

Analýza statistických dat silniční nehodovosti

- Dopravní systém a jeho selhání
- Úlohy snížení nehodovosti
- Analytické časoprostorové metody



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta dopravní, Ústav řídicí techniky a telematiky

Analýza statistických dat silniční nehodovosti

Habilitační práce

Ing. Pavel Hruběš, Ph.D.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

2010

Rád bych na tomto místě velmi poděkoval své milované manželce Editě za podporu a pomoc při přípravě této habilitační práce. Děkuji svým klukům Kryštůfkovi a Vojtíškovovi za jejich vstřícnost a nerušení tatínka při práci. Děkuji babičkám a dědečkovi za jejich podporu naší rodině a rád bych tuto práci věnoval památce mého tatínka.

Dále bych velmi rád poděkoval svým spolupracovníkům Prof. Ing. Mirko Novákovi, CSc., prof. Ing. Zdeňku Votrubovi, CSc., Prof. Dr. Ing. Mirkovi Svítkoví a Doc. Ing. Emilu Pelikánovi, CSc., za cenné životní rady a neutuchající sílu a postrkování vpřed. Ing. Veronice Vlčkové, CSc., Ing. Přemku Derbekovi, Ing. Martinu Langrovi, Ing. Josefu Kocourkovi, Ph.D., Ing. Zbyňkovi Tluchořovi a Bc. Ondřejovi Vrátnému za spolupráci v této oblasti a všem ostatním z Ústavu řídicí techniky a telematiky, Fakulty dopravní, ČVUT v Praze za jejich podporu.

Děkuji pplk. Ing. Josefu Tesaříkovi a pplk. Petru Sobotkovi z Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR za zapůjčení statistických dat o dopravní nehodovosti a podkladů z Výzkumného ústavu dopravního v Žilině.

OBSAH

1. DOPRAVNÍ SYSTÉM A JEHO SELHÁNÍ	7
1.1 VIZE DOPRAVNÍHO SYSTÉMU, SOUČASNÝ STAV A VÝVOJ	7
1.1.1 <i>Bezpečnost silniční dopravy a současný dopravní systém</i>	10
1.1.2 <i>Předpokládaný budoucí výzkum a vývoj</i>	14
1.2 NÁRODNÍ STRATEGIE A VÝZKUM	16
1.2.1 <i>SWOT analýza národní strategie bezpečnosti silničního provozu</i>	18
1.3 HODNOCENÍ DOPRAVNÍ BEZPEČNOSTI	21
1.3.1 <i>Hodnocení bezpečnosti silniční sítě</i>	23
1.4 KONCEPTY PŘÍČINNÉ SOUVISLOSTI DOPRAVNÍCH NEHOD	27
1.4.1 <i>Postupy a metodiky vyšetřování nehod</i>	28
1.4.2 <i>Policejní praxe v úloze dopravní nehodovosti</i>	32
1.4.3 <i>Problematika sběru dat o nehodovosti, potřeba „dobrých“ dat</i>	35
1.4.4 <i>Zdroje nejistoty v měření a analýze nehod silničního provozu</i>	37
1.4.5 <i>Evidence nehod v silničním provozu</i>	38
1.5 FINANČNÍ ASPEKTY DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI	39
1.5.1 <i>Cena dopravní nehodovosti a statistická hodnota života</i>	39
1.5.2 <i>Model přidělování zdrojů bezpečnosti silničního provozu</i>	49
1.6 SHRNUÍ A DISKUSE	54
2. CÍLE VÝZKUMU A STUDIÍ NEHODOVOSTI	55
2.1 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY, PROSTOROVÁ ANALÝZA	55
2.1.1 <i>Význam prostorové analýzy</i>	56
2.2 METODIKY POROVNÁNÍ NEHODOVOSTI	59
2.2.1 <i>Ukazatele výkonnosti v oblasti managementu bezpečnosti</i>	61
2.3 IDENTIFIKACE NEHODOVÝCH LOKALIT	65
2.3.1 <i>Metoda založená na zkušenostech s nehodovostí</i>	68
2.3.2 <i>Identifikace na základě matematických modelů</i>	68
2.3.3 <i>Modely prostorové analýzy</i>	70
2.4 HLEDÁNÍ SOUVISLOSTÍ A PŘÍČIN VZNIKU DOPRAVNÍCH NEHOD	74
2.4.1 <i>Využití dat o silničním prostředí v horském terénu</i>	74
2.4.2 <i>Odhad vztahu nehodovosti a homogenního a nehomogenního dopravního toku</i>	74
2.4.3 <i>Odhady nehodovosti na základě statistik o řidiči</i>	75
2.4.4 <i>Scénáře nehod</i>	76
2.5 PREDIKCE NEHODOVOSTI	78
2.5.1 <i>Analýza citlivosti parametrů</i>	79
2.6 SHRNUÍ A DISKUSE	79
3. METODY STATISTICKÉ ANALÝZY	81
3.1 RELEVANTNÍ PROMĚNNÉ DOPRAVNÍCH NEHOD	81
3.1.1 <i>Definice prostoru analýz</i>	85
3.2 SOUHRNNÉ ANALÝZY	88
3.2.1 <i>Souhrnné indexy</i>	89
3.3 STATISTICKÉ MODELÝ	95
3.3.1 <i>Lineární regresní modely</i>	97
3.3.2 <i>Víceúrovňová regresní analýza</i>	98
3.3.3 <i>Modely kategoriálních dat</i>	100
3.3.4 <i>Modely analýzy frekvence dopravních nehod</i>	101

3.3.5	Modely časových řad.....	102
3.3.6	Bayesovské modely vzniku dopravních nehod	103
3.3.7	Umělé a Bayesovské neuronové sítě, modely podpůrných vektorů	103
3.4	GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY, PROSTOROVÉ ANALÝZY	103
3.4.1	Jádrový Odhad hustoty	105
3.4.2	Gearyho poměr a Moranův I index	106
3.4.3	Analýza za pomoci K-funkce.....	107
3.5	SHRNUTÍ A DISKUSE.....	108
4.	ANALÝZA DAT	109
4.1	NÁVRH INDEXU ZÁVAŽNOSTI NEHODY	109
4.2	PROSTOR AGREGACE INDEXU ZÁVAŽNOSTI SILNIČNÍ NEHODOVOSTI	113
4.3	ANALÝZA DAT POLICIE ČR PRO ROKY 2007 A 2008 INDEXEM ASI	114
4.3.1	Zdrojová data a použité programové prostředky.....	114
4.3.2	Hodnocení závažnosti nehod v průběhu roku	115
4.3.3	Hodnocení závažnosti nehod v průběhu týdne.....	116
4.3.4	Hodnocení závažnosti nehod v průběhu denní doby pro jednotlivé dny v týdnu	117
4.3.5	Hodnocení závažnosti nehod dle třídy komunikace	118
4.3.6	Hodnocení závažnosti nehod v průběhu denní doby pro jednotlivé typy vozidel	123
4.3.7	Hodnocení závažnosti nehod v jednotlivých krajích a okresech	124
4.4	ZÁVĚRY ANALÝZY A DISKUSE	127
5.	VIZE BEZPEČNÉ DOPRAVY	129
6.	CITOVANÁ LITERATURA	135
7.	PŘÍLOHY.....	140
A.	SVĚTOVÉ A EVROPSKÉ AKTIVITY V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU	140
i.	Dlouhodobá výzva hospodářské komise OSN, Světové zdravotnické organizace a Světové banky.....	140
ii.	GRSP – Global Road Safety Partnership	145
iii.	FIA Foundation	145
iv.	Evropská komise, Doprava a Bezpečnost silničního provozu.....	145
v.	SafetyNet – ERSO (European Road Safety Observatory)	149
vi.	SUPREME – SUMmary and publication of best Practices in Road safety in the Eu MEmber States	149
vii.	ETCS – European Transport Safety Council	150
viii.	eSafety	150
ix.	EuroRAP	150
x.	RiPCORD-iSEREST – Road Infrastructure Safety Protection	152
B.	PROGRAMOVÁ ŘEŠENÍ A PROJEKTY BEZPEČNOSTI PROVOZU V ČR.....	154
i.	Nehody v mapě ČR, Policie ČR a Centrum dopravního výzkumu	154
ii.	Systém pro jednotnou lokalizaci dopravních nehod, VARS Brno a Centrum dopravního výzkumu	154
iii.	Česká observatoř bezpečnosti silničního provozu, Centrum dopravního výzkumu.....	155
iv.	Riziková mapa páteřní sítě silničních komunikací ČR, CityPlan	155
v.	BEZnehody.cz – Informační portál pro řidiče.....	156
C.	PROGRAMOVÉ NÁSTROJE A PROJEKTY V ZAHRANIČÍ.....	157
i.	Microcomputer Accident Analysis Package (MAAP), Anglie	157
ii.	TARVA, Finsko.....	157

iii.	<i>CARE – Geographical Information Systems</i>	157
iv.	<i>Crash Analysis system, Nový Zéland</i>	158
v.	<i>Road Accident Management System (RADMS) - Indie</i>	159
vi.	<i>MIROS Road Accident Analysis and Database System (M-ROADS), MALAYSIE</i>	159
vii.	<i>Safety, Analysis, Visualization, and Exploration Resource (SAVER), Iowa DOT, USA</i>	160
viii.	<i>Transport Research Knowledge Centre</i>	160
D.	UKÁZKA KÓDOVÁNÍ POHYBU VOZIDLA	161
E.	UKÁZKA KÓDOVÁNÍ PŘÍČIN NEHOD	162

1.

DOPRAVNÍ SYSTÉM A JEHO SELHÁNÍ

Mobilita je jednou ze základních potřeb

1.1 VIZE DOPRAVNÍHO SYSTÉMU, SOUČASNÝ STAV A VÝVOJ

V úvodu své práce si dovoluji předestřít předpokládaný vývoj a budoucnost dopravního systému dle strategické výzkumné agendy informačních technologií pro mobilitu (1). Je zřejmé, že nedílnou součástí dopravního systému jsou i jeho selhání a je tedy nutné tato selhání identifikovat, zjistit a popsat jejich příčiny a naučit se upravit systém samotný, nebo jeho chování tak, aby bylo možné těmto selháním předcházet. Následující odstavce ukazují předpokládané úspěchy výzkumu a poznání dopravního systému jako celku.

V roce 2030 bude inteligentní mobilita velmi blízko k cílům, které byly stanoveny na přelomu století: nulový počet usmrcených v důsledku mobility, minimální zpoždění v dopravním systému, dopady na životní prostředí blížící se nule a plně informovaní uživatelé dopravního systému. K tomuto úspěchu došlo především v důsledku vývoje plně integrované multimodální dopravní sítě, která zajišťuje efektivní a bezpečný pohyb osob a zboží. Partnerství všech zúčastněných subjektů, orgánů veřejné správy, průmyslových podniků a dalších soukromých organizací, vedlo přes značné úsilí k dosažení výše uvedených cílů.

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, stacionární provoz nebo kolona pomalu jedoucích vozidel), jejich odpovídající zpracování v informačním modelu reálného světa a jejich šíření v reálném čase k uživatelům dopravního systému. Veškeré objekty dopravního systému, procesy nad nimi a jejich chování byly digitalizovány v detailu s ohledem na dostatečný popis systémových vlastností a parametrů.

Velká část silniční dopravy (cca 80% nových vozidel) je kooperativní a přispívá k vytváření velmi přesných, aktuálních a kvalitních informací o provozu. Všechna vozidla jsou vybavena automatickými systémy nouzového volání a mohou signalizovat různé typy abnormalit. Otevřená platforma vozidlových systémů s flexibilním rozhraním člověk-stroj poskytuje přístup k aplikacím přenosných zařízení a on-line službám spojeným

s bezpečností provozu, přesným navigováním, podpůrným systémům a mnoha dalším telematickým funkcím.

Většina infrastruktury je rovněž kooperativní, což znamená, že infrastruktura je schopna sběru dat a interakce s vozidly. Řada míst v městských a venkovských oblastech je lokálně vybavena bezpečnostními systémy, které řeší plynulost provozu a dopady na životní prostředí.

Prostorově odkazované informace, ať už statické nebo dynamické, jsou široce dostupné a velmi přesné z hlediska prostoru i času. Informace o možnostech různých druhů mobility jsou k dispozici v globální, službám orientované, informační bázi, která umožňuje obsloužit cestující s možností volby mezi různými nabídkami podle priorit a potřeb a s přihlédnutím k finančním a regulačním pobídkám. Uživatelé dopravního systému a dopravní prostředky (osobní, veřejné i nákladní dopravy) vstupují rovněž do této informační báze zdrojů a kapacit mobility, sdílejí údaje o poloze i cílené informace pro plánované dopravní trasy. Veškeré procesy a uchovávaná data jsou zpracovávány bez rizik týkajících se starostí o zachování soukromí.

Poptávka mobility nadále stoupá od přelomu století. Průměrná rychlost přesunu, zejména v městských oblastech, je nadále poměrně nízká, ale odhad doby jízdy je mnohem přesnější a spolehlivější. To umožňuje uživatelům vybrat si z více vhodných dopravních režimů s ohledem na jejich potřeby z hlediska času, flexibility, nákladů a dopadů na životní prostředí. Bezpečnost systému je nedílnou součástí řešení. Technologie, které se používají k zajištění bezpečnosti systému dopravy a infrastrukturní sítě jsou méně omezující, ale dostatečně chrání své uživatele.

Technologie vozidel se dále rozvíjejí. Nová vozidla jsou buď plně elektrická, nebo hybridní. Pro obsluhu městských oblastí se tato vozidla stala stěžejní a tvoří většinu z celkového vozového parku. Účelové pobídky napomohly většímu rozšíření vozidel vhodných pro městskou mobilitu. Tyto pobídky zahrnují nové vlastnické modely, snížení daní, služby prioritního parkování, přístupu do měst a snížené poplatky za užívání dopravní infrastruktury. Byly vytvořeny nové městské vozidlové koncepty, jako například tříkolky a jednomístná vozidla.

Správci infrastruktury plně kontrolují provoz sítě, řízení poptávky mobility a dopravních toků v real-time provozu při zajištění bezpečnosti, propustnosti a udržitelnosti ve všech systémových parametrech. Zpoplatnění komunikací je široce přijímáno jako řešení pro ovlivnění poptávky městské a meziměstské mobility a jako zdroj pobídek pro nová řešení. Technologie nyní umožňují sofistikované cenové programy, které berou v úvahu čas, polohu a environmentální kritéria pro všechny uživatele. Chování účastníků je ovlivněno použitím motivačních programů pro podporu bezpečnějšího a efektivnějšího využívání systému. Zvláštní pozornost je věnována managementu dopravní nehodovosti k udržení provozu sítě, jež předchází nehodovým událostem pomocí pokročilého řízení provozu v reálném čase.

Kooperativní řešení umožňuje zavedení garantovaných autonomních řízení, která používají vyhrazené pruhy a to jak ve městech, tak na dálnicích. Využívají se zelené koridory, speciálně určené pro hromadnou dopravu a mimo města pro dálkovou nákladní dopravu.

Došlo k vylepšení úrovně služeb ve veřejné dopravě, čímž se zvýšila její konkurenceschopnost a atraktivita. Stále rozšířenější jsou systémy „Rapid Transit“ bez operátora

ve vozidle. P+R okolo měst disponují službou automatizované rezervace a jsou v místech s výborným navázáním na ostatní druhy dopravy.

Byla zavedena doprava reagující na poptávku. V reálném čase je možné zjistit specifické potřeby mobility dané oblasti. Poptávka nákladní dopravy se zvýšila, a to nejen z důvodu ekonomického růstu, ale také z důvodu nárůstu elektronického obchodování. Logistika nákladní dopravy byla začleněna do celkového pojetí dopravního systému, což umožňuje nové efektivní řešení pro nákladní dodávky. Ve městech probíhají bezhlučné noční dodávky, což umožňuje lepší rozdělení provozu během celého dne.

Bezpečnost silničního provozu se nadále řeší, ale míra rizika byla značně snížena u většiny skupin uživatelů, včetně zranitelných účastníků silničního provozu. 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.

Řidiči jsou podporováni pomocí palubních systémů, které využívají kooperativních řešení v obtížných dopravních situacích, na křižovatkách a připojovacích pruzích a pomáhají se vyhnout sekundárním událostem, které vznikají z dopravních abnormalit a mimořádných situací. Vzhledem k tomu, že velká část vozidel je vybavena těmito systémy, komunikace s ostatními vozidly zvýšila všeobecnou bezpečnost v systému. Poloautomatické řízení, nebo při specifických podmínkách plně automatické řízení, přispělo ke snížení počtu nehod, které se vztahují k selhání řidiče.

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. Systémy na infrastruktuře rovněž přispívají k tomu, aby řidiči nepřekračovali rychlostní limity, a umožňují, aby dodržování bezpečné vzdálenosti se stalo součástí řízení provozu. Systémy na infrastruktuře umožňují rovněž zavedení standardních metod hodnocení bezpečnosti silničního provozu. Veřejné orgány mají specifická kritéria na podporu bezpečných cest s využitím veřejných fondů.

Pěší, cyklisté a další nemotorizovaní účastníci silničního provozu jsou více chráněni, fyzicky i právně, například využíváním vyhrazených pruhů ve městě pro jízdní kola. Na křižovatkách mají standardní nekolizní fáze. Kooperativní řešení jsou rovněž široce dostupná pro ochranu zranitelných účastníků silničního provozu.

Vzdělávání řidičů se stalo celoživotním procesem. Výcvik nových řidičů byl vylepšen pomocí realistických simulátorů jízdy. Účastníci silničního provozu, jako jsou cyklisté a chodci, jsou také lépe vyškoleni a vedeni k větší bezpečnosti.

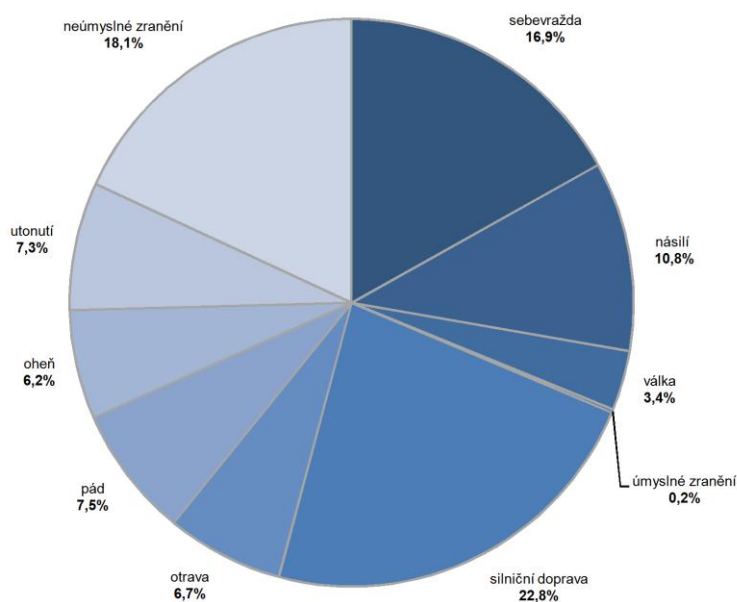
Rostoucí poptávka po využití cestovního času pro vedlejší aktivity, jako je zábava, telefonování, učení, atd., vyústila v problém snižování pozornosti řidičů. Vozidlová HMI rozhraní jsou optimalizována, aby se minimalizovalo rozptylování řidičů od řízení, a jsou personalizována pro každou osobu zvlášť. Přístup do zábavních služeb je diferencován mezi řidičem a cestujícími. Nestandardní chování, a to jak dobrovolné, tak nedobrovolné, je autonomně zjišťováno pomocí systému sledování rozptýlení. Bezprostřední zpětná vazba po prožité nebezpečnější události, stejně jako celková zpětná vazba po každém ukončení jízdy, je zajištěna vozidlovým systémem hodnocení, školení a trénování řidiče.

Použití těchto systémů je spojeno s ekonomickými pobídkami, jako jsou daně a pojistné. Identifikace nejúčinnějších opatření pro bezpečnost silničního provozu je přesnější, a je prováděna novými metodami sběru a technikami analýzy dat.

1.1.1 BEZPEČNOST SILNIČNÍ DOPRAVY A SOUČASNÝ DOPRAVNÍ SYSTÉM

Oproti předcházejícím vizím kvalitního, efektivního a bezpečného dopravního systému trpí současný stav mobility mnoha neduhů. Jedním z mnoha projevů nedokonalosti současného systému je alarmující výše nehodovosti s následky v počtech usmrcených, zraněných a hmotnými škodami a odvíjejícími se negativními společenskými důsledky a ztrátami.

Zajímavé jsou statistiky prezentované WHO (2), ohledně rozložení podílu důvodu usmrcení osob a rovněž tak porovnání vývoje konkrétních příčin usmrcení k roku 2020, oproti stavu roku 1990. Z obou statistik vyplývá výrazný podíl a předpokládaný nárůst usmrcení v souvislosti s dopravním systémem.



Obrázek 1 Rozdělení celosvětové úmrtnosti podle příčiny

Zdroj: WHO (2004)

pořadí	1990 Nemoc nebo zranění	2020 Nemoc nebo zranění
1	Infekce dolních cest dýchacích	Ischemická srdeční choroba
2	Průjemové onemocnění	Deprese
3	Porodní podmínky	Silniční doprava
4	Deprese	Mozková mrtvice
5	Ischemická srdeční choroba	Chronická obstrukční plicní choroba
6	Mozková mrtvice	Infekce dolních cest dýchacích
7	Tuberkulóza	Tuberkulóza
8	Spalničky	Válka
9	Silniční doprava	Průjemové onemocnění
10	Vrozené vady	HIV

Tabulka 1 Pořadí a předpokládaný vývoj změny v pořadí deseti nejčastějších příčin úmrtí

Zdroj: WHO (2004), Kapitola 1

Významné snížení dopravních nehod je přání všech zainteresovaných po mnoho let a odhodlání k dosažení tohoto přání bylo představeno v několika programech EU. Bílá kniha, Evropská dopravní politika pro rok 2010: čas rozhodnout (3) nastavila politický cíl, dosáhnout 50% snížení nehod s úmrtím do roku 2010. Tento cíl byl dosud dosažen jen v několika málo zemích, jako je Francie a Portugalsko přičemž většina snížení je dosažená následkem využívání intenzivnějšího dohledu anebo zvýšením sankcí.

S ohledem na aktuální dostupnost technologií a jejich přínos ke snížení počtu úmrtí z dopravních nehod, bylo dosaženo implementace pouze několika konkrétních řešení, jako jsou systémy elektronického řízení stability (ESC), protiblokovací systém při brzdění (ABS) a systémy ochrany pomocí airbagů. Pokročilejší řešení, jako jsou adaptivní tempomat (ACC), systémy nouzového brzdění, systémy varování před nechtěným opuštěním jízdního pruhu (LDW) atd., jsou obvykle k dispozici pouze ve velmi omezeném počtu modelů, jejichž prodej je v absolutních vyjádřeních velmi malý, a to jak z hlediska počtu, tak z hlediska podílu na celkovém prodeji vozidel v Evropě.

Aktivity se zaměřují na studium a aplikace obousměrné komunikační infrastruktury vozidlo-infrastruktura (V2I) a dále na komunikaci vozidlo-vozdlo (V2V). Zpočátku nebyla tato technologie schopna splnit potřebné podmínky pro kooperativní řízení, a proto se zaměření evropského automobilového průmyslu obrátilo k samostatným bezpečnostním systémům vozidel, jako jsou ESC a ACC. Nicméně, vývoj inteligentních bezpečnostních systémů vozidel jde tak, jako vývoj výpočetní techniky, po spirále a jednotlivá řešení jsou neustále inovována. S pokrokem v komunikačních technologiích v posledních letech, se evropský průmysl znovu zaměřil na příležitosti, které nabízí aplikace, jako jsou detekce nehody, provoz ad hoc informačních systémů, vedení a kooperace mezi vozidly.

S využitím dostupných informací v reálném čase a obousměrnou komunikací mezi vozidly, lze na jedné straně informovat řidiče o statických a dynamických skutečnostech týkajících se dopravy a dopravní bezpečnosti, a na druhé straně, vozidla mohou působit jako mobilní senzory sběru informací o okolní dopravní situaci, nebo též místní informace o počasí. Nové bezpečnostní aplikace, jakož i dohled a prostá informovanost, se ukázaly být velmi účinné při snížení počtu usmrcených.

Cíle kooperativních řešení se nyní zaměřují především na podporu prozíravého řízení a včasného odhalení nebezpečí a rizik, umožňující řidiči upravit vozidlovou rychlost tak, aby se zvýšila vzdálenost mezi vozidly. Toto je realizováno pomocí vozidlových a komunikačních systémů, které rozšiřují obzor řidičů a upozorňují na potenciálně nebezpečné situace před sebou. Hlavní očekávané aplikační oblasti kooperativních systémů jsou:

- výměna dopravních informací mezi vozidly a infrastrukturními systémy
- systémy včasného varování řidičů
- podpora řidiče při zařazení do dopravních proudů
- autonomní řízení na specializované infrastruktuře
- kooperativní křižovatky

V oboru normalizace, tento vývoj vyvolal nutnost prosazení celoevropského frekvenčního pásma pro bezpečnou komunikaci vozidel. 30 MHz pásmo bylo vyhrazeno mezi 5,875 a 5,905 GHz pro výhradní použití pro komunikaci bezpečnostně důležitých informací. Toto přidělení frekvencí je v souladu s frekvenčním pásmem, které bylo vyhrazeno v USA pro komunikace krátkého dosahu (DSRC), umožňuje využití stejného čipu v návaznosti na IEEE standard 802.11p, což přináší efekt levnějšího zařízení a tedy snadnějšího nasazení. Kromě toho bylo vyhrazeno pásmo 40 MHz mezi 5,855 a 5,875 GHz a 5,905 a 5,925 GHz pro provoz navazujících aplikací, toto pásmo ale není výlučně určeno k užívání pro komunikace V2x.

Vedle technických otázek je rovněž třeba definovat role jednotlivých partnerů v rámci řetězce pro nasazení a poskytování V2I a I2V komunikací. Pokud jde o informace poskytnuté řidičům, je třeba nastavit ověřený, spolehlivý a certifikovaný systémový proces, od zdroje až po využití ve vozidle.

Základní idea všech asistenčních systémů řidiče (ADAS) spočívá ve zvyšování schopnosti vnímat překážky, anomálie a nebezpečí, a to jak pro využití přímo ve vozidle, tak i pro systémy monitorování dopravy. Kamery (video, FIR a NIR), radarové technologie a laserové technologie sledující vozidlový prostor, jakož i předměty v okolí vozidla, umožní při masovém využití monitorování a predikci trajektorie vozidla, chování řidičů a obecně vývoj dopravních toků.

Nové informace a technologie využívající GPS a v budoucnu Galileo, umožňují vznik nových funkcí a služeb, jako jsou spotřebitelsky orientované nabídky a aplikace, osobní navigace a dopravní informační služby. Počet přenosných zařízení, osobních navigačních zařízení (PND) a chytrých mobilních telefonů (3G telefony) se zvyšuje. Související technologie pro přenosná zařízení jsou již připraveny a užitečné aplikace a funkce pro cestující mohou být vyvinuty s otevřeným rozhraním pro připojení mobilního terminálu do vozidlových systémů. Zdokonalené bezdrátové komunikace a lokalizační technologie, které poskytují funkce a služby pro trh přenosných zařízení, již umožňují využití některých kooperativních funkcí. Mobilní telefony a přenosné navigační přístroje jsou schopny poskytnout personalizované informace pro cestování a dopravní informace (TTI).

Rozhraní člověka-stroj (HMI) v případě vozidel jsou doposud nedostatečně integrovaná a nezahrnují otevřené rozhraní pro velký počet různých aplikací. HMI jsou stále připravována především pro palubní (nativní) aplikace, i když už některá rozhraní základní integrace mobilních zařízení (např. media přehrávačů a telefonů) již nabízí většina výrobců vozidel.

Zároveň výrazně narůstá počet aplikací, které potenciálně mohou komunikovat s řidiči, včetně on-line služeb a kooperativních systémů. Množství velmi různých aplikací přináší možný problém potenciálního rozptýlení řidiče. Lze vidět i nedostatek pokynů ohledně designu, jak dosáhnout bezpečné integrace velkého počtu aplikací do jediného HMI, a také jak bezpečně umístit přenosná zařízení ve vozidlech.

Systémy infrastruktury, jako jsou proměnné dopravní značky (VMS), jsou nasazovány v hustě zastavěných oblastech, zatímco TV a teletext jsou média, která jsou využívány pouze před cestou. Technologie digitálního vysílání by však mohly být použity několika různými způsoby pro poskytování informací.

Obecně, žádný kanál nemůže poskytnout kompletní a ucelené informace pro všechny typy cestujících. Otázkou stále je, jak vytvořit obchodní model pro tyto technologie, aby se urychlilo jejich pronikání na trh inteligentních dopravních služeb.

Z pohledu provozovatelů a správců silnic, stále existuje rozdíl mezi různými druhy silnic z hlediska silničního vybavení a počtu obsluhujících pracovníků, určených na údržbu a provoz technologií. Obvyklé jsou dva nebo tři silniční orgány odpovědné za různé kategorie silnic v extravilánu nebo městských oblastech. Za dálnice má zpravidla odpovědnost dálniční společnost. Městský dopravní úřad spravuje drtivou většinu silnic a místních komunikací na jeho území, další komunikace jsou spravovány nižšími správními jednotkami (například obcí, nebo čtvrtí).

Odpovědné dopravní a správní úřady mají také své vlastní politiky a cíle. Typické pořadí je: zmírnění dopadu z dopravy na životní prostředí, zvýšení bezpečnosti silničního provozu, snížení dopravních kongescí a zvýšení dostupnosti. Městské orgány zavádějí opatření na řízení poptávky s cílem omezit individuální automobilovou dopravu v centru měst, a to prostřednictvím omezení přístupu, zón s nízkými emisemi, politikou parkování a v menší míře zpoplatnění užívání komunikací. Konkrétní strategie a opatření jsou vyvinuty pro minimalizaci dopadů přepravy zboží v městských oblastech, např. pomocí malých elektrických dodávkových vozidel a nehlukných dodávek v noci.

Zvýšení přitažlivosti veřejné dopravy může vést k posunu od použití automobilů, proto je podpora MHD rovněž politickým cílem mnoha městských úřadů. To je často doprovázeno opatřeními na podporu snížení poptávky po individuální dopravě. Všechna tato opatření mají důsledky na potřeby mobility evropské populace.

Cesty uživatelů nekončí na správních hranicích, proto je velmi důležitá institucionální spolupráce mezi jednotlivými stranami s cíleným rozvojem tak, aby se dosáhlo regionálního přístupu k řízení dopravy.

Možnosti nadcházejících technologií by mohly přinést další přínosy z hlediska účinnosti systému silniční dopravy, bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a udržitelnosti životního prostředí. To platí zejména pro síť sekundárních komunikací a městské silniční síť, ale také v případě mnoha dálnic, které jsou součástí transevropské silniční sítě. Správci silnic mají přiměřeně správné a včasné znalosti o tom, co se děje na primární silniční síti z hlediska práce na silnici a dopravních nehod. Ale správné pochopení dopravní situace a chování je třeba získat v širší škále případů. To vyžaduje, aby řídicí centra byla vybavena komplexními monitorovacími systémy, které jsou schopné shromáždit informace o počtu a typu vozidel v každém silničním úseku, v jednotlivém jízdním pruhu

a směru, a zajistit tak aktuální informace týkající se nehody a dalších rušivých událostí na silniční síti.

Pro kontrolní a řídicí centra musí být vyvinuty nové systémy zpracování dat, informací a znalostí, aby zabezpečily efektivní manipulaci s novými soubory informací a velkými objemy dat, které budou přicházet od nejvíce přetížených úseků v době dopravních špiček, a to jak v městském, tak mezi městským prostředím. Kontrolní střediska budou muset být schopna zpracovat veškeré informace z infrastrukturních systémů řízení dopravy a rovněž musí být schopna zpracovat velké objemy dat poskytnutých vozidly, která budou komunikovat s infrastrukturou. Na základě aktualizovaných plánů řízení dopravy, kontrolní střediska musí dodat informace o provozu do cestovních informačních systémů a služeb, stejně jako přímo spotřebitelům v jejich vozidlech, aby se co nejvíce zvýšila dopravní propustnost a minimalizovala se cestovní doba jednotlivých uživatelů.

U orgánů správy silničního hospodářství je patrná rostoucí snaha o proaktivní systémy řízení dopravy a odklon od reaktivních systémů. Záměrem je tedy například předvídat provoz a objem dopravy a přijímat preventivní opatření k omezení vzniku dopravních nehod, či extrémního znečištění ovzduší. To vyžaduje daleko větší inteligenci infrastruktury než u systémů v současnosti implementovaných, zejména pokud jde o shromažďování údajů, fúze a analýzu dat, prognózy krátkodobého provozu, modelování dopravy a systémy pro podporu rozhodování.

Informační služby mobility pro zboží, jakožto součást globálního obrazu systému, ukazují významné nedostatky spojené s nákladní dopravou a to především z důvodu nízkého vytížení vozidel, které se projevuje vysokou mírou prázdného oběhu vozidel. Související nedostatky v procesu jsou: zbytečné cesty, nežádoucí zastavení, nedostatečná synchronizace mezi jednotlivými druhy dopravy a zdoluhavé administrativní procesy. Hromadná přeprava zboží hledá řešení přes logistické makléře, jakožto zprostředkovatele logistických služeb, kteří jednají jako prostředníci mezi dopravní poptávkou a nabídkou a kteří poskytují služby pro optimalizaci nákladů a využití dopravních kapacit. Multimodální nákladní doprava je propagována a podporována jako způsob, jak zajistit konkurenceschopné a efektivní dopravní řešení nebo jejich kombinace. Nesnižující se růst silniční nákladní dopravy však svědčí o obtížích uživatelů logistiky při řízení dopravy zásilek nad multimodální dopravní sítí. Související náklady na informační management a administrativní zátěž jsou příliš vysoké pro většinu malých logistických společností.

1.1.2 PŘEDPOKLÁDANÝ BUDOUCÍ VÝZKUM A VÝVOJ

Bezpečnost silničního provozu byla a je nadále důležitým cílem Evropské unie. Ačkoli ambiciózní cíl stanovený v roce 2001, snížení počtu smrtelných nehod do roku 2010 na polovinu, nebyl zcela splněn, bylo dosaženo značného pokroku. Počet smrtelných nehod klesne více než o 40 % (oproti poklesu o 25 % v předchozím desetiletí). Došlo také k poklesu průměrného počtu smrtelných nehod v silniční dopravě na milion obyvatel ze 113 v roce 2001 na 69 v roce 2009 ve všech nynějších 27 členských státech EU.

Program zajištění bezpečnosti silničního provozu na období 2011–2020 stanoví opět řadu oblastí, sedm strategických cílů, které budou prioritním předmětem inovací a technologického pokroku. Jedná se o oblasti bezpečnostních opatření u vozidel, výstavbu bezpečnější silniční infrastruktury, zavádění inteligentních technologií, vzdělávání a školení

účastníků silničního provozu, důsledné prosazování opatření, stanovení cílů u počtu zraněných v silničním provozu a specifické zaměření na motocyklisty.

Současné investice do rozvoje elektrických vozidel otevírají nové oblasti výzkumu v oblasti bezpečnosti, které souvisejí s aspekty provozu elektrických vozidel (například nabíjení baterie, nízký hluk z provozu). Studie těchto konceptů, například dopadu automaticky řízených vozidel na městských a mimoměstských komunikacích, jsou rovněž potřebné.

Bezpečnost a ochrana nových hybridních a elektrických vozidel musí být zvážena v rámci výzkumu bezpečnosti alternativních pohonných systémů a integrované bezpečnosti elektrifikovaných vozidel (výbuch, požár, vysoké napětí, plyn, elektromagnetická kompatibilita, hluk), nových HMI konceptů, designu konstrukcí vozidel s využitím nízkohmotnostních materiálů a nových architektur distribuovaného hnacího ústrojí. Je nutné nalézt metody pro posuzování dopadů elektrických a hybridních vozidel na dopravní systém a provést revize posouzení a vymezení bezpečnostních norem. Je třeba iniciovat výzkum v oblasti nehod elektrických a nízkohmotnostních vozidel (komplexní chování), systémů pro prevenci střetů a rovněž výzkum inteligentní vozidlové dynamiky, která může zvýšit bezpečnost na silnicích.

Pokud jde o nové vysokonapěťové systémy a komponenty, bude potřeba informovat a proškolené složky, které s nimi přicházejí do styku nebo se zaměřují na jejich údržbu a opravy, jako jsou například asistenční a záchranné služby, rovněž bude nutné revidovat činnosti posrážkové intervence (bezpečné baterie, rizika vysokého napětí).

Podobně je potřeba stanovit metody posuzování systémů pro podporu řízení elektrických vozidel, kooperativní interakce a výměny bezpečnostně důležitých informací, například pro nechráněné účastníky silničního provozu (akustická vnímání, čidla a akční členy, které se přizpůsobí objektu po nárazu). Předpokládána je funkční bezpečnost a spolehlivost prostřednictvím vzdálené diagnostiky vozidel, jejichž cílem je předpovědět závadu na vozidle.

Modelování lidského těla a zlepšení počítačové simulace pro pokročilé systémy ochrany umožní virtuální testování bezpečnosti. Modely chování řidičů, především chování řidiče v krizových situacích jsou důležitou složkou poznání. Mohou být použity jak pro optimalizaci parametrů v průběhu vývoje, tak pro odhady přínosů ke všeobecné bezpečnosti.

Výzkum a adaptace prostředí infrastruktury budou také nutné s ohledem na usnadnění fungování systémů vozidel. Je třeba řešit výzkum týkající se bezpečnosti inteligentních křižovatek a stanovit odpovědnost v případě selhání těchto systémů. Orgány veřejné správy jsou v současné době odpovědné za veškeré implementace těchto systémů. V případě zapojení vozidlových systémů bude nutné jednoznačné zjištění důvodu selhání, neboť odpovědnost implementace bude i na straně dodavatele zařízení či služby.

Nové paradigma služeb mnoho k mnoha (M2M) bude ještě významnější, představuje posun od orientace aktivit na výrobek k centrickým inteligentním službám. Širší přístup je nutný, pokud účastníci silničního provozu využijí služeb, které umožní plánování cesty a rozhodnutí o alternativních způsobech dopravy, jakož i možnosti být trvale informován o provozu a událostech před sebou. Z technického hlediska je potřebný systém, kde se mohou všichni cestující dorozumět s dalšími zúčastněnými stranami a přistoupit na globální optimalizační strategii bez soukromých lokálních preferencí.

V2V a V2I komunikace spolu s informační podporou řidiče umožní připojení nezávislých systémů bezpečnosti infrastruktury a vozidla v integrovaný kooperativní systém zabezpečený proti selhání a optimalizovaný např. z hlediska energetické účinnosti. V2V a V2I komunikace s informační podporou řidiče také umožní bezpečnou a ekologickou jízdu, dynamické směřování, kontrolu přetížení dopravy a zlepšení dopravní plynulosti.

Je nutné vyvinout HMI řešení, která umožní bezpečnou interakci s velkým počtem palubních aplikací i zařízení infrastruktury, včetně on-line služeb a kooperativních systémů. Z uživatelského pohledu je rovněž důležitá hladká integrace přenosných zařízení. Je třeba rozvíjet metodiky HMI designu pro obecnou integraci technických zařízení, jakož i pro služby informační, varování, intervencí a automatizace strategií specifických bezpečnostních funkcí. Rozvoj těchto metodik by měl být veden lepším pochopením základních mechanismů příčin nehod, prostřednictvím kombinací reálných studií, studií s využitím simulátoru a modelování chování řidiče.

1.2 NÁRODNÍ STRATEGIE A VÝZKUM

Popis systému silniční dopravy v ČR s konkrétními ustanoveními k otázkám bezpečnosti silničního provozu vztahující se na uživatele, infrastrukturu a vozidla, upravují především zákony 361/2000 Sb. o silničním provozu, 30/2001 Sb. o pravidlech provozu na pozemních komunikacích a 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

Rovněž došlo ke změně vlastnictví pozemních komunikací rozdělením mezi stát, kraje, obce a další právní subjekty. Kategorizaci a vlastnictví pozemních komunikací upravuje zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích, které se podle tohoto zákona dělí na dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace.

Výkon státní správy na úseku pozemních komunikací je uskutečňován silničními správními úřady. Jejich existence a rozsah působnosti jsou vymezeny rovněž zákonem č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích. Speciální stavební úřad vykonává u staveb pozemních komunikací působnost stavebního úřadu, s výjimkou pravomoci ve věcech územního rozhodování. Zákonem a prováděcí vyhláškou jsou stanoveny některé povinnosti vlastníka komunikace.

- vést evidenci (pasport) komunikací
- provádět pravidelné prohlídky komunikací a mostních objektů
- zajišťovat údržbu a opravy

Na národní úrovni probíhá příprava a revize základního strategického dokumentu ohledně bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. Přípravu zajišťuje BESIP, oddělení Ministerstva dopravy odboru komunikace s veřejností, který je iniciátorem a autorem všech vládních strategických dokumentů v oblasti bezpečnosti silničního provozu, ať již Strategie bezpečnosti silničního provozu, Národní strategie bezpečnosti silničního provozu, tak se i aktivně podílí na tvorbě národního programu „Zdraví 21“ a Národního akčního plánu prevence dětských úrazů, který zpracovalo Ministerstvo zdravotnictví. BESIP provádí preventivní činnost



v oblasti bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích v souladu se zákonem č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích.

Více informací lze nalézt na stránkách <http://www.ibesip.cz>

Globální opatření, která byla prováděna v posledních letech, která měla vliv na statistiky nehodovosti lze shrnout následně.

- 1. 10. 1997 - Snížení rychlosti v obcích na 50 km/hod.
- 1. 1. 2001 - Zákon 361/2000 Sb.
- 28. 4. 2004 - Národní strategie bezpečnosti silničního provozu
- 1. 7. 2006 - Platnost bodového systému
- 1. 1. 2004 - Oznámení dopravní nehody Policii ČR pokud při nehodě dojde na některém z vozidel včetně přepravovaných věcí ke škodě převyšující 20 000 Kč
- 1. 7. 2006 - Oznámení dopravní nehody Policii ČR pokud při nehodě dojde na některém z vozidel včetně přepravovaných věcí ke škodě převyšující 50 000 Kč
- 1. 1. 2009 - Oznámení dopravní nehody Policii ČR pokud při nehodě dojde na některém z vozidel včetně přepravovaných věcí ke škodě převyšující 100 000 Kč

Současný stav shrnuje dokument Revize a aktualizace Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2008 – 2010 (2012) (4). Osobně se domnívám, že navržený text je velmi kvalitní a dostatečně popisuje nutné kroky a postupy ke zlepšení situace v ČR. Zároveň při hodnocení úspěšnosti prosazení bohužel konstatuje, že se nedaří tyto návrhy prosazovat, což jen poukazuje na nutnost dosažení skutečné akceptace těchto postupů na úrovni veškerých zodpovědných organizací a složek.

Tento materiál nahradil původní Strategii schválenou vládou v roce 2004. Jeho platnost se předpokládá až do přijetí 4. Evropského akčního programu silniční bezpečnosti. Předložený materiál revize a aktualizace Národní strategie bezpečnosti silničního provozu byl vypracován v rámci širší pracovní skupiny složené ze zástupců krajů a resortů, včetně nestátních neziskových organizací. Dílčí výstupy byly prezentovány v rámci zasedání Rady vlády České republiky pro bezpečnost silničního provozu.

Přijetím Národní strategie bezpečnosti silničního provozu v dubnu 2004 vláda České republiky jednoznačně potvrdila svůj záměr podniknout účinné kroky k zastavení dlouhodobého nepříznivého vývoje nehodovosti v silničním provozu a přiblížit její úroveň motoristicky vyspělým zemím. V souladu s nosnými pilíři evropské dopravní politiky, vytyčenými Evropskou komisí v Bílé knize, se vláda České republiky připojila k ambicióznímu cíli snížit počet usmrcených v silničním provozu do roku 2010 na 50 % úrovně z roku 2002, tj. na 650 osob.

K dosažení vytyčeného cíle bylo na základě podrobných rozborů nehodovosti identifikováno devět klíčových prostředků, které byly dále rozpracovány do nosných opatření a konkrétních nástrojů. Jejich výběr reflektoval nejzávažnější slabiny bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. K jejich řešení bylo ve Strategii navrženo využít ověře-

ných postupů, praktických zkušeností a nejnovějších výzkumných poznatků, které se již osvědčily u nás nebo přinesly pozitivní výsledky v zahraničí. Ke každému nástroji byly přiřazeny odpovědné subjekty za jeho plnění i jejich časové rozvržení.

Závažnější nedostatky ukázala analýza plnění jednotlivých opatření a nástrojů. Slabá místa spočívají především v systémovém zajištění realizace Strategie. Bylo zjištěno, že až na několik výjimek (Ministerstvo vnitra, Liberecký kraj, kraj Vysočina), nebyl tento dokument zapracován do strategických dokumentů zodpovědných subjektů a ani rozpracován do akčních realizačních plánů. Tato skutečnost je přímým důsledkem toho, že bezpečnost silničního provozu není u většiny subjektů vnímána jako závažný problém a přirozeně tedy ani není prosazována mezi priority jejich činností. Odsouvání bezpečnosti silničního provozu mezi méně závažné problémy souvisí i s nedostatečnou informovaností o této problematice a její nedostatečnou medializací. Nedostatečná je i spolupráce mezi národní, krajskou a místní úrovní, zejména v oblasti efektivního šíření dobrých zkušeností a poznatků.

Jako významná slabina byla identifikována i nedostatečná finanční zajištěnost opatření ke zlepšení bezpečnosti silničního provozu. Přitom u opatření, pokud jsou vhodně a správně aplikována, je návratnost vložených prostředků mimořádně vysoká a jejich použití je všeobecně považováno za nejvýhodnější investici z celospolečenského hlediska. Znamená to také, že je třeba pravidelně vyhodnocovat efektivnost a návratnost vložených prostředků a celkově i Strategie. Závěrečná doporučení shrnují základní systémová opatření potřebná pro naplnění původně stanoveného cíle, která společně s vyhlášeným programem Dopravního čtyřlístku mohou tento cíl reálně splnit.

Závažné nedostatky stále přetrvávají v oblasti dodržování a zajištění vymahatelnosti práva a to nejen v oblasti přímého dozoru v silničním provozu, ale i v návazném administrativním procesu. Tyto skutečnosti se obzvláště projeví v návaznosti na zavedení bodového systému.

V současnosti je v přípravě dokument Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 – 2020, který bude shrnovat základní parametry pro systémové zajištění řešení problémů bezpečnosti na silnicích pro toto období. Podrobné rozpracování aktivit bude následovat v dokumentu „Akční plán“, který stanoví jasné zodpovědnosti za jejich plnění i návazné spolupráce s dalšími subjekty.

1.2.1 SWOT ANALÝZA NÁRODNÍ STRATEGIE BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU

V rámci revize Národní strategie bezpečnosti silničního provozu (7) byla rovněž provedena SWOT analýza, která přináší souhrnný pohled na silné a slabé stránky oblasti dopravní nehodovosti a uvádí možné příležitosti a hrozby v této oblasti.

Silné stránky:

- zájem vlády ČR na zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích deklarovaný v Dopravní politice ČR (např. opatření Dopravní čtyřlístek)
- deklarovaná ochota států s vysokým standardem bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích (GB, NL) pomoci České republice při řešení této problematiky v rámci bilaterálních vztahů

- zvyšující se aktivita politiků na poli zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích
- dlouhodobě udržovaná databáze dopravních nehod u Policie ČR doplněná lokalizací nehod s využitím GPS
- dobrá úroveň a tradice dětských dopravních soutěží, pravidelnost výuky
- dlouhodobá tradice a kontinuita dopravní výchovy na prvním stupni základních škol
- zvyšující se aktivita nevládních organizací v problematice bezpečnosti silničního provozu
- existence metodiky pro provádění bezpečnostních auditů, bezpečnostních inspekcí a jejich ověřování v pilotních projektech
- proškolení základní skupiny bezpečnostních auditorů
- intenzivnější zapojení komerční sféry do aktivit zaměřených na zvyšování bezpečnosti silničního provozu
- rostoucí zájem masmedií o problematiku bezpečnosti silničního provozu
- zavedení bodového systému

Slabé stránky:

- není dostatečně akceptován celospolečenský význam bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích mezi občany
- nedostatečná koordinace aktivit realizovaných jednotlivými subjekty, a to jak státními, tak i nestátními
- nerozpracování Strategie do strategických dokumentů odpovědných subjektů a do jejich akčních plánů
- málo rozsáhlá aplikace zahraničních doporučení ze strany mezinárodních organizací i výsledků zahraničních výzkumných projektů
- zkreslené a mnohdy věcně nepodložené informování o problematice bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích v médiích
- nedostatečně rozvinutá spolupráce obcí a škol při identifikaci slabých míst na komunikacích u školských zařízení
- bezohledné a agresivní chování některých účastníků provozu na pozemních komunikacích
- nízká míra dodržování pravidel silničního provozu ze strany široké veřejnosti, ale i profesionálů (příslušníci policie, taxikáři, učitelé autoškol)
- nízká vymahatelnost práva a z toho plynoucí nerespektování pravidel provozu na pozemních komunikacích i policejních a správních orgánů
- absence nápravných opatření vyplývajících z vyhodnocení účinnosti dosavadních opatření
- nekompletnost celostátní databáze možných opatření a jejich účinků

- nedostatečná zajištěnost finančních prostředků pro financování aktivit vedoucích ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu
- nezařazení bezpečnostního auditu do procesu plánování a schvalování nových a rekonstruovaných úseků pozemních komunikací
- odebrání možnosti měření rychlosti městskou a obecní policií
- nedostatečné zajištění výchovného působení bodového systému
- nedostačující výcvik budoucích řidičů v autoškolách a systém státního dozoru nad autoškolami

Příležitosti:

- snížení nehodovosti všech účastníků provozu na pozemních komunikacích, zejména jejich nejvážnějších následků na životě a zdraví
- snížení nehodovosti zranitelných účastníků provozu na pozemních komunikacích především dětí, chodců a cyklistů
- snížení ekonomických celospolečenských ztrát způsobených nehodovostí
- užší spolupráce resortu Ministerstva vnitra a Ministerstva dopravy a krajských úřadů v oblasti prevence
- zvýšení vnímání vlastní odpovědnosti za bezpečnost silničního provozu
- zvýšení atraktivity práce u Policie ČR
- aplikace nástrojů evropské směrnice „Řízení bezpečnosti na komunikacích“
- využití možností nových technologií a nástrojů ITS v oblasti bezpečnosti silničního provozu
- možnost získání finančních prostředků z fondů EU
- vytvoření společensky žádoucích standardů chování
- zvýšení obecné akceptace a vymahatelnosti práva

Rizika:

- při nedosažení cílů pokles podpory i pokles motivace pro další aktivity
- ohrožení života a zdraví všech účastníků silničního provozu
- zvýšení negativních dopadů na životní prostředí
- nedostatečná podpora problematiky ze strany rozhodovacích orgánů a politických institucí
- nárůst celospolečenských ztrát způsobených nehodovostí v silničním provozu
- nedostatek respektování Strategie při tvorbě zákonů a předpisů týkajících se bezpečnosti silničního provozu

V souvislosti s analýzou nehodových lokalit bylo strategií navrženo opatření F3 Systematické zjišťování a odstraňování příčin nehodovosti v místech častých dopravních nehod (Řízení bezpečnosti silniční sítě). Jedním z nástrojů tohoto opatření má být vytvoření jed-

notné metodiky pro zjišťování a sledování míst častých dopravních nehod, včetně databanky modelových způsobů řešení těchto lokalit, s termínem realizace 2009.

Projekt vědy a výzkumu 1F44L/046/120 - Informační systém pro podporu rozhodování v oblasti bezpečnosti silničního provozu organizací Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., VARS BRNO a.s. a Ředitelství silnic a dálnic ČR tuto problematiku řešil, popis metodiky nehodových lokalit však není veřejně dostupný.

Z vyhlášení výsledků veřejné soutěže ve výzkumu a experimentálním vývoji Ministerstva vnitra, v rámci Programu bezpečnostního výzkumu České republiky v letech 2010-2015, je patrné pokračování výzkumu v této oblasti, především pak v projektech Systém pro komplexní posouzení kritických míst a řízení rizik na pozemních komunikacích z hlediska bezpečnosti a plynulosti provozu pro potřeby dopravní Policie ČR. (EDIP s.r.o., Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.), Hlubková analýza silničních dopravních nehod, (Centrum dopravního výzkumu v.v.i.) a Identifikace a řešení kritických míst a úseků v síti pozemních komunikací, které svým uspořádáním stimulují nezákonné a nepřiměřené chování účastníků silničního provozu (Centrum dopravního výzkumu v.v.i.).

1.3 HODNOCENÍ DOPRAVNÍ BEZPEČNOSTI

Ačkoliv může pojem nehoda vyvolávat dojem náhodného neštěstí, drtivá většina dopravních nehod jsou ve skutečnosti trestným činem nebo přestupkem. Dopravní nehody lze definovat jako produkt nežádoucí interakce mezi dvěma nebo více pohyblivými objekty, nebo mezi pevným a pohybujícím se objektem.

Je poučné porovnat, jak lidé riskují při jiných činnostech, než je doprava. Tabulka 2 se zaměřuje na rizika úmrtí za čas strávený na tuto činnost. Je zarážející, že cestování na motocyklu na našich silnicích je podstatně nebezpečnější, než řada rekreačních aktivit, které jsou vnímány jako relativně nebezpečné. Jiné formy dopravy jsou znatelně méně riskantní.

Aktivita	počet úmrtí na 100 milionů hodin aktivity
Závodění v závodě TT (ostrov Man)	± 60 000
Skalni lezení	4 000
Jízda na motorce (včetně mopedů)	500
Letecké sporty	200
Lyžování	± 130
Jízda na kole	90
Horolezectví	± 45
Motorové sporty	40
Osobní letecká doprava	37
Cestování automobilem	30
Pěší doprava	30
Plavba / plachtění	20
Práce na pobřežních ropných plošinách	20
Plavání	12
Cestování trajektem	10,5
Jízda na koni	10
Cestování autobusem	2
Cestování vlakem	2
Nehody v domácnosti	1,5

Tabulka 2 Rizika úmrtí za čas strávený aktivitou (100 mil. hod.)

(ETSC, 1999a; Roberts, 1995; Ball, 1999).

Bezpečnost silničního provozu a snížení nehodovosti se týká mnoha oblastí činnosti, včetně vzdělávání, řídičského školení, reklamních kampaní, policie, politiky silničního provozu, soudního systému, zdravotní služby a vozidlového inženýrství.

Práce (5) představuje shrnutí systémů hodnocení bezpečnosti v provozu na mezinárodní úrovni, jež je vzhledem k široké škále používaných metod, postupů a oblastí působnosti velmi různorodé. Zajímavým výstupem je rovněž metodika SUNflower sloužící k popsání a analýze společných a rozdílných rysů národních politik a strategií bezpečnosti silničního provozu, a stejně tak vývoje úrovně bezpečnosti silničního provozu v jednotlivých zemích.

Systémy hodnocení bezpečnosti představují nestranné zdroje informací o otázkách bezpečnosti vozidel a silniční sítě a posouzení jejich výkonnosti při zlepšování aspektů bezpečnosti. Nestranné a objektivní informace poskytované systémy hodnocení bezpečnosti jsou určeny pro odborníky z praxe, kteří realizují opatření strategií bezpečnosti silničního provozu, pro politické činitele, zaměstnavatele a provozovatele vozidlových parků, zájemce o koupi automobilu a účastníky silničního provozu.

Úroveň ambicí spojených se současnými evropskými cíli, jako je udržitelná doprava, bezpečnost s vizí nula (dopravní systém bez jediného usmrcení), vyžadují větší pozornost věnovanou způsobu hodnocení silniční nehodovosti než dříve. Komplexnost poskytování bezpečnější infrastruktury, bezpečnějších vozidel a lepších systémů tísňové péče v souladu uživatelů s klíčovými bezpečnostními pravidly vyžaduje smysluplné sdílené odpovědnosti a partnerství ze strany dodavatelů. Hodnocení bezpečnosti řeší tyto potřeby a poskytuje základ pro posouzení výsledků, které jsou žádoucí, stejně jako změn nezbytných

ných k jejich provedení. Mohou být použity jako přímé zásahy do bezpečnosti silničního provozu, politiky bezpečnosti silničního provozu a nástroje strategie jejich sledování a pro stanovení konkrétních dílčích cílů, na které by mohly zúčastněné subjekty soustředit své aktivity a zdroje.

V současné době se používá nebo vyvíjí široké spektrum systémů hodnocení bezpečnosti, které poskytují nestranný způsob posuzování. Jsou to:

- nárazové testy nových vozidel (např. Euro NCAP, ANCAP, USNCAP, JNCAP)
- bezpečnost vozidla při autonehodě (např. Folksam hodnocení)
- mapování rizik a ohodnocení bezpečnosti silniční sítě (např. EuroRAP, AusRAP (IRAP a usRAP jsou ve vývoji)
- hodnocení národní bezpečnosti silničního provozu ve vztahu k jiným zemím (např. ETSC PIN)
- bezpečnost a kvalita komerčního provozu těžké silniční dopravy (např. švédské Q3 hodnocení)
- bezpečnostní zařízení a systémy (např. NPACS pro dětské zádržné systémy a ochranné přilby)

Vysoká kvalita dat je předpokladem pro efektivní systémy hodnocení. Ratingové systémy jsou nejvíce užitečné, pokud testy v nich použité jsou realistické, kde zkoušky a analýzy berou v úvahu skutečné možné faktory, na kterých by výsledky mohly být závislé. Je důležité, aby publikace nebo internetové stránky jasně vysvětlovaly, co konkrétní hodnocení znamená a aby výsledky byly šířeny v širokém spektru pro obecné uživatele, tak i podrobně zaměřené na konkrétní uživatele.

Existuje několik otázek týkajících se prezentace výsledků. Vzhledem k tomu, že systémy hodnocení bezpečnosti musí být postaveny na objektivních údajích o bezpečnosti, je důležité, aby zpracovávající organizace byla skutečně nezávislý orgán, a to na národních i vládních organizacích a rovněž na průmyslu. Mnohé ratingové systémy to splňují jakožto široká mezinárodní konsorcia z oblasti motorismu a spotřebitelských organizací, vlád z několika zemí a nezávislých odborníků (viz EuroRAP a EuroNCAP partnerství). Postupy posuzování musí být velmi transparentní a důvěryhodné. Vzhledem k rozmanitosti systémů v hodnocení bezpečnosti, každá publikace musí jasně vysvětlit, co zejména hodnocení bezpečnosti dotčených prostředků znamená a upozornit na možná omezení. Vzhledem k širokému publiku, výsledky musí být šířeny v širokém okruhu zájemců, ale rovněž adresně na provozovatele vozidlových parků, kupující a specialisty s rozhodovací pravomocí obecně.

1.3.1 HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI SILNIČNÍ SÍTĚ

Programy silničního hodnocení, které byly vyvinuty v posledních letech, slouží ke sledování kvality bezpečnosti silniční sítě a upozorňují na potřebná zlepšení. Tyto programy mají prediktivní charakter hodnocení, zaměřují se na ochranu kvality jednotlivých prvků silniční sítě, rovněž mají retrospektivní charakter a zahrnují mapování rizik jednotlivých prvků a sledování výkonu podle specifických protokolů. Různé druhy hodnocení bezpečnosti se již užívají, nebo jsou ve vývoji.

Jedním z nich je Evropský program silničního hodnocení (European Road Assessment Program). Jako sesterský program Euro NCAP pro vozidla byl vyvinut program EuroRAP. V roce 2001 byl spuštěn ve čtyřech zemích a nyní běží ve více než dvaceti evropských zemích. EuroRAP program poskytuje vyhodnocení rizika pro hlavní silnice v evropských zemích a je zaměřen na hlavní silnice mimo zastavěné plochy, protože k většině úmrtí v Evropě dochází v těchto oblastech. Cílem je pokrýt síť meziměstských silnic, na kterých došlo k více než 30% úmrtí v celostátním měřítku. Délky úseků v rámci EuroRAP sítě jsou zpravidla průměrně okolo 20 km, mnohé spojnice jsou však mnohem kratší. Srovnávání je prováděno mezi silnicemi podobných typů, a to jak v rámci jednotlivých zemí, tak i mezi nimi. I když je kladen důraz především na informovanost posádek silničních vozidel, cílem je program rozšířit a zahrnout data pro všechny uživatele v oblasti bezpečnosti silničního provozu.

EuroRAP cíle jsou následující:

- Rychlejší snížení počtu usmrcených a vážně zraněných na evropských silnicích - byl připraven program systematického testování rizika, který identifikuje hlavní bezpečnostní nedostatky, které mohou být řešeny konkrétním opatřením.
- Zajištění a posouzení rizik pro strategická rozhodnutí o inovacích infrastruktury, ochrany před nehodami a zajištění norem a standardů pro tyto oblasti.
- Navazovat partnerství mezi organizacemi a osobami odpovědnými za metodiky bezpečnosti provozu na komunikacích – zástupci motoristických organizací, výrobců vozidel, správních silničních úřadů apod.

Pro systematický přístup k silničnímu hodnocení byly vyvinuty v rámci EuroRAP tři hlavní protokoly prediktivního a následného hodnocení:

Mapování rizik (Risk Mapping)	Barevně kódované mapy ukazující na rizika usmrcení a vážných zranění, kterému jsou silniční uživatelé vystaveni na různých komunikacích.
Sledování výkonu (Performance Tracking)	Zjišťování trendů, zda bylo usmrceno méně osob, nebo ubylo těžce zraněných na silnicích v průběhu času a identifikace opatření, která jsou nejvíce efektivní.
Klasifikační hodnocení (Star Rating)	Hodnocení v definovaných kategoriích ukazuje, jak dobře infrastruktura chrání uživatele v případě, že dojde k nehodě.

Tabulka 3 EuroRAP protokoly hodnocení

EuroRAP analýzy mají za cíl přispět ve třech úrovních – provádění systematického auditu silniční sítě, pochopení možných rizik a zjištění priority pro zkvalitnění sítě (6).

Mapování rizik je způsob měření a mapování počtu nehod na jednotlivých úsecích komunikací. Při použití protokolu EuroRAP jsou mapovány ukazatele bezpečnosti založené na charakteristice silniční sítě, počtu nehod a intenzitě provozu:

- Odhad rizika na kilometr úseku
- Odhad rizika na vozidlový kilometr
- Riziko v souvislosti s komunikací s podobnou úrovní intenzity provozu
- Ekonomický potenciál snížení nehodovosti

Hodnota rizika je rozdělena do pěti barevných skupin. Od komunikací velmi rizikových (černá) až po komunikace s nízkým rizikem (zelená). EuroRAP mapy poskytují různé pohledy na řízení rizik a jsou určeny pro podporu rozhodování se zaměřením na odlišné potřeby a úroveň odborných znalostí cílových skupin, od veřejnosti až po silniční inženýry a politiky. Například EuroRAP vysvětluje, že mapy zaměřené na politiky a orgány silniční správy zahrnují:

- Hustotu nehodovosti- míru nehodovosti na kilometr komunikace, což mapuje místa, kde dochází k nejvyššímu a nejnižšímu počtu nehod v rámci sítě.
- Míra nehodovosti ve vztahu k podobným komunikacím - porovnání míry nehodovosti podobných silnic, s odpovídající intenzitou provozu, mapuje a identifikuje silniční úseky s touto vyšší mírou nehodovosti. Oddělené skupiny komunikací jsou například dálnice, hlavní silnice s dopravní intenzitou pod 10.000 vozidel denně, hlavní silnice s denní intenzitou provozu mezi 10.000 a 20.000 vozidly denně a hlavní silnice s denní intenzitou provozu více než 20.000 vozidel za den.
- Kvantifikování snížení nehodovosti - poskytování informací o počtu nehod, ke kterým by nemuselo dojít, kdyby míra nehodovosti silničních úseků s rizikem nad průměrem podobných úseků byla snížena na průměrnou hodnotu nebo na alternativní hodnotu vymezenou standardním rizikem. Tyto informace mohou být použity pro zvažování investičních rozhodnutí a poskytují úřadům a politikům cenný nástroj pro odhad celkového počtu nehod, kterým by mohlo potenciálně předejít, kdyby došlo ke zlepšení bezpečnosti. S použitím informací o předpokládaných investičních nákladech, může tato mapa ukazovat lokality, kde lze očekávat návratnost investice největší.

Dosavadní výsledky naznačují, že existují velké rozdíly v riziku usmrcení při nehodách mezi skupinami zemí pro podobné typy silnic. Například míra rizika pro španělské dálnice je více než čtyřikrát větší, než ve Švédsku, Británii a Nizozemsku, a dvakrát větší než v Rakousku a Belgii. Smrtelné nehody v Nizozemsku a Švédsku na obousměrných silnicích jsou nejmenším rizikem, ačkoliv jsou zahrnuty pouze silnice zařazené v národní síti. Vyšší míra rizika ve Velké Británii a Irsku odráží částečně větší výskyt malých městských oblastí podél těchto tras. Rizika na křižovatkách jsou nejvýraznější komponentou v Británii, zatímco nehody s vyjetím z komunikace vedou k nejvyššímu podílu na riziku ve Španělsku. Pro výsledky EuroRAP mapování rizik v několika evropských zemích je možné nahlédnout do výstupů hodnocení EuroRAP Risk Mapping results (<http://www.eurorap.org/>).

Sledování výkonu je způsob sledování počtu nehod, ke kterým dochází na jednotlivých silničních úsecích v průběhu času. Cílem je získat přehled, které komunikace jsou stále bezpečnější, které jsou horší a které zůstávají stejné. Proces EuroRAP sledování výkonů na silničních úsecích a době má několik fází:

- Data jsou nejprve analyzována pro určité úseky silnic, které ukázaly snížení počtu srážek v čase, dále těch, kde došlo k malým nebo žádným změnám.
- Konzistence dat v jednotlivých letech je kontrolována vzhledem k předpokládanému vývoji.

- A nakonec jsou orgány správy požádány o informace o nápravných, dohledových nebo vzdělávacích opatřeních, která byla provedena a která by mohla vysvětlit snížení počtu nehod.

Pro výsledky sledování výkonnosti v několika evropských zemích podle EuroRAP je možné nahlédnout do výsledků hodnocení EuroRAP Performance Tracking results (<http://www.eurorap.org/>).

Klasifikační hodnocení je stupnice ukazující, jak dobře silnice chrání uživatele před usmrcením nebo závažnou újmou v případě nehody. Cílem posouzení je vyhodnotit úroveň bezpečnosti, která připadá na kvalitu designu komunikací, v kombinaci s tím, jak je na komunikaci řízen provoz. Údaje o designu komunikací a standardu vybavení prostředky silniční bezpečnosti jsou sbírány při inspekci přímým projetím komunikací ve speciálně vybavených vozidlech.

Ve velkém měřítku došlo k realizaci inspekci ve Švédsku a Německu. Vyškolení inspektoři hodnotí a bodují každý prvek silniční bezpečnosti a potenciálního nebezpečí, a to buď v reálném čase (jak projíždějí) anebo později, z video snímků zachycených podél trasy. Tato standardní inspekce může být použita na různé typy komunikací a umožňuje porovnat komunikace v celé Evropě na stejném základě. Kategorické hodnocení EuroRAP se liší od běžných auditů bezpečnosti silničního provozu v tom, že cílem je zhodnotit obecný standard na celých trasách a nemá za cíl identifikovat jednotlivé extrémně nebezpečné lokality. Bodovací systém je založen na prvcích silničního designu, které odpovídají každému ze čtyř hlavních typů nehod na evropských silnicích.

Prvky hodnocení bezpečnosti EuroRAP:

- Čelní střet - míra, jak dobře jsou dopravní pruhy od sebe odděleny
- Vyjetí z komunikace - kontrola silniční ochrany (například bezpečnostní svodidla, překážky u silnice, sloupy veřejného osvětlení a stromy)
- Nehody na křižovatkách - kontrola designu křižovatky, intenzita provozu
- Ochrana chodců a cyklistů - kontrola designu infrastruktury, oddělení nechráněných účastníků silničního provozu od ostatních vozidel

Bodovací systém je úzce spjat s rychlostí vozidel a prokazuje, že vhodná rovnováha mezi rychlostí a silničním designem může přinášet vysokou úroveň ochrany na většině typů komunikací. Počáteční zaměření na bodování pasivní bezpečnosti silničního provozu umožňuje přímé navázání na prováděná hodnocení bezpečnosti vozidel, jež zvažuje závažnosti zranění jako funkce biomechanické síly. Minimální relativní riziko (RPS) hodnocení je spojeno s rychlostí, při kterých se očekává přežití posádky vozidel, přičemž vozidlo je vysoce ohodnoceno v EuroNCAP - 70km/h nebo nižší, ochrana před čelním nárazem, 50km/h - ochrana na křižovatce nebo při vyjetí z vozovky (i když zde ochrana cestujících závisí na povaze překážky) a 30 km/h ochrana pro nehody s chodci. Provoz chodců a vozidel musí být oddělen na každé komunikaci s vyšším rychlostním limitem, s cílem získání maxima RPS hodnocení pro tento typ havárií.

Ověřování EuroRAP hodnocení v roce 2004 ukázalo, že:

- Na mnoho silnicích je významný prostor pro zlepšení potenciálu pro prevenci nehod zahrnujících smrtelné zranění nebo úraz.

- Obecně, pro obousměrný provoz je RPS skóre nižší než pro oddělené směrové jízdní pruhy (rychlostní silnice). Design komunikací s obousměrným provozem má mnohem více variability v konstrukci a související ochranou před nehodami.
- Mnoho silnic má špatné skóre ochrany pro vyjetí z komunikace, což odráží skutečnost, že smrtelná zranění jsou v těchto místech velmi pravděpodobná. Pokud jsou instalována bezpečnostní svodidla nebo jsou podél komunikace velmi široké bezpečnostní zóny, je ochrana proti vyjetí mnohem lepší, přičemž vykazuje značnou variabilitu podél jednotlivých tras.
- Nejnižší skóre bodování mají komunikace se špatnou ochranou pro všechny tři typy havárií – čelní náraz, vyjetí z komunikace a i na křižovatkách.
- Většina komunikací s oddělenými směry nemá plné skóre, i když jsou bezpečnějšími silnicemi oproti ostatním v síti. Náprava je třeba v oblasti nehod a vážných zranění na neřízených křižovatkách a při vyjetí vozidel mimo komunikace.
- Pro běžné silnice, bez ohledu na sníženou rychlost, je ochrana často omezena úzkou bezpečnostní zónou, nedostatečnými nájezdy a nedostatkem opatření k omezení interakce s protijedoucími vozidly. Některé dobré příklady inovací pro tyto silnice lze vidět ve Švédsku, Nizozemí a Irsku.

V rámci Evropské unie je naléhavá potřeba najít lepší ochranu pro jednoproudé komunikace proti nehodám s čelním střetem, s vyjetím z vozovky a nehod na křižovatkách, a především ekonomicky přijatelné. Pro výsledky EuroRAP protokolů v několika evropských zemích je možné nahlédnout do hodnocení EuroRAP Star Rating results (<http://www.eurorap.org/>).

1.4 KONCEPTY PŘÍČINNÉ SOUVISLOSTI DOPRAVNÍCH NEHOD

Vzhledem ke čtyřem způsobům cestování, námořní nehody mají zdaleka nejdelší historii, od doby, kdy Odysseus ztroskotál na ostrově Drepane. Nicméně se nezdá, že ani staří Řekové nevzali vyšetřování nehod vážně, i když se navigace ve východním Středomoří velmi zlepšila konstrukcí mnoha majáků. Historicky, námořní nehody dominují navigačními problémy a špatným počasím, ale v tomto a předchozím století mají námořní technologie výrazně vylepšenou navigaci a mnoho z nedávných námořních nehod připadlo na vrub otázkám designu lodí a chybě lidského činitele.

Vzestupem železnice v 19. století se zrodil zcela nový typ dopravní nehody. Až do příchodu vlaku, byla zkušenost s rychlostí omezena na rychlost cválajícího koně, ale „ocelový oř“ mohl jet rychlostí 90 až 120 kilometrů za hodinu. S rozvojem železniční sítě se zabezpečovací systémy staly důležitou součástí celého provozu, neboť byla včas rozpoznána lidská omylnost. Některé původní systémy postrádaly jasné zhodnocení lidského faktoru. Obecně lze říci, že dějiny bezpečnosti železnice jsou založeny na vyvíjejícím se uznání pochybení vlastní lidské výkonnosti, a tak byla inženýrská řešení navrhována s cílem minimalizovat následky lidské chyby. Automatické vakuové brzdy, zámkový systém, kolejové obvody a nyní i automatického řízení vlaku.

Bezpečnosti letectví, ovšem s mnohem kratší historií, následuje podobný vývoj jako na železnici. S příchodem osobní letecké přepravy se jejími řídicími faktory staly vládní nařízení a samostatné agentury pověřené prováděním šetření nehod. Na provozní úrovni bylo mnoho prvotních vyšetřování havárií letadel uzavřeno se závěry, že srážka byla způsobena chybou pilota. Vzhledem k absenci vyšetření rámu letadel nebo poruch motoru je tento závěr axiomatický, ale dával jen velmi malý pohled na to, kde se opravdu stala chyba. Profesor Ken Mason, přední letecký patolog poznamenal, že pojem „chyba pilota“ posunul vyšetřování nehod zpět o jednu generaci.

Ve všech režimech dopravy, kromě silniční, je mnohem větší pochopení pro selhání systému, pokud je uživatel a provozovatel součástí systému. Architektura systému, ve které jsou rozpoznána omezení uživatele a provozovatele, zavádí bezpečné postupy, které omezují následky chyb uživatelů nebo provozovatele.

V silniční nehodovosti je pojetí příčinné souvislosti stále špatně pochopeno a definováno a to i pro mnohé odborníky (7). Tradiční pohled je zaměřen na chování účastníků silničního provozu s těmito popisy „příčinou“ havárie je „jel příliš rychle“, „nepozornost“ nebo „nerozpoznal dopravní značení“. Tyto závěry šetření nehod dávají velmi malý vhled do důvodů, proč k tomuto chování došlo a ani neupozorňují na základní nedostatky návrhu systému, které vedou k takovému selhání. Je stále velmi rozšířené, ale vědecky neodůvodněné přesvědčení, v tradiční programy zaměřené na změnu chování uživatelů systému a rovněž mnoho prostředků je použito na zbytečné a neúčinné kampaně. Změna v chování je jistě možná, ale výzkum v průběhu posledních dvou desetiletí ukázal, že úspěšné programy musí být specificky zaměřené a spojené s policejní kontrolní činností, se snadno vnímatelnými sankcemi za nenormální chování. Příklady úspěchů v této oblasti jsou kontroly rychlosti, kamery sledující červené světlo, náhodné či cílené dechové zkoušky a povinné používání světlometů motocyklisty a vozidla v denní době.

1.4.1 POSTUPY A METODIKY VYŠETŘOVÁNÍ NEHOD

Za posledních třicet let byly zaznamenány velké změny v samotné technice vyšetřování a analýzy nehod. Pro příklad, až do roku 1969 nebyly Newtonovy zákony pohybu uznávány v soudnictví v mnoha zemích. Nyní je k dispozici celá řada technologií, které nabízí detailní a objektivní poznatky o nehodě a bezprostředních okolnostech před nehodou. Tyto technologie jsou nejvíce pokročilé v letectví, např. zapisovače letových údajů (FDRs) a palubní hlasové rekordéry (CVRs), které jsou požadovány v komerčních letadlech po řadu let.

V roce 2002 byly v letecké dopravě požadovány FDRs se záznamem 88 parametrů, spolu s duální CVRs pomocí bezpáskového záznamu. Analogické systémy jsou nyní k dispozici pro námořní a železniční dopravu. Jejich užitečnost byla opakovaně zjištěna ve světě letectví, nyní je logický přesun do dalších odvětví. Problémy jsou ani ne tak technické jako institucionální, spočívající v odporu některých operátorů a v obavách o ochranu soukromí nebo v jejich použití v civilních i trestních řízeních. Jedná se o oblasti nových technologií, kde Evropa má velkou příležitost, aby šla příkladem bezpečnosti.

Aplikace těchto systémů v silniční dopravě by enormně zvýšila znalosti a okolnosti nehod a nahradila by dohady a předpoklady poznáním a konkrétními skutečnostmi. V krátkodobém horizontu víme, že únava je významným faktorem a to zejména v dálkovém nákladním provozu. Digitální tachograf s logováním a GPS záznam mohou pravděpodobně vést

k podstatnému zdokonalení vyšetřování a tyto technologie jsou nyní dostupné a levné. Nyní je to samozřejmost pro nákladní automobil vezoucí náklad v hodnotě milionu eur a jeho cestu z Manchesteru do Istanbulu, nebo z Varšavy do Barcelony, nikoliv však pro osobní automobil.

Příští generace VDR může nabídnout mnohem více informací, zejména o okamžicích před samotnou nehodou. Rychlost v době nárazu, brzdění, světla a směrová světla, použití bezpečnostních pásů, čas aktivace airbagu a úhel natočení volantu mohou být všechny zaznamenány objektivně. S takovou znalostí by mohlo být vyšetřování dopravních nehod více objektivní a úplné, než je tomu v současnosti.

Existuje pět elementů správních struktur, které reprezentují jednotlivé druhy dopravy. Jedná se o vládní oddělení nebo ministerstva, regulační orgány, organizace pro vyšetřování nehod, provozovatele a cestující veřejnost. V rámci jednotlivých druhů dopravy a v rámci jednotlivých členských států Evropské unie, těchto pět elementů má různé vztahy mezi sebou a jsou často kombinovány dohromady.

Mnoho zemí má nezávislý orgán pro vyšetřování leteckých nehod, který odpovídá přímo pouze vládě daného státu, a nyní v této oblasti přecházejí i požadavky na EU. Nařízení (o bezpečnosti provozu) je svěřeno buď ministerstvům, nebo samostatným regulačním orgánům, zatímco vlastní provoz systému je zajišťován hlavně prostřednictvím soukromých společností.

Některé země mají nyní nezávislé železniční orgány pro vyšetřování nehod, zatímco jiné nikoli. Ne všichni noví provozovatelé budou schopni provádět kvalitní vyšetřování nehod, takže nezávislých subjektů vyšetřování bude v budoucnosti třeba více.

Mořské dopravní cesty vedly k mnohem větší mezinárodní spolupráci, ale vyšetřování nehod není jednoznačné, v mnoha případech není ani oddělena funkce provozovatelů od regulačních agentur.

V silniční dopravě rovněž není přesné rozdělení vyšetřování dopravních nehod a regulace otázek bezpečnosti. Vyšetřování nehod je rozděleno mezi policii, národní oddělení dopravy a místní orgány. Nařízení ohledně bezpečnosti je podobně rozděleno mezi policii, místními orgány a několik národních agentur, které se zabývají dálnicemi, vozidly a provozem systému. Často na národní úrovni je sektor bezpečnosti integrován do mnohem většího ministerstva dopravy, což může vést k nízké prioritě ohledně bezpečnosti ve vládě.

Jako rozumné se jeví pro větší transparentnost a vyšší prioritu otázek bezpečnosti, když je vyšetřování prováděné nezávislou agenturou, která předává zprávu buď parlamentu, nebo vládě, ale je nezávislá na těchto úřadech. Podobně, regulaci bezpečnosti je možné provádět nejlépe samostatnou agenturou, která není zahlcena každodenním provozem ani jinými neslučitelnými aspekty, každého módu dopravy. Některé země zavedly v rámci jednoho správního orgánu pravomoc vyšetřovat nehody různých módů dopravy. To může vést k některé technické součinnosti a také k větší nezávislosti a průhlednosti při procesu šetření nehod.

Od roku 1993 má Evropská unie obecnou pravomoc provádět opatření ke zlepšení bezpečnosti dopravy. Některé velmi specifické aspekty dopravy bezpečnosti jsou přímo odpovědností Evropské unie, spíše než členských států. Vzhledem ke zvyšování

přeshraničního dopravního ruchu, rozšiřování EU a globalizaci dopravy obecně, je třeba dodržovat, aby společná politika EU v oblasti bezpečnosti dopravy se vyvíjela s příslušnými správními strukturami, pro účinnou realizaci opatření a sledování jejich úspěšnosti.

Historie vyšetřování nehod ve čtyřech modech dopravy ilustruje přechod od zjednodušujících závěrů, že příčinou nehody byla lidská chyba, směrem k většímu pochopení selháním systému, v němž provozovatel je jen jednou složkou. To vedlo k návrhu bezpečných systémů, ale tento přístup není pro silniční dopravu ještě v potřebném rozsahu implementován a domyšlen.

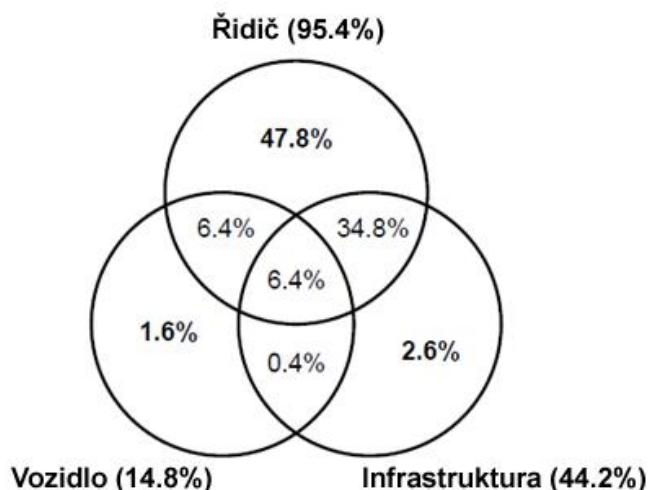
Nové technologie, přes nárazové systémy, záznamové systémy nehody se záznamem s mnoha parametry, se stávají přístupnější. Rozšíření rekordérů používaných v letectví již po mnoho let, jejich přizpůsobení na ostatní módy dopravy, zvýší objektivitu a úplnost vyšetřování budoucích nehod.

Správní struktury, které řídí vyšetřování nehod a regulují bezpečnost, se liší v jednotlivých členských státech a rovněž jsou odlišné pro každý dopravní mód. Je třeba oddělit funkce vyšetřování nehod od funkcí regulačních a provozních aspektů. Samostatné a nezávislé agentury vyšetřování nehod jsou navrženy pro každý z dopravního módu v rámci každého členského státu, s možností mezinárodní spolupráce, zejména v letectví, námořní a železniční dopravě.

Dopravní nehoda je prostorový fenomén. Všechny nehody v provozu na pozemních komunikacích se někde vyskytují a každá nehoda má potenciál mít souřadnice o své poloze. Analýza struktury nehod ve vztahu k dalším charakteristikám, jako je silniční geometrie nebo omezení rychlosti může dát nové pohledy a dodat podklady k návrhu zlepšení.

Po mnoho let nebyl kladen dostatečný důraz na geografický popis nehod na pozemních komunikacích, neboť byly všeobecně považovány chyby řidičů, případně chyby výroby vozidel, jako hlavními příčinami pro vznik silniční nehod.

Řada literatury však uvádí silnou vazbu událostí silničního provozu na dalších charakteristiky v oblasti, mezi něž patří hustota obyvatelstva, distribuce pohybu a prostorové návrhy čtvrtí. Samotná volba způsobu dopravy, zda je účastník chodec nebo řidič, je funkcí systému využívání oblastí, obytných prostor, hustoty obyvatelstva, geometrie ulic, umístění pracoviště, nákupních zón nebo např. zdravotního střediska. Tyto znalosti geografů napomáhají určit okolnosti, za kterých silniční nehody vznikají, což může napomoci k předpovědi nehodovosti na základě vzorů obslužnosti a rozmístění občanské infrastruktury.



Obrázek 2 Míra zavinění při vzniku dopravní nehody

Zdroj: Best practice on Road Design and Road Environment, <http://ripcord.bast.de/pdf/RIPCORDEREST-Deliverable-D3-Final.pdf>

Bezpečnost silničního provozu zahrnuje tři hlavní složky: silniční systém, lidský faktor a vozidlo. Tyto tři prvky jsou vzájemně propojeny prostřednictvím lokalizace dopravní události a jejich charakteristiky poskytují základ pro analýzu silniční nehodovosti.

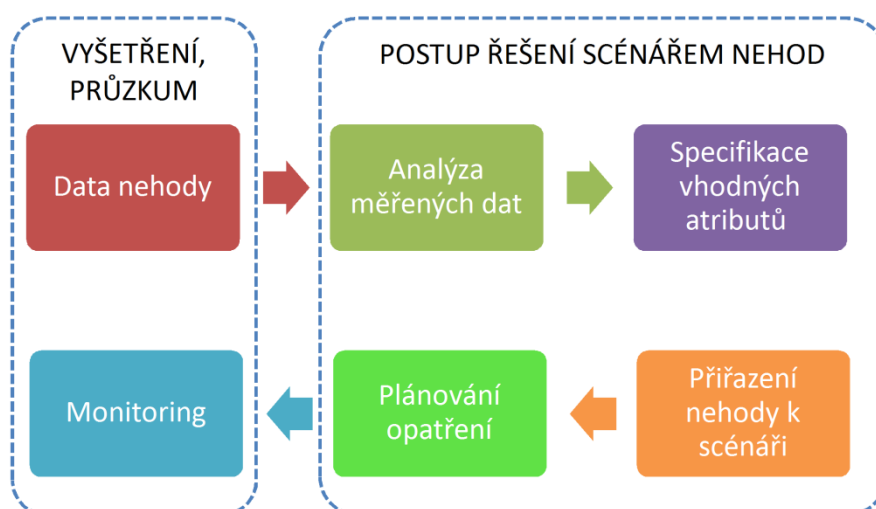
Silniční nehody mohou být pak zjednodušeně spojeny se třemi hlavními oblastmi příčin:

1. lidská chyba
2. závada na vozidle
3. podmínky prostředí (tj. návrh silnice, počasí atd.)

Je důležité vzít v úvahu vztahy mezi těmito třemi faktory a jejich vzájemné propojení a ovlivnění. Obrázek 2 ukazuje odhadovanou míru odpovědnosti působnosti aktérů dopravního systému.

Velmi vhodnou pomůckou při analýze dopravních nehod na určité lokalitě jsou kolizní diagramy. Hlavním cílem klasifikace kolizním diagramem je vymezit operativní technologická opatření pro každou třídu nehod. Dynamická rekonstrukce nehody uvažuje jako vstupní data konečné polohy vozidel po nehodě a všech ostatních naměřených dat na místě nehody, což umožňuje simulovat nehodu a ověřit účinky použití různých technických opatření. Nehodové scénáře mají za cíl formalizaci „prototypů nehodového procesu“, které mají podobnou strukturu, pokud jde o řetězec faktů a kauzálních vztahů v průběhu různých fází nehody. V literatuře se v některých případech termín „scénář nehody“ používá za účelem klasifikace nehod ve vztahu k dotčeným prvkům, typu nárazu a typu prostředí. Tato klasifikace však neobsahuje příčinu nehody a její vztah k průběhu vzniku nehody.

Obrázek 3 uvádí schéma pro analýzu nehodového scénáře.



Obrázek 3 Obecný postup aplikace scénářů v procesu řešení nehodové oblasti

Obecná metoda vyšetření scénáře je rozdělena do následujících kroků:

1. Pro každou nehodu je analyzován její vývoj:
 - a. jízda, analýza období před nehodou v běžných podmínkách
 - b. brzdění, analýza podmínek události před nehodou
 - c. nouzová situace, analýza podmínek bezprostředně před nárazem
 - d. náraz, šok a dopad
2. Nehody jsou seskupeny podle definovaných kvantitativních ukazatelů tak, aby každá skupina měla přiřazen existující nehodový scénář, anebo je připraven scénář nový. Scénáře jsou nezávislé na typu analýzy.
3. Pro každý scénář nehody jsou definována operativní opatření pro infrastrukturu nebo chování uživatelů.

Příklad scénáře může být následující:

Kroky			
Jízda	Brzdění	Nouze	Náraz
Chodec, hlavní městská silnice	Chodec je zakryt parkujícím vozidlem a přechází ulici	Řidič nebrzdí okamžitě	Vozidlo srazilo chodce

Tabulka 4 Příklad konkrétního scénáře častých nehod

1.4.2 POLICEJNÍ PRAXE V ÚLOZE DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI

V inspekční zprávě (8) je studován výkon dopravní policie pro Anglii a Wales ke zvýšení efektivnosti a kvality práce, především s ohledem na potřebná snížení následků dopravní nehodovosti. Při sledování struktur a funkcí policejních složek byla zjištěna značná různorodost. Některé složky jsou centralizované, jiné mají své lokální divize, žádná ze struktur však nebyla identifikována jako horší či lepší. Pouze s nárůstem počtu úzce

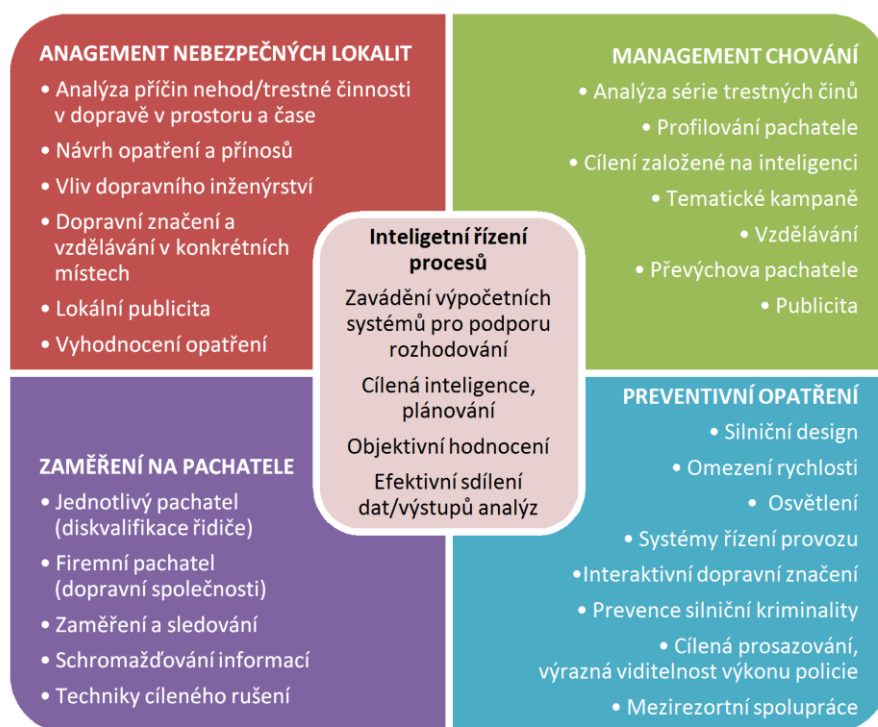
specializovaných funkcí byl rozpoznán v průběhu doby jistý problém degradace znalostí jednotlivých policistů. Jedním ze zjištěných problémů bylo neefektivní školení jednotlivých policistů, často velmi nákladné, neboť získané znalosti nevyužívají pravidelně. Proto byl doporučen audit potřebných znalostí pro odpovídající funkce, aby byl přínos těchto školení úměrný nákladům. Zároveň je potřebné přesvědčit a ukázat policistům vykonávajícím práci v terénu, jak důležitý je proces sběru dat a jaké analýzy údajů lze následně provést, aby byli zainteresováni do celého procesu a podpořili kvalitu získávaných dat.

Další problém, který inspekční zpráva otevírá, je způsob měření výkonnosti policie, pokud jde o silniční dohled. Zpráva zmiňuje potřebu míry nebo standardu, který by nastínil úroveň výkonu dopravní služby a který by mohl být použit v celém spektru složek policie. Níže uvedený diagram modelu řízení organizace tento aspekt nezmiňuje.

Zpráva přizpůsobuje model inteligentního řízení potřebám silniční policie a dělí aktivitu do okruhů preventivních opatření, managementu nebezpečných lokalit, zaměření na pachatele a managementu chování. Stejně jako v modelu „Snižování kriminality“, je třeba inteligentního řízení a koordinace činností pro snížení neurčitých postupů, a tak vytváření nezbytně volné kapacity pro proaktivní činnosti. Plně integrovaný inteligentní systém bude generovat příležitosti k jeho využití jako vynucování nástroj proti známým pachatelům.

Tento model ukazuje na potřeby silniční policie, stanovuje potřebu inteligence policie a do jisté míry potřebu řešení více úloh paralelně. Dle zprávy policisté vidí sami sebe jako policisty prvního druhu a dopravní policisty jako jiný druh. Pokud se však obě kvalifikace spojí, může se sdílením účinnost policie výrazně zvýšit.

Zpráva o silniční policii uvádí společenskou potřebu, aby se Policie více zaměřila na rovnováhu mezi zdroji a přínosy své služby. Tato aktivita podporuje práci především analytiků a akademických pracovníků uvnitř sboru, kteří věří, že existuje zvýšená potřeba po proaktivní a problémově orientované policii. Tuto změnu profilování výkonu služby je třeba udělat jednak pro zvýšení prestiže policie, ale rovněž proto, aby se zvýšila víra veřejnosti v policii při snižování trestné činnosti i dopravních nehod. Výkon dopravní policie je stále více vnímán jako výkladní skříň policie a proto je důležité, aby byla vidět proaktivní policejní práce.



Obrázek 4 Diagram modelu inteligentního řízení v oblasti dopravní policie

Hlavním nedostatkem uvedené zprávy je, že zde chybí jakýkoliv odkaz na efektivní prostorové odkazování. Výkon dopravní policie je v podstatě prostorově orientovaná role, proto v rámci policie musí být efektivní řízení zdrojů založené rovněž na prostorové složce. Je zřejmé, že úspěch kamer detekujících překročení rychlostního limitu vznikl z určitého povědomí o prostorových charakteristikách v dopravě, nicméně podobných úvah je třeba ve větší míře použít v základech silniční policie jako celku.

Dle zprávy bylo snadné nalézt nedostatky v rámci činnosti silničních policejních složek. Cílem však bylo i stanovit určitá vodítka a návrhy, jak zjištěné problémy řešit, což začíná s lepšími technikami sběru dat a větším důrazem policejního výkonu přímo v terénu. Služba dopravní policie by neměla být vnímána jako úkol, který zahrnuje pouze „chytání řidičů“ překračujících pravidla a majících účast při vážných nehodách. Čtyři hlavní aktivity určené modelem uvedeným výše jsou:

1. management nehodových lokalit (proaktivní činnost)
2. cíleně identifikovat pachatele (diskvalifikace pachatelů)
3. management chování účastníků provozu (báze znalostí a postupů)
4. preventivní opatření (systémy řízení silničního provozu)

Pro kvalitní manažerská rozhodování je k úspěchu zapotřebí ve všech čtyřech oblastech, aby policie lépe shromažďovala data a aby je analyzovala účinněji.

Zpráva určuje mnoho policejních postupů řešených ad hoc, které jsou často osobně řízené bez zavedení automatizovaného systému. Myšlenka partnerství uvedená ve zprávě také popisuje, jak je důležité rozlišovat mezi partnerstvím a spoluprací s ostatními agenturami. Partnerství se týkáji dvou nebo více subjektů, které společně projektují strategie, monitorují nebo jménem všech stran často sdílejí potřebné zdroje. Naopak, spolupráce více

agentur zahrnuje několik subjektů, z nichž každý má své vlastní cíle a strategie spolupráce je založena pouze na tom, že to je výhodné spolupracovat.

Pokud jde o cílení na dosažení úspěchů v rámci silniční policie, oblast posouzení je velmi obtížná, neboť pokud někde uspějí se snížením počtu smrtelných dopravních nehod, v další oblasti mohou být úspěšní při snižování počtu nehod týkajících se rychlosti. Zpráva předkládá mnoho doporučení, avšak úspěch závisí na jejich realizaci na místní úrovni, např. jak každé jednotlivé oddělení řeší své úkoly, které jsou specifické pro vlastní oblast.

Výzkum oblasti aktivit policejních složek ukázal, že výkon policejní služby je třeba řešit buď metodami „definice cílů“ nebo s použitím „stanovením priorit“. Definice cílů může být charakterizována jako nastavení cílů a záměrů, rozvojových akčních plánů, které stanoví pokyny pro kontrolu a nápravná opatření.

Výše definice cílů se zpravidla liší od oddělení k oddělení, ale i zde by měly být nějaké univerzální pokyny pro vzdělávání, odbornou přípravu, dozor a komunikaci. Výzkumem bylo zjištěno množství času stráveného při různých činnostech dopravní policie, což potvrdilo skutečnost, kterou akademici i policisté předpovídali, že většinu svého času tráví papírováním.

Existuje několik diskutabilních otázek spojených s těmito činnostmi, jako například, zda policie zastavuje správné lidi, zda policejní akce mají nějaký přímý význam a dopad na řidiče a jejich následné chování. Zároveň mnoho řešení pro bezpečnost silničního provozu leží v oblastech, které jsou mimo bezprostřední odpovědnost policie. Dopad dopravní policejní činnosti na čísla dopravních nehod je nesmírně obtížné změřit.

V závěrečných poznámkách studie jsou uvedeny problémové body výkonu dopravní policie, jako například, že policisté si musejí být vědomi širších ekonomických, sociálních, politických a environmentálních otázek týkajících se řízení a činností své organizace.

Ačkoliv je tato studie vztažena na činnosti policie v Anglii, domnívám se, že mnoho těchto myšlenek je uplatnitelných i v oblastech působení dopravní policie v České Republice.

1.4.3 PROBLEMATIKA SBĚRU DAT O NEHODOVOSTI, POTŘEBA „DOBÝCH“ DAT

V rámci systému sběru dat o nehodovosti je důležité, aby předepsaný postup a sledované ukazatele zahrnovaly veškeré okolnosti přispívající k vzniku dopravních nehod a tedy aby obsahovaly široké spektrum popisu lidského faktoru, dopravního prostředku a prostředí.

Existuje řada odpovědných orgánů, u nichž by měla být nehodovost provozu na pozemních komunikacích analyzována. Například místní orgány, ty mohou zaznamenávat hodnocení nehodovosti na určitém segmentu silniční sítě a pochopit tak snáze příčiny nehod z pohledu lokální znalosti a všech okolností v dané lokalitě. Je důležité říci, že lokálně prováděné statistiky jsou z důvodu sledovaného měřítka často nekompatibilní a neporovnatelné mezi sebou. Policie shromažďuje údaje o nehodách pro své služební účely a vypracovává i celostátní statistiky pro širší posouzení tohoto problému. Zdravotnická zařízení si vedou evidenci ošetřených pacientů v souvislosti s nehodami a rovněž tak pojišťovny, vzhledem k financování náhrad škod z těchto nehod.

Dopravních statistiky nehod jsou nezbytné pro informování a kontroly bezpečnosti silničního provozu a vytváření opatření na místní, regionální a národní úrovni. Lokálně jsou používány na podporu opatření a stavebních úprav na veřejných komunikacích. Na místní

a národní úrovni se používají k podpoře strategie bezpečnosti silničního provozu a zaměřují se na snížení nehod v globálním pojetí.

Jednotlivé policejní složky a místní úřady vyžadují statistiky dopravních nehod, které podporují jejich vlastní provozní opatření a programy bezpečnostní politiky. Ty se liší v zaměření od bezpečnosti chodců, zejména dětí, po boj proti alkoholu za volantem. Proces shromažďování a získaných dat se liší u místních orgánů, které odrážejí různé požadavky bezpečnosti silničního provozu a iniciativ.

U všech těchto institucí je nutné prosadit porozumění problému, jak důležité jsou správné údaje pro úspěšné snížení počtu nehod a co přesně znamená přesnost a kvalita dat ve smyslu informatickém.

Přesnost - je míra, která charakterizuje informace o mapě nebo digitální databázi, zda uložené zápisy jsou pravdivé nebo přijatelné hodnoty. Přesnost je otázka týkající se kvality údajů a počtu chyb obsažených v datovém souboru. S ohledem, například na databáze geografických informačních systémů, je možné zvážit horizontální a vertikální přesnost údajů o zeměpisné poloze. Je třeba mít na paměti, že stupeň přesnosti požadované pro jednotlivé aplikace se značně liší. Rovněž tak vytváření přesných dat je velmi obtížné a nákladné.

Kvalita - určuje úroveň přesnosti popisu sledovaných objektů v databázi. Přesnost prostorových dat je možné stanovit počtem sledovaných desetinných míst. Přesnost atributových informací objektů můžeme specifikovat úrovní detailu jejich popisu. Je důležité si uvědomit, že přesné údaje, bez ohledu na to jak pečlivě jsou změřeny, mohou být z pohledu informativního významu velmi nepřesné. Podobně jako u přesnosti, se úroveň kvality požadovaná pro konkrétní aplikace značně liší, a jak již bylo zmíněno dříve, vysoce kvalitní údaje může být obtížné a nákladné sbírat.

Kvalita a přesnost dat jsou otázky ve středu pozornosti GIS, neboť jejich znalost je základem pro každé jejich aplikování. Jestliže jsou nepřesné, pak výsledky analýz nelze chápat jako přesné. Důležitost tohoto tématu nelze snad ani dostatečně zdůraznit. V praxi je širokou veřejností často opomíjena, neboť ta se domnívá, že s nástupem technologií GPS, vyhledávání atd. již byly tyto úlohy dostatečně vyřešeny. Opak je však pravdou, neboť může být překvapivě obtížné pro průměrného člověka popsat přesně místo, kde se nachází, a to je každodenní problém, se kterým se setkávají lidé (zejména pracovníci integrovaného záchranného systému) při podávání zpráv o nehodách.

Na tomto místě je důležité zdůraznit, že jednotlivé činné orgány v rámci EU mají autonomii v rozhodování o tom, jaké údaje shromažďují. Policejní oddělení mají spoustu příležitostí shromažďovat údaje v rámci svých vlastních složek, avšak shromážděné údaje nejsou často systemizované a proto ani nejsou geograficky srovnatelné. Důležitým faktem je, že příčiny a důsledky dopravních nehod nerespektují umělé hranice stanovené jakoukoli patronátní správou.

V každém procesu sběru dat je velké rozpětí možností pro jakékoliv chyby. Je velmi důležité, že každá charakteristická chyba může být odhalena různými filtry a kontrolami. Je třeba si uvědomit, že:

- prostorová data mají omezenou polohovou přesnost
- možnost nastavení úrovně kvality dat převyšuje jejich skutečnou přesnost

- charakterizovat přesnost prostorových dat v samotném systému je nemožné, vždy odpovídá procesu sběru

1.4.4 ZDROJE NEJISTOTY V MĚŘENÍ A ANALÝZE NEHOD SILNIČNÍHO PROVOZU

Současné systémy sběru dat se snaží co nejlépe postihnout měřením a zápisem realitu, často však nereflektují problematiku neurčitosti či individuálního pohledu a zkušenosti tazatele, čímž dostatečně nepopisují realitu. Za účelem dosažení lepších dat a přesnějších rozhodnutí, jsou důležité následující postupy, které je třeba při sběru dat implementovat:

- zdokonalení modelů nejistoty
- způsoby kódování nejistoty v databázích
- metody sledování nejistoty
- metody výpočtu a sdělování chyb v produktech a prezentacích

Zaznamenávání nehod silničního provozu je proces, který je snadno zranitelný záznamem nejistých údajů, ale je velmi důležitý, protože cílem regulérního zápisu by mělo být minimalizovat čas a náklady strávené přípravou, realizací a opravou opatření, které vyplývají z nepřesných a nejistých dat.

Níže jsou uvedeny některé z různých typů nejistoty, které mohou nastat při sběru a analýze údajů o nehodovosti:

- Záznam údajů podléhá subjektivnímu pohledu zaznamenávající osoby. Interpretace se ukáže jako nesprávná vzhledem k událostem, neboť jejich příčiny a důsledky mají mnohem širší dosah.
- Nejsou zaznamenány anebo zjištěny všechny sledované parametry, neboť okolnosti to neumožňují. Např. není znám přesný čas události.
- Chyba měření, např. polohy, kdy místa události jsou zaznamenána buď jako textové informace, které jsou později zakódovány do polohy, nebo je záznam odkazu polohy na místě incidentu proveden nesprávně. Určení přenesení místa události nehody může být velmi obtížné např. vzhledem k rozsahu nehody nebo přesnosti měřícího zařízení.

Z pohledu procesu zpracování a analýzy dat je možné vytvořit oslňující a působivé mapy na základě zcela nesprávné informace. Především proto, je otázka kvality dat v rámci organizací sběru dat velmi významná a může znamenat rozdíl mezi smysluplnými mapami a jednoduchými plakáty. Je nutné si uvědomit skutečnost, že vysoká kvalita dat neznamená nutně data, která nemají chyby. Nesprávný údaj je jen část kvality dat a je i možné, že přes nesprávný údaj, který může být nedohledán pomocí kontroly, je přesto výsledek konzistentní.

V oblasti silniční nehodovosti je velmi důležité uvědomění si, že organizace, které shromažďují data o nehodovosti, nejsou nutně jejich posledními odběrateli. Partnerů zapojených do snižování počtu a následků nehod je celá řada, je tedy velmi důležité, aby se konečnému souboru dat věnovala z pohledu kvality údajů velká pozornost.

Jedním z velmi vážných problémů současných postupů sběru jsou nehlášené nehody (underreporting). V rámci zákonných úprav se v mnoha státech liší povinnost oznámit událost dopravní nehody. Často jsou povinně zaznamenány nehody se zraněním či se škodou na obecním majetku, nikoliv však nehody s újmou na soukromém majetku (tedy pouze pojistná událost). Jediným doplněním pak může být správa a vyšetřování z pojišťovny či nemocnice, kdy např. pacient byl zraněn při nehodě, ale nenahlásil ji.

Zdá se jasné, že i před lety byla správnost údajů silniční nehodovosti problém. Literatura uvádí širší studie dat, která spočívala v porovnávání statistiky nemocnic a hlášených statistik o dopravních nehodách. Z těchto studií vyplývá, že je velmi obtížné až nemožné, tedy s velkou nejistotou, porovnat tyto záznamy pro komplikovanost veškerých vztahů mezi jednotlivými oblastmi.

Podobně důležitým problémem je samotné definování rozsahu sběru dat o dopravní nehodovosti. Tak jak se společnost neustále vyvíjí, narůstají i potřeby popisu objektů a procesů reálného světa. Nové technologie, jako např. mobilní telefon a jeho použití při jízdě, mohou výrazně ovlivnit nehodovost, sledování těchto charakteristik je však nutné uvést do základního popisného formuláře.

Žádná komplexní studie o možnostech a použití těchto doplňkových dat nebyla realizována. Zcela jistě je vhodné provádět čas od času audit údajů, které se shromažďují, a to v jakékoli souvislosti k silniční nehodě, ať už z úrovně státní a městské policie, pojišťoven, místních úřadů, nemocnic a jiných soukromých organizací sledujících nehodovost silničního provozu.

Pokud se používá k změření polohových údajů dopravních nehod diferenciální GPS, přesnost lokalizace může být až 10 cm. Při samostatném GPS přijímači může být přesnost cca 1 až 15 metrů. GPS poskytuje uživatelům pohodlný způsob přiřazení a použití absolutního páru souřadnic, proto uživatelé nyní mohou znát svoji aktuální polohu a v kombinaci s elektronickou nebo tištěnou mapou lze zjistit vztah k jiným objektům. Je důležité si uvědomit nepřesnost měření v rámci zástavby, při pohybu a při zpracování těchto údajů, například prostorové transformaci mezi souřadnými systémy.

1.4.5 EVIDENCE NEHOD V SILNIČNÍM PROVOZU

Pro potřeby srovnávání a analýz dopravní nehodovosti je třeba vytvářet báze dat popisující tyto skutečnosti. Tak jako obecně v každém procesu i tento sběr a záznam dat prochází neustálým vývojem. S dostupností nových technik a technologií se rozšiřují možnosti popsání a změření parametrů silničních nehod, stejně tak jako možnosti strukturování jejich záznamu. Prozatím bohužel neexistuje jednotný standard pro vyšetřování nehod a záznam informací o dopravní nehodě v rámci Evropské unie a je tedy prakticky nemožné získat detailní data od jednotlivých států, která by byla vzájemně porovnatelná.

V rámci České republiky vede evidenci dopravních nehod Policie České republiky dle § 123 zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. Tato evidence obsahuje údaje o dopravních nehodách nahlášených Policií České republiky.

Evidence dopravních nehod obsahuje:

- a) údaje o účastnících dopravní nehody
- b) údaje o vozidlech, která měla účast na dopravní nehodě

- c) údaje o místě a době dopravní nehody
- d) údaje o příčinách dopravní nehody

Vyhláška o evidenci dopravních nehod č. 32/2001 Sb. dále blíže specifikuje jednotlivé pojmy a sledované údaje a způsob vedení evidence. Souhrnná databáze je vedena Ředitelstvím služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky.

Na základě potřeb Evropské unie byla vytvořena databáze CARE - Community database on Accidents on the Roads in Europe, kam přispívá data i Česká republika. CARE, jako Evropská databáze silniční nehodovosti, byla vytvořena na základě rozhodnutí Rady ze dne 30. listopadu 1993 o vytvoření databáze Společenství týkající se dopravních nehod v provozu na pozemních komunikacích. Jednotlivé záznamy jsou ponechány v původní podobě a nejsou agregovány, čímž je zaručena možnost analýz na národní nebo mezinárodní úrovni. Pro původních 14 zakládajících zemí jsou data k dispozici již od roku 1991. Česká republika se zapojila v roce 2005 podobně jako ostatní země, které byly do EU přijaty v květnu 2004. Původní základní seznam atributů o dopravní nehodě CARE PLUS 1 byl v roce 1999 rozšířen na CARE PLUS 2, kdy byl přidán typologický katalog nehod. Přímý přístup do této databáze je omezen pro velmi úzký okruh uživatelů. Pro veřejnost jsou dostupné pouze finální statistiky.

Specifické parametry databáze a způsob jejich přebírání z národních statistik je uveden v dokumentu (9).

IRTAD – International Road Traffic Accident Database je mezinárodní databáze silniční nehodovosti, která byla založena v roce 1988 v rámci OECD, přičemž do sdílení dat je zapojeno i několik zemí mimo tuto organizaci. Ve srovnání s databází CARE jsou data již agregována a zpravidla jsou vložena po měsíčních nebo ročních hodnotách. Kromě dat o nehodovosti jsou k dispozici i základní informace o dopravě (počet motorových vozidel, délka komunikací, atd.) pro charakteristiku dopravního systému.

Kromě zmíněných organizací je mnoho dalších, které se zpravidla zabývají pouze určitou částí silniční nehodovosti, jako např. jízda pod vlivem omamných látek DRUID a ochrana dětí v silničním provozu CHILD, nehody motocyklů MAIDS, výrobců automobilů EA-CS, biomechanika účastníků CCIS nebo konkrétní lokality, např. GIDAS pro Německo a OTS pro Anglii.

Nelze opomenout ani organizace jako ITE - Institute of Transportation Engineers nebo PIARC - Permanent International Association of Road Congresses, zabývající se celým oborem dopravy.

1.5 FINANČNÍ ASPEKTY DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI

1.5.1 CENA DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI A STATISTICKÁ HODNOTA ŽIVOTA

Práce (10) upozorňuje na aspekty stanovení ceny újmy z dopravních nehod a problematiku ceny života v otázce bezpečnosti silničního provozu v Anglii. Počet dopravních nehod se zdá být jedním z mála statistik provozu, která se neustále zlepšuje v průběhu času, přičemž opatření provedená v Anglii jsou srovnatelná s jinými zeměmi. Například je celkový obrázek nekompletní v tom, že neexistuje záznam změny chování nechráněných uživatelů, kteří se snaží přizpůsobit rostoucímu objemu dopravy. Tyto změny mohou být snadno pozorovatelné a nejsou bez nákladů.

Navíc, s významnou výjimkou letecké dopravy (což představuje pouze velmi malý zlomek cestování v Anglii), tyto způsoby cestování s nejhorší bilancí bezpečnosti rostou nejrychleji. Většina pokusů pro výpočet externích dopadů silniční dopravy přiřazuje nehodám příliš velké hodnoty. Existují tři fáze při výpočtu externích nákladů nehod silničních vozidel.

1. První zahrnuje stanovení nákladových položek z vlastní nehody.
2. Druhá zahrnuje rozhodnutí, zda a do jaké míry jsou tyto náklady externí.
3. Třetí zahrnuje uvádění finančních částek na ty nákladové položky, které jsou externími.

Komponenty nákladů způsobených nehodami jsou:

- sociální náklady nehod
- vlastní hodnota lidského života
- stanovení další lidských hodnot
- lékařské a ambulantní náklady, náklady policie a správních orgánů
- materiální škody
- ztráta produkce

Základní otázky jsou: Jaké přesně jsou náklady spojené s průměrnou nehodou? Jak se tyto vypočítají v případě nehmotných věcí, jako např. fyzické bolesti a žalu v důsledku nehody? Jaký podíl z nich může být považován za externí od samotných uživatelů silnic? Může být chování chodců a cyklistů ceněno náklady, a pokud ano, jak? V tomto ohledu existuje velký počet nevyřešených otázek.

K soukromým nákladům v silniční dopravě patří mimo jiné posouzení rizik řidiče (a cestujících) pro vlastní bezpečnost. Může se proto zdát, že lidské náklady v důsledku nehod jsou interními náklady v tom smyslu, že řidiči si mohou vybrat úroveň rizika, který si odsouhlasí. Toto se ale týká jistého počtu předpokladů, které zcela jistě nejsou správné.

Za prvé, že lidská hodnota uvažovaná jednotlivcem zahrnuje bolest a smutek, které pociťují pozůstalí v případě fatálního úrazu. Je třeba tyto hodnoty zvýšit, aby odpovídaly altruistickým obavám o bezpečnost ostatních? Odpověď je překvapující, že zřejmě to není nutné. Výzkum ukázal, že pokud altruismus existuje ve svém nejčistším smyslu, jako starost o ostatní ku prospěchu jiných, není vhodné, aby zahrnovala jakékoliv další platby, což odráží altruistické obavy. Důvodem je, že by to vedlo k nadměrné bezpečnosti jiných osob a odpovídající nedostatečné zabezpečení sebe sama a celkové úrovni blahobytu. Pouze v případě, kdy je altruismus čistě bezpečnostně zaměřen (každý má uspokojení z přežití dalších osob) by měly být tyto prvky zahrnuty, což ve skutečnosti vypadá, že je empirickou záležitostí.

Za druhé se předpokládá, že jednotliví motoristé správně určují pravděpodobnost být účastníkem nehody. Ve skutečnosti, většina lidí věří, že jsou bezpečnější než průměrný řidič (syndrom „Mě se to nikdy nestane“). Nepochopení mají politické relevance, že může být důvod pro zvyšování povědomí o rizicích účastníků silničního provozu, kterému se

sami více vystavují. Dodatečné poplatky by mohly napravit endemické nerozpoznání těchto rizik.

Za třetí, je to předpoklad, že fyzikální rizika, kterým čelí každý motorista, nejsou ovlivněna činností ostatních. Tato oblast je poněkud diskutabilní. Někteří výzkumníci jsou jasně zaujati tím, že když se dva nebo více vozů srazí, vytváří tak „externí náklady“ sami na sebe. Proto se domnívají, že všechny kolize jsou externí náklady. Tímto je však zneužito slovo externí, tak jak je určeno v ekonomii. Zapotřebí je méně krátkozraký pohled. Náklady na nehody jsou externí do té míry, že každý další kilometr projetý vozidlem zvyšuje pravděpodobnost nehody. Přítomnost dalšího vozidla v žádném případě nezvyšuje pravděpodobnost nehody jiných motoristů a pak to tedy není externí náklad. Matematicky by se měl počet párových srážek mezi vozidly (a pravděpodobně i počet nehod) zvýšit se čtvercem toku vozidel za předpokladu, že řidiči nevyužívají žádné podpory, anebo nezmění své chování.

A přesto, v posledních letech se provoz značně zvýšil, zatímco ve stejnou dobu počet smrtelných nehod klesl. Toto by mohlo být chápáno tak, že existuje negativní vztah mezi intenzitou dopravního provozu a počtem nehod. Jenomže proběhlo nejen zlepšení v oblasti projektování silnic, automobilového designu a lékařského ošetření, ale také je kvalitnější vzdělávání řidičů a přísnější vymáhání právních předpisů.

Empirická analýza tohoto vztahu by vyžadovala průřezové informace o velkém množství silnic, u nichž by tyto proměnné musely být zafixovány. Studie provedené v šedesátých letech minulého století v USA navrhovaly více jak lineární vztah mezi provozem a počtem dopravních nehod. Novější ověření naznačují, že tento vztah může být blíže k lineárnímu. Ministerstvo dopravy v Anglii předpokládá rovněž lineární vztah, což je vzhledem k významu tohoto určení a stupni selhání trhu v oblasti silniční dopravy nešťastné.

Námítka k tomuto názoru, že náklady všech nehod jsou interními, je ta, že existují tři velmi konkrétní externí náklady právě v důsledku nehodovosti. Na prvním místě je zřejmé, že administrativní náklady na zúčtování následků nehody nejsou hrazeny přímo ze strany motoristů a rovněž ani tak náklady léčby, která je předkládána s nárokem na péči zdarma. Ztráta z produkce ve formě daní placených jednotlivcem státu je rovněž externím nákladem. Nikdo se při rozhodování, zda bude řídit nebo ne, nechová takovým způsobem, aby bral v úvahu zvýšené daňové zatížení ostatních v případě své smrti.

Na druhé straně jsou materiální náklady na nehody již internalizovány prostřednictvím mandatorního pojistného za soukromé vlastnictví vozidla. Je nemyslitelné, že se všechny fyzické škody zaplatíme (např. škody ve veřejném a nikoli soukromém vlastnictví), ale jako uživatelé tyto náklady ignorujeme.

Samozřejmě je možné začlenit všechny tyto komponenty do jednoduchého modelu, z nichž jsme schopni odvodit většinové externí náklady na silniční dopravu v souvislosti s nehodami. A snadno lze prokázat, jak tyto mezní externí náklady závisí axiomatically na klíčových parametrech a předpokladech, o nichž je jen velmi málo informací. V důsledku toho jsou skutečné mezní externí náklady z dopravních nehod předmětem širokého rozpětí chyb.

$$TSC = (a + c + d) rF \quad [1]$$

Celkové sociální náklady TSC jsou odvozeny rovnicí [1], kde a jsou očekávané náklady účastníka silničního provozu a spolucestujících v případě nehody, c je částka pro finanční náklady na každou nehodu, jako jsou správní náklady a náklady na lékařskou péči, d stojí za škodou, jejíž náklady se hradí účastníkům silničního provozu a kteří se na nehodě podíleli, r představuje riziko za užívání silnic - nehoda na vozidlový kilometr a F je intenzita vozidel za jednotku času.

Předpokládaný počet dopravních nehod na kilometr by měl být rostoucí funkce toku provozu. Čím větší hustota dopravy, tím větší možnosti kolize. Je tedy možné psát:

$$r = \beta F^\gamma \quad [2]$$

Přesněji řečeno, pokud se zdvojnásobí hustota provozu a rovněž se zdvojnásobí množství rizika, pak vztah mezi r a F je lineární a γ je rovna jedné. To se zdá intuitivně správné, neboť dvojnásobná hustota provozu, znamená dvakrát více vozů jedoucích i v opačném směru. Toto je však nejvíce nejistý vztah.

Jedním z empirických odhadů je, že hodnota γ se rovná 0,5. Odhad ministerstva dopravy v Anglii říká, že r není funkcí intenzity provozu na komunikacích (γ je rovno nule), čemuž se dá jen stěží uvěřit. Dosazením této rovnice do TSC funkce dostaneme:

$$TSC = (a + c + d)\beta F^{1+\gamma} \quad [3]$$

Marginální sociální náklady (MSC) jsou pak:

$$MSC = (1 + \gamma) (a + c + d)\beta F^\gamma \quad [4]$$

$$MPC = APC = (a + d)r = (a + d)\beta F^\gamma \quad [5]$$

Mezní soukromé náklady (MPC) jsou předpokládané soukromé náklady na nehodu v posledním kilometru, který jedete. Opět platí, že není jediný důvod, proč by řidič ve svém posledním kilometru jel bezpečněji, než jakýkoli jiný účastník silničního provozu a tak mezní soukromé náklady se rovnají průměrným soukromým nákladům.

Všimněte si, že tato rovnice předpokládá, že účastník silničního provozu správně vnímá rizika spojená s řízením a opomíjí čisté produkční náklady, náklady léčení a náklady na administrativu, protože ty nejsou přímo hrazeny samotnými uživateli silnic. Mezní poplatek z externalit jsou mezní sociální náklady minus mezní soukromé náklady vynásobené intenzitou dopravy:

$$MEC = (MSC - MPC) F \quad [6]$$

Tento poplatek je nutné sladit s chováním motoristů a s náklady, které způsobili na ostatních, stejně jako na celé společnosti. Předpokládejme, že riziko pro uživatele komunikace, který se vydá na cestu, je nezávislé na počtu ostatních účastníků silničního provozu (jinými slovy je γ rovno nule). V tomto případě poplatek na internalizaci externích nákladů může být prokázán, snížením o částku chladnokrevných nákladů a o náklady způsobilé na zbytku společnosti.

Jestliže na druhé straně existuje vážný problém nepochopení, téměř do té míry, že lidé nevěří, že by osobně byli ohroženi v důsledku nehody, pak celkový příjem nezbytný k in-

ternalizaci externalit nehody by marginální sociální náklady vynásobil intenzitou dopravního proudu.

To by byly velmi značné částky, které by převýšily i celkové společenské náklady v důsledku dopravních nehod. Je možné předpokládat, že veškerý provoz se skládá z homogenních uživatelů silničního provozu, ale lze i zavést různé typy vozidel, například automobily a autobusy. Tato vozidla mají odlišné vlastnosti z hlediska jejich účinku při nehodách. Daně mohou být odvozeny pro použití silnic tak, aby odrážely veškeré externí náklady nehod, a tyto se mohou lišit mezi různými třídami uživatelů silničního provozu, což může vést ke změnám ve složení provozu.

Na rozdíl od nehod mezi automobily, nákladními automobily a motocykly, fyzický výsledek kolize mezi chráněným a nechráněným účastníkem silničního provozu má jasný řez. Jestliže by byl lineární vztah mezi provozem a počtem obětí silničního provozu nechráněných uživatelů (konstantní riziko nehody na vozidlový kilometr), účastníci silničního provozu by byli bez nákladů. V případě, že důsledkem bylo zranění nechráněného účastníka, pak náklady všech těchto nehod jsou externí pro chráněné účastníky silničního provozu.

Tyto náklady jsou přiřazeny na nechráněné účastníky silničního provozu nebo na společnost jako celek z hlediska medicínské péče, které oběti nehod dostávají. Zde se nelze domnívat, že taková situace je daleko od správného postupu, ale je zřejmé, že otázka, do jaké míry pojištění, platby nebo jiné sankce internalizovaných nákladů nehod zahrnují zranění chodců a cyklistů je složitá.

Důležitou otázkou je, co soudy ocení v případě smrti následkem úrazu nebo zranění. Zdá se, že platby zřídka odrážejí předpokládané externí náklady nehod a více se zajímají o vyrovnání kompenzací nebo určení viny mezi postiženými stranami.

Hodnota statistického života (VOSL) odpovídá marginální ochotě zaplatit za to, aby se zabránilo nebezpečí smrtelné nehody souhrnně přes velký počet lidí. Mnoho činností zvyšuje nebo snižuje pravděpodobnost smrtelné nehody. Kdyby byl život nekonečně cenný, všechny zdroje by měly být věnovány na jeho zachování. Ale skutečnost, že žádná osoba se nechová takovým způsobem, naznačuje, že existují přijatelné míry rizika a v mnoha kontextech lze u jedinců pozorovat neuvažování rizika oproti úspoře nákladů.

Definovat jediné číslo jakožto hodnotu pro zabránění úmrtí přináší rozpory, kdy implicitní hodnota rizika bezpečnosti se liší napříč různými odvětvími. Přesné hodnoty lidského života oproti zamezení nehody však mohou velmi napomoci při rozhodování o projektech silničních investic. Zvýšení nákladů na nehody ve vztahu k úsporám času směřuje spíše k podpoře projektů, jejichž hlavní cíl spočívá v schopnosti snížit počet nehod, spíše než, například zmírnění dopravních kongescí. Existuje rozšířený názor, že bezpečnost ve Velké Británii je vážně podhodnocena v tom smyslu, že údaje používané v různých správních úřadech neodpovídají preferenci jednotlivců.

Původně byla současná hodnota budoucích příjmů používána jako ukazatel hodnoty bezpečnosti silničního provozu. Maximální ochota zaplatit byla chybně srovnávána s celoživotním výdělkem. To je možné udělat pro povolání netržních služeb, jako jsou ženy v domácnosti a rovněž pro přímé ekonomické náklady spojené s nehodami, například účtem za lékařskou péči. Problém tohoto přístupu je, že lidé hodnotu bezpečnosti stanovují pro své vlastní účely a ne kvůli touze zachovat produkci hospodářství. Tento přístup

byl pozměněn tak, aby adekvátně zahrnoval některé více či méně libovolné komponenty jak je bolest, žal a utrpení. Varianta přístupu je, že snížení současné hodnoty oběti nehod by mělo být odečteno od hrubé produkce. Výsledné opatření je známé jako čistá výstupní ztráta a odráží ekonomický dopad smrti jednotlivce na zbytek společnosti. Poměrně zřejmé námitky tohoto přístupu jsou, že smrt osoby se zdravotním postižením nebo kohokoliv v čase po odchodu do důchodu lze považovat za výhodu.

Ostatní návrhy, které byly v minulosti použity k stanovení implicitní hodnoty života, odrážejí pohled veřejného rozhodování odvětvové politiky, který obchází rizika a zcela se vyhýbá otázce, jaká by měla být ve veřejném sektoru hodnota života. Životní pojištění se pokouší o spojení hodnoty statistického života s částkami, za které lidé obvykle považují hodnotu jejich života nebo zdraví. Naneštěstí, mnoho jednotlivců, kteří jsou velmi znepokojeni vlastní osobní bezpečností, se mohou racionálně rozhodnout, že nebudou mít žádné životní pojištění, zvláště pokud jsou bez závislých osob.

Ohodnocení lidského života v Anglii na základě studií bezpečnosti v silničním provozu (údaje v cenách roku 1993)		
Studie	Rok	VOSL (mil Kč)
Melinek	1974	22
Veljanovski	1978	240 – 1840
Needleman	1980	8,8
Marin et al.	1982	105 – 285
Georgiou	1992	380
Průměrná hodnota		160

Tabulka 5 Ohodnocení lidského života v Anglii na základě studií bezpečnosti v silničním provozu

Zdroj: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1994

V každém případě, protože není složité si vyzvednout výplatu pojištění, je velmi těžké říci, že tato částka je obecně hodnota ochoty platit, aby se zabránilo riziku.

Některé přístupy navrhuji, že typické hodnoty ocenění soudem, v případě úmrtí při nehodě, jsou vhodné pro stanovení VOSL. Ty jsou možnými kandidáty na rozsah, jaké riziko společnost akceptuje. Zdá se více než pravděpodobné, že tyto platby příliš odrážejí spíše potřeby závislých pozůstalých, než individuální ochoty zaplatit, aby se zabránilo riziku.

Ohodnocení lidského života v USA na základě studií bezpečnosti v silničním provozu (údaje v cenách roku 1993)		
Studie	Rok	VOSL (mil Kč)
Smith	1974	380 – 6350
Thaler and Rosen	1976	30,8
Smith	1976	180
Viscusi	1978	60 – 265
Dillingham	1979	22 – 33
Brown	1980	88
Viscusi	1980	130 – 1050
Viscusi	1981	175 – 1250
Olson	1981	370
Arnould et al.	1983	30
Butler	1983	40
Low an McPheters	1983	30
Dorzey and Walzer	1983	290
Smith	1983	85 – 485
Dickens	1984	85 – 190
Leigh and Folsom	1984	240 – 1690
Smith and Gilbert	1984	9
Dillingham	1985	70 – 340
Gegax	1985	60 – 100
Leigh	1987	500 – 1600
Herzhog and Schlottman	1987	230
Viscusi and Moor	1987	50 – 60
Garen	1988	180
Cousineau	1988	35 – 90
Moor and Viscusi	1988	50 – 300
Viscusi and Moor	1989	240
Moor and Viscusi	1990	470
Kneisner ans Leeth	1991	18
Průměrná hodnota		180

Tabulka 6 Ohodnocení lidského života v USA na základě studií bezpečnosti v silničním provozu

Zdroj: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1994

Ministerstvo dopravy přijalo míru ochoty zaplacení hodnoty statistického života jako míru závislou na hrubé produkci. Zjistit, jak se lidé chovají s ohledem na rizika, umožňuje výzkumným pracovníkům výpočet ochoty platby za snížení tohoto rizika, z nichž lze VOSL odvodit. Existují tři široce používané techniky pro výpočet implicitní hodnoty bezpečnosti. Studie zaměřené na odhad tohoto parametru (Tabulka 5 a Tabulka 6) byly přijaty v souvislosti s riziky v oblasti průmyslu s tím, že se zvažuje prvek náhrady mzdy těmto zaměstnancům jako náhrada za službu v nebezpečných povoláních (přístup hedonické / kompenzační odstupňovanosti mezd). Jinak za stejných podmínek, pracovní místa s vyšším rizikem nehody mají větší mzdy, což kompenzuje toto riziko. Tento přístup má tu výhodu, že zahrnuje do řešení spíše skutečné než hypotetické možnosti. Na druhou

stranu by se dalo argumentovat tím, že výsledky z těchto studií jsou poplatné regulačním orgánům, jako jsou organizace sledující zdraví pracovníků, než aby zde bylo racionální rozhodnutí ze strany jednotlivců.

Kompenzační typ studií také trpí nedostatkem, že při studiu vnímání rizik pracovníky přítomných v průmyslu, se zdají být výsledné hodnoty poměrně nízké. Existují také faktory, jako je spolčování, pohlavní a rasová diskriminace, atd., které také ovlivňují mzdy a musejí být zahrnuty do analýzy pro vysvětlení relativní mzdové sazby.

Metoda preference je založena na kompromisech a má tendenci se spoléhat na řadu předpokladů. Preferenční techniky byly použity ke stanovení hodnoty života na rozhodnutích, například od okamžiku rozhodnutí o koupi detektoru kouře nebo od instalace bezpečnostních pásů v době, než byly povinné nebo kdy si nasadit novou sadu pneumatik na auto.

Ohodnocení lidského života na základě přímého dotazování (údaje v cenách roku 1993)			
Studie	Rok	Stát	VOSL (mil Kč)
Jones-Lee	1985	Anglie	110
Persson	1989	Švédsko	85 – 190
Maier	1989	Rakousko	110
Průměrná hodnota			100

Tabulka 7 Ohodnocení lidského života na základě přímého dotazování

Zdroj: Jones-Lee, 1992

Jiné studie se dotazovaly přímo osob na jejich ochotu zaplatit, aby se zabránilo možným hypotetickým změnám v zvýšení nebezpečí úrazu (Tabulka 7). Hodnoty statistického života jsou pak aproximovány vydělením ochoty platit za odpovídající změnu v pravděpodobnosti účasti při nehodě. Například, pokud je průměrný respondent ochoten přispět jednou korunou na snížení rizika úmrtí o 1: 1.000.000 pak implicitní hodnota statistického života je 1.000.000 korun. I když tyto změny jsou spíše hypotetické než na základě zjištěného chování, přímočarost tohoto přístupu je atraktivní. Dotazníkový přístup umožňuje, aby s odhady byly zároveň sledovány sociálně-ekonomické parametry, jako je příjem, věk a sociální třída respondentů. Ochota platit za bezpečnost, jak je prokázáno, souvisí i s rostoucí velikostí příjmu. Tento přístup však vyžaduje kontroly konzistence odpovědí a schopnost jednotlivců zvládnout základní pravděpodobnostní koncept. Hodnoty pro těžká a lehká zranění jsou vypočteny obdobným způsobem, respondenti se vyjadřují k určení své ochoty platit za malé změny pravděpodobnosti s tím, že budou účastníky nehody, ze které si odnesou určitá zranění, například zůstanou ochrnuti.

Průměrná hodnota VOSL odvozená ze studií provedených v Británii je pozoruhodně podobná průměrné hodnotě VOSL studiím provedených v USA. Oba výsledky jsou výrazně vyšší, než 27 mil Kč používaných ministerstvem dopravy (měřeno cenách roku 1991). Průzkum provedený ve 21 dalších studiích dle různých metodik a z různých zemí OECD ukazuje průměrně 180 milionů korun za statistickou hodnotu života. Ze všech těchto studií je možné tvrdit, že VOSL je opravdu blízko na 90 milionům korun, než používá ministerstvo dopravy. Následující tabulka zobrazuje porovnání těchto hodnot pro různé státy.

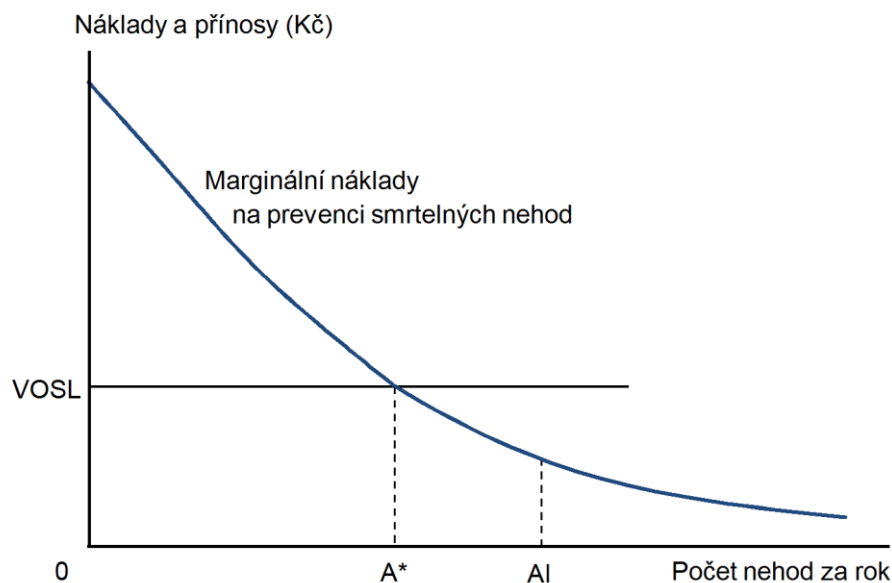
Ohodnocení lidského života v různých státech a dle různých metodik (údaje v cenách roku 1993)			
Stát	Rok	Ocenění / mil Kč	Metoda
Belgie	1983	14,212	Hodnota hrubého výdělku
Německo	1988	29,647	Hodnota hrubého výdělku
Finsko	1989	75,152	Ochota platit
Francie	1985	12,065	Hodnota čistého výdělku
Velká Británie	1988	41,716	Ochota platit
Lucembursko	1978	15,466	Hodnota čistého výdělku
Nizozemí	1983	3,986	Hodnota čistého výdělku
Norsko	1988	15,963	Hodnota hrubého výdělku
Rakousko	1983	25,629	Hodnota hrubého výdělku
Portugalsko	1976	0,576	Hodnota hrubého výdělku
Švédsko	1990	92,501	Ochota platit
Švýcarsko	1988	78,368	Ochota platit
Španělsko	1984	6,767	Národní produkt

Tabulka 8 Ohodnocení lidského života v různých státech a dle různých metodik

Zdroj: Hannson and Markham, 1992

Všimněte si, že všechny země (s výjimkou Francie) zahrnují přímé finanční náklady i lidské náklady spojené s úmrtím, což dělá jejich jednotně nízkou hodnotu ještě více překvapující. Důvodem se zdá být, že se obecně spoléhá na metodiku hrubého domácího produktu, od něhož je hodnota statistického života odvozena. Je zřejmé, že i když hodnoty příjmů zaměstnaných v Anglii patří mezi vyšší, odbor dopravy stále není schopen používat hodnotu vycházející z empirických důkazů. Důvodem je pravděpodobně preference pro určité typy infrastrukturních investic, na úkor bezpečnosti silničního provozu nebo jednoduchou touhu ovládat veškeré výdaje.

Takováto politika stojí lidské životy. Pro ilustraci, v publikaci *The Economics of Safety and Physical Risk* Jones-Lee hrubě odhadl dopady zvýšení odhadované hodnoty statistického života ministerstvem dopravy v souladu s empirickými důkazy. Totéž udělal pro stanovení dalších výdajů, které naznačovaly, že by tyto názory v posuzování projektů mohly zachránit mnoho dalších životů. Takové představení vyžaduje funkci marginálních nákladů pro bezpečnost silničního provozu, která bohužel neexistuje (Obrázek 5). Zapracováním nákladů 37 protiopatření bezpečnosti silničního provozu dle zprávy OECD lze zkoumat důsledky přechodu od staré hodnoty statistického života na hodnotu, která se považuje za nejnižší obhajitelnou. Hrubým odhadem bylo zjištěno, že vyplývající dodatečná opatření by zabránila 600 úmrtí ročně a na nákladech 10 procent nákladů státní správy a samosprávy z ročních rozpočtů na stavbu silnic. Použitím ještě vyššího odhadu hodnoty statistického života by se ušetřilo dalších 900 životů a na dodatečných nákladech 22 procent rozpočtu. Je jisté pozoruhodné, že země uplatňující nejvyšší hodnotu pro určení VOSL často mají nejlepší statistiky dopravní nehodovosti.



Obrázek 5 Funkce marginálních nákladů bezpečnosti silničního provozu

Křivka mezní nákladové funkce z ceny všech různých opatření, která mohou být přijata pro zabránění ztrátám na životech. Veřejná politika zjevně nevěnuje veškeré národní zdroje, aby se zabránilo ztrátě životů, a tak nějaká úroveň AI, je v současné době mlčky přijata odpovědnými orgány. Ekonom by tvrdil, že průsečík mezi VOSL a mezní nákladovou funkcí je nejlepším řešením pro společnost. Aktuální VOSL ministerstva dopravy může být definován jako příliš malý, což znamená, že by společnost investicí do opatření pravděpodobně vydělala na dalším snížení počtu nehod.

V rámci České Republiky se dlouhodobě věnuje vyčíslení ztrát způsobených nehodovostí v silničním provozu Centrum dopravního výzkumu (CDV). Ocenění dopravních nehod není jednoduché, některé jejich následky jsou obtížně kvantifikovatelné. CDV pro tento účel zpracovalo metodiku výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích. (11) (12) Nejvhodnější metodou ve stávajících podmínkách České republiky je tzv. metoda „celkového výstupu“, tj. forma propočtového ocenění. Pro výpočet se používá forma propočtového ocenění ekonomických důsledků dopravní nehodovosti s maximální snahou o docílení nejvíce možné objektivity oceňování jednotlivých komponentů škod. Dosažitelné statistické údaje jsou doplňovány odbornými odhady příslušných odborníků v oblasti zdravotnictví, soudního lékařství, dopravní policie, soudů, pojišťovnictví a sociální péče. Kvantifikace nákladů a ztrát se provádí technikou přímého zjišťování nákladů na zdravotní péči, administrativu (policie, soudy, pojišťovny), výši sociálních výdajů a hmotných škod. Pro ocenění ztrát na produkci se používá tzv. hrubého výnosu, tj. výše hrubého domácího produktu na obyvatele.

Výše ztrát v důsledku usmrcení a zranění člověka (na 1 osobu) byla pro rok 2006 odhadnuta na:

- ztráta v důsledku usmrcení člověka 9 662 427,- Kč
- ztráta v důsledku těžkého zranění 3 243 737,- Kč
- ztráta v důsledku lehkého zranění 364 577,- Kč

Do ztrát nejsou zatím zahrnovány subjektivní škody, mezi které patří bolest, utrpení, šok, ztráta naděje na dožití, ztráta životní pohody a obvyklého způsobu života, narušení rodiny a jiné, zpravidla nenahraditelné škody. Výše ocenění subjektivních škod je obtížně srovnatelná a monetárně nemůže být spolehlivě vyjádřena, i když je minimálně stejně závažnou stránkou tragédie dopravních nehod jako jejich ekonomické důsledky.

Nehody s usmrcením člověka – příklad za rok 2003	
Přímé náklady	
Náklady na zdravotní péči	110 681,- Kč
Hmotné škody	314 993,- Kč
Administrativní náklady:	
Policie	31 796,- Kč
Soudy	20 345,- Kč
Pojišťovny	37 799,- Kč
Administrativní náklady celkem	89 940,- Kč
Přímé náklady celkem	515 614,- Kč
Nepřímé náklady	
Ztráta na produkci	7 640 309,- Kč
Sociální výdaje	857 654,- Kč
Nepřímé náklady celkem	8 497 963,- Kč
Ztráta v důsledku usmrcení celkem	9 013 577,- Kč

Tabulka 9 Příklad ocenění nehody s usmrcením člověka dle metodiky CDV

Tabulka 9 ukazuje příklad výpočtu pro nehodu s usmrcením člověka. V porovnání s předchozím textem je zřejmé, nakolik je u nás ocenění lidského života nedostatečné a tedy i tomu odpovídající podhodnocené financování opatření bezpečnosti v silničním provozu.

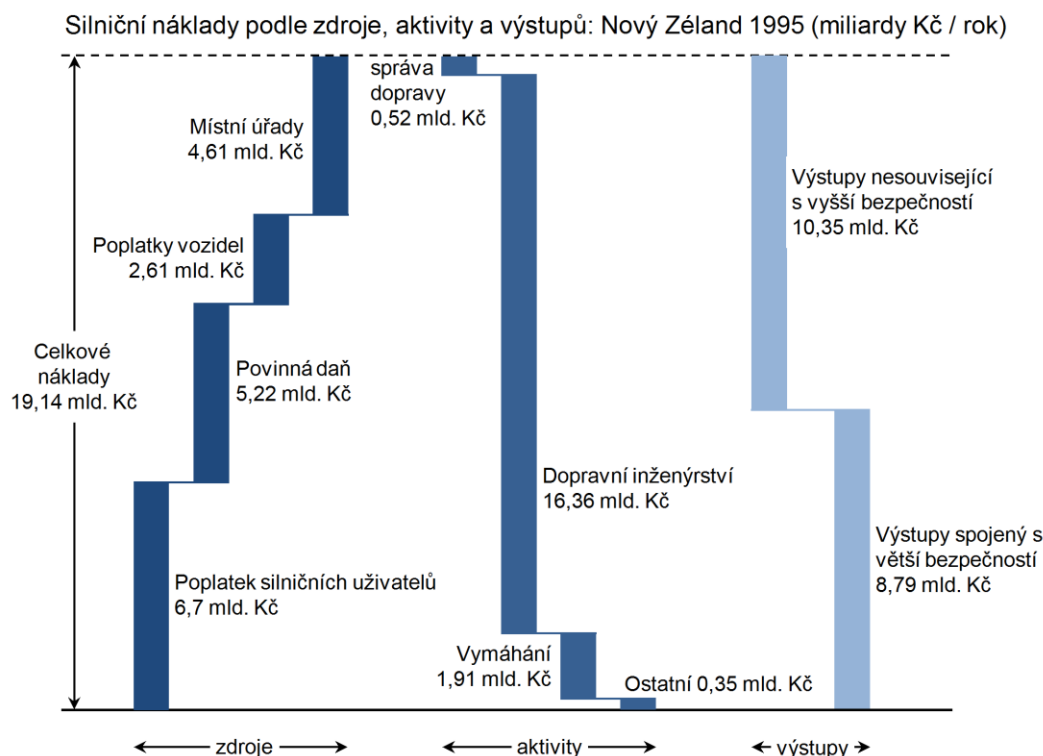
1.5.2 MODEL PŘIDĚLOVÁNÍ ZDROJŮ BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU

Velmi důležitou oblastí managementu silniční bezpečnosti je vhodné alokování finančních prostředků vzhledem k potřebám intervencí na sledovaná území a spektru možných realizovatelných opatření.

Studie (13) prezentuje přístup k tomuto problému organizací The Land Transport Safety Authority (LTSA) na Novém Zélandu, agentury zřízené v roce 1993 za účelem provádění činností, které podpoří bezpečnost v oblasti pozemní dopravy vzhledem k efektivnímu využití dostupných finančních prostředků.

Tento cíl ukládá LTSA vyvinout a implementovat bezpečnostní programy, které vytvářejí čistý bezpečnostní přínos pro Nový Zéland. Za tímto účelem LTSA vyvíjí optimální postup pro přidělování prostředků bezpečnosti silničního provozu a prezentuje model přidělování zdrojů.

Model je určen pro použití ve většině výdajových aktivitách bezpečnosti silničního provozu, které na Novém Zélandu tvoří přibližně polovinu všech výdajů na pozemních komunikacích, viz. obrázek 6.



Poznámky: 1) Dopravní inženýrství fyzicky ovlivňuje dopravní infrastrukturu, například řešení křižovatek, osvětlení, dopravní značení a změny v geometrii komunikací.
 2) Vymáhání ovlivňuje dodržování předpisů účastníků silniční dopravy. Příkladem jsou policejní hlídky či měření rychlosti.
 3) Správa dopravy se skládá z vyšetřování, postihování a účasti na případech atd.
 4) „Ostatní“ aktivity zahrnují licencování, standardy vozidel, vzdělávání a publicitu.
 5) „Výstupy nesouvisející s vyšší bezpečností“ spočívají v úsporách cestovní doby a provozních nákladů vozidel.

Obrázek 6 Rozdělení výdajů dle aktivit LTSA

Tento model může být považován za zvláštní případ obecnějšího modelu, který by mohl být použit i na jiné projekty, nesouvisející s přidělováním výdajů pro bezpečnost silničního provozu. Specializované verze modelu mohou být“.

- „všeobecný model“, který se vztahuje v zásadě na všechny výdaje v dopravní oblasti, na inženýrství a prosazování i řízení provozu, tedy na velkou část všech silniční výdajů
- „model bezpečnosti silničního provozu“, který se vztahuje na výdaje na technické zabezpečení bezpečnosti silničního provozu, její prosazování a na některé vzdělávací programy
- „model vymáhání“, který se vztahuje pouze na vymáhání bezpečnosti silničního provozu prostředky policejního dohledu

Typy výdajů, které nemohou být z principu modelovány, jsou výdaje bez prostorové charakteristiky, např. licence, vozidlové normy a některé aktivity vzdělávání a propagace programů. V budoucnu mohou být modely přizpůsobeny i pro tento typ výdajů, v současném pojetí musí být hodnoceny jinými prostředky.

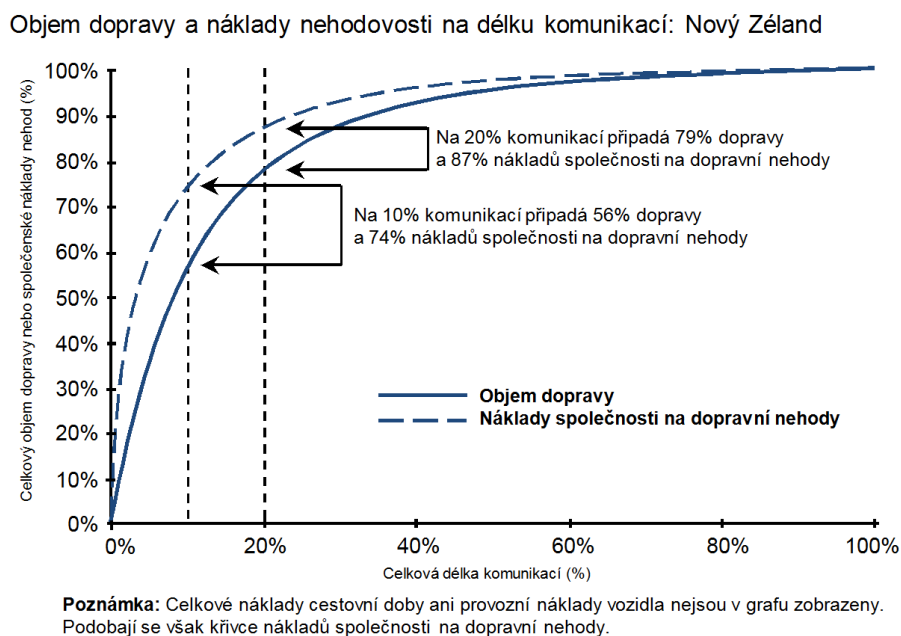
Správci komunikací (včetně agentur pro bezpečnost silničního provozu, jako je LTSA) obecně alokují zdroje ve třech krocích. Potenciální projekty jsou nejprve identifikovány,

dále jsou hodnoceny, a nakonec financovány, pokud jsou kritéria pro investici splněna. Metoda přípravy a výběru projektů „zespoda nahoru“ funguje dobře, pokud jsou již všechny přijatelné projekty určené a jsou k dispozici vhodné nástroje, jimiž je lze hodnotit. Bohužel, to není možné zaručit, neboť například nebezpečným lokalitám je tendence věnovat pozornost pouze tehdy, pokud mají historicky vyšší míru nehodovosti a některé typy výdajů, například vymáhání, se samy o sobě nehodí k tomuto typu hodnocení. Navíc každý postup, který zkoumá jednotlivé případy na ad hoc bázi, má tendenci být citlivý na tlak veřejnosti, zejména pokud jde o oblast bezpečnosti silničního provozu. Společné selhání tradičního přístupu je takové, že nedokáže zahrnout více externalit.

Někteří správci komunikací učinili pokus obejít tyto obtíže přidělením výdajů na regiony, na základě např. počtu obyvatel nebo silniční délky. Takto jednoduchá pravidla lze použít pro dosažení spravedlnosti, co ale nelze zaručit je dosažení jejich účinnosti.

LTSA překonává tyto obtíže tak, že místo přidělování prostředků na jednotlivé projekty, jak jsou schváleny, jsou zdroje přidělovány regionům a typům opatření tak, aby se optimalizovala celková účinnost přístupu „shora dolů“. To zajišťuje přidělení finančních prostředků optimálně, i když ne všechny přijatelné projekty lze identifikovat. Nicméně protože přístup „shora dolů“ neurčuje jednotlivé projekty, konvenční hodnocení „zdolana-horu“ může být použito a doplnit jej. Přístup na strategické úrovni LTSA k bezpečnosti silničního provozu má mnoho společného s nizozemským přístupem, který je definován jako Národní plán pro bezpečnost silničního provozu. (14)

Potřeba LTSA přístupu k přidělování finančních prostředků pro bezpečnost silničního provozu byla vyvolána skutečností, že většina provozu a tudíž většina sociálních nákladů nehodovosti nákladů doby jízdy a úhrnné provozní náklady vozidel jsou soustředěny na malou část silniční sítě, viz. obrázek 7.



Obrázek 7 Objem dopravy a náklady nehodovosti na délku komunikací

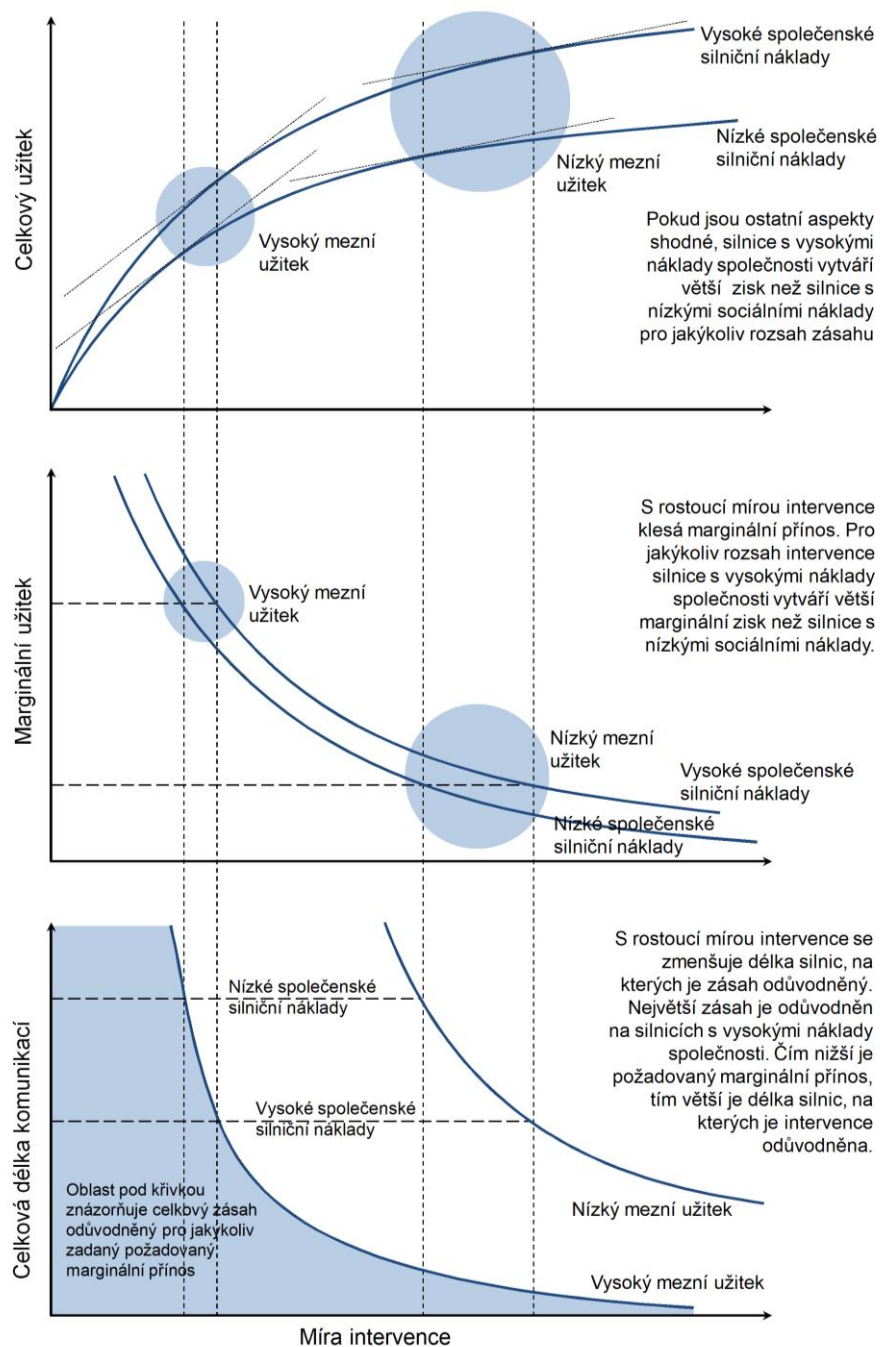
Zdroj: LTSA

Z tohoto vyplývá, že by mělo být možné zachytit většinu z výhod silničních projektů pečlivým zaměřením na konkrétní lokality sítě. Je ovšem zapotřebí nástroj pro systematické

identifikace těch částí sítě, které nabízejí nejlepší návratnost. Tímto nástrojem je marginální analýza, viz obrázek 8.

Marginální analýza je technika pro přidělování prostředků optimálně pro konkurenční prostředí. Říká nám, kolik se utratí celkem (z celkového rozpočtu), a kde, co a jak utratit (alokace zdrojů). Marginální analýza nám též říká, že v nepřítomnosti omezení, mezní jednotka intervence by měla produkovat stejné množství přínosu jako nákladů, kdekoliv je prováděna, a v jakékoli formě. Například, mezní hodina policejního dohledu by měla produkovat výhody, které se rovnají nákladům na tuto hodinu. Pokud se tak nestane, měla by se částka určená k zásahu zvýšit nebo snížit, až dojde k vyrovnání. V tomto směru je nutné zjistit celkovou výši prostředků věnovaných na dohled policie.

Marginální analýza nám také říká, že v případě neexistence omezení, mezní jednotka ceny vynaložená na jakýkoliv zásah by měla produkovat stejnou výhodu, kdekoliv a jakkoli je utracena. Pokud se tak nestane, je lepší vzít tyto prostředky z těchto opatření a přesunout je na opatření jiná. Tímto způsobem se zvýší celkový přínos bez navýšení celkových nákladů. Totéž platí pro výdaje na různé typy opatření. Mezní cena výkonu dohledu by měla mít stejné výhody jako mezní cena inženýrství. Z této zjistíme, jak rozdělit výdaje na konkurenční sí opatření – úpravy infrastruktury silnic a policejní zásahy.



Obrázek 8 Marginální analýza nákladů a přínosů

V praxi je přidělování zdrojů téměř vždy omezeno, ať už z důvodu spravedlnosti, nebo technických možností.

- Omezení zdrojů. Standardní fondy (a někdy i další zdroje) jsou omezené. Pokud se tak stane, je prokázáno, že je optimální nastavit poměr mezního užitku a mezních nákladů na konstantně vyšší poměr než tak, aby byly vyčerpány všechny zdroje.
- Právní omezení. Některé skupiny obyvatelstva se mohou domnívat, že zasluhují vyšší úroveň bezpečnosti silničního provozu, než by jim jinak mohlo být přiděleno. Právní omezení mohou být začleněna do matematického modelu.

- Technická omezení. Zcela jistě existuje technický limit pro množství realizovaných opatření (silnice nemůže být například sřežena po dobu delší než 24 hodin denně). Také mnohá opatření jsou nedělitelných. Opatření mohou být binárního typu (silnice má podélné značení nebo ne) nebo mohou existovat v diskrétních položkách (pozemní komunikace může mít ještě jeden jízdní pruh, ale ne půl pruhu). Matematický model tak musí obsahovat tato technická omezení.

1.6 SHRNUÍ A DISKUSE

Cílená potřeba změny polohy, ať už zboží, substrátu nebo osob, nutně vyžaduje podmínky pro tuto činnost. Pokud k této potřebě docházelo a dochází zřídka, není zpravidla nutno tuto činnost omezovat a usměrňovat, neboť interakce mezi nositeli jsou a byly rovněž řídké. S nárůstem této potřeby se však otevírá nutnost systémového pojetí náhledu na tuto činnost, neboť interakce již jsou velmi časté a je nutné lokálně rozhodovat a řídit, který z nositelů má přednost či má být dočasně omezen. S dalším a pokračujícím přírůstkem a stagnující kapacitou infrastruktury se otevírá otázka celkové udržitelnosti takového pojetí. Je zřejmé, že je nutná optimalizace takového systému a to nejen z pohledu dostačující kapacity, ale i energetické účinnosti a ovlivňování životního prostředí a to vše ve prospěch celku a na úkor jednotlivců.

Jedním z projevů neoptimalizovaného systému jsou jeho selhání. Selhání jednotlivců, třeba např. při nehodách, ale i selhání systému jako takového, při lokální nedostatečné kapacitě. Historie ukazuje, jak se jednotlivé dopravní módy s těmito selháními vypořádávají a jak hledají cestu od ad hoc řešení k systémovému pojetí. Velmi důležitým aspektem je cena těchto selhání. Pokud není přesně známa, je snaha tato selhání bagatelizovat, či jim nevěnovat pozornost. Pokud je rozpoznána a hmotně vyjádřena, je možné pozorovat cílené odpovídající kroky úměrné možným ztrátám ze selhání. Silniční doprava zcela jistě na toto rozpoznání ještě čeká.

Velmi mnoho prací v oblasti silniční nehodovosti se věnuje metodické přípravě a popisu problému. S rozvojem automobilismu, nyní především v rozvojových zemích Asie a Afriky, je patrná eskalace tohoto problému přesně v kolejích, kterými západní svět již dávno prošel. Kvalitní publikace, např. od Světové zdravotnické organizace nebo Světové banky, popisují velmi podrobně nutné kroky k omezení těchto ztrát a nastiňují systémová opatření k jejich dlouhodobé nápravě. Rovněž tak je mnoho organizací, které se snaží tyto postupy uplatnit přímo v praxi.

Dalo by se říci, problém je popsán, jsou známy kroky, k jeho řešení, nic tedy nebrání jej vyřešit. Bohužel však, např. i u nás v ČR, kde je zpracována dle mého názoru velmi kvalitní strategie a časový plán implementace opatření, nejsou výsledky uplatňování této strategie v praxi moc patrné. Domnívám se, že je to důsledkem nerozpoznání skutečné ceny silniční nehodovosti pro společnost. Ta je jakoby překryta pouze individuální cenou ztráty každého jednotlivce. Jsme ochotni si koupit osobní vozidlo, nikoliv však již železniční osobní vůz. Proto ztráta železničního vozu zajímá společnost mnohem více, než ztráta každého vozu jednotlivce, ačkoliv rizika nehod spojená s cestováním jsou právě díky uvědomění si ceny v těchto módech naprosto rozdílná.

2.

CÍLE VÝZKUMU A STUDIÍ NEHODOVOSTI

Stále je co zkoumat

2.1 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY, PROSTOROVÁ ANALÝZA

V průběhu let byly nehody v provozu na pozemních komunikacích analyzovány bez prostorové složky vyjádřené souřadnicemi a dostupným mapovým podkladem, ale pouze v tabelární formě, případně lokálním prostorovým grafem. S uvolněním možností lokalizace prostřednictvím GPS došlo k dramatickému posunu možností zpracování prostorové složky jevů, především v souvislosti s pokroky v GIS a rozsahu jejich aplikace. V oblasti bezpečnosti silničního provozu a silničních nehod je jasné, že GIS hraje roli pro mnoho uživatelů. Například:

- Bezpečnostní inženýři - využití GIS pro identifikaci nebezpečných míst a následné uplatnění nápravných opatření, jako jsou návrhy SSZ pro křižovatky, kruhové objezdy nebo ITS řešení.
- IZS – složky IZS mají využití GIS dle řešené úlohy, např. policie k identifikaci nebezpečných míst a operativnímu řízení, záchranné služby pro optimální směrování pro sanitky a požární vozy. Rovněž tak pro modely krizového řízení.
- Správci komunikací – řeší modelování dopadů a plánování údržbových prací pro minimalizaci dopadů na kapacitu silniční sítě. Vedení pasportu infrastruktury.
- Soukromé a státní organizace zabývající se bezpečností (např. automobilové asociace) - Poskytují účastníkům silničního provozu komplexní a aktualizované informace o dopravní situaci, kongescích, nehodách, silničních uzávěrách a sdělují potenciální rizika.
- Místní orgány - úzce spolupracují s dopravními inženýry na určení nebezpečných lokalit v jejich oblasti nebo čtvrti.

Toto v žádném případě není vyčerpávající seznam uživatelů GIS v dopravní problematice. Jedna z prvních prací věnujících se problematice prostorové analýzy nehod v provozu na pozemních komunikacích byla provedena ve Spojených státech amerických v roce 1969. Ve studii byl prezentován přístup použitého modelového systému uzel-hrana, kde

uzly jsou definovány jako dálniční křižovatky, hrany jako úseky mezi nimi. Nehody se nachází v mezilehlých úsecích, buď jako vzdálenost od uzlu, přírůstek pododdílu, anebo jako jiná podobná míra. Nicméně pokud jde o přesné georeferencování, studie pouze shromažďuje data pro specifické území a v žádném případě neřeší přesné analýzy založené na poloze nehod.

Je důležité si uvědomit GIS jako nástroj umožňující efektivní správu informací napomáhající rozhodování. Důležitou otázkou pro policejní orgány je výběr vhodného programového nástroje, což se odvíjí především od otázek a informací, které je třeba z dat získat. Rozsah implementačního projektu GIS obvykle bývá úměrný konečnému dopadu GIS na organizaci a naopak. Policie má rozpočet, který je více zaměřen na strategické úlohy, než na vnitřní funkce. Proto pojem analýzy nákladů a přínosů je velmi důležité pro celkový přehled aplikací.

Operativní nevýhodou v mnoha organizacích a úřadech je, že nevyužívají GIS databázi pro záznam nehod a tedy nejsou schopni využívat jakékoli GIS nehodové mapování a zjistit tak vysoké koncentrace nehod na silniční síti. Využívání GIS je běžnou praxí v odborech dopravy po celých Spojených státech (15), pro identifikace nehodových lokalit, pro zjištění efektivní alokace zdrojů, při snižování následků frekvence a závažnosti nehod. V aplikacích pro bezpečnost v dopravě je GIS široce využíván pro lokalizaci jednotlivých nehod a zobrazení map dle databázových dotazů.

Analýza nákladů a přínosů začíná stanovením nákladů GIS na provedení, těmi mohou být software, hardware, data a lidé. Předpokládané přínosy jsou v tomto případě snížení nehodovosti a účinnější nasazení zdrojů. Ohodnoceny jsou jednotlivé přínosy a náklady a po sečtení by přínosy řešení měly přesáhnout náklady. Snížení nehod v silničním provozu by mělo odůvodnit náklady na zavedení GIS a tedy dodatečné náklady na získání hardware, software a školení obsluhy, která bude systém používat a udržovat. Informace týkající se typu aplikací GIS různých policejních složek a jejich používání, v jakém rozsahu a k jakému účelu, nejsou obvykle k dispozici. Různorodost možných úloh rovněž nenapomáhá integraci. Zajímavý, v tomto ohledu, byl příspěvek pplk. Ing. Martiny Klímové z Policejního prezidia ČR, oddělení krizového řízení na 19. konferenci GIS ESRI v ČR s příspěvkem GIS jakožto inovační prvek v prostředí Policie ČR.

2.1.1 VÝZNAM PROSTOROVÉ ANALÝZY

Prostorová analýza dat je v procesu zpracování možná, právě jen když jsou data prostorově popsána. Nehody se vyskytují v čase a prostoru, a proto všechny nehody mohou mít přesné určení zeměpisné polohy, která je identifikována jako modelový bod na mapě. Vzorovou analýzou může být bodová analýza (point pattern analysis), která na základě umístění jednotlivých událostí ukazuje, zda existuje nějaký charakteristický vzor rozmístění. Modelové body nehod vždy leží na nebo v blízkosti silniční sítě, takže hrany silničního modelu jsou elementárními jednotkami analýzy. Prostorové analýzy týkající se nehod provozu na pozemních komunikacích jsou obvykle rozděleny na oblasti analýzy, protože data jsou členěna do oblastí policejních nebo správních orgánů.

Prostorová analýza je zvláště důležitá pro analýzu dopravních nehod, protože na rozdíl od mapování trestného činu, nehody z provozu na pozemních komunikacích se vyskytují pouze na silnicích, a proto výstupní vzory budou mít vždy stejný tvar, umístění podél silnice, neboť silnici je třeba rozdělit do segmentů a úseků analýzy. Práce (16) se zaměřila

na agregace prostorových dat a na rozsah, ve kterém by události měly být analyzovány před identifikací nebezpečných lokalit silničních nehod. V rámci analýz lze identifikovat tři různé metody týkající se prostorových dat analýzy, z nichž všechny mohou být použity k analýze nehodovosti provozu na pozemních komunikacích.

1. Vizualizace - praktické mapování a kartografie. Propojením datového souboru a vyhodnocováním nehod na GIS mapě, kde je možné klastry přímo vidět a filtrováním můžeme identifikovat například klastry nehod, které byly fatální, a došlo k nim na silnicích druhé třídy.
2. Průzkum – zde je význam velmi podobný jako vizualizace, ale zahrnuje i popisy zjištěných shluků nehod, tedy vyžaduje již analytické funkce.
3. Modelování - z hlediska statistických modelů zabývajících se skutečností, dopravní nehody a data o nich obsahují nejistotu.

Prostorové analýzy v dopravní nehodovosti mají tři hlavní cíle, založené na:

- pečlivém a přesném popisu dopravních nehod v geografickém prostoru
- systematickém zkoumání vzorců nehod a vztahů mezi nehodami v prostoru a čase
- zlepšení schopnosti předvídat a kontrolovat nehodovost v geografickém prostoru

Geografové se pomalu věnují integrování prostorové a časové dimenze silničních událostí. Otázkou zůstává, nakolik je nehoda v daném čase a lokalitě skutečně vázána na veškeré předchozí nehody a tedy přispěje k nalezení vzorce těchto vztahů. Nicméně dosud jen málo pozornosti bylo věnováno systematickému pochopení struktury příčin nehod a určení, jak se vypořádat s lokální příčinou přes dopravní inženýrství, chování řidičů, či úpravu pravidel.

Prostorová autokorelace má zásadní význam pro identifikaci a analýzu událostí provozu na pozemních komunikacích. Prostorová autokorelace je definována jako míra, v jaké objekty nebo činnosti na některém místě souřadného systému jsou podobné ostatním předmětům nebo činnostem nacházejícím se v blízkosti.

První zákon geografie říká, že vše souvisí se vším, jen u věcí blízkých to souvisí více než u věcí vzdálených. Prostorové analýzy se v tomto smyslu zabývají dvěma typy informací, za první, atributy jako prostorová vlastnost a za druhé prostorová vlastnost jako přesné umístění. Stejně jako u většiny geografických úloh, míra prostorové autokorelace ve vzoru závisí na základním zvoleném prostorovém měřítku.

V úloze dopravní nehodovosti provozu na pozemních komunikacích lze interpretovat tuto metodu jako hledání míry, v jaké dopravní nehody mohou souviset s jinými zeměpisnými objekty, jako je kupříkladu vzdálenost mezi nehodami a obchodním domem nebo jinou smrtelnou nehodou. Nehoda je modelována jako prostorový objekt (bod) s atributovými informacemi, jako je počet cestujících, závažnost (počet smrtelných, těžkých či lehkých zranění) apod.

Zatímco GIS bývá často použit pouze pro vizuální reprezentaci, jeho hlavní síla je v posílení integrace dat a efektivním nakládání s informacemi z různých zdrojů. Jak již bylo zmíněno, i při rychlém rozvoji GIS v posledních několika desetiletích, některé veřejné

agentury nemají své databáze v platformě GIS a jako následek tohoto nejsou schopny používat některé z těchto výkonných a jednoduchých statistických analýz, dostupných nástrojů v GIS. Další nevýhodou je i možnost ignorování důležitých prostorových vazeb a konkrétních informací, které by mohly mít nebo mají, silný vliv na nehodovost, ke které již došlo. Například, prostorové objekty v blízkosti silniční sítě by mohly mít vliv na zvýšený počet nehod v konkrétní lokalitě, je však velmi těžké je odhalit při neexistenci nástrojů a dat, jako je GIS.

Nicméně, dobrá zpráva je to, že existují odborníci na dopravní výzkum, kteří mají velký zájem o využívání různých pokročilých analytických nástrojů v komerčních software GIS pro posouzení nehodovosti s prostorovými charakteristikami kolem dopravní sítě. Například v práci (17) se používá dvou různých prostorových statistických metod, globálního autokorelačního indexu a odhadu jádrové hustoty, pro identifikaci klastrů nehodových úseků silnic v Belgii. V práci (18) je provedena analýza v GIS k nalezení nehod v souvislosti se sněhem a v práci (19) je navržena vlastní metodika v GIS k nalezení úseků a křižovatek s vysokou nehodovostí pěších a cyklistů.

Při ignorování možných asociací prostorových faktorů bez používání GIS, je důležité zmínit, že velmi málo, ne-li žádné, studie zvažují vliv prostorových faktorů při odhalování nebezpečných míst. Zatímco Bayesova metoda je považována za efektivní v detekci nebezpečných lokalit, výzkumní pracovníci často považují za dostatečné pouze zahrnutí místních znaků, jako je objem dopravy a někdy geometrické vlastnosti. I když objem dopravy je považován za jeden z nejdůležitějších faktorů, což také dobře známo, tak specifické faktory prostorového umístění pomáhají vysvětlovat nezpozorovanou různorodost v datech.

Například studie (20) ukázala, že související proměnné s objemem dopravy mohou zachytit 16% až 38% variability při autonehodách a pouze malá (5 až 14%) část pak variability plynoucí z proměnných z geometrického designu. Nicméně, nevysvětlené variability (cca 40% v tomto případě), lze přičíst jak strukturovaným tak i nestrukturovaným chybám.

I když tyto studie popsaly objem provozu jako primární ukazatel proměnných, další práce zkoumaly (21) a (22) vliv využití území na nehodovém úseku silnice. Práce (23), (24), a (25) zkoumaly účinky demografických faktorů a počasí na nehodovost na okresní úrovni. Nicméně, žádná z těchto studií nebyla použita na úrovni křižovatek, aby otestovala, zda prostorové faktory mají významný vliv na detekci nehodových lokalit. Opomenutí prostorových vlastností by mohlo vést k chybné identifikaci nehodových lokalit, vzhledem ke skutečnosti, že prostorové autokorelace je ignorují. Pojem prostorové autokorelace je důležitý, když jednotlivé proměnné mají tendenci k vzájemné nezávislosti v prostoru. Tento jev platí v případě nehodových lokalit, kde jsou nejen vysoké frekvence dopravních nehod, ale také vyšší koncentrace některých typů manévrů či jiných specifických vlastností nehod, které jsou pozorovány a mají tendenci být nadměrně zastoupeny. V takových případech mohou být ztraceny důležité informace, pokud je ignorována prostorová závislost nehod.

V práci (26) byla využita metoda nejbližšího souseda pro detekci nehod a provedeno srovnání této metodiky s ostatními statistickými technikami, jako jsou regresní analýzy,

neuronové sítě a Bayesovské metody. Při neexistenci apriorní znalosti o rozdělení pravděpodobnosti vzorů je metoda nejbližšího souseda velmi efektivní.

2.2 METODIKY POROVNÁNÍ NEHODOVOSTI

Základní úlohou nad statickými daty dopravní nehodovosti je úloha jejich porovnávání, ať už se jedná o vývoj ukazatelů v čase anebo o porovnání těchto ukazatelů mezi zájmovými oblastmi. Tradičně jsou používány metody porovnání absolutních hodnot nebo porovnání relativních ukazatelů, vztažená absolutních hodnot na další charakteristiku zájmového území, jako např. na počet motorových vozidel, délku silniční sítě apod. První z postupů neumožňuje vzájemné porovnávání územních celků, neboť nereflektuje jejich charakteristické vlastnosti, druhý pak toto porovnání umožňuje, ale jednotlivé celky bere izolovaně a staticky.

V literatuře (27), statistických přehledech policie a prezentacích odborníků z konferencí o bezpečnosti silničního provozu je možné se setkat s mnoha ukazateli vývoje nehodovosti. Jejich přehled je následující.

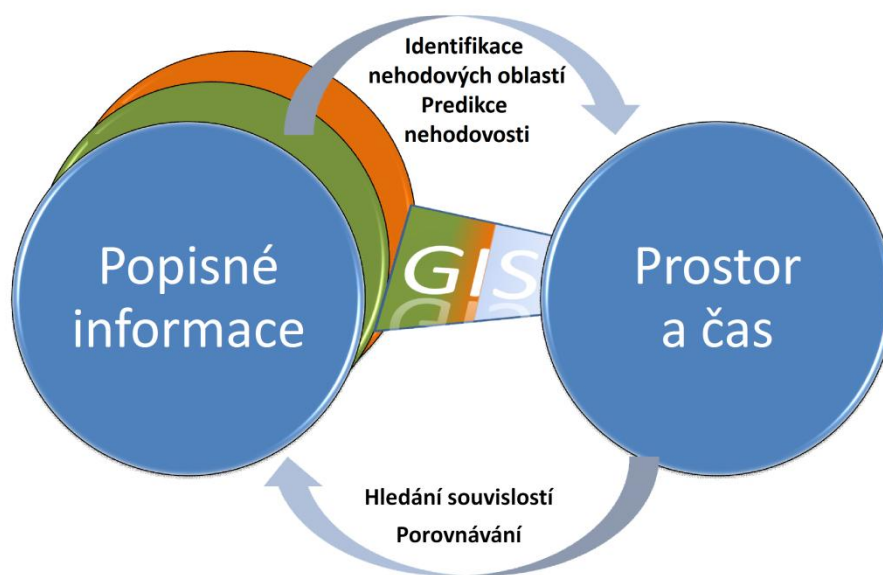
Cíle používání	Charakteristiky
	Absolutní hodnoty
Trendy nehodovosti	Celkové následky nehod Následky nehod podle kategorií účastníků silničního provozu Následky nehod podle kategorií účastníků silničního provozu – v obci / mimo obec Následky nehod podle kategorií účastníků silničního provozu – hlavní příčina (rychlost, přednost, předjíždění, způsob jízdy, vliv omamných látek) Přehled nehod podle zavinění a následku Přehled nehod podle hlavní příčiny Přehled nehod podle časových údajů, jednotlivých měsíců, let Přehled nehod podle druhu nehody Přehled nehod podle charakteru srážky a následku
Prostorové umístění, stav prostředí	Přehled nehod podle místa a následku Přehled nehod podle druhu komunikace a následku Přehled nehod podle místa a zavinění Přehled nehod podle místa a hlavní příčiny Přehled nehod podle druhu komunikace a hlavní příčiny – zaviněno řidičem. Přehled nehod podle směrových poměrů a následků Přehled nehod podle směrových poměrů a hlavní příčiny Přehled nehod podle stavu vozovky Přehled nehod podle povětrnostních podmínek Přehled nehod podle povrchu vozovky Přehled nehod podle dělení komunikace Přehled nehod podle pevné překážky Přehled nehod podle stavu komunikace Přehled nehod podle smyku Přehled nehod podle viditelnosti Přehled nehod podle rozhledových poměrů Přehled nehod podle situování na komunikaci Přehled nehod podle specifických míst a objektů
Charakteristiky řidičů, účastníků	Přehled nehod podle kategorie řidičů (viníků) a příčin Přehled nehod podle řidičské praxe Přehled nehod podle věku řidiče (viníka) Přehled nehod podle stavu řidiče (viníka) Přehled nehod podle vnějšího ovlivnění řidiče (viníka) Přehled nehod podle příslušnosti vozidla viníka Dopravní nehody zaviněné chodci

	Přehled nehod zaviněných pod vlivem alkoholu a dalších návykových látek Počet nehod bez použití bezpečnostních zařízení (helmy, pásy) Poskytnutí první pomoci
Charakteristiky vozidel	Přehled nehod podle vozidla viníka a hlavních příčin Přehled nehod podle výrobní značky vozidla viníka Přehled nehod podle roku výroby vozidla viníka Přehled nehod zaviněných řidičem vozidla registrovaného mimo území ČR
	Procentuální hodnoty
Charakteristika rozdělení	Prakticky pro všechny předchozí přehledy, např. Přehled nehod podle druhu komunikace v procentech Přehled nehod podle typu křižovatky v procentech Přehled nehod podle zavinění v procentech Přehled nehod podle hlavních příčin v procentech
	Ukazatele
Porovnání pro podobná území	Poměr nehod na počet obyvatel Poměr nehod na počet registrovaných vozidel Poměr následků usmrcení na počet nehod celkem (death-rate) Poměr následků zranění na počet nehod celkem (damage-rate) Poměr nehod na projetý vozidlový kilometr Poměr nehod na projetý osobokilometr Poměr nehod na délku silniční sítě Poměr usmrcených v silničním provozu na počet vražd Poměr usmrcených chodců z celkového počtu usmrcených osob v silničním provozu Poměr usmrcení na pozemních komunikacích v letech při stanovení základního roku

Tabulka 10 Sledované ukazatele nehodovosti

Již v práci (28) byla navržena metoda pro porovnání nehodovosti v jednotlivých krajích, se zahrnutím struktury silniční sítě podle druhu komunikace, délky silniční sítě, intenzity silničního provozu a počtu motorových vozidel. Metoda rovněž využívala hodnotového ukazatele navrženého Ústředním dopravním institutem v Praze, který ohodnocoval celoplošné ztráty na životech a zdraví osob zúčastněných na nehodách v silničním provozu pro rok 1985 takto: usmrcení = 1 917 000 Kčs, těžké zranění = 295 238 Kč, lehké zranění = 4 576 Kč a odhad hmotné škody se zvyšuje 2,5 násobně.

Nutno podotknout, že s rozvojem geografických informačních systému a jejich využití v dopravních úlohách se možnosti analýz a statistik výrazně rozšířily, neboť přes základní parametry prostoru a času lze k nehodám připojit mnoho dalších socio-demografických popisných informací, jak naznačuje obrázek 9.



Obrázek 9 Koncept rozšíření prostoru analýzy prostřednictvím časoprostorového propojení dalších popisných vrstev

2.2.1 UKAZATELE VÝKONNOSTI V OBLASTI MANAGEMENTU BEZPEČNOSTI

Je všeobecně přijímané stanovisko, že bezpečnostní plány a cíle musí být pravidelně monitorovány, aby se ověřil dosažený pokrok a přijaly se nezbytné změny založené na nejnovějších pozorovaných trendech.

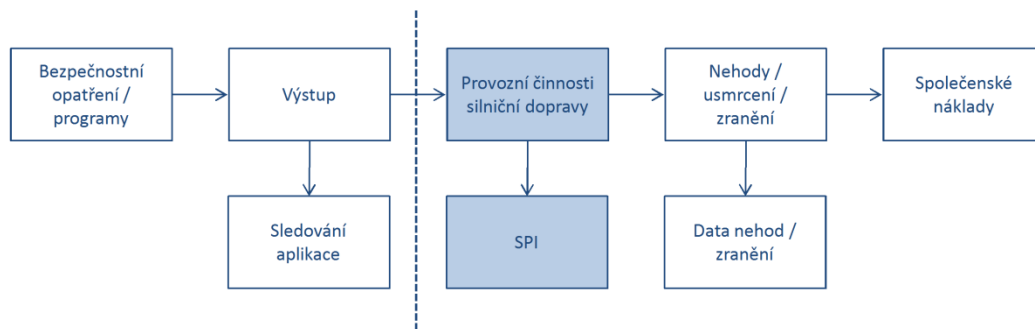
Sledování pokroku v oblasti bezpečnosti silničního provozu je obvykle posuzováno z hlediska počtu nehod, úrazů nebo jejich sociálních nákladů. Nicméně, jednoduše počítané nehody nebo zranění, mohou často být nedokonalé ukazatele úrovně bezpečnosti silničního provozu. Typicky jsou nehody a zranění pouze špičkou ledovce, protože nastanou jako „nejhorší případ“ nebezpečných provozních podmínek na silnicích dopravního systému. Pro kvalitní management bezpečnosti silničního provozu je třeba vzít v úvahu co nejvíce faktorů, které ovlivňují bezpečnost nebo především ty faktory, které jsme schopni přímo ovlivnit nebo alespoň usměrňovat. Proto jsou další ukazatele bezpečnosti (spíše než počty nehod / zranění) žádané, jakožto prostředky k monitorování účinnosti použitých bezpečnostních opatření.

Bezpečnostní ukazatele výkonnosti navržené v projektu SafetyNET (29) (SafetyNET Safety Performance Indicators, SPIs) jsou považovány za ukazatele, které jsou v příčinné souvislosti nehod či zranění a jsou používány kromě standardního zobrazení nehod nebo zranění za účelem ukázání bezpečnosti nebo pochopení procesů, které vedou k nehodám. Jak se dalo očekávat, ukazatele bezpečnosti mohou poskytnout úplnější obraz o úrovni bezpečnosti silničního provozu a mohou odkazovat na vznik vznikajících problémů v raném stadiu před tím, než se tyto problémy projeví v podobě dopravních nehod.

Původní model definoval základní prvky systému managementu bezpečnosti, kde byly uvedeny bezpečnostní opatření a programy, bezpečnostní ukazatele výkonnosti (průběžné výsledky), míry konečných následků (usmrcení, zranění) a míry sociálních nákladů. Tento model přidělil bezpečnostní ukazatele výkonnosti na úrovni průběžných výsledků, ale nerozlišoval výslovně mezi SPIs a výsledky programů / opatření.

Teoretická zpráva o SPIs poskytla další metodické základy pro jejich rozvoj. Klíčovým bodem ve vývoji byla idea, že jednotlivé indikátory by měly být schopny reflektovat ne-

bezpečné provozní podmínky systému silniční dopravy a proto by měly být obecnější než přímé výstupy jednotlivých bezpečnostních opatření. Za účelem prokázání obecnějšího charakteru SPIs a jejich nezávislosti na opatřeních, byla vrstva „průběžných výsledků“ dále rozdělena na „provozní podmínky dopravního systému“ a „výstupy“ (z opatření / intervencí). Obrázek 10 zobrazuje koncepci SafetyNet SPIs v systému řízení bezpečnosti. V ideálním případě by SPIs odrážely nebezpečné provozní podmínky systému provozu na pozemních komunikacích a byly by citlivé k jejich změnám.



Obrázek 10 Management silniční nehodovosti a jeho monitoring

Například, v případě překročení rychlosti, nebezpečné provozní podmínky v systému provozu na pozemních komunikacích (tj. překročení povolené rychlosti) jsou ovlivňovány výstupy z programu bezpečnosti silničního provozu nebo zvláštním bezpečnostním opatřením (např. vymáháním dodržování rychlostních limitů). Výstupem jsou fyzické výsledky z intervence (např. rychlostní kamery v provozu) a výsledek by měl být vidět ve zlepšení provozních podmínek (např. nižší úroveň rychlosti), které lze měřit za pomoci SPIs. Zlepšení provozních podmínek bude mít za následek snížení nehod nebo zranění, zatímco celý proces by měl snížit sociální náklady.

SafetyNet definice indikátorů bezpečnosti je následující. Bezpečnostní ukazatele výkonnosti jsou míry, odrážející provozní podmínky systému provozu na pozemních komunikacích, které mají vliv v systému bezpečnosti.

Účelem SPIs je:

- odrážet aktuální bezpečnostní podmínky systému provozu na pozemních komunikacích (tj. jsou považovány za nikoliv nutně související s konkrétním bezpečnostním opatřením, ale adekvátní v rámci konkrétních bezpečnostních problémů)
- měření vlivu různých bezpečnostních zásahů, ale nikoli etapy či úrovně uplatňování dílčího opatření
- porovnání mezi různými systémy provozu na pozemních komunikacích (např. země, regiony, atd.)

SPIs byly vyvinuty pro určitou bezpečnostní doménu (např. chování uživatelů, aktivní bezpečnost vozidel, silniční infrastruktura, atd.), kde by měly odrážet faktory, které přispívají k dopravním nehodám / zraněním a charakterizovat rozsah zjištěného problému. Rozvoj SPIs by měl začít s definicí problému (operativní podmínky systému silničního provozu, které jsou nebezpečné a vedou k nehodám, usmrcení jakožto "nejhorší případ") a pokračovat s přeměnou těchto informací do měřitelných veličin.

Teoretická zpráva SPI navrhla společný postup pro zpracování SPIs, aby byly výstupy více konzistentní napříč různými doménami bezpečnosti silničního provozu. Definovaný postup pomáhá v ověření, zda je možné přímé měření zjištěných bezpečnostních problémů, nebo jsou nutná nepřímá měření anebo dokonce je nutné další rozdělení tohoto problému do menších úloh. V nejhorším případě, kdy měření je možné pouze pro výstupy určitých opatření bezpečnosti silničního provozu, jsou omezení této úvahy jasně uvedena. Tímto způsobem postup umožňuje, aby se hledal most mezi „ideálními“ a „realizovatelnými“ SPIs.

Na základě potenciálu v různých oblastech bezpečnosti silničního provozu a na podporu bezpečnosti silničního provozu, stejně jako na zkušenostech a dostupných údajích, bylo ustanoveno sedm problémových oblastí, jakožto prioritních pro silniční bezpečnostní činnosti v Evropě, a proto byly vybrány pro návrh SPIs. Jsou to:

4. alkohol a drogy
5. rychlost
6. ochranné systémy
7. svícení za dne (DRL)
8. vozidla
9. silnice
10. úrazový management

Teoretická zpráva se zabývala vývojem SPIs pro každou z těchto sedmi oblastí, přičemž bylo uvedeno zdůvodnění jejich vývoje, ověření jejich významu ve specifických oblastech a stávající omezení, která vedla k přijetí zvláštních SPIs. Vyvinuté SPIs jsou přímo související s oblastí činnosti, mohou být kvantitativně měřena, mohou sloužit jako základ pro posouzení úrovně bezpečnosti silničního provozu v jednotlivých zemích, mohou sloužit jako indikátor popisující úroveň aktivity v této oblasti a mohou poskytnout měřítko pro srovnání.

SPIs vyvinuté pro uvedených sedm bezpečnostních oblastí, jsou následující.

V oblasti alkoholu a drog, pro omezení evidence za současného stavu sběru údajů o nehodách a údajů z průzkumů o úrovni užívání alkoholu a drog v populaci řidičů, byly navrženy tři SPIs:

1. Počet a procento těžkých a smrtelných zranění v důsledku dopravních nehod zahrnující alespoň jednoho aktivního uživatele silničního provozu ovlivněného psychoaktivní látkou (Koncentrace ovlivnění nad předem definovaný práh).
2. Procento usmrcení v důsledku nehod s účastí alespoň jednoho řidiče ovlivněného alkoholem.
3. Procento usmrcení v důsledku nehod s účastí alespoň jednoho řidiče ovlivněného jinými drogami než alkohol.

V oblasti rychlosti, která je nejvíce relevantní pro účely bezpečnosti a je měřena lokálně na různých místech na silniční síti a v období, kdy lze provoz považovat za velmi řídký jsou navrženy SPIs:

1. průměrná rychlost
2. směrodatná odchylka
3. 85. percentil rychlosti
4. procento řidičů, které překročí limit rychlosti (o 0 až 10 km / h)

Tyto ukazatele by měly být odděleny podle typu silnice, typu vozidla, doby dne a doby v týdnu (týden-dny a víkendy).

V oblasti ochranných systémů ve vozidlech i mimo, která jsou relevantní pro vývoj SPIs, jsou zahrnuty bezpečnostní pásy pro dospělé a pro děti a používání bezpečnostních přileb cyklisty, motocyklisty a mopedisty. Navržené SPIs jsou:

1. míra denního používání bezpečnostních pásů
 - na předních sedadlech (osobní automobily, dodávky / méně než 3,5 tuny)
 - na zadních sedadlech (osobní automobily, dodávky / méně než 3,5 tuny)
 - pro děti do 12 let (používání zádržných systémů v osobních automobilech)
 - na předních sedadlech (kamiony a autobusy / nad 3,5 tuny)
2. Míra denního používání bezpečnostních přileb pro cyklisty, mopedisty a motocyklisty

Měření by měla být pokud možno klasifikována podle hlavní silnice, jako např. dálnice, ostatní silnice, komunikace na venkově a v městské zástavbě. Hodnoty hlavních typů silnic by pak měly být sloučeny do jednoho ukazatele (od každého typu), pro tuto zemi.

V oblasti svícení za dne jsou SPIs navrženy ve formě podílu vozidel využívajících denního svícení světel. Obecný ukazatele je odhadován pro celý soubor vozidel sledované země. Podobné hodnoty jsou vypočteny pro různé kategorie silnic a na jiné typy vozidel. Kategorie pozemních komunikací jsou: dálnice, venkovské silnice, městské komunikace a DRL silnice, kde termín "DRL silnice" znamená kategorie silnic, kde je použití světel povinné.

V oblasti vozidel (pasivní bezpečnosti) byly u každé země analyzovány databáze celého vozového parku v závislosti na typu vozidla, značce, modelu a roku první registrace, ve znění platném v určitém roce (2003). Jako indikátor pasivní bezpečnosti pro jednotlivá vozidla bylo používáno EuroNCAP skóre. V rámci národního vozidlového parku bylo připsáno všem způsobilým typům a modelům vozidel EuroNCAP skóre. Dále byla spočtena průměrná hodnota za každý rok registrace vozidla a vážena počtem vozidel daného roku vzhledem k počtu v roce 2003. Takto bylo získáno celkové průměrné EuroNCAP skóre pro každou zemi a spolu s průměrným věkem osobních automobilů tvoří tyto dvě veličiny SPI pro každou zemi.

V oblasti silnic byly navrženy dva SPI a sice SPI silniční sítě a SPI designu silnice. SPI silniční sítě udává, zda skutečná kategorie silnice je vhodná vzhledem k městským oblastem, které spojuje. Spojení mezi těmito městskými oblastmi je posuzováno porovnáváním teoreticky potřebné kategorie silnice se skutečnou kategorií. SPI designu silnic je procento

odpovídající aktuální délce silnic jednotlivých kategorií oproti teoretické délce silnic a určuje úroveň bezpečnosti stávajících silnic. Pro nastavení SPI designu silnic bylo použito EuroRAP skóre silniční ochrany.

V oblasti úrazového managementu, tedy systému, který je zodpovědný za lékařské ošetření zranění vzniklých v důsledku dopravních nehod je posuzována prvotní lékařská péče poskytovaná zdravotnickou záchrannou službou (EMS) na místě havárie a během přepravy k trvalému zdravotnickému zařízení a další lékařské ošetření poskytnuté stálým zdravotnickým zařízením (nemocnice, trauma centra). Lepší výkon systému je spojen s kratší dobou odezvy od EMS, vyšší úrovní pracovníků EMS, standardizací EMS vozidel a odpovídající nemocniční péčí. Na základě analýzy dat dostupných v zemích, minimální počet SPIs pro úrazový management byl navržen takto:

1. dostupnost EMS stanic
 - počet stanic EMS na 10.000 obyvatel
 - počet stanic EMS na 100 km délky venkovských veřejných komunikací
2. Dostupnost a složení EMS zdravotnického personálu
 - procento lékařů a zdravotníků z celkového počtu zaměstnanců EMS
 - počet zaměstnanců EMS na 10.000 občanů
3. Dostupnost a složení mobilních jednotek EMS
 - procento jednotek základní podpory života, mobilní JIP a vrtulníků / letadel z celkového počtu dopravních jednotek EMS
 - počet dopravních jednotek EMS na 10.000 obyvatel
 - počet dopravních jednotek EMS na 100 km z celkové délky silniční veřejné sítě
4. Charakteristika doby odezvy EMS
 - doba odezvy EMS (min)
 - procento EMS výjezdů
 - průměrná doba odezvy EMS (min)
5. Dostupnost trauma lůžek ve stálých zdravotnických zařízeních
 - podíl lůžek v trauma centrech a odděleních nemocnic z celkového počtu lůžek
 - celkový počet lůžek traumatologické péče na 10.000 obyvatel

Kromě toho byl navržen kombinovaný indikátor pro měření celkového výkonu pro úrazový management relativně k jiným zemím.

2.3 IDENTIFIKACE NEHODOVÝCH LOKALIT

Po oblasti porovnávání a sledování globálních trendů je dalším současným zájmem výzkumu identifikace nebezpečných lokalit a oblastí (tzv. „HOT SPOT“, nebo „BLACK SPOT“). Pro realizace opatření bezpečnosti silničního provozu jsou tyto analytické úlohy nyní jedním z nejčastěji diskutovaných témat v literatuře, přičemž dosavadní výzkumy

předkládají mnoho metod a přístupů k určení tohoto problému. Velmi pravděpodobně je jen málo z těchto metod využíváno v praxi, ať už z důvodu účinnosti metod, nedostatečných dat nebo vysokých nákladů.

Přístupy k nalezení nehodových lokalit lze rozdělit do tří kategorií:

- Identifikace na základě matematických modelů
- Identifikace na základě zkušenosti s nehodovostí
- Identifikace na základě soupisu vybavení infrastruktury

Těmito metodami lze určit části dopravní sítě, které mají silnou souvislost s dopravními nehodami.

Práce (30) upozorňuje v této problematice na fakt, jak velmi málo jsou zkoumány obecné modely. Většina prací výzkumníků se vždy věnuje konkrétnímu modelu, na konkrétní nehodové lokalitě nebo typech vozidel. V literatuře není žádná všeobecně přijímaná definice nehodových lokalit. Lokality jsou obecně klasifikovány jako nebezpečné po posouzení úrovně rizika a pravděpodobnosti nehod, které se již vyskytly v daném místě. Práce na odstraňování těchto lokalit lze označit za úkol zlepšení bezpečnosti silničního provozu prostřednictvím změny geometrických a environmentálních charakteristik problémových lokalit ve stávající silniční síti, přičemž může být rozdělena do tří fází.

V prvním kroku, jsou nebezpečné lokality sledovány s cílem zlepšit bezpečnost na silniční síti prostřednictvím jejich sanací. Tento úkol může být také pojmenován jako hodnocení problému a výběr problémových míst. Např. v Belgii je každé místo, kde v posledních třech letech došlo ke třem nebo více nehodám, považováno za nebezpečné. Pro toto místo je vypočten index priorit (P), podle vzorce s hodnotou 15 a více: $P = 5 \times \text{počet smrtelných zranění} + 3 \times \text{počet vážných zranění} + \text{počet lehce zraněných}$. V Essexu, kde byly sledovány počty nehod s ublížením na zdraví ve 100metrové čtvercové mřížce nebo ve 100 metrových úsecích v období tří let, pokud bylo zaznamenáno více než 12 nehod, byl tento úsek považován jako vysoce rizikový. Toto jsou navržené výklady velikosti a četnosti nehod pro určení nebezpečných lokalit, nicméně další literatura poukazuje na význam shlukování nehod, a rovněž na to, jak velikost a rozsah základních prostorových útvarů agregace velmi ovlivňuje samotnou analýzu.

Dále bylo navrženo několik alternativních metod pro výběr nehodových lokalit, nicméně stále neexistuje žádná z nich, kterou by bylo možné pojmenovat jako „správné hodnocení“. Protože neexistuje žádná standardizace, je velmi náročné provádět jakékoli srovnávací analýzy, co přesně představuje nehodová lokalita a tedy u všech výsledků je nutné uvádět otevřený výklad, jak jich bylo dosaženo.

Pro snížení nehodovosti v jedné konkrétní oblasti, musí být stanovena přesná příčina vzniku nehod. Jinými slovy, často je za nebezpečnou lokalitu považováno místo pouze jen pro vysoký počet nehod, ale příčiny a následky jednotlivých nehod se mohou velmi lišit. Některé události by mohly být způsobeny povětrnostními podmínkami, jiné třeba špatným rozhledem a všechny tyto faktory dohromady vytvářejí nebezpečnou lokalitu. Nehodovost se zde musí rozdělit na vlastní (tj. faktory nezávislé příčiny) a prostor tak nemá být jako nebezpečný označen.

Další problém, který je v oblasti zájmu výzkumu, je teorie migrace nehodovosti. Význam studie teorie migrace nehod spočívá v teorii regrese ke střední hodnotě, tj. zda nehody

jsou jen náhodně rozmístěny kolem střední míry nehod, nebo zda identifikované nebezpečné lokality migrují či ne. Veškeré výsledky ukazují, že migraci lze jen velmi těžko prokázat. Stojí za zmínku, že studie se zabývají pouze vlivem dopravního inženýrství na tento jev, ale žádné studie se nezmiňují o vlivu výkonu služby policie na nebezpečné lokality a zda jiný způsob výkonu policejní služby nemá právě vliv na stěhování úseků s vysokou nebezpečností. V rámci provedených studií je uvedené, že je vždy velký prostor pro chyby a nedostatek kontrolních postupů.

V rámci analýz je možné nastínit několik omezení, např. do jaké části okolních oblastí musí být nebezpečná lokalita vyloučena z důvodu překrývání s jinými lokalitami a neexistence přesných a dostatečných údajů k prokázání migrace vyplývajících z různých forem prováděných opatření.

Omezené finanční prostředky pro otázky silniční bezpečnosti udávají limit na počet lokalit, které mohou být upraveny. Proto je nutné stanovit priority mezi lokalitami a bezpečnostními opatřeními, s cílem využít omezené prostředky co nejefektivněji. Jedná se o druhý krok prací na zlepšování bezpečnosti. Dva důležité problémy lze rozeznat při výpočtu nákladů a přínosů těchto opatření. Za prvé, přesně nelze stanovit tržní cenu lidského života, místo čehož se cena odhaduje nepřímou. Za druhé, předpokládané snížení počtu nehod a jejich následků při realizaci bezpečnostních opatření je nejisté.

Třetí krok v odstraňování nebezpečných lokalit zahrnuje realizaci studií před a po realizaci opatření. Důležité prvky při analýze trendu v počtu hlášených nehod před a po zavedení preventivních bezpečnostních opatření jsou překrývající se efekty, negativní efekty, změny v chování účastníků silničního provozu, efekt regrese k průměru, vliv migrace a obecné trendy a změny v legislativních úpravách, jako např. povinnost hlášení nehod. Konvenční přístupy, jako je např. prostá studie sledování počtu nehod „před a po“ mají řadu nedostatků, které by mohly být částečně řešeny některými úpravami postupů. Je prokázáno, že empirický Bayesův přístup k odhadu řeší nejen problém regrese k průměru, ale také dává přesnější odhady než tradiční metody odhadu. Nicméně, observačních studií je provedeno velmi málo a metodika toho, jak interpretovat pozorování ve studiích před a po intervenci není uzavřena.

Kromě analýz celkového počtu hlášených nehod v lokalitě několik modelů zkoumalo i zahrnutí závažnosti nehody a dalších faktorů přítomných při nehodě. Rizikové faktory, jako je průběh havárie, doprava, okolní prostředí, stav vozidla a lidský činitel jsou postupně v literatuře zahrnovány, pro vysvětlení důvodů nehod a stanovení jejich závažnosti. Obecně platí, že rizikové faktory vztahující se k provozu a charakteristice silničních úseků byly shledány jako zásadní. Rizikové faktory, jako jsou dynamika / rychlosti při nehodě, používání bezpečnostních pásů, ovlivnění psychotropní látkou a věk řidiče, jsou zjištěny jako nejdůležitější při vysvětlování závažnosti nehod.

Použití geografických informačních systémů a technik k analýze bodových jevů se ukázalo být velmi užitečné při určování nebezpečných lokalit, nevěnují se však popisu, které faktory vysvětlují výskyt nehod nebo která protipatření by měla být přijata ke snížení jejich počtu. Výzkum je zaměřen pouze na průzkumné prostorové analýze dat, tedy s cílem definovat umístění a délku nebezpečných lokalit.

2.3.1 METODA ZALOŽENÁ NA ZKUŠENOSTECH S NEHODOVOSTÍ

Toto je asi nejčastější, nejjednodušší a nejvíce přijatá metoda organizacemi sledující bezpečnost silničního provozu. Tato metoda se opírá hlavně o stávající statistická data dopravní nehodovosti.

S využitím údajů dopravních nehod jakožto většinového datového souboru, jsou níže uvedeny některé metody, kterých se běžně používá při identifikaci nebezpečných lokalit.

- frekvenční metoda
- metoda ohodnocení
- metoda sledující závažnost nehod

Rozdíl mezi frekvenční metodou a metodou ohodnocení je, že metoda ohodnocení rovněž bere v úvahu objem provozu. Metoda ohodnocení porovnává počet nehod v místě s počtem vozidel v daném místě. Výsledek je známý jako nehodové ohodnocení (accident rate), uvádí se ve smyslu „počet nehod na milion vozidel“ na křižovatkách, zatímco pojem „nehoda na milion vozidel na kilometr“ se používá pro segmenty nebo části silnic.

Základním principem metody sledující závažnosti nehody je, že každé nehodě může a měla by být přidělena váha podle své závažnosti nebo výše škody. Tato metoda má za cíl odlišit nehody různým indexem závažnosti, přičemž index, nebo závažnost byly navrženy a jsou využívány k identifikaci.

Níže jsou dva nejběžnější indexy pro nastavení indexu o nehodě:

- váha mírou zranění
- váha nákladu nehody

Míra závažnosti nehod definuje ukazatel, jak špatné nebo nebezpečné toto místo na silnici je. Závažnost nehody může být použita pro váhování počtu nehod a to tak, že se přiřadí skóre různé úrovni závažnosti. Skóre všech nehod, které se staly v průběhu určitého časového období, se sčítá. Čím vyšší skóre, tím více nebezpečné místo je.

V programu identifikace nebezpečných lokalit v Brisbane v Austrálii (31) byly přijaty následující průměrné náklady nehod: městské s usmrcením 16,8 milionu Kč, městské se zraněním 1,2 milionu Kč, škoda na městském majetku 320 tisíc Kč, venkovské s usmrcením 18,4 milionu Kč, venkovské se zraněním 1,7 milionu Kč a venkovské se škodou na majetku 289 tisíc Kč. Odhady nákladů na nehody jsou vyčísleny průměrnou cenou nehody, podle jejího typu a místa. Náklady na všechny nehody, které se udály v určitém období, se sčítají. Pro vyšší náklady je místo více nebezpečné.

2.3.2 IDENTIFIKACE NA ZÁKLADĚ MATEMATICKÝCH MODELŮ

V práci (32) je pro město Québec v Kanadě prezentována detekce nebezpečných silničních lokalit pomocí empirické Bayesovy metody, kde se zaměřují na sledování frekvencí nehod anebo podílu nehod s danou vlastností. Bayesovské přístupy spoléhají na srovnání frekvencí a nebo podílů nehod na daném místě s hodnotami, které se běžně vyskytují na podobných místech. Současné analytické techniky popisují počty nehod s danou vlastností pomocí binomického rozdělení. Tato práce se vztahuje na mnohočlenné případy obecné techniky, které jsou navrženy pro analýzu silničních nehod. Navrhovaný přístup je plně

informační Bayesova metoda, která umožňuje zahrnout jak deterministické a náhodné heterogenity tak i prostorovou korelaci.

V práci (33) je navržen multivariační model pro identifikaci a hodnocení nehodových lokalit podle jejich očekávaných nákladů pro společnost. Je diskutován přístup Bayesovského odhadu modelu pomocí metody „Markov Chain Monte Carlo“. Pro ilustraci navrhovaného modelu jsou použity údaje o nehodách z 23184 míst ve Flandrech v Belgii a je použita nákladová funkce navržená Evropskou radou pro bezpečnost dopravy (ET-SC). Celkové náklady na nehody na silnicích jsou stanoveny v této práci výpočtem, konkrétní místo se vypočítá podle účelové funkce: $\text{Náklady} = 22.8 \times \text{Usmrcení} + 3.3 \times \text{Těžce zranění} + 1 \times \text{Lehce zranění}$.

Nákladová funkce je založena na ekonomických argumentech a zahrnuje veškeré náklady vztahující se k úmrtí nebo zranění. Pomocí této nákladové funkce mohou být hodnoceny jednotlivé nehodové lokality.

Uplatněním modelu na získaná data vede k následujícím výsledkům. Většina lokalit má podobnou pravděpodobnost blízkou nule, což naznačuje, že mohou být vyloučeny jako kandidáti nejhorších nehodových míst. Pouze omezený počet lokalit identifikuje vysoká pravděpodobnost vzniku nehody. Model ukazuje, že i když existuje malá skupina velmi nebezpečných míst s vysokou pravděpodobností nehody, celkem je identifikováno nejméně 1500 míst, která patří k nejnebezpečnějším a měla by být zkontrolována bezpečnostním auditem, protože spodní hranice intervalu spolehlivosti je nad stanovenou hranicí.

Ve výstupu z modelu lze rozlišit dva skoky, čímž lze rozdělit lokality do tří shluků. První shluk má velmi vysokou pravděpodobnost příslušnosti k nejhorším 800 místům, tj. pravděpodobnost příslušnosti $p > 0,4$. Tyto lokality (cca 250) jsou velmi nebezpečné a měly by si v každém případě zasloužit pozornost bezpečnostních techniků. Jejich intervaly spolehlivosti jsou rovněž velmi malé, což podporuje jejich nebezpečnost. Druhý shluk je mnohem větší a ukazuje spíše konstantní pravděpodobnost $p = 0,4$ s mnohem většími intervaly spolehlivosti. Pro tuto skupinu, skládající se z asi 1250 míst, je mnohem těžší říci, která z nich by měly být považována za patřící do 800 nejnebezpečnějších míst ve Flandrech. Dolní hranice jejich intervalu spolehlivosti je stále nad základní úroveň, což je činí téměř stejnými kandidáty na nejhorších 800 míst. Třetí shluk lokalit (zbytek) s pravděpodobností $p \leq 0,1$ pro něž je pravděpodobnost příslušnosti k 800 nejhorším místům jen velmi malá. Intervaly spolehlivosti jsou rovněž poměrně malé, což potvrzuje předpoklad, že je velmi nepravděpodobné, že jedna z těchto lokalit by mohla být platný kandidát.

Z hlediska dopravní bezpečnosti, nejzajímavější pohled vytvořeného modelu je, že nejen ohodnocuje jednotlivé lokality, ale že rovněž zohledňuje variabilitu tohoto žebříčku na základě variability vstupních proměnných. Proto se při rozhodování může zdát obtížné rozpoznat, zda je zvolená lokalita opravdu nejvíce nebezpečná nebo zda existují jiná místa s téměř podobnými vlastnostmi.

Tato práce sice neposkytuje Cost-Benefit analýzu investic do silniční infrastruktury, ale umožňuje získat podklad k jejímu vytvoření. Za tímto účelem bude třeba vyčíslit náklady na alternativní opatření a investice do bezpečnější silniční infrastruktury spolu s vyčíslením jednotlivých faktorů ovlivňujících nehody. Pro každou lokalitu lze vybírat z mnoha alternativ (např. snížení rychlosti, dělící pás, atd.) pro zvýšení bezpečnosti s růz-

nými náklady a efektivitou. Protože tyto informace chybí, tento dokument navrhuje optimální postup daný dle pořadí hodnocení tak, jako při neomezeném dostupném rozpočtu.

V práci (34) je prezentován Bayesovský přístup a aplikace geografického informačního systému pro analýzu nehod ve vnitřních oblastech města Houston. V rámci GIS jsou sledovány územní-temporální vzory, přičemž relativní rizika nehodovosti jsou identifikována na základě bayesovského přístupu. Výsledky tohoto přístupu ukazují jeho vhodnost pro odhad relativního rizika nehod a odstranění nestability odhadů při zachování celkových bezpečnostních trendů. 3D mapy rizik ukazují rizikové oblasti, kde je třeba provést opatření pro zlepšení silniční bezpečnosti a výsledky mapování jsou také užitečné pro cestující samotné, k výběru relativně bezpečnější trasy.

2.3.3 MODELÝ PROSTOROVÉ ANALÝZY

Metody shlukování jsou důležitým nástrojem při analýze dopravních nehod, protože tyto metody jsou schopny identifikovat skupiny uživatelů silničního provozu, vozidel a silniční úseky, které by bylo vhodné zabezpečit opatřeními. Přesněji řečeno, shluková analýza je statistická technika, která spojuje skupiny předmětů dohromady na základě kombinace podobnosti nebo odlišnosti. Lze ji použít na jednotlivé atributy dopravních nehod, tedy pro zjištění častých kombinací a podobnosti a rovněž i v prostorové složce, tedy nalezení společných míst nehod.

Kombinace shlukové analýzy, regresní analýzy a geografického informačního systému se používá pro shlukování homogenních údajů o nehodách, odhadu předpovědi počtu dopravních nehod a posouzení rizik dopravních nehod v studovaném území. Výsledky pomáhají orgánům efektivně alokovat zdroje na zvýšení úrovně bezpečnosti v oblastech s vysokým rizikem nehod. Kromě tohoto, výsledky poskytují informace pro inženýry a architekty s cílem vyvinout bezpečnější město.

Dopravní nehody mají tendenci soustřeďovat se v geografických shlucích, neboť je větší pravděpodobnost, že nehody nastanou v nebezpečných místech. Koncentrace výskytu nehod naznačují prostorové závislosti mezi haváriemi a příčinami a identifikace a analýza lokalit s více nehodami, než je obvyklý průměr, je důležitým krokem v prevenci dopravních nehod.

Tyto nebezpečné lokality nebo zóny s výrazně vysokým počtem nehod, mohou být detekovány několika geostatistickými technikami, přičemž velmi důležité je geografické hledisko, pro označení nejkritičtějších míst se zřejmým nebezpečím. I když je význam geografického hlediska uznáván, velmi často jsou v této úloze používané statistické ne-prostorové regresní modely (modeluje se počet nehod s ohledem na některé vysvětlující proměnné) a tak se ignorují stávající geografické vztahy mezi různými místy.

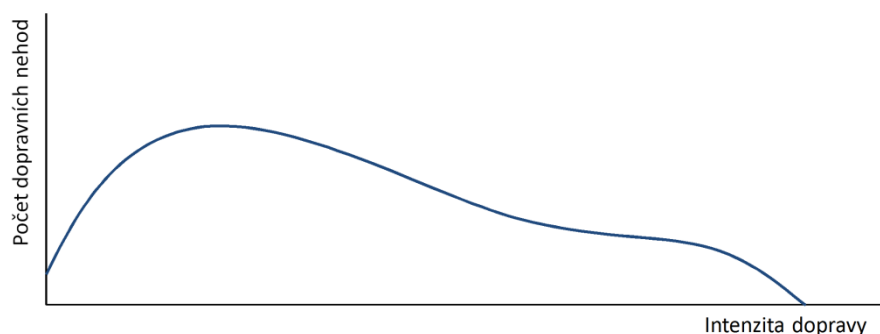
V literatuře je často zmiňováno využití metody jádrové hustoty a metody místní prostorové autokorelace (LISA) pro identifikaci nebezpečných lokalit. V práci (35) autoři provedli porovnání mezi těmito dvěma způsoby pro hustou městskou síť. Zdůrazňují, že metoda jádrové hustoty dává lepší výsledky u husté silniční sítě, zatímco metoda lokální prostorové autokorelace provádí lepší vyhodnocení v síti řídké.

Stávající prostorové techniky pro shlukování mají rovněž nevýhody při použití na silniční síť oproti jedinému úseku silnice. Výsledkem metody jádrové hustoty je mřížka nad celkovým studovaným územím s vyjádřením míry nebezpečí nehody pro každou buňku sítě,

i když není tato buňka na území silnice. Toto dává falešný dojem značné velikosti nebezpečných zón. Metoda lokální prostorové autokorelace vyžaduje agregace nehod v základních statistických jednotkách, přičemž jednotlivé silniční úseky jsou obvykle rozděleny podle kilometrů. Pro silniční síť této segmentace není přímo jasné, jak pokračovat na křižovatkách.

Mnoho stávajících geostatistických metod pro stanovení koncentrace výskytu jevu, jako je odhad jádrové hustoty a metoda lokální prostorové autokorelace, berou v úvahu euklidovskou vzdálenost mezi pozorováními. Protože dopravní nehody jsou obvykle umístěny podél silniční sítě, předpokládá se, že použití síťové vzdálenosti místo euklidovské vzdálenosti by mohlo zlepšit výsledky těchto metod shlukování.

Práce (36) nastiňuje vývoj metody shlukové analýzy za využití techniky jádrových odhadů pro automatickou identifikaci nehodových oblastí v městě Christchurch na Novém Zélandu. GIS a Python skriptování byly použity k realizaci řešení, které kombinuje prostorová data pro průměrné dopravní toky se zaznamenanými nehodami. Metoda jádrového odhadu byla schopna rychle identifikovat uskupení nehod, a při použití Monte Carlo simulační techniky byla schopna identifikovat statisticky významné klastry. Prostorová složka aktuálních údajů o nehodách a vrstva modelované průměrné denní intenzity provozu umožňují propojení odpovídajícího odhadu toku v místě, kde k nehodě došlo. Se skupením hodnot intenzit, např. po 100 vozidel za den a souhrn počtu výskytů nehod v celém zájmovém území bylo možné získat odhad frekvence nehod pro danou intenzitu provozu, viz obrázek 11.



Obrázek 11 Odhad vztahu počtu nehod a intenzity provozu

Pro vysoké intenzity na dálnicích a nízký objem provozu na menších silnicích je nehod výrazně méně než pro smíšené využití středních intenzit městských dopravních tepen. Pomocí tohoto globálního odhadu je možné přiřadit každému úseku silnice očekávaný počet nehod. Tento případ však předpokládá rovnoměrné rozložení rizika nehod po celé délce úseků silnic, zatímco však ve skutečnosti existuje mnoho dalších prostorových faktorů, které mohou v některých místech za zvýšení počtu nehod. Vzhledem k jejich významu, byla rovněž data o křižovatkách zavedena do modelu. Byly vypočteny vzdálenosti nehod od nejbližší křižovatky, čímž se stanovil globální vztah, který pak byl použit k přiřazení ohodnocení rizika pro každý čtvereční metr silnice. Kombinací tohoto rizika a dat o intenzitě provozu stanovuje celkový údaj o úrovni bezpečnosti pro každou část silnice.

Analýza provozu na pozemních komunikacích je velmi komplexní téma, policie má téměř 600 různých kódů příčiny, které mohou být přiděleny pro vysvětlení příčin nehod. Bylo by nerealistické domnívat se, že dvě vstupní proměnné (tok a vzdálenost od křižovatky) tvoří kompletní odpověď, kde by měly být očekávané lokality nehod v simulaci Monte

Carlo. Během zpracování tohoto výzkumu byly testovány další faktory, jako je hustota osídlení, blízkost škol, supermarketů a hustota křižovatek. Hledání relativního významu těchto proměnných je součástí dalšího výzkumu.

Práce (37) představuje využití geografického informačního systému k odhadu jádrové hustoty ve studiu prostorových modelů nehod se zraněním v Londýně, Anglii. Dále bylo provedeno shlukování výstupů hustoty a údajů o životním prostředí s cílem vytvoření klasifikace nehodových lokalit z dat dopravních nehod. Byla vytvořena mapa jádrového odhadu hustoty v členění podle hustoty buněk k vytvoření základní prostorové jednotky nebezpečných lokalit. Připojené údaje o prostředí pak byly přidány do těchto buněk pomocí K-means shlukování. Konkrétně bylo prostředí charakterizováno délkou silničních a cyklistických úseků, přechody pro chodce, zastávky metra, světelným signalizačním zařízením, zastávkami autobusu, základními a středními školami a kamerami pro kontrolu rychlosti. Výsledné shluky, jako např. nehody chodců za šera, ranní nehody cyklistů, nehody na vícepruhových silnicích a nehody na hlavních silnicích vnějšího Londýna byly nalezeny a hodnoceny podle své robustnosti a možnosti jejich využití v kampani bezpečnosti silničního provozu.

V práci (38) je rozpracována metoda, s přihlédnutím k nahrazení Euklidovské vzdálenosti vzdáleností podél silniční sítě, která byla použita v historickém městě Brusel v Belgii. Aby byla zaručena nezávislost mezi výsledky a skutečnými místy nehod, měřicí body jsou náhodně distribuované podél silniční sítě. Vypočítaná nákladová matice obsahuje vzdálenosti mezi jednotlivými nehodami a měřicími místy. Dále je počítán pro každý bod měření Index nebezpečí, s přihlédnutím k následkům nehod. Nedaleké nehody mají větší vliv na index nebezpečí než nehody lokalizované dál. Nakonec je použit Voronoiův síťový diagram pro distribuci indexu nebezpečí pro celou silniční síť.

Navrhovaná metodika umožňuje výpočetní prostorové koncentrace dopravních nehod v závislosti na jejich vzdálenostech podél silniční sítě, včetně vzdálenosti mezi nehodami na různých, ale křižujících se komunikacích. Pomocí náhodně rozmístěných bodů měření, místo užití samotných míst nehod, je zaručena nezávislost mezi lokalizacemi nehodových úseků a z toho vyplývající nebezpečnost segmentů. Toto umožňuje snadné porovnání výsledků v různých dalších analýzách (Například v různých časových obdobích).

V práci (39) byla při analýze a detekci shluků nehod využita prostorová K-funkce, přičemž byla navržena úprava na síťovou K-funkci k řešení problému s Euklidovskou vzdáleností. Analýza K-funkce pouze zkoumá, zda daný bod distribuce je odlišný od náhodného rozdělení, ale neodhalí umístění klastrů nebo nehodových lokalit v distribuci.

V práci (40) je realizována analýza a identifikace nebezpečných míst na základě lokálního ukazatele prostorové asociace (Moranův I index) jenž byl upraven a využit k určení nebezpečných lokalit na dálnicích v Belgické provincii Limburg. Analýza je komplikována tím, že údaje o nehodě mají velmi specifickou povahu, neboť tvoří Poissonův náhodný proces, spíše než Gaussovský náhodný proces a jsou rovněž náchylné k řídkému výskytu. Proto tento velmi dobrý indikátor potřebuje některé úpravy a jsou nutné simulace k určení základního rozdělení Moranova I indexu. Tento dokument zdůrazňuje význam použití správného rozdělení a naznačuje, co by špatný výběr mohl pokazit např. na politické úrovni. V této práci je geografické hledisko přímo vzato v úvahu pro identifikaci nebezpečných míst na dálnicích, použitím lokálního ukazatele prostorové asociace a údajů

o vzdálenostech podél silniční sítě. Z důvodu charakteru dopravní nehodovosti, jsou velmi častá místa s nulovými počty nehod, nehodovost odpovídá obecně více Poissonovu náhodnému procesu, spíše než Gaussovskému náhodnému procesu. Pro rozdělení Moran I, byla provedena simulace Monte Carlo experimentu, kde počet hlášených nehod byl rozptýlen náhodně přes populaci možných lokalit. Toto bylo opakováno 500 krát, přičemž pro každé místo byl vypočten Moranův index. Místa s lokálním Moranovým I indexem nad 95% hustoty jsou považována za nebezpečné lokality, přičemž bylo takto vybráno 15 míst. Pro účely srovnání, byla provedena stejná analýza s použitím Gaussova rozdělení místo simulované distribuce. V tomto případě bylo vybráno 59 míst jakožto nebezpečných lokalit, včetně předchozích patnácti. Slepé využití Gaussovského rozdělení rozhodně není vhodné a celý případ ilustruje nutnost vzít v úvahu povahu vstupních údajů v rámci každé studie. Pro tvůrce bezpečnostních opatření je to velmi relevantní výsledek, neboť zpravidla nejsou neomezené zdroje pro nápravu nebezpečných lokalit. Pro přidělení finančních prostředků nejlepším možným způsobem, je důležité vědět, která místa jsou pravdivé „nebezpečné lokality“.

Uplatňování indexů prostorové autokorelace umožňuje vyhledávat vztahy mezi místy, která jsou v prostoru blízko k jinému v rámci studované oblasti a navíc jsou si podobná, nebo rozdílná, vzhledem k vybrané vlastnosti. Je třeba rozlišit globální a lokální prostorové autokorelace. Globální míra zkoumá v celkovém pohledu, zda místa patřící do studované oblasti jsou prostorově korelována. Vedle globální míry, která dává představu o studované oblasti jako celku, může být zajímavé omezit analýzu na jednotlivé části studované oblasti, které mohou ukázat prostorové autokorelace, které nebyly zaznamenány v globálním pojetí. Na druhou stranu, pokud je přítomna globální prostorová autokorelace, může být užitečný lokální index ke zjištění příspěvků menších částí území. Tyto místní indexy jsou považovány za místní ukazatele územní příslušnosti (Local Indicators of Spatial Association LISA) pokud splní dvě podmínky: Je třeba měřit v rozsahu prostorové autokorelace kolem určitého pozorování a to pro každé pozorování v souboru dat. Součet místních indexů musí být úměrný globální míře prostorové asociace.

Výborná vlastnost Moranova I indexu je fakt, že odpovídá relativně průměrné hodnotě. Důležitou nevýhodou prostorové autokorelace obecně je, že tato míra není jednoznačně definována. Neexistuje žádná optimální specifikace pro váhy, což je jedním z nejtěžších a kontroverzních metodických problémů v prostorové ekonometrii. V rámci studia je třeba sledovat dva různé aspekty - počet sousedů (úroveň propojení) a hodnotu váhovacích koeficientů. Pokud jde o úroveň propojení, zdá se možné definovat optimální vzdálenost mezi dvěma úseky, aby ještě vykazovaly nějaká připojení. Tato optimální vzdálenost se liší podle typu a vlastností úseku, jež je předmětem šetření, ale pravděpodobně také s konfigurací vozovky a povolené rychlosti. Rovněž volba vah není jednoznačně definována. Zdá se, že je přirozené pro určení vzdálenosti mezi místy využít lokální autokorelaci. Často je používána inverzní kvadratická vzdálenost, což znamená, že méně blízké umístění vzhledem k studovanému místu, má menší váhu danou při výpočtu autokorelaci. Všimněte si, že na konci silnice je možné započítat pouze existující sousedy jednoho směru.

Práce (41) se zabývá vysvětlením prostorového výskytu dopravních nehod v okrajové části Bruselu v Belgii, za pomoci víceúrovňového regresního modelu (MLM). Práce ukazuje a potvrzuje, jaký vliv mají charakteristiky geografického prostředí na lokalizaci

a koncentrace dopravních nehod na dvou úrovních prostorové agregace. Výsledky jsou porovnány s výsledky získanými metodou klasické logistické regrese.

Hlavní závěry jsou následující: MLM je potenciálně užitečná technika pro modelování dopravních nehod, přičemž není snadné definovat hierarchické úrovně prostorových dat a tak MLM je hůře použitelná než jiné regresní techniky pro modelování prostorových výskytů dopravních nehod. Charakteristiky prostředí významně ovlivňují výskyt dopravních nehod a změny v těchto vlastnostech jsou velmi důležité aspekty pro vysvětlení. To vede k domněnce, že účastníci silničního provozu nejsou schopni přizpůsobit své chování natolik, aby odpovídalo změnám v prostředí. Proto koncentrace dopravních nehod často odpovídá místům, kde by mělo dojít k nápravě a zlepšení prostředí v oblastech, jako je návrh vedení silnice, signalizace a plánování využití území.

2.4 HLEDÁNÍ SOUVISLOSTÍ A PŘÍČIN VZNIKU DOPRAVNÍCH NEHOD

V práci (42) jsou analyzovány veřejně dostupné údaje o dopravních nehodách ve Slovinsku, společně s prostorovými daty. Práce uvádí několik možných přístupů metod dolování dat pro sledování situace a trendů zlepšení bezpečnosti silničního provozu. Vybrané metody vizualizace umožňují náhled na dopravní nehodovost pro celé Slovinsko.

Pomocí metod analýzy krátkých časových řad a vizualizačních technik byla analyzována bezpečnost silničního provozu v různých lokalitách (obce, kraje) a v různých časových obdobích. Hlavní pozornost této práce byla věnována na používání technik dolování prostorových dat, z nichž byly použity asociačních pravidla a metody shlukování. Příkladem je analýza časových řad srovnáním měsíčních časových řad nehodovosti v průběhu jednotlivých let a shlukování denních profilů v týdnu dle charakteristických obcí.

2.4.1 VYUŽITÍ DAT O SILNIČNÍM PROSTŘEDÍ V HORSKÉM TERÉNU

Ve zhoršených terénních podmínkách, např. v horských oblastech, jsou silnice mnohem náchylnější k smrtelným nehodám. Vlnitost (vysoké zakřivení), sklon a šířka cest jsou identifikovány jako hlavní faktory příčin, přičemž práce (43) se věnuje vzájemné korelaci těchto základních parametrů silnic a dat o nehodovosti, a prezentuje vyvinuté metodiky pro vykreslení nehodových úseků horských silnic.

Tato metodika se používá pro vymezení diferenciální pravděpodobnosti rizika nehody podél státních silnic a hlavní okresní silniční sítě v Uttarkashi okrese, Uttarakhand v Indii a výsledky jsou korelovány s reálnými záznamy silniční databáze nehod. Aplikace navržené metodiky vykazuje potenciál pro snížení frekvence dopravních nehod přijetím místně specifických opatření pro úseky silnic s vysokým rizikem nehod. Ty mohou být ve formě zvýšení informovanosti nebo ve vhodné technicko-právní úpravě režimu provozu či zahájení strukturálních opatření pro zajištění rychlého servisu po události nehody, jako jsou identifikace místa, záchranné a likvidační práce. Tato opatření by měla snížit četnost dopravních nehod a poskytnout rychlou úlevu pro oběti nehod a zároveň snížit časové a hospodářské náklady z dopravních nehod.

2.4.2 ODHAD VZTAHU NEHODOVOSTI A HOMOGENNÍHO A NEHOMOGENNÍHO DOPRAVNÍHO TOKU

V práci (44) je analyzován vztah mezi nehodovostí a plynulostí silničního provozu. Jen málo empirických studií analyzuje vliv dopravního proudu, zvláště pro různé skupiny

účastníků silničního provozu. Cílem této práce bylo odhadnout poměr mezi četností nehod a plynulostí silničního provozu pro případy homogenního proudu, tj. sestávající pouze z osobních vozidel, a nehomogenního proudu, tj. skládající se z osobních a nákladních automobilů ve venkovských oblastech Švédska.

Nehodovost nelze určit jako funkci dopravního toku přímo, protože proměnná popisující nehodovost není distribuována dle Poissonového nebo Negativně binomického rozdělení. V práci byly navrženy dva regresní modely, pro případ homogenní plynulosti silničního provozu a pro případ v nehomogenním dopravním toku. Aby bylo možné zhodnotit dobrou shodu modelu, byly posuzovány čtyři ukazatele, změna statistiky rozptylu, odhad negativního binomického regresního modelu a dvě testovací funkce pro nad-rozptyl.

V analýze nehod homogenního dopravního proudu, k nimž došlo po celý den, byla zamítnuta nulová hypotéza, že očekávaný počet nehod se zvyšuje úměrně s růstem dopravního proudu na silnicích typu II, III a IV. Hodnota exponentu je méně než jedna. Tento výsledek je v souladu s řadou dalších studií.

Výsledek této studie ukazuje, že k nejvíce nehodám dochází, když je jen málo nákladních vozidel na silnici. Tuto situaci bylo možné vysvětlit skutečností, že ačkoli je málo kamionů, stále existuje několik vozů, které mohou způsobit nehody. Vliv nákladních automobilů na bezpečnost může být také viděn jako vliv snížení rychlosti provozu, neboť rychlost pro kamiony je nižší než u osobních automobilů. Zvyšující se počet nákladních automobilů za hodinu bude tedy zpomalovat průměrnou rychlost v provozu. Samozřejmě existuje i možnost, že počet těžkých nákladních vozidel za hodinu je korelována s neznámým faktorem, který snižuje počet dopravních nehod. Hodiny s velkým počtem nákladních automobilů v provozu se mohou shodovat s hodinami s dobrým stavem provozu a rovněž s hodinami, kdy jezdí velmi dobří řidiči.

V práci (21) byl studován vliv rychlosti jízdy na nehodovost i z pohledu řidičů. Rychlost jízdy vozidel v různých částech měst a dle typů komunikací je často nejednotná. V této studii je zachyceno vnímání uživatelů vozidel na deseti bodové stupnici hodnocení míry kolísání rychlosti cestování na vybraných místech ve městě. Průměrné ohodnocení je využito k vytvoření shluků lokalit pomocí fuzzy c-means metody, se zařazením do nízké, střední a vysoké skupiny rychlostí. Vybrané skupiny vysokou rychlostí umožňují proaktivní hodnocení, zda právě zde nedochází k nehodám v důsledku nepřiměřené rychlosti vozidel na těchto místech. Výhodou fuzzy-c means techniky shlukování je možnost umístění pozorování do více než jednoho shluku v různé míře, což dává lepší obrázek o skutečném rozložení studovaného fenoménu.

2.4.3 ODHADY NEHODOVOSTI NA ZÁKLADĚ STATISTIK O ŘIDIČI

Cílem těchto studií je poskytovat úředníkům dopravních inspektorátů, výzkumníkům v oblasti bezpečnosti silničního provozu a organizacím zapojeným do řízení a hodnocení rizik aktuální data s profily řidičů ohledně dopravní nehodovosti.

Jedním z příkladů je studie (45), kde data pro analýzy byly získány ze záznamů o 1% náhodně vybraného vzorku licencovaných řidičů Kalifornie ($n = 152931$). Aby byly záznamy způsobilé pro výběr do vzorku, řidiči museli splňovat následující kritéria: mít platný řidičský průkaz na počátku sledovaného období, být naživu v den výběru dat do studie a mít řidičský průkaz, jehož platnost nevyprší více než 6 měsíců od data výběru.

Pro každého řidiče byly shromážděny informace: věku, pohlaví, fyzické nebo mentální omezení, omezení řidičského průkazu, počet záznamů během sledovaného období a počet nehod celkem během sledovaného období.

Vícenásobná regresní analýza byla použita k určení, které kombinace proměnných nejlépe odpovídají regresní rovnici pro odhad celkové nehodovosti během sledovaného období. Všechny sedm kandidátských proměnných bylo zaznamenáno jako statisticky významné prediktory nehody (účast na 0,10 hladině pravděpodobnosti), a proto byly všechny zahrnuty v regresní rovnici.

Znaménka (pozitivní nebo negativní) odhadnutých regresních koeficientů modelu naznačují, že zvýšená nehodovost je spojena s:

- zvýšeným počtem předchozích záznamů
- zvýšená předchozí nehodovost
- obchodní typ řidičského průkazu (který je většinou v držení řidičů z povolání)
- být mladý
- být muž
- mít jeden nebo více záznamů fyzického či mentálního omezení
- mít jeden nebo více záznamů omezení řidičského průkazu

2.4.4 SCÉNÁŘE NEHOD

V práci (46) je navržena metoda pro analýzu dopravních nehod a definování bezpečnostních opatření na základě přípravy nehodových scénářů. Metoda byla aplikována na reálných datech pro dálnici v mimoměstské oblasti Neapol (Itálie). Metoda je navržena s ohledem na obecnou formulaci nehodových scénářů, které jsou upřesněny a kalibrovány z reálných dat. Prvním krokem je zajištění kvalitního měření dostupných charakteristik "v čase" a "na scéně", ve studované oblasti.

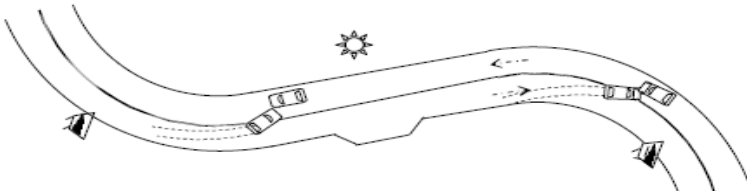
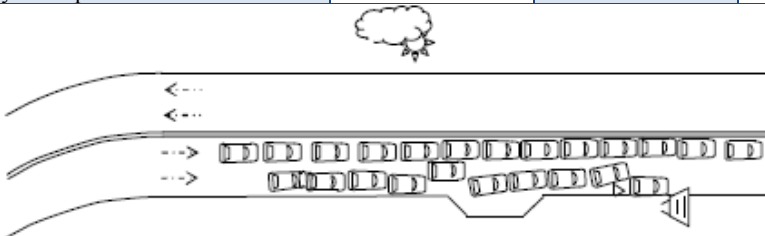
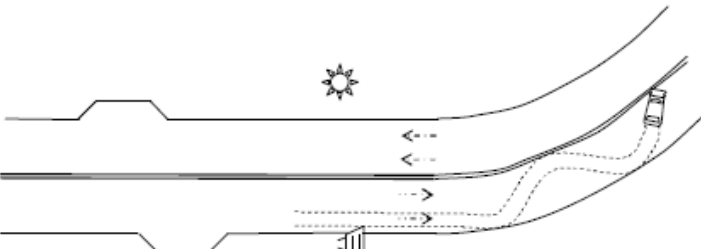
Naměřená data se týkají nejen standardních údajů vyžadovaných podle Národního statistického ústavu (ISTAT), přičemž celkově bylo identifikováno 486 atributů, které lze rozčlenit podle odpovídající oblasti:

- obecné charakteristiky, 65 atributů
- uživatelé, 113 atributů
- infrastruktura, 80 atributů
- vozidla, 228 atributů

Údaje týkající se nehod studované oblasti jsou dále analyzovány pro identifikaci společných událostí a faktorů ve vztahu k uživatelům (lidský faktor), infrastruktuře a vozidel a jejich vzájemných interakcí, které definují scénář nehody.

Posledním krokem této metody spočívá v nalezení bezpečnostních opatření spojených se scénáři a monitorování účinků realizovaných bezpečnostních opatření aplikovaných na systém tak, aby ověřily předdefinované cíle.

V množině 65 dopravních nehod byly zjištěny odborným týmem 3 scénáře typické situace nehod, které se dějí v Itálii, zejména na dálnici. Scénáře byly získány interaktivním kvantitativním přístupem s definicí bezpečnostních opatření.

Kroky			
Jízda	Brzdění	Nouze	Náraz
Vozidlo jede na asfaltové silnici a vozovky nejsou oddělené, bez zaparkovaných aut, zatáčka, přímý úsek zatáčka na druhou stranu. Silnice má dva úzké chodníky na stejné úrovni jako pruhy a nulový příčný sklon. Jedná se o pracovní den, bez srážek, mimo zastavěný prostor. Není žádné zřejmé omezení.	Vozidlo zabírá jízdní pruhy obsazené vozidly opačného směru.	Řidič ztrácí kontrolu nad řízením	Vozidlo naráží do jiného vozidla jedoucí v opačném směru.
			
Vozidlo jede na dlouhé rovné asfaltové silnici se samostatnými pruhy, s předchozím ohybem vpravo, bez zaparkovaných aut v „stop and go“ provozu. Silnice má dva úzké chodníky na stejné úrovni jako pruhy a nulový příčný sklon. Jedná se o pracovní den, bez srážek, mimo zastavěný prostor. K dispozici je parkoviště a zřejmě jsou signály nebezpečí.	Vozidla nerespektují bezpečnou vzdálenost nebo nedostatečně vnímají prostorové mezery.	Řidič brzdí se zpožděním.	Vozidlo naráží do jiného vozidla jedoucí ve stejném směru.
			
Vozidlo jede na dlouhé rovné asfaltové silnici se samostatnými pruhy, bez zaparkovaných aut s předchozí zatáčkou vlevo. Silnice má dva úzké chodníky na stejné úrovni jako pruhy a nulový příčný sklon. Jedná se o pracovní den bez deště, mimo zastavěný prostor. Nejsou žádné jasné signály a je špatná viditelnost.	Vozidlo nerespektuje vedení vozovky.	Řidič ztrácí kontrolu nad řízením	Vozidlo naráží do překážky mimo vozovku.
			

V budoucnu se předpokládá využití automatických postupů s cílem vytvářet scénáře nehod a pro kalibraci parametrů pravidel, rovněž tak identifikovat významné atributy a jejich variabilitu rozsahu pro lepší kalibraci scénářů nehod.

2.5 PREDIKCE NEHODOVOSTI

Dalším z přístupů analýz dat silniční nehodovosti je vytváření predikčních modelů dopravní nehodovosti. Na základě získaných charakteristik lze využít tyto modely pro odhad počtu nehod a jejich následků v místech, kde se teprve připravuje výstavba komunikací.

V práci (47) byl použit pravděpodobnostní model k analýze bezpečnosti silničního provozu, zejména s cílem vybudovat interpretační / prognózování souhrnný model, kde proměnné charakterizují pouze vlastnosti nehody, zejména v souvislosti s dopravním systémem a lokalizací.

Dva oddělené modely, model silničních úseků a model křižovatek byly testovány, na základě implicitního oddělení specifického chování uživatelů za různých podmínek. Sledované parametry byly: typ území (1 zastavěný prostor, 0 jinak), SSZ (1 v případě instalace 0 jinak), charakteristika úseku (1 pro přímý úsek 0 jinak), typ komunikace (1 obousměrný silniční 0 jinak), třída komunikace (1 pro dálnice 0 jinak), křižovatka (1 pro kruhový objezd 0 jinak).

Všechny parametry byly v rámci modelů statisticky významné, vzhledem k definici proměnných vykazovaly, že počet nehod podél silničních úseků je:

- zvýšený v zastavěných oblastech
- zvýšený u obousměrných silnic
- zvýšený pro přímé silniční úseky

Podobně, počet nehod v blízkosti silničních křižovatek vykazuje:

- snížení na dálnicích
- zvýšení v přímých úsecích
- není snížen instalací SSZ

Hodnota u proměnné sledující SSZ odporuje výsledkům prezentovaných v dalších studiích v literatuře. Přesto je toto v souladu s dalšími výsledky pro testované oblasti a reprodukuje toto chování mnoha uživatelů, kteří při přítomnosti SSZ snižují svoji pozornost a tak stoupá úroveň rizika nehody. Rovněž často inklinují k přehlédnutí těchto signálů, čímž se opět zvyšuje riziko nehody.

V práci (48) jsou diskutovány čtyři přístupy strojového učení pro modelování závažnosti úrazů při dopravních nehodách. Jedná se o modelování neuronových sítí, učené hybridním algoritmem, algoritmy podpůrných vektorů, rozhodovací stromy a souběžný hybridní model zahrnující rozhodovací stromy a neuronové sítě. Výsledky experimentu ukázaly, že mezi paradigmaty strojového učení lze považovat hybridní návrh rozhodovacích strojů a neuronové sítě jako nejlepší, který překonal jednotlivé přístupy.

2.5.1 ANALÝZA CITLIVOSTI PARAMETRŮ

V práci (49) byla provedena analýza citlivosti s cílem zjistit, jak velký dopad bude mít přihlédnutí k pouze nejvýznamnějším zraněním při haváriích namísto užívaného vážení hodnot všech zraněných pro sledované aktuální pořadí nebezpečnosti lokalit ve Flandrech v Belgii. Stávající závažnost nehodovosti je počítána na základě kombinace vážených hodnot, 1 pro každé lehké zranění, 3 pro každou vážnou újmu a 5 pro každé smrtelné zranění, které se vyskytly na jednotlivých místech po dobu tří let. Výsledky analýzy ukazují, že by toto vedlo k odlišnému výběru 23,8% z 800 lokalit, které jsou v současnosti považovány za nebezpečné.

Vzhledem k tak velkému množství, je nutné upozornit odpovídající činitele, kteří využívají těchto přístupů k vytváření podkladů pro rozhodnutí, aby zvažili současný stav zpracování dat. Výpočet závažnosti nehod takto vykazuje zaujatost na počtu cestujících ve vozidlech, ale tento počet je do jisté míry předmětem náhody. Nicméně, je na odpovídajících činitelích, které priority je třeba zdůraznit v rámci politiky bezpečnosti silničního provozu a vybrat kombinace vhodných váhových hodnot a metod pro ohodnocení a výběr nejnebezpečnějších nehodových míst. V rámci budoucího výzkumu je třeba zahrnout náklady na infrastrukturu, opatření a další akce, které tyto nehodové lokality vyžadují, pro zvýšení bezpečnosti v těchto lokalitách. Vyvažováním těchto nákladů a přínosů pak bude možné provést seřazení pro upřednostnění odpovídajících lokalit.

2.6 SHRUTÍ A DISKUSE

Ze studované literatury je patrné, že silniční nehodovost, její globální charakteristiky i individuální vlastnosti, jsou studovány cíleně mnoha odborníky.

Studie zaměřené na hledání způsobů zaznamenávání fenoménu silniční nehodovosti a jejich porovnáním pro různá území, např. státy, hledají standardy pro jejich úplný a porovnatelný záznam v celoevropském až celosvětovém měřítku. Současně zavedené systémy vykazují charakteristické vlastnosti lokálních zaznamenání a zpracování a tedy často neumožňují širší porovnání a vyhodnocení mezi oblastmi. Na základě těchto podkladů jsou rovněž hledány vhodné indikátory silniční nehodovosti, které by zobrazovaly skutečný obraz tohoto problému a bylo by možné je dlouhodobě sledovat a zjišťovat tak výkon realizovaných opatření, pro jejich úplné porozumění a snadnější přenositelnost.

Vyhledávání nebezpečných lokalit je další stěžejní úloha v dopravním systému. Často je studována konkrétní lokalita, např. křižovatka nebo širší oblast systému, např. dálniční síť. S rozvojem možností přesnější lokalizace nehod, prostřednictvím GNSS a dalších systémů podpory tohoto sběru, např. geografických informačních systémů, se rozšiřují i možnosti aplikování matematicko-statistických nehod. Cílem prací je často nejen identifikovat dané lokality, ale rovněž i ohodnotit dané místo a nalézt tak jakýsi žebříček nejnebezpečnějších míst určených k nápravě.

Samostatná kapitola těchto studií jsou aktivity v hledání příčin a vztahů mezi příčinami a následky dopravní nehodovosti a na dopravním systému obecně. Prostor popisných atributů od uživatelů, vozidlo až po infrastrukturu je velmi rozsáhlý, přičemž aplikace geografických informačních systémů umožnila propojení s dalšími lokálními nebo globálními parametry, jako jsou například socioekonomické údaje či lokalizace objektů přímo s nehodou nesouvisejících (blízká pohostinství, školy atd.).

Zajímavým a nepříliš pozitivním zjištěním těchto prací je, že ne mnoho z nich našlo okamžité či následné uplatnění přímo v praxi. V této oblasti se jeví, že mnoho z těchto studií je provedeno ze samotného zájmu badatelů o oblast dopravní nehodovosti nebo o matematicko-statistické postupy v této oblasti, než na přímou objednávku organizací sledujících či řídících nehodovost na komunikacích pod svoji správou.

3.

METODY STATISTICKÉ ANALÝZY

Postupů je nepřehledné množství

3.1 RELEVANTNÍ PROMĚNNÉ DOPRAVNÍCH NEHOD

Analýza bezpečnosti silničního provozu v dané zeměpisné oblasti a v daném časovém intervalu vyžaduje tři předběžné kroky:

- shromažďování informací o nehodách prostřednictvím institucionálních postupů (policie, nezávislé vyšetřování)
- konstrukce elektronické databáze
- předávání získaných dat na národní centrum

Informace z oblasti dopravních nehod, vhodné pro analýzu událostí, často nejsou k dispozici. Jednak pro strukturální nedostatky získávání vhodných dat, rovněž tak protože nehody jsou poměrně častou událostí a tedy procesy s nimi spojené zatěžují disponibilní zdroje (není mnoho času se nehodou zabývat). Rovněž tak i doba, po kterou jsou údaje shromažďovány, není často dostatečně dlouhá, aby byla záruka reprezentativního vzorku dat významného ze statistického hlediska.

Pro analýzu hlavních příčin nehod je vhodné vybrat odpovídající proměnné, které by mohly souviset s nehodovými událostmi v dané oblasti. V rámci prostoru všech příslušných proměnných, mohou být některé z nich definovány jako makroskopické, pro možnost jejich agregace a získání globálního náhledu, zatímco některé jiné mohou být definovány jako mikroskopické, pro jejich užitečnost při rozkladu analýzy na jednotlivé podúlohy.

Rozdíl je rovněž mezi proměnnými, které jsou používány ke kalibraci modelů a proměnnými používanými pro sestavení bezpečnostních indexů, přičemž tento rozdíl závisí především na cíli využití těchto modelů a indexů. Jinými slovy, indexy a modely jsou sestavovány tak, aby byly patrné některé konkrétní aspekty dopravní nehodovosti, a použité vybrané proměnné v nich jsou vhodné pro tento konkrétní cíl.

Jedno z možných rozdělení může být provedeno podle povahy relevance proměnných. Lze zde identifikovat tři skupiny:

- obecné proměnné

- dopravně relevantní proměnné
- proměnné přímo související s nehodou

Obecné proměnné se vztahují hlavně k socio-ekonomickým charakteristikám posuzované oblasti, jako je velikost měst, počet obyvatel v této oblasti, typ území (průmyslové, turistické atd.), typ zóny, např. uvnitř města (obytné, komerční atd.).

Dopravně relevantní proměnné odkazují především na hlavní vlastnosti sítě a dopravní výkony, jako je např. velikost sítě podle dopravního módu (pro motorová vozidla, cyklistické stezky, chodníky, atd.), charakteristiky veřejné dopravy (počet linek, jejich délka), intenzity dopravy na síti a rozložení dopravy.

S nehodou související proměnné postihují hlavní charakteristiky nehodovosti a jednotlivých nehod, jako je celkový počet nehod v daném období, počet smrtelných nehod, typ účastníků, věk zúčastněných účastníků, pohlaví, den v týdnu, vlastnosti vozidla, povahu nehody a tak dále.

Některé z těchto proměnných lze snadno získat z oficiálních organizací a národních zdrojů, které jejich sběr a údržbu spravují, zatímco některé další musí být shromážděny nebo vytvořeny za pomoci dostupných relevantních zdrojů a specifických implementací (např. velikost sítě a její geometrické charakteristiky).

Další rozdělení může být provedeno v souladu se závislým nebo nezávislým charakterem proměnných, zvláště v případech, když jsou použity analytické modely.

Mnoho modelů zmiňovaných v literatuře, jsou navrženy ve formě rovnice [7]:

$$p(u_1, u_2, \dots, u_n) = f(u_1^*, u_2^*, \dots, u_m^*), \quad [7]$$

kde p je pravděpodobnost, že nehoda (nebo míra sledovaného fenoménu) s vlastnostmi $u_1, u_2, \dots, u_n$ nastane, je funkcí souboru relevantních proměnných $u_1^*, u_2^*, \dots, u_m^*$.

Správný soubor relevantních proměnných je často určován pomocí metod „pokus-omyl“, neboť některé proměnné považované z počátku za významné, mohou ve výsledku být nevýznamné vzhledem k vysvětlení sledovaného fenoménu či událostem, zatímco některé jiné, zpočátku nezahrnuté v modelu, mohou být ve skutečnosti významné. Výběr relevantních proměnných také zahrnuje výběr závislých a nezávislých proměnných.

Výběr závislých proměnných pro reprezentaci nehodové události se liší v závislosti na aspektech, které mají být modelovány. Možný seznam závislé proměnné zahrnuje například:

- celkový počet nehod za rok
- celkový počet nehod za referenční období (měsíc, týden, den)
- počet nehod podle druhu
 - nehoda s více vozidly
 - nehody pouze s jedním vozidlem
 - nehoda s chodci
 - boční srážky

- čelní kolize
- počet nehod dle závažnosti
 - smrtelné dopravní nehody
 - nehody se zraněnými
 - nehody s pouze materiálními škodami
- počet nehod za období s různou závažností
- počet nehod podle druhu s různou závažností

Absolutní hodnoty mohou být rovněž vyjádřeny v procentních charakteristikách, které jsou vyjádřeny počtem nehod na míru expozice.

Nehodu lze považovat v důsledku za výsledek experimentu. Míra expozice odpovídá času trvání experimentu, jehož výsledkem je buď výskyt, nebo neexistence nehody s danými charakteristikami, zatímco riziko nehody je pravděpodobnost, že nehoda může být následkem daného experimentu.

V obecné rovině, bezpečnostní stupeň v dopravním systému může být definován jako:

$$\text{Stupeň bezpečnosti} = \text{Riziko nehody} \times \text{Míra expozice} \quad [8]$$

Míra expozice se může lišit podle toho, zda se analýza nehodovosti týká křižovatek nebo silničních úseků. Pokud je analýza prováděna pro oblast křižovatek, může se míra expozice v případě vozidel měřit například počtem vjezdů do křižovatky.

Vzhledem k lidskému faktoru (účastníci), technologickému faktoru (vozidla) a faktoru prostředí (okolí nehody), jejichž vzájemné působení může vést k vzniku nehody, lze pro míru expozice, jakožto nezávislé proměnné, identifikovat tyto proměnné:

- účastníci: řidičský průkaz, ujeté kilometry řidičů dle typu průkazu, věk a pohlaví
- vozidla: stáří vozidel, ujeté kilometry podle typu vozidla
- prostředí: populace, ujeté kilometry vozidel dle typu silnic nebo městských oblastí, délky silniční sítě.

Hlavním faktorem uváděným v literatuře pro nalezení vztahu mezi dopravním systémem a příčinami vzniku nehody jsou charakteristiky a vlastnosti silniční sítě, např. dopravní toky.

S odkazem na charakter silniční sítě, vlastnosti křižovatek nebo různých druhů silnic vytvářejí velmi rozdílné bezpečnostní podmínky. Z těchto důvodů je klasifikace křižovatek a silnic obecně velmi užitečná k nalezení správných vztahů mezi podmínkami prostředí a výskytem nehod.

Křižovatky lze např. rozdělit podle faktorů:

- hierarchie vstupních cest (hlavní silnice, hlavní silnice a ostatní, jiné druhy silnic)

- počet vstupních cest (3, 4 nebo více)
- druhu prostoru (městský a venkovský)
- řízení dopravy (pravidla přednosti, SSZ)
- denní objem provozu
- podíly typů vozidel

Některé studie např. prokázaly, že výskyt nehod a jejich důsledky se zvyšují s počtem vstupujících cest do křižovatky.

Silnice mohou být klasifikované např. podle:

- silniční hierarchie (dálnice, národní silnice, I-IV třídy, hlavní silnice, se 4. pruhy, 2. pruhy atd.)
- druhu prostoru (městský a venkovský)
- denního objemu provozu
- podílu těžkých vozidel na typ vozidla
- sklonu silnice
- zarovnání (přímý úsek silnice nebo křivka)

Některé studie ukázaly, že výskyt nehod se snižuje ve venkovských oblastech, zatímco jejich následky jsou méně závažné v městských oblastech.

Kromě těchto, mnoho dalších faktorů a podmínek prostředí mají vliv na bezpečnost dopravního systému, např. povrch a stav vozovky, meteorologické podmínky, viditelnost atd.

Vztah mezi počtem nehod a plynulostí silničního provozu je předmětem mnoha studií. Dopravní toky jako nezávislé proměnné jsou skutečně důležité v prognostickém výhledu na bezpečnost. Ve skutečnosti změny v dopravním systému, jako například snížení kapacity silnic v některých konkrétních oblastech z důvodu bezpečnostního opatření, přiměje řidiče ke změně jejich plánované cesty, přičemž mohou použít silnice nebo cesty s nižší mírou bezpečnosti a tak snížit i míru bezpečnosti celého systému.

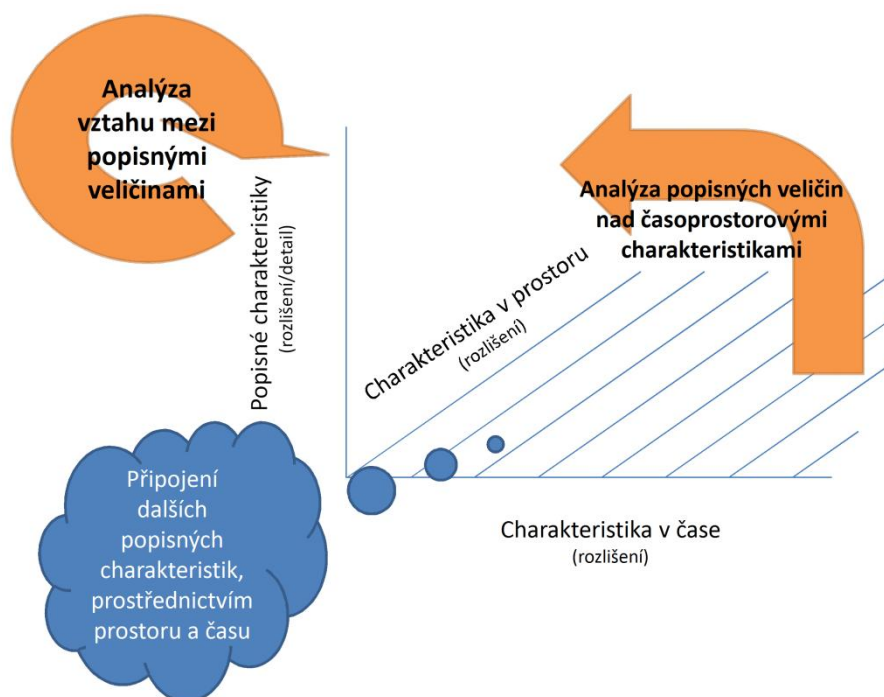
Hodnocení bezpečnosti sítě by mělo brát v úvahu hodnoty plynulosti provozu, odpovídající střední hodnotě, skutečné anebo předpokládané intenzitě v dopravním systému. Modely a metody hodnocení počtu dopravních nehod, jakožto funkce souvisejících proměnných (mezi nimi i dopravní toky), mohou být velmi užitečné k otestování účinnosti bezpečnostně orientovaných politik, v rámci celkového řízení a posuzování výkonnosti dopravního systému včetně bezpečnostních aspektů.

Ostatní proměnné používané v literatuře k predikci počtu nehod v dopravním systému se často vztahují na charakteristiky aktivit na systému. Například, velké množství obchodů podél komunikací zvyšuje riziko nehod, což svědčí o vztahu mezi charakteristikami činností na systému (zejména v komerční oblasti) a úrovni nehodovosti.

Rovněž rychlost dopravního toku hraje velmi důležitou roli, zejména pokud jde o důsledky pro osoby zapojené do nehody. Studie prokázaly, že až 41% smrtelných nehod motocyklů je z důvodu nepřiměřené rychlosti.

Rozlišování nehod dle dominantního směru dopravních proudů v relativních analýzách rizik se vyhýbá efektu průměrování mezi opačnými směry a vytváří přesnější výsledky pro každý směr. V současné době mnoho analýz obvykle vybírá pouze nebezpečné úseky a vytváří tak podklady na zlepšení bezpečnosti v obou směrech. Pokud je relativní riziko nižší než 1 v jednom směru a větší než 1 v druhém, potom pouze zlepšení bezpečnosti v jednom směru může problém dostatečně vyřešit. Diferenciace směru lze tak využít jako další účinné a efektivní metody při přidělování financí na zlepšení bezpečnosti.

3.1.1 DEFINICE PROSTORU ANALÝZ



Obrázek 12 Prostor analýz dopravní nehodovosti

Obrázek 12 zobrazuje obecný prostor analýz dat z dopravní nehodovosti. Každá nehoda je definována souborem charakteristik, které lze rozlišit na složky charakterizující události v čase, v prostoru a dále popisem následků a veškerých okolností, za kterých k události došlo a které bylo možné zaznamenat. Každá z těchto složek charakteristik má definované sledované atributy, které jsou metodicky zaznamenávány v definovaném rozlišení a definovaným způsobem.

Základní sledované charakteristiky jsou především ty popisné, definované z mnohaleté zkušenosti odborníků na vyšetřování a sledování dopravní nehodovosti a rovněž tak na základě mezinárodních ujednání pro umožnění vzájemného porovnání. Jedná se o charakteristiky, jako jsou např. *typ účastníka nehody (vozidla motocykl-osobní-nákladní, kolize s vlakem, cyklistou chodcem, se zvířetem, s pevnou překážkou)*, *typ komunikace (dálnice, silnice I-III. třídy, místní komunikace)*, *dopravní signalizace, zavinění (nepřiměřená rychlost, způsob jízdy)*, *podmínky viditelnosti, okolnosti řidiče (drogy, alkohol, nezkušenost, zádržný systém)* apod.

Prováděné analýzy ovlivňují volené parametry, jako jsou celkové období zpracovávaných dat a dále definice rozlišení zpracování jednotlivých charakteristik. Například pro charakteristiky v čase lze definovat skupiny rozlišení jako: *v daném roce, měsíci, týdnu, dni, hodině, den v týdnu, pracovní den, víkend, pozdě v noci, v dopravní špičce* apod.

Charakteristiky v prostoru lze podobně dělit na skupiny, jako jsou *stát, kraj, okres, obec, lokalita, úsek, křižovatka, v obci-mimo obec, školní zóna, přechod pro chodce, zóna záka-zu předjíždění, silnice s mnoha zatáčkami* apod. Mnohé tyto charakteristiky lze získat přímo při fyzickém záznamu události, jiné lze vytvořit na základě připojení dalších dat prostřednictvím časové či prostorové složky. Jedná se například o *meteorologické podmínky (vitr, déšť, mlha), specifické události (fotbalové zápasy, koncerty), sociodemografická data (populace, osídlení, průmyslová výroba), objekty dopravní infrastruktury, dopravní omezení a vozidlová data (CAN)*

Časo-prostorové rozlišení	Stát	Oblast / region	Městská / lokální oblast
Roky / dekády	Strategické řízení, plány národních cílů, nadnárodní srovnávání, tvorba politik a globálních opatření	Plány oblastních cílů, rozpočtování, oblastní srovnávání, příprava oblastních politik a opatření.	Identifikace míst čas-tých nehod, lokální srovnání a rozpočto-vání.
Měsíce a týdny	Sledování trendů, taktické řízení, přípra-va preventivních akcí	Taktické řízení, pří-prava oblastních pre-ventivních akcí, sledování sezónních trendů, realizace ob-lastních politik a opat-ření	Preventivní akce, se-zónní trendy, realizace lokálních opatření
Dny, hodiny a minuty	Realizace celostátních preventivních akcí	Dohled, operativní plány, realizace ob-lastních preventivních akcí	Operativní výkon, dohled a šetření nehod

Tabulka 11 Časoprostorové rozlišení sledovaných veličin vzhledem k řešeným úlohám

Tabulka 11 zobrazuje typické úlohy organizací a složek zabývajících se nehodovostí vzhle-dem k časoprostorovému rozlišení a sledování detailu dat v analýzách.

V literatuře lze vysledovat dva směry prováděných analýz. Jedná se o analýzy vztahů me-zi popisnými veličinami, s cílem zjištění míry jejich přímé závislosti a tedy hledání mož-ností jejich předejití při změně výchozích podmínek charakterizovaných těmito popisnými veličinami. A dále je velmi častá analýza těchto popisných veličin vzhledem k časové či prostorové charakteristice, s cílem identifikovat místa a období, kde a kdy do-chází k dopravním nehodám.

Pro cíleně zaměřené statistiky se používá filtrování vstupního souboru dat podle sledova-ného atributu. Další možností je kombinace těchto atributů, čímž se prostor se pro analý-zu značně rozšiřuje. Nebezpečím však je, při definici velmi specifického filtru, snížení počtu odpovídajících událostí na minimum reprezentativního vzorku, čímž přestává mít výsledek provedené analýzy vypovídající hodnotu. Jinak řečeno, z rybníka analýz lze vy-táhnout pěknou rybu, rovněž však i botu.

Záznam dopravní nehody lze definovat následujícím způsobem. Nehoda i se specifickými atributy u_j , které charakterizují hlavní vlastnosti nehody a události spojené s kolizí.

Proměnné jsou:

- u_j , atribut specifikace

- L , soubor obsahující atributy specifikace $L = \{u_1, u_2, \dots, u_j, \dots\}$
- V_j , soubor definic atributů specifikací u_j
- v_j , hodnota atributu specifikace u_j ($v_j \in V_j$) vzhledem ke každé nehodě;
- p_j , úroveň spolehlivosti naměřené ne zjištěné hodnot atributu u_j (1 je maximální úroveň spolehlivosti) $p_j \in (0, 1]$
- U , množina všech atributů a jejich specifikace stanovené definicí

$$U = \{(u_1, V_1), (u_2, V_2), \dots\} \text{ kde } u_1, u_2, \dots \in L$$
- i , nehoda definována atributy, jejich hodnotami a jejich úrovní spolehlivosti

$$i = \{\dots, (u_j, v_j, p_j), \dots\} \text{ kde } \dots, u_j \in L, v_j \in V_j, (u_j, V_j) \in U, p_j \in (0, 1]; \dots$$
- s , scénář nehody definován atributy a jejich hodnotami

$$s = \{\dots, (u_n, v_n), \dots\} \text{ kde } \dots u_n \in V_n, (u_n, V_n) \in U; \dots$$
- S , soubor všech scénářů

$$S = \{\dots, s_m, s_{m+1}, \dots\}$$

Nehoda je ovlivněna stochastickými událostmi, které neumožňují ji definovat přesně deterministicky a přiřadit jim deterministický scénář. Při přiřazení nehody ke scénáři musí být vymezena pravděpodobnostní funkce, v závislosti na jejich kalibrovaných parametrech.

Ze základního souboru může být definován i soubor odvozených atributů u_k , odvíjejících se od specifikace atributů u_j pomocí pravidel pr_k , zpravidla v závislosti na parametru, který je kalibrován α_k . Úroveň spolehlivosti odvozených atributů je obecně nižší než úroveň spolehlivosti specifikace základních atributů a závisí na spolehlivosti p_{prk} daného pravidla pr_k .

Ve vztahu k odvozeným atributům základních proměnných lze uvažovat tyto proměnné:

- u_k , odvozený atribut
- v_k , hodnota specifického atributu u_k ;
- p_k , úroveň spolehlivosti odvozené hodnoty pro atribut u_k
- pr_k , pravidlo uplatněné na atribut u_j pro vytvoření atributu u_k
- α_k , parametr pravidla pr_k ; $\alpha = [\dots, \alpha_k, \dots]$
- p_{prk} , úroveň spolehlivosti pr_k

Odvozený atribut u_k , s možnými hodnotami v_{1k} nebo v_{2k} , odvozený z atributu u_j , s hodnotou v_j a spolehlivosti p_j , lze získat například funkcemi:

Když $p_{rk}(u_j, v_j, p_j) > \alpha_k$ pak $(u_k, v_{1k}, p_{prk} p_j)$ jinak $(u_k, v_{2k}, (1-p_{prk}) p_j)$

Tabulka 12 ukazuje příklad pravidel pro odvozené atributy.

Atribut „Intenzita provozu“ u_{int_j} (spolehlivost p_{int_j})	Atribut „věk řidiče“ $u_{vř_j}$ (spolehlivost $p_{vř_j}$)
Když $u_{int_j} > 20000$ vozidel/den $u_{tok_k} = „nestabilní“$ $p_{tok_k} = 1,0 * p_{int_j}$	Když $u_{vř_j} > 30$ let $u_{vř_k} = „expert“$ $p_{vř_k} = 1,0 * p_{vř_j}$
Když $u_{int_j} > 12000$ vozidel/den $u_{tok_k} = „nestabilní“$ $p_{tok_k} = 0,7 * p_{int_j}$ jinak $u_{tok_k} = „stabilní“$ $p_{tok_k} = 0,7 * p_{int_j}$	Když $u_{vř_j} > 25$ let $u_{vř_k} = „expert“$ $p_{vř_k} = 0,3 * p_{vř_j}$ jinak $u_{vř_k} = „není expert“$ $p_{vř_k} = 0,7 * p_{vř_j}$
Když u_{int_j} $u_{tok_k} = „nestabilní“$ $p_{tok_k} = p_{int_j} * \min(1, u_{int_j} / 30000)$ jinak $u_{tok_k} = „stabilní“$ $p_{tok_k} = p_{int_j} * (1 - \min(1, u_{int_j} / 30000))$	Pokud $u_{vř_j}$ $u_{vř_k} = „expert“$ $p_{vř_k} = p_{vř_j} * \min(1, u_{vř_j} / 40)$ jinak $u_{vř_k} = „není expert“$ $p_{vř_k} = p_{vř_j} * (1 - \min(1, u_{vř_j} / 40))$

Tabulka 12 Příklad odvození atributu

Tento postup je vhodné využít u proměnných, které jsou kontinuální nebo mohou být reprezentovány příliš mnoha hodnotami, a které proto nejsou vhodné v této formě k začlenění do modelu.

3.2 SOUHRNNÉ ANALÝZY

V současné době metodika standardní souhrnné analýzy z dopravních nehod neexistuje, neboť orgány, organizace a analytici používají různé statistiky podle různých cílů a účelů. Klasifikační metody a bezpečnostní nehodové indexy jsou odlišné podle dané země také proto, že zaznamenávané charakteristiky událostí mohou být různé v závislosti na geografické a sociálně-ekonomické oblasti. Současné patrné úsilí všech zapojených stran směřuje ke standardizaci a to jak metod měření, tak i metod analýzy a modelování nehodových dat.

Souhrnná analýza nehodových dat je základním a velmi důležitým přístupem k vyhodnocení časo-prostorových charakteristik, který podporuje rozhodnutí a akce určené pro zajištění vyšší úrovně bezpečnosti.

Hlavní cíle souhrnné analýzy mohou být identifikovány v následujících oblastech:

- identifikace hlavních faktorů souvisejících s nehodami

- souhrnná kontrola dosažení určitých cílů (např. zvýšení stupně bezpečnosti dopravního systému nebo jeho části)
- analýza prostorového rozložení různých druhů nehod s cílem vyhledání nebezpečných lokalit
- analýza kolísání nehod v čase, pro přípravu účinných opatření přijatých s cílem snížit počet a závažnost nehod

Souhrnná analýza může být provedena pomocí dvou statistických přístupů:

- bezpečnostní indexy
- statistické modely

Indexy, vzhledem ke své specifické povaze, lze použít pouze pro analýzu problému, zatímco modely mohou být použity jak k analýze, tak i k prognóze budoucích stavů.

3.2.1 SOUHRNNÉ INDEXY

Souhrnnou analýzu pomocí indexů lze realizovat v prostoru:

- absolutních hodnot
- procentuální hodnot
- a ukazatelů

Absolutní hodnoty se vztahují k hodnotám proměnných, které jsou považovány za důležité pro popis dopravní nehody. Souhrnný absolutní index upozorňuje na význam událostí pro danou zeměpisnou oblast a referenční období. Obvykle jsou absolutní hodnoty ilustrativní pro dlouhodobý trend nehod a mohou být použity pro úvodní popis problémových událostí.

Procentuální hodnoty a to vždy podle příslušné proměnné, bývají vypočtené pro více omezené oblasti (jako silniční úsek, křižovatku, městskou část, časový úsek apod.) a umožňují sledovat a hodnotit úroveň bezpečnosti v dobře vymezených oblastech s lokalizováním nebezpečných lokalit s další analýzou na mikroskopické úrovni.

Procentuální hodnoty mohou být hodnoceny s ohledem na ostatní proměnné (jako vozidla, cestující, kilometry), jestliže jsou tyto proměnné považovány za vlastní míry expozice. V daném referenčním období může analýza poskytnout některé užitečné údaje a prezentovat skutečné role faktorů nehod.

Analýza ukazatelů, definovaných jako poměr mezi proměnnými, umožňuje sledovat účinky související s proměnnými ve vztahu k jiným proměnným. Tato analýza se zabývá výzkumem charakteristik nehod, které lze považovat za hlavní příčiny jejich výskytu. Pomocí mikroskopického přístupu tyto charakteristiky mohou být použity jako diskriminační faktory pro výstavbu nehodových scénářů.

Různé indexy, uvedené výše, mohou být použity k ověření splnění jednoho nebo více cílů. Tabulka 13 zobrazuje možné zařazení použití různých indexů do oblastí na základě jejich vlastností. Hlavní oblasti použití jsou označeny jako tmavý čtverec, zatímco sekundární oblasti použití jsou označeny světlejší.

	Absolutní hodnoty	Procentuální hodnoty	Indikátory
Trendy nehodovosti			
Územní charakteristiky			
Srovnání s podobnými oblastmi			
Dosažení cílů			

Tabulka 13 Vztah mezi indexy a cíli agregační analýzy

Příklady využití těchto indexů jsou na obrázcích dále.

Výpočet a zobrazení absolutních hodnot popisujících následky dopravních nehod je základní analýzou, která je velmi často používána pro srovnání za daná území a daný časový úsek.

Definujme soubor nehod jako množinu $N = \{n_1, n_2, \dots, n_p\}$, kde n jsou jednotlivé nehody v celkovém počtu p . Každá z nehod n_i , $i=1 \dots p$ je dále charakterizována popisnými atributy, atributy v čase a v prostoru $n_i(u_1, \dots, u_j, u_t, u_s)$, kde u_1 až u_j jsou obecné parametry, u_t je datum a čas nehody a u_s lokalizace jejího místa.

Analytický výpočet absolutního indexu lze v základním pojetí provádět pro každou z oblastí charakteristik zvlášť. Kombinací výpočtu pro obě charakteristiky současně však získáváme detailnější pohled a rozšiřujeme si prostor poznání a interpretace dat.

V časoprostorovém rozlišení můžeme definovat výpočet [9] jako matici prvků agregovaných hodnot konkrétního atributu u_j , pro všechny nehody, které se udály v definovaném intervalu času a oblastech prostoru, přičemž sloupce obsahují jednotlivé intervaly v čase (např. dny v týdnu) $T = \{tt_1, \dots, tt_{tp}\}$ a řádky jednotlivé oblasti v prostoru $S = \{ss_1, \dots, ss_{sp}\}$ (např. kraje).

$$AI = \begin{pmatrix} ai_1^1 & \dots & ai_{tp}^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ai_1^{sp} & \dots & ai_{tp}^{sp} \end{pmatrix}, \text{ přičemž prvky } ai_k^j \text{ jsou určeny jako} \quad [9]$$

$$ai_k^j = \sum_{i=1}^p v; \quad \text{kde } v = n_i(u_j) \text{ pro } \{n_i(u_t) \in tt_k \cap n_i(u_{ts}) \in ss_j\}$$

$$v = 0 \quad v \text{ ostatních případech}$$

Příkladem je analýza agregovaného počtu nehod v závislosti na dnu v týdnu a kraji pro data Policie České republiky z roku 2008 (obrázek 13). Atribut datum byl pro výpočet převeden na den v týdnu. Lokalizace nehody pro jednotlivé kraje jsou implicitně uvedeny kódově v datové bázi.

**Počet nehod v týdnu po krajích
rok 2008**

Zlínský kraj	885	774	880	817	1035	682	507
Vysočina	906	971	1026	1071	1182	816	631
Ústecký kraj	1942	1724	1926	1723	2083	1416	1221
Středočeský kraj	3424	3184	3296	3054	3676	2600	2248
Plzeňský kraj	1443	1275	1396	1298	1553	1063	843
Pardubický kraj	1088	969	1058	1005	1145	856	612
Olomoucký kraj	1288	1207	1327	1227	1539	914	770
Moravskoslezský kraj	2658	2442	2542	2423	2892	1743	1383
Liberecký kraj	1087	989	1115	968	1214	869	726
Královéhradecký kraj	1149	1028	1117	1061	1311	823	699
Karlovarský kraj	706	704	701	689	798	558	476
Jihomoravský kraj	2313	2117	2237	2182	2533	1557	1226
Jihočeský kraj	1491	1322	1422	1410	1756	1150	919
Hlavní město Praha	4895	4762	4888	4615	4823	2451	2094
	pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek	sobota	neděle

Obrázek 13 Agregace absolutních hodnot v čase a prostoru

Podobně lze sledovat analýzu veličin pouze v časové charakteristice, pro dvě různě definované množiny intervalů. Ve výpočtu je nahrazena podmínka polohy nehody ve sledované oblasti za podmínku výskytu v druhém časovém intervalu.

Příkladem je analýza agregovaného počtu nehod v závislosti na dnu v týdnu a dvouhodinových intervalech denní doby. Výpočet je opět uveden pro data Policie České Republiky z roku 2008 (obrázek 14).

**Počet nehod v týdnu po dvou hodinách
rok 2008**

22-24	659	637	710	744	1015	872	601
20-22	1035	1063	1166	1131	1356	1111	1013
18-20	1891	2031	2027	1940	2371	1705	1744
16-18	3141	3035	3335	3044	3667	1901	2137
14-16	3674	3258	3479	3275	4089	1924	1951
12-14	3104	2697	2925	2706	3433	1920	1500
10-12	3325	2717	3034	2949	3512	2351	1276
08-10	3311	2985	3197	2882	3051	1766	813
06-08	2696	2409	2558	2344	2296	830	515
04-06	708	701	729	687	713	635	578
02-04	249	271	257	298	298	649	686
00-02	293	326	325	395	377	770	689
	pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek	sobota	neděle

Obrázek 14 Agregace absolutních hodnot v čase pro dvě množiny intervalů

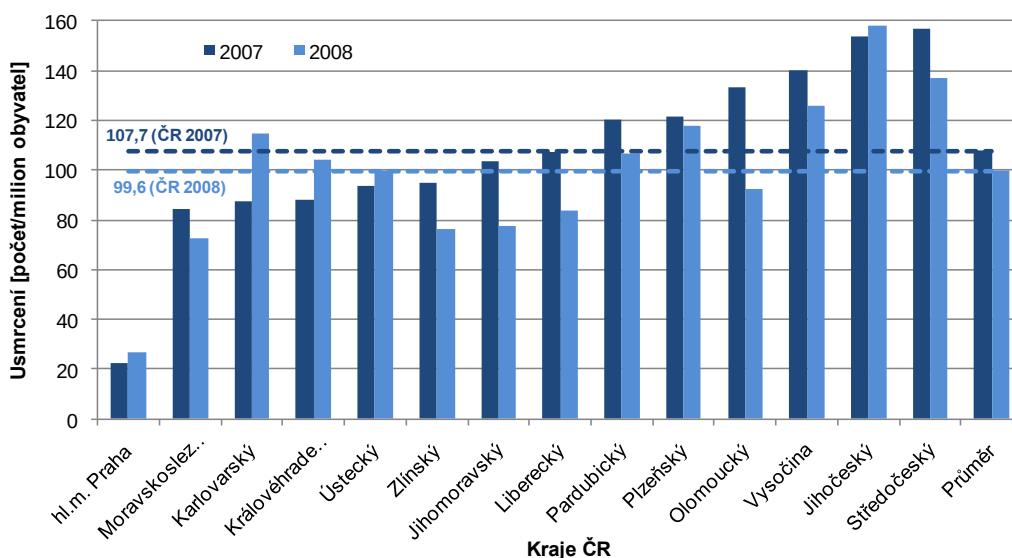
V rámci dostupných zpráv a výstupů statistik, například Policie ČR, jsou těmito metodami posuzovány veličiny jako např. absolutní počet nehod, počet usmrcených osob, počet

těžce zraněných osob, počet lehce zraněných osob a odhad hmotné škody. Typickým rozlišením v časové charakteristice bývají jeden den, dny v týdnu, měsíce a roky, v prostorové charakteristice pak místo nehody (mimo obec/v obci), druhu komunikace, pro jednotlivé okresy, kraje a celý stát. V rámci popisných charakteristik je používáno filtrování dat pro veličiny jako např. druhy nehody, příčina nehody, viník nehody, státní příslušnost, věk řidiče, vliv alkoholu, druh vozidla, objemová třída, rok výroby vozidla.

Z připojovaných popisných charakteristik lze jmenovat např. analýzu porovnání počtu usmrcení s absolutním počtem vražd na daném území za daný časový úsek pro vyzdvihnutí závažnosti silniční nehodovosti.

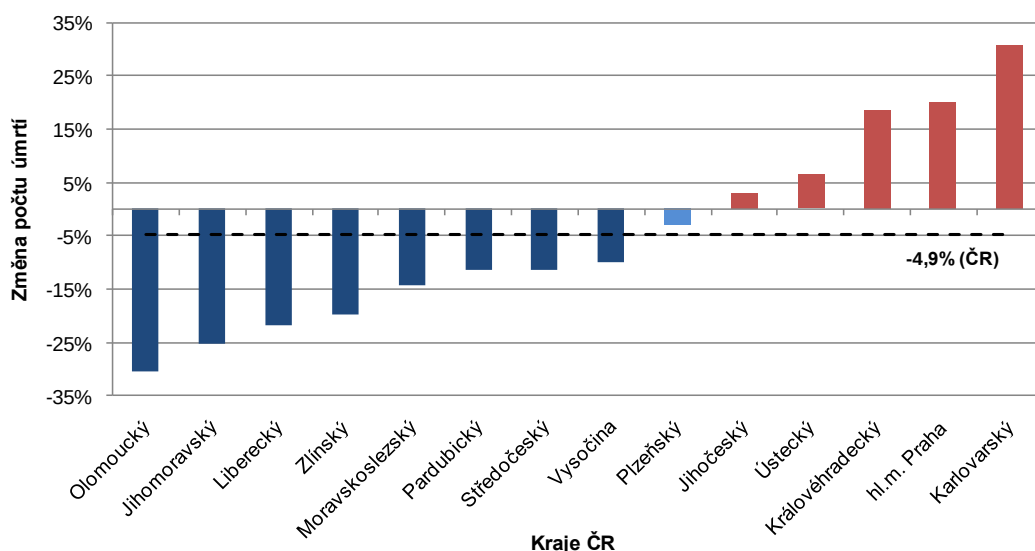
Analýza trendů se zabývá dynamickým vývojem vybraných účetních veličin v čase. Vyhodnocením vývoje za minulé období lze odvodit pravděpodobný vývoj sledované veličiny do budoucnosti. Vývoj jednotlivých veličin je oproti porovnávání hodnot dalším základním zpracováním dat. Zde se jedná o sledování charakteristik za delší časové období s dělením dle časového měřítka na podobdobí, ve kterém trendy studujeme.

Ukázky absolutních a relativní hodnot a indexů pro jednotlivé státy EU jsou uvedeny ve zprávě (50). Na následujících obrázcích je zpracováno podobné zobrazení pro data nehodovosti v ČR.



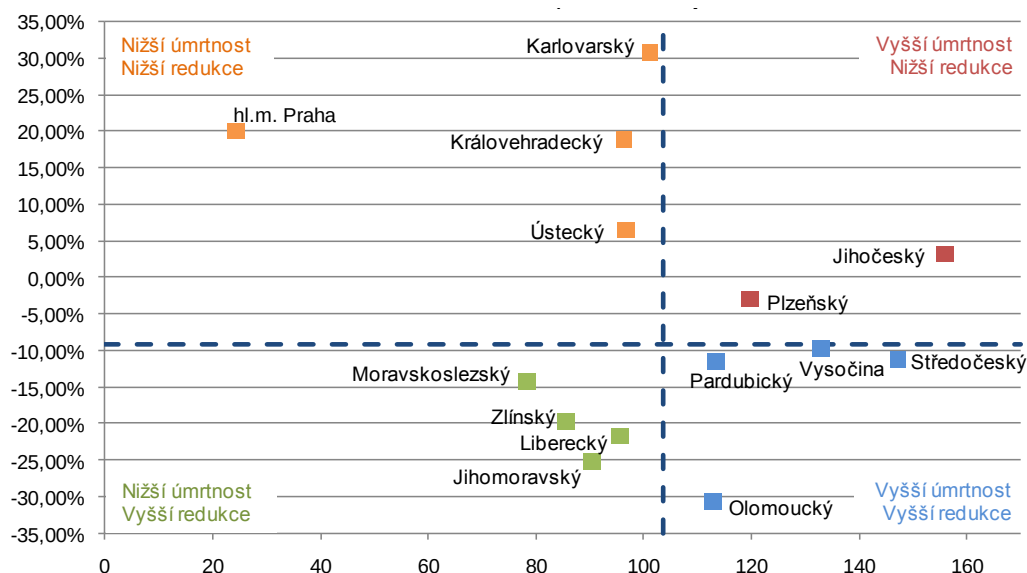
Obrázek 15 Poměr usmrcených osob na pozemních komunikacích v krajích na milion obyvatel (porovnání let 2007 a 2008)

Obrázek 15 ukazuje vývoj počtu usmrcených osob na milion obyvatel v letech 2007 a 2008 pro jednotlivé kraje. Celkově došlo k průměrnému snížení tohoto ukazatele o osm osob. Jednotlivé kraje vykazují různou míru příspěvku, kterou procentně vyjadřuje obrázek 16.

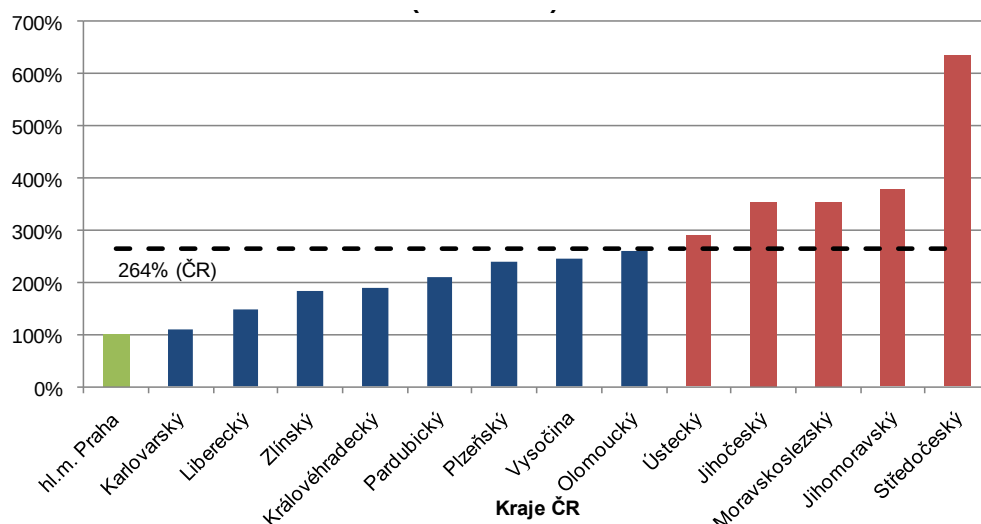


Obrázek 16 Procentuální změna v počtu úmrtí na silnicích krajů ČR v letech 2007 a 2008

Obě tyto charakteristiky lze společně vyjádřit v grafu (obrázek 17), který tak ukazuje jednotlivé kraje dle počtu usmrcených osob na milion obyvatel a trendu stávajícího vývoje. Průměrné hodnoty těchto ukazatelů rozdělují prostor hodnocení do čtyř oblastí, a to: na oblast s nízkou úmrtností a vyšším trendem redukce, oblast s nízkou úmrtností a nižším trendem redukce nebo naopak nárůstem počtu usmrcení, oblast s vysokou úmrtností a vyšším trendem redukce a oblast s vysokou úmrtností a nižším trendem redukce nebo naopak nárůstem usmrcení. Poslední oblast patří k těm nejhorším, kde je vysoký počet usmrcených a nedaří se jej úspěšně redukovat.

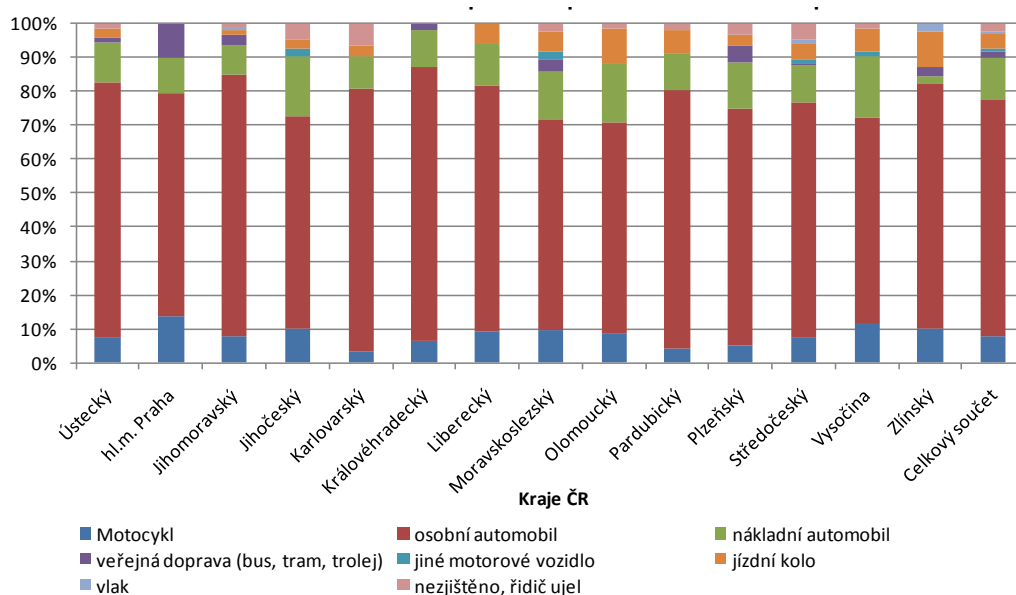


Obrázek 17 Počet usmrcených na milion obyvatel oproti procentní změně počtu úmrtí na silnicích v krajích (průměr 2007-2008)



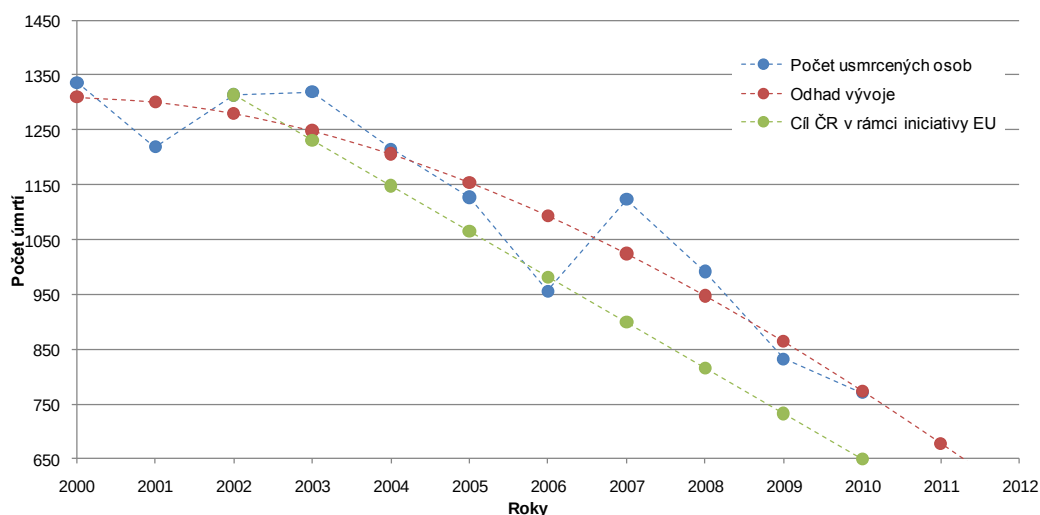
Obrázek 18 Poměr počtu usmrcených v jednotlivých krajích oproti hlavnímu městu (průměr 2007-2008)

Obrázek 18 ukazuje poměr počtu usmrcených v jednotlivých krajích oproti hlavnímu městu. Středočeský kraj je v tomto pohledu nejhorším. Úmrtí podle skupin účastníků silničního provozu v krajích vykazuje pro všechny kraje podobné rozdělení (obrázek 19).



Obrázek 19 Distribuce úmrtí podle skupin účastníků silničního provozu v krajích

Obrázek 20 zobrazuje stávající vývoj a odhad trendu počtu usmrcených, vzhledem k závazku snížení tohoto počtu o polovinu od roku 2001 do roku 2010. Z letošních statistik je zřejmé, že se tento cíl bohužel nepodaří naplnit, přesto došlo za toto období k výraznému zlepšení bezpečnosti na silnicích ČR.



Obrázek 20 Odhad trendu počtu usmrcených na silnicích v ČR, založený na vývoji v letech 2000-2009

3.3 STATISTICKÉ MODELÝ

Jedna z možných klasifikací modelů uvedených v literatuře se odvolává na analýzy pro konkrétně sledované oblasti, se zaměřením na to, zda analýza zkoumá explicitní simulaci účinků provedených zásahů anebo predikuje úroveň bezpečnosti ve vyšetřovaném místě jako funkci některých důležitých charakteristik. Pak je možné modely rozdělit na:

- modely hodnocení
- modely prognostické

Hodnotící modely umožňují sledovat účinnost některých opatření pro snížení rizik nehodovosti s cílem ověření efektivnosti využití dostupných zdrojů. Nejjednodušší metodou pro hodnocení účinnosti zásahu je porovnání stavu „před“ a „po“ realizovaných opatření, za použití indexů, které hodnotí procentní snížení nehodovosti.

Hypotéza týkající se této jednoduché metody je, že všechny možné pozorované variace nehodovosti jsou produkovány předchozím opatřením. Také je implicitně předpokládáno, že míra nehodovosti "před" je správně odhadnuta v souvislosti s mírou "po" např. jakoby opatření nebylo realizováno. Jinými slovy, index předpokládá srovnatelnost sledovaných veličin před a po opatření.

V rámci modelování je třeba vzít v úvahu některé důležité aspekty, zejména:

- Změny vnějších faktorů, které mohou ovlivnit proměnné v období pozorování.
- Náhodný rozptyl vysvětlujících proměnných nehod v průběhu času. Průměrování proměnných v průběhu studovaných časových intervalů ignoruje potenciálně důležité rozdíly, což může mít za následek chybné odhady parametrů.
- Vynechání významné proměnné z modelu, rovněž zahrnutí endogenních proměnných bez odpovídající statistické korekce a zafixování proměnných v modelu, které ve skutečnosti jsou proměnlivé, vede k neobjektivnímu odhadu parametrů a možnému odvození chybných závěrů, s ohledem na vliv vysvětlujících proměnných.

- Špatný návrh funkční struktury modelu ovlivní výsledek odhadu parametrů a vede rovněž k chybným závěrům s ohledem na vliv vysvětlujících proměnných.
- Nízký výběrový průměr a malá velikost vzorku dat způsobují například nadměrná množství nulových pozorování (intervalů bez nehod), což může způsobit chyby v odhadu parametrů.
- Neúplný vzorek dat (underreporting). Nevzetí v úvahu předpokladu nenahlášených nehod může narušit kvalitu předpovědního modelu a vést k chybným závěrům s ohledem na vliv vysvětlujících proměnných.
- Poměr mezi hodnotou reziduální deviance modelu a počtem odpovídajících stupňů volnosti – koeficient disperze >1 (overdispersion) může porušovat některé základní předpoklady některých modelů, podobně koeficient disperze <1 (underdispersion) může rovněž porušovat některé základní předpoklady modelování dat.
- Časová a prostorová korelace proměnných způsobuje snížení kvality odhadu.
- Korelace závažnosti poranění a typu nehod způsobuje snížení kvality odhadu, pokud jsou odhadovány závažnosti samostatně a nikoliv v rámci jednoho modelu.
- Efekt regrese ke střední hodnotě nebo zaujatost výběru.

Aspekt náhodné variace je spojen s vnitřní náhodností událostí a s jejich relativní výjimečností v tom smyslu, že nehody s podobnými charakteristikami pozorované v té samé době jsou spíše neobvyklé. Jinými slovy, sledované hodnoty v daném místě se liší rok od roku, i když vnitřní a vnější faktory jsou totožné.

S odkazem na aspekt vnějších faktorů změny, některé externí faktory, které ovlivňují úroveň bezpečnosti, se mohou lišit v čase a jejich variace zase mohou mít vliv na silniční bezpečnost, jako například objem provozu, rozvoj v sledované oblasti, úprava legislativních norem a normy bezpečnosti vozidel.

Pokud je účinnost některých politik hodnocena pomocí srovnání mezi účinky naměřených před a po intervenci, je nutné vliv vnějších faktorů oddělit tak, aby došlo výlučně k hodnocení účinnosti přijatých politik.

Regrese na střední hodnotu nebo zaujatost výběru je stále spojena s náhodností události. Zejména sledovaná měření pro předcházení nehodám v dané lokalitě před realizací opatření a v daném referenčním časové období, se mohou výrazně lišit ve srovnání s průměrnými hodnotami naměřených na všech místech s podobnými vlastnostmi.

Tato skutečnost by mohla být více spojena s náhodností události nehody spíše, než že se bezpečnostní podmínky skutečně výrazně liší místo od místa. Pokud je rozdělení pravděpodobnosti nehod konstantní v čase, pak sledovaná měření ve vyšetřovaném místě pro následující období budou mít tendenci průměrných hodnot nezávisle na přijatých opatřeních ke zvýšení úrovně bezpečnosti nebo změně vnějších faktorů.

Obecně platí, že výběr místa pro realizaci opatření, která mohou zvýšit úroveň bezpečnosti, je založen na nedávných statistikách, tj. vybrané místo je oblast, kde k nehodám docházelo v posledních letech, tedy je zřejmá zaujatost výběru.

Rovněž i regresní modely mohou být použity k vyhodnocení vlivů opatření, zvláště pro předpověď nehodovosti „po“ opatření. Tu lze jednoduše získat pomocí vhodných hodnot nezávislých proměnných. Nicméně, regresní modely příliš neumožňují snížení efektu regrese k průměru, parametry použité k odhadu modelu jsou rovněž ovlivněny zaujatostí výběru.

Výsledek regresního modelu je velmi závislý na volbě modelové funkce. Např. pomocí exponenciální regrese, je model omezen popisem monotónní funkce, tj. funkce, může být buď rostoucí, nebo klesající, ne však obojí. Použití a výběr modelů je nutno podpořit vizuálním studiem dat a rovněž analýzou reziduí.

Prognostické modely mohou být rozděleny následovně:

- Pravděpodobnostní modely
- Modely časových řad
- Bayesovské modely

3.3.1 LINEÁRNÍ REGRESNÍ MODEL

Rovnice regrese metodou nejmenších čtverců OLS (ordinary least squares regression) má následující podobu:

$$Y = \alpha + \beta_1 u_1 + \beta_2 u_2 + \dots + \beta_k u_k \quad [10]$$

kde Y je předpokládaná hodnota (buď pozitivní nebo negativní spojité hodnoty) závislé proměnné, α je intercept, u_k představují různé nezávislé proměnné (kterých je K), a β_k jsou regresní koeficienty přiřazené ke každé z nezávislých proměnných.

Lineární regresní modely jsou většinou aditivní modely (z nichž můžeme odhadnout přírůstky absolutního rizika), spíše než multiplikativní modely (z nichž lze odhadnout přírůstek relativního rizika). Parametry mohou být zahrnuty pro odhad nelineárních a interaktivních (neaditivních) vztahů, ale model je stále lineární a aditivní v souvislosti s fitovaným vektorem parametrů.

Použití vícenásobné regrese zahrnuje následující předpoklad:

1. **Nezávislost** - pozorování Y jsou statisticky na sobě vzájemně nezávislé.
2. **Linearita** - hodnota Y je lineární funkcí $u_1, u_2, \dots, u_k$.
3. **Homoskedasticita** - rozptyl Y je stejný pro všechny kombinace $u_1, u_2, \dots, u_k$.
4. **Normalita** - chyby předpovědi pro všechna Y mají normální rozdělení.
5. **Spolehlivost měření** - náhodná veličina je bez chyby měření.
6. **Aditivita** - efekty podmínek odhadu parametrů mohou být kombinovány pro výsledný odhad Y .

Nedodržení výše uvedených předpokladů je potenciální hrozbou pro kvalitu odhadu parametrů.

Základním předpokladem, na němž lineární regresní analýza metodou nevážených nejmenších čtverců spočívá, je předpoklad, že všechny náhodné chyby mají stejný rozptyl na různých úrovních vysvětlujících proměnných. Předpoklad homogenity zbytkových chyb

je trvale porušován za použití dat z dopravní nehodovosti z důvodu přímo úměrného vztahu mezi prostředky a rozptyly polí, čímž je zavedena heteroskedasticita do distribuce reziduí.

Metoda analýzy vážených nejmenších čtverců je modifikací standardního postupu regresní analýzy a je používána pro regresní model, který je schopen zpracovat data, pro která neplatí předpoklady homogenity a / nebo nezávislosti rozptylu. Standardní součet reziduálních nejmenších čtverců je:

$$\sum (Y_i - \alpha - \beta_1 u_1 - \beta_2 u_2 - \dots - \beta_k u_k)^2 \quad [11]$$

Vážený součet reziduální nejmenších čtverců je definován jako:

$$\sum w_i (Y_i - \alpha - \beta_1 u_1 - \beta_2 u_2 - \dots - \beta_k u_k)^2 \quad [12]$$

kde w_i jsou nezáporné váhy přidělené jednotlivým pozorováním. Pozorování s malými váhami přispívají méně do součtu čtverců, a tak poskytují menší vliv na odhad parametrů a naopak tomu je pro pozorování s větší vahou. Proto je logické, přiřadit malé váhy pozorováním, jejichž velká chyba odhadu zvýší nespolehlivost modelu a podobně přiřadit větší váhy pozorováním s menší chybou predikce. Ukázalo se, že nejlepší lineární odhady byly získány v případě, že váhy jsou nepřímo úměrné jednotlivým chybám. Pro analýzu nehodovosti se předpokládá, že střední hodnota a směrodatná odchylka vysvětlujících kritérií jsou vzájemně úměrné, ačkoli i tento předpoklad není dokonale splněn.

Jak již bylo uvedeno dříve, pokusy s regresními modely četnosti nehodovosti metodou nejmenších čtverců byly kritizovány v předchozím výzkumu. Lineární modely často předpokládají normální distribuci dat a umožňují predikci záporných hodnot. Výše uvedené obavy vedly k vývoji a prosazování Poissonova regresního modelu.

3.3.2 VÍCEÚROVŇOVÁ REGRESNÍ ANALÝZA

Víceúrovňové modelování (MLM) je druh regrese, které bylo vyvinuto v osmdesátých letech minulého století a je navrženo pro zpracování hierarchických a shlukových dat. Tato data implicitně obsahují účinky skupiny na příslušného jednotlivce, které ovšem nemohou být zjištěny tradičními statistickými technikami. Pokud je přítomen efekt shluku, pozorování v něm si jsou často více podobná, než by bylo předpovíáno na základě pozorování výběru báze a tudíž předpoklad nezávislosti pozorování je tak porušen. MLM využívá proměnné na několika úrovních agregace. Základní úroveň závislých proměnných při regresi odpovídá základní úrovni nezávislých proměnných, což může být například odhad výskytu nehod z charakteristik prostředí, jako jsou vybavenost obce.

MLM odpovídá strukturálnímu modelování v tom, že se fitují regresní rovnice na data, přičemž pomocí pravděpodobnostního testu se vyhodnocují jednotlivé alternativy. MLM specifikuje očekávaný přímý vliv proměnných na sebe v rámci jedné úrovně, a dále interakce a účinky mezi proměnnými, které se nachází v různých úrovních. Zprostředkovatelské mechanismy MLM umožňují proměnné na jedné úrovni ovlivňovat proměnné na jiných úrovních (např. lepší silniční infrastruktura, může ovlivnit chování řidičů a tím předcházet nehodám v místech). MLM testuje víceúrovňové teorie statisticky tak, že současně modeluje proměnné na různých úrovních, aniž by musel využívat agregaci nebo naopak rozklad.

V našem případě dopravní nehodovosti je globální problém model vztahu mezi místem nehody a kontextem, ve kterém se nachází. Máme tedy za cíl zjistit výši příspěvku kontext a jeho vliv na celkovou změnu "chování jednotlivce" a určit, které makro vlastnosti jsou zodpovědné za efekt kontextu. To znamená, koncepčně zavést víceúrovňový přístup, ve kterém jsou seskupeny dopravní nehody z různých prostorových úrovní.

Víceúrovňový model je model jedné závislé proměnné (Y), měřené na základní úrovni (Např. jednotlivé nehody). Stejně jako v regresní metodě nejmenších čtverců (OLS), může být jedna nebo více nezávislých proměnných rovněž základní úrovně. Kromě tohoto, model zahrnuje alespoň jednu širší úroveň agregace, s jednou vysvětlující proměnnou (například okolní prostředí nebo sociálně-ekonomická charakteristika). V OLS modelu základní úrovně, jsou data analyzována pro všechny skupiny dohromady. V MLM je regrese provedena samostatně pro každou skupinu. To produkuje různé regresní koeficienty a intercepty (např. pro každou zónu nebo obec) a také vysvětluje, proč jsou MLM tzv. "modely náhodných koeficientů". Takové modely obvykle používají metodu maximální věrohodnosti pro odhad parametrů.

Příkladem je model nehodovosti ve dvou úrovních pozorování, například hektometrické lokalizaci (úroveň 1) a lokalizaci v obci (úroveň 2). Y_{ij} je závislá proměnná. Obecný tvar lineárního modelu obsahuje vysvětlující proměnné na první úrovni v souvislosti s hektometry (u_i), a kontextové proměnné na druhé úrovni, vztahující se k obci označené Z_j .

$$Y_{ij} = \alpha + \beta_i u_i + \Gamma_j Z_j (\alpha_j + \mu_{ij} u_{ij} + \varepsilon_{ij}) \quad [13]$$

kde $\alpha + \beta_i u_i + \Gamma_j Z_j$ je pevná část modelu a $(\alpha_j + \mu_{ij} u_{ij} + \varepsilon_{ij})$ je náhodná část. α je intercept, β_i je koeficient úhlu regrese, vysvětlující proměnné na první úrovni (u_i), Γ_j je koeficient druhé úrovně, vysvětlující proměnné Z_j . Chyby modelu (rezidua) jsou spjaté s α a β_i na kontextuální úrovni (α_j a μ_{ij}), a představují odchylku obce j z průměrného koeficientu. U těchto kontextových zbytků se předpokládá normální rozdělení s nulovým průměrem a rozptyly σ_α^2 a $\sigma_{\mu_i}^2$ a kovariancí $\sigma_{\alpha\mu_i}$. Rezidua první úrovně (ε_{ij}) mají nulový průměr a stejné σ_ε^2 odchylky. Tato formulace umožňuje každé obci j přiřadit své ustálené (α) a úhlový koeficient (β_i). Tato různorodost regresních koeficientů mezi obcemi může být později testována a vysvětlena na obou úrovních proměnných. Jinými slovy, výstupy z víceúrovňového modelu jsou:

1. pevná část obsahující regresní koeficienty a odpovídající p-hodnotám pro význam úrovně, na úrovni 1, 2, a pro meziúrovňovou interakci
2. náhodná část obsahující regresní koeficienty a p-hodnoty pro odhad rozptylu proměnných úrovně 1 a interceptu
3. standardizované (beta) koeficienty, které stejně jako v regresi OLS umožňují porovnávat relativní význam nezávislých proměnných a interakcí mezi nimi

Úrovně analýzy jsou často organizovány hierarchicky. Položky na jedné úrovni vzájemně působí a vytvářejí vyšší homogenity. Tato hierarchická struktura vede ke korelaci pozorování, která porušuje hypotézu nezávislosti zbytků (klasické regrese) a vede k podcenění standardních odchylek regresní koeficientů. MLM modely tento vztah berou v úvahu při

odhadu směrodatné odchylky a regresních koeficientů, včetně podmínek chyb na kontextuální úrovni. S ohledem na studie prostorové závislosti toto znamená, že pozorování přiřazují méně informací, než kdyby byla náhodně rozdělena, jak předpokládá OLS metoda.

Další výhody MLM jsou, že regresní koeficienty jsou specifické pro každou úroveň analýzy díky kontextovým reziduům. Dále je možné testovat, zda v rozptylu kontextu jde o chyby významně odlišné od 0 (pravděpodobnost testů). Koeficient determinace (R^2) může být počítán pro každou úroveň analýzy porovnáním reziduálních rozptylů s rozptyly "prázdného modelu" (bez vysvětlujících proměnných) pro každou úroveň. Rovněž je možné přiřadit zbytkový rozptyl klasické regrese na různých úrovních analýzy.

Předpoklady pro aplikace MLMs jsou obecně méně omezující než další tradiční regresní techniky. Hlavní potíží MLM modelů je definice hierarchických úrovní pozorování a s nimi souvisejících proměnných.

3.3.3 MODELÝ KATEGORIÁLNÍCH DAT

Modely použité pro odhad pravděpodobnosti nehod z charakteristik jednotlivých řidičů obvykle zahrnují kategoriální data, kde závislou proměnnou je binární veličina (0 bez nehod a 1 pro jednu nebo více nehod).

Standardní lineární pravděpodobnostní regresní model byl definován rovnicí [10]. Pokud je závislá proměnná Y dichotomická, lze si definovat $Y_i = 1$, pokud i -tý jednotlivec měl např. jednu nebo více nehod, jinak $Y_i = 0$. Očekávaná hodnota Y může být rovněž interpretována jako pravděpodobnost, že Y bude rovno 1 nebo více.

Výsledky z lineárního pravděpodobnostního modelu naznačují, že významné proměnné prediktoru vysvětlují částečné rozdíly v pravděpodobnosti nehody mezi řidiči. Odhady parametrů z lineárního pravděpodobnostního modelu jsou poměrně podobné lineárnímu regresnímu modelu odhadem metodou nejmenších čtverců. Rozdíly mezi nimi lze připsat ke ztrátě informací vyplývajících z používání binárních hodnot spíše než kontinuálních kritérií.

Lineární regresní model má několik možných omezení, pokud závislé proměnné jsou binární. Existuje vážný problém heteroskedasticity, což znamená, že odhady chyb predikcí nejsou normálně distribuovány. Kromě toho, by pro některé hodnoty predikcí proměnných mohla být předpokládána hodnota mimo rozsah od nuly do jedné. To je zvláště znepokojující v případě, že očekávaná hodnota je interpretována jako pravděpodobnost. Pro tuto aplikaci je vhodnější nelineární model, jako je logistická regrese. Pro modely logistické regrese jsou rovnice použité k popisu výsledku složitější než u OLS vícenásobných regresních modelů.

Závisle proměnná Y_i je pravděpodobnost, s jednou nebo více hodnotami, založená na nelineární funkci nejlepší lineární kombinace prediktorů. Pro dva možné výsledky je to:

$$Y_i^* = \frac{e^Y}{1+e^Y} \quad [14]$$

kde Y_i^* je odhadovaná pravděpodobnost v i -tém případě ($i = 1, 2, \dots, n$) v jedné z kategorií a Y je lineární regresní rovnice definována rovnicí [10].

Tato rovnice lineární regrese vytváří logit, neboli logaritmus poměru šancí:

$$\ln \left(\frac{Y^*}{1-Y^*} \right) = \alpha + \sum \beta_k u_k \quad [15]$$

což je rovnice lineární regrese s přirozeným logaritmem pravděpodobnosti s jedním výsledkem (bez nehody) děleno pravděpodobností jiného výsledku (s nehodou). Postup pro odhad koeficientů je maximální věrohodností s cílem najít nejlepší lineární kombinace prediktorů k maximalizaci pravděpodobnosti získání četnosti výsledků pozorování.

3.3.4 MODELÝ ANALÝZY FREKVENCE DOPRAVNÍCH NEHOD

Vzhledem k potřebnému výstupu modelu, závislé proměnné jako nezáporné celé číslo, nejsou k této úloze vhodné modely lineární regrese. V literatuře je uveden jako základní přístup Poissonův regresní model. V tomto modelu [16], je pravděpodobnost, že nastane počet nehod $n(u_s)$ v části úseku (křižovatce) u_s za definovaný časový úsek, definována jako:

$$P(n(u_s)) = \frac{e^{-\lambda_{u_s}} \lambda_{u_s}^{n(u_s)}}{n(u_s)!} \quad [16]$$

Parametr λ_{u_s} je Poissonův parametr pro úsek u_s , který odpovídá předpokládanému počtu nehod za jeden rok, tedy střední hodnotě $E(n(u_s))$. Odhad tohoto parametru, jakožto funkce vysvětlujících proměnných [17], je základem modelování. Její často užívaná forma je:

$$\lambda_{u_s} = e^{\beta L(u_s)} \text{ nebo } \log(\lambda_{u_s}) = \beta L(u_s) \quad [17]$$

kde je $L(u_s)$ vektor vysvětlujících proměnných, který popisuje nehody a β je vektor parametrů, který je odhadován.

V rámci aplikace tohoto modelu a výzkumu jeho úspěšnosti byla zjištěna řada jeho vlastností, které snižují kvalitu odhadu. Jedná se především o problém charakteristiky vstupních dat, která neodpovídají Poissonovu rozdělení (nevyhovující koeficient disperze), rovněž tak nízký výběrový průměr při malém vzorku dat. Poissonova distribuce trpí potenciálně důležitými omezeními, a sice že průměr a rozptyl závislých proměnných si mají být rovny. V případě rozptylu (overdispersion) je rozptyl větší než průměr nebo rozptylu (underdispersion), je rozptyl menší než průměr, je porušeno toto omezení, jež vede ke zkresleným odhadům a významu regresních koeficientů.

K ošetření těchto problémů byla navržena řada úprav.

Jednou z nich byl návrh Negativního binomického regresního modelu, jakožto rozšíření Poissonova modelu. Tento model předpokládá, že Poissonův parametr odpovídá gamma rozdělení. Upravený model tak umožňuje upravovat vztah mezi střední hodnotou a rozptylem, přičemž rovnice pro upravený Poissonův parametr je následující.

$$\lambda_{u_s} = e^{(\beta L(u_s) + \varepsilon_{u_s})}, \quad \sigma^2 = \overline{n(u_s)} + \alpha \overline{n(u_s)}^2 \quad [18]$$

Parametr $e^{(\varepsilon_{u_s})}$ reprezentuje chybu s gamma rozdělením, se střední hodnotou 1 a rozptylem α a řídí rozdíl mezi rozptylem a střední hodnotou počtu nehod. Tento model je pro

odhad frekvence nehod v současné literatuře pravděpodobně nejužívanější. I tak opět vykazuje obtíže při aplikování, v případě charakteristik dat jako je underdispersion, malý výběrový průměr a malý vzorek dat.

Další možnou úpravou je uvažování nahrazení Poissonova parametru lognormal distribucí oproti gamma distribuci. Tato úprava přináší více flexibility, přesto má nadále své limity, odhad parametrů je mnohem komplexnější a zůstává problém s malým výběrovým průměrem vzorku dat.

Pro data s příliš velkou četností nulových pozorování bylo navrženo Poissonovo rozdělení s nadhodnocenou nulou. Tato pozorování jsou zpracována rozdělením režimu modelu do části bez nehod a části s nehodami. Ačkoliv je tato úprava obecně v analýzách tohoto typu dat často aplikována, v úlohách nehodovosti, například dálniční bezpečnosti, se zdá se neosvědčuje.

V literatuře (51) jsou prezentovány další modely, které více či méně odstraňují zmíněné obtíže, jako např. Conway-Maxwell-Poisson model, Gamma model, Zobecněný lineární model, Zobecněný aditivní model, které umožňují skládání komponent modelu z proměnných, které mají rozdílné distribuční funkce.

Model náhodných efektů přináší možnost zapojení komponenty pro sdílení časoprostorových charakteristik mezi pozorováními, a tedy umožňuje modelu zaznamenat části společných efektů.

Logistická regrese je matematický model pro analýzu binárních dat s velkým rozsahem použitelnosti. Závěry modelů logistické regrese jsou založeny na generování permutací distribuovaných statistikou pro regresní parametry.

Modely vícenásobné lineární regrese umožňují modelovat počty nehod pro různé typy událostí oproti pouze celkovému počtu nehod. Pro tuto úlohu není možné využít několik nezávislých modelů, protože počty nehod pro různé typy incidentů nejsou nezávislé.

Hierarchické modely jsou používány pro analýzu dat, které vykazují přítomnost shluků v různých hierarchiích.

3.3.5 MODELÝ ČASOVÝCH ŘAD

Modely časových řad, jako např. ARIMA model, byly použity v různých analýzách pro kvantifikaci vlivu různých faktorů (jako je riziko počasí, časového období) a k ověření účinků, při zavedení bezpečnostních omezení, jako jsou bezpečnostní pásy a přilby. Tento druh modelů je užitečný pro krátkodobé a střednědobé prognózy a k porovnání účinků různých proměnných. Obecná formulace model auto-regresivního klouzavého průměru s externími proměnnými je:

$$y_t = \delta + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t \quad [19]$$

kde: y_t je závislá proměnná v čase t , δ je střední hodnota, B je operátor zpětného posunu $BX_t = X_{t-1}$, $\phi(B)$ je autoregresivní operátor reprezentovaný polynomem zpětného posunu $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$, $\theta(B)$ je operátor klouzavého průměru reprezentovaný polynomem zpětného posunu $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$, a e_t je náhodná chyba modelu.

3.3.6 BAYESOVSKÉ MODELY VZNIKU DOPRAVNÍCH NEHOD

Bayesovské modely mohou být používány k odhadu očekávaného počtu nehod v daném místě, podle znalosti nehodovosti v podobných lokalitách. Aplikace těchto modelů je často používána k identifikaci rizikových míst. Nejčastěji užívaná technika je založena na využití časových řad o nehodách rizikových silničních úseků, přičemž jsou vybrány lokality s vyšším počtem nehod.

Bayesovský přístup je široce používán v oblasti statistiky a vědy v posledních deseti letech. Jednou z hlavních výhod bayesovského přístupu je jeho schopnost předvídat rizika přesně i za přítomnosti řídkých dat nebo vzácných událostí. Schopnost začlenit předchozí znalostí bez omezení klasických distribučních předpokladů dělá z bayesovských přístupů silný nástroj pro předpovídání v širokém spektru oborů.

Relativní mapy rizik vyvinuté z konvenčních statistických modelů mají často velká a odlehklá relativní rizika v malých oblastech, a proto vykazují vysokou nejistotu odhadu. Také se nedaří zachytit podobnost relativních rizik v blízkých nebo přilehlých regionech, což vhodně přizpůsobený hierarchický Bayesovský přístup umožňuje zahrnutím prostorových předpokladů ze sousedních regionů na odstranění této vysoké míry nejistoty a tedy zlepšení.

3.3.7 UMĚLÉ A BAYESOVSKÉ NEURONOVÉ SÍTĚ, MODELY PODPŮRNÝCH VEKTORŮ

Umělé neuronové sítě a bayesovské sítě jsou matematické funkce definované vícevrstevnatými sítěmi. Tyto struktury obsahují řadu uzlů a vážených hran, které spojují uzly v hierarchické struktury, jako jsou vstupní vrstva, skrytá vrstva a výstupní vrstva. Oba přístupy mají podobný proces modelování, rozdílné jsou především ve způsobu tvorby prediktivního výstupu. Umělé neuronové sítě mají po procesu učení nastaveny fixní váhy, zatímco Baysovské neuronové sítě se přizpůsobují pravděpodobnostnímu rozdělení. Modely podpůrných vektorů jsou novější třídou modelů založených na statistické učící teorii. Jejich výstupy jsou kvalitativně srovnatelné ba i lepší než tradiční metody.

Tyto modely využívají tzv. metod učení s učitelem a používají se především v úlohách klasifikace, regrese a prognóze veličin. Ačkoliv mají často lepší výsledky v lineární i nelineární aproximaci dat oproti tradičním technikám, často nemohou být generalizovány pro jiné datové zdroje. Rovněž jsou pro svoji složitost často považovány za černé skříňky, u kterých nelze rozpoznat, jak a proč jsou jednotlivé vnitřní struktury nastaveny.

3.4 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY, PROSTOROVÉ ANALÝZY

Geografické informační systémy (GIS) se používají v různých úlohách již více než třicet let, v oblasti dopravy je však jejich využití poměrně nové, především díky rozvoji uživatelů GNSS systémů. Geografické informační systémy jsou klíčovou technologií při podpoře strategického plánování a provozní potřeb, rovněž tak pro samotný výzkum dopravních systémů a chování účastníků dopravy. Zkratka GIS-T je často užívána k odkazu na aplikace a přizpůsobení GIS pro výzkum, plánování a řízení v dopravě. GIS-T pokrývá široké spektrum disciplín, kde analýza událostí silničního provozu je jen jedno z mnoha témat.

Zpočátku byly GIS systémy používány jen pro obecné dotazy o nehodách, jako jsou úlohy znázorňující relativní výskyt nehod za špatného počasí, tam kde není instalované osvětlení nebo k rozpoznání vysokého absolutního nebo relativního výskytu nehod. Srůstem znalostí o těchto systémech dochází ke zvýšení poptávky a požadavků na kvalifikovanou odbornost analýz a prolomení hranic těchto jednoduchých otázek s cílem rozšíření spektra analýz pro hlubší pochopení problému dopravní nehodovosti.

Pochopením širokých souvislostí můžeme dosáhnout lepšího pochopení událostí provozu na pozemních komunikacích, především dopravních nehod, a nalézt tak způsob pro snížení jejich množství a především následků. Znalosti o tom, kde a kdy k nehodám dochází, mohou vést k efektivnější práci policie, správců dopravní infrastruktury, politiků či chování samotných účastníků provozu. Základním kamenem kvalitní analýzy je zabezpečení kvalitních a přesných údajů, jinak je tomu v rámci GIS analýz. Kvalita a přesnost dat jsou považována za klíčová pro samotný management dopravy, a to jak na úrovni operačního řízení, tak i taktického a strategického posuzování. GIS je ve všech úlohách používán jako nástroj pro získávání poznatků a prostorových souvislostí pro rozhodování. Role GIS jako prostorového nástroje pro podporu rozhodování je všeobecně uznávána, ale jeho potenciál ještě není plně využit, především co se týče role snížení počtu nehodovosti a práce dopravní policie.

GIS umožňují především analyzovat bodové, liniové a plošné objekty. V případě analýzy nehody, GIS může lokalizovat nehodu jako bodových objekt (místo vozidla), stejně jako liniový objekt (nebezpečný úsek - všechny nehody na mapě se vyskytují v daném úseku). Analytické nástroje, které jsou k dispozici v GIS softwaru, například jako výběr okolí (buffer), metoda nejbližšího souseda (nearest neighbor method), odhad jednoduché a jádrové hustoty (simple density and kernel density estimation), metoda detekce nehodových klastrů (cluster detection) umožňují zjištění prostorového rozložení nehod na úrovních silniční sítě.

Je ovšem důležité zmínit, že mnoho geografických analýz vychází z potřeb přírodních věd, přičemž data silniční nehodovosti nelze pod tento druh zahrnout.

Zatímco GIS postupy mohou, ale i nemusí být podobně kvalitní jako Bayesova metoda, jejich využití zcela jistě přináší novou kvalitu do zpracování dat. Pokud jsou připojeny i další datové vrstvy, GIS napomáhá k asociacím míst s vysokou nehodovostí s dalšími horizontálními faktory, zejména faktory, které jsou přirozeně prostorové. Je možné pozorovat zvyšující se zájem o nalezení prostorových faktorů, které ovlivňují dopravní nehody, zejména ty se smrtelným zraněním nebo zabitím. Hlavním důvodem pro tento rostoucí zájem je skutečnost, že prostorové faktory, jako je využívání půdy, hustoty obyvatelstva, rozložení obyvatelstva, socio-ekonomické faktory, jakož i faktory životního prostředí mají silný vliv na nehody navíc k běžně známým jako je geometrický design vozovek.

Analýza hustoty a metoda analýz nejbližšího souseda jsou běžně používané v detekcích bodových shluků. Počítají se všemi body vstupního souboru a posuzují každou nehodu, jako kdyby měla stejnou váhu. Jinými slovy, tyto dvě metody analýzy berou v potaz pouze umístění, ale nikoliv jejich další atributy, jako jsou následky. Při využití prostorových statistických nástrojů je mnohem účinnější, pokud jsou při modelování brány v úvahu i atributy každé z nehod. V důsledku toho, jsou některé nehody považovány v modelu za

závažnější, protože se uvažuje nejen místo havárie, ale i charakteristiky události, která se stala v tomto konkrétním místě. Konkrétně, prostorová autokorelační analýza hodnotí rozsah, v němž hodnota proměnné P , v daném místě (x, y) , je závislá na hodnotách v sousedících lokalitách.

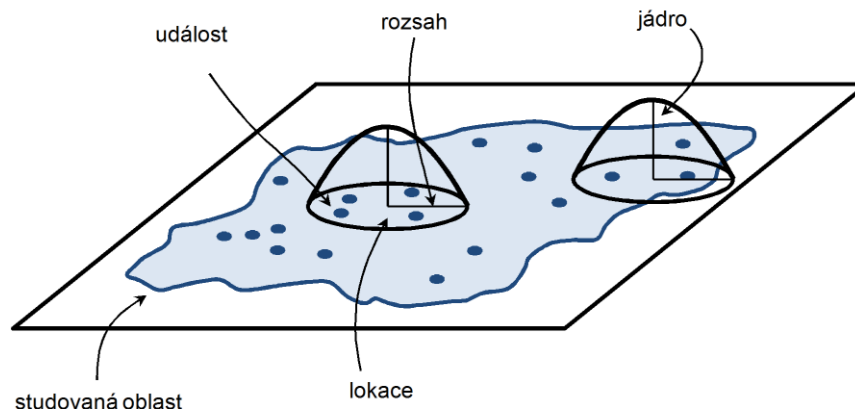
3.4.1 JÁDROVÝ ODHAD HUSTOTY

Odhad jádrové hustoty zahrnuje proces umístění symetrické plochy nad každým bodem s vyhodnocením vzdálenosti tohoto bodu od referenční polohy v závislosti na matematické funkci a následné sečtení hodnot pro všechny plochy k dané referenční poloze. Tento postup se opakuje pro následné referenční polohy. Tento postup umožňuje umístit jádro nad každým pozorováním a sčítání těchto jednotlivých jader nám dává odhad hustoty pro distribuci poloh nehod.

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right) \quad [20]$$

kde $f(x, y)$ je odhad hustoty v místě (x, y) , n je počet pozorování, h je šířka pásma nebo jádrová velikost, K je funkce jádra, a d_i je vzdálenost mezi místem (x, y) a umístění i -tého pozorování. Účinek umístění těchto jader přes body je vytvoření hladkého a plynulého povrchu. Tato metoda je známá jako KDE (Kernel density estimation), protože kolem každého bodu, kde je sledována hustota, jsou vytvořeny kruhové plochy (jádra) definované šířky pásma. Hodnota sledovaného ukazatel se do tohoto bodu šíří z okolí uvnitř kruhových ploch podle vhodné matematické funkce. Součet všech těchto hodnot na všech místech, včetně těch, na kterých nebyly zaznamenány žádné případy výskytu, dává povrch hustoty odhadů.

Hustota může být spočtena dvěma přístupy, jednoduchým a jádrovým. Jednoduchý přístup rozděluje celou oblast na předem stanovený počet buněk a kreslí kruhové okolí kolem každé buňky pro výpočet jednotlivých hodnot hustot v buňkách, což je poměr počtu výskytů jevu, které se nacházejí v hledaném prostoru na velikost plochy buňky. Stanovený poloměr kruhového okolí ovlivňuje výslednou mapu hustoty. Pokud je poloměr větší, existuje zvýšená možnost, že kruhové okolí bude zahrnovat více výskytů, což má za následek hladší povrch výsledné mapy hustoty. Jádrový přístup dělí rovněž celou oblast do předem stanoveného počtu buněk a matematická funkce jádra definuje intenzitu příslušnosti jevu kolem každé buňky, tedy matematická rovnice stanovuje přechod od 1 (pozice výskytu) k 0 (hranice okolí).



Obrázek 21 Funkce jádrového odhadu hustoty

3.4.2 GEARYHO POMĚR A MORANŮV I INDEX

Základní koncept prostorové autokorelace se vztahuje k vzájemné závislosti specifických atributů v prostoru. Je zřejmé, že toto je hlavní myšlenkou vyšetřování vysoké koncentrace nebezpečných lokalit, tj. identifikovat místa s neobvykle vysokým počtem specifického typu nehod. Posouzení prostorové korelace zahrnuje analýzu, do jaké míry hodnota proměnné pro každé definované místo kovariuje s hodnotami, které jsou v blízkosti této lokality. Když je úroveň kovariance vyšší, než se očekávalo, přilehlé lokality mají podobné hodnoty a autokorelace je pozitivní. Když je úroveň pozorované kovariance negativní, vysoké hodnoty proměnné sousedí s nízkými hodnotami a autokorelace je negativní. Nedostatek významné pozitivní nebo negativní kovariance ukazuje na absenci prostorové autokorelace.

Pro kvantifikování prostorové korelace slouží dva používané indexy, Gearyho poměr a Moranův I index. Ty jsou známy jako globální metody posouzení prostorové autokorelace, které porovnávají a testují, zda distribuce bodového jevu jsou seskupeny nebo jsou rozptýleny v prostoru s ohledem na jejich hodnoty atributů. V této souvislosti je důležité zmínit, že obě metody měří autokorelace pro intervaly nebo poměrová data. Většina analytiků preferuje Moranův přístup. Jeho distribuční charakteristiky jsou žádoucí a tento index má větší celkovou stabilitu a flexibilitu. Moranův I index je definován jako

$$I = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_i \sum_j w_{ij}} \quad [21]$$

kde w_{ij} jsou váhy představující blízkost vztahů mezi místem i a sousední polohou j , x_i je hodnota z intervalu nebo poměr proměnné x v místě i , $\bar{x}$ je průměr ze všech x_i , n je celkový počet míst i a j a míra rozptylu vzorku $s^2 = \sum_i (x_i - \bar{x})^2 / n$.

V případě detekce bodových shluků, váhy w jsou používány jako inverzní vzdálenosti mezi dvěma body i a j . To je odvozeno od prvního zákona geografie, který definuje větší váhy pro body, které jsou blízko a menší váhy pro body, které jsou vzdálenější od sebe. Proto je w obecně definována jako $1/d_{ij}^\delta$, kde δ mohou být vhodné hodnoty, jako 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 nebo jakékoli jiné číslo, které vychází ze specifických vlastností nebo empirických důkazů spojených s jevy, o které se jedná. Řada empirických studií prostorové autokorelace ukázaly, že δ hodnota ve výši 2,0 pro exponent vzdálenosti indikuje silnější

snížení významu vzdálených bodů, takže prostorové asociace jsou silnější s nejbližšími sousedy.

Pokud jde o volbu mezi Gearyho poměrem a Moranovým indexem, hlavní rozdíl je, že v případě Gearyho poměru čítec tvoří čtverec rozdílu hodnot atributů bodu i a bodu j $(x_i - x_j)^2$ oproti $(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})$ v případě Moranova indexu.

Oproti globálnímu způsobu posuzování prostorové autokorelace jsou dále používány místní indikátory prostorové asociace (LISA), jako je např. lokální verze Moranova indexu. Ta se používá k označení úrovně prostorové autokorelace na místní úrovni, tj. hodnota indexu je vypočtena pro každou prostorovou jednotku i . Místní Moranova statistika za jednotku i je definována jako

$$I_i = (x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad [22]$$

Podobně jako globální Moranův index, vysoká hodnota místních indexů označuje seskupení s podobnými hodnotami a nízká hodnota znamená seskupení odlišné hodnoty proměnné.

Shluková analýza implementovaná v GIS poskytuje odhad místních Moranových hodnot a související Z skóre pro všechny lokality ve studované oblasti. Ze skóre představuje statistickou významnost hodnoty indexu, tj. zda zdánlivá podobnost (nebo odlišnost) v hodnotách mezi prvkem a jeho sousedy je větší nebo je jen náhoda. Vysoce pozitivní Z skóre pro prvky naznačuje, že okolní prvky mají podobné hodnoty a napomáhá tak při hledání míst koncentrace s konkrétními typy nehod. Nízké Z negativní skóre pro prvek označuje, že prvek je obklopen odlišnými sousedy. Spočtením Z skóre je možné zjistit statisticky významné prostorové lokality s vysokou koncentrací nehod.

3.4.3 ANALÝZA ZA POMOCI K-FUNKCE

K funkce, neboli redukovaná míra druhého momentu, poskytuje efektivní přehled prostorové závislosti událostí pro široký rozsah měřítek. Je těsně korelovaná s variabilitou intenzity 2. řádu, která nemůže být z pozorovaných událostí přímo odvozena. K funkce odpovídá standardizovanému průměrnému počtu událostí do vzdálenosti h od libovolné události.

$$K(h) = \frac{R}{n^2} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1, i \neq j}^n I_h(d_{ij}) \quad [23]$$

K je hodnota K funkce ve vzdálenosti h , n je počet událostí do vzdálenosti h od libovolné události, I je intenzita neboli střední počtu událostí v plošné jednotce, která by měl být konstantní v celé ploše R .

V článku (39) jsou porovnávány výsledky analýzy za pomoci síťové a rovinné K-funkce na datech dopravních nehod v městě Buffalo, pro ilustraci rizik falešně pozitivních zjištění v souvislosti s použitím statistiky určené pro rovinný prostor k analýze síťových jevů. Výsledky prokázaly výhody používání metod specificky určených pro síťový prostor a potvrdily problematické užití rovinné K-funkce, neboť vede k výraznému nadhodnocení seskupených vzorů oproti realitě. Důvodem je, že rovinná K-funkce se snaží shlukovat ve srovnání s náhodnými vzory přes celý rovinný prostor studovaného území, zatímco

potenciální umístění nehod již seskupených je pouze na části rovinné prostoru, tj. na dopravní síti.

Pokud se provede porovnání síťové K-funkce a rovinné K-funkce se síťovým omezením, které takto bere v úvahu data související se sítí, má přesto rovinná K-funkce tendenci nadhodnocovat shluky, protože její výpočet vzdálenosti není vhodný pro měření vzdálenosti mezi dopravními nehodami. Z těchto tří metod lze tak síťovou K-funkci považovat za nejspolehlivější metodu pro analýzu údajů o nehodách. Výpočetní náročnost síťové K-funkce ve vztahu k planární K-funkce je samozřejmě mnohem větší, ale s pomocí geografických informačních systémů toto není překážkou.

K-funkce reprezentuje všeobecný test náhodnosti, který neurčuje, kde jsou umístěny shluky, ale pouze sleduje vzory, kde se nachází podstatně více shluků než při náhodném rozmístění. S ohledem na provedené analýzy lze předpokládat vyšší úspěšnost funkcí beroucí v potaz síťový charakter dat nehodovosti oproti standardním funkcím prostorové analýzy bodových procesů.

3.5 SHRUTÍ A DISKUSE

Řada základních souhrnů a indexů navržených k porovnávání a hodnocení silniční nehodovosti má své nezastupitelné místo v přípravě a posouzení prováděných opatření. Jejich vznik byl veden historií potřeb a možnostmi získávání adekvátních dat.

Databázové zpracování sledovaných nehodových událostí a rovněž nové techniky lokalizace, výrazně rozšířily možnosti náhledů na data. Tradiční tabelární techniky jsou postupně doplňovány o mapová zpracování a další způsoby analýzy v časové i prostorové složce. Obecně jsou úlohy analýz dat směřovány do oblastí ohodnocení a posouzení dopravní nehodovosti, modelování vztahů příčin a následků a prognostického vyjádření budoucích následků vzhledem k současnému stavu a realizaci opatření.

V silničním bezpečnostním výzkumu je všeobecně přijata Bayesovská technika, která předčí další zjednodušené metody identifikace nehodových lokalit, zejména pokud je využívána s metodikou ohodnocení. Metod a matematických postupů je v analýze silniční nehodovosti k dispozici celá řada, přes tento vývoj je stále vidět, že mnoho měst a oddělení dopravy používá zjednodušené postupy k ohodnocení silničních úseků a křižovatek. Možné vysvětlení toho stavu by mohlo být ve složitosti těchto matematických technik, které vyžadují speciální odbornou přípravu a dovednosti při statistické analýze a které tak brání užívání těchto metodik v praxi. Navíc bohužel, tyto přístupy obecně nejsou přístupné v kombinaci s vizuálními nástroji nebo mapovacím software, který by mohl napomoci při zobrazení a pochopení výsledků těchto technik. Podobně je to s implementací nástrojů GIS, které se jen pozvolna dostávají do popředí zájmu, ačkoliv by mohly velmi napomoci ve všech otázkách strategického, taktického i operativního řízení.

Pro úplné a hluboké pochopení problému dopravní nehodovosti a využití znalostí v souvislosti s celým procesem bezpečnostního výzkumu (sběru dat, analýze, opatření, ověření úspěšnosti) nelze oblast analýzy z tohoto procesu vyjmout stranou a brát ji jako všespásnou a nejdůležitější. Znalost problematiky každého z těchto kroků procesu napomáhá při vlastní analýze k vyvarování se falešných zjištění a nalezení slepých cest a uliček. Vzhledem k rozsahu problematiky, to bude vyžadovat mnohonásobně větší kapacitu a koncentrovanost lidských zdrojů, než je tomuto problému přisuzováno dnes.

4.

ANALÝZA DAT

Práce, samá práce

4.1 NÁVRH INDEXU ZÁVAŽNOSTI NEHODY

Jak již bylo uvedeno v druhé kapitole, jedním ze základních kroků analýzy statistických dat nehodovosti je návrh a výpočet ohodnocení závažnosti každé z nehod. Prezentované návrhy a metody uvažují výpočet ohodnocení indexem anebo přepočtení na finanční hodnotu. Absolutní vyčíslení finančních dopadů dle mého názoru dobře reprezentuje závažnost nehod, ale v dalším zpracování má jistá omezení. Tento přístup předně vyžaduje skutečné ohodnocení přínosu jednotlivých parametrů nehod k celkovému ohodnocení. To, jak je zřejmé z literatury, je velmi obtížné stanovit a je zajímavé sledovat, jak se tyto hodnoty velmi liší pro různé oblasti a státy. Domnívám se, že vzhledem k úloze porovnání nehodovosti, tedy stanovení, která lokalita či období je horší či lepší, není nutné přesně tyto hodnoty vyčíslit absolutně, ale postačuje k tomuto návrhu indexu, který nemá v reálném světě fyzický ekvivalent, jako je finanční ohodnocení.

Při návrhu indexu, skládajícího se z různých parametrů nehody, je možné se oprostit od stanovení přesných absolutních přepočtů, ale uvažovat pouze o stanovení poměru přínosu těchto parametrů k celkové hodnotě indexu. Tento přístup je jednodušší i v tom, že odhad poměru může vyjít ze samotné vstupní databáze, ve které jsou například následky pro usmrcené a těžce zraněné již v zjistitelném poměru.

Další výhodou při stanovení indexu a neuvažování ekvivalentu v reálném světě je možnost navržení výpočetních operací nad indexem, které v absolutních hodnotách reálného světa nedávají přímo smysl. Příkladem může být součet finančního ohodnocení závažnosti nehod. Zde je vše v pořádku, získáváme celkové náklady nehodovosti. Pokud ovšem provedeme operaci pronásobení finančního ohodnocení nehod mezi sebou, těžko lze této operaci přikládat fyzickou interpretaci a přechod z reálných hodnot do jakéhosi ohodnocení může být vnímán v tomto postupu jako nestandardní krok i když by výsledky mohly o nehodovosti cosi napovědět.

V literatuře je rovněž často citován vztah ohodnocení nehody a jeho komponent jako lineární, s definováním různých vah u jednotlivých komponent. Z tohoto úhlu pohledu se domnívám, že by tomu tak nemělo být, že například komponenta sledující počet usmrcených by měla mít mnohem větší sílu ovlivnit celkové ohodnocení na základě její změny,

oproti například vyčísleným přímým škodám. Tato úvaha vede k vytvoření indexu ohodnocení s různým přispěním jednotlivých komponent, nejen dle jejich vah, ale i ohodnocení důležitosti při jejím růstu. Rovněž je z tohoto pohledu možné uvažovat i o komponentách, které mají za každých okolností stejný vliv na celkové ohodnocení. Ty se výborně hodí při studování vlivu parametrů, které mají binární charakter, například pro nehody s účastí nějakého typu vozidla.

Častý problémem při analýze nehodovosti je nedostatek adekvátních dat. Ne ani proto, že by je nebylo možné změřit anebo zajistit, ale proto, že se v dané lokalitě a časovém období prostě tyto nehody neudály. Mikroskopickým přístupem s výběrem pouze dat adekvátních k danému problému, tedy například výběr pouze nehod s účastí motocyklu, je prostor analýzy výrazně zmenšen, z čehož pramení zvyšování nejistoty závěrů takových analýz.

Domnívám se, že v jakémsi prostoru s definovanou vzdáleností mezi událostmi dopravní nehodovosti, je událost nehody s účastí motocyklu a událost nehody bez účasti motocyklu mnohem blíže, než událost jakékoliv nehody a žádné nehody (nehoda nenastala). Z tohoto pohledu se mi jeví mnohem lepší postup, zahrnout do analýzy veškeré události, které jsou v dané lokalitě a období k dispozici a dále ty specifické k řešenému problému ohodnotit více, než všechny ostatní. Výsledek je pak, věřím, mnohem reprezentativnější vzhledem k celkové nehodovosti, oproti analýze provedené pouze na výběru jistého vzorku.

Další úvahou návrhu indexu je vlastnost, aby se při zpracování indexu daly zachovat některé specifické vlastnosti souboru. Typickou vlastností je například počet událostí, tedy nehod, v daném prostoru a čase. Při aplikaci výpočetních operací nad ohodnocením, například součtem finančního ohodnocení závažnosti nehod, se tento důležitý údaj ztrácí. Domnívám se, že z pohledu analýzy nehodovosti je pro společnost horší lokalita, kde došlo např. k jednomu tisíci lehkých dopravních nehod, oproti místu s pouze jednou, sice velmi vážnou, nehodou. Tato jedna nehoda je nejspíše výsledkem náhody, zatímco vznik mnoha nehod již deklaruje systémový problém. A opět podobně jako v předchozí úvaze, se domnívám, že v prostoru vzdáleností nehod je mnohem snadnější přeskóčit z prostoru nehod lehkých na velmi vážné, oproti posunu z prostoru nehod ještě neexistujících na nehody velmi vážné.

Důležitá je rovněž snadná implementace výpočtů takových postupů analýz do datovýchází a analytických nástrojů. Pokud si vystačíme např. pouze s integrovaným jazykem SQL v databázových prostředích, je možnost rozšíření takových postupů mnohem větší, než při nákupu specializovaných nástrojů.

Tyto předcházející úvahy vedly k návrhu ohodnocení nehody, tzv. indexem závažnosti nehod ASI, který zahrnuje jednotlivé komponenty s různou vahou, se zachycením jejich trendu a s vhodnou vlastností pro další zpracování.

$$ASI_n = K^{\left(\frac{A}{\left(\frac{u_j}{w_j}\right)} + \log_K \left(\frac{B}{\left(\frac{u_{j+1}}{w_{j+1}} + 1\right)} + \dots\right) + \frac{C}{\dots}\right)} \quad [24]$$

Oběcný návrh rovnice [24] indexu závažnosti nehody ASI , prezentovaný autorem na konferencích (52) a (53), obsahuje pro n -tou nehodu specifické proměnné u_j , u_{j+1} , jejich váhy w_j , w_{j+1} , a konstantu měřítka K . První komponenta A odpovídá za exponenciální růst ASI

indexu, v případě lineárního růstu specifického parametru. Druhá komponenta B odpovídá za lineární růst *ASI* indexu, v případě lineárního růstu specifického parametru. Z pohledu matematického vyjádření by část B mohla být bez logaritmu uvedena jako násobek pravé strany vzorce indexu, pro snadnost vyjádření přidání komponent jsem ji však uvedl s logaritmem v exponentu. V případě, kdy je specifický parametr pouze binární, odpovídají komponenty A i B za přidání konstantního ohodnocení závažnosti k *ASI* indexu. Třetí komponenta C je zde pouze pro zobrazení možného rozšíření navrženého indexu o libovolný počet specifických parametrů dle charakteristik A a B.

Komponenta A předpokládá využití pro specifické proměnné jako počet usmrcených osob, počet těžce zraněných osob a počet lehce zraněných osob, s jejichž nárůstem bude index stoupat exponenciálně. Komponenta B předpokládá využití pro specifické proměnné, jako jsou hmotná škoda, povolená rychlost v úseku apod., s jejichž nárůstem bude stoupat index lineárně. Binární specifická proměnná pro A či B, s hodnotami 1 pro přítomnost dané charakteristiky a 0 pro její nepřítomnost nebo naopak, je vhodná například pro charakterizování přítomnosti chodce, cyklisty nebo bezpečnostních dělících pásů při nehodě pro vyšetřování těchto specifických opatření a charakteristik.

Pro další využití ohodnocení jednotlivých nehod v agregačních funkcích (např. součet, průměr a násobek všech ohodnocení jednotlivých nehod) a zároveň zachování charakteristiky, jako je počet nehod, je důležité, aby hodnota indexu byla drobně rostoucí od hodnoty 1 výše. Pokud jsou specifické koeficienty nulové, například pro nehodu bez následků, zůstává *ASI* index roven jedné a tedy jeho zahrnutí do výpočtu, např. sčítání závažnosti nehod je zahrnuto právě jednou nehodou. Pokud index mírně roste, tento součet se i mírně zvedá, ale pro velké množství nehod zůstává nadále velmi blízký skutečnému počtu nehod.

Poměr hodnot specifických veličin a váhových koeficientů v tomto navrženém modelu ohodnocení by měl být vždy v rozsahu od nuly do jedné. Nastavení váhových koeficientů pro jednotlivé komponenty indexu je nejdůležitějším krokem přípravy analýzy. Jak již bylo zmíněno výše, výhodou tohoto přístupu je, že se hledá pouze poměr mezi jednotlivými veličinami. V rámci přípravy těchto váhových koeficientů je vhodné si vytvořit modelové příklady jednotlivých nehod, jinak řečeno možných kombinací hodnot specifických veličin, pro něž se provede úvodní výpočet dle počátečního nastavení koeficientů. Tabulka 14 je příkladem takové přípravy pro sledování počtů usmrcených a těžce zraněných. Rozsahy hodnot specifických veličin lze získat z databáze nehodovosti, tedy například maximální hodnotu počtu usmrcených pro jednu nehodu a dále jejich kombinace, například maximální počet těžce zraněných při nehodě s jedním usmrcením.

Výsledná tabulka tak popisuje prostor možných kombinací specifických parametrů, například následků při nehodách. Na základě zjištěných maximálních hodnot jednotlivých specifických parametrů získáme minimální váhové koeficienty pro tyto parametry. Pro nastavení váhových koeficientů je výhodné nejdříve zadat pouze komponentu s předpokládaným nejmenším přínosem k celkovému indexu *ASI*, tedy zde parametr nehod s těžkým zraněním, a po nastavení váhy této komponenty postupně do výpočtu přidávat další, v předpokládaném pořadí přínosů.

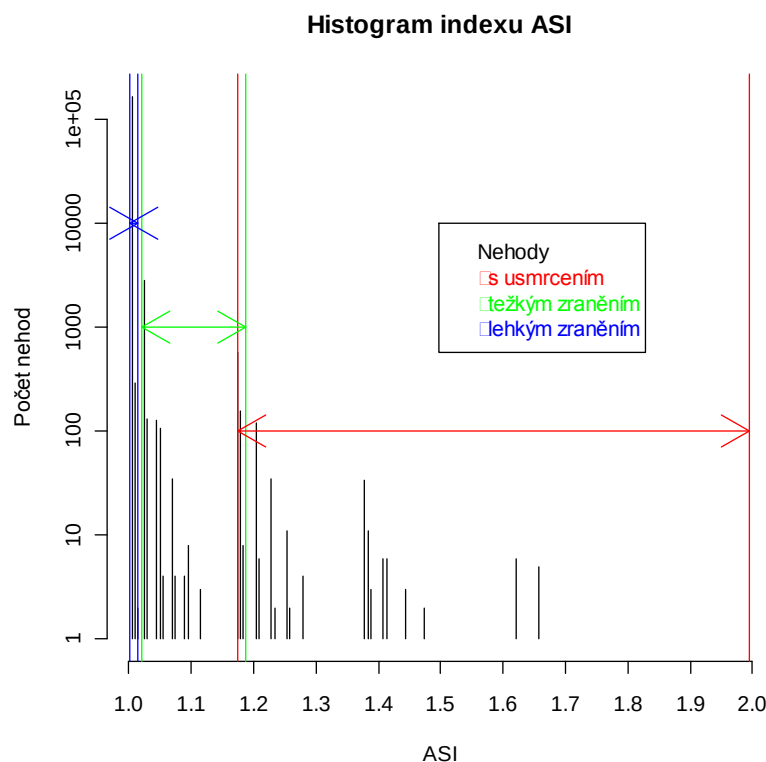
Usmrcení	Těžce zranění	Usmrcení	Těžce zranění
0	0	1	0
0	1	1	1
0	2	1	2
0	3	1	3
0	4	2	0
0	5	2	1

Tabulka 14 Příklad modelových nehod pro přípravu nastavení koeficientů výpočtu ASI

Se zadáním první komponenty je možné již provést prvotní výpočet indexu ASI pro všechny modelové případy nehod. Můžeme tak sledovat nárůst hodnot pro jednotlivé typy nehod, například pro nehody bez zranění, s jedním, se dvěma až po nehodu s největším počtem těžkých zranění. Přidáním druhé komponenty se zvětšuje prostor možných modelových nehod. Nyní už je výsledné ASI kombinací přínosu dvou komponent a je nutné upravit váhu komponenty nehody s usmrcením tak, aby byla nalezena hranice přínosu mezi nehodou s jedním usmrcením a bez těžkého zranění a s nehodou s maximálním počtem těžkých zranění a bez usmrcení.

Volba těchto hranic je hledáním poměrů mezi jednotlivými komponentami. Výsledkem návrhu indexu je rozhodnutí, že například nehoda s jedním usmrcením a bez dalších následků odpovídá nehodě bez usmrcení, ale s patnácti těžkými zraněními.

Obrázek 22 zobrazuje histogram počtu nehod roku 2007 v logaritmickém měřítku v závislosti na přiřazeném indexu ASI pro stanovené váhové koeficienty komponent. Pro komponentu počet usmrcených osob je $w_u=10$, pro počet těžce zraněných osob je $w_t=75$ a pro počet lehce zraněných osob je $w_l=1200$. Konstanta měřítka byla nastavena na $K=5$. Můžeme si všimnout, že navržené ohodnocení závažnosti nehod se pohybuje od hodnoty jedné do dvou. Nejhorší nehoda v datovém souboru má tedy ohodnocení 1.995146 a to pro nehodu s 4. usmrcenými, 2. těžce zraněnými a 3. lehce zraněnými ze dne 24. 12. 2007. Z histogramu je patrný velký počet nehod bez vážnějších následků a dále oblasti s menším počtem nehod, kde závažnost následků postupně narůstala. V grafu jsou rovněž zobrazeny meze oblastí, které odpovídají nehodám s minimálně jedním usmrcením (červeně), nehodám pouze s těžkým zraněním (zeleně), a nehodám s lehkým zraněním (modře).



Obrázek 22 Nastavení vah specifických proměnných pro výpočet ASI

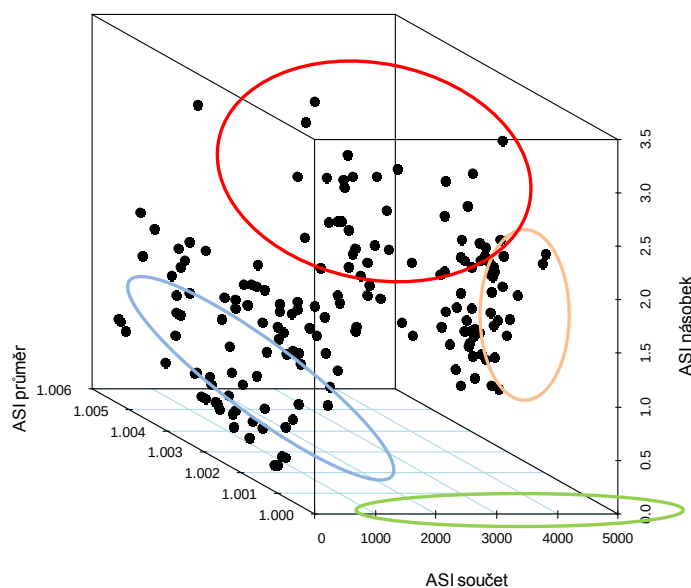
Takto připravené ohodnocení nehod lze použít v širokém spektru analytických metod a časoprostorových analýz. V následujících kapitolách je prezentováno jejich využití při agregování těchto ohodnocení v prostoru a čase.

V současné interpretaci nebyly při výpočtu uvažovány spolehlivostní koeficienty jednotlivých specifických proměnných. Jejich zpracování bude věnována další práce v této oblasti.

4.2 PROSTOR AGREGACE INDEXU ZÁVAŽNOSTI SILNIČNÍ NEHODOVOSTI

Připravený index ohodnocení jednotlivých nehod je vhodný pro využití v agregačních funkcích, které jednotlivá ohodnocení sdruží v rámci stanovených intervalů času nebo prostoru, výběrem na základě zaznamenaných atributů nehod, času události a prostorových souřadnic. Jako vhodné agregační funkce se jeví využití součtu ASI indexů, který odpovídá počtu dopravních nehod, dále průměru ASI indexů, který odpovídá průměrné závažnosti nehod a pronásobení ASI indexů, který odpovídá jakési absolutní míře závažnosti nehod.

Vynesení těchto tří složek do prostorového grafu přináší nový analytický náhled na dopravní nehodovost.



Obrázek 23 Prostor agregace ASI indexu

Obrázek 23 zobrazuje takový prostor agregovaných výsledků ASI indexu pro nehodovost v dnech týdne a po hodinách. Obecně tento prostor platí pro všechny úlohy s agregací ASI. S narůstajícím ASI součtem narůstá počet nehod, které se v daném období udály. Zeleně zvýrazněná oblast určuje ideální stav, kdy by sice narůstala nehodovost, ale byla by bez jakýchkoliv následků. Modré zvýraznění určuje oblast, kde dochází k nehodám řídce, ale jejich průměrné následky jsou vzhledem k celku poměrně vysoké. Oranžové zvýraznění určuje oblast, kde dochází k nehodám mnohem častěji, jejich následky jsou částečně i závažnější. Červené zvýraznění určuje oblast, která je z pohledu nehodovosti nejzávažnější. Jedná se o oblast, ve které počet nehod již nenarůstá oproti předcházející oranžové oblasti, ale jejich následky jsou však mnohem závažnější.

4.3 ANALÝZA DAT POLICIE ČR PRO ROKY 2007 A 2008 INDEXEM ASI

4.3.1 ZDROJOVÁ DATA A POUŽITÉ PROGRAMOVÉ PROSTŘEDKY

V rámci jednotlivých analýz byla použita statistická data o dopravní nehodovosti Policie ČR, Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR.

Dále geografická data Ředitelství silnic a dálnic, vrstvy useky_cr_012008 (Silniční síť ČR), uzly (Křižovatky) a scit_dop (Celostátní sčítání dopravy v roce 2005) a geografická data základních územních jednotek Českého statistického úřadu.

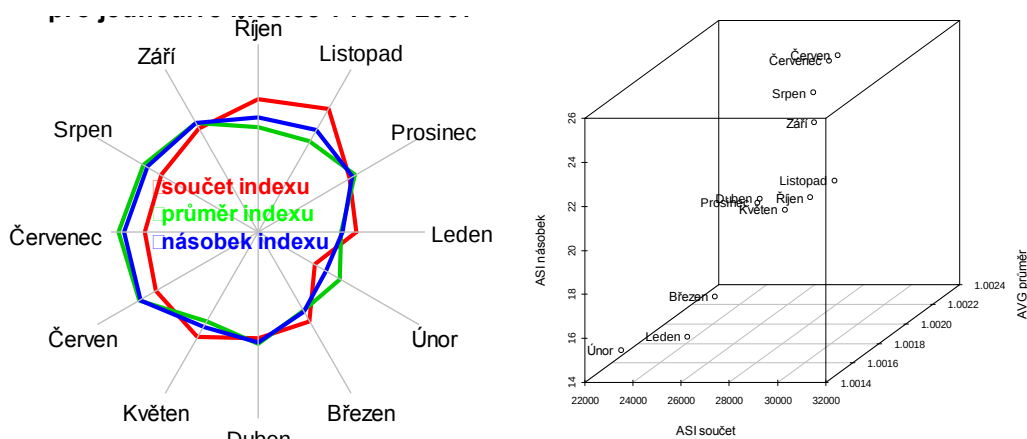
Výpočet indexu je velmi snadno realizovatelný v prostředí databázových systémů prostřednictvím SQL příkazů. Rovněž výpočet agregovaných hodnot pro časová období lze provést přímo v databázi.

Pro zobrazení a výpočet časových a prostorových analýz byl využit volný software R (<http://www.r-project.org/>)

4.3.2 HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI NEHOD V PRŮBĚHU ROKU

Následující graf vyjadřuje vývoj agregovaných dat součtem, průměrem a pronásobením ASI indexu jednotlivých nehod v jednotlivých měsících roku 2007 a 2008 společně, což v celkovém pohledu dává přehled o vývoji nehodovosti v průběhu obecného roku.

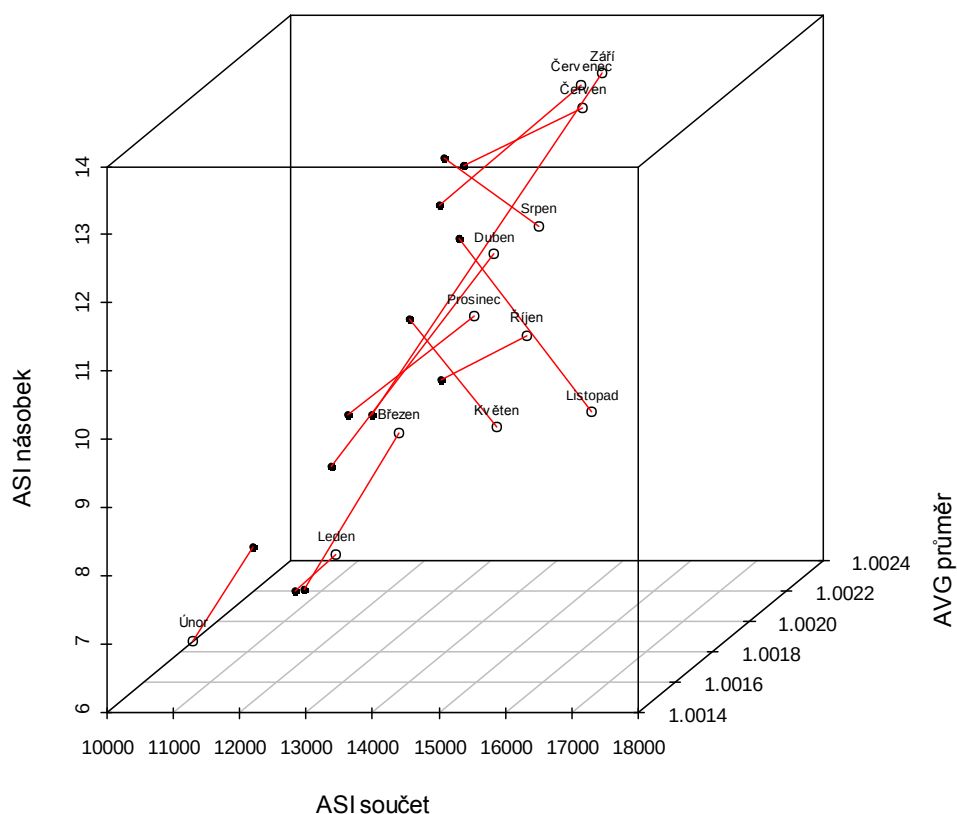
Výpočet by proveden pro stanovené váhové koeficienty komponent, počet usmrčených osob $w_u=10$, počet těžce zraněných osob $w_t=75$ a počet lehce zraněných osob $w_l=1200$. Konstanta měřítka $K=5$.



Obrázek 24 Analýza ASI indexu v měsících roku

Součet indexu závažnosti nehod (červená křivka) odpovídá počtu nehod. Počet nehod v jednotlivých měsících od února mírně narůstá, přičemž kulminuje v listopadu. Dále jsou průměrným indexem (zelená křivka) i pronásobením indexu (modrá křivka) vyzdvíženy letní měsíce od června až po září, jakožto měsíce s největším podílem závažných nehod. Pro společné zobrazení byly jednotlivé hodnoty časových řad normalizovány. Zobrazení v třírozměrném prostoru ukazuje zajímavé rozložení nehod s podobností jejich počtu a následků pro jednotlivé měsíce. Podobnost měsíců ledna, února a března, dále dubna, května, října a prosince a výrazné navýšení závažnosti v letních měsících předchází závěry potvrzuje.

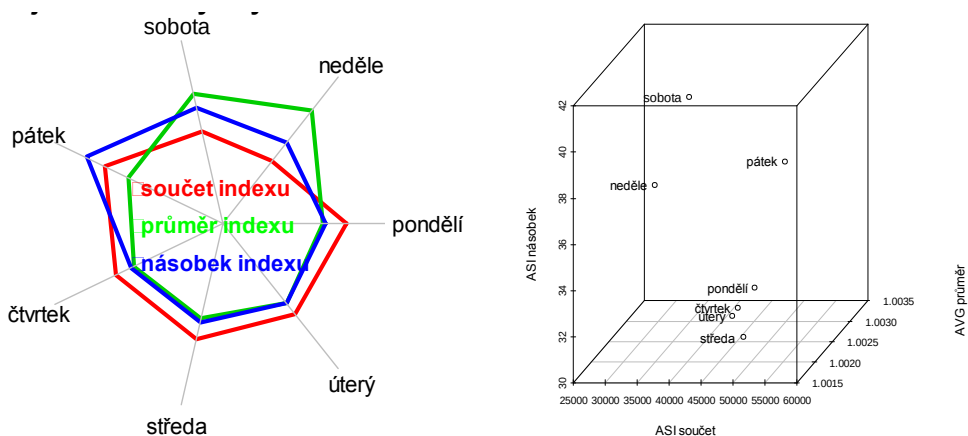
Meziroční měsíční vývoj indexů ASI ukazuje následující obrázek 25. Prázdná kolečka zobrazují jednotlivé měsíce roku 2007, plná kolečka pak rok 2008. Červená čára mezi nimi ukazuje směr změny vývoje.



Obrázek 25 Meziroční změna v měsíčních hodnotách ASI indexu

4.3.3 HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI NEHOD V PRŮBĚHU TÝDNE

Podobně, jako pro jednotlivé měsíce, lze vyjádřit vývoj míry závažnosti nehod v jednotlivých dnech v týdnu v průběhu roku 2007 a 2008. Opět byly ve výpočtu použity totožné parametry.



Obrázek 26 Analýza ASI indexu ve dnech v týdnu

Zdůrazněna je v tomto grafu informace o vztahu mezi absolutními počty nehod s relativní mírou závažnosti nehod, kdy o víkendu ve srovnání s nižším počtem nehod naopak významně roste jejich celková závažnost.

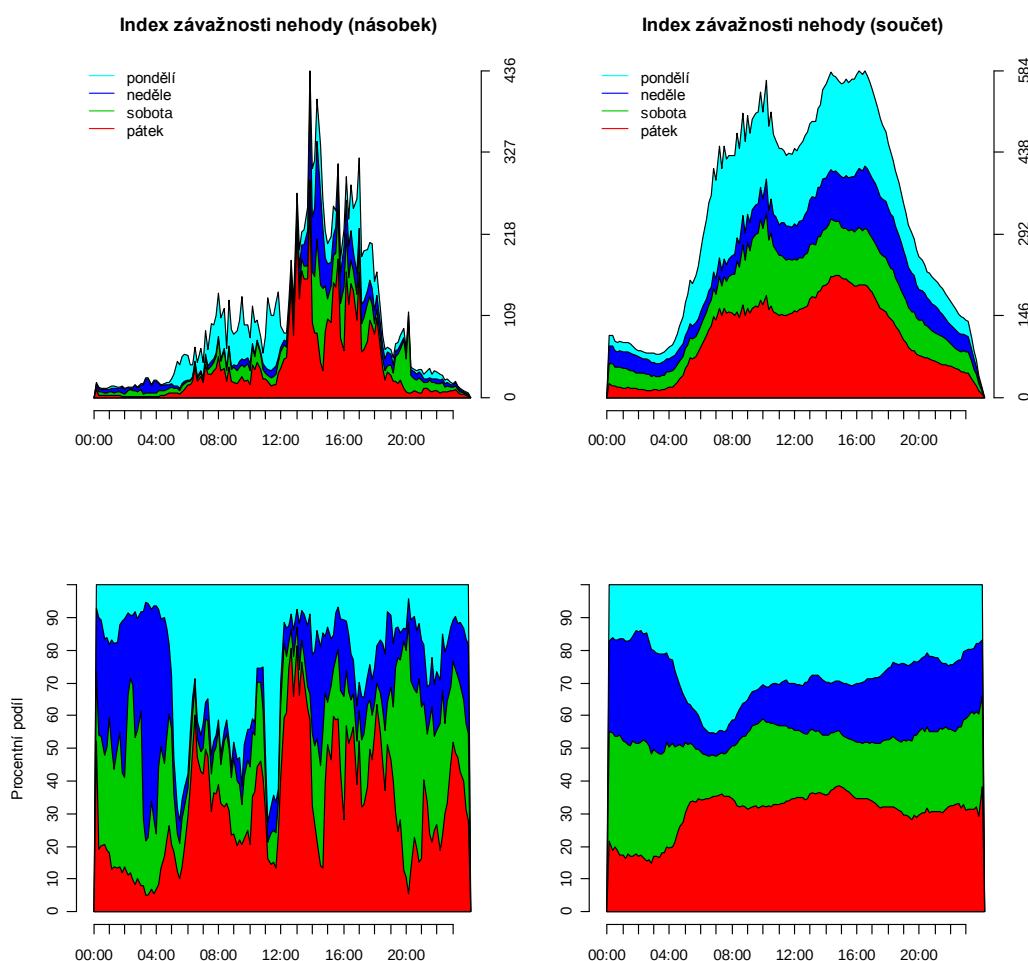
Součet indexu závažnosti nehod (červená křivka) opět reprezentuje míru počtu nehod pro jednotlivé dny. Pronásobení indexu závažnosti nehod (modrá křivka) mezi jednotlivými nehodami daného dne ukazuje na velkou míru závažnosti pro pátek, sobotu a neděli oproti ostatním dnům. Průměrná hodnota indexu (zelená křivka) ukazuje, že sobota a neděle jsou dny s největším podílem závažných nehod. Pro společné zobrazení byly jednotlivé hodnoty časových řad normalizovány.

Zobrazení v třírozměrném prostoru ukazuje podobnost nehodovosti pracovních dní pondělí až čtvrtek a odlišnost těch víkendových. Neděle má z tohoto pohledu menší míru závažnosti nehod, ačkoliv jsou její nehody v průměru závažnější než při sobotě.

4.3.4 HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI NEHOD V PRŮBĚHU DENNÍ DOBY PRO JEDNOTLIVÉ DNY V TÝDNU

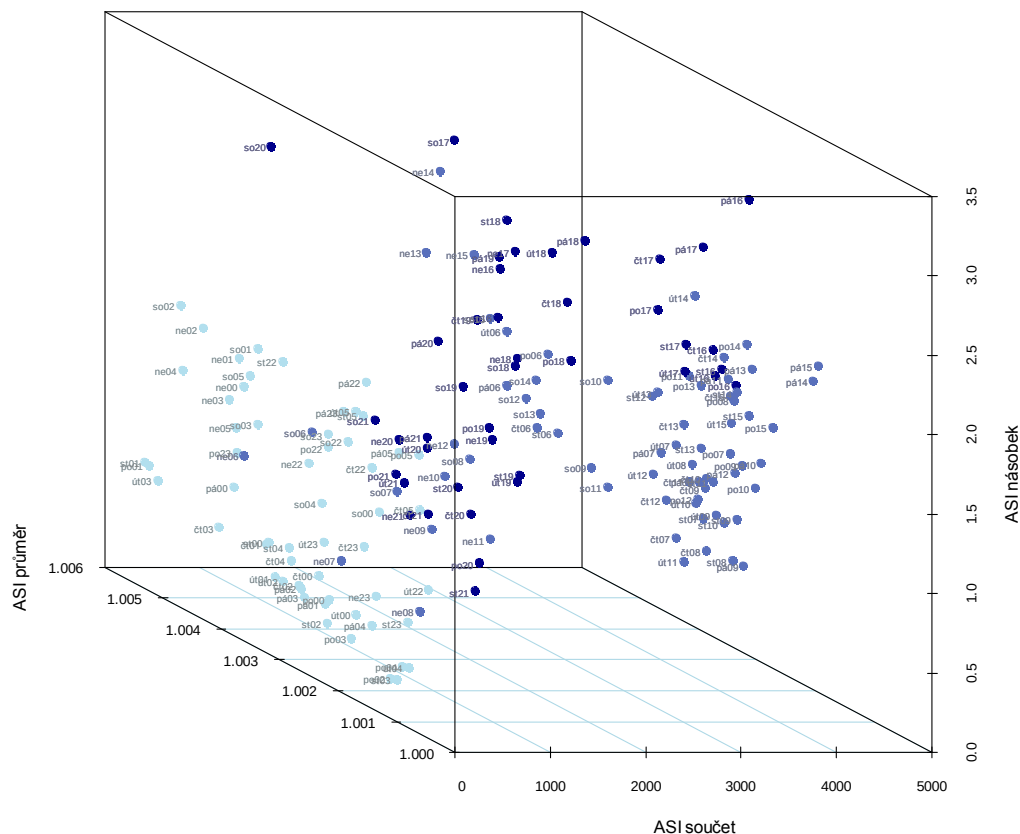
V následujících grafech je zobrazen vývoj násobku a součtu indexu ASI v jednotlivých hodinách pro agregované hodnoty pro dny pátek až pondělí.

Při porovnání nehodovosti v grafech byly použity dva druhy zobrazení pro snazší pochopení výsledků. Horní grafy pro každou řadu nasčítávají podíl jednotlivých dní, aby nedošlo k překrytí jednotlivých řad, spodní grafy pak vykreslují procentní podíl těchto jednotlivých řad v daném časové rozmezí.



Obrázek 27 Analýza ASI indexu ve dnech v týdnu po hodinách (pá - po)

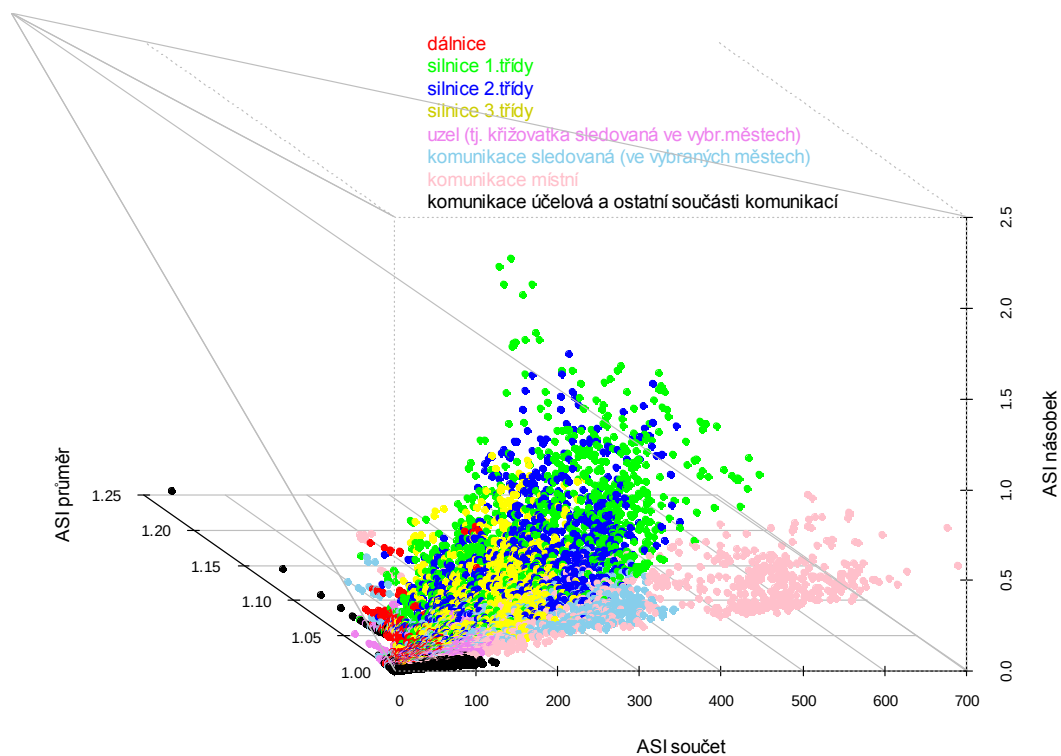
Podobně jako v předcházejících případech lze uvedené agregace vykreslit do třírozměrného prostoru (obrázek 28). V grafu jsou patrné oblasti, které odpovídají průběhu nehodovosti v jednotlivých hodinách denní doby. V levé části, světle modré body, je patrná nehodovost pro pozdní noční a brzké ranní hodiny. Tmavší modrá, více vpravo, odpovídá dennímu průběhu nehodovosti od šesté hodiny ranní do čtvrté hodiny odpoledne a nejtmavší body odpovídají odpoledním až večerním hodinám. Z grafu je patrná i závažná víkendová nehodovost, především pak v nočních hodinách.



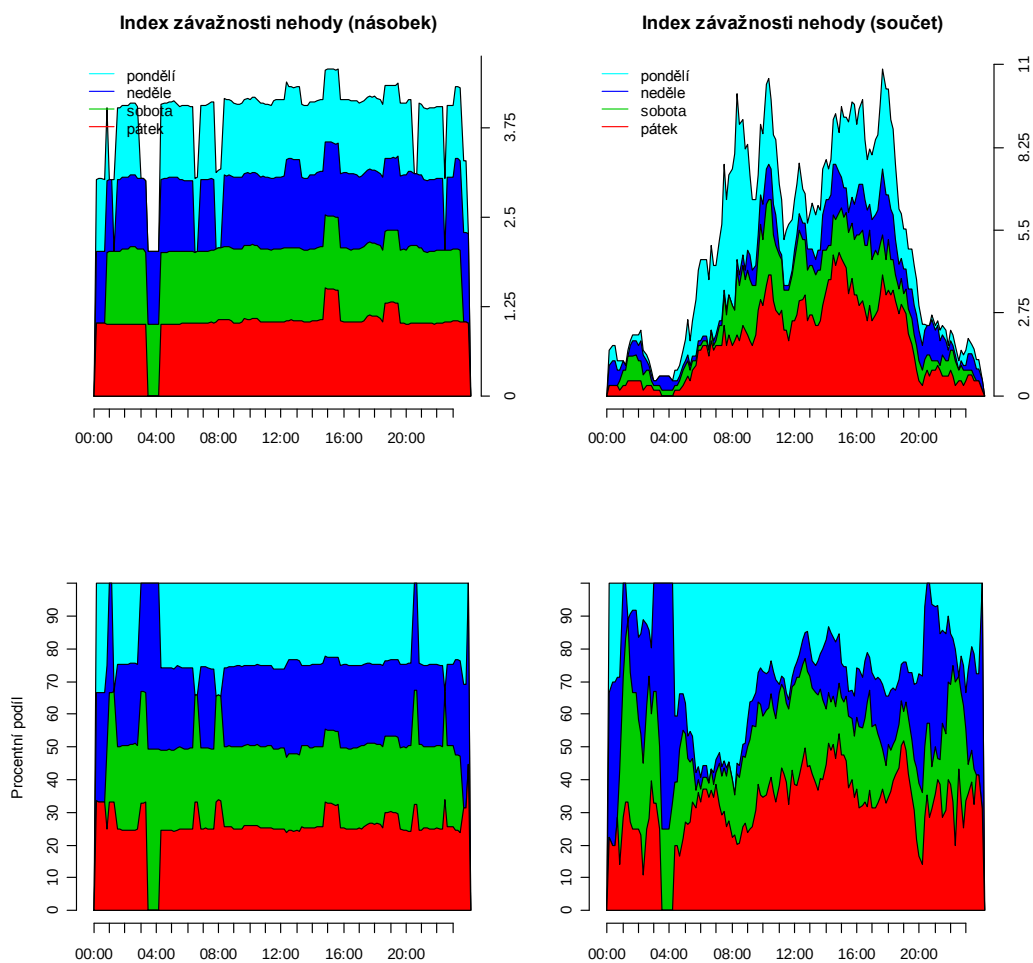
Obrázek 28 Analýza ASI indexu ve dnech v týdnu po hodinách

4.3.5 HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI NEHOD DLE TŘÍDY KOMUNIKACE

Podobně jako v předcházejících případech je možné zobrazit hodnocení agregovaného ASI indexu i pro různé třídy komunikací. Obrázek 29 zobrazuje nehodovost v jednotlivých hodinách dnů v týdnu barevně rozlišených pro jednotlivé druhy sledovaných komunikací. Z grafu je patrné, že jednotlivé typy komunikace vyvolávají samy o sobě různý typ nehodovosti. Dálnice jsou přes svoji intenzitu relativně bezpečné komunikace, oproti silnicím první, druhé a třetí třídy, kde je v určitých hodinách patrné vysoké ohodnocení a tedy i závažnost nehod. U místních a účelových komunikací lze pozorovat velké množství nehod, které nejsou příliš závažné.

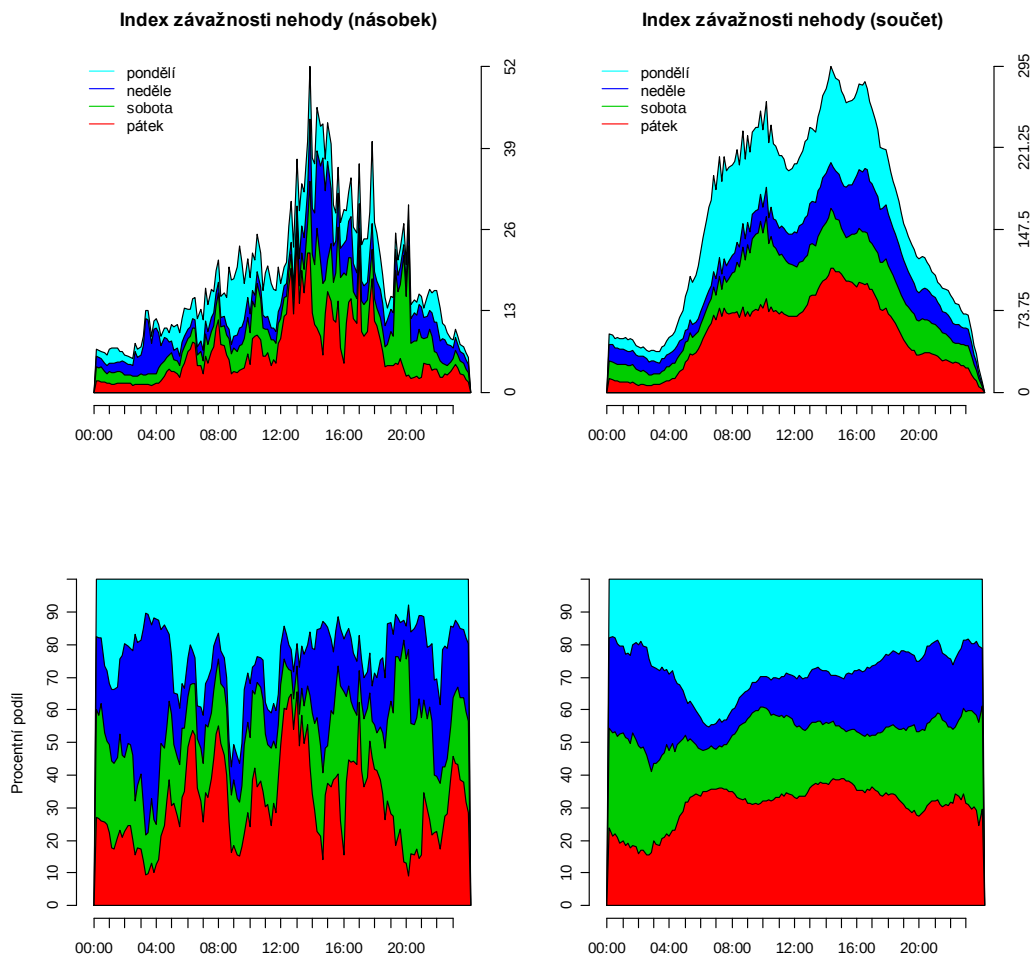


Obrázek 29 Analýza ASI indexu po hodinách dle třídy komunikace



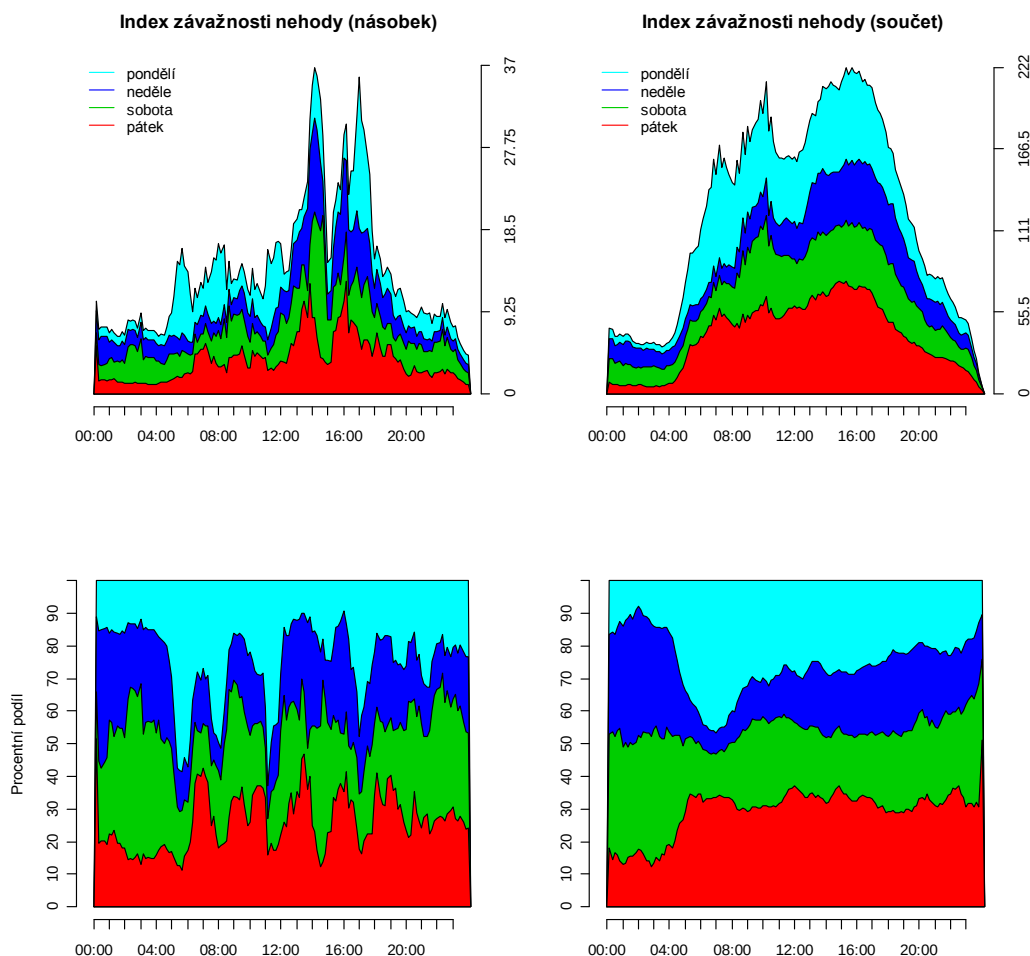
Obrázek 30 Analýza ASI indexu po hodinách na dálnicích (pá - po)

Obrázek 30 zobrazuje grafy, které byly vytvořeny pro nehody na dálniční síti. Z grafů je možné vidět, že počet takovýchto nehod je velmi malý a že mají i velmi podobnou závažnost. V pondělí a v pátek okolo 4. hodiny nedošlo na dálnici k žádné nehodě. V součtu indexů je možné pozorovat větší podíl nehod v sobotu a neděli pro brzké ranní hodiny, v pondělní mezi 5:00 – 12:00 a v pátek, v odpoledních hodinách.



Obrázek 31 Analýza ASI indexu po hodinách na silnicích I. třídy (pá-po)

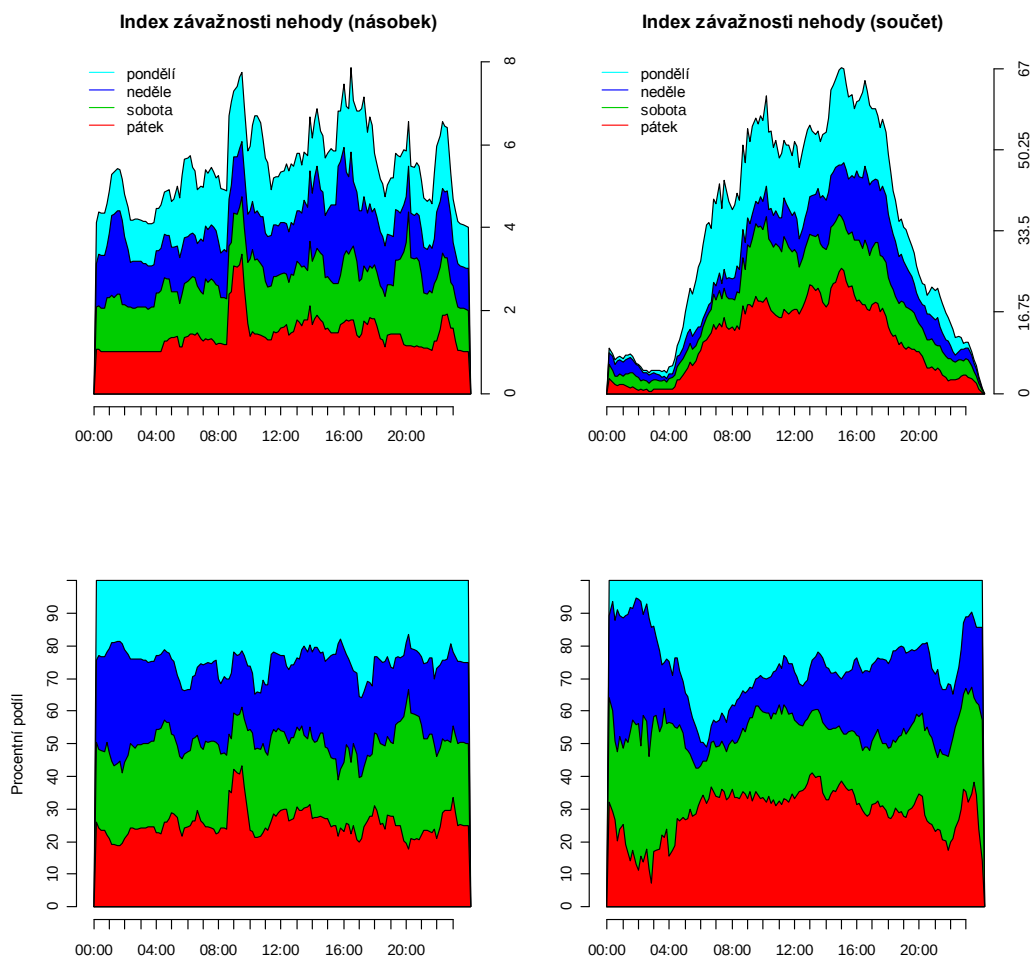
U nehod na silnicích první třídy lze sledovat mírné změny grafů závažnosti nehod, oproti grafům ke všem nehodám. Násobení indexu ukazuje sblížení závažnosti nehod v ranních a dopoledních hodinách pro všechny dny. Nadále má převahu v závažnosti nedělní ráno okolo 4:00. Mírně přibýlo významných nehod pro pondělí okolo 1:00 ranní a především oproti celku okolo 9:00. Pro pátek se závažnost mírně posunula na dřívější hodinu (5:00) a zůstává závažnost nehod především v rozmezích 12:00 – 14:00 hodin a 15:00-19:00 hodin.



Obrázek 32 Analýza ASI indexu po hodinách na silnicích II. třídy (pá-po)

U nehod na silnicích druhé třídy, lze oproti silnicím první třídy, sledovat přibývání nehod v sobotu a neděli v ranních hodinách. Mírně zde ubývá závažnosti nehod v pátek dopoledne, ale současně narůstá pro pondělí.

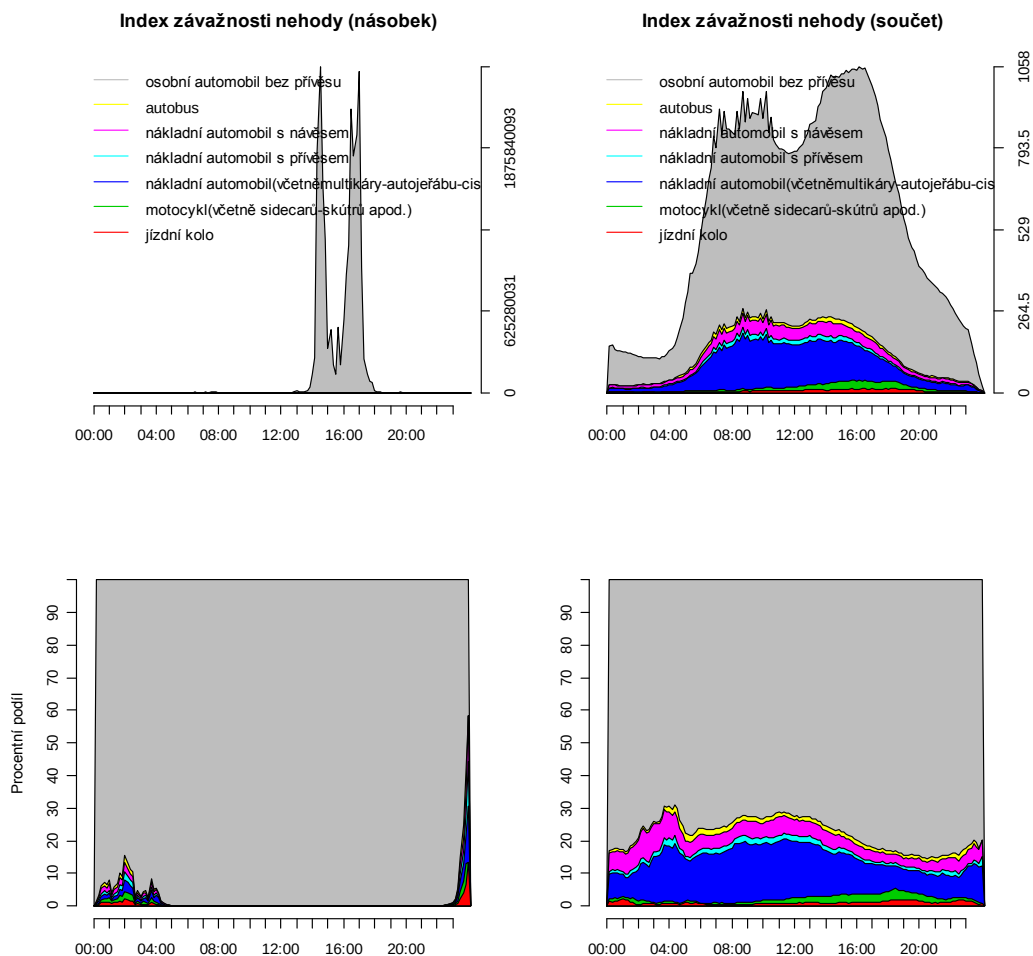
V souhrnu násobení indexu závažnosti lze opět pozorovat velkou závažnost nehod v odpoledních hodinách, především pro 14. a 16. hodinu. Pro všechny dny lze konstatovat, že se násobení indexu závažnosti v poměru jednotlivých dnů a v jednotlivých hodinách vyrovnává.



Obrázek 33 Analýza ASI indexu po hodinách na silnicích III. třídy (pá-po)

Na silnicích třetích tříd se opět index násobení vyrovnává, pro malý počet nehod. Zůstává v součtu vidět výrazný podíl nočních a brzkých ranních nehod v sobotu a neděli.

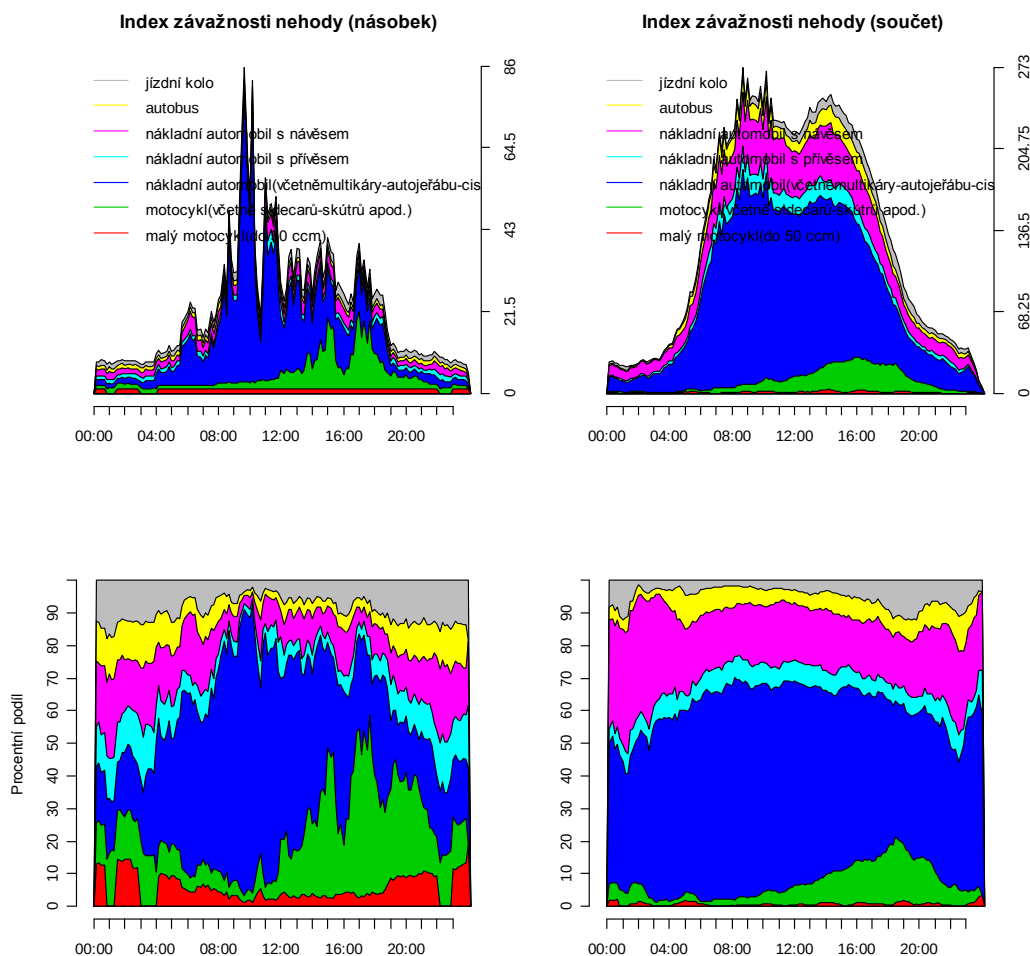
4.3.6 HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI NEHOD V PRŮBĚHU DENNÍ DOBY PRO JEDNOTLIVÉ TYPY VOZIDEL



Obrázek 34 Analýza ASI indexu po hodinách pro různé typy vozidel

Výpočet indexu závažnosti pro nehody podle typu účastníků je uveden v předcházejících grafech. Je zřejmá markantní dominance nehod osobní automobilové dopravy a především její závažnost v odpoledních hodinách dnů.

Následující grafy, bez tohoto dominantního typu účastníka, ukazují značný podíl nehod s účastí nákladních automobilů, s návěsem i přívěsem a jejich velký podíl oproti ostatním typům účastníků. Od časných ranních hodin je patrný strmý nárůst indexu až do podvečera, kdy na závažnosti přibývá nehod s účastí motocyklu.

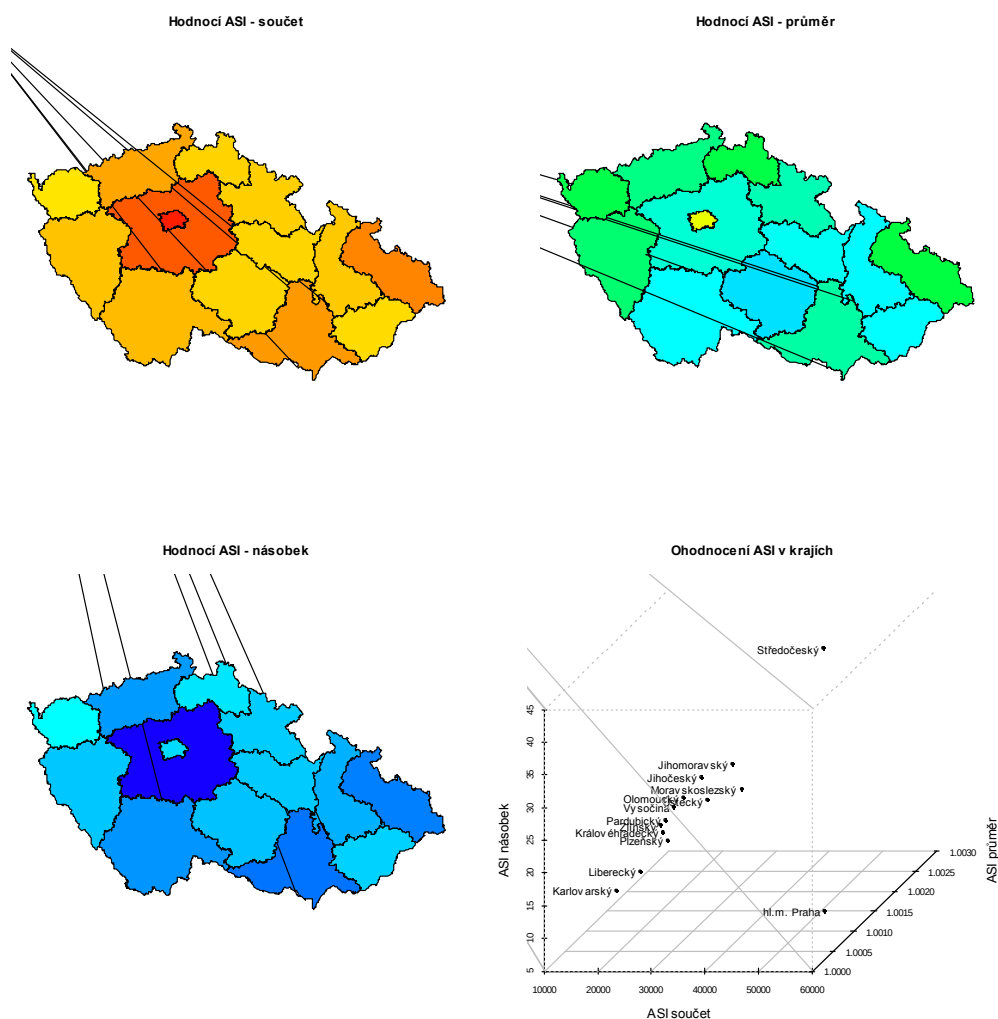


Obrázek 35 Analýza ASI indexu po hodinách pro různé typy vozidel (bez osobních)

4.3.7 HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI NEHOD V JEDNOTLIVÝCH KRAJÍCH A OKRESECH

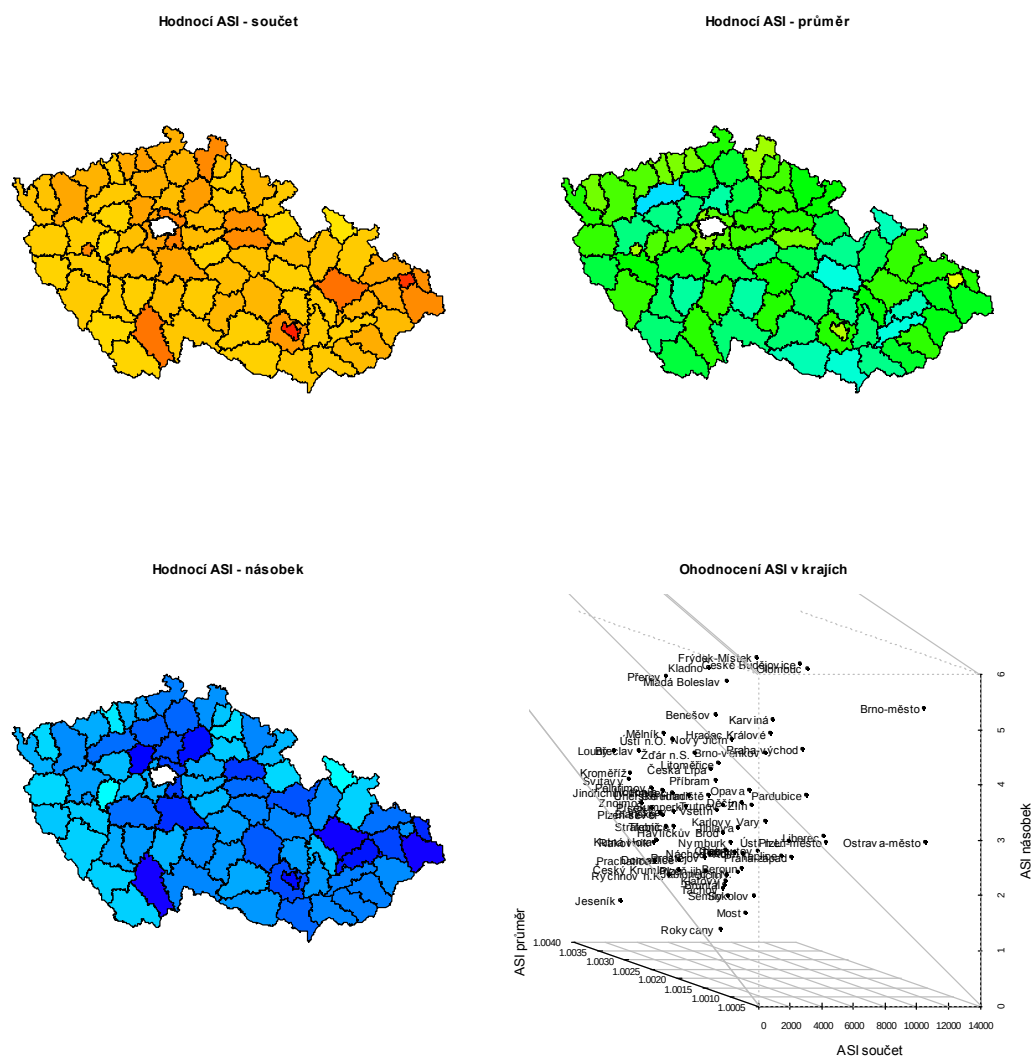
Agregované hodnoty ASI lze získat nejen pro intervaly časové charakteristiky nehodovosti, ale rovněž pro prostorové vymezení a definované lokality. Analýzy lze dělat pro základní územní členění, jako jsou kraje, okresy, obce apod., ale rovněž i pro konkrétní prostorové objekty, jako jsou křižovatky nebo úseky komunikací, např. konkrétní silnice v celé délce staničení.

Obrázek 36 ukazuje agregované hodnoty index ASI v barevné škále pro jednotlivé kraje. V počtu dopravních nehod (součtu indexu) jednoznačně vévodí Praha a Středočeský kraj, následované Moravskoslezským a Jihomoravským kraje. Průměrná hodnota agregovaného indexu vykazuje nejvyšších hodnot pro kraj Vysočinu, kde se jeví příčina především v mírně hornatém terénu, který přispívá k nehodám s vyšší závažností. Z celkového pohledu v třírozměrném grafu se jako nejhorší jeví Středočeský kraj, s velkým počtem nehod a jejich vyšší závažností oproti ostatním krajům. Praha je vzhledem k počtu nehod rovněž mimo oblast ostatních krajů, závažnost nehod je však poměrně nízká.



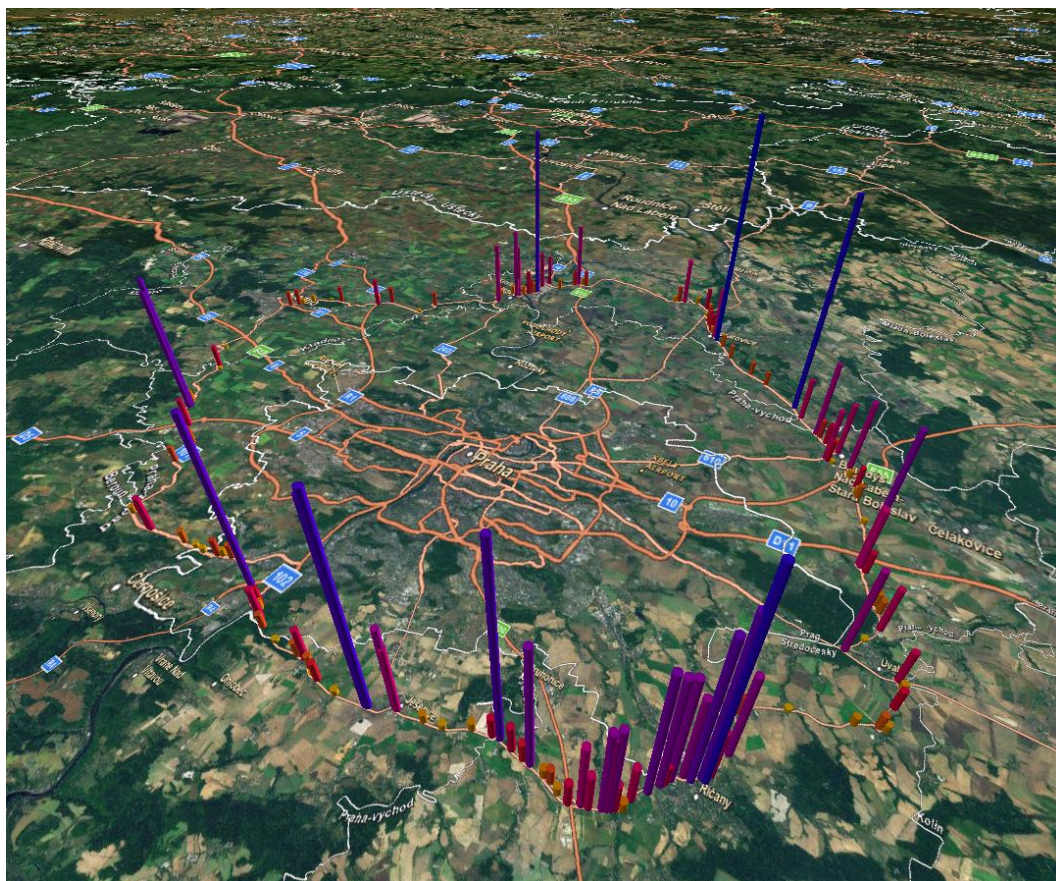
Obrázek 36 Analýza ASI indexu pro jednotlivé kraje ČR

Podobně jako pro kraje je na obrázku níže proveden agregovaný výpočet pro jednotlivé okresy ČR. Vzhledem k vysokému počtu nehod byla z tohoto zobrazení vynechána Praha, rovněž ostatní velká města jsou v tomto ohledu dominantní. Celkový přehled vyzdvihuje okresy jako Frýdek-Místek, Kladno, Mladá Boleslav, České Budějovice, Přerov a Olomouc, které vykazují výrazně vyšší následky v dopravní nehodovosti. Rovněž je zajímavý rozdíl Ostravy-města a Brna, neboť ačkoliv mají podobný počet nehod, vykazuje Brno mnohem větší závažnost nehod.



Obrázek 37 Analýza ASI indexu pro jednotlivé okresy ČR

Obrázek 38 zobrazuje ukázkou analýzy ASI indexem komunikace II/101 ve Středočeském kraji, pro její jednotlivé křižovatky. Podobné podklady by mohly napomoci v přípravách opatření na lokální, krajské i národní úrovni.



Obrázek 38 Analýza ASI indexu na komunikaci II/101

Zdroj: Z. Tluchoř, Časoprostorová analýza silniční nehodovosti, diplomová práce, ČVUT v Praze 2010

4.4 ZÁVĚRY ANALÝZY A DISKUSE

Navržený index ASI pro ohodnocení závažnosti nehody a výpočet agregovaných hodnot v uvedených analýzách výborně reflektuje charakteristiky dopravní nehodovosti. Agregované hodnoty vykazují značnou variabilitu v průběhu denní doby, pro jednotlivé dny, typy účastníků nehod apod. a tedy kvalitně popisují změny charakteristik dopravní nehodovosti ve vstupních datech.

Přístup nalezení poměru mezi složkami ohodnocení závažnosti nehody oproti absolutnímu vyčíslení finančního či jiného ohodnocení se jeví rovněž jako vhodný alternativní přístup, který nevyžaduje studium finančních aspektů a přímých dopadů nehodovosti v rámci aktivit společnosti. Na druhou stranu jsou tyto výstupy vhodné především k vnitřnímu porovnání různých složek charakteristik nehodovosti a nikoliv jako přímé výstupy.

Ohodnocení ASI indexem lze však zcela jistě použít v navazujících analytických technikách, jako jsou např. modely jádrové hustoty, k řízení dosahu jádra apod.

Implementace navrženého indexu ASI a výpočet agregčních funkcí je v databázovém prostředí velmi jednoduchá, k výpočtu postačují pouze základní příkazy SQL jazyka.

Závěry provedených analýz lze shrnout následovně:

- Závažnější nehody se často stávají na silnicích nižší třídy, kde je pravděpodobně celková kvalita komunikací podstatně horší, včetně nároků na schopnosti řidiče (přehlednost silnice, technické nároky na ovládání vozidla), než na silnicích rychlostních či dálnicích.
- Lze jednoznačně rozlišit nehodově horší území (okolí Prahy, Středočeský kraj) od území relativně bezpečnějších (západní a jihozápadní Čechy)
- Velmi kritické, z hlediska závažnosti nehod, se jeví letní měsíce červen, červenec, srpen a září.
- Dnem s největší závažností nehod je pátek. Sobota a neděle jsou dny s největší mírou závažnosti vzhledem k počtu nehod.
- Závažnost nehod v rozlišení hodin je výrazně větší pro
 - pátek v odpoledních až večerních hodinách
 - sobotu v brzkých ranních a večerních až nočních hodinách
 - neděli v brzkých ranních hodinách
 - pondělí v dopoledních hodinách
- Převládající jsou nehody s účastí osobního vozidla, přičemž druhým nejčastějším případem jsou nehody s účastí nákladní vozidla.

5.

VICE BEZPEČNÉ DOPRAVY

Od výzkumu a vývoje cesta k uživatelům

Narůstající potřeba lidské mobility je jedním z projevů bohatnoucí společnosti a ekonomické úspěšnosti lidského konání. V globální úvaze nad lidským konáním je třeba si položit otázku, zda tento nárůst potřeby mobility je rozumově opodstatněný. Zda vyšší míra mobility vede skutečně k dalšímu ekonomickému úspěchu a lidskému štěstí, či zda nárůst této potřeby naopak nesnižuje celkové bohatství společnosti a nepřináší lidem útrapy.

Mnohé přepravní a dopravní společnosti, přeneseně i národní statistiky, se často tak trochu chlubí objemem vykonané dopravy. Nakolik však byla tato doprava smysluplná se obecně nelze dopátrat. Cestujeme za prací, cestujeme pracovní, cestujeme za zábavou, zboží a suroviny se přepravují od výrobců ke spotřebitelům. Všechny tyto cesty jsou odvozeny od lokálních zájmů konkrétních lidí a společností, jež nesledují globální náklady, přínosy a užitek společnosti jako celku. Čím dál tím více si však společnost všímá obou stran této problematiky a uvědomuje si aspekty, jako jsou ekologická zátěž, energetická efektivita, zábor území dopravní infrastrukturou a dopravními prostředky a rovněž k nim patřící ztráty ze selhání dopravního systému.

Jak neduhy související s dopravou napravit, či alespoň zmírnit? Inženýrský přístup řešení předpokládá identifikaci problému, jeho popsání, navržení technických opatření, jejich realizaci a dále revizi vzhledem k dalšímu vývoji sledovaného problému. Osobně mne v této problematice velmi zaujala přednáška prof. Hermanna Knoflachera, „The present and future of modern transport“, na mezinárodní konferenci u příležitosti 15. výročí založení Fakulty dopravní, Českého vysokého učení technického v Praze. Je velmi zajímavé, jak často se právě v problematice dopravních systémů v průběhu doby zjistí, že navržená, zdánlivě optimální opatření v dlouhodobém horizontu selhávají, ačkoliv se zdála v přítomném čase úspěšná, jedinečná a plně dostačující. Příkladem je budování dopravní infrastruktury, rozšiřování jízdních pruhů ve jméno nedostatečných kapacit, vytváření alternativních komunikací ke stávajícím atd., přičemž je zcela zřejmé, že již v dohledné době bude tato kapacita opět nedostatečná. Současná Čína se jeví jako národ realizující pokusy v tomto pojetí, kde není nouze o mnohapruhé komunikace a několikadenní silniční kongesce, s předpokládaným vývojem k ještě horšímu stavu. Domnívám se, že současné postoje v řešení těchto problémů míří k tomu nejjednoduššímu pojetí „nedostatečná kapacita – navýšíme ji“. Lze to ale dělat takto do nekonečna? Můžeme opravdu vytvořit

jedno velké parkoviště? Z pohledu technika pevně věřím v rozvoj alternativních způsobů dopravy, které ukáží toto „velké silniční budování“ jako nesmyslné.

Prvním a nezbytným krokem je sledování, kolik cest z celkového výkonu je skutečně důležitých a nutných. Zda je zvolen vhodný mód a zda nelze nalézt alternativní řešení bez nutnosti dopravy. Architektonické koncepty typu bydlení ve dvacátém patře, zaměstnání v pátém, nakupování a zábava v prvním, mohou být jedním z těchto přístupů, které potenciálně odlehčí pozemní dopravě. Vertikální doprava, zdá se, může část té horizontální převzít. Současná výstavba satelitních vesniček u velkých měst bez dostatečné sociální infrastruktury, je však úplným protikladem těchto přístupů. Výrazně však jednotlivcům ukazuje veškerá negativa s tímto konceptem spojená, jako je nutnost dopravy (každého člena rodiny) při všech aktivitách, ztráta osobního času stráveného dojížděním, nutnost vlastnění dopravního prostředku (spíše prostředků) a s tím vším spojené náklady. Rovněž tak ukazuje i dopady na společnost, jako jsou ekologická stopa tohoto konání, nedostatečná lokální infrastruktura, kterou nechce nikdo financovat a nesmyslné osídlování lokalit, kde není možnost kvalitní sociální realizace člověka v produktivním věku. Soudobá česká generace nemá ráda podřizování se, přesto je z tohoto pohledu zřejmé, jak naráží svoboda jednotlivce na nutnost urbanistického plánování společnosti. Odstranění místně setrvalé, opakující se lokální kongesce a z ní plynoucí znečišťování ovzduší a hluk, může být dosaženo i odstraněním příslušné komunikace. Ačkoliv se toto řešení zdá z pohledu dopravního inženýra nepřirozené, z pohledu sociální společnosti a usměrnění chování jednotlivců může být naprosto vyhovující.

Snížení počtu selhání systému se tedy dá uskutečnit i snížením expozice jednotlivců a tedy potřeby cestovat vůbec. To, že se to dnes nedaří, je domnívám se, důsledkem nevyrovnání nákladů jednotlivce na svoji dopravu oproti celkovým nákladům, které jsou takto přenášeny na společnost. Každý z nás, i když nevlastníme dopravní prostředek, přesto hradíme část výstavby infrastruktury a získáváme část smogu a hluku z dopravy plynoucí. Ten, kdo tuto infrastrukturu využívá, nám tak plně nehradí celkové náklady a získává tak prostředky na úkor společnosti. Rozvoj nákladní silniční dopravy v Evropě oproti ostatním dopravním módům je dle mého názoru důsledkem tohoto podhodnocení skutečných nákladů, které se však ani zavedením mýtných systémů nadále nedaří vyrovnat. Rovněž tak i moderní logistické koncepty, např. „just in time“, vytvářejí de facto z vlastní dopravy navíc i skladování, tedy v nevhodnou dobu, v nevhodném množství a nevhodným dopravním módem zatěžují dopravní systém na úkor společnosti. Kde zůstávají zisky z těchto nevhodných přístupů pro společnost však rovněž není lehké rozpoznat, neboť každá z dotčených individuálních skupin uživatelů trvá na svém domnělém právu svobodného využívání těchto bohužel bez překážek a relevantních nákladů dostupných zdrojů a nepřipouští možnost toho, že jejich činnosti a mnohdy i existence jsou na úkor druhých. Náklady na bezpečnost letecké dopravy jsou jednotliví uživatelé ochotni akceptovat a uhradit v ceně letenky, v železniční dopravě je tato bezpečnost brána jako samozřejmost, přičemž je vykoupena právě nízkou konkurenceschopností. V silniční dopravě se po bezpečnosti zatím spíš jen touží, zdá se však se scestnou představou pokud možno bez velkých osobních i veřejných investic.

Systémový přístup si žádá systémové kroky, tedy především řádnou identifikaci příčin problému bezpečnosti silniční dopravy. Pokud i přes zjištění rozsahu problému a finanční náročnost k zajištění nápravy, bude nadále trvat vůle po realizaci nápravy, nezbude než

tyto finanční náklady uhradit. Domnívám se však, že politické řešení bude opět spíše v úrovni „ono to přece není tak hrozné“, než v zajištění skutečně adekvátních prostředků pro plně bezpečný dopravní systém. Vysvětlit jednotlivcům společnosti, kolik v současném stavu silniční bezpečnosti trátí a kolik by měli sami investovat, je velmi obtížný úkol, oproti tvorbě obecných prohlášení a doporučení, která směřují k těžko identifikovatelným masám. Nevím, nakolik nákladově přicházejí obvyklé informační kampaně, například v oblasti bezpečnosti cyklistů, věřím ale, že nákup reflexních vest a helem, které by si aktivní účastníci provozu zdarma vyzvedli na úřadě, by přišlo vzhledem k dalším nákladům z počtu usmrcených levněji. Vláda a parlamenty ovšem raději nařizují prostřednictvím zákona a vyjadřují se tak k osobnímu lidskému rozhodnutí, ačkoliv v jiných případech si zasahovat do práv jednotlivce netroufnou. Například osobní finanční situace, úroveň zadlužení a schopnost splácet, jsou ponechány na každém z nás, jsme přece svéprávní, ale hlavně že máme ze zákona povinně nosit helmu na hlavě při jízdě na bicyklu. Kontrolovatelnost podobných nařízení, jak víme každý z osobní zkušenosti, je fakticky nemožná.

Kde tedy hledat řešení? Jednou ze stěžejních oblastí je zcela jistě chování účastníků dopravního systému. Domnívám se, že současné aktivity, kdy vedení společnosti aktivně přesvědčuje, že specifikované bezpečnostní prostředky jsou pro každého jednotlivce velmi výhodné, je nutné přenechat pojišťovací společnosti, které jsou schopny každému jedinci vyčíslit finanční podmínky rizik, která podstupuje, ale kterými i ohrožuje své okolí. Šlo by tak o skutečnou verzi naplnění bezpečnostního sloganu posledních let „Nemyslíš, zaplatíš“. Rovněž tak je i věcí pojišťovacích společností, aby investovaly do nápravných opatření, která povedou ke snížení nehodovosti, především té s usmrcením a těžkým zraněním. Správné ohodnocení ceny života jednotlivce je základním kamenem pro nalezení adekvátních finančních prostředků pro realizaci těchto opatření. Pokud je stěžejní ohodnocení rizik pouze v hmotné škodě na vozidle a infrastruktuře, nelze tak adekvátně uvažovat o ochraně lidského činitele.

Další ze stěžejních oblastí je získání skutečných znalostí o selhávání systému. K tomu je třeba zajistit dostatečné techniky, metody a postupy, které podchytí a popíší konkrétní jevy spojené se silniční nehodovostí. Nelze jen konstatovat, že se stala nehoda, ale je nutné najít skutečné příčiny tohoto selhání. Domnívám se, že technických prostředků pro adekvátní záznam nehodové situace je již v současné době dostatek. Je třeba zajistit jejich nasazení a veškeré procesy související s jejich zpracováním, včetně adekvátní ochrany osobního soukromí. Žádný z těchto prostředků by neměl být v současnosti použit k přímé penalizaci jednotlivce, ale pouze pro skutečné pochopení důvodů vzniku a příčin nehodovosti. Pokud bude existovat obecná důvěra v tento systém, společnost tak snadněji a levněji najde opatření pro vyvarování se nehodám v budoucnosti. Zápis jednání Rady vlády ČR pro bezpečnost silničního provozu z letošního roku zmiňuje jeden z příkladů současného aplikování postupů k zajištění dat o dopravní nehodovosti, který jde naprosto proti potřebám společnosti. Cituji „Plk. Mgr. Ing. Ivan Bílek, náměstek policejního prezidenta dále navázal tématem o dopadech novely § 47 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (účinné od 1. 1. 2009), která mimo jiné stanovuje limit hmotné škody pro hlášení dopravní nehody policii 100 tis. Kč (z původních 50 tis. Kč). Z příspěvku České kanceláře pojistitelů vyplynulo, že i přesto, že policie v roce 2009 šetřila o 53% méně nehod oproti roku 2008, zaznamenala ČKP z dat

pojišťoven naopak mírný nárůst dopravních nehod a to o 3 %. Policie v současné době řeší s pojišťovnami tento problém ve zjišťování dat, o které novelou přišla.“ Bez adekvátních dat skutečně nelze řádně analyzovat okolnosti dopravních nehod. Pokud tato data nebudou k dispozici, nelze se domnívat, že bude problém nehodovosti vyřešen. Komplexnost analytické úlohy je rozsáhlá, neboť zahrnuje data z prostředí nehody, infrastruktury, vozidla, fyziologického stavu a chování posádky a rovněž následné lékařské péče a to nejen přímo v časovém úseku při nehodě, ale rovněž i z období následného vyšetřování, likvidace pojistné události a vývoje zdravotních následků v dlouhodobém horizontu. Nalézt lidské zdroje a kapacity, které budou daným problematikám komplexně rozumět a jež se budou trvale těmto činnostem věnovat, bude podobně nelehký úkol.

Komerční potenciál dopravních prostředků, především osobních vozidel, se jeví jako dostatečný faktor pro implementaci inovací v oblasti bezpečnosti vozidel. Každá vylepšená technologie, novější trend či unikátní řešení přináší marketingovou výhodu, která je zúčtena vyšším zájmem zákazníků. To, že mnoho těchto prostředků přechází postupně ve standardní výbavu vozidel, je velkým přínosem všem uživatelům silničních cest. Na druhou stranu mají tato řešení limitace a to v nutně přímé komunikaci s infrastrukturou, nebo zprostředkované komunikaci prostřednictvím paměťových medií s digitálním obrazem reálného světa. Velká variabilita světa v čase i prostoru a nedokonalé postupy zachycení aktuálního systémového stavu do digitálního modelu jsou velkou překážkou dalšího rozvoje těchto systémů. Je třeba rozhodnout, zda náklady za pořizování těchto dat jsou adekvátní získaným přínosům, ať už v komfortu jízdy či v bezpečnosti provozu. Je třeba rozhodnout, zda infrastruktura se bude na těchto informačních procesech podílet a v jaké míře. Pokud jsou odpovědi na předchozí otázky ano, pak jsou zřejmě zdůvodněné i náklady, které ponese společnost na jejich zabezpečení.

Domnívám se, že finančně zamlžený vztah jednotlivce k úhradě dopravní infrastruktury prostřednictvím mnoha daní a poplatků, který je zdánlivě nekomerční, přesto ale hrazený z prostředků každého z nás, je překážkou vytváření kvalitní dopravní infrastruktury. Vytváření oddělených fondů, jako např. Státního fondu dopravní infrastruktury, zcela jistě napomáhá k čistějšímu rozpoznání skutečných nákladů dopravního systému. Nyní je třeba zajistit, aby výdajové a příjmové stránky fondu byly dlouhodobě vyrovnané a aby prostředky plynoucí do fondu a naopak vydané z fondu byly skutečně náklady a příjmy dopravního systému.

Další stěžejní kapitolou silniční bezpečnostní problematiky jsou výdajové položky za bezpečnou dopravní infrastrukturu. Je třeba rozhodnout, jaká dopravní řešení splňují základní bezpečnostní očekávání a pouze jen ty dále prosazovat a odmítnou jakékoliv investice do prvků systému, které již ze své podstaty vytvářejí neúměrná bezpečnostní rizika. Nejednotnost v postupech a nedostatečná znalost problému pak vedou k řešením, které již jen na papíře generují počty zbytečně zraněných a usmrčených osob. Je nutné přenést odpovědnost za tato infrastrukturní pochybení z jednotlivců na společnost a uznání tak termínu „chyby v systému“ oproti užívaným „náhodným událostem“.

Aktivity spojené se získáváním znalostí o nejlepších postupech („best practises“), například projekt SUPREME, jsou pro společnost velmi přínosné. Oproti tradičně známému postupu „pokus / omyl“ lze získat kvalitní znalosti o širokém spektru opatření, která přinesly tolik hledanou a požadovanou efektivitu. Projektování kruhových objezdů v posledních letech oproti více ramenným křižovatkám je zcela jistě příkladem hodným

následování. I když i zde je nutné dodržet řadu základních předpokladů, jako jsou podobné intenzity provozu ve všech směrech a odpovídající prostorové uspořádání vzhledem k významu komunikací. Ne v každém místě je kruhový objezd vhodný. Rovněž i „les“ dopravního značení je v mnoha ohledech kontraproduktivní. Zkušenosti ze zahraničí ukazují na možnost návratu k tradičnímu pravidlu přednosti zprava, oproti místní trvalé úpravě předností dopravním značením. Domnívám se, že současný trend ve snížení rychlosti v obcích instalací jednoúčelových SSZ je tak trochu nešťastný, neboť je patrná neakceptace tohoto způsobu ovlivňování samotnými řidiči, kteří však zároveň na základě tohoto chování jednou projedou i tu skutečně důležitou červenou.

Ke každé dosud ještě nerealizované infrastrukturní investici lze již dnes na základě charakteru řešení předpovědět počty a závažnosti selhání v této části systému. Pokud nejsou využity procesní postupy a mechanismy známé s průmyslové výroby, jako například analýza možných vad a jejich příčin (Failure mode and effects analysis, FMEA), následná náprava těchto špatných rozhodnutí je velmi nákladná. A to nejen pro onu investici, ale i pro ztrátu důvěry uživatelů v kvalitu systému. Častá místní změna a úprava řešení je další příčina některých nehod. Zaznamenal jsem například na křižovatce obchvatu Golčova Jeníkova silnice I/38 a III/130 po jeho uvedení do provozu ze směru od vnitřního města umístění zákazové značky B1. Věřím, že následky nehod v tomto místě s nedostatečným rozhledem (mostek a vysoká svodidla) byly tragické, přesto, je tato náprava opravdu systémovým řešením? Neukazuje naopak naši bezradnost před, v průběhu i po realizaci investice?

Přál bych dopravnímu systému mnoho řešení, která budou především účinná a efektivní. Nedomnívám se tolik, že naše země potřebuje naprosto okamžitě a zásadně rozšiřovat dálniční síť, jako spíše jednoznačně sjednotit bezpečnostní výbavu silnic první a případně druhé třídy a vybavit je v každém úroňovém křížení odbočovacími a připojovacími pruhy a stoupacími pruhy pro kamionovou dopravu v kopcích. Tato země netrpí každodenními kongescemi, jako západní Evropa. Kapacita cest je tedy dostatečná. Bezpečné pozemní komunikace musí navádět své uživatele k bezpečnému chování a odpouštět mu drobná selhání, kterých se dopustí.

V souladu s cílem Evropské komise připravit plán bezpečnosti silničního provozu v EU na období 2011 – 2020, bylo započato i v ČR s přípravou nové Národní strategie bezpečnosti silničního provozu. Na splnění tohoto úkolu bylo v létě roku 2009 vypsáno výběrové řízení, které vyhrála společnost Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. a byla s ní podepsána smlouva o dílo na vypracování Strategie na období 2011 – 2020. Veškeré přípravy a aktivity spojené tvorbou nové Strategie probíhají v kooperaci s oddělením BESIP Ministerstva dopravy. Tato Strategie navazuje na 4. akční plán bezpečnosti EU a po přijetí bude základním dokumentem bezpečnosti silničního provozu v České republice.

Jak již jsem několikrát uvedl, domnívám se, že kvalita strategických dokumentů a to jak na světové, evropské i národní úrovni je velmi vysoká. Tyto dokumenty podchycují základní východiska a koncepční schémata a určují vize a cíle vytvoření bezpečného dopravního systému. „Vize nula“ - dopravní systém, ve kterém nedojde ke smrtelnému úrazu nebo těžkému zranění je jasným a zřejmým cílem společnosti. Jsme ochotni však do této vize investovat vlastní prostředky? Skutečně všichni děláme všechno pro jeho naplnění? Tak jako si nelze koupit dokonalý telematický systém, ale je nutné jej dlouhodobě vytvářet, nelze si ani podobně koupit bezpečnost dopravního systému. Musíme ji postup-

ně všichni vytvořit. Přesvědčit každého, že jeho osobní investice není zbytečná, že neochrání jenom jeho samotného ale i své okolí. Rovněž tak, že investice samotnou společností jsou účinné a efektivní. Pokud uživatelé nebudou o tomto přesvědčení, nikdy neuvěří ve správnost funkcí systému bezpečnosti a budou je z pohodlnosti či záměrně ignorovat.

6.

CITOVANÁ LITERATURA

1. **RTD, Working Group.** *Safety Forum – Strategic research Agenda – ICT for Intelligent Mobility.* : eSafety, 2010.
2. **al., Margie Peden et.** *World report on road traffic injury prevention.* Ženeva : World Health Organization, 2004. ISBN 92 4 156260 9.
3. **WHITE PAPER** *European transport policy for 2010: time to decide.* Brusel : COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001. COM(2001) 370 final.
4. **BESIP.** *Revize a aktualizace Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2008 – 2010 (2012).* Praha : MD ČR, 2008.
5. **Safety Ratings.** *knowledge base of the European Road Safety Observatory.* [Online] 2009. [Cited: 9 26, 2010.] http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pdf/safety_ratings.pdf.
6. **Lynam D., Castle J., Scoons J., Lawson S.D. , Hill J., Charman, S.** *EuroRAP II Technical Report (2005-6).* s.l. : Foundation for Road Safety Research and EuroRAP AISBL, 2007. TREN-04-ST507.37010.
7. **Mackay, Murray.** *SAFER TRANSPORT IN EUROPE: TOOLS FOR DECISION-MAKING.* Brussel : European Transport Safety Council, 2000.
8. *Road Policing and Traffic.* London : Her Majesty's Inspectorate of Constabulary, 1998. 1-84082-203-1.
9. **CARE - GLOSSARY, V. 1.6.** Brusel : European Commission / Directorate General Energy and Transport, 2006.
10. **Maddison, D., Johansson, O., Pearce, D., Calthrop, E., Litman, T. and Verhoef, E.** *The True Cost of Road Transport.* London : Centre for Social and Economic Research of the Global Environment, 1996. ISBN 1-85383-268-5.
11. **Daňková, A.** Ekonomická stránka dopravních nehod. *Dopravní inženýrství.* 2007, Vol. 02.
12. *Politika bezpečnosti dopravy, ekonomické následky nehod. Observatoř bezpečnosti silničního provozu.* [Online] Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [Cited: 9 12, 2010.] <http://www.czrso.cz/>.

13. **Tony Bliss, Jagadish Guria, Wayne Jones, Craig Lauridsen, Nigel Rockcliffe and Grant Strachan.** *A road safety resource allocation model.* Wellington, New Zealand : Land Transport Safety Authority, 1996. ISBN: 0-478-20604-6.
14. **F. Wegman, L. Aarts.** *Advancing Sustainable Safety.* Leidschendam : SWOV, Institute for Road Safety Research, 1997, 2006. 978-90-807958-7-7.
15. **Mitra, Sudeshna.** *Enhancing Road Traffic Safety: A GIS Based Methodology to Identify Potential Areas of Improvement.* San Luis Obispo : California Polytechnic State University, 2009.
16. **I., Thomas.** Spatial data aggregation: Exploratory analysis of road accidents . *Accident Analysis & Prevention.* 1996, Vol. 28, 2.
17. **Flahaut, B., M. Mouchart, E. San Martin, I. Thomas.** The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones, A comparative approach. *Accident Analysis and Prevention.* 35, 2003, Vol. 6.
18. **Qin, X.** *A Spatial Statistical Approach to Identifying Snow Crash-Prone Locations.* Washington DC : Transportation Research Board Annual Meeting 2007, 2007.
19. **Bejleri I., R. Steiner, D. Kim.** *GIS Methods and Tools for Bicycle and Pedestrian Crash Mapping and Analysis.* Washington DC : Transportation Research Board, 2007.
20. **Bauer K. M., Harwood D. W.** *Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents.* s.l. : Federal Highway Administration, 2000. FHWA-RD-99-094.
21. **Ivan J. N., C. Wang, N. R. Bernardo.** Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure. *Accident Analysis and Prevention.* 32, 2000, Vol. 6.
22. **Ossenbruggen P. J., J. Pendherker, J. N. Ivan.** Roadway safety in rural and small urbanized areas. *Accident Analysis and Prevention.* 2001, Vol. 33, 4.
23. **Karlaftis M. G., Tarko A. P.** Heterogeneity considerations in accident modeling. *Accident Analysis and Prevention.* 1998, Vol. 30, 4.
24. **Noland R. B., Quddus M. A.** A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention.* 2004, Vol. 36, 6.
25. **Aguero-Valverde J., P. P. Jovanis.** Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accident Analysis and Prevention.* 2006, Vol. 38, 3.
26. **Sando T., R. Mussa, J. Sobanjo, L. Spainhour.** Advantages and disadvantages of different crash modeling techniques. *Journal of Safety Research.* 2005, Vol. 36, 5.
27. **kolektiv, V. Porada a.** *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi.* Praha : Linde Praha, 2000. ISBN 80-7201-212-6.
28. **M. Krečmer, F. Kolací, L. Pavlišťová.** *Metoda hodnocení úrovně dopravní nehodovosti v krajích.* Praha : Výzkumný ústav dopravní Žilina, 1986.

29. **Hakkert, A.S and V. Gitelman (Eds.).** *Road Safety Performance Indicators: Manual*. s.l. : Deliverable D3.8 of the EU FP6 project SafetyNet, 2007.
30. **K. Geurts, G. Wets.** *Black Spot Analysis Methods: Literature Review*. DIEPENBEEK : Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit, 2003. RA-2003-07.
31. **Wong, A.** *Using GIS to explore the relationship between road grade and accidents*. s.l. : University of Southern Queensland, Faculty of Engineering & Surveying, 2005.
32. **D. Bolductand, S. Bonin.** *Bayesian Analysis of Road Accidents: A general framework for the multinomial case*. Sainte-Foy, Canada : Université Laval, 1998.
33. **T. Brijs, F. Bossche, G. Wets, D. Karlis.** A model for identifying and ranking dangerous accident locations: a case study in Flanders. *Statistica Neerlandica*. 2006, Vol. 60, 4.
34. **L. Linhua, L. Zhu, D. Z. Sui.** A GIS-based Bayesian approach for analyzing spatial-temporal patterns of intra-city motor vehicle crashes. *Journal of Transport Geography*. ELSEVIER, 2007, Vol. 15.
35. **T. Steenberghen, T. Dufays, I. Thomas and B. Flahaut.** Intra-urban location and clustering of road accidents using GIS: a Belgian example. *International Journal of Geographical Information Science*. 18, 2004, Vol. 2.
36. **Sabel C., Kingham S., Nicholson A., Bartie P.** *Road Traffic Accident Simulation Modelling - A Kernel Estimation Approach*. Dunedin : University of Otago, 2005. .
37. **Anderson, Tessa K.** Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis and Prevention*. Elsevier Ltd., 2009, Vol. 41, 3.
38. **K. Aerts, C. Lathuy, T. Steenberghen, I. Thomas.** *Spatial clustering of traffic accidents using distances along the network*. Minsk : 19th ICTCT workshop, 2006.
39. **I. Yamada, J. C. Thill.** Comparison of planar and network K-functions in traffic accident analysis. *Journal of Transport Geography*. ELSEVIER, 2004, Vol. 12.
40. **E. Moons, T. Brijs, G. Wets.** *Hot Spot Analysis: Improving a Local Indicator of Spatial Association for application in Traffic Safety*. Perugia, Italy : Computational Science and Its Applications - ICCSA 2008, 2008. ISBN: 978-3-540-69838-8.
41. **SPATIAL NESTED SCALES FOR ROAD ACCIDENTS IN THE PERIPHERY OF BRUSSELS. N. ECKHARDT, I. THOMAS.** 1, s.l. : International Association of Traffic and Safety Sciences, 2005, Vol. 29.
42. **N.Lavrač, D.Jesenovec, N.Trdin, N.M.Kosta.** Mining Spatio-temporal Data of Traffic Accidents and Spatial Pattern Visualization. *Metodološki zvezki*. 2008, Vol. 5, 1.
43. **P. Rautela, S. S. Pant.** New methodology for demarcating high road accident risk-prone stretches in mountain roads-. *RESEARCH COMMUNICATIONS. CURRENT SCIENCE*, 2007, Vol. 92, 8.

44. *Estimating the relationship between accident frequency and homogenous and non-homogenous traffic flow.* **Hiselius, L.** Strasbourg, France : Association for European Transport, European Transport Conference, 2003.
45. **Gebers, M. A.** *EXPLORATORY MULTIVARIABLE ANALYSES OF CALIFORNIA DRIVER RECORD ACCIDENT RATES.* Sacramento : California Department of Motor Vehicles, 1997. RSS-97-166.
46. *Disaggregate road accident analysis for safety policy and measures: theoretical aspects and application.* **F. Russo, A. Vitetta.** Strasbourg, France : Association for European Transport, European Transport Conference, 2003.
47. *Indexes and models to analyse road safety within the aggregate approach.* **Postorino, M. N.** Strasbourg, France : Association for European Transport, European Transport Conference, 2003.
48. **M. Chong, A. Abraham, M. Paprzycki.** Traffic Accident Analysis Using Machine Learning Paradigms. *Informatica.* 2005, Vol. 29.
49. **K. Geurts, G. Wets, T. Brijs, K. Vanhoof, D. Karlis.** *RANKING AND SELECTING DANGEROUS CRASH LOCATIONS: CORRECTING FOR THE NUMBER OF PASSENGERS AND BAYESIAN RANKING PLOTS.* Diepenbeek, Belgium : Limburgs Universitair Centrum, Transportation Research Institute, 2006.
50. **Graziella Jost, Marco Popolizio, Richard Allsop, Vojtech Eksler.** *2010 on the Horizon 3rd Road Safety PIN Report.* Brussels : European Transport Safety Council, 2009. ISBN-NUMBER : 9789076024332.
51. **D. Lord, F. Mannering.** *The Statistical Analysis of Crash-Frequency Data: A Review and Assessment of Methodological Alternatives.* s.l. : Texas A&M University, 2010. DOI 10.1016/j.tra.2010.02.001.
52. **Hruběš P., Vlčková V., Derbek P.** *Road Traffic Accidents Analyze - Aggregation in Spatial and Time.* Londýn : Brintex, 16th ITS World Congress, 2009.
53. **Hruběš P., Derbek P., Vlčková V.** *Road Traffic Accidents Analyze Aggregation in Spatial and Time.* Wirellesscom s.r.o. Bratislava : Congress proceedings on ROad Safety of Lives IN Europe, 2009. ISBN 978-80-87205-06-8.
54. *CONSOLIDATED RESOLUTION ON ROAD TRAFFIC.* New York a Geneva : UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, INLAND TRANSPORT COMMITTEE, 2010. ECE/TRANS/211.
55. **Bliss T., J. Breen.** *Implementing the Recommendations of The World Report on Road Traffic Injury Prevention Country ...* Washington : Global Road Safety Facility, World Bank, 2009.
56. *Recommendations for Transparent and Independent Road Accident Investigation.* : Deliverable D4.5 of the EU FP6 project SafetyNet, 2008.
57. **Peltola, H.** *Background and principles of the Finnish safety evaluation tool, TARVA.* Corfu, Greece : International Co-operation on Theories and Concepts in Traffic Safety, 2000.

58. **Anderson, Tessa.** *REVIEW OF CURRENT PRACTICES IN RECORDING ROAD TRAFFIC INCIDENT DATA*. London : Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, 2003.
59. **H.M. Jagtman, A.R. Hale, T. Heijer.** *A support tool for identifying evaluation issues of road safety measures*. Safety Science Group, Faculty of Technology Policy and Management, TU Delft : Elsevier Ltd., 2004.
60. *Fuzzy Clustering of Locations for Degree of Accident Proneness based on Vehicle User Perceptions*. **Jayanth J., C. V. Hariharakrishnan, Suganthi L.** s.l. : WASET.ORG, 2008. Vol. 33. ISSN 2070-3740.

7.

PŘÍLOHY

A. SVĚTOVÉ A EVROPSKÉ AKTIVITY V OBLASTI BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU

I. DLOUHODOBÁ VÝZVA HOSPODÁŘSKÉ KOMISE OSN, SVĚTOVÉ ZDRAVOTNICKÉ ORGANIZACE A SVĚTOVÉ BANKY

Od roku 1947 je bezpečnost silničního provozu jedním z hlavních problémů EHK OSN (54). Pod její záštitou bylo vypracováno několik mezinárodních právních nástrojů, včetně úmluvy o silničním provozu a protokolu o dopravním značení (Convention on Road Traffic and its Protocol on Road Signs and Signals) z roku 1949, následované dvěma úmluvami z roku 1968 o provozu na pozemních komunikacích a o dopravních značkách a signálech (Road Traffic and on Road Signs and Signals) a příslušné evropské dohodě z roku 1971, která je doplnila.

Tyto právní nástroje a zejména úmluvy obecně, jsou významné referenční body nejen pro mezinárodní harmonizaci předpisů upravujících provoz, dopravní značení, signalizaci a chování řidičů, ale také pro vypracování národních standardů silničního provozu. Ve svém usnesení 60 / 5 ze dne 26. října 2005 Valné shromáždění OSN vyzvalo členské státy, aby dodržovaly tyto úmluvy a zesílily tak úsilí o dosažení vysoké úrovně bezpečnosti silničního provozu v jednotlivých zemích.

Kromě těchto právních nástrojů vydala EHK OSN dvě konsolidované rezoluce, o silničním provozu (R.E.1) a o dopravních značkách a signálech (R.E.2) zaměřené k posílení úmluv z roku 1968 a doplňující Evropské dohodě. I když tyto rezoluce nemají závaznost úmluv, uvádějí další podrobnosti a poskytují tak katalog opatření a postupů, ke kterým jsou státy vyzývány k implementaci na dobrovolném základě. Kromě toho, bylo zahájeno pořádání „Týdnů bezpečnosti silničního provozu“ v regionech EHK OSN, které proběhly od roku 1990 čtyři. Zahájila se tradice prvního Globálního týdne bezpečnosti silničního provozu, který se konal v dubnu 2007.

Na Světový den zdraví (7. dubna 2004) Světová zdravotnická organizace (WHO) a Světová banka společně zveřejnily zprávu s názvem Světová zpráva o prevenci zranění z provozu na pozemních komunikacích (the World Report on Road Traffic Injury Prevention), s důrazem na naléhavý požadavek na vlády a další klíčová odvětví, aby znásobily své úsilí k zabránění úmrtí a zranění na silnicích.

V reakci na Světovou zprávu a na akce pořádané v okolí Světového dne zdraví, politické orgány přijaly dvě hlavní nové rezoluce o bezpečnosti silničního provozu. Dne 14. dubna 2004 Valné shromáždění spojených národů, na zvláštním plenárním zasedání zaměřeném na lepší porozumění rozsahu problému zranění ze silničního provozu, přijalo třetí usnesení (58 /289) nazvané Zlepšení globální bezpečnosti silničního provozu (Improving global road safety).

Toto usnesení vyzvalo WHO, jednající v úzké spolupráci s regionální komisí Organizace spojených národů, k zajištění koordinace v otázkách bezpečnosti silničního provozu v rámci systému Organizace spojených národů. V rámci WHO, bezpečnost silničního provozu získala zvláštní pozornost Světového zdravotnického shromáždění poprvé po 30 letech, a to prostřednictvím přijetí usnesení o bezpečnosti silničního provozu (usnesení WHA 57.10) s názvem Bezpečnost silničního provozu a ochrana zdraví (Road safety and health).

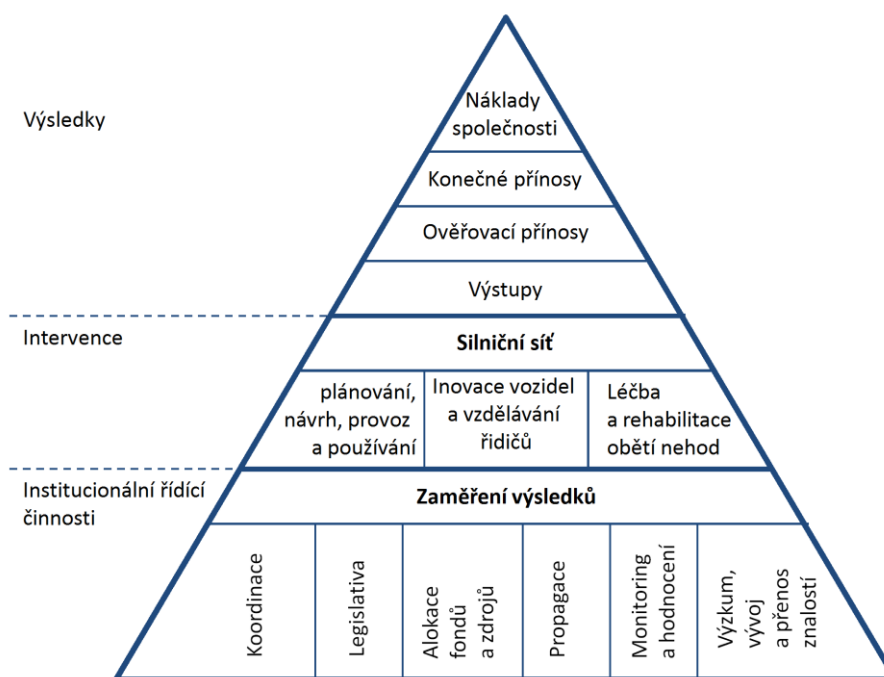
V roce 2005, jako pokračování svých předchozích usnesení, EHK OSN opět řešila bezpečnost silničního provozu, kdy po zprávě generálního tajemníka (A/60/181) přijala čtvrté usnesení (60 / 5 ze dne 26. října 2005). Zde bylo vyjádřeno znepokojení nad pokračujícím růstem dopravní nehodovosti s úmrtím a poraněním na celém světě, zejména v rozvojových zemích a omezenou kapacitou věnovanou k řešení problémů bezpečnosti silničního provozu v těchto zemích. Usnesení rovněž přivítalo pokrok dosažený při zřizování nových iniciativ příslušnými agenturami OSN a jejich mezinárodními partnery v této oblasti.

Naposledy se Valné shromáždění OSN zabývalo předmětem v usnesení 62/244 „Zlepšení globální bezpečnosti silničního provozu“ (Improving global road safety) přijatým dne 31. března 2008, ve kterém mimo jiné ocenilo činnosti regionálních komisí Spojených národů a jejich pomocných orgánů, při zvyšování jejich aktivity v oblasti bezpečnosti silničního provozu. Dále obhájilo zvýšený politický závazek k bezpečnosti silničního provozu a pokračující závazek Evropské hospodářské komise OSN pro globální akci při vypracování globálních technických předpisů pro motorová vozidla a pro změny „Úmluvy o silničním provozu“ a „Úmluvy o dopravním značení a signálech“.

Spolu s novým globálním průvodcem managementu bezpečnosti silničního provozu, který byl připraven pro usnadnění realizací a doporučení Světové zprávy připravené Světovou bankou (2009), doporučuje právní rámec UNECE rezoluce, které poskytují klíčové nástroje na pomoc členským státům při přijímání strategických priorit a rámců, k posílení systémů managementu silniční bezpečnosti a adekvátnímu provádění aktivit, k dosažení pozitivních výsledků v bezpečnosti silničního provozu.

Bezpečnost silničního provozu je doména, která je především v odpovědnosti místních, obecních a vnitrostátních orgánů a která vyžaduje více pozornosti (55). Toto je zřejmé zejména v případě rozvojových zemí a zemí v procesu transformace, které jsou velmi rychle motorizovány a která musí udržet rostoucí ztráty z bezpečnosti silničního provozu pod kontrolou. Výzkum a zkušenosti ukazují, že je třeba udělat mnoho práce ke snížení úmrtí a vážných zranění. V řadě zemí s vysokými příjmy se to podařilo až o 50%, ale zároveň si takové země vybudovaly značnou kapacitu pro management bezpečnosti silničního provozu.

Úspěch v řízení následků bezpečnosti silničního provozu vyžaduje systematické a plánované posilování systému řízení bezpečnosti silničního provozu. Na bezpečnost silničního provozu je nahlíženo několika mezinárodními organizacemi jako na výrobní proces, jak uvádí obrázek 39, kde institucionální řídicí funkce poskytují strojovnu s celou řadou účinných a systémových zásahů k dosažení výsledků, jako dlouhodobých strategií a kvantitativních průběžných cílů.



Obrázek 39 Systém managementu bezpečnosti silniční nehodovosti

Chcete-li být úspěšní v boji proti špatné bezpečnosti silničního provozu, musí všechny vlády zavést systém pro management silniční bezpečnosti a politiky bezpečnosti silničního provozu, která řeší všechny jeho prvky a vazby. Klíčové prvky politiky bezpečnosti silničního provozu jsou uvedeny v následujícím seznamu:

1. Prosazování pevné politické vůle, aby se dosažení výsledků bezpečnosti silničního provozu se stalo otázkou národního významu.
2. Vytvoření vládní agentury - oddělení odpovědného za bezpečnost silničního provozu, které může organizovat a koordinovat akce jménem vlády, podle doporučení Světové zprávy.
3. Zpracovat na vysoké úrovni přehled současného výkonu v oblasti bezpečnosti a kapacit pro management bezpečnosti silničního provozu.
4. Nastavení nebo rozvoj institucionálních, právních a finančních rámcových podmínek potřebných k zahájení činností nebo rozvoji silniční bezpečnostní politiky a systému řízení bezpečnosti silničního provozu.
5. Zapojit podle různých povinností a kompetencí všechny klíčové účastníky na národní a místní úrovni, volené zástupce, soukromé subjekty, průmysl, zdravotnictví a odborníky z jiných oborů, se zřízením účinné koordinační hierarchie.

6. Identifikovat problémy na základě podkladů založených na seriozních odborných analýzách a interpretaci a zjištění potenciálu pro dosažení výsledků v oblasti bezpečnosti silničního provozu ve střednědobém horizontu.
7. Definovat realistické, ale ambiciózní kvantitativní cíle pro přechodné období, případně ve shodě a rámcem dlouhodobých cílů.
8. Vypracovat národní strategii a akční plán.
9. Cílem je předcházet nehodám zahrnujícím úmrtí a vážná zranění, stejně jako snížení jejich závažnosti a následků a újmy. Je třeba vzít v úvahu různé prvky bezpečnosti silničního provozu: uživatele, vozidla, infrastrukturu a lékařskou a péči. I když je pravda, že lidská chyba je hlavní příčinou nehod, nemělo by toto vést k závěru, že všechna preventivní úsilí by se měla soustředit pouze na prostředky, které přímo ovlivňují chování lidí (např. vzdělávání, informační kampaně, předpisy, dohled, sankcionování). Chování může být ovlivněno rovněž nepřímo (například změnou designu silnic, ITS službami nebo zlepšením ergonomie vozidla). V případě nehody, zranění mohou být minimalizována ochrannými prvky vozidla a následky úrazů mohou být minimalizovány rychlou komunikací a reakcí s účinnou lékařskou péčí.
10. Začlenit bezpečnosti silničního provozu v rámci politik týkajících se mobility, dostupnosti, zdraví a životního prostředí.
11. Porovnat náklady a efektivnosti různých realizovaných opatření k prevenci nehod a zmírnění jejich následků.
12. Recenzovat, přijímat a prosazovat potřebné právní předpisy (pro stanovení strategie, jakož i stanovení institucionální pravomoci), zajištění udržitelných finančních zdrojů, opatření na podporu, předávání znalostí a také vhodných metod pro sledování a hodnocení přijatých opatření.

Od roku 1950 proběhly čtyři významné fáze vývoje přístupu k řešení managementu bezpečnosti silničního provozu, které se staly postupně více a více ambiciózní, pokud jde o žádoucí výsledky. Ad hoc přístupy předchozích fází dokládající jejich neúčinnost jsou uvedeny v následujícím seznamu:

Fáze 1 – Zaměření se na řidiče. V padesátých a šedesátých letech minulého století management bezpečnosti byl obecně charakterizován jako rozptýlený, nekoordinovaný a nedostatečně finančně podporován s institucionálními jednotkami, které vykonávaly izolované funkce. V politikách bezpečnosti silničního provozu byl kladen značný důraz na řidiče, kterému se stanovily legislativní pravidla a sankce, a očekávaly se následné změny v chování, podporované informačními a propagačními akcemi. Bylo argumentováno, že k příčině nehody přispívá především lidská chyba, a tedy by se mohla nehodovost vyřešit co nejefektivněji prostřednictvím vzdělávání a odborné přípravy řidičů silničního provozu, aby se řidiči chovali lépe. Svalení břemena viny na oběti provozu se ukázalo jako hlavní překážka proto, aby příslušné orgány převzaly plnou odpovědnost za větší bezpečnost systému silničního provozu.

Fáze 2 - Zaměření se na systémové zásahy. V sedmdesátých a osmdesátých letech tyto dřívější přístupy ustoupily strategiím, které uznaly potřebu systémového přístupu intervencí. Dr. William Haddon, americký epidemiolog, vypracoval systematický rámec pro bezpečnost silničního provozu na základě modelu, který zahrnoval infrastrukturu, vozidla a uživatele v před nehodové, nehodové a po nehodové fázi. Středem této práce byl důraz na efektivní řízení přeměny kinetické energie při srážce, která vede k poškození tak, aby hranice lidské tolerance ke zranění nebyla překročena. Zaměření politik se rozšířilo od důrazu na řidiče na fázi před nehodou, na preventivní ochranu (vozovky a vozidla) a po-nehodovou péči. To systémově rozšířilo přístup k intervenci a komplexní interakci faktorů, které ovlivňují výsledky zranění. Byl podpořen zásadní posun v praxi bezpečnosti silničního provozu, který se vyvíjel několik desetiletí. Nicméně, zaměření zůstalo pouze na úrovni systematického zásahu a přímo neoslovilo institucionální řídicí funkce realizující tyto zásahy nebo výsledky od nich požadované.

Fáze 3 - Zaměření se na systémové zásahy, cílené výsledky a institucionální vedení. V devadesátých letech prováděly země s velmi dobrou bezpečností silničního provozu akční plány s kvantitativním vyjádřením cílů, jichž mělo být dosaženo a uplatňovaly širokou paletu systémových opatření, založených na sledování a hodnocení stavu systému. Při průběžném sledování bylo zjištěno, že rostoucí motorizace nemusí nutně vést ke zvýšení úmrtnosti, ale může být odvrácena kontinuálním a plánovaným přidělem investic do zlepšení kvality dopravního systému. Spojené království, například, o polovinu snížilo míru úmrtnosti (na 100 000 obyvatel) v letech 1972 a 1999, navzdory zdvojnásobení počtu motorových vozidel. Klíčové institucionální řídicí funkce byly stále více efektivní. Role institucionálního vedení byly identifikovány, mezivládní koordinační procesy byly založeny a financovány a mechanismy rozdělování zdrojů i další procesy byly stále lépe sladěny s požadovanými výsledky. Odpovědnost uspořádání byla zvýšena použitím cílové hierarchie propojení institucionálních průběžných výstupů na závěrečné výsledky při koordinaci a integrování oborových aktivit. Touto fází byl položen základ pro dnešní osvědčené postupy a její výsledky odrážejí stav vývoje v mnoha vyvinutějších zemích i v současnosti.

Fáze 4 - Zaměření se na systémové zásahy, dlouhodobou eliminaci usmrcení a vážných zranění a sdílené odpovědnosti. V pozdních devadesátých letech dvě z nejúspěšnějších zemí rozpoznaly, že zlepšení vzhledem k ambiciózním cílům bude vyžadovat přehodnocení intervencí a institucionálních mechanismů. Nizozemská Udržitelná bezpečnost (14) a švédská Vize nula (Vision Zero, Tingvall, 1995) upravily strategii úrovně ambicí a stanovily cíl, aby byl silniční systém skutečně bezpečný. Důsledky této ambice jsou v současné době propracovávány v dotčených zemích i jinde. Tyto strategie potvrzují, že management systému je stěžejní. Proto zaměřily pozornost na konstrukce vozidel, na komunikace a na s nimi související ochranné prvky. Prvotní „chyba oběti“ byla nahrazena za „chybu v systému“, čímž je přikládán důraz na odpovědnost provozovatele. Tyto příklady přístupu zabezpečení systému ovlivňují strategii v Norsku, Finsku, Dánsku, Švýcarsku a Austrálii.

Dnes rostoucí názor je, že bezpečnost silničního provozu je rozsáhlý systém se sdílenou oborovou zodpovědností, která je stále více ambiciózní, pokud jde o zaměření na výsledky. Udržení úrovně ambicí dnes nastavených ve vysoce rozvinutých zemích vyžaduje

systém řízení bezpečnosti silničního provozu, založený na účinných institucionálních funkcích, které přinášejí odborné intervence k dosažení požadovaných výsledků.

Dosažení hlavního cíle, odstranění úmrtí a vážných zranění, bude vyžadovat pokračující uplatňování osvědčených přístupů v praxi ze třetí fáze cílených programů ve spojení s inovativními řešeními, která je třeba ještě určit na základě dobře stanovených zásad bezpečnosti.

II. GRSP – GLOBAL ROAD SAFETY PARTNERSHIP

Mezinárodní organizace sídlící v Ženevě jako hostující program organizace Mezinárodní federace Červeného kříže a Červeného půlměsíce (IFRC) zabývající se nehodovostí v rozvojových zemích. Cílem je předání zkušeností a financí lokálním institucím a následně omezit rostoucí počet smrtelných zranění spojený s rozvojem automobilismu v rozvojových zemích.



III. FIA FOUNDATION

FIA Foundation je nezávislá charitativní organizace ve Velké Británii, která si klade za cíl spolupracovat na mezinárodní (celosvětové) úrovni a spojovat tak jednotlivé odborníky z různých zemí.

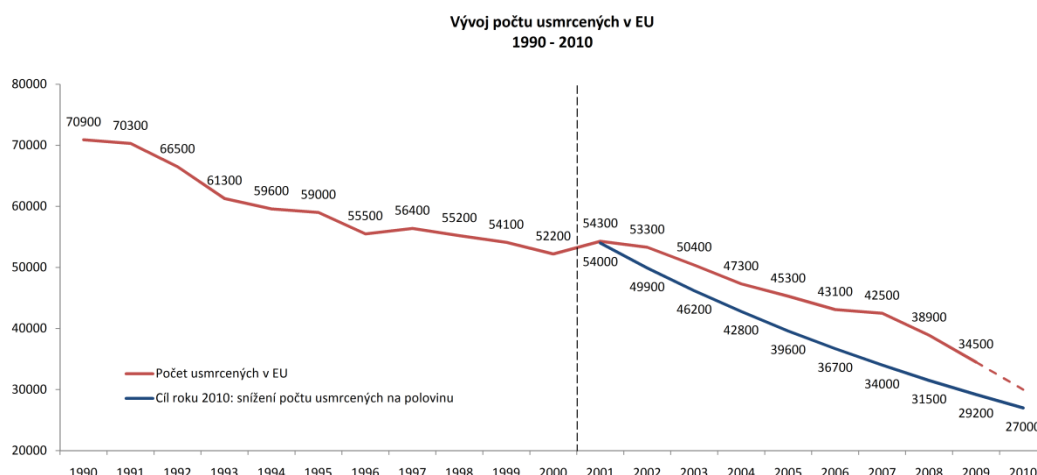


Hlavní kampaní je projekt – Make Roads Safe (<http://www.makeroadssafe.org>). Spíše než na vlastní analýzu nehodovosti na pozemních komunikacích se organizace zaměřuje na rostoucí vliv dopravy a dopravních nehod a jejich následky. Úzce spolupracuje s WHO - World Health Organization.

Více informací je možné získat na stránkách <http://www.fiafoundation.org/>

IV. EVROPSKÁ KOMISE, DOPRAVA A BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU

Jak již bylo zmíněno, Evropská unie si dala velmi ambiciózní cíl, snížit do roku 2010 počet usmrcených při nehodách o 50 procent. Obrázek 40 ukazuje aktuální vývoj a plnění tohoto cíle.



Obrázek 40 Plnění plánu snížení usmrcených v rámci Evropské unie

Zdroj: CARE (EU road accidents database), národní data

V prosazování bezpečnosti dopravy v EU jsou neustále diskutovány základní nástroje pro podporu a přijímání rozhodnutí. Základním stavebním kamenem úspěchu je uznání východiska, že pro snížení počtu dopravních nehod mají být uplatněny známé a ověřené vědecké postupy a strategie.

Specifické oblasti akcí EU, jsou:

- Zlepšení datových systémů ve všech členských státech a vývoj databáze pro všechny druhy dopravy na úrovni EU.
- Stanovení cílů pro snížení nehod s usmrcením, zejména v silniční dopravě, jak pro členské státy, tak EU jako celku.
- Stanovení ukazatelů výkonnosti pro členské státy a EU tak, aby mohlo být prováděno srovnání a bylo možné sledovat změny těchto ukazatelů v čase.
- Podporovat vytvoření nezávislých agentur pro vyšetřování nehod ve všech druzích dopravy.
- Vyhlašovat nové směrnice EU v oblastech, kde EU má výhradní odpovědnost, zejména v bezpečnostním designu vozidel a v nichž EU přináší přidanou hodnotu.
- Podpořit předávání znalostí a osvědčených postupů k vyrovnání úrovně rizik dopravních nehod ve všech členských státech.
- Specificky podporovat nové technologie pro motorová vozidla, např. ADAS systémy.
- Usilovat, aby byly podporovány národní programy dopravní bezpečnosti na základě strategického cílení, programy zaměřené na bezpečnost ve všech druzích dopravy s tím, že hlavní prioritou je snížení usmrcených a zraněných.

Veškerá opatření a aktivity je nutné provádět za použití prostředků, které jsou odpovídající sledovaným cílům, a tak setřít rozdíl mezi tím, co je známo, že je dobré a účinné a co je skutečně přijato a tolerováno jako dobré řešení.

Evropský parlament prohlásil, že bezpečnost dopravy by měla být nejvyšší prioritou na úrovni Evropské unie. Je třeba strukturovat společné dopravní bezpečnostní politiky tak, aby byla realizace těchto prohlášení v souladu s alokováním prostředků v poměru ke skutečnému rozměru problému dopravní bezpečnosti. Bezpečnost dopravy by měla mít vysokou prioritu, bohužel však bezpečnostní rozpočet EU pro všechny dopravní módy pro rok 2010 (kap. 06 07 -Zabezpečení a ochrana uživatelů energie a dopravy) je cca 2 900 000 EUR. Pro důvěryhodnost politiky musí EU klást větší důraz na toto téma.

Tabulka 15 poskytuje základní informace o hlášených úmrtích v přepravě cestujících podle módu dopravy v rámci EU, míra úmrtnosti na 100.000 lidí a celkový počet projetých kilometrů ročně v každém režimu. Drtivá převaha úmrtí v silniční dopravě je zřejmá.

EU27 - 2008	Usmrceno v EU	Míra úmrtnosti na 100 000 obyvatel	Vzdálenost bilion km
Silnice	38875	7,81	5427
Železnice	83	0,017	498
Letectví	154	0,031	561

Tabulka 15 Úmrtí v přepravě cestujících podle módu dopravy v rámci EU

Rizika lze hodnotit na základě projeté vzdálenosti nebo na době strávené v určitém dopravním módu. Tabulka 16 tato rizika vyčísľuje. Opět platí, že vysoké riziko je zřejmé pro silniční dopravu. Vyčíslení je zdánlivě jednoduché, ale je založeno na odhadu expozice v celé EU a tedy ilustruje mezery v našich znalostech o dopravním systému.

EU27 - 2008	Riziko na 10 ⁸ osobo kilometrů	Riziko na 10 ⁸ osobo hodin
Silnice	7,16	645
Železnice	0,17	20
Letectví	0,27	110

Tabulka 16 Rizika v dopravě podle módu

Statistiky usmrcených ve skutečnosti představují jen malou část celkového obrázku o dopravních nehodách. Z hlediska socio-ekonomických nákladů připadá na nehody s usmrcením méně než jedna třetina z celkových nákladů silniční nehod. Při sledování nehod se zraněním však pro členské státy EU existují velmi rozdílné varianty definice újmy na zdraví a rovněž časté neúplné vykazování.

Tabulka 17 ukazuje poměr fatální a závažné újmy pro jednotlivé země EU. Vzhledem k tomu, že obecně definici vážné nehody určuje lékař či nemocnice při převzetí pacienta do své péče, tato data ukazují, jak závažným problémem je samotná klasifikace a nevykazování nehod v některých zemích.

EU 2008	Usmrcení	Zranění	Poměr zraněných proti usmrceným
Belgie	944	55643	58,94
Bulharsko	1061	9952	9,38
Česká republika	1076	28501	26,49
Dánsko	406	5923	14,59
Německo	4477	409047	91,37
Estonsko	132	2398	18,17
Irsko	280	7865	28,09
Řecko	1555	19010	12,23
Španělsko	3100	130947	42,24
Francie	4275	93798	21,94
Itálie	4731	310739	65,68
Kypr	82	1963	23,94
Litva	316	5408	17,11
Lotyšsko	499	5940	11,90
Lucembursko	35	1239	35,40
Maďarsko	996	25369	25,47
Malta	15	1172	78,13
Nizozemsko	677	27525	40,66
Rakousko	679	50521	74,41
Polsko	5437	62097	11,42
Portugalsko	885	43824	49,52
Rumunsko	3061	36177	11,82
Slovinsko	214	12742	59,54
Slovensko	558	11040	19,78
Finsko	344	8513	24,75
Švédsko	397	26248	66,12
Anglie	2645	237811	89,91

Tabulka 17 Poměrný index následků nehodovosti pro členské země EU

Evropská unie potřebuje strategie založené na znalostech. Každý dopravní mód má svoji úroveň znalostí a historii úspěchů a neúspěchů bezpečnostních protiopatření. Výzkum se opírá o osvědčené postupy jednotlivých druhů dopravy s aplikací protiopatření v pěti oblastech:

- Řízení doby expozice v dopravním systému
- Systémový design vozidel a infrastruktury
- Změny v chování uživatelů
- Zmírnění závažnosti poranění.
- Zlepšení nehodové záchranné a lékařské péče

Těchto pět přístupů vede k celkové strategii, v níž jsou stanoveny cíle na snížení rizik nehod a vyvinut logický plán postupu efektivních protiopatření, pro splnění těchto cílů v definovaném časovém rozmezí.

Stránky Evropské komise pro oblast bezpečnosti v dopravě jsou základním informačním zdrojem. Informují laickou veřejnost i odborníky o aktivitách komise, statistikách, projektech, politikách, znalostní bázi úspěšných opatření.

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/index_en.htm

V následujících kapitolách jsou zmíněny projekty organizací, které jsou podporovány EU s cílem snížit nehodovost v rámci Evropské unie dle plánu z bílé knihy.

V. SAFETYNET – ERSO (EUROPEAN ROAD SAFETY OBSERVATORY)

Projekt SafetyNet byla založen s ohledem na cíl Evropské unie definovaný v Bílé knize. Věnoval se celé řadě oblastí silniční dopravní bezpečnosti ohledně sběru dat, vyšetřování nehod (56), hodnocení nehodovosti, analýzám a modelováním dat.



ERSO je pilotní webová stránka projektu. Primárním cílem bylo vytvoření systému, který by umožnil sdílet znalosti, postupy a metodiky o dopravní nehodovosti. Vytvořená znalostní databáze je rozčleněna na základní skupiny věnující se konkrétní problematice jako např.:

- eSafety
- alkohol
- mladí řidiči
- staří řidiči
- analýza nákladů a přínosů
- opatření po vzniku nehody
- koordinace opatření ke snížení nehodovosti – road safety management
- komunikace
- hodnocení bezpečnosti
- nepřiměřená rychlost
- prostředky k dodržování rychlosti
- chodci a cyklisti
- motocykly
- bezpečnost vozidel
- únava
- dopravní nehody v rámci výkonu zaměstnání
- kvantitativní vyhodnocení cílů ve snižování nehodovosti

Každá z těchto sekcí je detailně zpracována s mnoha odkazy na detailní studie a na literaturu.

Projekt byl natolik úspěšný, že jeho výstupy jsou nyní integrovány do stránek Evropské komise. Výsledky projektu je možné získat na stránkách European Road Safety Observatory http://ec.europa.eu/transport/wcm/road_safety/erso/safetynet/content/safetynet.htm

VI. SUPREME – SUMMARY AND PUBLICATION OF BEST PRACTICES IN ROAD SAFETY IN THE EU MEMBER STATES

Úkolem projektu SUPREME bylo shromáždit, analyzovat, shrnout a zveřejnit nejlepší postupy ve zvyšování bezpečnosti silničního provozu v členských státech Evropské unie, ve Švýcarsku a Norsku. Projekt je souhrnem nejlepších postupů v národním měřítku a snaží se představit výsledky projektu evropským národním/regionálním pracovníkům

s rozhodovací a politickou pravomocí, a tím podpořit přijetí úspěšných strategií a opatření v bezpečnosti silničního provozu.

Záměrem tohoto projektu bylo přispět k dosažení cíle snížit počet smrtelných dopravních nehod do roku 2010.1 o 50 %. Projekt zadalo GR TREN Evropské komise. Projekt byl zahájen v prosinci roku 2005 a ukončen v červnu roku 2007. Bylo do něj zapojeno celkem 31 národních a mezinárodních organizací působících v bezpečnosti silničního provozu. Více informací o projektu a jeho výsledcích lze najít na adrese:



http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/publications/projectfiles/supreme_en.htm

VII. ETCS – EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL

ETCS je nezisková organizace založená v Belgii v roce 1993 jakožto organizace podporující expertním poradenstvím Evropskou komisi, parlament a členské státy s hlavním cílem snížení počtu a závažnosti silničních nehod. Spojuje mnoho národních organizací a odborníků zabývajících se dopravní nehodovostí.



ETCS v oblasti silniční nehodovosti vypracovává základní koncepční dokumenty, např. akční programy Evropské unie, vydává poziční dokumenty, přehledy, publikace a časopisy, shromažďuje podklady o úspěšných opatřeních, vytváří hodnotící kritéria (Road Safety Performance Index) a je zapojena do řady projektů a kampaní.

Informace o aktivitách ETCS je možné získat na stránkách: <http://www.etsc.eu>

VIII. ESAFETY

Iniciativa eSafety byla založena v dubnu 2002 jako kooperační vícesektorová iniciativa vycházející ze spolupráce veřejného a soukromého sektoru mezi všemi zainteresovanými stranami (Komise, členské státy, provozovatelé infrastruktury, telekomunikační průmysl, výrobci vozidel) se zaměřením na urychlení vývoje, implementace a používání inteligentních integrovaných systémů bezpečnosti silničního provozu, kde dochází k využití informačních a komunikačních technologií pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu.



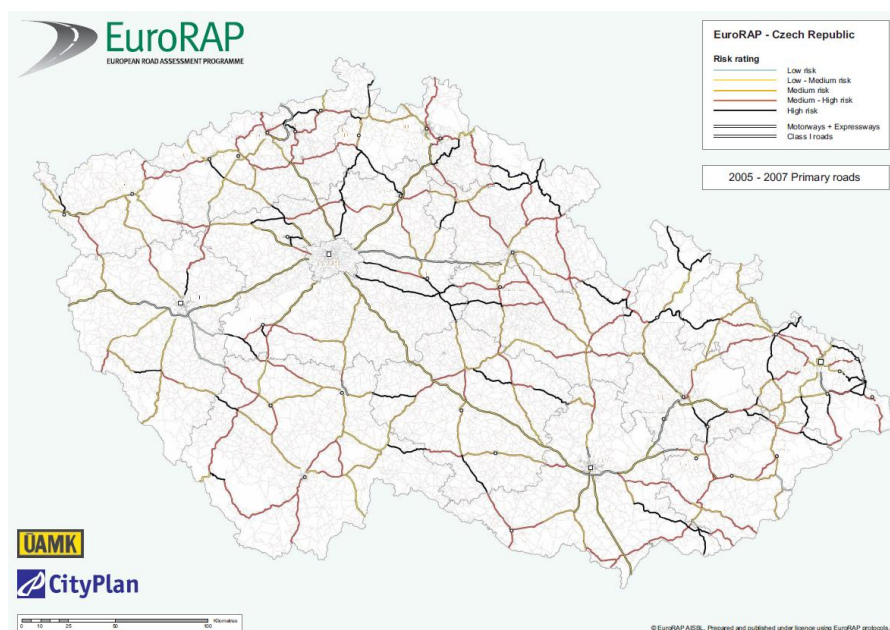
Více informací o iniciativě eSafety naleznete na stránkách:

http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/index_en.htm

IX. EURORAP

EuroRAP je mezinárodní nezisková organizace registrovaná v Belgii. Členy jsou národní a regionální zástupci z mnoha zemí, přičemž EuroRAP je dceřiný program EuroNCAP, který se zaměřuje na bezpečnost komunikací. K hlavním cílům organizace patří snížení smrtelných nehod a nehod s těžce raněnými a ohodnocení bezpečnosti komunikací napříč jednotlivými státy. Tato organizace je zastoupena i v Austrálii (AusRAP) a Spojených státech amerických (UsRAP).

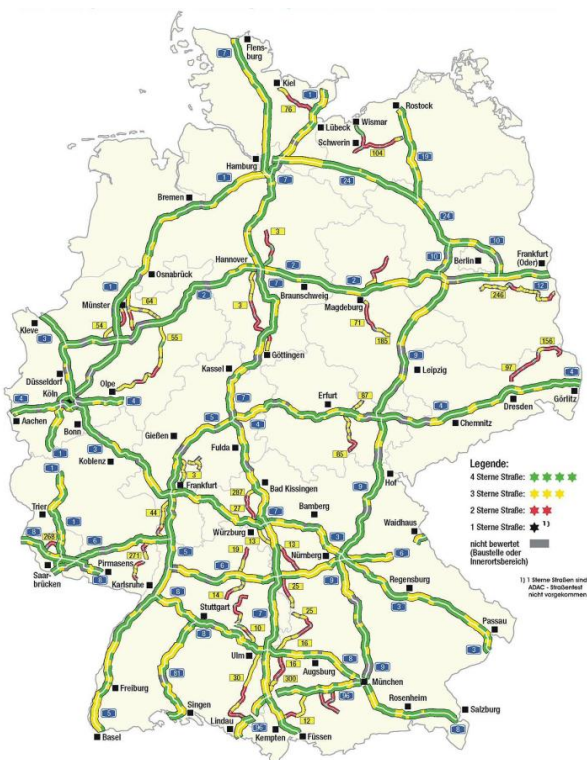
Obrázek 41 ukazuje jeden z výstupů tohoto projektu pro silnice I.třídy v ČR, vytvoření mapy (risk rating) porovnávající míru rizika vzniku nehody jednotlivých úseků komunikací.



Obrázek 41 Ukázka mapování rizik protokolem EuroRAP

Zdroj: EuroRAP - http://www.eurorap.org/risk_maps; citováno 08.10.2009

Obrázek 42 ukazuje výstup z mapování nejvýznamnějších silnic a dálnic v Německu z pohledu charakteristických vlastností těchto komunikací, ochranných prvků, vzhledem k události nehody. Vyhodnocují se návrhové parametry komunikací, podélné a příčné vedení, bezprostřední okolí komunikací apod.



Obrázek 42 Ukázka mapování ochranných prvků komunikací protokolem EuroRAP

Zdroj: EuroRAP Star ratings maps - http://www.eurorap.org/rps_maps; citováno 08.10.2009

Program je možné sledovat na stránkách European Road Assessment Programme:

www.eurorap.org

X. RIPCORDER-ISEREST – ROAD INFRASTRUCTURE SAFETY PROTECTION

Z dřívějších studií bylo patrné, že nejvíce smrtelných nehod se vyskytuje na komunikacích s obousměrným provozem nižších tříd a právě nehody na těchto komunikacích byly hlavním cílem výzkumu tohoto projektu.



Výsledné práce této skupiny pocházejí především z let 2006 a 2007, a přestože je organizace zaměřena pouze na část sítě pozemních komunikací, mnoho provedených studií je použitelných v celém odvětví dopravní nehodovosti. Hlavní projekty byly zaměřeny na tato témata:

- Zhodnocení metod snižování nehodovosti a predikční modely
- Návrh pozemní komunikace a blízkého okolí
- Metodiky hodnocení nehodovosti – postupy, kvalifikace auditorů
- Průzkum bezpečnosti komunikací
- Vyhodnocení kritických míst a úseků na pozemních komunikacích – metody a implementace
- Doporučení pro další výzkum a standardizaci
- Chování účastníků provozu na pozemních komunikacích
- Expertní systémy v nehodovosti

- Ukazatele bezpečnosti na pozemních komunikacích
- Podpůrné prostředky pro hodnocení nehodovosti založené na GIS technologiích
- Praktická ukázka opatření ke snížení nehodovosti na silnicích nižších tříd
- Opatření ke snížení nehodovosti na silnicích nižších tříd

Výsledky projektu je možné získat na stránkách: <http://ripcord.bast.de>

B. PROGRAMOVÁ ŘEŠENÍ A PROJEKTY BEZPEČNOSTI PROVOZU V ČR

V následujících odstavcích jsou uvedené projekty a aplikovaná řešení z oblasti silniční nehodovosti.

I. NEHODY V MAPĚ ČR, POLICIE ČR A CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

<http://www.jdvm.cz/pcr/>

Systém přístupný veřejnosti na webových stránkách www.policie.cz na odkazu Nehody v mapě ČR. Informace o dopravních nehodách jsou touto formou zprostředkovány veřejnosti v prostředí internetu a to prostřednictvím geografického informačního systému provozovaného Centrem dopravního výzkumu v.v.i (veřejná výzkumná instituce).

Systém je nutné odlišit od aplikací, jejichž cílem je informování o aktuální situaci v provozu na pozemních komunikacích. Hlavní funkcí systému je možnost zobrazení výskytu nehod v mapě a to na základě předem zvoleného výběru kritérií. Tímto kritériem může být čas, příčina nehody, hydrometeorologické okolnosti, následky, atd. Kritéria je možné kombinovat podle zájmu a zaměření uživatele. Ke každé nehodě se zobrazí protokol o nehodě zpracovaný pracovníky Policie ČR (mimo osobních údajů). Údaje bude možné zobrazit a vytisknout ve formátu PDF.

II. SYSTÉM PRO JEDNOTNOU LOKALIZACI DOPRAVNÍCH NEHOD, VARS BRNO A CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Cílem projektů je zvýšení bezpečnosti silničního provozu na pozemních komunikacích České republiky realizací protinehodových opatření v místech s vysokou koncentrací nehod a sledování jejich efektivity.

Systém se skládá ze tří hlavních částí:

- První část je instalována ve výjezdních automobilech dopravní policie a zajišťuje jednotnou lokalizaci dopravních nehod na celém území České republiky včetně evidence podrobných informací o nehodě. Policie provádí lokalizaci dopravní nehody pomocí přístrojů GPS přímo v místě, během vyšetřování dopravní nehody. Informace o souřadnicích dopravní nehody jsou zaneseny do systému, který následně událost lokalizuje v mapě a zajistí další potřebné údaje pro přesnou lokalizaci nehody.
- Druhá (analytická) část systému na základě získaných údajů o dopravních nehodách zajistí nalezení nehodových lokalit na celé síti komunikací České republiky a umožňuje dopravním inženýrům provádět různé odborné analýzy (sledování relativní dopravní nehodovosti, sledování ukazatele ekonomických ztrát apod.) Systém pak dopravním inženýrům nabídne vhodné řešení, resp. sanaci nalezených nehodových lokalit prostřednictvím protinehodových opatření a umožňuje sledovat návratnost a efektivitu realizovaných protinehodových opatření.
- Třetí (publikační) část systému slouží pro publikování informací o dopravních nehodách, nehodových lokalitách a protinehodových opatření odborné veřejnosti a složkám Integrovaného záchranného systému, městům, obcím apod.

III. ČESKÁ OBSERVATOŘ BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU, CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

<http://www.czrso.cz>

Observatoř bezpečnosti silničního provozu vznikla v rámci projektu Vědy a výzkumu Ministerstva dopravy (veden pod označením 1F54L/093/050 „Česká observatoř bezpečnosti silničního provozu - informační systém pro podporu přijímání vhodných opatření ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích“, zkráceně SENZOR).

OBSERVATOŘ
bezpečnosti silničního provozu

Hlavním účelem projektu je snížení nehodovosti provozu na pozemních komunikacích v České republice zefektivněním procesu přijímání vhodných opatření pro snížení nehodovosti v provozu na pozemních komunikacích na všech úrovních státní správy, pomocí informací získaných z datového skladu Observatoře. Vedlejším účelem Observatoře je založení rutinního sběru doposud chybějících, i když velmi důležitých, nepřímých ukazatelů bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích (rychlosti vozidel, používání bezpečnostních pásů apod.).

Hlavním důvodem pro tvorbu Observatoře je na jedné straně nedostatek dat pro identifikaci konkrétních problémů bezpečnosti silničního provozu a na straně druhé skutečnost, že získávání obdobných dat je nákladná záležitost.

IV. RIZIKOVÁ MAPA PÁTEŘNÍ SÍTĚ SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ ČR, CITY-PLAN

<http://www.cityplan.cz>

Evropský program hodnocení silnic (EuroRAP AISBL) je mezinárodní nezisková organizace se sídlem v Belgii. Jejími členy jsou automobilové kluby, národní i regionální silniční autority a další motoristické organizace.

Riziková mapa znázorňuje míru rizika řidiče, že se stane součástí nehody s vážnými osobními následky. Formou barevné škály je znázorněna relativní nehodovost úseků komunikací (počet nehod vztažených k dopravním výkonům), pro nehody s těžkými a smrtelnými úrazy. Právě hodnota relativní nehodovosti umožňuje objektivní srovnání nehodovosti komunikací různé kategorie a dopravního zatížení. Rizikovou mapou nejsou záměrně uvažovány méně závažné nehody s lehkými zraněními či pouze hmotnou škodou.

Riziková mapa je vždy sestavována za delší časové období (zpravidla 3 roky), aby byly eliminovány ojedinělé nehody, které hodnocení mohou zkreslit. Z rizikové mapy jsou patrná obecně známá fakta, že směrově dělené komunikace mají několikanásobně vyšší úroveň bezpečnosti, než směrově nedělené komunikace. Kapacitní komunikace, jako jsou dálnice a rychlostní komunikace, mohou vykazovat vysokou absolutní nehodovost, ale při přepočtení na relativní nehodovost se započtením pouze nehod smrtelnými a s těžkými zraněními, vycházejí mnohem bezpečněji než silnice nižších tříd s nízkými dopravními výkony.

V. BEZNEHODY.CZ – INFORMAČNÍ PORTÁL PRO ŘIDIČE

<http://www.beznehody.cz>

Portál BEZnehody.cz vznikl v rámci projektu „ECODrive – Hospodárně a bezpečně na silnici“ společnosti CE Solutions, s.r.o., a to v rámci akčního plánu společnosti při podpisu Evropské charty bezpečnosti silničního provozu „25000 lives to save“.

BEZNEHODY.CZ
Nemusíte bourat, stačí více koukat...

Cílem iniciativy je zprovoznění web portálu s aktuálními informacemi o rizikových křižovatkách a jejich správném řešení, které podpoří snížení nehodovosti a bezpečný průjezd rizikovým místem. Stejně tak upozorní příslušné úřady na nutnost stavebních úprav a to včetně dopravně-inženýrského tipu na změnu.

Nejvýznamnějším cílem je zakomponování databáze jako další vrstvy POI v navigačních systémech s provázáním na varování řidiče před příjezdem k takovému místu.

Hlavním přínosem je osvětově vzdělávací působení a návod na řešení dopravní situace ještě před tím, než se řidič na rizikové místo dostane. Ten se tak může více věnovat řízení vozidla a aktuální situaci, protože je předem informován a varován před nebezpečím. Zbytečně tak nemusí podcenit i zdánlivě jednoduchou situaci.

Oproti mapám, které zobrazují jen místa se zvýšenou nehodovostí a místa s tragickým průběhem nehod, čímž některé řidiče přímo vyzývají k obětí takového místa mnohdy i po nebezpečnějších komunikacích, funguje portál BEZnehody.cz jako výukový. Řidič je podrobně seznámen s rizikovým místem a je mu poskytnut návod jak místem bezpečně projet bez vzniku dopravní nehody. Aktivně tak působí na předcházení dopravních nehod, nikoli na objíždění nehodových míst. Již pouhé snížení rychlosti jízdy před takovým místem má značný přínos ve snížení nehodovosti a zmařených lidských životech.

C. PROGRAMOVÉ NÁSTROJE A PROJEKTY V ZAHRANIČÍ

I. MICROCOMPUTER ACCIDENT ANALYSIS PACKAGE (MAAP), ANGLIE

<http://www.trlsoftware.co.uk>

MAAP poskytuje vyšetřovatelům nehod nejnovější techniky v ukládání a analýze dat dopravních nehod. Slouží jako nástroje k identifikaci a analýze problémů souvisejících s dopravní nehodovostí a pro identifikaci společných rysů nehod.

MAAP obsahuje nástroje pro zjišťování příčiny nehod tabelárním srovnáním a grafickou prezentací shlukové analýzy a diagramy. Nehody mohou být zobrazeny a analyzovány podle umístění pomocí naskenované nebo vektorové mapy dané oblasti. Manipulaci s daty v rámci MAAP je založen na databázi MS Access nebo serveru SQL Server.



MAAP je uživatelsky konfigurovatelný produkt, jež byl navržen pro použití v policejních sborech, místních úřadech, mezinárodních organizacích a orgánech správy komunikací.

II. TARVA, FINSKO

<http://www.tarva.net>

(57) Software pro odhad dopadů potenciálních zlepšení silniční bezpečnosti byl vyvinut na Technickém výzkumném centru ve Finsku (VTT) pro organizaci finské národní správy silnic (Finnra).

TARVA

Turvallisuusvaikutusten Arviointi Vaikutuskertoimilla

Tato metoda využívá informací o silničních dopravních nehodách a nejnovější poznatky o účincích různých bezpečnostních opatření. Tyto informace jsou vedeny v databázi, odkud si uživatel mohou vybrat pro šetření silniční úsek a odpovídající bezpečnostní opatření. Hlavní fáze odhadu jsou: 1) stanovení současné úrovně bezpečnosti a 2) použití koeficientů, které popisují vliv zlepšení.

Současná úroveň bezpečnosti je dána kombinací nedávných údajů o nehodách na konkrétní části silnic a informacemi o průměrné bezpečnosti silničního provozu za podobných podmínek obecně. Algoritmus využívá empirické Bayesovské metody. Nehody motorových vozidel a chodců / cyklistů jsou hodnoceny samostatně.

Pokud je zlepšení plánováno v budoucnosti, může být současná úroveň bezpečnosti promítnuta na libovolný cílový rok. Výsledný odhad následků je vypočítán na základě předefinovaných koeficientů, které jsou vytvářeny dle nejnovějších poznatků.

V současné době je k dispozici více než 60 potenciálních opatření pro bezpečnost silničního provozu se znalostí jejich účinků. Navíc postup zohledňuje změny v závažnosti nehod, přičemž několik bezpečnostních opatření může být použito současně.

Bezpečnostní účinky opatření jsou uvedeny jako očekávané změny v počtu nehod a úmrtí. Výsledky mohou být prezentovány různými způsoby, v závislosti na potřebách uživatele. Systém umožňuje prezentaci výsledků z několika silničních úseků v jedné zprávě.

III. CARE – GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

První analýza byla provedena na CARE databázi se zaměřením na zkoumání možností využití CARE dat v rámci geografického informačního systému (GIS). Tato první analýza

za vedla k zahájení projektu s názvem 'GIS to CARE'. Prvním krokem projektu byla analýza uživatelských požadavků a soupis dostupných dat a údajů. Pro analýzu uživatelských požadavků, byl připraven dotazník týkající se používání map a údajů z databáze CARE, který byl určen projektovým úředníkům Evropské komise a odborníkům v členských státech. Výsledky naznačují, že dva druhy nástrojů by mohly být zajímavé pro koncové uživatele: Soubor tematických map (papírové mapy ve formátu PDF) pro občany a interaktivní webové rozhraní GIS pro odborníky. Výsledky dotazníku také vedly k vypracování seznamu předdefinovaných tematických map o nehodách a sady nástrojů webového GIS rozhraní.

Tyto nástroje, soubor tematických map ve formě souborů PDF a webové rozhraní GIS, byly součástí druhé fáze 'GIS to CARE' projektu.

Web GIS aplikace vznikla jako prototyp, s použitím ArcGIS Server JAVA technologie. Funkce zahrnují standardní panel nástrojů, panel zeměpisných nástrojů a specifických nástrojů pro dotazování, tisk, zoomování na konkrétní oblasti (země nebo NUTS kódy), zobrazující předdefinované mapy anebo mapy vypočtené aktuálně. Tato webová aplikace je integrována v DG TREN infrastrukturu GIS. Web GIS aplikace je nyní v procesu hodnocení zaměstnanci Evropské komise a bude zveřejňovat v budoucnu, pravděpodobně v roce 2010, na internetových stránkách Evropské komise, jako nový nástroj pro odborníky v členských státech. Část aplikace bude rovněž otevřena občanům.

IV. CRASH ANALYSIS SYSTEM, NOVÝ ZÉLAND

<http://www.nzta.govt.nz/resources/crash-analysis-system/>

CAS je systém pro analýzu silniční nehodovosti vyvinutý na Novém Zélandě společností Relational Technology International (RTI), pro Land Transport Safety Authority (LTSA).



CAS byl vyvinut na technologii Fire od společnosti Xmarc, jež poskytuje nejmodernější nástroje pro prostorové analýzy přístupné pomocí technologie Citrix pro veškeré úřady na území státu. Je vhodný pro analýzu nehod a mimořádných událostí, potenciálně může být nasazen ve víceúrovňové architektuře, mimo jiné v rámci webového serveru.

CAS je nástroj, který spravuje, analyzuje a zobrazuje mapy dopravních nehod a s nimi související údaje. K hlavním funkcím patří:

- zadávání dat silničních nehod
- výběr nehod pro analýzu
- zobrazení mapy nehod
- zobrazení diagramů a nehodových zpráv
- lokalizace a mapové zobrazení shluků nehod
- příprava zpráv o nehodách nebo nehodových lokalitách
- sledování trendů v nehodových lokalitách
- automatizovaný návrh kolizních diagramů
- identifikace vysoce rizikových lokalit

Poskytované informace systémem CAS napomáhají při analýze a alokaci financování bezpečnostních opatření, rovněž tak pro sledování výkonnosti programů bezpečnosti silničního provozu. Tímto způsobem CAS poskytuje platformu pro vývoj a zavádění nových iniciativ v rámci bezpečnosti silničního provozu, což významně přispívá k prevenci nehodovosti na Novém Zélandě.

Vzhledem k tomu, že systém integruje mapové funkce s funkcemi z oblasti nehodovosti, CAS představuje významný pokrok ve srovnání s předchozími systémy. Klíčovou inovací je možnost propojení nehod a data o dopravní infrastruktuře.

V. ROAD ACCIDENT MANAGEMENT SYSTEM (RADMS) - INDIE

www.tnradms.org

Internetový systém managementu dat ze silniční nehodovosti (RADMS) umožňuje v 1.400 policejních stanicích po celé zemi monitorovat a navrhnout opatření bezpečnosti silničního provozu.



A GIS-based Accident Database Management System

Tento software umožňuje uživatelům přesně určit geografickou polohu nehody přímo vynesáním na mapě anebo pomocí GPS telefonů získat souřadnice. Systém umožňuje odstranění nedostatečné dostupnosti dat a velkých zpoždění při zpracování papírového vykazování, které často vyvolávalo nejasnosti při zpracování. Software umožňuje generování sestav, které potřebují různé zúčastněné strany a které napomáhá odborně plánovat a realizovat příslušná intervenční opatření zaměřená na snížení počtu nehod a zvýšit bezpečnost silničního provozu. K dispozici jsou různé typy analýz, příkladem je shluková, gridová a úseková, jež napomohou lépe pochopit příčiny nehod. Předběžné analýzy potvrzují zajímavé statistické údaje, jako je zvýšení počtu usmrčených o 20 procent, jestliže se rychlost zvýší o 5 procent. Systém byl realizován prostřednictvím joint venture IBS Software Services a australské VicRoads International.

VI. MIROS ROAD ACCIDENT ANALYSIS AND DATABASE SYSTEM (M-ROADS), MALAYSIE

<http://www.miros.gov.my>

Nový systém s názvem MIROS analytický a databázový systém dopravních nehod (M-ROADS) byl vyvinut pro lepší využití nově strukturované databáze. Cílem systému je poskytnout zúčastněným stranám zapojených do bezpečnosti silničního provozu přesné, kontinuální a komplexní informace o silničních nehodách. Rovněž si klade za cíl implementovat pokročilé funkce analýz bezpečnosti silničního provozu za pomoci výzkumných pracovníků a napomáhat tak při rozhodovacích postupech realizací opatření ke zlepšení bezpečnosti silničního provozu.

Hlavním úkolem M-ROADS je usnadnění procesu dotazování do databáze nehod. Většina z relačního procesu mezi aplikací a databází je prováděna na pozadí a uživatelé nemusí mít znalosti o SQL jazyku (Structured Query Language), který je použit pro dotazování. Byly připraveny programové nabídky, jako rozhraní pro přístup do databáze, pro uživatelsky přívětivý přístup a snadné použití. Rozhraní rovněž omezuje chybné příkazy uživatele, a tedy chrání obsah databáze před poškozením. Hlavními funkcemi, které se běžně

používají při analýze bezpečnosti silničního provozu, jsou křížové tabulační dotazy, identifikace a ohodnocení nebezpečných lokalit, výběr specifických atributů analýzy (celkem 91), zobrazení v mapě, management nehodových záznamů, uživatelů a celé databáze, převodní a exportní funkce a tisk.

VII. SAFETY, ANALYSIS, VISUALIZATION, AND EXPLORATION RESOURCE (SAVER), IOWA DOT, USA

<http://www.iowadot.gov/crashanalysis/savermain.htm>

SAVER je v Iowě primární prostředek pro bezpečnostní analýzy v dopravě. Slouží potřebám analytiků nehodových dat, přičemž rovněž obsahuje další údaje (např. silniční, železniční a říční sítě, spravovaná území, atd.), vše potřebné pro analýzu dopravní bezpečnosti. Dále SAVER umožňuje čtení aktuálních dat (např. dopravní situace, kriminalitu, řízení pod vlivem omamných látek) ze stávajícího systému Národního Model / TRACS.

SAVER nabízí hloubkové analýzy bezpečnosti dopravní nehodovosti ve státě Iowa, přičemž další nástroje jsou k dispozici pro rychlé a méně-podrobné analýzy. Projekt SAVER je ArcView GIS 3.2/3.3 projektový soubor, který obsahuje vyvinuté dialogy a skripty.

VIII. TRANSPORT RESEARCH KNOWLEDGE CENTRE

<http://www.transport-research.info>

Privátní organizace, která z pověření Evropské komise provozuje informační portál o výzkumných projektech v dopravě na evropské a národní úrovni. Informuje o výzkumných programech v oblasti dopravy, způsobech národního financování projektů, sdružuje informace o běžících a uzavřených výzkumných projektech, provádí tematické analýzy apod.

D. UKÁZKA KÓDOVÁNÍ POHYBU VOZIDLA

Zdroj: Crash Analysis System (CAS), Training workbook, Version 4.0, Land Transport New Zealand, 2005, ISBN 0-478-

2419 6



Land Transport NZ
Ikiki Whenua Aotearoa

VEHICLE MOVEMENT CODING SHEET

For use with crash data from CAS (Version 2.4 February 2005)

	TYPE	A	B	C	D	E	F	G	O
A	OVERTAKING AND LANE CHANGE	PULLING OUT OR CHANGING LANE TO RIGHT	HEAD ON	CUTTING IN OR CHANGING LANE TO LEFT	LOST CONTROL (OVERTAKING VEHICLE)	SIDE ROAD	LOST CONTROL (OVERTAKEN VEHICLE)	WEAVING IN HEAVY TRAFFIC	OTHER
B	HEAD ON	ON STRAIGHT	CUTTING CORNER	SWINGING WIDE	BOTH OR UNKNOWN	LOST CONTROL ON STRAIGHT	LOST CONTROL ON CURVE		OTHER
C	LOST CONTROL OR OFF ROAD (STRAIGHT ROADS)	OUT OF CONTROL ON ROADWAY	OFF ROADWAY TO LEFT	OFF ROADWAY TO RIGHT					OTHER
D	CORNERING	LOST CONTROL TURNING RIGHT	LOST CONTROL TURNING LEFT	MISSED INTERSECTION OR END OF ROAD					OTHER
E	COLLISION WITH OBSTRUCTION	PARKED VEHICLE	CRASH OR BROKEN DOWN	NON VEHICULAR OBSTRUCTIONS (INCLUDING ANIMALS)	WORKMANS VEHICLE	OPENING DOOR			OTHER
F	REAR END	SLOW VEHICLE	CROSS TRAFFIC	PEDESTRIAN	QUEUE	SIGNALS	OTHER		OTHER
G	TURNING VERSUS SAME DIRECTION	REAR OF LEFT TURNING VEHICLE	LEFT TURN SIDE SWIPE	STOPPED OR TURNING FROM LEFT SIDE	NEAR CENTRE LINE	OVERTAKING VEHICLE	TWO TURNING		OTHER
H	CROSSING (NO TURNS)	RIGHT ANGLE (70° TO 110°)							OTHER
J	CROSSING (VEHICLE TURNING)	RIGHT TURN RIGHT SIDE	OBSOLETE	TWO TURNING					OTHER
K	MERGING	LEFT TURN IN	RIGHT TURN IN	TWO TURNING					OTHER
L	RIGHT TURN AGAINST	STOPPED WAITING TO TURN	MAKING TURN						OTHER
M	MANOEUVRING	PARKING OR LEAVING	U TURN	U TURN	DRIVEWAY	PARKING OPPOSITE	ENTERING OR LEAVING	REVERSING ALONG ROAD	OTHER
N	PEDESTRIANS CROSSING ROAD	LEFT SIDE	RIGHT SIDE	LEFT TURN LEFT SIDE	RIGHT TURN RIGHT SIDE	LEFT TURN RIGHT SIDE	RIGHT TURN LEFT SIDE	MANOEUVRING VEHICLE	OTHER
P	PEDESTRIANS OTHER	WALKING WITH TRAFFIC	WALKING FACING TRAFFIC	WALKING ON FOOTPATH	CHILD PLAYING (TRICYCLE)	ATTENDING TO VEHICLE	ENTERING OR LEAVING VEHICLE		OTHER
Q	MISCELLANEOUS	FELL WHILE BOARDING OR ALIGHTING	FELL FROM MOVING VEHICLE	TRAIN	PARKED VEHICLE RAN AWAY	EQUESTRIAN	FELL INSIDE VEHICLE	TRAILER OR LOAD	OTHER

* = Movement applies for left and right hand bends, curves or turns

E. UKÁZKA KÓDOVÁNÍ PŘÍČIN NEHOD

Zdroj: Crash Analysis Systém (CAS), Training workbook, Version 4.0, Land Transport New Zealand, 2005, ISBN 0-478-

2419 6

DRIVER CONTROL

- 100 Alcohol or drugs
- 101 Alcohol suspected
- 102 Alcohol test below limit
- 103 Alcohol test above limit or test refused
- 104 Alcohol test result unknown
- 105 Visibly intoxicated non-driver (pedestrian / cyclist / passenger)
- 106
- 107
- 108 Drugs suspected
- 109 Drugs proven
- 110 Too fast for conditions
- 111 Cornering
- 112 On straight
- 113 To give way at intersection
- 114 Approaching railway crossing
- 115 When passing stationary school bus
- 116 At temporary speed limit
- 117 At crash or emergency
- 120 Failed to keep left
- 121 Swung wide on bend
- 122 Swung wide at intersection
- 123 Cutting corner on bend
- 124 Cutting corner at intersection
- 125 On straight section
- 126 Vehicle crossed raised median
- 127 Driving or riding abreast (cyclists more than 2 abreast)
- 128 Wandering or wobbling
- 129 Too far left / right
- 130 Lost control
- 131 When turning
- 132 Under heavy braking
- 133 Under heavy acceleration
- 134 While returning to seal from unsealed shoulder
- 135 Due to road conditions (requires road series code)
- 136 Due to vehicle fault (requires vehicle series code)
- 137 Avoiding another vehicle, pedestrian, party or obstacle on roadway
- 138 On unsealed road
- 139 End of seal
- 140 Failed to signal in time
- 141 When moving to left, pulling over to left
- 142 When turning left
- 143 When pulling out or moving to the right
- 144 When turning right
- 145 Incorrect Signal
- 150 Overtaking

- 151 Overtaking line of traffic or queue
 - 152 Deliberately in the face of oncoming traffic
 - 153 Failed to notice oncoming traffic
 - 154 Misjudged speed or distance of oncoming traffic
 - 155 At no passing line
 - 156 With insufficient visibility
 - 157 At an intersection without due care
 - 158 On left without due care
 - 159 Cut in after overtaking
 - 160 Vehicle signalling right turn
 - 161 Without care at a pedestrian crossing
 - 170 Wrong lane or turned from wrong position
 - 171 Turned right from incorrect lane
 - 172 Turned left from incorrect lane
 - 173 Travelled straight ahead from turning lane or flush median
 - 174 Turned right from left side of road
 - 175 Turned left from near centre line
 - 176 Turned into incorrect lane
 - 177 Weaving or cut in on multi-lane roads
 - 178 Moved left to avoid slow vehicle
 - 180 In line of traffic
 - 181 Following too closely
 - 182 Travelling unreasonably slowly
 - 183 Motorist crowded cyclist
 - 190 Sudden action
 - 191 Braked
 - 192 Turned left
 - 193 Turned right
 - 194 Swerved to avoid pedestrian
 - 195 Swerved to avoid animal
 - 196 Swerved to avoid crash or broken down vehicle
 - 197 Swerved to avoid vehicle
 - 198 Swerved to avoid object or for unknown reason
 - 200 Forbidden movements
 - 201 Wrong way in one way street, motorway or roundabout
 - 202 When turning or U turning contrary to a sign
 - 203 Contrary to "in" or "out" only drive-way sign
 - 204 Driving or riding on footpath
 - 205 On incorrect side of island or median
 - 206 Contrary to "no entry" sign
 - 207 In Car Park
 - 208 Motor vehicle in cycle lane
 - 209 Bus / Transit lane
- ### VEHICLE CONFLICTS
- 300 Failed to give way
 - 301 At Stop sign
 - 302 At Give Way sign

- 303 When turning to non-turning traffic
- 304 When deemed turning by markings, not geometry
- 305 When turning left, to opposing right turning traffic
- 306 To pedestrian on a crossing
- 307 When turning at signals to pedestrians
- 308 When entering roadway from driveway
- 309 To traffic approaching or crossing from the right
- 310 Failed to give way at one lane bridge / road
- 311 Failed to give way to pedestrian on footpath or verge
- 312 Entering roadway not from driveway or intersection
- 313 To emergency vehicle
- 320 Did not stop
- 321 At stop sign
- 322 At steady red light
- 323 At steady red arrow
- 324 At steady amber light
- 325 At steady amber arrow
- 326 At flashing red lights (Rail Xing, Fire Stn etc)
- 327 For police or flag-person
- 328 For school patrol / kea crossing
- 330 Inattentive: failed to notice
- 331 Car slowing, stopping or stopped in front
- 332 Bend in road
- 333 Indication of vehicle in front
- 334 Traffic lights
- 335 Intersection or its Stop / Give Way control
- 336 Other regulatory sign / markings
- 337 Warning sign
- 338 Direction, information signs / markings
- 339 Road-works signs
- 340 Lane use arrows / markings?
- 341 Obstructions on Roadway
- 350 Attention diverted by:
- 351 Passengers
- 352 Scenery or persons outside vehicle
- 353 Other traffic
- 354 Animal or insect in vehicle
- 355 Trying to find intersection, house number, destination
- 356 Advertising or signs
- 357 Emotionally upset
- 358 Cigarette, radio, glove box etc
- 359 Cell phone or communications device
- 360 Driver dazzled
- 370 Did not see or look for another party until too late
- 371 Behind when reversing / manoeuvring
- 372 Behind when changing lanes position or direction (includes Uturns)
- 373 Behind when pulling out from parked position
- 374 Behind when opening door or leaving vehicle
- 375 When required to give way to traffic from another direction
- 376 When required to give way to pedestrians.
- 377 When visibility obstructed by other vehicles
- 378 When visibility limited by roadside features
- 379 When first in queue on receiving green light
- 380 Misjudged speed, distance, size or position of:
- 381 Other vehicle coming from behind or alongside
- 382 Other vehicle coming from another direction with right of way
- 383 Pedestrian movement or intention
- 384 Towed vehicle, or while towing a vehicle
- 385 Size or position of fixed object or obstacle
- 386 Of own vehicle
- 387 Misjudged intentions of another party
- GENERAL DRIVER
- 400 Inexperience
- 401 In driving in fast, complex or heavy traffic
- 402 New driver showed inexperience
- 403 Driving strange vehicle
- 404 Overseas driver fails to adjust to local conditions
- 405 Driver under instruction
- 406 At towing trailer / other vehicle
- 407 Driver over-reacted
- 408 Unsupervised cyclist
- 410 Fatigue (drowsy, tired, fell asleep)
- 411 Long trip
- 412 Lack of sleep
- 413 Exhaust fumes
- 414 Worked long hours before driving
- 415 Exceeded driving hours
- 420 Incorrect use of vehicle controls
- 421 Started in gear
- 422 Stalled engine
- 423 Wrong pedal
- 424 Footrest, stand
- 425 Ignition turned off (steering locked)
- 426 Lights not switched on
- 427 Foot slipped
- 428 Parking brake not fully applied
- 429 Trailer coupling or safety chain not secured
- 430 Showing off
- 431 Racing

432 Playing chicken
 433 Wheel spins / wheelies / doughnuts etc
 434 Intimidating driving
 440 Parked or stopped
 441 Inadequately lit at night: (not lit by street lights or park lights off)
 442 At point of limited visibility
 443 Not as close as practicable to side of road
 444 On incorrect side of road
 445 Double parked
 446 In 'No Stopping' area
 447 Not clear of rail crossing
 448 In cycle or Transit lane
 GENERAL PERSON
 500 Illness and disability
 501 Illness with no warning e.g. heart attack, unexpected epilepsy)
 502 Physically disabled
 503 Defective vision
 504 Medical illness (not sudden) flu, diabetes
 505 Mental illness (depression, psychosis)
 506 Suicidal (but not successful)
 507 Impaired ability due to old age
 510 Intentional or criminal
 511 Deliberate homicide (only if succeeded)
 512 Intentional collision
 513 Committed suicide (only if succeeded)
 514 Evading enforcement
 515 Object deliberately thrown at or dropped on vehicle / shot at
 516 Object thrown from vehicle
 517 Stolen vehicle
 520 Driver or passenger, boarding, leaving, in vehicle
 521 Boarding moving vehicle
 522 Intentionally leaving moving vehicle
 523 Riding in insecure position
 524 Interfered with driver
 525 Opened door inadvertently
 526 Overloaded vehicle (with passengers)
 527 Child playing in parked vehicle
 530 Miscellaneous person
 531 Casualty drowned
 532 Casualty thrown from vehicle
 533 Equestrian not keeping to verge
 534 Cyclist or M/cyclist wearing dark clothing
 VEHICLES
 600 Lights and reflectors at fault or dirty
 601 Dazzling headlights
 602 Headlights inadequate or no headlights
 603 Headlights failed suddenly
 604 Brake-lights or indicators faulty or not fitted

605 Tail-lights inadequate or no tail-lights
 606 Reflectors inadequate or no reflectors
 607 Lights or reflectors obscured
 610 Brakes
 611 Parking brake failed
 612 Parking brake defective
 613 Service brake failed
 614 Service brake defective
 615 Jack-knifed
 620 Steering
 621 Defective
 622 Failed suddenly
 630 Tyres
 631 Puncture or blowout
 632 Worn tread on tyre
 633 Incorrect tyre type
 634 Mixed treads / space savers
 640 Windscreen or mirror
 641 Shattered windscreen
 642 Windscreen or rear window dirty
 643 Rear vision mirror not adjusted correctly
 644 No rear vision mirror
 645 Windscreen or rear window misted/frosted
 646 Inadequate or no sun-visors
 647 Inadequate or no windscreen wipers
 648 Cycle / Motorcycle visor, glasses, goggles or screen
 650 Mechanical
 651 Engine failure
 652 Transmission failure (including chains and gears)
 653 Accelerator or throttle jammed
 660 Body or chassis
 661 Body, chassis or frame (cycle, m/c) failure
 662 Suspension failure
 663 Failure of door catch or door not shut
 664 Inadequate mudguards
 665 Inadequate tow coupling
 666 Inadequate or no safety chain
 667 Bonnet catch failed
 668 Wheel off
 669 Broken axle
 670 Inconspicuous colour
 671 Blind spot
 672 Seat belt / restraint failed
 673 Air-bag failed to inflate (fully)
 680 Load
 681 Load interferes with driver
 682 Not well secured or load moved
 683 Over-hanging
 684 Load obscured vision
 685 Excess dimensions not adequately indicated
 686 Over dimension vehicle or load
 687 Load too heavy

688 Towed vehicle or trailer too heavy or incompatible	810 Surface
690 Miscellaneous vehicle	811 Potholed
691 Emergency Vehicle attending emergency	812 Uneven
692 Vehicle caught fire	813 Deep loose metal
693 Being towed	814 High crown
694 Air-bag contributed to crash or injury	815 Curve not well banked
695 Seatbelt / restraint absent or unusable	816 Edge badly defined or gave way
696 Dangerous goods	817 Under construction or maintenance
PEDESTRIANS	818 Unusually narrow
700 Walking along road	819 Broken glass
701 Not keeping to footpath	820 Obstructed
702 Not keeping to side of road	821 Fallen tree or branch
703 Not facing oncoming traffic	822 Slip or subsidence
704 Not on outside of blind curve	823 Flood waters, large puddles, ford
705 Wheeled ped inconsiderate or dangerous on footpath	824 Road works not adequately lighted
710 Crossing road	825 Road works not adequately sign-posted
711 Walking heedless of traffic	826 Roadside object fell on vehicle
712 Stepping out from behind vehicles	827 Object flicked up by vehicle
713 Running heedless of traffic	830 Visibility limited
714 Failed to use pedestrian crossing when one within 20 metres	831 Curve
715 Waiting on roadway for moving traffic	832 Crest
716 Confused by traffic or stepped back	833 Building
717 Suddenly stepped onto pedestrian crossing	834 Trees
718 Not complying with traffic signals or school patrols	835 Hedge or fence
719 Misjudged speed and / or distance of vehicle	836 Scrub or long grass
720 Miscellaneous	837 Bank
721 Pushing, working on or unloading vehicle	838 Temporary obstruction, dust or smoke
722 Playing on road or unnecessarily on road	839 Parked vehicle
723 Working on road	840 Signs and signals
724 Wearing dark clothing	841 Damaged, removed or malfunction
725 Vision obscured by umbrella or clothing	842 Badly located
726 Child escaped from supervision	843 Ineffective or inadequate
727 Unsupervised child	844 Necessary
728 Sitting / lying on road	845 Signals turned off
729 Pedestrian from school bus	850 Markings
730 Pedestrian behind reversing / manoeuvring vehicle	851 Faded
731 Overseas pedestrian	852 Difficult to see under weather conditions
ROAD	853 Markings necessary
800 Slippery	854 Not visible due to geometry or vehicles
801 Rain	855 Old markings not adequately removed
802 Frost or ice	860 Street lighting
803 Snow or hail	861 Failed
804 Loose material on seal	862 Inadequate
805 Mud	863 Glare on wet road
806 Oil / Diesel / Fuel	864 Pedestrian crossing not adequately lighted
807 Painted markings	870 Raised islands and roundabouts
808 Recently graded	871 Traffic island(s) difficult to see
809 Surface bleeding / defective	872 Traffic island(s) Ineffective, badly located or designed
	873 Cyclist squeeze point
	MISCELLANEOUS
	900 Weather
	901 Heavy rain
	902 Dazzling sun

903 Strong wind	922 Service station
904 Fog or mist	923 Specialised liquor outlet
905 Snow, sleet or hail	924 Take away foods
910 Animals	925 Shopping complex
911 Household pet rushed out or playing	926 Car parking building / area
912 Farm animal straying	927 Other commercial
913 Farm animal attended, but inadequate warning or unexpected	928 Industrial site
914 Farm animal attended, but out of control	929 Private house / farm
915 Wild animal	930 Other non-commercial
920 Entering or leaving land use	931 Mobile shop or vendor
921 Roadside stall	999 Unknown