně věrohodné, se podařilo až v posledním roce řešení projektu. Frekvence nehod jsou stanoveny zvlášť pro jednotlivé druhy komunikací (dálnice, silnice 1.

třídě, a silnice 2. třídy) a lze je modifikovat podle lokálních poměrů s rozlišením na přímé úseky, křižovatky a zatáčky a také na části trasy, které procházejí obcemi. [36]

Metodika integrace rizika pro životní prostředí podél přepravní trasy byla důležitým dílčím cílem projektu. Vstupuje do ní frekvence havárie, pravděpodobnost zasažení dílčí plochy negativním vlivem i ekologická újma. Integrace se provádí v prostředí GIS a nedílnou součástí je identifikace biotopu v pásmu ohrožení. Integrace rizika tak využívá výsledky všech vyřešených dílčích cílů projektu. Výsledné riziko je vyjádřeno ve finančních jednotkách a má pro všechny biotopy srovnatelnou úroveň. Porovnávání variantně navržených přepravních tras je tak velmi jednoduché. Použití normovaných frekvencí, tj. frekvencí vztažených na 1 havárii na 1 km trasy za rok, je výhodné z výpočetních důvodů. Zavedení absolutní frekvence havárie pro danou silnici je vhodné až při závěrečném výpočtu ekologické újmy. [37]

Příklad výpočtu byl proveden pro úsek silnice SI/10 mezi Držkovem a Plavý, kde je ukázáno rozložení normovaných frekvencí v okolí přepravní trasy bez modifikace frekvencí podle místních poměrů (Obrázek 7). Potenciální úniky byly hodnoceny po segmentech silnice v délce 1 m. Výsledkem je definovaná izoliniová mapa frekvencí pro vyšší úroveň negativního vlivu. [37]



Obrázek 7: Pásmo ohrožení a hodnoty normovaných frekvencí zasažení dílčích ploch při transportu 20t čpavku po trase Držkov – Plavý

Zdroj: [37]

Při řešení jednotlivých úloh projektu vznikly sady podpůrných softwarových nástrojů, které řeší výpočty rozptylu plynu v mezní vrstvě atmosféry, šíření kapaliny v terénu, výpočet frekvencí zasažení dílčích ploch negativním vlivem v okolí trasy mobilního zdroje, stanovení jednotkového rizika v dílčích plochách i celkového společenského rizika podél trasy. Kromě toho byly prostřednictvím GIS specifikovány postupy vykreslování výsledků do kartografických podkladů. [36]

3.7 Další možné využití GIS v oblasti bezpečnosti silničního provozu

Nástrojů, které se zabývají bezpečností silničního provozu a využívají při tom geografické informační systémy, je celé řada. Níže jsou stručně popsány některé další.

Geografické informační systémy prostřednictvím prostorových analýz dokážou zkombinovat statistické údaje a geografická data, jakými jsou silniční síť nebo nehodové oblasti, do smysluplných informací, které mají vysokou vypovídající hodnotu. Například součástí americké databáze Highway Safety Information System je soubor GIS nástrojů, které obsahují zaběhnuté analýzy prováděné nad daty mapující konfrontaci chodců a cyklistů se silničním provozem. Nástroji GIS tak lze označit bezpečné cesty pro cyklisty nebo identifikovat zóny, které obsahují vysoký poměr nehod, při kterých byl zraněn chodec či cyklista. Úkolem nástrojů je na základě provedených analýz pomoci státním i lokálním koordinátorům, projektantům a inženýrům plánovat bezpečnější infrastrukturu pro chodce a cyklisty, aby bylo zabráněno možným rizikům. Výsledkem tak mohou být bezpečnostní zprávy, návrhy map a bezpečnostních opatření, které budou reálně provedeny a v budoucnu podstatně redukovat míru nehodovosti. [38]

Své nepostradatelné využití mají geografické informační systémy samozřejmě také při plánování nových komunikací. Ať už je to vyhledání ekonomicky nejvýhodnějšího místa, kudy by zamýšlená silnice měla vést, nebo stanovení škod, které budou výstavbou napáchány v krajině. Zajímavou analýzou je určení pozorovací vzdálenosti, která má zásadní význam pro bezpečnost silničního provozu. Pozorovací vzdálenost v oblasti silniční dopravy je definována jako úsek pozemní komunikace mezi řidičem a nejvzdálenějším viditelným objektem na komunikaci, jejichž spojnice není přerušena okolním terénem nebo komunikací samotnou. Během řízení vozidla je důležité vidět dostatečně daleko, aby mohl řidič včas reagovat na nečekané situace nebo mohl klidně předjet jiné pomaleji jedoucí vozidlo. Tato analýza je tak důležitá zejména pro dopravní inženýry, aby navrhli komunikaci prostou zbytečných rizik. Je v ní využito především vlastností pohybujícího se vozidla, okolních objektů a krajinného terénu. Výsledkem nástroje tak jsou nejenom precizní výpočty

dohledové vzdálenosti, ale také přesné 3D modely umožňující vizuální prezentaci navrhovaných řešení. [39]

Dalším užitečným nástrojem geografických informačních systémů je webová aplikace SafeRoadMaps. Ve Spojených státech amerických jsou v žebříčku úmrtí teenagerů na prvním místě právě dopravní nehody. K pochopení tohoto problému má přispět velice jednoduchá aplikace SafeRoadMaps, která přibližuje statistiky úmrtnosti při dopravních nehodách. Použité statistiky jsou z let 2001-2010. Webová stránka nabízí interaktivní mapu, jež na úrovni měst zobrazuje lokality úmrtí zaviněných dopravním prostředkem. Dohledat lze také informace, jako jsou: datum dopravní nehody, počet zúčastněných osob, zda během neštěstí zemřel řidič, spolujezdec nebo chodec a jestli příčinou nehody bylo požití alkoholu. Databáze obsahuje také fotografii příslušných nehodových lokací. Ačkoliv byla původně aplikace SafeRoadMaps zamýšlena pouze k veřejnému užívání, jsou jejich autoři oslovováni i organizacemi, které od nich žádají vývoj nejrůznějších specializovaných modulů. [40]

Na bezpečnost silničního provozu lze nahlížet také z jiného směru, a sice monitorováním dopadu silničního provozu na kvalitu ovzduší. V dnešní době je celý svět do značné míry závislý na individuální mobilitě, což sice přispělo k celkovému zvýšení komfortu cestování, avšak tento trend má negativní dopad na přírodní podmínky. Automobilové emise vypouštěné do ovzduší se staly zejména ve městech závažným problémem, který nepříznivě ovlivňuje životní prostředí a je třeba jej řešit. V tomto ohledu mohou pomocnou ruku podat geografické informační systémy prostřednictvím prostorových analýz. Za pomoci shromážděných dat informujících například o hustotě silniční dopravy, hustotě škodlivých emisí obsažených v ovzduší či celkovém modelu čistoty ovzduší lze vyvodit závěry, které mohou pomoci řešit negativní dopady silničního provozu na životní prostředí. [41]

4 BUDOUCÍ SITUACE NÁSTROJŮ GIS V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU

Vývoj nástrojů geografických informačních systémů se soustředí jak na rozvoj nástrojů nových, tak na zefektivnění nástrojů již existujících, aby uživatelům sloužily daleko lépe a přesněji a jejich využívání bylo jednodušší, více intuitivní a v mnohých případech dokonce automatizované. Nové nástroje kladou důraz především na zvýšení bezpečnosti silničního provozu v souvislosti s přesnější lokalizací, prevencí riskantních situací nebo se zkrácením reakční doby mezi dopravní nehodou a vysláním složek IZS. Obecně lze říci, že budoucí nástroje geografických informačních systémů mají za úkol snižovat počet nebezpečných situací, které působí škody na životech či majetku.

4.1 Globální polohovací a navigační satelitní systém Galileo

Navigační systém Galileo je plánovaný autonomní evropský globální polohovací satelitní systém, který by měl být obdobou americkému systému GPS a ruskému systému GLONASS. Oba současné systémy GPS a GLONASS jsou vojenské, a ani jeden z provozovatelů nedává záruku, že ve výjimečných situacích budou systémy plně funkční pro civilní využití. Pokud by na jejich využívání byla založena některá z dopravních služeb, mělo by dočasné zhoršení výkonu systému nebezpečné důsledky pro její uživatele. Evropský systém Galileo je naopak primárně navržen jako projekt řízený a spravovaný civilní správou s garantovanou dostupností za všech okolností. Jeho výstavbu zajišťuje Evropská unie reprezentovaná Evropskou komisí a Evropskou kosmickou agenturou. GNSS Galileo měl být původně provozuschopný do roku 2010, podle nových plánů je však nejbližší rok spuštění naplánován až na rok 2018. [42]

Plný systém se bude skládat z 30 družic (27 operačních + 3 záložní), které budou obíhat ve třech rovinách po kruhových drahách na střední oběžné dráze Země ve výšce 23 222 km. Rozestavení oběžných rovin umožní využívat navigační systém bez potíží až do míst ležících na 75° zeměpisné šířky, což ocení zejména obyvatelé severní Skandinávie. Velký počet družic, z nichž tři budou záložní, zajistí spolehlivé fungování systému, i když některá družice přestane správně pracovat. Aktuálně jsou na oběžné dráze 4 družice, které byly vypuštěny v letech 2011 a 2012 a které budou následovány dalšími, až dosáhnou fáze počáteční operační schopnosti, kdy bude systém již možno využívat s přesností přibližně 15 metrů. Ve fázi plné operativnosti, kdy bude nasazeno všech 30 satelitů, bude systém schopen určit správnou polohu kdekoli na Zemi s přesností menší než 1 metr. [42],[43]

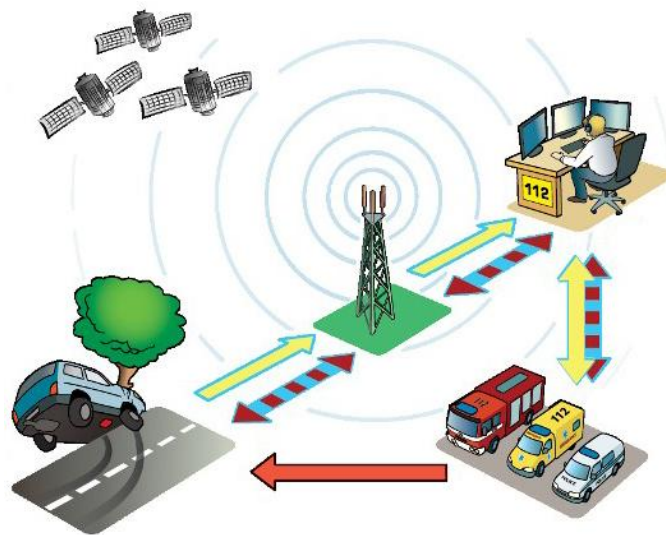
Ve fázi kompletní funkčnosti bude systém Galileo také poskytovat globální službu Search and Rescue, na jejímž základě budou družice vybaveny přijímačem nouzových signálů, které se v případě např. dopravní nehody aktivují a vyšlou přesné umístění vzniklého incidentu. Družice tento signál zpracuje a odešle jej do regionálního záchranného koordinačního centra, odkud budou řízeny následné záchranné operace. Současně pak bude vyslána zpráva k vysílači nouzového signálu o tom, že byl zaznamenán a pomoc je již na cestě. To vše by mělo probíhat v řádu několika sekund, čímž by se podstatně snížila reakční doba mezi dopravní nehodou a vysláním jednotek IZS. Díky tomu se předpokládá výrazné snížení škod způsobených na zdraví i na životech všech účastníků dopravní nehody. [43]

4.2 Systém eCall

V blízké budoucnosti budou automobily vybaveny elektronickým bezpečnostním systémem, který v případě vážné dopravní nehody automaticky zavolá operátora tísňové linky. I když budete v bezvědomí, systém bude informovat záchranáře, v jakém místě se dopravní nehoda přesně stala, a záchranáři přijedou k místu nehody během několika minut. Systém, který byl pojmenován jako eCall, bude fungovat v členských zemích Evropské unie a také na Islandu, v Norsku a Švýcarsku. [44]

Pokud zařízení eCall instalované ve vozidle při dopravní nehodě vyhodnotí, že došlo k silnému nárazu, automaticky zahájí tísňové volání na nejbližší telefonní centrum tísňového volání 112 a zašle informace o přesné poloze nehody získané pomocí globálních polohovacích a navigačních satelitních systémů. [44]

eCall může být aktivován také manuálně po stisku tlačítka. To je výhodné, pokud se například stanete svědkem dopravní nehody. Ať je volání spuštěno ručně nebo automaticky, bude kromě automatického datového spojení vždy existovat hlasové spojení mezi vozidlem a pracovištěm pro příjem tísňového volání. Tímto způsobem bude kdokoli z osádky vozidla schopen poskytnout pracovišti pro příjem tísňového volání další podrobnosti o nastalé dopravní nehodě. [44]



Obrázek 8: Schéma systému eCall

Zdroj: upraveno dle [44]

Okamžité upozornění na dopravní nehodu a znalost přesné polohy místa havárie zkracuje dobu nezbytnou k poskytnutí účinné pomoci o 50% mimo město a o 60 % ve městech. Díky této časové úspoře se očekává, že systém eCall zachrání v Evropské unii každý rok až 2 500 lidských životů a sníží závažné následky u desítek tisíců zraněných. Včasným ošetřením účastníků dopravní nehody díky systému eCall dojde k rychlejšímu zotavení zraněných. Rychlejším příjezdem na místo nehody bude možné dříve likvidovat i následky, čímž se snižuje riziko sekundárních nehod. [44],[45]

Součástí systému eCall je také projekt HeERO, který řeší problematiku celoevropského tísňového volání z vozidla vybaveného systémem eCall, ve kterém je základním prvkem jednotné evropské číslo tísňového volání 112. Důraz bude kladen na rozhraní mezi zařízením ve vozidle, telekomunikační infrastrukturou a infrastrukturou telefonních center tísňového volání 112. [46]

Projekt HeERO poskytne řadu písemných zpráv, které budou obsahovat nejlepší osvědčené postupy, jak zavádět systém eCall, a pomohou tak urychlit nasazení této ve všech zemích Evropské unie. Pro Evropu je tak z dlouhodobého hlediska nejdůležitějším úkolem zavedení provozuschopné a technicky kompatibilní služby eCall ve všech zemích. To povede ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu, protože eCall je v rámci Evropské unie jedním z nejslibnějších systémů pro bezpečnost silničního provozu. [46]

Návrhy Evropské komise k podniknutí příslušných legislativních kroků k zavedení systému eCall předpokládaly, že tato služba bude bez problému fungovat do konce roku 2015.

Ale vzhledem k tomu, že postup přijímání těchto legislativních kroků Evropským parlamentem a Evropskou radou stále probíhá, lhůty pro implementaci systému eCall se s největší pravděpodobností posunou na konec roku 2017, případně začátek roku 2018. [45]

4.3 Americký národní program Safe Routes to School

Smyslem programu Safe Routes to School, který by se dal volně přeložit jako Bezpečná cesta do školy, je za pomoci nástrojů GIS minimalizovat rizika silničního provozu působící na děti při jejich každodenních cestách do škol. [47]

Programy Safe Routes to School jsou po celých Spojených státech amerických velice oblíbené, ale fungují pouze na lokálních úrovních. Malá města nebo komunity si tak na základě svých zkušeností vytvořily pomyslnou síť nejbezpečnějších cest pro děti od jejich domovů až ke školám, kam každodenně docházejí. Největším rizikem je samozřejmě silniční provoz, s kterým děti na své cestě pěšky nebo na jízdním kole přicházejí do konfrontace. Cílem takové sítě je minimalizovat rizika, která by děti na jejich cestě mohla potkat a zabránit tak vzniklým škodám na majetku, fyzickém i psychickém zdraví nebo dokonce na životech. [47]

Problémem aktuálních programů Safe Routes to School je jejich omezenost na lokálních úrovních. Neexistuje žádný celostátní program, který by sbíral jednotlivá data z celé země a shromažďoval je tak, aby byla přístupná v národním měřítku komukoliv. Proto příslušné americké orgány státní správy chtějí najít řešení, které by bylo daleko komplexnější. Jako vhodné východisko se jeví vytvořit národní databázi za pomoci nástrojů geografických informačních systémů, která by svým rozsahem celistvě pokrývala území Spojených států amerických. [47]

Prvním a nyní aktuálním krokem k vytvoření tak rozsáhlé databáze je sběr dat. Se sběrem dat se však objevují dvě zásadní otázky: „Jaká důležitá data by se měla sbírat a shromažďovat?“ a „Jak zajistit, aby sebraná data byla spolehlivá, ucelená a použitelná?“. Aby následné analýzy byly správné, je tedy nutné, aby shromážděná data byla přesná, komplexní, úplná a srovnatelná. Klíčem by mělo být několik jednoduchých aplikací instalovaných na přenosných zařízeních. Za pomoci těchto aplikací by obyvatelé měli přístup do národní databáze a mohli tak přes internetové připojení nahrávat své poznatky a zkušenosti z každodenního života. Rodiče či školy by tak mohli označit konkrétní místa, která jsou podle

jejich názoru riziková, a kterým by se děti při svých cestách měly vyhýbat. Zároveň by měli doplnit důvod, proč jsou ona místa nebezpečná. [47]

Na základě těchto dat budou pomocí geografických informačních systémů uskutečněny analýzy, jejichž výsledky by měly přispět především k vybudování bezpečnější dopravní infrastruktury. Silnice, chodníky, pruhy pro cyklisty, přechody a autobusové zastávky budou zbudovány ve správných lokalitách a jejich umístění bude opravdu účelné. [47]

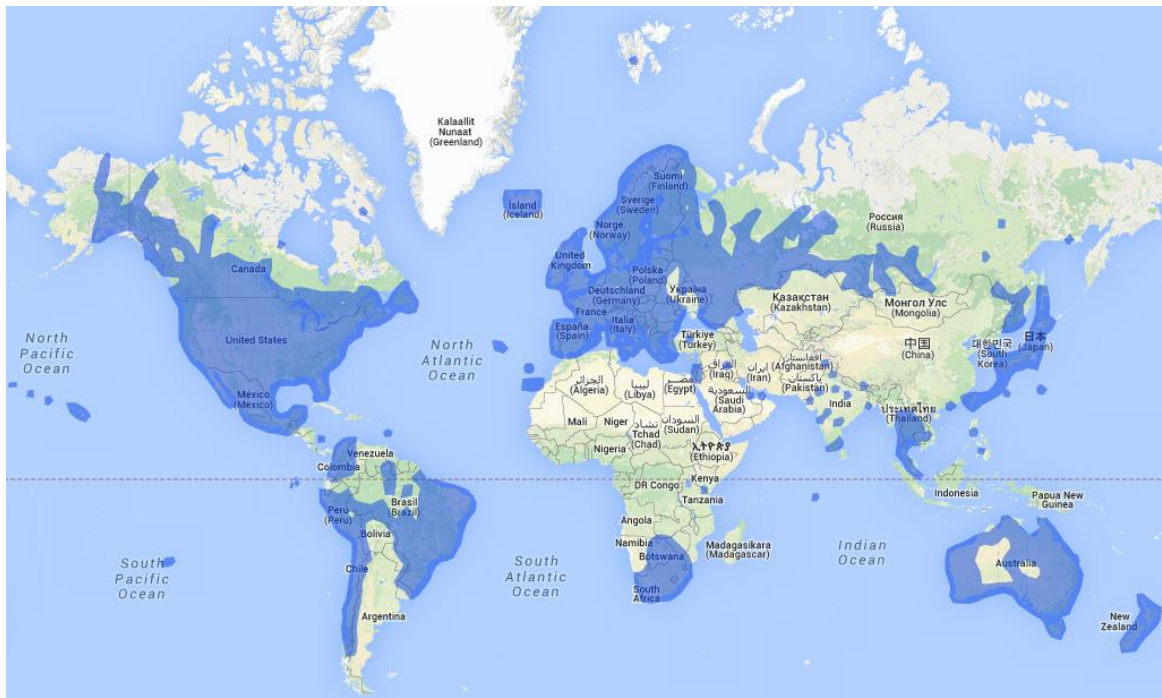
Americký národní program Safe Routes to School je stále ještě na počátku. Odborníci ze zúčastněných oborů se však shodli, že k vytvoření fungujícího programu je aktuálně nutné soustředit se na čtyři hlavní témata [47]:

- Získání dat nezbytných pro plánování a realizaci programu.
- Vytvoření norem pro sběr dat, jejich uchování a šíření.
- Ukládání nashromážděných dat na lokální a národní úrovni tak, aby byly přístupné všem lidem.
- Zajištění, že přístupné a standardizované datové nástroje budou ve formátu open source, aby byla možná tvorba nových aplikací.

Orgány státní správy si od tohoto projektu slibují především zvýšení počtu dětí, které budou do škol docházet pěšky nebo na kole, což přispěje ke snížení automobilové dopravy a zvýšení zdravotní kondice dětí, potažmo obyvatelstva. [47]

4.4 Projekt Google Street View Sleuth

Google Street View je aplikace, která je přístupná pomocí webové aplikace Google Maps a softwaru Google Earth. Od roku 2007 nabízí stále se zdokonalující síť panoramatických snímků, které nabízejí pohledy na reálný svět v mnoha městech a státech po celé zeměkouli (Obrázek 9). Snímky jsou pořizovány soustavou fotoaparátů s vysokým rozlišením, která je připevněná na automobilech, tříkolkách, sněžných skútrech či speciálním batohu. V každé soustavě je 9 fotoaparátů snímajících prostředí přibližně každých 10 metrů, GPS lokátor k určení přesné polohy, skenery signálů GSM, 3G a Wi-Fi pomáhající identifikovat pokrytí bezdrátovými službami a 3 laserové měřiče vzdáleností pomáhající k vytvoření 3D modelu okolních budov. [48]



Obrázek 9: Světové pokrytí službou Google Street View

Zdroj: [48]

Panoramatické snímky aplikace Google Street View jsou tvořeny na úrovni ulic a umožňují uživatelům internetu virtuální prohlídky vybraného území. Je možné si tak prohlédnout například okolí hotelu či restaurace a ověřit si možnost parkování v jejich blízkosti. Fotografický materiál zachytává jen veřejně přístupná místa. Po zobrazení fotografií jsou rozmazány tváře lidí a poznávací značky automobilů tak, aby je nebylo možno identifikovat a bylo tak zaručeno právo na soukromí. [49]

Aplikace Google Street View má velký potenciál, kterého se v oblasti bezpečnosti silničního provozu snaží využít začínající projekt Google Street View Sleuth. Za cíl si vytyčil zmapování lokalit, které by mohly být účastníkům silničního provozu potenciálně nebezpečné. Kterýkoliv člověk může přesně označit takovou oblast a dodat komentář, jímž určí důvod, proč je dle jeho názoru místo riskantní. Výsledkem by tak měla být interaktivní mapa, která poukáže na nepřehledné křižovatky, nedostatečné dopravní značení, chybějící přechody pro chodce, nevyhovující pruhy pro cyklisty či úzké chodníky. Jedním z cílů je tedy upozornit příslušné orgány státní správy na tyto problémy, aby mohly být podniknuty příslušné kroky, jako je upravení dopravního značení, vznik bezpečných cyklostezek nebo rekonstrukce stávající komunikace, což by vedlo k všeobecnému zvýšení bezpečnosti silničního provozu. [50],[51]

ZÁVĚR

V této práci byly definovány základní pojmy z oblasti silniční dopravy, která je v současné době nejužívanějším ale zároveň nejrizikovějším dopravním odvětvím, a z oblasti bezpečnosti silničního provozu, která je aktuálně ve většině zemí světa zásadním tématem. Hlavním úkolem je při stále se rozvíjejícím odvětví silniční dopravy minimalizovat vzniklá rizika, a to především dopravní výchovou, s kterou je třeba začít již v raném věku, a preventivními opatřeními, jež mohou být efektivnějšími díky využití nástrojů GIS.

V současnosti geografické informační systémy v oblasti bezpečnosti silničního provozu napomáhají především k informování uživatelů pozemních komunikací, především řidičů, o aktuální dopravní situaci. Pomocí globálních polohovacích a navigačních satelitních systémů, které se využívají pro určení přesné pozice navigačními přístroji, jsou řidiči v reálném čase informováni o aktuálním dopravním stavu a varováni před nebezpečnými situacemi, jako jsou například dopravní nehoda nebo blížící se kolona vozidel. Tyto informace zajišťuje například služba RDS-TMC. Před zahájením jízdy se řidiči mohou také pomocí jednoduchých webových aplikací, jakými jsou Jednotný systém dopravních informací pro ČR nebo Nehodová místa, seznámit s aktuálními uzavírkami, sjízdnostmi komunikací nebo identifikovat nebezpečné úseky, kterým by bylo dobré se na své cestě vyhnout.

Využitím prostorových analýz, které jsou jednou ze základních funkcí geografických informačních systémů, lze na základě shromážděných dat získat cenné informace. Například projekt TRISK informuje o oblastech v silniční síti, která jsou často vystavována přírodním katastrofám, a jsou tak slabým článkem. Výsledkem analýz tak může být vybudování lepší dopravní infrastruktury, která odolá nežádoucím vlivům a zajistí bezpečnější provoz na pozemních komunikacích.

Na závěr byl nastíněn směr, kterým by se v budoucnu mohl vydat další vývoj nástrojů GIS. Půjde především o zdokonalení určování polohy satelitním systémem Galileo, který slibuje přesnost navigace menší než jeden metr a zavedení služby, jež v případě autonehody automaticky vyšle volání o pomoc. Podobný standard volání první pomoci nabídne i evropský systém eCall. Další rozvíjenými projekty, jakými jsou Safe Routes to School nebo Google Street View Sleuth, budou mít za úkol na základě reálných zkušeností obyvatel sbírat informace o nebezpečných místech a navrhnout vhodná řešení, díky nimž by se bezpečnost silničního provozu zvýšila především z pohledu zranitelných chodců a cyklistů.

Cílem práce bylo popsat vybrané současné i budoucí nástroje geografických informačních systémů, které mají své využití v oblasti silničního provozu. Lze říci, že stanovený cíl byl splněn.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PIVOŇKA, Karel a Václav CEMPÍREK. *Základy technologie a řízení dopravy*. 2. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1999. ISBN 80-7194-213-8.
- [2] KŘIVDA, Vladislav, Michal RYCHTÁŘ a Ivana OLIVKOVÁ. 2. *Silniční doprava*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - TUO, 2007. ISBN 978-80-248-1521-3.
- [3] ArcInfo - BASED GEOGRAPHICAL INFORMATION. *Esri - GIS Mapping Software* [online]. 1996 [cit. 2014-07-20]. Dostupné z:
<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc96/to50/pap005/p5.htm>
- [4] Kdo jsme. *BESIP* [online]. 2014 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z:
<http://www.ibesip.cz/cz/besip/o-besip/kdo-jsme>
- [5] Dopravní výchova. *BESIP* [online]. 2014 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z:
<http://www.ibesip.cz/cz/dopravni-vychova>
- [6] Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011-2020. In: *BESIP* [online]. 2011 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/data/web/soubory/besip-dokument.pdf>
- [7] Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011-2020. *BESIP* [online]. 2014 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/strategie/narodni-strategie-bezpecnosti-silnicniho-provozu/nsbsp-2011-2020>
- [8] Doprava. *Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA* [online]. 2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/oborova-reseni/gis-v-oborech/doprava/>
- [9] GOODCHILD, Michael F. GIS and Transportation: Status and Challenges. *Geoinformatica*. 2000, roč. 4, č. 2.
- [10] THILL, Jean-Claude. Geographic information systems for transportation in perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2000, roč. 8, č. 1-6.
- [11] HRUBEŠ, Pavel. *Analýza statistických dat silniční nehodovosti*. Praha, 2010. Habilitační práce. České vysoké učení technické v Praze.
- [12] Co je GIS. *Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA* [online]. 2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/oborova-reseni/co-je-gis/>

- [13] HENSHER, David. *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*. United Kingdom: Emerald Group Publishing, 2004. ISBN 978-0-080-44108-5.
- [14] MILLER, Harvey a Shih-Lung SHAW. *Geographic Information Systems for Transportation: Principles and Applications*. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 978-0-195-12394-4.
- [15] KOMÁRKOVÁ, Jitka a Hana KOPÁČKOVÁ. *Geografické informační systémy*. 2. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-120-7.
- [16] HORÁK, Jiří. *Učební text pro předmět Prostorová analýza dat* [online]. 2002 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://gis.vsb.cz/pad/index.htm>
- [17] Studijní článek: Dotazy na geografickou databázi. *Geomatika na ZČU v Plzni* [online]. 2007 [cit. 2014-06-16]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu07s02cz/default.htm>
- [18] Studijní článek: Mapová algebra. *Geomatika na ZČU v Plzni* [online]. 2007 [cit. 2014-06-19]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu07s04cz/default.htm>
- [19] Studijní článek: Vzdálenostní analýzy. *Geomatika na ZČU v Plzni* [online]. 2007 [cit. 2014-06-19]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu07s05cz/default.htm>
- [20] Studijní článek: Analýzy nad vektorovou sítí. *Geomatika na ZČU v Plzni* [online]. 2007 [cit. 2014-06-19]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu07s08cz/default.htm>
- [21] 9. Globální polohovací a navigační satelitní systémy. *Geoinformatika* [online]. 2006 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/geoinformatika/kap09.htm>
- [22] Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi. *Vysoké učení technické v Brně* [online]. 2010 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z: http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf
- [23] GPS navigace. *BESIP* [online]. 2014 [cit. 2014-07-15]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/cestujeme-automobilem/gps-navigace>
- [24] Zabezpečení a dohled. *Lokatory.cz - sledování vozidel* [online]. 2014 [cit. 2014-07-17]. Dostupné z: <http://www.lokatory.cz/zabezpeceni-a-dohled>

- [25] RDS-TMC. *Aktuální dopravní informace - Dopravní info* [online]. 2014 [cit. 2014-07-17]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/rds-tmc>
- [26] Automotive Solutions. *INRIX* [online]. 2014 [cit. 2014-07-17]. Dostupné z: <http://www.inrix.com/auto.asp>
- [27] Pan European traffic solutions you can rely on. *INRIX* [online]. 2014 [cit. 2014-07-17]. Dostupné z: <http://www.inrix.com/europe.asp>
- [28] Jednotný systém dopravních informací pro ČR (JSDI). *Aktuální dopravní informace - Dopravní info* [online]. 2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/jsdi>
- [29] Dopravní informace. *Aktuální dopravní informace - Dopravní info* [online]. 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://mapa.dopravniinfo.cz/>
- [30] Aplikace nehodová místa. *Aktuální dopravní informace - Dopravní info* [online]. 2014 [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <http://www.dopravniinfo.cz/nehodova-mista>
- [31] DOPRAVNÍINFO.CZ - jednotný systém dopravních informací pro ČR. *Aktuální dopravní informace - Dopravní info* [online]. 2014 [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <http://infobesi.dopravniinfo.cz/app/Main>
- [32] BÍL, Michal a Rostislav VODÁK. Odolnost silniční sítě proti následkům katastrof. *Silniční obzor*. 2013, roč. 74, 7-8.
- [33] *Projekt TRISK: Kvantifikace rizika ohrožení dopravní infrastruktury České republiky přírodními hazardy* [online]. 2010 [cit. 2014-07-29]. Dostupné z: <http://trisk.cdvinfo.cz/>
- [34] Komunikace poškozené přírodními pohromami v Královéhradeckém kraji. *Projekt TRISK: Kvantifikace rizika ohrožení dopravní infrastruktury České republiky přírodními hazardy* [online]. 2010 [cit. 2014-07-30]. Dostupné z: <http://trisk.cdvinfo.cz/hradec/>
- [35] 2B08011 - Metodika posuzování vlivu dopravních tras na biodiverzitu a složky životního prostředí (2008-2011, MSM/2B). *Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací* [online]. 2012 [cit. 2014-07-30]. Dostupné z: <http://www.isvav.cz/projectDetail.do?rowId=2B08011>
- [36] Závěrečná zpráva o realizaci projektu 2B08011 (BIOTRA) - Metodika posuzování vlivu dopravních tras na biodiverzitu a složky životního prostředí (2008-2011, MSM/2B). 2011.

- [37] Průběžná zpráva o realizaci projektu 2B08011 (BIOTRA) - Metodika posuzování vlivu dopravních tras na biodiverzitu a složky životního prostředí (2008-2011, MSM/2B). 2010.
- [38] Safety Analysis Tools. *HSIS - Highway safety information system* [online]. 2014 [cit. 2014-08-04]. Dostupné z: <http://www.hsisinfo.org/hsis.cfm?type=6>
- [39] DE SANTOS BERBEL, César. *Sight distance for road safety analysis using GIS*. 2013. Dostupné z: http://proceedings.esri.com/library/userconf/emea13/papers/emea_136a.pdf
- [40] Mapping Roadway Fatalities. *Esri - GIS Mapping Software, Solutions, Services, Map Apps and Data* [online]. 2012 [cit. 2014-08-05]. Dostupné z: <http://www.esri.com/news/arcuser/0612/mapping-roadway-fatalities.html>
- [41] DIAS, Daniela. *Impact of road transport on urban air quality: GIS and GPS as a support for modelling framework*. GIS Ostrava 2014 - Geoinformatics for Intelligent Transportation, 2014. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2014/proceedings/papers/gis2014526a81620de5b.pdf
- [42] GALILEO - Evropský globální navigační družicový systém. *Český Kosmický Portál* [online]. 2014 [cit. 2014-07-22]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/>
- [43] What is Galileo?. *ESA - European Space Agency* [online]. 2014 [cit. 2014-07-22]. Dostupné z: http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/What_is_Galileo
- [44] O systému eCall. *HeERO* [online]. 2014 [cit. 2014-07-22]. Dostupné z: <http://www.heero-pilot.eu/view/cs/ecall.html>
- [45] ECall: Time saved = lives saved. *European Commission* [online]. 2014 [cit. 2014-07-22]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/ecall-time-saved-lives-saved>
- [46] O projektu HeERO. *HeERO* [online]. 2014 [cit. 2014-07-22]. Dostupné z: <http://www.heero-pilot.eu/view/cs/heero.html>
- [47] A Framework for GIS and Safe Routes to School. In: *Safe Routes to School National Partnership* [online]. 2013 [cit. 2014-08-02]. Dostupné z: <http://saferoutespartnership.org/sites/default/files/pdf/A-Framework-for-GIS-and-Safe-Routes-to-School.pdf>

- [48] O Street View - O službě - Mapy Google. *Mapy Google* [online]. 2014 [cit. 2014-08-03]. Dostupné z: <http://www.google.com/maps/about/behind-the-scenes/streetview/>
- [49] Google už zbiera Street View slovenských miest. *GEOINFORMATIKA.sk* [online]. 2010 [cit. 2014-08-03]. Dostupné z: <http://www.geoinformatika.sk/google-zbiera-street-view-slovenskych-miest>
- [50] Google Street View sleuth – show us what's wrong with your city. *The Guardian* [online]. 2014 [cit. 2014-08-03]. Dostupné z: <http://www.theguardian.com/cities/2014/may/01/google-street-view-sleuth-wrong-city>
- [51] Google Street View sleuth: help us identify our cities' biggest failings. *The Guardian* [online]. 2014 [cit. 2014-08-03]. Dostupné z: <http://www.theguardian.com/cities/bike-blog/2014/may/14/google-street-view-sleuth-cyclists-pedestrians>