

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky

**Analýza silničních dopravních nehod v regionu Pardubice
pomocí vybraných nástrojů teorie grafů**

Milan Kříž

Bakalářská práce
2012

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Milan Kříž**
Osobní číslo: **E090420**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Regionální a informační management**
Název tématu: **Analýza silničních dopravních nehod v regionu Pardubice pomocí vybraných nástrojů teorie grafů**
Zadávající katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

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

1. Popis současného stavu
2. Popis vybraných nástrojů pro řešení problému z oblasti teorie grafů
3. Analýza nehodovosti pomocí vybraných nástrojů z oblasti teorie grafů

Rozsah grafických prací:

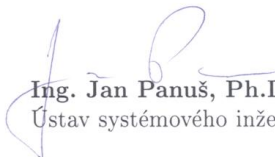
Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

- 1) **Porada, V. a kol. Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi, Linde Praha 2000, ISBN 80-7201-212-6.**
- 2) **Česká republika. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů : ve znění pozdějších předpisů. In Sbírka zákonů, Česká republika. 2000, 98.**
- 3) **Anderson, Ch. The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More. Hyperion, 2006, 2006. ISBN 978-1401302375**
- 4) **Barabási, A. L. V pavučině sítí. Praha: Paseka, 2005. ISBN 80-7185-751-3.**
- 5) **Suriowiecky, J. The wisdom of Crowds. Anchor, 2005. ISBN 978-0385721707.**

Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Jan Panuš, Ph.D.
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **3. října 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.



doc. Ing. Jiří Krupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. října 2011

PROHLÁŠENÍ

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

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

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

V Pardubicích dne 29. 3. 2012

Milan Kříž

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Janu Panušovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za trpělivost a podporu při studiu.

ANOTACE

Tématem bakalářské práce je analýza nehodovosti v regionu Pardubice pomocí vybraných nástrojů teorie grafů. První dvě části práce jsou zaměřeny teoreticky, nejprve je vysvětlen pojem doprava, historie a dělení dopravy, její základní právní úprava, dopravní nehoda a její povinné znaky, sledování nehodovosti v České republice a její evidence, poté je stejným způsobem čtenář uveden do oblasti teorie grafů, její historie, základních pojmů, síťových analýz a jejich využití v praxi. V poslední třetí části jsou pomocí síťové analýzy hledány skryté souvislosti mezi vybranými statistickými ukazateli, popis jejich četnosti, vysvětlení příčinné souvislosti mezi nimi a zamyšlení nad využitelností zjištěných skutečností. V závěru nalezneme vyhodnocení celé práce ve vztahu k předem vytyčeným cílům.

KLÍČOVÁ SLOVA

Nehoda, statistika, Pardubice, uzel, hrana, analýza, centralita.

TITLE

Road traffic accidents analysis in the Pardubice region by means of selected tools of graph theory.

ANNOTATION

The theme of the Bachelor's thesis is an analysis of accidents in the Pardubice region by means of selected tools of graph theory. The first two parts of works focus theory, at first, the concept of transportation, history and transport division, its basic legislation, traffic accident, its mandatory attributes, and monitoring and records of accidents in the Czech Republic are explained, thereafter is the reader, in the same way, introduced into the area of graph theory, its history, basic concept, network analysis and their application in practice. In the last, third part, network analysis are used to find hidden connections between selected statistical indicators, description of their frequency, explanation of the causal link between them, and consideration of usefulness of the findings. In conclusion, we find the evaluation of the whole work in relation to pre-set targets.

KEYWORDS

Accident, statistics, Pardubice, vertex, edge, analysis, centrality.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1. DOPRAVA.....	11
1.1. ZÁKLADNÍ POJMY.....	11
1.2. OBECNÁ PRÁVNÍ ÚPRAVA SILNIČNÍHO PROVOZU.....	12
1.3. DOPRAVNÍ NEHODA.....	12
1.3.1. Nehodovost v České republice.....	14
1.3.2. Evidence dopravních nehod.....	17
1.3.3. Sledované statistické údaje.....	18
1.3.4. Lokalizace nehodových míst.....	20
2. TEORIE GRAFŮ.....	23
2.1. VZNIK A VÝVOJ TEORIE GRAFŮ.....	23
2.2. ZÁKLADNÍ POJMY.....	24
2.2.1. Graf.....	24
2.2.2. Cesta a sled.....	26
2.2.3. Isomorfismus.....	27
2.2.4. Multigraf.....	27
2.2.5. Matice sousednosti.....	27
2.2.6. Matice vzdálenosti.....	28
2.2.7. Podgraf.....	28
2.2.8. Strom.....	28
2.2.9. Stupeň vrcholu.....	29
2.2.10. Vzdálenost / metrika.....	29
2.3. OBLAST PŮSOBNOSTI (VYUŽITÍ V PRAXI).....	29
2.4. SOCIAL NETWORK ANALYSIS.....	30
2.4.1. Důležité metriky.....	31
2.4.2. Výběr softwaru pro síťovou analýzu.....	32
3. ANALÝZA NEHODOVOSTI.....	34
3.1. POPIS A PŘÍPRAVA VSTUPNÍCH DAT.....	34
3.2. OBECNÝ POSTUP ANALÝZY.....	35
3.3. VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH MĚŘENÍ.....	36
3.3.1. Dny v týdnu a hlavní příčiny dopravních nehod.....	37
3.3.2. Denní doba a hlavní příčiny dopravních nehod.....	39
3.3.3. Dny v týdnu, denní doba a alkohol.....	41
3.3.4. Alkohol, výrobní značka a stáří vozidla.....	43
3.3.5. Specifikace místa a hlavní příčina dopravní nehody.....	45
3.3.6. Druh pozemní komunikace a druh nehody.....	47
3.3.7. Další zajímavé analýzy.....	49
3.4. SHRNTÍ.....	51
ZÁVĚR.....	53
POUŽITÁ LITERATURA.....	54
SEZNAM PŘÍLOH.....	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Počet usmrcených do 24 h v letech 2002 – 2009 na území ČR	16
Tabulka 2: Metriky analýzy dnů v týdnu a hlavních příčin dopravních nehod.....	37
Tabulka 3: Metriky analýzy denní doby a hlavní příčiny dopravních nehod.....	40
Tabulka 4: Metriky analýzy vlivu dne na dopravní nehody způsobené pod vlivem alkoholu .41	
Tabulka 5: Přehled zjištěných hladin alkoholu v jednotlivých dnech týdne	42
Tabulka 6: Přehled zjištěných hladin alkoholu v jednotlivých dnech a jejich fázích.....	43
Tabulka 7: Metriky analýzy vztahu výrobní značky vozidla a zjištění alkoholu u viníka DN ..	44
Tabulka 8: Metriky analýzy vztahu mezi druhem komunikace a druhem nehody.....	48

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Graf vývoje nehodovosti a následků od roku 1990 do roku 2011	19
Obrázek 2: Model systému lokalizace dopravní nehody.....	20
Obrázek 3: Vstupní formulář sekce „Statistické vyhodnocení nehod v mapě“ JDVM.....	21
Obrázek 4: Barevné rozložení obcí v okr. Pardubice dle závažnosti dopravních nehod.....	22
Obrázek 5: Sedm královeckých mostů	23
Obrázek 6: Obecný graf.....	25
Obrázek 7: Příklad orientovaného grafu.....	26
Obrázek 8: Příklad neorientovaného grafu	26
Obrázek 9: Příklad cesty v grafu	27
Obrázek 10: Podgraf a indukovaný podgraf.....	28
Obrázek 11: Ukázka grafického prostředí nástroje NodeXL	33
Obrázek 12: Nástrojová lišta šablony NodeXL.....	35
Obrázek 13: Graf síťové analýzy závislosti dne v týdnu a právní příčiny dopravní nehody ...	38
Obrázek 14: Graf závislosti příčiny č. 508 na jednotlivých dnech v týdnu.....	39
Obrázek 15: Graf příčiny č. 100 – nezaviněná řidičem v závislosti na denní době	40
Obrázek 16: Graf hladiny alkoholu ve vztahu k jednotlivým dnům týdne	42
Obrázek 17: Graf vztahu mezi výrobní značkou vozidla a naměřenou hladinou alkoholu.....	44
Obrázek 18: Vliv přechodu pro chodce na hlavní příčinu dopravní nehody.....	46
Obrázek 19: Graf vztahu druhu nehody a druhu pozemní komunikace	48
Obrázek 20: Graf vlivu denní doby na počet usmrcených	50

SEZNAM ZKRATEK

BESIP	bezpečnost silničního provozu
ČR	Česká republika
ČSR	Československá republika
DN	dopravní nehoda
EDN	evidence dopravních nehod
GIS	geografický informační systém
JDVM	Jednotná dopravní vektorová mapa
Kč	Koruna česká (měnová jednotka České republiky)
LN	IBM Lotus Notes
okr.	okres
policie	Policie České republiky
resp.	respektive
SNA	social network analysis (analýza sociálních sítí / síťová analýza)
tis.	tisíc
ZPPK	Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
ZPPP	závazný pokyn policejního prezidenta

ÚVOD

Každý den plní masmédia informace o následcích tragických dopravních nehod, dopravních komplikacích, kolonách, agresivních řidičích a jiných negativních jevech v silniční dopravě. Najde se mezi námi jen málokdo, kdo by si při pohledu na otřesné snímky tragické dopravní nehody v televizi, novinách či na webu, dosud nepoložil některou z otázek typu: „*Proč se to musí stávat, co je příčinou takových následků, kolik procent nehod je způsobeno pod vlivem alkoholu a mnoho podobných...*”

Cílem této práce je spojení dlouholetých zkušeností autora se šetřením silničních dopravních nehod a nově získaných znalostí při studiu na vysoké škole k odpovědi na některé z výše položených otázek. Současně by autor rád přiblížil čtenáři problematiku nehodovosti na českých silnicích, objasnil, jaké statistické údaje jsou denně sledovány, k jakým účelům jsou tato data využívána, v jaké podobě jsou veřejnosti prezentována a jak lze k vyhodnocení statistických údajů využít zdánlivě nesouvisející matematickou disciplínu zvanou teorie grafů, resp. z této vědy odvozenou analýzu sociálních sítí, pod kterou si řada čtenářů mylně představuje jen komunitní sítě typu Facebook, Twitter a jiné. Smyslem práce není ze statistických dat získat stejné informace, které již byly oprávněnými orgány prezentovány, ale podrobit data síťové analýze za účelem zjištění, zda je tato metoda k daným účelům vhodná, jaké výsledky poskytuje, jaké jsou možnosti prezentace výsledků a jejich následné využití.

Práce je rozdělena do tří částí, první vysvětluje nezbytné pojmy z oblasti dopravy, dopravní nehodovosti, evidence dopravních nehod, zpracování a zveřejňování statistických údajů. Druhá část stručně vysvětluje základní pojmy z oblasti teorie grafů, historii této disciplíny, její praktické využití, dále se zaměří na analýzu sociálních sítí jako vybraný analytický nástroj pro praktickou část svojí práce. Ve třetí části práce již autor provádí jednotlivé analýzy vybraných statistických údajů, porovnává je s využitím svých zkušeností s realitou a s oficiálně prezentovanými statistikami Policie České republiky.

V závěru je zhodnocena celá práce v kontextu s vytyčenými cíli a zamyšlení nad možností dalšího využití analýzy sociálních sítí v policejní praxi.

1. DOPRAVA

Abychom dalšímu obsahu této práce porozuměli, je nezbytné vysvětlit některé ze základních pojmů z oblasti silniční dopravy.

1.1. Základní pojmy

Doprava jako prostředek k přesunu různých předmětů i člověka samotného je neoddelitelnou součástí lidského bytí. Provází ho od samotného počátku vývoje a vyvíjí se společně s ním. Zpočátku člověk využíval k dopravě svých vlastních svalů, ale postupem se naučil využívat externích zdrojů, zejména síly domestikovaných zvířat, především pak koní. Jejich síla a rychlost umožňovala přemísťovat mnohem těžší předměty i větší počet obyvatel. S dalším vývojem byla koňská síla v mnoha oblastech nahrazena stroji z počátku parními, poté elektrickými a konečně také vznikl první automobil se spalovacím motorem. Od prvního automobilu uplynulo již mnoho let, během kterých došlo k prudkému vývoji ve všech odvětvích dopravy, ať letecké, lodní, kolejové, především však u dopravy silniční. S postupným rozvojem společnosti přestala doprava znamenat pouhou přepravu či přemísťování předmětů a lidí. Je také samostatným ekonomickým odvětvím mnoha národních hospodářství, ve kterých pracují miliony lidí po celém světě a má mimořádný význam pro rozvoj každé moderní společnosti. Její význam spočívá nejen v podpoře výroby hmotných i nehmotných statků, umožňuje také přemísťování hotových výrobků z oblasti výroby do oblasti spotřeby, uspokojuje lidskou potřebu k cestování. Společenská prospěšnost dopravy je však vykoupena i některými negativními jevy, jako jsou znečišťování ovzduší, vod, nadměrná hluchost či dopravní nehodovost. Tyto externality negativně ovlivňují životní prostředí i člověka samotného. [15]

V obecném pojetí je doprava souborem činností, kterými se uskutečňuje pohyb (jízda, plavba, let apod.) dopravních prostředků po dopravních cestách (v obecném pojmu) a přemísťování osob a materiálu dopravními prostředky nebo dopravními zařízeními. [15]

Dopravu lze dělit:

- **podle prostředí:** pozemní, podzemní, vzdušnou a vodní
- **podle druhu dopravní cesty:** silniční, železniční, leteckou a plavební
- **podle vzdálenosti:** dálkovou, místní, městskou, závodní
- **podle druhu přepravy:** osobní a nákladní

V České republice s ohledem na historický vývoj a geografickou polohu doznala největšího rozvoje pozemní silniční doprava, proto se tato práce bude zabývat právě tímto druhem přepravy a jedním z její negativních jevů – silničními dopravními nehodami. [15]

1.2. Obecná právní úprava silničního provozu

Mezi základní právní normy, které upravují provoz na pozemních komunikacích, patří:

- **Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů** (dále jen ZPPK), který upravuje práva a povinnosti účastníků provozu na pozemních komunikacích, pravidla provozu na pozemních komunikacích, úpravu a řízení provozu na pozemních komunikacích, řidičská oprávnění a řidičské průkazy a vymezuje působnost a pravomoc orgánů státní správy a Policie České republiky ve věcech provozu na pozemních komunikacích.
- **Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů**, který upravuje podmínky pro užívání pozemních komunikací, jejich rozdělení či povinnosti vlastníků a správců pozemní komunikace.
- **Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů**, který se zabývá silniční dopravou provozovanou za účelem podnikání.
- **Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů**, který upravuje kategorizaci vozidel a požadavky na jejich technickou způsobilost, schvalování, registrování, vyřazování a další správní agendu.
- **Zákon č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů**, který upravuje oblast tzv. povinného ručení, povinnosti vlastníků i řidičů vozidel ve vztahu k pojištění, upravuje i sankce za porušení tohoto zákona.
- **Vyhláška č. 341/2002 Sb., schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů**, jejíž rozsah úpravy je definován již v samotném názvu, najdeme zde povinnou výbavu motorových i nemotorových vozidel, obsah autolékárničky apod.
- **Zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel, ve znění pozdějších předpisů**, který upravuje problematiku činnosti autoškol a působnost správních úřadů a státního dozoru.

1.3. Dopravní nehoda

S pojmem dopravní nehoda (dále jen DN) se již každý z nás jistě setkal, ať to bylo v tisku, v rozhlase, na televizní obrazovce nebo se jí stal svědkem přímo či nepřímo jako účastník silničního provozu. A co že to vlastně dopravní nehoda je? V praxi se setkáváme s několika různými terminologiemi. Odborníky je definována jako nezamýšlená, nepředvídaná, avšak

předvídatelná událost v silničním provozu na veřejných komunikacích způsobená dopravními prostředky, která měla škodlivý následek na životech a zdraví osob nebo na majetku. Jiná definice hovoří o dopravní nehodě jako o souhrnu člověkem vykonávaných řídicích činnostech dopravního prostředku, který se dostává do rozporu se zákonnými normami a ostatními speciálními předpisy, kdy dochází k nekorektnímu pohybu nejméně jednoho dopravního prostředku, k silovému působení a konečné destrukci. Při poškození dopravních prostředků zpravidla dochází i k ohrožení nebo k poškození života a zdraví a jiných chráněných zájmů. [15]

Pokud bychom však vycházeli pouze z těchto základních terminologií, mohli bychom snadno zaměnit za dopravní nehodu řadu jiných událostí, které jimi nejsou, jedná se o jiné škodní události. Abychom pro účely rozsahu této práce správně pochopili, co dopravní nehoda je, musíme se podívat do základní právní úpravy provozu na pozemních komunikacích, tedy do zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, podle něhož dle § 47 odst. 1 lze za dopravní nehodu považovat takovou událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárii nebo srážku, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu. [22]

Každá dopravní nehoda má několik základních znaků. Jsou jimi **nepředvídavost**, tedy moment překvapení, avšak současně jistá míra předvídatelnosti. Řidič řídící se nepřiměřenou rychlostí hustě osídlenou oblastí s vysokou frekvencí pohybu dalších účastníků silničního provozu může snadno předvídat, že při takovém stylu jízdy může dopravní nehodu způsobit. V případě dopravní nehody se tedy vždy jedná o tzv. nedbalostní jednání řidiče, pokud by tomu bylo jinak, vytratil by se znak nahodilosti a tedy by šlo o jiné škodlivé úmyslné jednání, jehož následné posuzování není předmětem této práce. Dalším základním znakem, jak již z definice uvedené v zákoně vyplývá, je **místo nehodového děje**. [15]

Aby se mohlo jednat o dopravní nehodu, musí k nehodovému ději dojít nebo musí být započat pouze na místech, kde platí v celém rozsahu pravidla silničního provozu, tedy na dálnicích, silnicích, místních a účelových komunikacích. Za dopravní nehodu tedy nelze považovat událost, ke které došlo na poli, zahradě, v lese, na louce apod.

Tyto události jsou řešeny jako jiné škodní události jinými orgány než dopravní policií. Pro správné vyhodnocení, zda je místo nehody komunikací či nikoliv, poslouží především zákon

č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Nezbytným znakem dopravní nehody dle její zákonné definice **je následek**, který spočívá ve způsobení škody na životě, zdraví osoby nebo na majetku. Míněna je škoda vzniklá pouze v příčinné souvislosti nehodovým dějem. Pokud tedy při události nenastane následek, nejde z hlediska zákona¹ o dopravní nehodu, postiženo je pak samotné porušení pravidel silničního provozu u řidiče, který událost svým jednáním vyvolal. [15]

Posledním ze čtveřice základních znaků každé dopravní nehody je **přímá souvislost s provozem vozidla v pohybu**. Za tímto slovním spojením se neskrývá nic jiného než souvislost s účelem, pro který bylo vozidlo vyrobeno, tedy s jízdou na pozemních komunikacích. V tomto případě, ač to zní možná paradoxně, je za dopravní nehodu považována i jízda samotného vozidla bez řidiče, např. sjetí nezabezpečeného vozidla ze svahu a následný náraz do jiného objektu.

Z výše uvedeného je patrné, že za dopravní nehodu nelze považovat vznik hmotné škody či zranění při opravě vozidla, požáru vozidla, pokud nevznikl jako následek dopravní nehody, při manipulaci s nákladem, pád cestujícího v dopravním prostředku nevyvolaný jednáním jiného účastníka silničního provozu, střet chodce s pevnou překážkou nebo jiným chodcem apod. Za dopravní nehody se rovněž nepovažují tzv. **škodní události**. Těmi se rozumí vznik hmotné škody na majetku osob, organizací, firem apod., ke které došlo nezaviněným jednáním účastníků silničního provozu. Jde především o poškození čelních, bočních a zadních skel, předních a zadních světlometů, zpětných zrcátek a laků automobilů, ke kterému dochází zejména odlétnutým předmětem od pneumatik projíždějících vozidel, ať již ve stejném směru jízdy či v protisměru, přičemž není rozhodující, zda poškozené vozidlo bylo v pohybu či stálo odstavené. [22]

1.3.1. Nehodovost v České republice

Dopravní nehodovost na pozemních komunikacích je v České republice sledována od 50. let minulého století, tehdy ještě jako součásti ČSR. Z počátku, kdy v zemi nebyla motorizace nikterak výrazně rozvinuta, nebyla nehodovost považována za žádný významný problém. S postupným nárůstem silniční sítě a počtu motorových vozidel, která se po ní pohybovala, začal počet usmrcených osob na českých silnicích prudce narůstat. Historické maximum 1758 usmrcených bylo dosaženo v roce 1969, což zřejmě souviselo s tehdejší dočasným

¹ ZPPK

uvolněním poměrů politických i ekonomických a to se projevilo na větší míře svobody obyvatelstva. Do roku 1987 za doby tzv. normalizace² se situace na českých silnicích zlepšovala, v roce 1987 byl počet usmrcených 766. V této době se řadila naše země v úrovni bezpečnosti (počet usmrcených na jednoho obyvatele) mezi vyspělé západoevropské země. Po pádu komunistického režimu došlo k prudkému rozvoji motorizace, vlivu nových ekonomických zdrojů a aktivit, a tím i k výraznému zvyšování nehodovosti. Tento trend pokračoval až do poloviny 90. let minulého století, kdy např. v roce 1994 dosáhl počet usmrcených do 24h od dopravní nehody hrozivé hodnoty 1473, což pro nás opět znamenalo z hlediska bezpečnosti na silnicích propad mezi nejhorší státy Evropy. Teprve poté, jako by se naše vláda probudila, byly iniciovány snahy podporované i z nejvyšších vládních míst o zlepšení dopravní bezpečnosti v České republice. V dalších letech došlo s drobnými výkyvy k poklesu nehodovosti na dřívější úroveň, která odpovídala období z počátku 90. let minulého století. [19]

V roce 2004 Vláda ČR schválila v souladu s cílem EU prezentovaným v Bílé knize 2002 strategický dokument „Národní strategii bezpečnosti silničního provozu“, jehož primárním cílem je snížit počet usmrcených na českých silnicích do roku 2010 o 50 % oproti roku 2002. [10]

S platností od 1. července 2006 byl v České republice po vzoru mnoha jiných evropských zemí zaveden bodový systém, jehož principem je bodové „ohodnocení“ vybraných nejzávažnějších přestupků v dopravě, řidičům jsou tedy nejen ukládány pokuty, ale navíc přičítány trestné body, které se hromadí, a po dosažení 12 trestných bodů přichází řidič na 1 rok o řidičské oprávnění. Bodový systém jako by na okamžik zmrazil rozvolněnou českou společnost a měl za následek výrazný pokles policejních statistik nehodovosti ve všech směrech, tedy jak v počtu usmrcených, následcích na zdraví, výši vzniklé škody i počtu samotných nehod.

Tento stav však trval pouhých několik měsíců a v roce 2007 již byl opět zaznamenán nárůst nehodovosti a počet usmrcených dokonce stoupl o 17,5 % oproti roku 2006. Od 1. 1. 2009 došlo novelizací ZPPK ke změně ustanovení § 47 o dopravní nehodě a zvýšení limitu výše hmotné škody na některém z vozidel zúčastněných při dopravní nehodě (včetně škody na přepravovaných nebo na jiných věcech) rozhodného pro vznik povinnosti oznámit nehodu Policii České republiky, a to z částky 50 000 Kč na částku 100 000 Kč. Toto možná účelové rozhodnutí českých zákonodárců vedlo k výraznému snížení celkového počtu hlášených dopravních nehod a hmotných škod na majetku, a tedy k významnému ovlivnění

² Represivní opatření po násilném potlačení Pražského jara v roce 1968 armádami Varšavské smlouvy.

statistik nehodovosti. Ta část odpovědnosti za řešení kolizních situací, které nepodléhají oznamovací povinnosti Policii ČR, byla danou legislativní úpravou přenesena na samotné účastníky a na pojišťovny. Statistiky za rok 2009 a novější jsou tedy výše uvedenou změnou ovlivněny, přesto si ponechávají potřebnou vypovídací hodnotu v případě následků na zdraví.

Jak se podařilo cíle „Národní strategie bezpečnosti silničního provozu“ naplnit, ukazuje následující tabulka:

Tabulka 1: Počet usmrcených do 24 h v letech 2002 – 2009 na území ČR

Rok	Počet usmrcených osob do 24 hod.	Nárůst/pokles oproti roku 2002 v %
2002	1314	---
2003	1319	+ 0,4
2004	1215	- 7,5
2005	1127	- 14,2
2006	956	- 27,2
2007	1123	- 14,5
2008	992	- 24,5
2009	832	-36,7

Zdroj: [10]

Na předchozí tabulce je vidět, že cíle Národní strategie bezpečnosti silničního provozu se naplnit nepodařilo, proto ještě před skončením sledovaného období došlo v roce 2008 k revizi a aktualizaci strategie. Vládní špičky dobře chápou význam neustálého zvyšování bezpečnosti na českých silnicích a snižování statistik nehodovosti ve všech oblastech, proto vznikají různé vládní i nevládní organizace zabývající se výzkumem dopravní bezpečnosti. Významným způsobem se na výzkumu podílejí i světové automobilky včetně našeho tuzemského největšího výrobce automobilů – Škoda Auto, a. s.

Usnesením Vlády České republiky č. 599 ze dne 10. srpna 2011 došlo ke schválení Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období let 2011 až 2020. Jedná se o samostatný materiál Ministerstva dopravy, který vytyčuje cíle, základní principy a návrhy konkrétních opatření směřujících k zásadnímu snížení nehodovosti na silnicích v České republice. Hlavním cílem je snížit do roku 2020 počet usmrcených v silničním provozu na úroveň průměru evropských zemí a současně oproti roku 2009 snížit o 40 % počet těžce zraněných osob. [11]

1.3.2. Evidence dopravních nehod

Silniční doprava jako nenahraditelná součást dopravního systému mezi jednotlivými druhy přepravy vykazuje nejvyšší stupeň nebezpečnosti z hlediska následků na zdraví a životech osob. Nehodovost je bezesporu celospolečenským problémem a do jisté míry odráží chování uživatelů dopravní cesty, jejich vzájemnou ohleduplnost, respektování pravidel silničního provozu i efektivitu činnosti orgánů státní správy, které na provoz na pozemních komunikacích dohlížejí. Evidence dopravních nehod tak hraje velice důležitou roli pro sběr, shromažďování a vyhodnocování získaných dat, která jsou dále široce využívána v oblasti systémového působení k příznivému ovlivňování dopravně bezpečnostní situace. [15]

Počátky počítačového zpracování evidence dopravních nehod (dále jen EDN) v silničním provozu sahají do roku 1964, kdy po dohodě mezi Ministerstvy vnitra a dopravy byla EDN vedena prostřednictvím děrných štítků. O provoz systému se tehdy staralo hlavní velitelství Veřejné bezpečnosti. Od roku 1976 byl zaveden nový systém počítačové EDN, který umožňoval větší variabilitu využívání sledovaných údajů. Od roku 1980 se přestal sledovat pouze stav po dopravní nehodě do 24 hodin, přibýlo sledování stavu do 30 dnů po dopravní nehodě, což odpovídalo standardu doporučenému Sekretariátem EHK OSN. V roce 1994 se přestaly k evidenci používat sálové počítače typu EC a nahradily je modernější počítače PC. [15]

Evidence dopravních nehod je zakotvena v ZPPK v §§ 123 a 124, které stanovují, že EDN vede Policie ČR, obsahuje údaje o účastnících DN, údaje o vozidle zúčastněných na DN, údaje o místě a době DN, údaje o příčinách DN. Centrální EDN vede Ministerstvo vnitra, policie mu předává aktualizované podklady do centrální EDN. Prováděcím právním předpisem je Vyhláška č. 32 Ministerstva dopravy a spojů ze dne 10. ledna 2001, o evidenci dopravních nehod. Práce s EDN řídí dále Závazným pokynem policejního prezidenta ze dne 25. 11. 2009, kterým se upravuje pozorování informačního systému „Evidence dopravních nehod“. EDN se v současné době vede elektronicky a obsahuje pouze údaje o dopravních nehodách nahlášených Policií České republiky, dopravní nehody, jež dle ZPPK nepodléhají ohlašovací povinnosti, se neevidují. Podle výše uvedeného závazného pokynu je EDN systémem celostátním, provozovaným na úrovni krajských ředitelství policie a na Policejním prezídiu České republiky, zkrácená EDN pak pouze na centrální úrovni. V systému jsou automatizovaně zpracovávány a uchovávány údaje o dopravních nehodách na pozemních komunikacích České republiky, které byly šetřeny policií. Systém představuje jediný souhrnný zdroj údajů o nehodách a jejich následcích včetně dalších důležitých okolností provázejících jejich vznik.

Údaje systému se využívají zejména pro analýzu nehodovosti, zaměřování činnosti výkonu služby při dohledu na silniční provoz, k plánování výkonu služby, k návrhům opatření na ovlivňování dopravně bezpečnostní situace a ke spolupráci s dopravně inženýrskými organizacemi.

Zkrácená evidence slouží k zajištění přímého přístupu určeným příslušníkům policie a zaměstnancům policie k vybraným údajům z EDN, aby mohli zjistit, zda konkrétní vozidlo nebo řidič měl ve sledovaném období účast na dopravní nehodě, pokud je taková informace nutná pro plnění úkolů policie. Doba uchovávání údajů v centrální EDN je 10 let, ve zkrácené EDN 6 let, po uplynutí této doby jsou následně anonymizovány.

1.3.3. Sledované statistické údaje

Přibližně do roku 1998, od kterého docházelo k postupnému zavádění informačního systému Lotus Notes (dále jen LN) od společnosti IBM určeného k evidování dopravních nehod u Policie ČR, byly nosným médiem evidence dopravních nehod děrovací formuláře.³ Děrovací formulář o nehodě v silničním provozu obsahoval všechny požadované a dále využívané údaje o nehodě a byl vyplňován na každou nehodu, která byla příslušníkům policie nahlášena. Zachycuje stav následků na zdraví v době do 24 hodin po nehodě a v této době musí také být vyplněn k dalšímu zpracování. K formuláři se také přikládal opis „Záznamu o malé dopravní nehodě“, resp. „Protokolu o nehodě v silničním provozu“ a dále náčrtek místa dopravní nehody. [15]

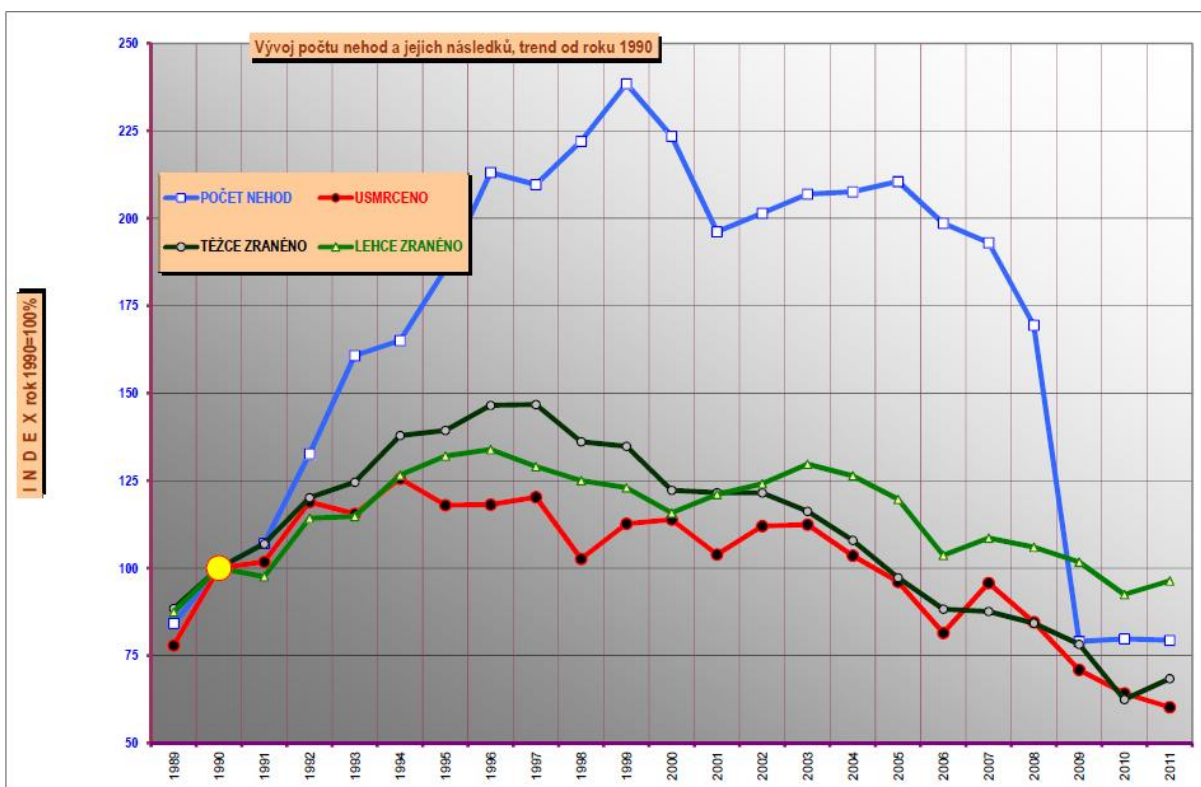
Pro účely vyplnění tohoto formuláře se za usmrcenou osobu považovala osoba, která zemřela na místě dopravní nehody, při převozu nebo nejpozději do 24 hodin po nehodě. Pokud osoba zemřela do 30 dnů po dopravní nehodě, sepsal policista provádějící šetření nehody „Hlášenku změn následků nehody v silničním provozu“, kterou odeslal na statisticko-evidenční oddělení. Pokud osoba zemřela po době delší než 30 dnů, hlášenka se nevyplňovala. Vyplněný formulář se odeslal na statisticko-evidenční oddělení, kde byl po formální a logické stránce zkontrolován a předán na Krajské středisko automatizace. Odsud byly již zpracované záznamy po přenosové síti odesílány na centrální počítač ke zpracování. [15]

V dnešní době se formuláře již využívají zřídka, nahradil je databázový LN, pod kterým jednotlivé dopravní inspektoráty vkládají data do EDN. V případě zpracování dopravní

³ Viz příloha A.

nehody jiným útvarem Policie ČR, který není vybaven příslušným softwarovým vybavením, se děrovací formulář vyplňuje i v dnešní době, společně s opisem dopravní nehody je zaslán na místně příslušný dopravní inspektorát, kde je poté zanesen do EDN.

Na základě detailních statistických informací o každé dopravní nehodě je možné na konci sledovaného období vytvářet z centrální evidence dopravních nehod statistické sestavy, které každý rok zveřejňuje policie na svých internetových stránkách. Na následujícím obrázku je jeden z grafů, který každoročně aktualizuje Policie ČR na svých internetových stránkách, jedná se o vývoj nehodovosti a následků na zdraví na území ČR od roku 1990:



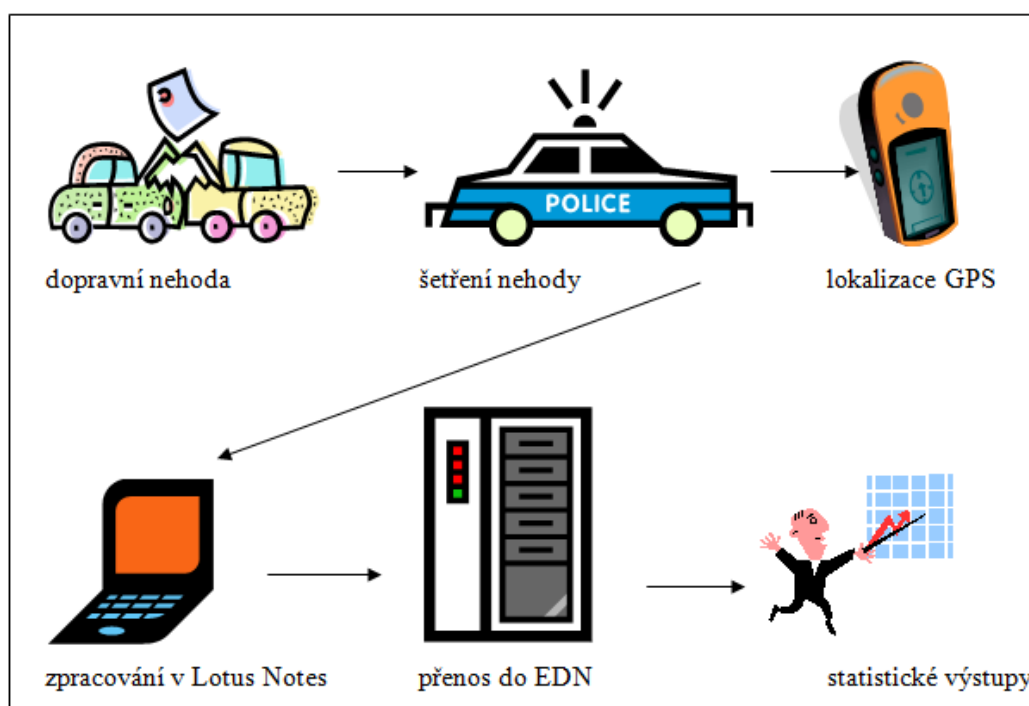
Obrázek 1: Graf vývoje nehodovosti a následků od roku 1990 do roku 2011

Zdroj:[16]

Na grafu je patrné, že v roce 1999 došlo k největšímu nárůstu počtu dopravních nehod, na přelomu let 2008 a 2009 pak k prudkému poklesu počtu nehod v závislosti na legislativní změny u výše škody, od které jsou účastníci povinni dopravní nehodu ohlásit policistovi. Křivky následků na zdraví jsou na první pohled mnohem plošší než křivka vývoje počtu nehod, nicméně je patrné, že spolu do jisté míry korelují.

1.3.4. Lokalizace nehodových míst

S rozvojem moderních technologií dochází k jejich postupnému pronikání i do státní správy. Policie ČR za účelem zpřesnění lokalizace jednotlivých dopravních nehod a tím samozřejmě i zpřesnění výstupních údajů z EDN vybavila policisty zpracovávající dopravní nehody přenosnými ručními GPS přístroji. Pomocí nich a patřičného softwarového vybavení policisté zaznamenají přesnou polohu místa dopravní nehody a implementují ji do EDN. Systém pracuje se souřadnicovým systémem S-JTSK (Křovákovo zobrazení). Proces lokalizace v jednotlivých krocích je názorně uveden na následujícím obrázku.



Obrázek 2: Model systému lokalizace dopravní nehody

Zdroj: vlastní zpracování

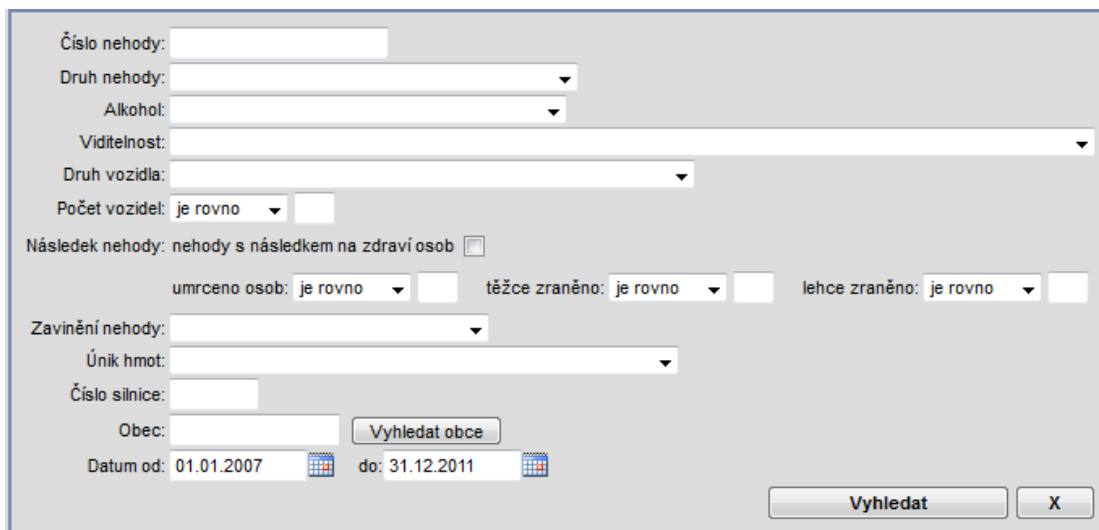
Takto modifikované údaje o každé jednotlivé dopravní nehodě umožňují zpřehlednění statistických výstupů. Nejefektivnější využití lokalizace se jeví v tzv. GIS systémech, které představují komplexní funkční informační systém (geografického typu) pro zpracování údajů polohově vázaných k povrchu Země. [9]

Nejznámějším českým GIS projektem, který mimo jiné zahrnuje statistiky nehodovosti, je *Jednotná dopravní vektorová mapa*. Jde o resortní geografický informační systém, který obsahuje nejen technické informace o dopravních cestách, ale také podrobnou statistiku a mapu dopravních nehod vytvářenou ve spolupráci s Policií ČR. Obsahuje tematické datové vrstvy týkající se správního členění ČR (správní celky a sčítací obvody, zdroj: Český

statistický úřad) data o silniční, železniční, vnitrozemské vodní a letecké dopravě (zdroj: jednotliví správci dopravní infrastruktury) a k tomu doplňující informace ze sčítání silničního (zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR) a železničního (zdroj: Ministerstvo dopravy ČR) provozu a v neposlední řadě data o nehodách v silničním provozu (zdroj: Policie ČR). Dále jsou v JDVM využívána data o územních systémech ekologické stability, přírodních parcích (zdroj: Česká informační agentura životního prostředí) a záplavových územích a povodních (zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR).

Veřejnosti přístupné jsou pouze aplikace „Statistické vyhodnocení nehod v mapě“ a „Statistické vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu ve vybrané lokalitě“, ve kterých jsou obsažena prostorová data o nehodách v silničním provozu od 1. 1. 2007 měsíčně aktualizovaná ve spolupráci s Policií ČR. [6][7]

Oba zpřístupněné dotazy využívají stejnou datovou základnu jako autor této práce, tedy základní lokalizované statistiky nehodovosti oprostěné od identifikačních údajů jako jsou registrační značky (dříve též státní poznávací značky), jména či rodná čísla účastníků jednotlivých dopravních nehod. Jedná se ve své podstatě o omezenou verzi údajů ze statistického formuláře⁴ Využití obrazových a statistických výstupů je široké, význam má především pro orgány státní správy při vyhodnocování dopravně bezpečnostní situace na území, které spravují a při realizaci konkrétních řešení, např. ve spolupráci s Policií ČR.



The image shows a web-based search form for accident statistics. It contains several input fields and dropdown menus for filtering data. The fields include: 'Číslo nehody' (Accident number), 'Druh nehody' (Type of accident), 'Alkohol' (Alcohol), 'Viditelnost' (Visibility), 'Druh vozidla' (Type of vehicle), 'Počet vozidel' (Number of vehicles) with a dropdown set to 'je rovno' (is equal) and a text input, 'Následek nehody: nehody s následkem na zdraví osob' (Consequence of accident: accidents with health consequences) with a checkbox, 'umrceno osob' (number of fatalities) with a dropdown set to 'je rovno' and a text input, 'těžce zraněno' (number of serious injuries) with a dropdown set to 'je rovno' and a text input, 'lehce zraněno' (number of minor injuries) with a dropdown set to 'je rovno' and a text input, 'Zavinění nehody' (Cause of accident), 'Únik hmot' (Spillage of goods), 'Číslo silnice' (Road number), 'Obec' (Municipality) with a 'Vyhledat obec' (Search municipality) button, and 'Datum od' (Date from) set to '01.01.2007' and 'Datum do' (Date to) set to '31.12.2011'. At the bottom right, there are 'Vyhledat' (Search) and 'X' buttons.

Obrázek 3: Vstupní formulář sekce „Statistické vyhodnocení nehod v mapě“ JDVM

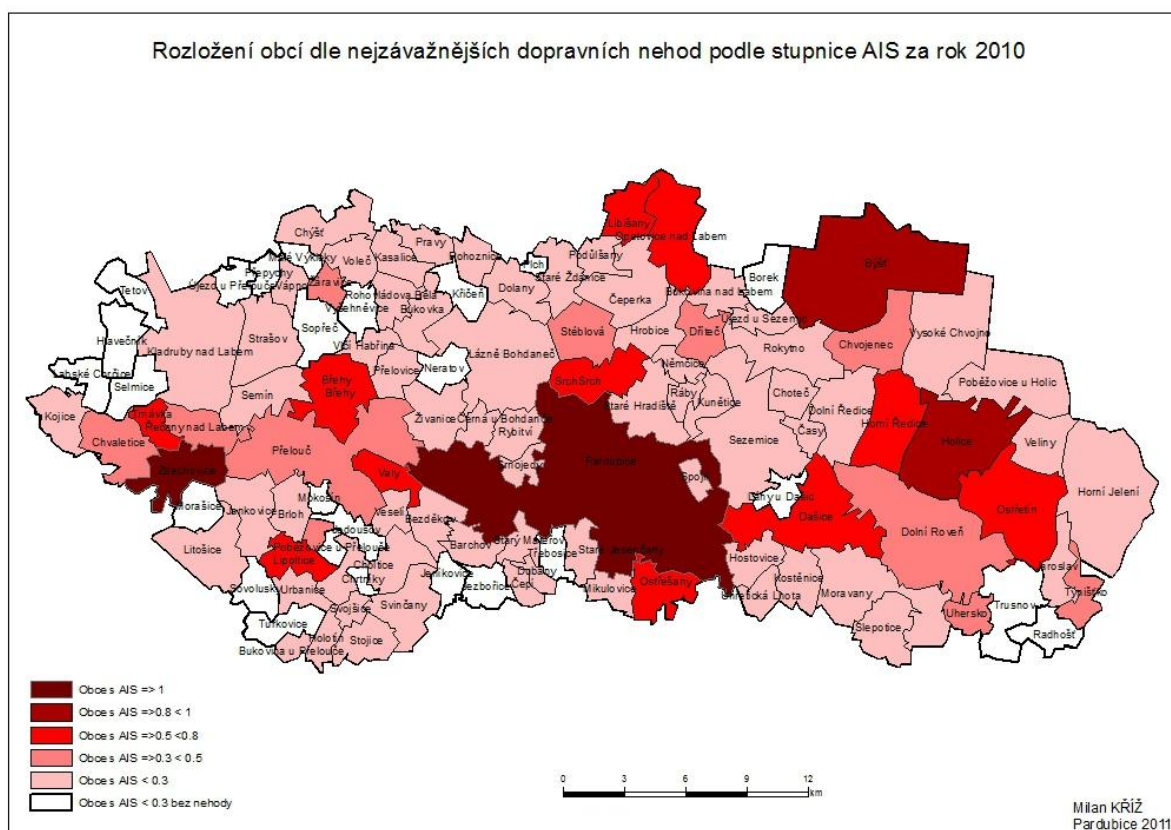
Zdroj: [7]

⁴ Viz příloha A.

Na předchozím obrázku jsou patrné poměrně rozsáhlé možnosti dotazů do GIS Jednotná dopravní vektorová mapa (JDVM), které jsou upraveny tak, aby poskytovaly výsledky, které statisticky nejvíce zajímají subjekty, pro něž je aplikace určena. Příklad výsledků po dotazu na DN v obci Holice v období 1. 1. – 31. 12. 2011 je uveden v příloze B této práce.

Na lokálních počítačích pak za použití některého ze speciálních GIS softwarů lze využít nepřeberného množství funkcí, které nabízejí. Hlavní výhodou je samotná podstata GIS systémů a to vztahování relačních dat ke konkrétním geografickým cílům a jejich názorné grafické zobrazení. Většina těchto programů umožňuje činit definiční a prostorové dotazy, prostorové analýzy či síťové analýzy. Možnosti GIS ve vztahu k popisované problematice autora práce natolik zaujaly, že by se jim v budoucnu rád věnoval v diplomové práci.

Na níže uvedeném obrázku je ukázka možného výstupu z GIS na mapě okresu Pardubice, která zachycuje barevné rozložení obcí dle závažnosti dopravních nehod, které se v jejich katastrálním území staly za sledované období let 2008–2010 podle ukazatele AIS tvořeného váhami (počet usmrcených x 0,5 + počet těžce zraněných x 0,2 + počet lehce zraněných x 0,1 + 0,1 za zjištěný alkohol + 0,1 za škodu nad 250 tis. Kč). Další ukázky jsou obsaženy v přílohách M a N této práce.



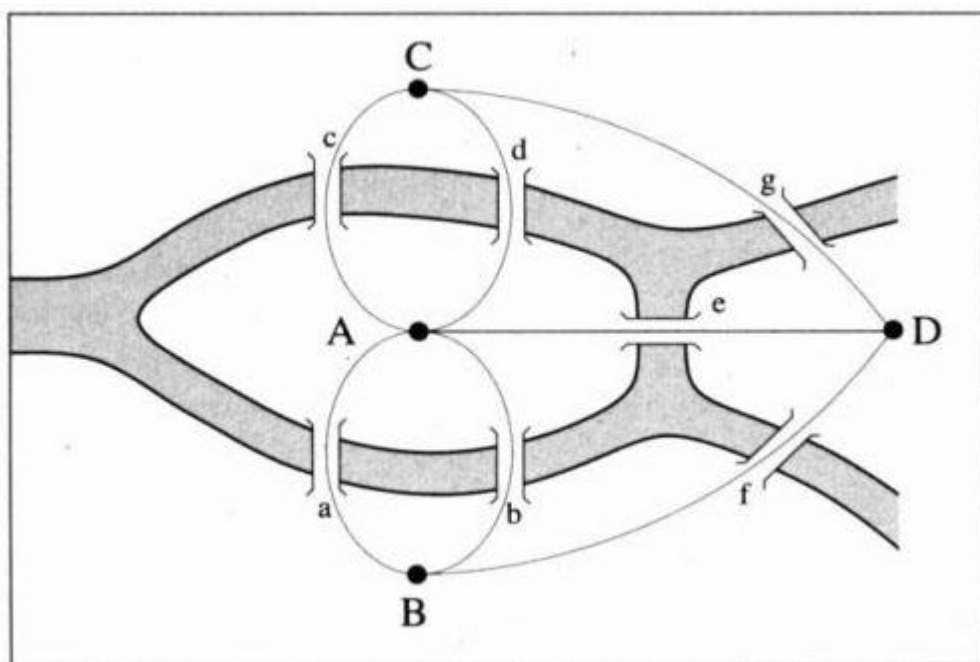
Obrázek 4: Barevné rozložení obcí v okr. Pardubice dle závažnosti dopravních nehod

Zdroj: vlastní zpracování

2. TEORIE GRAFŮ

2.1. Vznik a vývoj teorie grafů

Za zakladatele teorie grafů je považován švýcarský fyzik a matematik **Leonard Paul Euler** (1707–1783), který v roce 1736 vyřešil a publikoval v krátkém článku řešení královeckého hlavolamu. Pruské město Královec (nyní Kaliningrad na území Ruska) leží na řece Pregole, která v něm vytváří dva ostrovy, navzájem spojené s okolním městem sedmi mosty. Problém spočíval v nalezení okružní cesty městem, která člověka převede přes každý z mostů právě jednou. [1]



Obrázek 5: Sedm královeckých mostů

Zdroj: [1]

Euler nahradil každou z oblastí souše uzlem (A až D) a každý most hranou (a až g), dostal tak graf se 7 hranami a 4 uzly, na němž přesně matematicky dokázal, že neexistuje žádná cesta, která by procházela každou hranou právě jednou. Uzly, z nichž vychází lichý počet hran, musí být buď počátečním, nebo koncovým uzlem procházky. Souvislá cesta procházející všemi mosty může mít jeden počáteční a jeden koncový bod. Taková cesta tedy nemůže existovat v grafu, který má více než dva uzly s lichým počtem hran. Město Královec mělo čtyři takové uzly, proto požadovanou cestu nebylo možné najít. Nejen že tak vyřešil královecký hlavolam, ale položil tak nevědomky v roce 1736 základy **teorie grafů**. Obyvatelé města nakonec dali Eulerovi za pravdu a roku 1875 postavili mezi uzly B a C nový most. [1]

Po Eulerově smrti teorie grafů doznala postupného rozvoje, kdy k ní přispěli mnozí velcí matematici své doby, jako byl například **Gustav Kirchhoff** (1824–1887), který se zabýval výpočtem proudů v elektrických sítích pomocí počtu koster grafu. Publikoval zákonitosti platící v elektrických obvodech a sloužící k výpočtu napětí a proudu v jednotlivých větvích obvodu. Přínosem pro teorii grafů bylo jeho zkoumání tzv. toku v sítích. [8]

V 19. století, konkrétně v roce 1852, předložil africký matematik a botanik **Francis Guthrie** (1831–1899) **problém čtyř barev**, který spočíval v otázce, zda lze libovolnou politickou mapu obarvit pomocí čtyř barev tak, aby žádné dva sousedící státy nebyly obarveny stejnou barvou. Za sousední státy přitom byly požadovány takové státy, které měly společnou hraniční čáru, nikoli jen jeden bod. Problém byl kompletně vyřešen až v roce 1976. [17]

Významných poznatků bylo dosaženo i v tehdejší Československu. Roku 1926 publikoval český matematik **Otakar Borůvka** (1899–1995) v díle *O jistém problému minimálním* svůj algoritmus pro nalezení minimální kostry. Algoritmus hledá podmnožinu hran grafu, která tvoří strom obsahující všechny vrcholy původního grafu, přičemž součet ohodnocených hran této množiny je co nejmenší. Dalším významným dílem jsou Borůvkovy *Základy teorie grupoidů a grup*. Obdobný problém minimální kostry vyřešil za pomoci jiného algoritmu v roce 1930 také jeden z největších českých matematiků **Vojtěch Jarník** (1897–1970). [8]

Až do poloviny 20. století se vědci zabývali zmapováním všech vlastností jednotlivých druhů grafů. Mezi nejslavnější problémy patřily hledání únikové cesty z labyrintu, hledání posloupnosti kroků jezdce na šachovnici tak, aby každé políčko šachovnice bylo navštíveno pouze jednou a aby se jezdec nakonec vrátil zpět do své výchozí pozice, problém obchodního cestujícího spočívající v nalezení nejkratší možné cesty procházející všemi zadanými body na mapě, metoda nejbližšího souseda a jiné. Některé z obtížnějších problémů zůstávaly nevyřešeny po celá staletí. Pro naše účely však není nutné se podrobně jednotlivými problémy zabývat. [1]

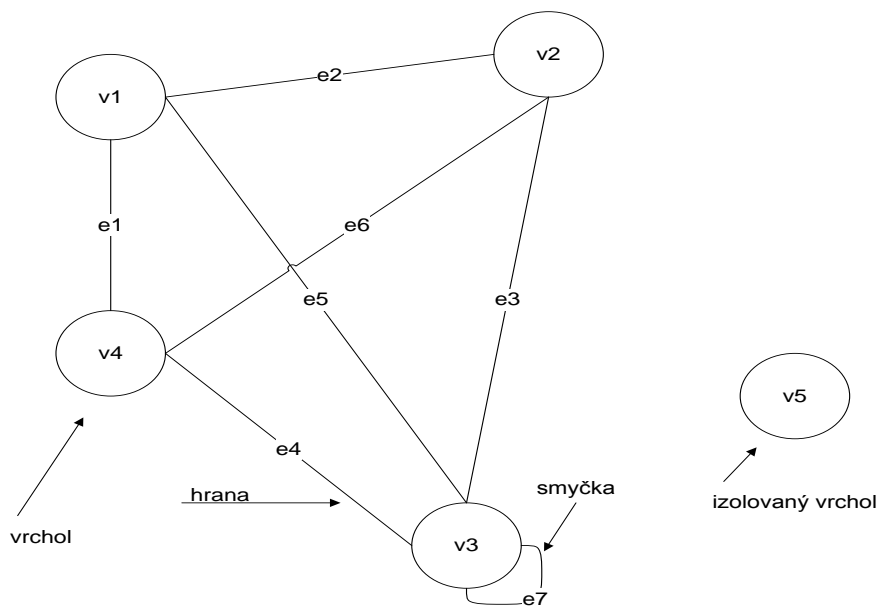
2.2. Základní pojmy

2.2.1. Graf

Teorie grafů je matematická disciplína, která zkoumá vlastnosti grafů. *Grafem* se rozumí dvojice $G = (V, E)$, kde V je neprázdná množina, jejíž prvky se nazývají *uzly* (též také vrcholy, nodes, vertices, entities, items apod.), E je pak množina neuspořádaných dvojic $\{u, v\}$, kde u jsou dva různé prvky množiny V . Prvky množiny E nazýváme *hranami* (též také

vazby, edges, ties, connections, relationships apod.) grafu. Vrcholy grafu se zpravidla označují jako *body*, hrany grafu mezi dvama vrcholy pak *spojnicí*. Pokud existuje více spojnic mezi stejnými vrcholy, pak říkáme, že jde o *násobnou vazbu* neboli rovnoběžné hrany. Vrchol, ze kterého nevychází nebo do něho nevstupuje žádná hrana, je nazýván *izolovaným vrcholem*. Hrana spojující vrchol se sebou samým se jmenuje *smyčka*. [18][21]

Grafická znázornění předchozích definic najdeme na následujícím obrázku.



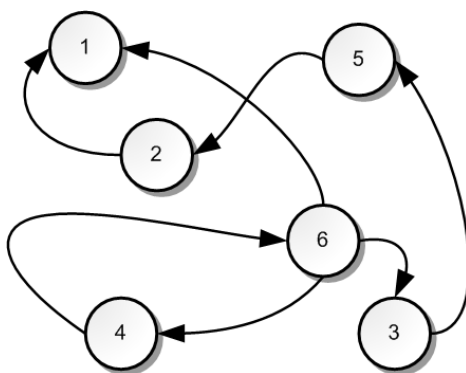
Obrázek 6: Obecný graf

Zdroj: vlastní zpracování

Pro účely této práce je potřeba dále vysvětlit některé z dalších pojmů týkajících se grafů a jejich dělení podle určitých kritérií.

Ohodnoceným grafem budeme nazývat takový graf, jehož hrany nebo (a) vrcholy jsou opatřeny číselnými nebo jinými hodnotami. Tyto hodnoty pak udávají například dobu trvání vztahu, počet vztahů, pravděpodobnost, propustnost, nákladovost apod.

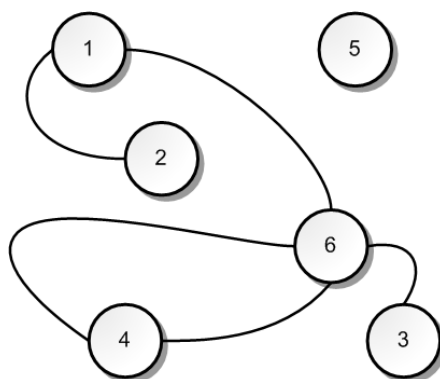
Orientovaný graf je definován jako dvojice $G = (V, E)$, kde $V = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ je konečná množina objektů, kterým říkáme vrcholy, někdy též uzly grafu a je množina některých uspořádaných dvojic uzlů, kterým říkáme orientované hrany grafu. Orientace hrany pak bývá v grafu zobrazena šipkou. [21]



Obrázek 7: Příklad orientovaného grafu

Zdroj: [5]

Neorientovaný graf je definován jako dvojice $G = (V, E)$, kde $V = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ je konečná množina objektů, kterým říkáme vrcholy, někdy též uzly grafu a je množina některých dvojic uzlů, kterým říkáme hrany grafu. [21]



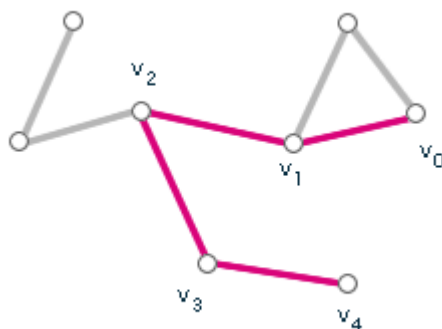
Obrázek 8: Příklad neorientovaného grafu

Zdroj: [5]

Souvislý graf je takový graf, ve kterém jsou všechny dvojice jeho uzlů spojeny alespoň jednou hranou, tzn., že mezi nimi existuje alespoň jedna cesta. [21]

2.2.2. Cesta a sled

Cestu grafu lze chápat jako posloupnost vrcholů a hran, přičemž se neopakují žádné uzly, každý uzel inciduje nejvýše se dvěma hranami tohoto tahu. Naproti tomu sled neboli procházka znamená procházení po grafu po hranách mezi sousedními uzly, přitom můžeme libovolný uzel navštívit vícekrát, lze i projít vícekrát po téže hraně. [8]



Obrázek 9: Příklad cesty v grafu

Zdroj: [8]

Hamiltonovou cestou pak nazýváme cestu, která prochází všemi uzly. Známejším pojmem je však *Hamiltonova kružnice*, která říká, že cesta musí začínat i končit ve stejném uzlu.

Eulerovský graf je speciálním druhem grafu, který lze tzv. nakreslit jedním tahem, tedy se žádná z hran neopakuje. [21]

2.2.3. Isomorfismus

Isomorfismus lze velmi zjednodušeně popsat stavem, kdy nám dva různě vypadající grafy s různě označenými vrcholy popisují tu samou situaci. Pokud potřebujeme ověřit, zda dva grafy jsou skutečně isomorfní, musíme najít způsob, jak vrcholy jednoho grafu přejmenovat tak, aby odpovídaly vrcholům druhého grafu. Takovému přejmenování se říká „bijektivní zobrazení“. [8]

2.2.4. Multigraf

Multigraf je orientovaný i neorientovaný graf, v němž existují dva uzly, mezi nimiž se nachází více než jedna hrana. [21]

2.2.5. Matice sousednosti

Též označována jako matice sousednosti A_G sloužící pro matematickou reprezentaci grafu. Jedná se o čtvercovou matici, která v případě obyčejného neorientovaného grafu má na pozici ij nulu, pokud mezi i -tým a j -tým uzlem neexistuje hrana. Pokud mezi i -tým a j -tým uzlem hrana existuje, je ij -tá pozice obsazena jedničkou. Matice sousednosti je v daném případě symetrická podle hlavní diagonály. U multigrafů a hranově orientovaných grafů je situace složitější. U orientovaných grafů není již *matice incidence* symetrická podle hlavní diagonály.

Uzel, ze kterého hrana vychází je pak označen jedna, uzel, do kterého hrana vstupuje, je označen -1, pokud uzel a hrana spolu neincidují, pak je ij -tá pozice obsazena 0. [21]

2.2.6. Matice vzdálenosti

Jedná se rovněž o čtvercovou matici, která má na pozici ij nulu, pokud mezi i -tým a j -tým uzlem neexistuje procházka. Pokud mezi i -tým a j -tým uzlem procházka existuje, je na pozici ij uveden počet hran, které obsahuje nejkratší cesta měřenými uzly. [21]

2.2.7. Podgraf

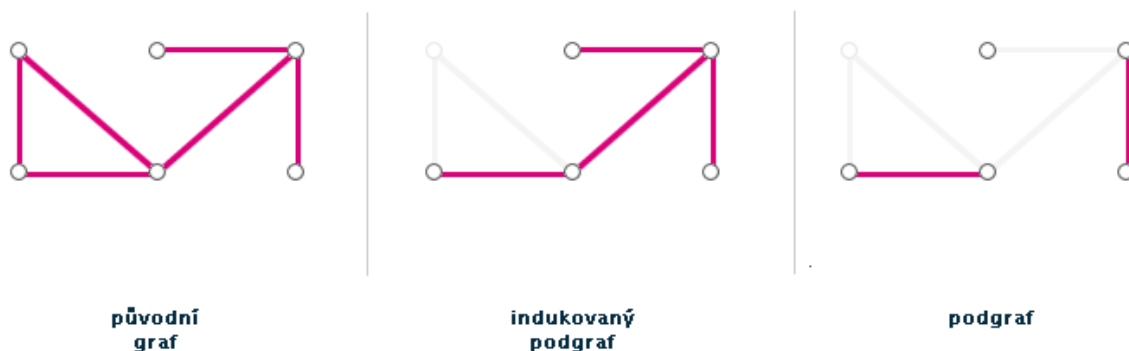
Podgraf je, velmi stručně řečeno, část grafu, která vznikla odebráním některých vrcholů nebo hran z původního grafu. Po odebrání vrcholu je nezbytně nutné odebrat také hrany, které do vrcholu vedly nebo vedly z něho. Pokud jsou odebrány pouze tyto hrany, poté mluvíme o grafu indukovaném, pokud odebereme i jiné hrany, hovoříme obecně o podgrafu.

Definice

Graf H je **podgrafem** grafu G , jestliže

Graf H je **indukovaným grafem** grafu G , jestliže

[8]



Obrázek 10: Podgraf a indukovaný podgraf

Zdroj: [8]

2.2.8. Strom

Stromem se označuje neorientovaný souvislý graf, který neobsahuje ani jeden cyklus (kružnici). Každé dva vrcholy stromu jsou pak spojeny právě jednou cestou, kdy zde platí následující vztah $E = V - 1$, kdy V je počet vrcholů/uzlů a E je počet hran. [8]

Les je neorientovaný graf, množina navzájem nepropojených stromů (podgrafů), které neobsahují cyklus.

2.2.9. Stupeň vrcholu

Stupeň vrcholu říká, kolik ze kterého vrcholu vychází hran, neboli kolik má daný vrchol „sousedů“. Stupeň v grafu G pak značíme $d_G(v)$. U orientovaného grafu pak můžeme rozlišovat stupeň vstupní d^- (indegree) a stupeň výstupní d^+ (outdegree). Již z názvů vyplývá, že vstupní označuje počet hran vstupujících do uzlu, výstupní počet hran vystupujících z uzlů. [4]

Vztah lze vyjádřit vzorcem

(1)

2.2.10. Vzdálenost / metrika

V některých případech nám nepostačí znát pouze závislost mezi jednotlivými uzly, ale zajímá nás také, jak daleko to z jednoho vrcholu do druhého je, zajímá nás tedy délka procházky. V nejjednodušším případě lze takovou vzdálenost určit počtem hran, které jsme prošli z jednoho vrcholu do druhého. Vzdálenost mezi dvěma vrcholy označenou jako $d_G(u, v)$, tak lze vyjádřit jako nejkratší procházku mezi vrcholy u a v v grafu G . Pokud sled (procházka) neexistuje, pak vzdálenost

Trojúhelníková nerovnost je takovou vlastností grafu, která říká, že jsme vždy v grafu získali nejkratší vzdálenost, tedy že součet délek dvou stran trojúhelníku není nikdy menší než délka třetí strany téhož trojúhelníku. Obecně toto pravidlo říká, že cesta z A do B a poté do C není nikdy kratší než přímá cesta z A do C. [8]

Zde je na místě uvést dvě základní polohy uzlu v grafu a to *excentricitu*, která značí nejdelší z nejkratších cest mezi uzly, tzn. nejvyšší číslo v i -tém řádku matice vzdáleností, *středem grafu* pak nazýváme vrchol/uzel s nejmenší excentricitou.

Hledání nejkratší či nejdelší cesty je jednou ze základních úloh teorie grafů. V dnešní době pro tyto účely slouží celá řada algoritmů implementovaných do softwarového vybavení. Pro účely této práce není nezbytně nutné jednotlivé algoritmy vysvětlovat. [1]

2.3. Oblast působnosti (využití v praxi)

Grafy reprezentují v podstatě zjednodušení reálného světa, kde analyzovaný problém je zobrazen pomocí bodů a čar, tedy uzlů představujících určitou entitu a hran představujících jejich vzájemnou interakci. Z této definice je patrné, že teorie grafů má velmi široké uplatnění všude tam, kde si lze reálie představit jako vrcholy nebo chcete-li uzly a jejich vzájemné

vztahy jako vazby. Nejčastějšími zkoumanými problémy bývají nalezení nejkratší cesty, nalezení nejbližšího souseda či problém obchodního cestujícího.

2.4. Social Network Analysis

Analýza sociálních sítí (dále jen SNA) nebo také jen síťová analýza je interdisciplinární metoda využívaná zejména v sociálních vědách pro zkoumání vztahů mezi jednotlivci nebo mezi skupinami s využitím teorie grafů. Stejně jako samotná teorie grafů, ze které vychází, je využívána všude tam, kde existují nějaké objekty, které si můžeme popsat jako vrcholy či uzly, a jejich vzájemné vztahy popsané jako vazby či hrany. SNA poskytuje statistické údaje pro zkoumání relačních dat, přitom se soustřeďuje zejména na vzorce vztahů mezi objekty. [2]

Na tomto místě je nutno poznamenat, že samotný pojem „Sociální síť“ se poprvé neobjevil v souvislosti s Internetem a komunitními sítěmi typu Facebook, Twitter či LinkedIn a jiné, jak by si mnozí mysleli. Poprvé byl užit v roce 1954 sociologem J. Barnesem v knize „Class and Committees in a Norwegian Island Parish. Human Relations“, kde za sociální síť bylo považováno jisté sociální zřízení pomocí uzlů představujících jednotlivce nebo organizace a tyto uzly jsou pak mezi sebou spojovány vztahy různé intenzity od příležitostných známostí až po těsné rodinné vztahy. [12]

V dnešní době je sociální síť chápána jako „*soustava reciprocitních sociálních vztahů mezi třemi a více lidmi a interakce z nich vzniklé s šancemi a omezeními, která přináší.*“ [3]

Historie SNA sahá asi do 20. let minulého století, vyvinula se postupně za přispění několika různých oborů lidského poznání. Nejvýznamnější podíl je připisován sociometrii, která zkoumá sociopreferenční vztahy ve skupině, za jejího zakladatele je považován rakousko-americký lékař, psychiatr a sociolog **Jacob Levy Moreno** (1889–1974). Moreno vynalezl tzv. sociogram, který pomocí bodů a čar reprezentoval vztahy mezi lidmi. Pomocí sociogramů stanovoval vůdce ve skupině, izolované jedince, zákonitosti vzniku přátelství a jiné, tedy byl jedním z prvních, kdo prováděli měření v síti. Další významnou osobností, která přispěla ke vzniku SNA, byl **George Elton Mayo** (1880–1949), který společně se svými kolegy provedl tzv. *Hawthorský experiment* trvající v letech 1927–1933 v továrně na elektrické součástky Electric Company Chicago. Mayo v průběhu projektu a pozorování dělníků na pracovišti zjistil, že mezi sebou vytvářejí neformální organizace – skryté sociální struktury a vztahy v těchto skupinách působící na pracovní prostředí jedince ovlivňují jeho výkonnost více než ekonomické stimuly. Síťové analýzy se za přispění celé řady učenců své doby staly součástí moderní sociologie a promlouvají do celé řady dalších vědních oborů

jako jsou biologie, geografie, ekonomie, antropologie, informatika, sociální psychologie, komunikace a obecně všude tam, kde jsou nějaké objekty a interakce mezi nimi. [3]

Důležitou vlastností každé sociální sítě je síla nebo také těsnost vazeb mezi uzly. Příkladem může být frekvence interakce nebo hloubka přátelství. Významnou prací v této oblasti přispěl americký sociolog Stanfordské univerzity **Mark Granovetter** v přelomovém sociologickém článku „*Síla slabých pout*“ v časopisu „*Current Contents*“. Granovetter říká, že naši přátelé tvoří silné vazby a naši známí vazby slabé. Dochází k závěru, že pokud bychom například hledali novou práci, jsou naše slabé vazby mnohem důležitější než naše pevná přátelství, neboť naši přátelé se pohybují ve stejném prostředí jako my a znají přibližně stejné osoby. Pokud však potřebujeme komunikovat s „vnějším světem“, pak jsou důležité právě naše slabé vazby v podobě známých, kteří se obvykle pohybují v jiných sociálních shlcích. [1]

K síťové analýze slouží především relační data, tzn. vazby, kontakty nebo spojení mezi jedinci uspořádaná do sociogramů a matic. Základní sociometrická matice v sobě obsahuje zjištění, s kým je každý jednotlivý z n aktérů spojen, nebo nespojen vazbou. Teorie grafů zde používá matice sousednosti, incidence a vzdálenosti. Za tři nejdůležitější vlastnosti v síti se při síťové analýze považuje *reciprocita*, *intenzita* a *stálost* vztahů mezi uzly. Míra reciprocit vztahů ovlivňuje transakční náklady směny, intenzita vztahu pak vyjadřuje míru síly závazku neboli multiplexitu (viz multigraf 2.2.4) a stálost značí délku setrvání ve vztahu. [3][20]

2.4.1. Důležité metriky

Degree centrality

Centralita měřená stupněm uzlu. Centralita vyjadřuje přímý počet vazeb k dalším uzlům v síti a měří tím aktivitu předmětného uzlu v síti. V případě orientovaného grafu pak můžeme uvažovat o tzv. Indegree centrality a Outdegree centrality, které vyjadřují počet vazeb do uzlu vstupujících a z uzlu vycházejících. Čím vyšší počet vazeb uzel má, tím větší má hodnotu degree centrality. Uzly s nejvyšší hodnotou centrality v síti tvoří takzvané středy nebo spojky. [18]

Closeness centrality

Centralita měřená blízkostí polohy ve středu. Hodnota uzlu je dána možností uzlu dosáhnout ke všem ostatním uzlům sítě. Z hlediska matematiky lze blízkost polohy ve středu

vyjádřit jako minimální součet vzdálenosti uzlu ke všem dalším uzlům. Uzly, které mají tuto vzdálenost nejmenší, mají největší vliv na to, co se v síti odehrává, jelikož mají nejrychlejší přístup k celé síti. Pokud bychom chtěli do sítě vypustit nějakou informaci a chtěli bychom, aby se co nejrychleji rozšířila, potom není ideálnějšího místa. [18]

Betweenness centrality

Centralita měřená středovou mezípolohou. Hodnota je nejvyšší, pokud cesty mezi libovolnou dvojicí uzlů procházejí přes tento uzel. To tedy znamená, že středová mezípoloha měří, kolik cest mezi dvojicí uzlů prochází daným uzlem. Z těchto míst je pak nejlepší viditelnost toho, co se v síti děje, tedy pozice ideální pro kontrolu toku v síti. V opačném případě mohou sloužit jako efektivní závory. Někdy se o nich hovoří jako o mostech či zprostředkovatelích. [18]

Eigenvector centrality

Centralita podobná centralitě měřené stupněm uzlu zohledňuje však významnost uzlu v síti. Používá se především u neorientovaných grafů. Hodnota je vyšší, čím více je spojení s důležitými uzly v síti. Důležitost uzlů je dána ostatními metrikami, např. zmíněnou centralitou měřenou stupněm uzlu. Velmi podobou centralitou je i **Page Rank** uvedená společností Google, která podobně jako Eigenvector centralita měří důležitost uzlu v síti. [18]

2.4.2. Výběr softwaru pro síťovou analýzu

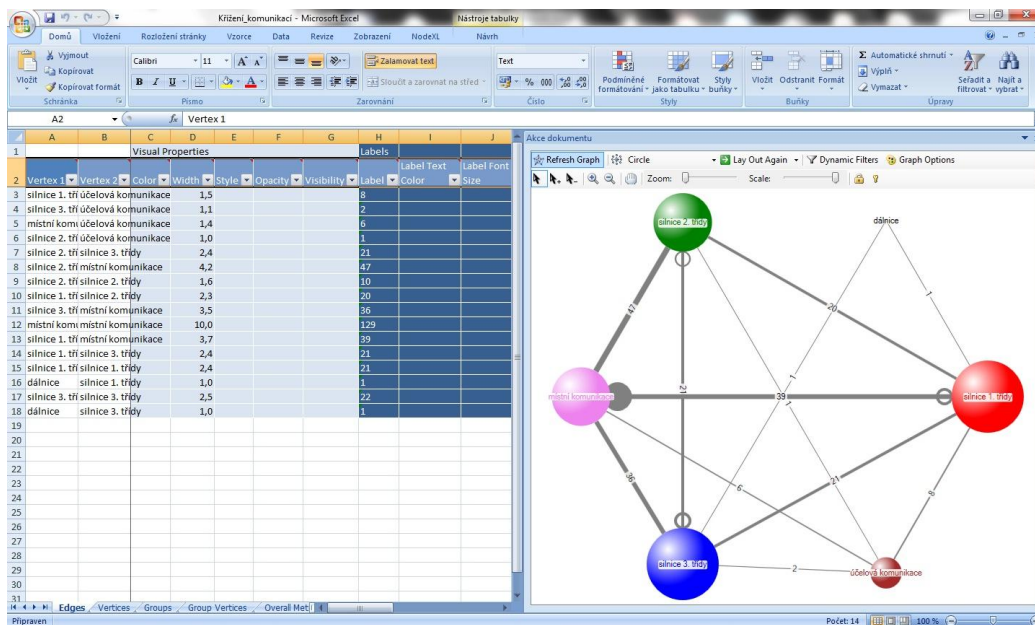
Pro analýzu sociálních sítí existuje celá škála různých aplikací, mnohé z nich jsou placené, některé jsou zcela zdarma, jiné zdarma pouze pro nekomerční užití. Nejpoužívanějšími softwary jsou u nás UNICET, PAJEK, GEPHI či ORA, ale samozřejmě i řada dalších. Jejich ucelený přehled včetně základních charakteristik je uveden na stránce „Social network analysis software“, anglické verzi Wikipedie, pro účely této práce není nutné se jimi dále zabývat.

V této práci budeme data analyzovat pomocí nástroje **NodeXL**, který je spíše než aplikací šablonou MS Excel v našem případě do verze 2007. Je založen na platformě .NET, je volně dostupný s tzv. GPL licenci⁵. Podporuje velké množství formátů: Pajek, Unicet, GraphML, data uložená v matici či data tabulce pracovního sešitu MS Excel. Vstupní údaje lze rovněž importovat z online sociálních komunit Twitter, Facebook, Flickr, Youtube či z lokálních poštovních účtů. Pomocí nástroje NodeXL lze snadno analyzovat vstupní data, provádět

⁵ General Public License neboli všeobecná veřejná licence.

pokročilé síťové analýzy a vizuální průzkum sítí. To vše ve známém prostředí MS Excel 2007 nebo 2010 dle možností uživatele. [13]

Volba padla na NodeXL právě pro jeho dostačující analytické možnosti, intuitivní ovládání, graficky dobře zvládnuté výstupy a možnost bez komplikací importovat naše vstupní data přímo z pracovního sešitu tabulkové procesoru MS Excel z kancelářského balíku Microsoft Office 2007.



Obrázek 11: Ukázka grafického prostředí nástroje NodeXL

Zdroj: vlastní zpracování

3. ANALÝZA NEHODOVOSTI

Téměř každý z nás se již v minulosti setkal s nějakým typem prezentace nehodovosti, zpravidla tak bývá vždy v lednu po uzavření statistického období, které tvoří jeden kalendářní rok. Statistiky jsou pravidelně zveřejňovány nejen policií, ale i dalšími institucemi, kterých se daná problematika dotýká. Nejčastěji jsou zobrazovány grafy a tabulky, které přehledným způsobem ukazují vývojové křivky vzhledem k předchozím obdobím, různé poměrové ukazatele, srovnání a jiné. Sběr údajů a jejich zpracování byl popsán v kapitole 1.3.2. Evidence dopravních nehod této práce. Data jsou prezentována každý rok na veřejně přístupných stránkách Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia Policie ČR ve dvou datových souborech, první obsahuje podrobný popis celorepublikové statistiky nehodovosti, vývoj jednotlivých sledovaných údajů ve vztahu k předešlým obdobím doplněným o několik obrazových výstupů. Druhý soubor obsahuje pouze grafické znázornění vyhodnocení nehodovosti za aktuální rok bez příslušného popisu.

O správnosti zpracování policejních statistik není pochyb a cílem této práce není suplovat práci odborníků, kteří se předmětnými výstupy dlouhá léta zabývají. Protože každý obrazový výstup řekne více než sáhodlouhý textový popis dat, využijeme zvolené softwarové prostředí k hledání jinak skrytých a pomocí běžných statistických nástrojů těžko popsatelných závislostí v datech EDN a přehledně tyto vztahy zobrazit pomocí grafů. Za uzly budeme tedy považovat jednotlivé položky a podpoložky statistického formuláře a za hrany pak četnost vzájemné interakce těchto položek mezi sebou. Výsledkem budou zpravidla ohodnocené a neorientované multigrafy, na kterých budeme provádět jednotlivá měření a výsledky zdůvodníme. Při analýze budeme postupovat explorativní a deskriptivní metodou, tedy bez předem stanovených hypotéz, které bychom ověřovali nebo zamítali. Postupným analyzováním dat s využitím autorových zkušeností v dané problematice budeme hledat zajímavé závislosti v datech, ověříme si, zda metoda poskytuje stejné nebo podobné výsledky jako běžně zveřejňované policejní statistiky, pokusíme se najít další zajímavé závislosti v datech a zhodnotíme celkovou využitelnost zvoleného nástroje pro analýzu podobného charakteru.

3.1. Popis a příprava vstupních dat

Pro analýzu nehodovosti v regionu Pardubice byla použita data o jednotlivých dopravních nehodách, které se udály na území okresu Pardubice v období let 2008–2011, pro každý jednotlivý rok pak samostatný soubor ve formátu XLS tabulkového procesoru MS Excel.

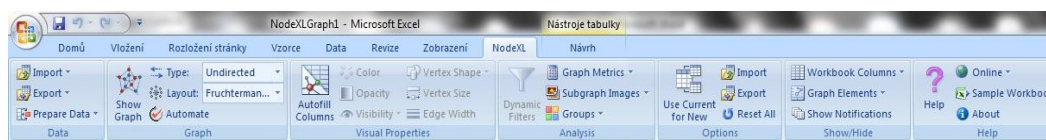
Data byla získána na webových stránkách Ředitelství služby dopravní policie policejního prezidia Policie České republiky. Data jsou zformátována do přehledné tabulky, obsahují číslo jednotlivé dopravní nehody, údaje lokalizace GPS, datum a čas, den v týdnu a vybrané položky statistického formuláře⁶, které neobsahují žádné údaje umožňující identifikace jednotlivého účastníka dopravní nehody nebo jeho zúčastněného vozidla. Protože se současně jedná o formulář shromažďující údaje o právních příčinách dopravních nehod, jsou některé údaje vztaženy pouze k viníkovi dopravní nehody.

Před začátkem analyzování bylo nutné u všech tabulek se vstupními údaji přejmenovat názvy jednotlivých podpoložek statistického formuláře, které doposud byly pouze v souladu se statistickým formulářem očíslované. Pokud bychom tak neučinily, byla by řada rozdílných vrcholů pojmenována stejným názvem, což by vedlo ke vzniku cyklů v grafech a celkovému zkreslení výsledků. Aby proces nebyl tak časově náročný v případě postupného přejmenovávání položek za každý rok zvlášť, byl do souboru přidán jeden list s tabulkami obsahujícími pojmenované položky statistického formuláře a za pomoci funkcí Excelu, zejména pak „SVYHLEDAT“, bylo provedeno hromadné přejmenování položek. V tomto procesu byly zjištěny chybějící hodnoty, které nebylo možné relevantně nahradit, proto u nich byl vnesen záznam „NEVYPLNĚNO“ a později z analýz budou tato data vynechána.

V průběhu analyzování bylo zjištěno, že pro některé druhy analýz poskytují data za jednotlivá roční období relativně malý vzorek, proto v případě vybraných druhů analýz došlo ke sloučení vzorků za jednotlivá období a tato skutečnost u nich bude vždy uvedena.

3.2. Obecný postup analýzy

Prvním krokem všech jednotlivých analýz je otevření pracovního sešitu se vstupními daty v MS Excel a otevření šablony NODEXL. V záložkách základní obrazovky tabulkového procesu nám přibude položka „NodeXL“, která skýtá jednotlivé nástroje pro síťové analýzy.



Obrázek 12: Nástrojová lišta šablony NodeXL

Zdroj: vlastní zpracování

⁶ Formulář evidence nehod v silničním provozu, MV č. skl. 593, viz příloha A.

Dalším krokem je načtení analyzovaných dat z pracovního sešitu tabulkového procesoru do šablony NodeXL za pomoci ikony „Import“, kde vybereme volbu „From open workbook“. Následně zvolíme dva sloupce pracovního sešitu s daty, která navzájem budeme porovnávat. Tento vybraný nástroj totiž neumožňuje provádět analýzu více než dvou sloupců pracovního sešitu najednou, což pro dané účely neznamená zásadní omezení.

Po načtení vstupních dat již můžeme využít celou řadu nástrojů šablony. Za pomoci tlačítka „Graph metrics“ vybereme jednotlivé metriky, které chceme nástrojem ze vstupních dat spočítat. Máme na výběr: „degree, indegree, outdegree, betweenness, closeness centrality, eigenvector centrality, page rank, clustering coefficient, edge reciprocation, group metrics a overall graph metrics“. Dále volíme tlačítko „Automate“, kde vybereme všechny nabízené možnosti mimo uložení výstupního obrázku grafu, což je ještě předčasné, a již se v pravé polovině šablony objevuje první obrázek síťového grafu. Nyní volíme položku „Autofill columns“, kde lze nastavit zobrazení ohodnocení hran, velikost a barva hran podle určitých kritérií, velikost a barva vrcholů podle různých naměřených metrik či pojmenování jednotlivých vrcholů a jeho umístění v grafu. Hrany v grafu lze pomocí nástrojů šablony zaoblit, jednoduché tvary reprezentující vrcholy lze nahradit reálnými obrázky. Při zobrazení grafu je nutné správně zvolit, zda chceme zobrazit graf neorientovaný nebo orientovaný, a jaký algoritmus z široké nabídky zvolíme pro obrazovou reprezentaci grafu. Pokud je vzniklý graf nepřehledný, přeplněný vrcholy i hranami, lze pomocí filtrů zobrazit hrany a vrcholy, kde hrana např. dosahuje ohodnocení > 20 a jiné, což jsme v našich analýzách museli často aplikovat.

3.3. Výsledky jednotlivých měření

Pomocí síťové analýzy nebudeme navzájem porovnávat všechny položky statistického formuláře, přestože by to bylo technicky možné. Ne každé porovnání by mělo odpovídající a využitelnou hodnotu, některá by dokonce postrádala logiku. Naším cílem rozhodně ani není najít v datech univerzální vzorec pro dopravní nehodu nebo pro chování či myšlení viníka dopravní nehody. Jak bylo uvedeno v kapitole 1.3 o dopravní nehodě, povinnou složkou každé dopravní nehody je nezamýšlenost a nepředvídanost nebo také v řeči pojišťoven nahodilost. Tyto neodmyslitelné znaky každé dopravní nehody úvahy o jednoduchém nebo snad univerzálním řešení nehodovosti zcela vylučují. Z analýz však můžeme zjistit určité pravidelnosti, zákonitosti či souvislosti, které při správném vyhodnocení mohou dobře posloužit k ovlivňování či korekci chování účastníků silničního provozu, k úpravám dopravní

infrastruktury směrem ke zvyšování bezpečnosti při plánování výkonu dohledu nad silničním provozem a v dalších obdobných činnostech. Jedním z takových dílčích opatření jsou přestavby rizikových křižovatek na okružní křižovatky nebo křižovatky s provozem řízeným pomocí světelného signalizačního zařízení. Pokladem pro vytipování rizikových křižovatek jsou zejména kolizní diagramy⁷, které využívají analyzovaná statistická data.

3.3.1. Dny v týdnu a hlavní příčiny dopravních nehod

Při této analýze jsme se zaměřili na porovnání jednotlivých dnů týdne a hlavních příčin dopravních nehod. Dny v týdnu jsme označili slovně, hlavní příčiny jsou označeny trojmístným číselným kódem, kde hlavní kategorie právních příčin jsou rozděleny následovně:

- 100 nezaviněná řidičem (lesní nebo domácí zvířít, chodcem...)
- 2XX nepřiměřená rychlost jízdy
- 3XX nesprávné předjíždění
- 4XX nedání přednosti v jízdě
- 5XX nesprávný způsob jízdy
- 6XX technická závada vozidla

Zvolili jsme časové období let 2008–2011 a zajímalo nás, zda jsou jednotlivé právní příčiny dopravních nehod ovlivněny dnem v týdnu. Výsledný síťový graf je znázorněn na obrázku č. 13 a jednotlivé metriky pak shrnuty v následující tabulce č. 2.

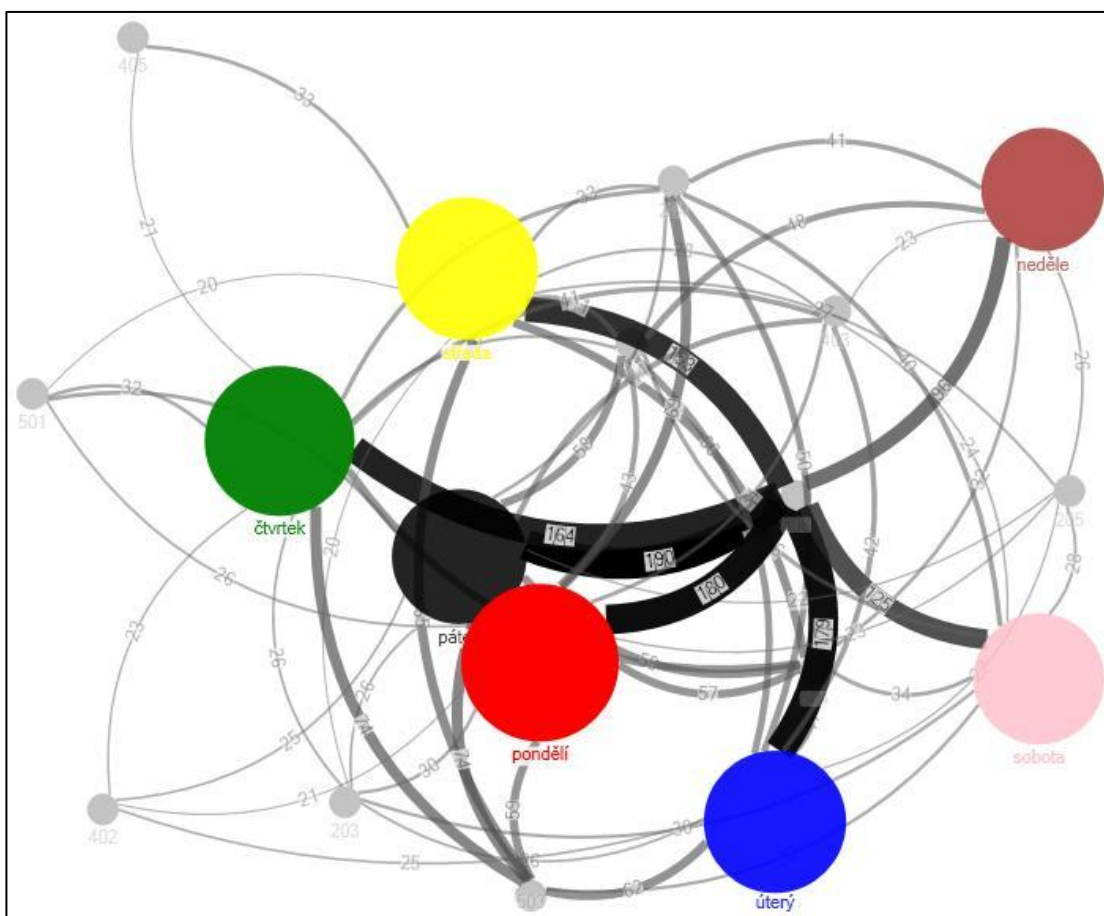
Tabulka 2: Metriky analýzy dnů v týdnu a hlavních příčin dopravních nehod

<i>Uzel</i>	<i>Stupeň uzlu</i>	<i>Středová mezípoloha</i>	<i>Blížkost středu</i>	<i>Eigenvector centralita</i>	<i>Page Rank</i>
pondělí	40	316,718	0,012	0,022	4,469
čtvrtek	38	253,491	0,012	0,022	4,154
sobota	33	238,125	0,010	0,020	3,704
úterý	36	223,930	0,011	0,021	3,915
středa	36	172,142	0,011	0,021	3,806
pátek	34	119,492	0,011	0,021	3,511
neděle	31	95,102	0,010	0,020	3,198

Zdroj: vlastní zpracování

⁷ Situační schéma znázorňující pomocí symbolů podstatné charakteristiky dopravních nehod za určité časové období (zpravidla 3 roky).

Z měření je zřejmé, že z nejvíce různých příčin se „bourá“ v pondělí. Pondělí je nejvýznamnějším uzlem v síti ve vztahu k příčinám, dosahuje i nejvyššího hodnoty všech ostatních metrik.



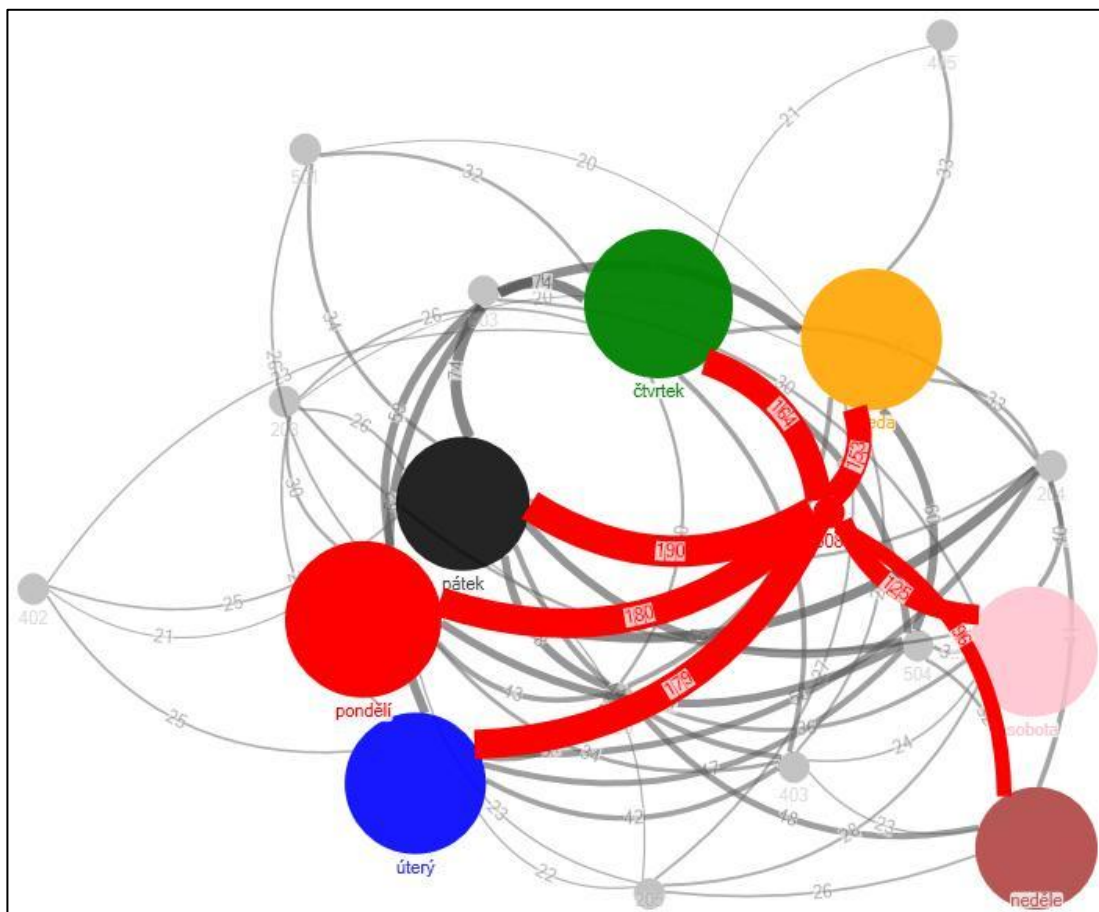
Obrázek 13: Graf síťové analýzy závislosti dne v týdnu a právní příčiny dopravní nehody

Zdroj: vlastní zpracování

Použití nástroje NodeXL má však další nezanedbatelnou výhodu, umožňuje totiž pomocí jednoduchého výběru libovolného uzlu zobrazit všechny jeho vazby, které v případě zobrazení ohodnocení dávají mocný analytický nástroj. Pomocí této vlastnosti prakticky ukázané na následujícím obrázku č. 14 jsme i u dalších analýz odhalili celou řadu souvislostí. Některé z nich uvádíme v následujícím přehledu:

- nejčastější příčinou dopravních nehod je příčina č. 508 – řidič se plně nevěnoval řízení, nejčastěji z této příčiny řidiči „bourají“ v pátek a v pondělí, což má zřejmě příčinnou souvislost s fází pracovního týdne a odpočinkem o víkendu
- o víkendech ubývá příčin, které mají přímou souvislost s hustotou provozu, např. nedodržení bezpečnostní vzdálenosti

- řada příčin není ovlivněna jednotlivým dnem v týdnu a jeho specifiky, např. nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, bláto, mokrá povrch), nesprávné otáčení nebo couvání
- ve dnech před a po víkendu a o víkendu přibývá nehod v důsledku nepřiměřené rychlosti jízdy, což má, stejně jako v případě příčiny spočívající v nevěnování se řízení, souvislost s určitým uvolněním mravů či ztrátou koncentrace okolo období pracovního klidu.



Obrázek 14: Graf závislosti příčiny č. 508 na jednotlivých dnech v týdnu

Zdroj: vlastní zpracování

3.3.2. Denní doba a hlavní příčiny dopravních nehod

Denní dobu jsme pro účely této analýzy rozdělili do čtyř časových pásem:

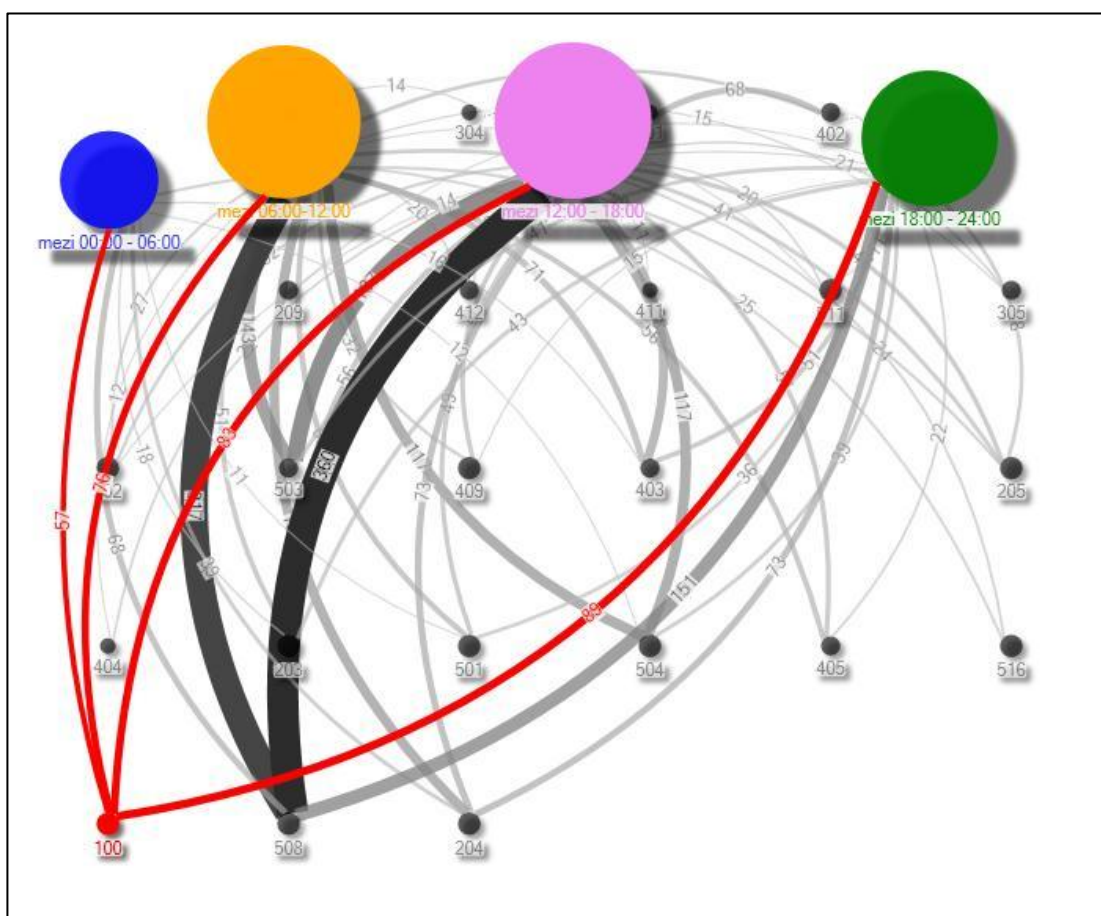
- 00:00 – 06:00 hod. noční doba
- 06:00 – 12:00 hod. dopoledne
- 12:00 – 18:00 hod. odpoledne
- 18:00 – 24:00 hod. večer

Tabulka 3: Metriky analýzy denní doby a hlavní příčiny dopravních nehod

Uzel	Stupeň uzlu	Středová mezipoloha	Blížkost středu	Eigenvector centralita	Page Rank
mezi 12:00–18:00	44	489,741	0,014	0,023	7,053
mezi 06:00–12:00	43	405,057	0,014	0,023	6,692
mezi 18:00–24:00	38	285,219	0,012	0,022	5,825
mezi 00:00–06:00	27	161,696	0,010	0,016	4,159

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků měření prezentovaných v tabulce č. 3 je patrné, že z nejvíce různých příčin se stávají dopravní nehody v odpolední čas, nejméně různých příčin pak sledujeme v noční době. Pokud se podíváme podrobněji na vítězný vrchol, zjišťujeme, že nejčastější příčinou je opět nedodržení bezpečnostní vzdálenosti ve 360 případech za sledované období let 2009–2011. Nevěnování řízení je pak nejčastější právní příčinou dopravních nehod po celý den. Z vlastní zkušenosti za problematické považují, že za touto pouze právní příčinou „se skrývá“ mnoho jiných příčin, které se nepodařilo objektivně prokázat nebo sami řidiči ve snaze odvrátit přísnější postih neuvádějí pravdu.



Obrázek 15: Graf příčiny č. 100 – nezáviněná řidičem v závislosti na denní době

Zdroj: vlastní zpracování

Zajímavější pohled se naskytne, pokud označíme vrchol příčiny č. 100 – nezaviněná řidičem. Spadají sem všechny dopravní nehody, jejichž vznik nemohl řidič objektivně ovlivnit, zejména pak střety s chodcem zaviněné chodcem nebo střety s domácími nebo lesními zvířaty. Na obrázku č. 15 je pak patrné, že takové druhy dopravních nehod jsou přímo závislé na denní době. Významným způsobem zde „promlouvají“ dopravní nehody zaviněné lesní zvěří, které se stávají v noční nebo časně ranní době, kdy se zvířata nejvíce po svém teritoriu pohybují.

Obecně lze opět shrnout několik zjištění:

- nejsilněji zastoupenou právní příčinou dopravních nehod je po celou denní dobu příčina č. 508 – řidič se plně nevěnoval řízení
- přes den jsou častější dopravní nehody přímo související s hustotou provozu
- v noční době přibývá dopravní nehod zaviněných nepřiměřenou rychlostí
- existuje příčina zcela nezávislá na denní době

3.3.3. Dny v týdnu, denní doba a alkohol

U této analýzy nás zajímalo, zda mají jednotlivé dny vliv na počet dopravních nehod zaviněných řidiči pod vlivem alkoholu, zda se i zde projeví vliv víkendu a dnů bezprostředně před ním a po něm. Zvolená datová základna pochází z období let 2010 – 2011, rok 2009 je záměrně vynechán, neboť se v tomto období statisticky nerozlišovaly naměřené hodnoty alkoholu, ale pouze tři hodnoty: ano, ne, nezjištěn.

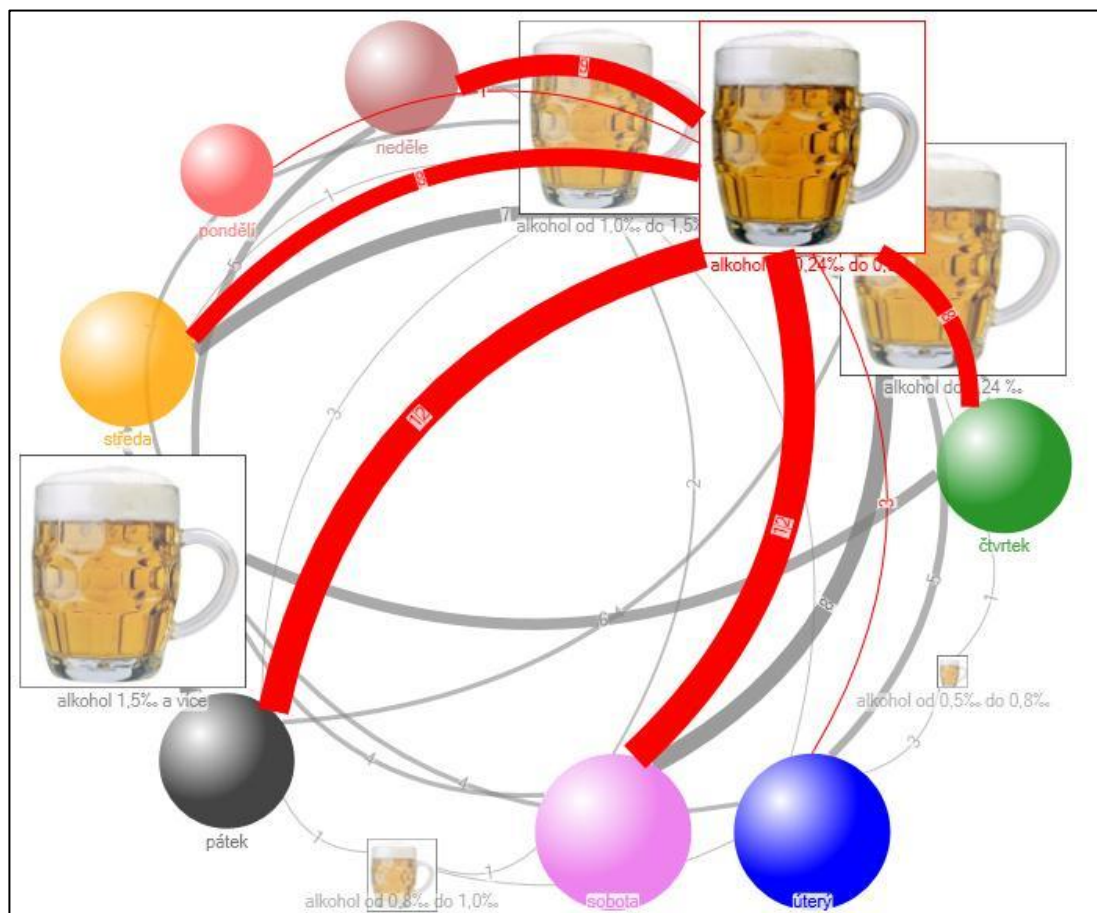
Tabulka 4: Metriky analýzy vlivu dne na dopravní nehody způsobené pod vlivem alkoholu

Vertex	Stupeň uzlu	Středová meziploha	Blízkost středu	Eigenvector centralita	Page Rank
úterý	9	14,575	0,042	0,068	1,377
sobota	9	14,575	0,042	0,068	1,377
čtvrtek	8	9,726	0,038	0,064	1,225
středa	8	9,726	0,038	0,064	1,225
pátek	8	6,946	0,038	0,065	1,203
neděle	7	3,310	0,036	0,061	1,051
pondělí	6	2,143	0,033	0,053	0,919

Zdroj: vlastní zpracování

Naměřené metriky nám v tomto případě neukazují den v týdnu, ve který se stává nejvíce dopravních nehod zaviněných řidičem pod vlivem alkoholu. Protože jsme porovnávali

nebinární hodnotu (alkohol zjištěno: ano – ne), ale spektrum 5 různých intervalů naměřených hladin alkoholu, ukazují, že nejrozmanitější hladiny alkoholu byly u řidičů za sledované období naměřeny právě v úterý, nejmenší rozpětí hladin pak v pondělí. Tabulka nám však neříká nic o tom, jak vysoké hladiny alkoholu byly naměřeny a v jakém dni v týdnu. Abychom takové skutečnosti zjistili, musíme postupovat opačně, tzn. označit si jednotlivé vrcholy určující zjištěnou hladinu alkoholu tak, jak je uvedeno na obrázku č. 16.



Obrázek 16: Graf hladiny alkoholu ve vztahu k jednotlivým dnům týdne

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě provedené analýzy lze pak shrnout do následující tabulky:

Tabulka 5: Přehled zjištěných hladin alkoholu v jednotlivých dnech týdne

	Hladina alkoholu v ‰	Zjištěný počet případů	Nejčastější den týdne při zjištění
1	< 0.24	36	středa 7, sobota 8
2	> 0.24 < 0.5	53	pátek 12, sobota 12
3	> 0.5 < 0.8	4	úterý 3
4	> 0.8 < 1.0	3	pátek, sobota, úterý 1
5	> 1.0 < 1.5	11	pátek 3, neděle 3
6	> 1.5	37	pátek 9, čtvrtek 6

Zdroj: vlastní zpracování

Následně pro upřesnění zjistíme stejným způsobem vliv denní doby na naměřených hladinách alkoholu a tabulku č. 5 rozšíříme o další sloupec specifikující denní dobu zjištění alkoholu u viníka dopravní nehody.

Tabulka 6: Přehled zjištěných hladin alkoholu v jednotlivých dnech a jejich fázích

	Hladina alkoholu v ‰	Zjištěný počet případů	Nejčastější den týdne při zjištění alkoholu	Nejčastější denní doba při zjištění alkoholu u viníka
1	< 0.24	36	středa 7x, sobota 8x	12-18hod.(14x), 18-24hod.(9x)
2	> 0.24 < 0.5	53	pátek 12x, sobota 12x	12-18hod.(16x), 18-24hod.(16x)
3	> 0.5 < 0.8	4	úterý 3x	všechna časová pásma 1x
4	> 0.8 < 1.0	3	pátek, sobota, úterý 1x	12-18hod.(2x), 06-12hod.(1x)
5	> 1.0 < 1.5	11	pátek 3x, neděle 3x	12-18hod.(5x)
6	> 1.5	37	pátek 9x, čtvrtek 6x	12-18hod.(7x), 18-24hod.(20x)

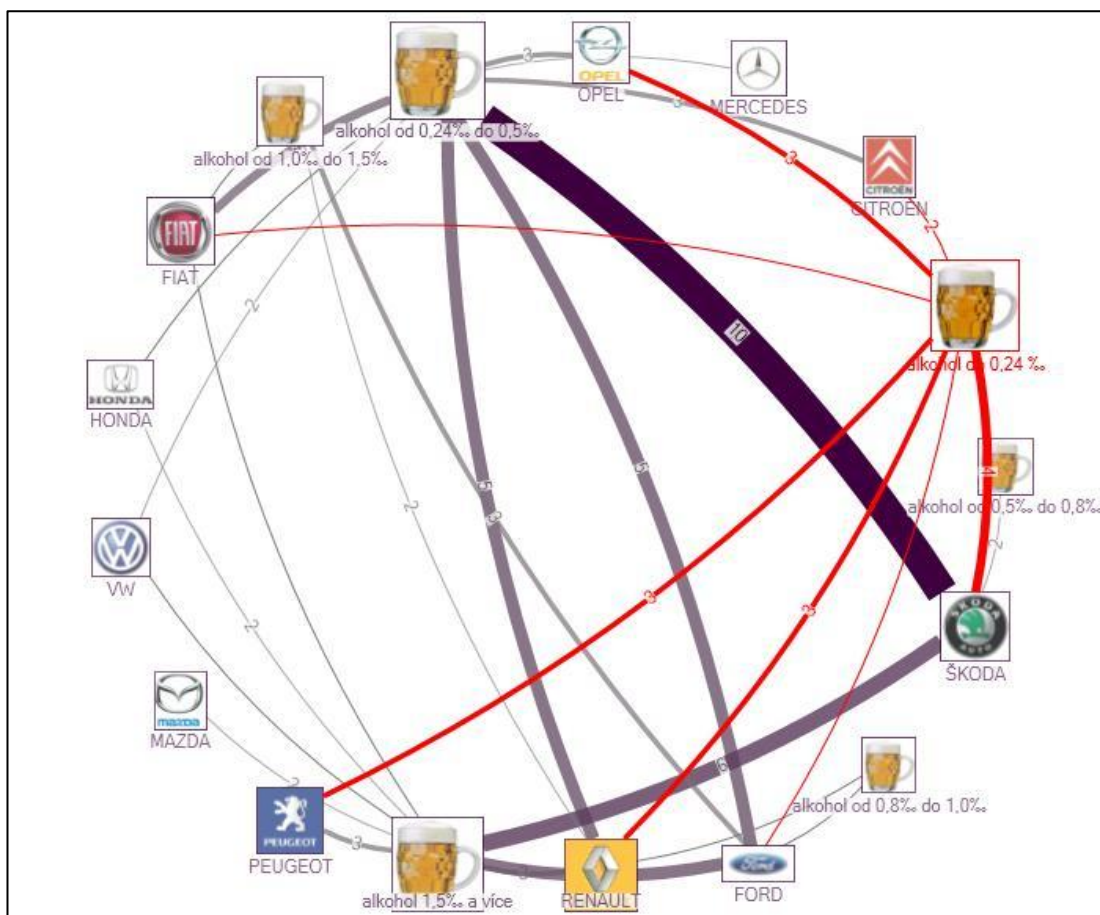
Zdroj: vlastní zpracování

Z předchozích tabulek pak lze učinit závěr, že na silnicích pardubického okresu ve sledovaném období let 2010–2011 bylo pod vlivem alkoholu spácháno nejvíce dopravních nehod v pátek a ve dnech pracovního klidu, nejvíce pak v odpoledních a nočních hodinách. Nejčastěji naměřenou je pak hladina 0,24–0,5 promile alkoholu v dechu viníka dopravní nehody.

3.3.4. Alkohol, výrobní značka a stáří vozidla

Se zvolenou metodou máme nyní ideální příležitost ověřit si, zda existuje vztah mezi výrobní značkou vozidla či jeho stářím a zjištěním alkoholu u viníka dopravní nehody. Budeme tedy porovnávat položky č. 11, 45a, 47 statistického formuláře. Protože alkohol opět rozdělili dle výše naměřené hladiny do 6 kategorií, použijeme k analýze data za období let 2010 a 2011.

Předpokládáme, že výsledky budou do jisté míry ovlivněny četností zastoupení výrobní značky vozidel na českých silnicích, tedy skladbou vozového parku, kde podle dosavadních pozorování stále dominuje tuzemský výrobce osobních vozidel značky Škoda s cca. 36 %, následovaný Fordem a Volkswagenem s 8–9 %, Renaultem, Peugeotem a Opalem s 5–7 % zastoupení. [1]



Obrázek 17: Graf vztahu mezi výrobní značkou vozidla a naměřenou hladinou alkoholu

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 7: Metriky analýzy vztahu výrobní značky vozidla a zjištění alkoholu u viníka DN

Uzel	Stupeň uzlu	Středová mezipoloha	Blížkost středu	Eigenvector centralita	Page Rank
FORD	8	48,760	0,007	0,027	1,360
RENAULT	8	48,760	0,007	0,027	1,360
PEUGEOT	6	44,960	0,007	0,022	1,098
HONDA	6	44,575	0,007	0,023	1,097
ŠKODA	7	42,765	0,007	0,025	1,227

Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu i tabulky je patrné, že tuzemská značka vozidel analýzu do značné míry ovlivňuje, je zastoupena ve všech zjištěních nejvíce a to v celých 22 případech, následuje značka Ford zastoupená v 15 případech, značka Renault v 11 případech, následovaná značkami Peugeot, Opel a Fiat zastoupenými v 6 případech. Pokud bychom posuzovali jednotlivé kategorie naměřených hladin alkoholu, pak v kategorii do 0,24 promile je nejčastěji zastoupena značka Škoda se 4 případy, dále pak značky Renault, Peugeot a Opel se 3 případy, v kategorii od 0,24

do 0,5 promile jasně dominuje Škoda s 10 zjištěnými případy, následující Ford a Renault po 5 případech, v kategorii od 0,5 do 0,8 promile byly zjištěny 2 případy, oba značky Škoda, v kategorii 0,8 až 1,0 promile celkem 2 případy, zde jsou rovnoměrně zastoupeny značky Ford a Renault, v kategorii od 1,0 do 1,5 promile pak má prvenství Ford se třemi případy, následovaný Renaultem se 2 případy, v poslední kategorii od 1,5 promile „zvítězila“ značka Škoda se 6 případy, následuje Ford s 5 případy, Peugeot 3 a Renault 3 případy.

Z tabulky č. 7 je pak na základě centrality měřené středovou mezípolohou patrné, že policie by se měla při dohledu nad BESIP soustředit právě na značky Ford, Renault, Peugeot, Honda a Škoda v tomto přesném pořadí.

Aniž bychom znovu výsledky řadili do tabulek nebo ukazovali názorně v grafu, v případě stáří vozidel v návaznosti na zjištění alkoholu u viníka dopravní nehody platí následující fakta:

- existuje vztah mezi stářím vozidla a výší zjištěné hladiny alkoholu viníka dopravní nehody, kde vyšší hladiny byly zaznamenány u řidičů vozidel staršího data výroby
- u alkoholu do hladiny 0,5 promile⁸ převládají vozidla mladší než u vyšších hladin
- nejčastější rok výroby vozidla při zjištění alkoholu u viníka dopravní nehody je ročník 2000 následovaný ročníkem 1999

3.3.5. Specifikace místa a hlavní příčina dopravní nehody

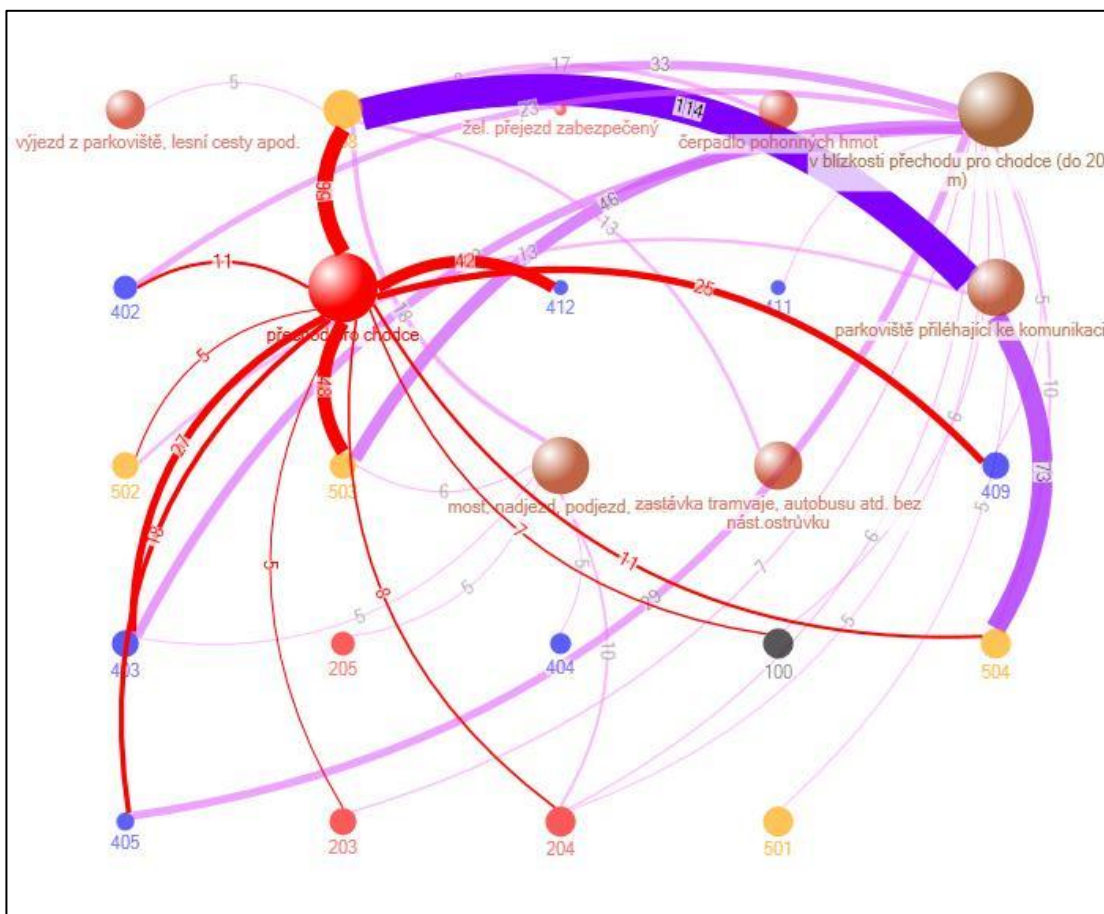
Každé místo dopravní nehody se vyznačuje nějakým specifíkem. Některá z nich jsou statistiky sledována v položce č. 24 statistického formuláře.

- 01 přechod pro chodce
- 02 v blízkosti přechodu pro chodce (do 20 m)
- 03 železniční přejezd nezabezpečený
- 04 železniční přejezd zabezpečený
- 05 most, nadjezd, podjezd, tunel
- 06 zastávka autobusu, tramvaje atd. s nástupním ostrůvkem
- 07 zastávka tramvaje, autobusu atd. bez nástupního ostrůvku
- 08 výjezd z parkoviště, lesní cesty apod.

⁸ lze za určitých okolností považovat za zbytkový alkohol

- 09 čerpadlo pohonných hmot
- 10 parkoviště přiléhající ke komunikaci
- 00 žádné nebo žádná z uvedených

Do této analýzy vstupujeme s jistými logickými očekáváními příčin dopravních nehod na těchto specifických místech. Každý z nás jistě tuší, jaký typ dopravních nehod se odehrává na přechodu pro chodce nebo v jeho blízkosti, jaký na železničních přejezdech a jaký dominuje na parkovištích.



Obrázek 18: Vliv přechodu pro chodce na hlavní příčinu dopravní nehody

Zdroj: vlastní zpracování

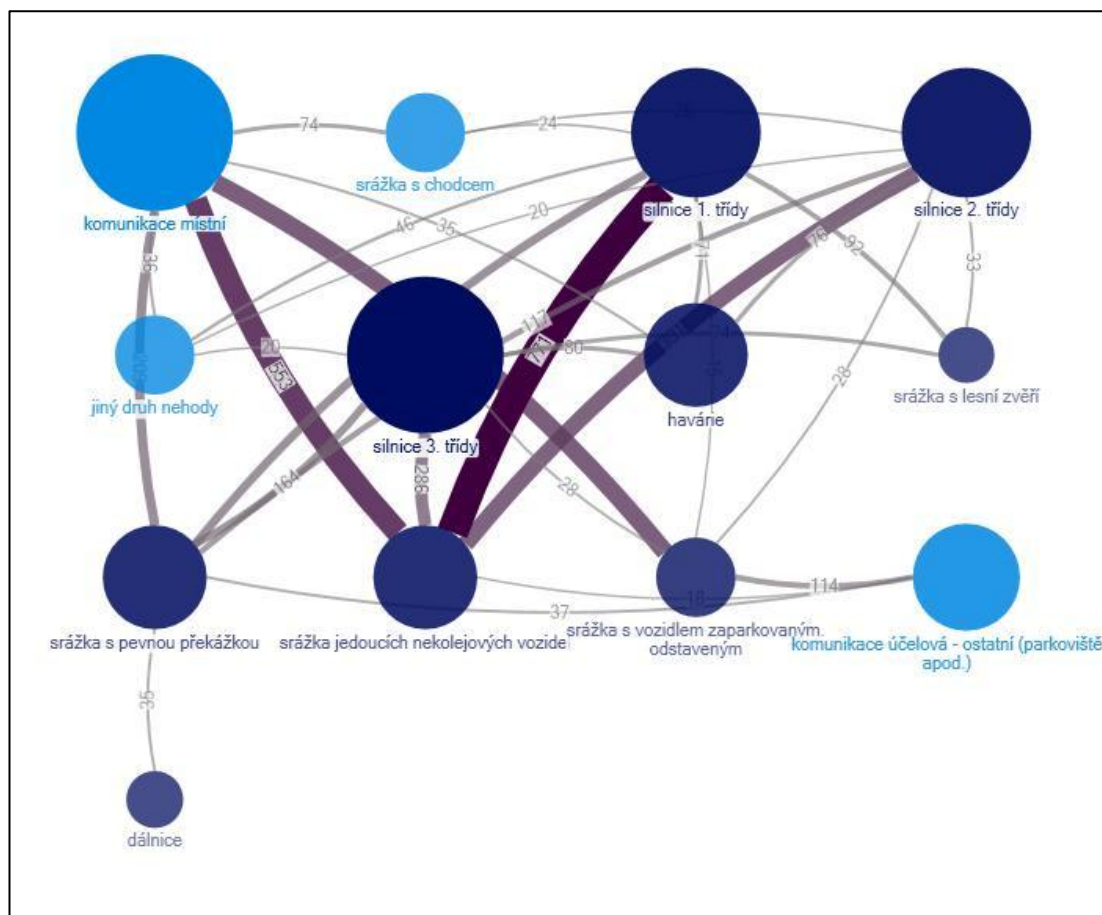
Síťová analýza neukázala nic překvapivého, v případě zmíněného přechodu pro chodce dominují dvě příčiny a to příčina č. 412 – nedání přednosti chodci na vyznačeném přechodu pro chodce a č. 503 – nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem a samozřejmě příčina č. 508 – řidič se plně nevěnoval řízení, kdy důvody její četnosti byly již v této práci vysvětleny. V případě blízkosti přechodu pro chodce (do 20 m) se situace o poznání změní, dominantní zůstává nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, kdy jde zejména o střety 2 a více vozidel před vyznačeným přechodem pro chodce, dále pak přibývají příčiny spočívající

v nedání přednosti v jízdě jinému vozidlu na křižovatce, což má logickou souvislost s umístěním přechodů pro chodce na většině větví běžných městských křižovatek. V tomto případě tedy přechod pro chodce přímým způsobem neovlivňuje samotnou příčinu dopravní nehody. U železničních přejezdů se mnoho dopravních nehod na sledovaném území nestává, výhradní příčinou byla zjištěna č. 508 – řidič se plně nevěnoval řízení, stejně tak je to u výjezdů z parkoviště, u zastávek s nástupním i bez nástupního ostrůvku i v prostoru čerpadla pohonných hmot. V případě nadjezdů, podjezdů či tunelů mimo příčinu č. 508 je významným způsobem zastoupena příčina spočívající v nepřizpůsobení rychlosti jízdy s ohledem na charakter a stav vozovky, kdy se zde stává zejména v zimní období celá řada dopravních nehod, kde řidiči nepočítají se známými námrazami a ledovkami na mostech, nadjezdech či v tunelech. Na parkovištích přiléhajících ke komunikaci se o dominanci dělí příčina spočívající v nevěnování se řízení a nesprávném otáčení a couvání, které je typické pro velká parkoviště u obchodních řetězců.

3.3.6. Druh pozemní komunikace a druh nehody

Na datové základně dopravních nehod za období let 2009–2011 se pokusíme zjistit, zda pro daný druh pozemní komunikace jsou specifické některé z druhů dopravních nehod, tedy budeme porovnávat položky statistického formuláře č. 6 a 36. Na výběr v případě druhů komunikací jsou komunikace I. – III. třídy, místní a účelové komunikace a dálnice. U druhů nehody je situace rozmanitější, na výběr máme:

- 01 srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem
- 02 srážka s vozidlem odstaveným nebo zaparkovaným
- 03 srážka s pevnou překážkou
- 04 srážka s chodcem
- 05 srážka s lesní zvěří
- 06 srážka s domácím zvířetem
- 07 srážka s vlakem
- 08 srážka s tramvají
- 09 havárie
- 00 jiný druh nehody



Obrázek 19: Graf vztahu druhu nehody a druhu pozemní komunikace

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 8: Metriky analýzy vztahu mezi druhem komunikace a druhem nehody

Uzel	Stupeň uzlu	Středová mezipoloha	Stupeň uzlu	Eigenvector Centralita	Page Rank
silnice 3. třídy	9	11,732	0,048	0,074	1,377
komunikace místní	9	11,732	0,048	0,074	1,377
silnice 1. třídy	8	7,242	0,043	0,069	1,223
silnice 2. třídy	8	7,242	0,043	0,069	1,223
komunikace účelová - ostatní (parkoviště)	7	6,135	0,040	0,060	1,097
dálnice	5	2,099	0,034	0,045	0,814
komunikace účelová - polní a lesní cesty	5	1,817	0,034	0,047	0,810

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je patrné z výsledků prezentovaných grafem č. 19 i tabulkou č. 8, nejrozmanitější dopravní nehody se stávají na komunikacích 3. tříd a na místních komunikacích. Naopak nejméně různých druhů nehod se odehrává na dálnicích a účelových komunikacích typů polních nebo lesních cest. Je to dáno délkou silniční sítě a obecnými vlastnostmi těchto komunikací. Na dálnicích, kde jedinou změnou v jinak monotónním průběhu jsou jednosměrné sjezdy či

exity, si lze jen těžko představit, že bude druh nehody nějak zvlášť rozmanitý. Oprávněně lze nejvíce očekávat střet s pevnou překážkou, tj. nejspíše se svodidly, střet s jedoucím nekolejovým vozidlem, havárii nebo ojediněle střet s lesní zvěří. To také potvrdila naše analýza. Poté, co jsme dali kvůli zpřehlednění grafu filtr na hodnotu hrany v multigrafu na hodnotu 10 a více, se jako hlavní druh nehody na dálnici ukázal právě střet s pevnou překážkou. V případě silnice 1. třídy je nejčastějším druhem nehody střet s jiným nekolejovým vozidlem, tzn. běžný střet dvou a více vozidel. V případě silnic 2. a 3. tříd přibývá srážek s pevnou překážkou a srážek s lesní zvěří. U místních komunikací je situace vůbec nejrozmanitější, na druhé místo za střet s jiným jedoucím nekolejovým vozidlem se dostal střet s vozidlem zaparkovaným nebo odstaveným, třetí místo obsadil střet s pevnou překážkou. Na komunikacích typu parkoviště je situace jasná a snadno předvídatelná, s převahou nejčastější typ nehody je zde střet se zaparkovaným nebo odstaveným vozidlem.

3.3.7. Další zajímavé analýzy

Jak bylo možné vidět na předchozích analýzách, vzájemnému zkoumání lze podrobit téměř každé dvě položky statistického formuláře. Pokud bychom tak měli v rámci této práce učinit, přesáhli bychom rozsah daný na tento typ práce, proto nyní uvedeme několik zajímavých zjištění, tentokrát již bez grafického doprovodu a podrobného vysvětlování.

Hlavní příčiny nehod policistů

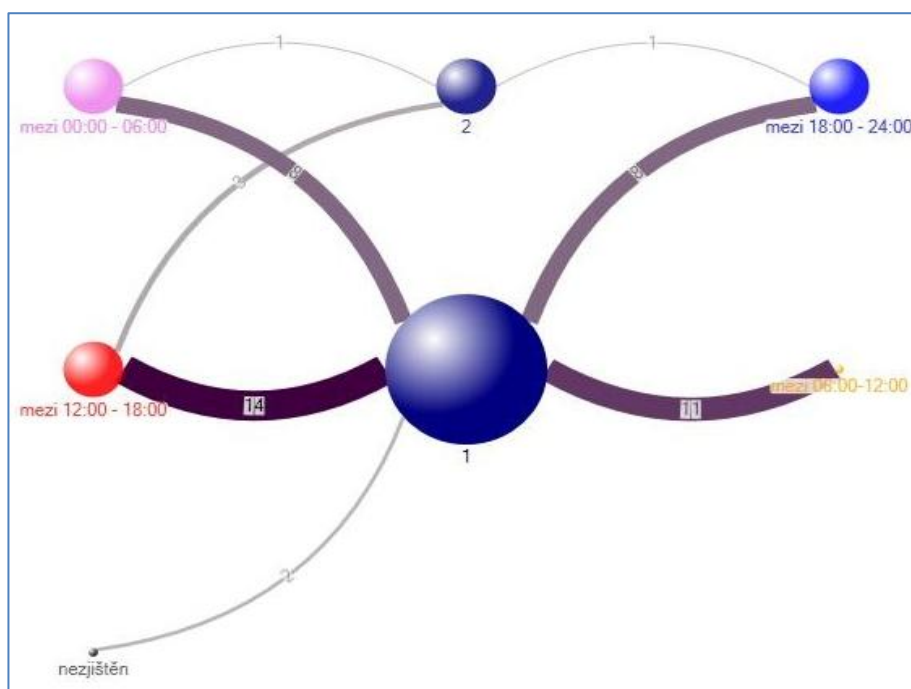
I policisté jsou jenom lidé a účastníci každodenního provozu na pozemních komunikacích při plnění svých povinností, tedy ani jim se dopravní nehody nevyhnou. Zaměřili jsme se na kolonku 48a – charakteristika vozidla (vlastník vozidla), vybrali jsme Policii ČR a postavili proti hlavním příčinám dopravních nehod. Z analýzy vyplynulo, že policisté chybují stejným způsobem jako ostatní řidiči, nejčastěji se plně nevěnují řízení, poté následuje nesprávné otáčení a couvání a třetí nejčastější příčinou jsou nehody nezaviněné řidičem, které spočívají zejména ve střetu s lesní nebo domácí zvěří či s chodcem za současného předpokladu zavinění chodcem.

Vliv dne v týdnu na počet usmrcených

Při porovnání počtu usmrcených v období let 2009 – 2011 nebylo zjištěno, že by některý z dnů týdne byl oproti jiným výrazně tragičtější. Nejvíce usmrcených bylo zaznamenáno v sobotu (11), poté ve středu (9), pátek a neděle (8), pondělí a úterý (6), čtvrtek (5). Ve všech dnech mimo úterý a čtvrtek zemřela při jedné dopravní nehodě více než jedna osoba.

Vliv denní doby na počet usmrcených

Při analýze jsme dospěli k závěru, že počet usmrcených na silnicích pardubického okresu není příliš závislý na fázi dne. K nejvyššímu počtu usmrcených přirozeně došlo mezi 12.–18. hod. (20), kdy je ve všední den odpolední dopravní špička. Během dopolední špičky mezi 6.–12. hodinou pak bylo zaznamenáno 11 případů, ve večerní a noční době pak po 10 případech. Z předchozí analýzy však víme, že nejvíce tragických nehod se stává v sobotu, tedy v den pracovního klidu, kdy doprava špiček všedního dne v žádném případě nedosahuje. O víkendech však přistupují další faktory jako tzv. sváteční řidiči, alkohol, uvolnění psychiky řidičů a jiné.



Obrázek 20: Graf vlivu denní doby na počet usmrcených

Zdroj: vlastní zpracování

Vliv příčiny na vzniku těžkého zranění

Těžká zranění vznikají při dopravních nehodách především při nejčastější příčině na českých silnicích – řidič se plně nevěnoval řízení, my jsme zjistili celých 28 zraněných osob za sledované období let 2009–2011. Druhou nejčastější příčinou je pak jízda po nesprávné straně – přejetí do protisměru. Jako nejzávažnější dle centrality měřené stupněm uzlu jsou příčiny č. 304 a 305, což je nesprávné předjíždění, kdy dochází k ohrožení protijedoucího vozidla nebo předjížděného vozidla. Při těchto dopravních nehodách dochází často k nárazu vysoké intenzity a zranění více než jedné osoby. Podobně to bývá také u nedání přednosti oproti svislé dopravní značce „Dej přednost v jízdě!“, což je příčina č. 403, která vykazuje rovněž vysokou hodnotu centrality měřené stupněm uzlu.

3.4. Shrnutí

Na předchozích síťových analýzách jsme viděli, jak snadno a velmi efektně graficky lze vyhodnocovat pečlivě shromážděné statistické údaje o nehodovosti na pozemních komunikacích ve sledovaném teritoriu a ve sledovaném časovém období. Výsledky jednotlivých měření zcela odpovídají autorovým letitým zkušenostem v dané problematice a jsou i v souladu s celorepublikovými oficiálně prezentovanými statistickými výstupy policie a dalších vládních i nevládních organizací zabývajících se danou problematikou.

Pokud bychom shrnuli základní údaje o nehodovosti na silnicích pardubického okresu, pak musíme konstatovat, že nejčastější příčinou dopravních nehod je nesprávný způsob jízdy, kdy se řidiči plně nevěnují řízení. V pondělí řidiči způsobují dopravní nehody z nejvíce různých příčin, nejvíce dopravních nehod se však stává v pátek v době dopolední a odpolední špičky. Nejtragičtější dopravní nehody se stávají ve středu, pátek a ve dnech pracovního klidu, vždy silně ovlivněné aktuální hustotou provozu. Ve stejné dny dochází i ke zvýšenému počtu dopravních nehod spáchaných řidiči pod vlivem alkoholu, nejčastěji jsou to řidiči vozidel značky Škoda, Ford, Renault a Peugeot, kdy se se zvyšujícím stářím vozidla byla zaznamenána i vyšší hladina naměřeného alkoholu, to celé zřejmě v závislosti na určité sociální skupině řidičů a majitelů dané kategorie motorových vozidel. Nejčastějším specifickým objektem na místě dopravní nehody je přechod pro chodce, u kterého se stává nejvíce dopravních nehod zaviněných při nedobrzdnění a při nedání přednosti chodci na vyznačeném přechodu pro chodce. Na parkovištích je pak nejčastější příčinou dopravních nehod nesprávné otáčení a couvání, které je neduhem i u dopravních nehod vozidel policie zaviněných policistou. S třídou komunikace se mění i příčiny dopravních nehod, na komunikacích vyšších tříd, mimo dálnice, dochází častěji ke střetům mezi jedoucimi vozidly, na komunikacích nižších tříd pak více ke střetům s pevnou překážkou, střetům se zaparkovaným nebo odstaveným vozidlem či ke střetům se zvěří nebo zvířetem.

Vyhodnocení nehodovosti pomocí síťové analýzy splnilo očekávání autora práce. V žádném případě nemůže sloužit jako hlavní nástroj pro analýzu nehodovosti, neboť nedokáže dostatečným způsobem a v číslech vyjádřit základní statistické přehledy o datech. Dokáže však velmi snadno a pochopitelně ukázat jinak v číslech skryté souvislosti mezi statistickými daty, jejich vzájemnou provázanost a možnost jejich ovlivnění.

Síťová analýza byla původně určena výhradně na lidi a mezilidské vztahy, postupným vývojem začala být využívána i na neživé objekty a vztahy mezi nimi. Potenciál metody je obrovský a její využití široké. Našla své místo u policie či armády při odhalování a v boji proti extremistickým skupinám, při cíleném pátrání, vyhodnocování telefonních odposlechů,

v pojišťovnictví je implementována do speciálních softwarových prostředků v boji pro pojistným podvodům, v marketingu při cíleném prodeji, v dopravě a logistice při optimalizaci dopravních cest a nákladů, v geografických informačních systémech, při řízení a plánování projektů a v dalších oblastech, kde lze řešený problém zobrazit do síťového diagramu jako vrcholy a hrany, které je propojují.

ZÁVĚR

V předchozích kapitolách jsme se podrobně věnovali problematice, jež se dotýká každého z nás. Všichni se denně stáváme, byť i nevědomky, účastníky silničního provozu v různých rolích, ať již jako řidiči, cyklisté, cestující ve veřejných či soukromých dopravních prostředcích, chodci nebo pouze jako náhodní svědci dopravních nehod – jedné ze základních negativních externalit dopravy. Den co den jsme zejména z mediálních komunikačních prostředků informováni o tragických následcích těchto událostí v silničním provozu, o výsledcích dopravně-bezpečnostních akcí policistů, o dopravních omezeních, kolonách, o statistikách nehodovosti za uplynulý den, víkend, týden či rok. Takovým informacím poskytovaným veřejnosti předchází celá řada činností specialistů, kteří data shromažďují, uchovávají a pravidelně vyhodnocují. Práce tyto činnosti dopravních specialistů ve své první části krok po kroku popisuje, vysvětluje základní terminologii dopravy, její historii a podstatu, vývoj nehodovosti na českých silnicích a vysvětluje sběr, uchovávání a zpracování statistických údajů. Protože cílem práce je analýza nehodovosti v regionu Pardubice pomocí vybraných nástrojů teorie grafů, vysvětluje druhá část základní pojmy z této matematické disciplíny, její podstatu, historii a způsob jakým ji lze k vyhodnocování nehodovosti využít. Třetí fáze práce, za využití pojmů z obou předchozích částí, pomocí síťové analýzy vyhodnocuje statistická data o nehodovosti v regionu Pardubice za období let 2009 – 2011 z několika vybraných hledisek, výsledky jednotlivých analýz přehledně graficky znázorňuje a vysvětluje. Všechny provedené analýzy jsou pak v poslední kapitole třetí části shrnuty a porovnány s oficiálně prezentovanými statistikami nehodovosti v České republice.

Ve vztahu k vytýčeným cílům se podařilo autorovi propojit dvě zdánlivě nesouvisející oblasti, přitom využít své dlouholeté zkušenosti s problematikou vyšetřování silničních dopravních nehod a nově nabytých vědomostí studiem na vysoké škole k netradiční a dosud standardně nevyužívané prezentaci nehodových statistik.

Při analyzování dospěl k závěru, že metoda síťové analýzy nemůže plně nahradit současně využívanou metodologii při vyhodnocování statistických dat nehodovosti, může ji však velmi dobře v určitých specifických případech doplnit, ozvláštnit nebo výsledky přehledně a jednoduše graficky prezentovat, což je základní a nejsilnější stránka jejího využití. Práce tak může inspirovat dotčené organizace státního i nestátního sektoru k zapojení síťové analýzy jako robustního a prudce se rozvíjejícího nástroje k hledání skrytých a jinak obtížně vytěžitelných informací z jejich dat.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BARABÁSI, Albert-László. *V pavučině síti*. Vyd. 1. V Praze: Paseka, 2005, 274 s. ISBN 80-718-5751-3
- [2] BERÁNEK, Ladislav. Síťová analýza v marketingu. In: *Znalosti2008* [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2008 [cit. 2012-03-06]. Dostupné z: <http://znalosti2008.fiit.stuba.sk/download/articles/znalosti2008-Beranek.pdf>
- [3] BUŠTÍKOVÁ, Lenka. Analýza sociálních sítí. *Sociologický časopis*. 1999, roč. 1999, č. 2. Dostupné z: <http://www.duke.edu/~lbs11/research/sit.pdf>
- [4] HLINĚNÝ, Petr. *Teorie grafů: (FI:MA010)*. verze 1.00. Brno: Masarykova univerzita Brno, 2008. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/~hlineny/Vyuka/GT/Grafy-text07.pdf>
- [5] HORDĚJČUK, Vojtěch. Teorie grafů. In: *Ing. Vojtěch Hordějčuk* [online]. 2011 [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <http://voho.cz/wiki/matematika/graf/>
- [6] Jednotná dopravní vektorová mapa: JDVM - Jednotná dopravní vektorová mapa. ODBOR KOSMICKÝCH TECHNOLOGIÍ A DRUŽICOVÝCH SYSTÉMŮ. *Odbor kosmických technologií a družicových systémů: Ministerstvo dopravy* [online]. 2011 [cit. 2012-03-06]. Dostupné z: <http://www.spacedepartment.cz/4-sekce/pozorovani-zeme/jednotna-dopravni-vektorova-mapa/>
- [7] *Jednotná vektorová dopravní mapa: Geografický systém* [online]. [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: <http://www1.jdvm.cz/>
- [8] JIROVSKÝ, Lukáš. Teorie grafů: Teorie grafů ve výuce na střední škole. [online]. 23. 9. 2010 [cit. 2012-02-09]. Dostupné z: <http://teorie-grafu.cz/>
- [9] KOMÁRKOVÁ, Jitka a Hana KROPÁČKOVÁ. *Geografické informační systémy: pro kombinovanou formu studia*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 987-80-7395-120-7
- [10] Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2004 - 2010. In: *BESIP: protože jde o život* [online]. 2011-08-25, 2011-08-25 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/Informace-BESIP/Narodni-strategie-BESIP/Narodni-strategie-BESIP-2004-2010>
- [11] Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2011 - 2020. In: *BESIP: protože jde o život* [online]. 2011-08-25, 2011-08-25 [cit. 2012-03-06]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/Narodni-strategie-BESIP>

- [12] NETWORK THEORY AND ANALYSIS. *University Of Twente* [online]. [cit. 2012-02-20]. Dostupné z:
http://www.utwente.nl/cw/theorieenoverzicht/Theory%20clusters/Communication%20Processes/Network%20Theory%20and%20analysis_also_within_organizations-1.doc/
- [13] NodeXL: Network Overview, Discovery and Exploration for Excel. MICROSOFT®. *The Social Media Research Foundation* [online]. 2006-2012 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: <http://nodexl.codeplex.com/>
- [14] OCHODKOVÁ, Eliška. Grafové algoritmy: Míry a metriky -pokračování. In: *Vysoká škola báňská: Technická univerzita Ostrava* [online]. 2011 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: http://www.cs.vsb.cz/ochodkova/courses/gra/gal7_2011.pdf
- [15] PORADA, Viktor. *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi*. Praha: Linde, 2000, 378 s. Vysokoškolské právnícké učebnice. ISBN 80-720-1212-6
- [16] Statistika nehodovosti: Statistické údaje nehodovosti na území ČR. In: *POLICIE ČR* [online]. Praha, 2010 [cit. 2012-02-10]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [17] ŠIŠMA, Pavel. Dějiny matematiky II.: Problém čtyř barev. *Seminář pro vyučující na středních školách*. s. 169-180. Dostupné z: http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/401043/DejinyMat_07-1997-1_12.pdf
- [18] ŠLERKA, Josef. Social network analysis pro začátečníky. In: *LUPA.CZ* [online]. 22.2.2011 [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/social-network-analysis-pro-zacatecniky/>
- [19] TECL, Jan. Všeobecný vývoj nehodovosti na pozemních komunikacích. In: *Observatoř: bezpečnosti silničního provozu* [online]. březen 2009 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/index.php?id=90>
- [20] TOUŠEK, Laco. Analýza sociálních sítí. In: *Antropologie.org* [online]. 2011 [cit. 2012-02-20]. Dostupné z: <http://www.antropologie.org/cs/vyzkumy-a-analyzy/metodologie/70-analyza-socialnich-siti>
- [21] Základní pojmy teorie grafů: [Graph theory]. In: FRIEBELOVÁ. *Tvorba a softwarová podpora projektů* [online]. 2008-2009, 7.9.2009 [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/tspp/data/teorie/grafy.pdf>

- [22] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*. 2000, 98, s. 4570. rozesláno 19.10.2000
- [23] Závazný pokyn policejního prezidenta č. 160 ze dne 4. prosince 2009, kterým se upravuje postup na úseku bezpečnosti a plynulosti silničního provozu. In: Praha: Policejní prezidium Policie ČR, 2009, č. 160
- [24] Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku na silniční síti v ČR a jeho emisních parametrů v roce 2010. In: *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. Praha, 2011 [cit. 2012-03-06]. Dostupné z:
[http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/a3eda25d005dc6bec125737e0045602e/d3c30603511f1240c12578b500326e2f/\\$FILE/Vozov%C3%BD%20park%202010.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/a3eda25d005dc6bec125737e0045602e/d3c30603511f1240c12578b500326e2f/$FILE/Vozov%C3%BD%20park%202010.pdf)

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A: Formulář evidence nehod v silničním provozu
- Příloha B: Obrazový výstup z Jednotné dopravní vektorové mapy
- Příloha C: Graf příčin nehod policejních vozidel
- Příloha D: Graf závislosti počtu usmrcených na časové fázi dne
- Příloha E: Graf závislosti počtu těžce zraněných na jednotlivých příčinách
- Příloha F: Graf závislosti naměřené hladiny alkoholu na stáří vozidla
- Příloha G: Graf naměřené hladiny alkoholu nad 1,5 promile k jednotlivým dnům týdne
- Příloha H: Graf vztahu naměřené hladiny alkoholu k jednotlivým dnům týdne
- Příloha I: Graf vztahu časové fáze dne a příčiny dopravní nehody
- Příloha J: Graf vztahu parkoviště a příčiny dopravní nehody
- Příloha K: Graf závislosti počtu usmrcených na jednotlivých dnech týdne
- Příloha L: Graf vztahu nedání přednosti zprava k jednotlivým dnům týdne
- Příloha M: Ukázka výstupu GIS – smrtelné nehody na okr. Pardubice v letech 2008–2010
- Příloha N: Ukázka výstupu GIS – nebezpečné úseky na silnicích okr. Pardubice

Příloha A: Formulář evidence nehod v silničním provozu

**FORMULÁŘ EVIDENCE NEHOD
V SILNIČNÍM PROVOZU**

naškol číslo

01

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
kraj	okr.	útv.	rok	poř. číslo					

02

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
den	més.	rok	hod.	min	den	més.	hod.		

03

04

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
kraj	okr.	útv.	----->						

05a 06 07 08

05b

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
kód obce									

09 10 11 12

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
			13a	b	c	14 <-----			

usmr. l. sr. l. sr. škoda celkem ve 100 Kč

15 16 17

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
D									

18 19 20 21 22 23 24 27 28

29 30 31 32

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
				33						
				c	d	e	f	g		

E

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

- 30 STAV CHODCE**
- 1 slabý - žádná specifická okolnost nebyla zjištěna
 - 2 nepozornost, roztržnost
 - 3 pod vlivem alkoholu, narkotik
 - 4 pod vlivem alkoholu
 - 5 fyzická indispozice (tremor, nevolnost, snížená pohyblivost apod.)
 - 6 pokus o sebevraždu, sebeoběť
 - 7 svádka
 - 8 jiný neuvážený stav
 - 9 neoprávně

- 31 CHOVÁNÍ CHODCE**
- 1 správně, přiměřeně
 - 2 špatný odhad vzdálenosti a rychlosti vozidla
 - 3 náhle vstoupení do vozovky z chodníku, krajnice
 - 4 náhle vstoupení do vozovky z nástupního nebo dělicího ostrohu
 - 5 zmatení, zmatení, nepochopitelná jednání
 - 6 náhle změna směru chůze
 - 7 náhle do vozovky z boku
 - 8 hra dětí na vozovce
 - 9 špatně z uvědomění

- 32 SITUACE V MÍSTĚ NEHODY**
- 01 vstup chodce na signál VČLNQ
 - 02 vstup chodce na signál STČU
 - 03 vstup chodce do vozovky v blízkosti přechodu (cca do 20 m)
 - 04 přecházení po vyznačeném přechodu
 - 05 přecházení třetí příjezd nebo za vozidlem stojícím v zastávce
 - 06 přecházení třetí příjezd nebo za pohybujícím vozidlem
 - 07 chůze, běhání na chodníku
 - 08 chůze po střední straně
 - 09 chůze po nepříslušné straně
 - 10 přecházení mimo přechod (př. a vjezd nastal při přechodu)
 - 99 jiná situace

- 33 NÁLEŽKY NA ŽIVOTNÍ A ZDRAVÍ CHODCE**
- a) pohlaví chodce:
 - 1 muž
 - 2 žena
 - 3 dítě (do 15 let)
 - 4 dítě (do 10 let)
 - b) rok narození chodce (poslední čtyřciferný rok v platnosti příslušnosti (PAP))
 - c) poskytnutí první pomoci:
 - 1 nebylo třeba poskytnout
 - 2 poskytnuta osádkou vozidla zúčast. na nehavě
 - 3 jinou osobou
 - 4 lékařskou záchranou službou
 - 5 vozidlem PZP
 - 6 nebyla poskytnuta, ale bylo nutné poskytnout
 - d) následky:
 - 1 usmrcení
 - 2 těžké zranění
 - 3 lehké zranění
 - 4 bez zranění

VYPLNĚ DNE

KONTROLOVAL DNE

NA SEO KONTROLOVAL DNE

DO DĚROVNY DOŠLO DNE

DĚROVÁNO DNE

34 POČET ŽUČKATÝCH VOZDEL
uvádí se skutečný počet vozidel

35 MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY

- 00 mimo silnici
- 10 na silnici, jedná-li se o silnici mimo 3. V., restrikci, odlehlých komunikací
- 11-15 uvnitř zóny 1-3 předměstí křižovatky
- 16 na křižovatce, uvnitř hranic křižovatky definovaných pro systémy evidence nehod (zóna 0)
- 22-26 na vozovce nebo výjezdové čáře vzhledem k mimoúrovňovému křižení
- 29 mimo zóny 11-15 a 22-26

36 DRUH POZEMNÍ KOMUNIKACE

- 2 silnice
- 1 silnice 1. třídy
- 2 silnice 2. třídy
- 3 silnice 3. třídy
- 4 ulice (v Městořádku středně ve vybraných městech)
- 5 komunikace stávkové (ve vybraných městech)
- 6 komunikace městské
- 7 komunikace účelové - parky a lesní cesty atd.
- 8 komunikace účelové - ostatní (parkoviště apod.)

37 ČÍSLO POZEMNÍ KOMUNIKACE

- vypíše se číslo
- silnice - čísla 01 až 99
- silnice 1. třídy - čísla 01 až 99
- silnice 2. třídy - čísla 101 až 999
- silnice 3. třídy - čísla 1001 až 9999

38 KLÓMĚTR NEHODY

na úseku, silnici 1. až 3. třídy (na 2 desetinná místa), měří se před číselnou značkou ulice

39 DRUH KŘIŽOVÁNÍ KOMUNIKACE

- 1 silnice 1. třídy
- 2 silnice 2. třídy
- 3 silnice 3. třídy
- 6 městská komunikace
- 7 ústečková komunikace
- 8 ulice mimoúrovňově křižující

40/41 ČÍSLO UZLU

uvádí se čtyřmístné číslo sledované křižovatky

44 DRUH VOZIDLA

- 00 motocykl
- 01 malý motocykl (do 50 cm³)
- 02 osobní lehké automobily (včetně apod.)
- 03 osobní automobily bez přívěsu
- 04 osobní automobily s přívěsem
- 05 nákladní automobily (včetně multifunkční, autogazebny, systémy atd.)
- 06 nákladní automobily s přívěsem
- 07 nákladní automobily s návěsem
- 08 autobus
- 09 traktor (s přívěsem)
- 10 traktor
- 11 motorová
- 12 jiné motorové vozidlo (zemědělské, stavěcí atd.)
- 13 ostatní kolo
- 14 povoz, jízda na koni
- 15 jiné nemotorové vozidlo
- 16 vlak
- 17 neplatné, kód apod.
- 18 jiný druh vozidla

45a VÝROBNÍ ZNAČKA MOTOROVÉHO VOZIDLA

- 01 ALFA ROMEO
- 02 ALFA ROMEO
- 03 ALFA ROMEO
- 04 ALFA ROMEO
- 05 ALFA ROMEO
- 06 ALFA ROMEO
- 07 ALFA ROMEO
- 08 ALFA ROMEO
- 09 ALFA ROMEO
- 10 ALFA ROMEO
- 11 ALFA ROMEO
- 12 ALFA ROMEO
- 13 ALFA ROMEO
- 14 ALFA ROMEO
- 15 ALFA ROMEO
- 16 ALFA ROMEO
- 17 ALFA ROMEO
- 18 ALFA ROMEO
- 19 ALFA ROMEO
- 20 ALFA ROMEO
- 21 ALFA ROMEO
- 22 ALFA ROMEO
- 23 ALFA ROMEO
- 24 ALFA ROMEO
- 25 ALFA ROMEO

79 jiné výrobní značky osobního automobilu vyrobeného v ČR

80 jiné výrobní značky osobního automobilu vyrobeného mimo ČR

85 jiné výrobní značky nákladního automobilu vyrobeného v ČR

86 jiné výrobní značky nákladního automobilu vyrobeného mimo ČR

88 autobus vyrobený v ČR

89 autobus vyrobený mimo ČR

90 motocykl vyrobený v ČR

91 motocykl vyrobený mimo ČR

92 motocykl (včetně malého motocyklu) vyrobený v ČR

93 motocykl (včetně malého motocyklu) vyrobený mimo ČR

94 ostatní z uvedených (v poj. 44 je kód 00 až 18)

46a ÚDAJE O VÝKONU

x této položce se uvádí:

- u motocyklů a osobních automobilů závěsný výkon (kW) v letech

- u nákladních automobilů výkon v kW

- u autobusů síla motoru (prolet motor) v kW

- u ostatních druhů vozidel se vyplňuje

- nejvyšší výkon, například 100

48 STÁTNÍ POZNAČKOVÉ ZNAČKA

- u vozidel registrovaných v ČR - SPZ

- u vozidel registrovaných mimo území ČR - MPZ

47 ROK VÝROBY VOZIDLA

- poslední dvojmístný rok výroby vozidla

52a CHARAKTERISTIKA VOZIDLA (klasifikace vozidla)

01 soukromé, nezavazňované k výjezdové činnosti

02 soukromé, využívané k výjezdové činnosti

03 soukromé organizace (podnikatel, s.r.o. atd.)

04 veřejná hromadná doprava

05 městská hromadná doprava

06 mezinárodní kamionová doprava

07 TAXI

08 ostatní podnik, státní organizace

09 registrované mimo území ČR

10 zastřešený úhled

11 ministerstvo vnitra

12 policie ČR

13 městská, obecní policie

14 soukromá bezpečnostní agentura

15 ministerstvo obrany

16 jiné

17 odcpané

00 neplatné

48b DOPLŮVČÍ ÚDAJE O VOZIDLE

1 přívěs nebezpečných nákladů - pevných

2 přívěs nebezpečných nákladů - kapalných

3 přívěs nebezpečných nákladů - plyných

4 přívěs nebezpečných nákladů

5 židla se zvláštním výjezdovým zvláštním (zraněním)

6 židla s přívěsem předností (přední)

0 nepřiložitelné v úseku

49 SMYK

1 ano

0 ne

50a VOZIDLO PO NEHODĚ

1 nedotčené po požáru

2 dotčené po požáru

3 poškozené - částečně

4 poškozené - vážně

0 žádná z uvedených

50b ÚNIK PROVOZŮNÍCH, PŘEPRAVOVANÝCH HMOT

1 dotčené k úniku pohonných hmot, oleje, chladícího média apod., z vlastního vozidla

2 dotčené k úniku jiných nebezpečných látek - pevných

3 dotčené k úniku jiných nebezpečných látek - kapalných

4 dotčené k úniku jiných nebezpečných látek - plyných

0 žádná z uvedených

51 ZPŮSOB VYPHOŠTĚNÍ OSOB Z VOZIDLA

1 nebylo třeba učit náskok

2 prostředím pádící apod.

3 prostředím speciálně vypořádací techniky

52 SMĚR JÍZDY NEBO POSTAVĚNÍ VOZIDLA

01 jedoucím - ve směru státního na komunikaci

02 odstavěný - ve směru státního na komunikaci

03 jedoucím - proti směru státního na komunikaci

04 odstavěný - proti směru státního na komunikaci

05 vozidlo jedoucím - na komunikaci bez státního

06 vozidlo odstavěné, parkující - na komunikaci bez státního

10 - 99 zachycuje postavení vozidla při nehodě na křižovatce

53 ŠKODA NA VOZIDLE

ve státních, resp. práva

54 RODNÉ ČÍSLO ŘIDIČE

pouze u ŘIDIČŮ ČR, u cizinců se uvádějí datum narození a za lomítkem písmeno C

55a KATEGORIE ŘIDIČŮ (uveďte nejvyšší skupinu)

- 1 a řídicím oprávněním skupiny A
- 2 a řídicím oprávněním skupiny B
- 3 a řídicím oprávněním skupiny C
- 4 a řídicím oprávněním skupiny D
- 5 a řídicím oprávněním skupiny T
- 6 a řídicím oprávněním skupiny A - do 50 cm³
- 7 bez příslušného řídicího oprávnění
- 8 ostatní ŘIDIČ vozidel (cyklisty, vozka apod.)
- 9 neplatné, ŘIDIČ málo nehody spustil
- 0 neplatné (přp. u cizinců)

55b NEJVYŠÍ UKONČENÉ VZDĚLÁNÍ

- 1 základní škola
- 2 střední škola
- 3 střední škola
- 4 vysoká škola
- 5 neplatné

56 DĚLKA ŘIDIČSKÉ PRÁCE V ŘÍZENÍ MOTOROVÉHO VOZIDLA

(v letech, s příkladem druhem vozidla)

57 STAV ŘIDIČE

- 1 dobrý - žádná nepříjemná onemocnění, nemoci, zranění
- 2 usazen, usnul
- 3 pod vlivem alkoholu, narkotik
- 4 pod vlivem alkoholu
- 5 náhla fyzická indispozice
- 6 nemoc, úraz apod.
- 7 invalida
- 8 kód při jiné nemoci (neplatí apod.)
- 9 police o sebezraždě, sebevraždě
- 0 jiný nepříjemný stav

58 VNĚJŠÍ OVLIVNĚNÍ ŘIDIČE

- 1 řídicím nebyl ovlivněn
- 2 ovlivněn sluncem
- 3 ovlivněn světelnými jinými vozidly
- 4 ovlivněn jinými jinými vozidly
- 5 ovlivněn jinými jinými vozidly
- 6 ovlivněn jinými jinými vozidly
- 7 ovlivněn jinými jinými vozidly
- 0 jiné ovlivnění

59 NÁSLEDKY VE VOZIDLE

- 4i) zranění osob
1 řídicím
- 2 spolucestující na předním sedadle (včetně řídicím nebo cestující na motocyklu, jízdní kolo)
- 3 spolucestující na zadním sedadle
- 4 ostatní spolucestující

5j) zranění zvířat

- 1 s přívěsem (pouze u motocyklů, cyklistů)
- 2 bez přívěsu (pouze u motocyklů, cyklistů)
- 3 přívěsem bezpečnostní pásy (i na zakřivených sekcích)
- 4 nepoužitelné bezpečnostní pásy
- 5 zranění v držení sedadla
- 6 vozidlo nerybováno dle držení sedadla
- 7 bezpečnostní vak (air bag) v činnosti

6) poškození osob

- 1 smrt
- 2 zranění
- 3 invalidita (do 15 let)
- 4 invalidita (do 15 let)

4) risk nehod (poslední dvojmístný rok)

5) vnější příčiny (příčiny)

- 0 poskytnutí první pomoci
- 1 nebylo třeba poskytnout
- 2 poskytnuto osobou vozidlo zúčastněných na nehodě
- 3 jinou osobou
- 4 lékařskou záchranou službou
- 5 vozidlem RDP
- 6 nebylo poskytnuto, ale bylo k tomu poskytnuto

g) nálehy

- 1 usmrcení
- 2 těžké zranění
- 3 lehké zranění
- 4 bez zranění

01 IDENTIFIKAČNÍ ČÍSLO

zpracované metody a pořádkové číslo

02 ČASOVÉ ÚDAJE O DOPRAVNÍ NEHODĚ

03 DATUM NAHLÁŠENÍ NEHODY

průzve s dostatečnou náhlášeností (za 12 a více hodin)

04 ÚZEMNÍ MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY

okraj, dle, území místa nehody

05 LOKALITA NEHODY

1 v okolí hypotézy se 1 pol. 00b)
2 máno území

06 MÍSTO NEHODY (přesný kód území)

08 DRUH NEHODY

1 nehoda s jedoucím neokrajovým vozidlem
2 nehoda s vozidlem zaparkovaným, odstaveným
3 nehoda s pevnou překážkou
4 nehoda s chodcem
5 nehoda s osobní vozidlo
6 nehoda s domácími zvířaty
7 nehoda s vlakem
8 nehoda s tramvají
9 havárie
0 jiný druh nehody

07 DRUH SRAŽKY JEDOUČÍCH VOZIDEL

1 bahní
2 boční
3 z boku
4 čelní
0 nepřísluší v úvahu, např. o srážku jedoucích voz.

08 DRUH PŘÍČNÉ PŘEKÁŽKY

1 strom
2 sloup - telefonní, svět. zařízení, at. vedení apod.
3 odrazník, pátek, sloupek, dopr. značka apod.
4 svodidlo
5 překážka vzniklá provozem jiného vozidla
6 železná kolej, kolejnice, podjezd, tunel apod.
7 zábrany bezpečnostního oplocení
8 překážka vzniklá stavbou, činností (železnice, dopr. značka, hromada štěrku, písku apod.)
9 jiná překážka (zábrana, oplotení, náves, nástupiště, ostrožka apod.)
0 nepřísluší v úvahu, např. o srážku s pev. překážkou

09 CHARAKTER NEHODY

1 nehoda s následky na životě nebo zranění
2 nehoda pouze s hmotnou škodou

10 ZÁVĚRNÉ NEHODY

1 nehoda neprovozního vozidla
2 nehoda neprovozního vozidla
3 chodcem
4 lezení zdiel, domácími zvířaty
5 jiný charakteristický průběh
6 nehoda komunikace
7 technickou závadou vozidla
0 jiné zařízení

11 ALKOHOL U VÍMKY NEHODY PŘÍTOMNÝ

1 ano
2 ne
0 nepřísluší

12 HLAVNÍ PŘÍČINY NEHODY

100 nezaviněná škoda

NEPŘÍČINNÁ RYCHLOST JÍZDY

201 nepřiměřená rychlost jízdy
202 nepřiměřená rychlost vzhledem k situaci (míra, stav, povrch, území na kterém se jeví apod.)
203 nepřiměřená rychlost vozidla a nákladu
204 nepřiměřená rychlost stavu vozidla (náklad, výška, váha, měkký povrch apod.)
205 nepřiměřená rychlost dopravní technické stavu vozidla (zábrana, lezení, sloupek, štěr apod.)
206 překročení předepsané rychlosti stanovené převážkou
207 překročení rychlosti stanovené dopravní značkou
208 nepřiměřená rychlost, nezavážná situace (př. m. jízdy, předjetí vozidla)
209 jiný druh nepřiměřené rychlosti

NEPŘÍČINNÁ PŘEDJÍŽDNÍ

301 předjetí vpravo
302 předjetí bez dostatečného bočního odstupu
303 předjetí bez dostatečného rozhledu (v nepřiměřené vzdálenosti nebo její blízkosti, před vjezdem do stoupání apod.)
304 při před. došlo k srazce protřed. řidiče (správný směr vzhledem k před. apod.)
305 při předjetí došlo k srazce předjetěho řidiče (správně zahájen, předjetí musel prudce brzdit, měnit směr jízdy apod.)
306 předjetí vlevo vozidla odbojujícího vlevo
307 před. v úvahu, kde je zakázáno dopr. značkou
308 při předjetí přejezd podřadná čára souvislá
309 bránění v předjetí
310 předjetí při předjetí jiného souvislého jízdního vozidla
311 jiný druh nepřiměřené předjetí

NEPŘÍČINNÁ PŘEDNOST V JÍZDĚ

401 jízda na „železném železném“ železném směru
402 prot. příkaz dopravní značky STOLU DLU PŘEDNOST
403 prot. příkaz dopravní značky DLU PŘEDNOST
404 vozidlo předjetím zprava
405 při odbočování vlevo
406 tramvaj která odbočuje
407 protijedoucím vozidlo při sjezdě přejezdu
408 při zastavení do proudu jedoucích vozidel ze strany, mála zastavení nebo stání
409 při vjezdě na sítni
410 při sjezdě nebo soustředění
411 při předjetí z jednoho pruhu do druhého
412 chodci na vyhrazeném předjezdě
413 při zastavení nebo zastavení jízdy
414 jiné než před. přednosti

NEPŘÍČINNÁ ZPŮSOB JÍZDY

501 jízda po nepřiměřené straně, vjezd do protáhlého
502 vyjetí bez dostatečného bočního odstupu
503 nedostatečné bezpečné vzdálenosti za vozidlem
504 nepřiměřená odbočka vlevo
505 chyby při odbočování jízdy
506 bezohlednost, agresivní, nevhodná jízda
507 příliš bezpečnostní odbočky rychlosti jízdy
508 řidič se příliš nevhodně řídil vozidlo
509 nepřiměřená rychlost vozidla
510 vjezd na nevhodnou krajku
511 nepřiměřená jízda
512 jízda (vjezd) jedoucím vozidlo, silnicí s protáhlým
513 nehoda v důsledku použití (police) protáhlého k nákladu (stavění (stavění) jízdy apod.)
514 nehoda v důsledku proudu sloučené strany
515 nehoda při nevhodném odbočování, návratu
516 jiný druh nepřiměřené způsobu jízdy

TECHNICKÁ ZÁVADA VOZIDLA

601 závada řízení
602 závada provozní brzd
603 snížená nebo nefunkční parkovací brzda
604 špatně nastavená světlometná světla
605 defekt pneumatiky způsobený přirozenou nebo jiným únikem vzduchu
606 závada osvětlovací soustavy vozidla (světelná, světelná, světelná apod.)
607 napojená nebo poškozená spojovací částice
608 nepříjemné uvolnění nákladu
609 upadnutí, změna kola vozidla (nepříjemná)
610 zablokování kol v důsledku mechanické závady (zablokování, převodovka, spojky nebo apod.)
611 ton závada kola, pružiny
612 nezavážná, poškozená bočnice (v úvahu)
613 závada světelné soustavy
614 závada spojovací části
615 jiná technická závada

13 NÁSLEDKY NEHODY - stav do 24 hod.

a) zraněno osob
b) zničeno vozidlo
c) leželo zraněno osob

14 CELKOVÁ HROTNÁ ŠKODA

ve stokrátových vyřiz. zprava

15 DRUH POUŽITÍ VOZIDLA

1 dílka
2 dílka
3 beton
4 panely
5 želez
6 jiný nevhodný povrch
0 žádný z uvedených (pouze, dílka atd.)

16 DRUH POUŽITÍ VOZIDLA V DOBĚ NEHODY

1 povrch srazky, nevhodný
2 povrch kuličky, železná, beton, želez, želez atd.)
3 povrch kuličky
4 na odbočování vlevo
5 na vozovce je náklad, spjatý směr - nepospané
6 na vozovce je náklad, spjatý směr - nepospané
7 na vozovce je náklad, spjatý směr - nepospané
8 náklad zraněná osoba, vozidlo, náklad
9 náklad zraněná osoba, vozidlo, náklad, náklad, náklad apod.)
0 jiný stav povrchu vozovky v době nehody

17 DRUH KOMUNIKACE

01 žádná, bez zábrany
02 podmínky srazky vyřiz. než 95
03 nepřiměřená úmírně, znečištění, chybný dopravní značka
04 zranění povrch v požadovaném směru
05 zranění výšky
06 zranění výšky
07 špatné zřízení stavby
08 špatná stavba, špatná, vyřizování, špatně kováč
09 nevhodná nebo nedostatečně označená překážka na komunikaci
10 nepřiměřená úmírně jednoho jízdního pruhu
11 nepřiměřená úmírně komunikace nebo jízdní pruhu
12 jiný (nevhodný) stav nebo závada komunikace

18 POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY V DOBĚ NEHODY

1 nevhodná
2 mlha
3 na poboku deště, sloty deště
4 sníh
5 sníh
6 sníh se námrazou, náledí
7 nárazový vítr (boční, vítr apod.)
0 jiné podmínky

19 VÍDELNOST

1 ve dne, vzhledem nevhodně nízká povětrnostní podmínky
2 ve dne, zhoršená viditelnost (vláha, soumrak)
3 ve dne, zhoršená viditelnost nízkou povětrnostní podmínky (vláha, soumrak, mlha apod.)
4 v noci - s veřejným osvětlením, vzhledem nevhodně nízkou povětrnostní podmínky
5 v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost nízkou povětrnostní podmínky (mlha, sníh, sníh apod.)
6 v noci - bez veřejného osvětlení, vzhledem nevhodně nízkou povětrnostní podmínky
7 v noci - bez veřejného osvětlení, vzhledem zhoršená nízkou povětrnostní podmínky (mlha, sníh, sníh apod.)

20 POZHLÉDOVÉ POMĚRY

1 sloup
2 špatně vložené objekty (stavby, židlové, jiné stavby, lezení apod.)
3 špatně vložené objekty komunikace (nepřehledný vjezd, sloup, sloup komunikace apod.)
4 špatně vložené objekty (stavby, židlové, jiné apod.)
5 špatně vložené objekty (stavby, židlové, jiné apod.)
6 vjezd zakryt stavbou vozidla
0 jiné špatné

21 DĚLENÍ KOMUNIKACE

1 dlouhý
2 nepřehledný
3 nepřehledný a špatně osvětlený
4 nepřehledný a špatně osvětlený
5 nepřehledný
0 žádné z uvedených

22 SITUOVANÉ NEHODY NA KOMUNIKACI

1 na jízdním pruhu
2 na odstaveném pruhu
3 na krajku
4 na odbočování, přejíždění pruhu
5 na pruhu pro jízdu vozidla
6 na chodníku nebo ostrožce
7 na kolejích tramvaje
8 ostatní nevhodná
9 na stezce pro vyhládku
0 žádné z uvedených

23 ŘÍZENÍ PROVOZU V DOBĚ NEHODY

1 policistou nebo jiným pověřeným orgánem
2 veřejným signačním zařízením
3 místní úprava (hypotéza se pol. 04)
0 žádný způsob řízení provozu

24 MÍSTNÍ ÚPRAVA PŘEDNOSTI V JÍZDĚ

1 světelná signalizace, předjetí vozidla
2 světelná signalizace mimo provoz
3 přednost vyhrazená dopravní značkami
4 přednost vyhrazená dopravní značkami (stavba, lezení, náklad, náklad, náklad)
5 světelná signalizace - vyřizování a provoz
0 žádné místní úprava

25 SPECIFICKÁ MÍSTA A OBJEKTY V MÍSTĚ NEHODY

01 předjetí vpravo
02 v blízkosti předjetí vpravo (do 20 m)
03 zranění předjetí vpravo
04 zranění předjetí vpravo
05 náklad, náklad, náklad, náklad
06 zranění kuličky, kuličky, kuličky, kuličky
07 zranění kuličky, kuličky, kuličky, kuličky
08 vjezd z parkoviště, lezení, spjatý směr, (pol. 28 = 7,8)
09 špatně položené kuličky
10 parkoviště přiléhající ke komunikaci
07 žádné nebo žádné z uvedených

26 SMĚROVÉ POMĚRY

1 příčný jízdní
2 příčný úsek pro protřed. zábrana (to vzdálenost od 100 m od optického korekce zábrany)
3 zábrana
4 křižovatka přímá - železná
5 křižovatka křižová - železná
6 křižovatka přímá a vjezdová
7 křižovatka křižová

29 KATEGORIE CHODCE

1 muž
2 žena
3 dítě (do 12 let)
4 skupina dětí
5 jiné skupiny (železná, kuličky, kuličky, kuličky)

Příloha B: Obrazový výstup z Jednotné dopravní vektorové mapy

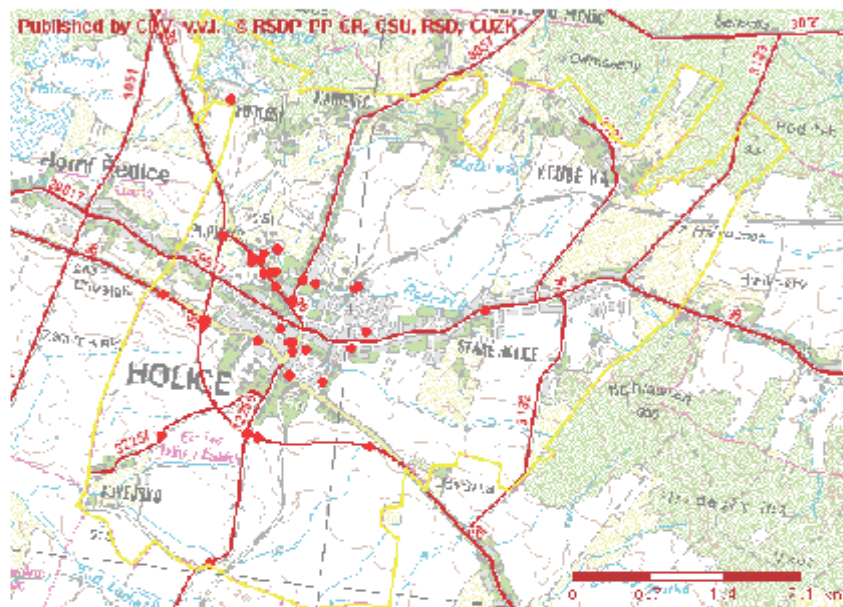


Jednotná dopravní vektorová mapa ©
Úloha: Dopravní nehody
Informační tiskový výstup

Přehled nehod v silničním provozu

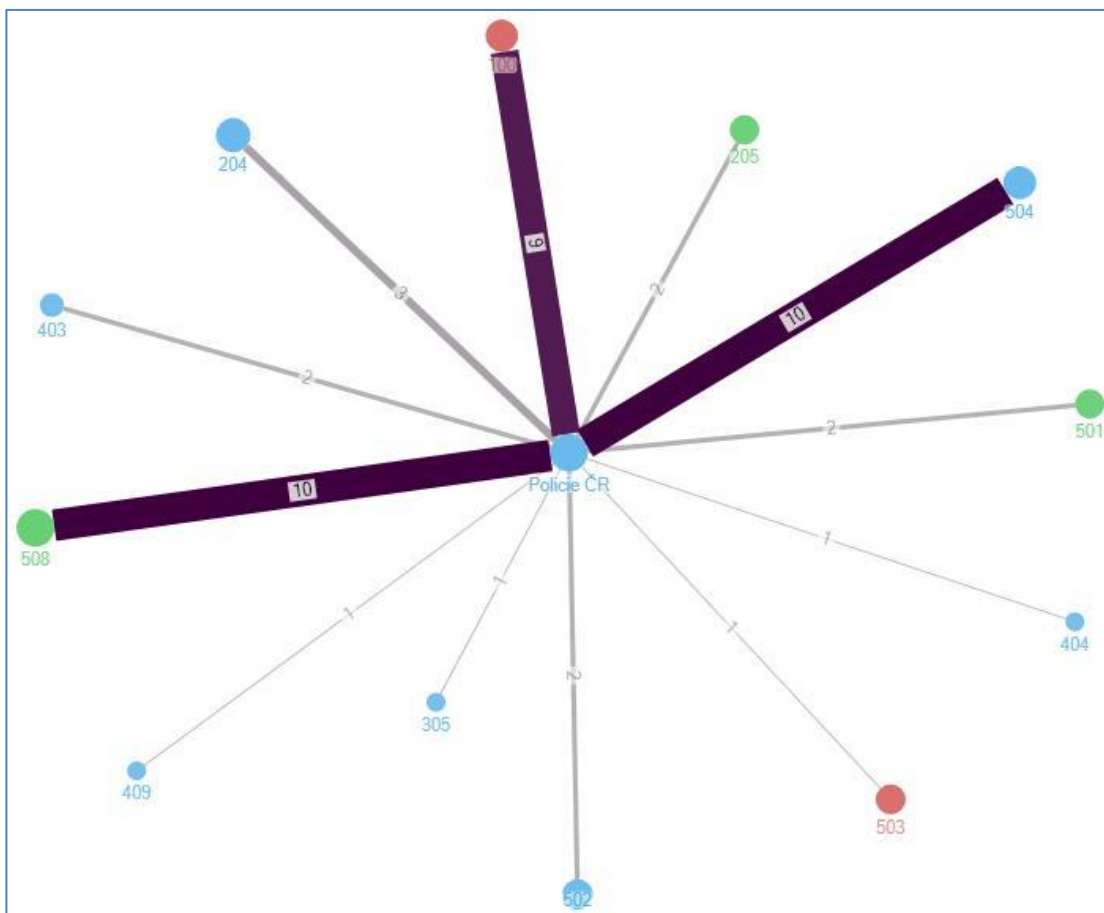
Období: 01.01.2011 - 31.12.2011

Území: obec Holice (Pardubický kraj)

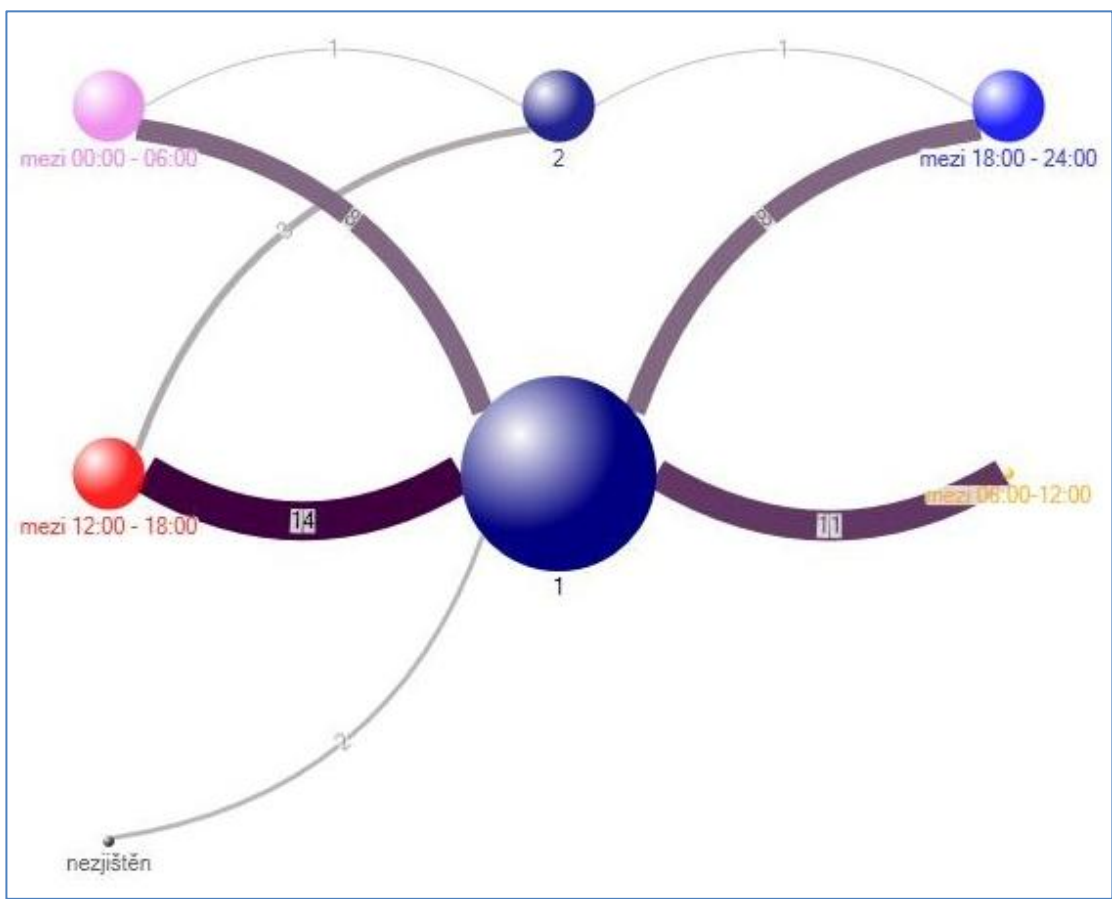


Počet nehod celkem	45
Počet nehod s následky na zdraví	15
Počet usmrcených osob (do 24 hodin od nehody)	0
Počet těžce zraněných osob	1
Počet lehce zraněných osob	17
Počet nehod pod vlivem alkoholu	1
<hr/>	
Počet nehod v pondělí	6
Počet nehod v úterý	8
Počet nehod ve středu	5
Počet nehod ve čtvrtek	10
Počet nehod v pátek	9
Počet nehod v sobotu	3
Počet nehod v neděli	4

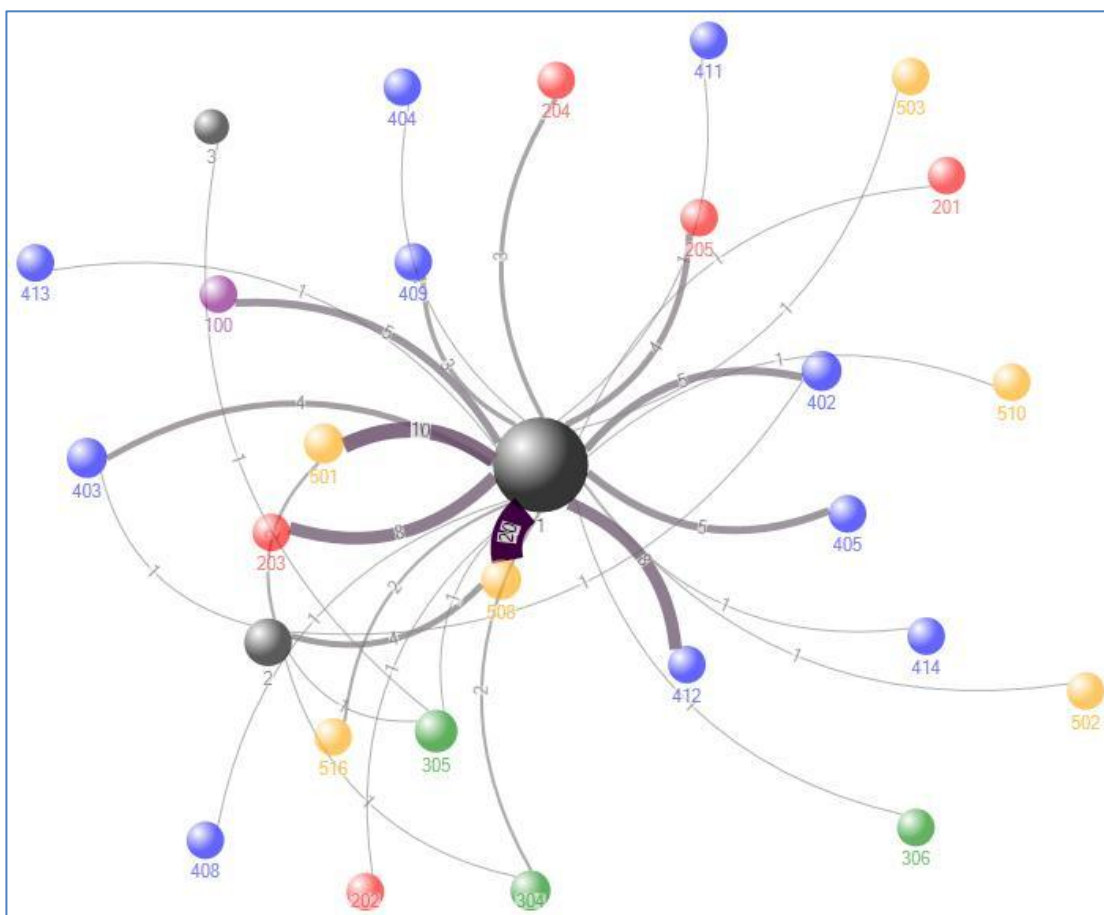
Příloha C: Graf příčin nehod policejních vozidel



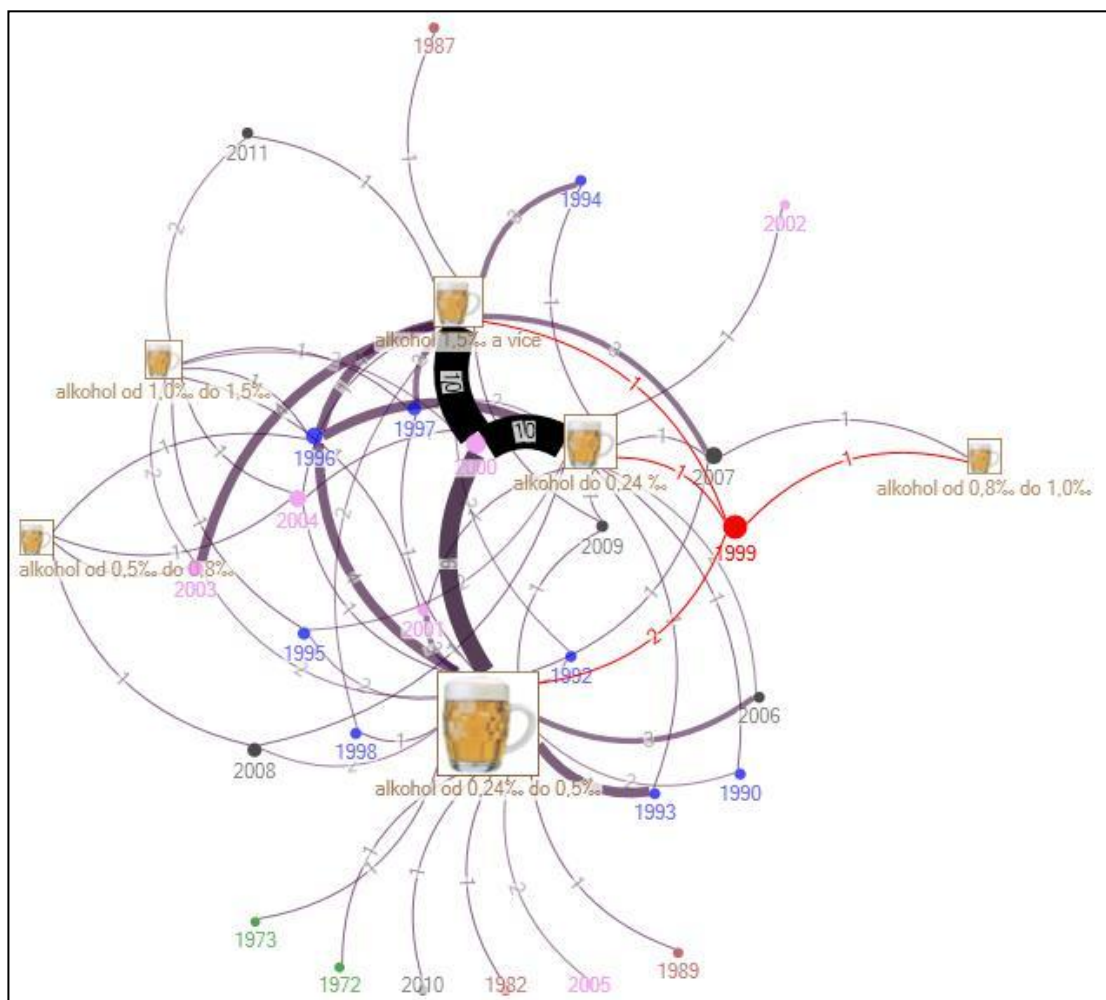
Příloha D: Graf závislosti počtu usmrcených na časové fázi dne



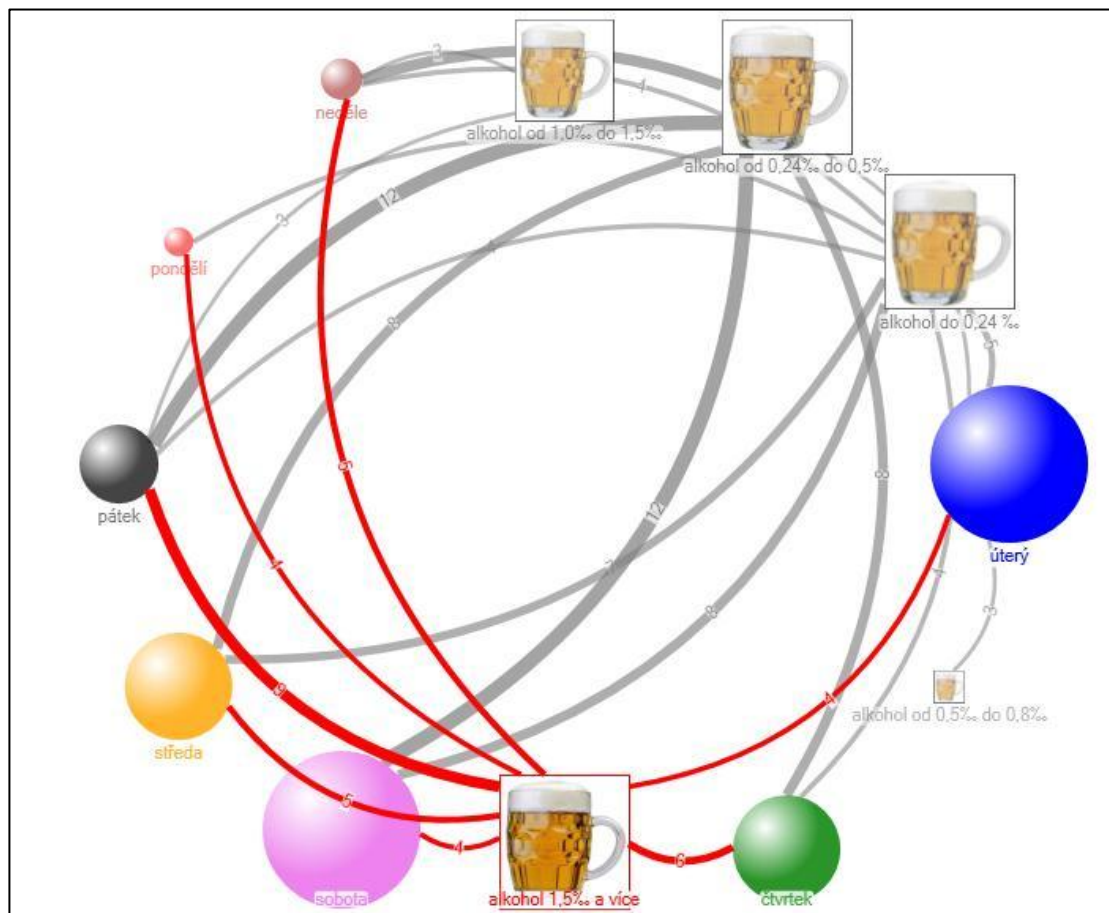
Příloha E: Graf závislosti počtu těžce zraněných na jednotlivých příčinách



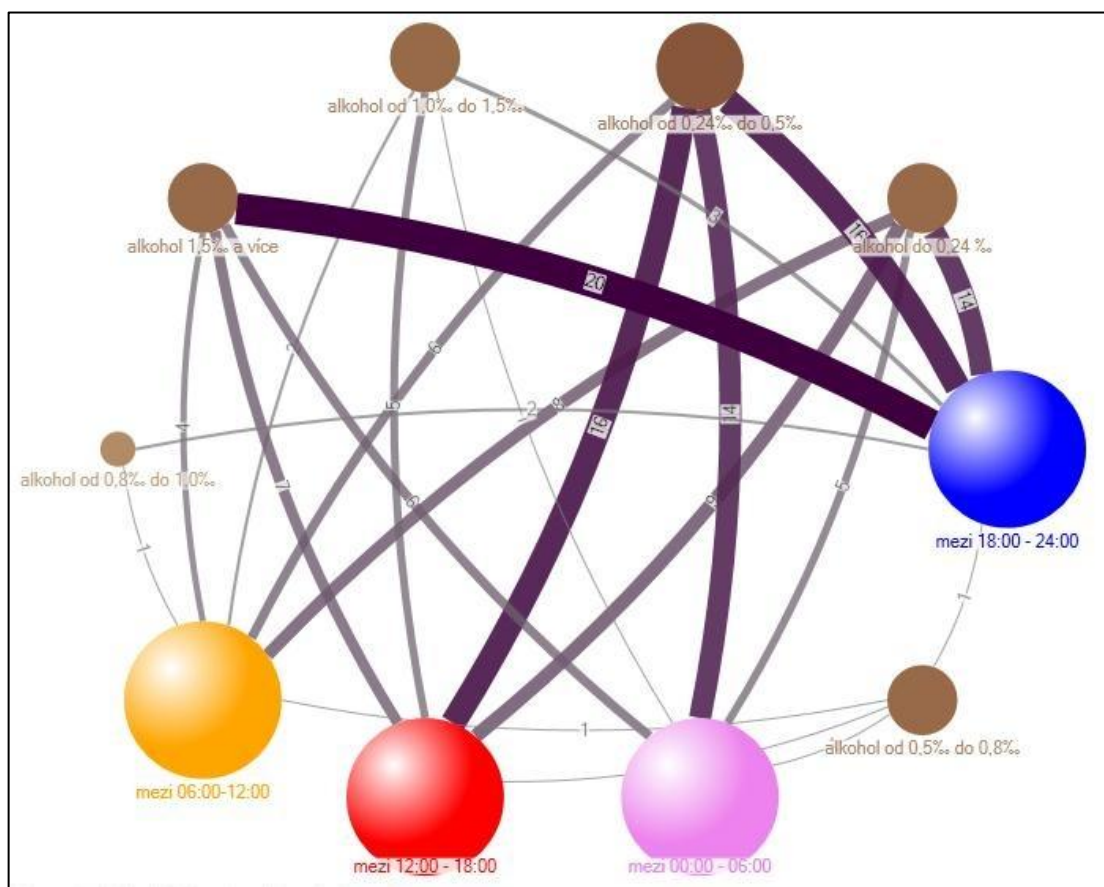
Příloha F: Graf závislosti naměřené hladiny alkoholu na stáří vozidla



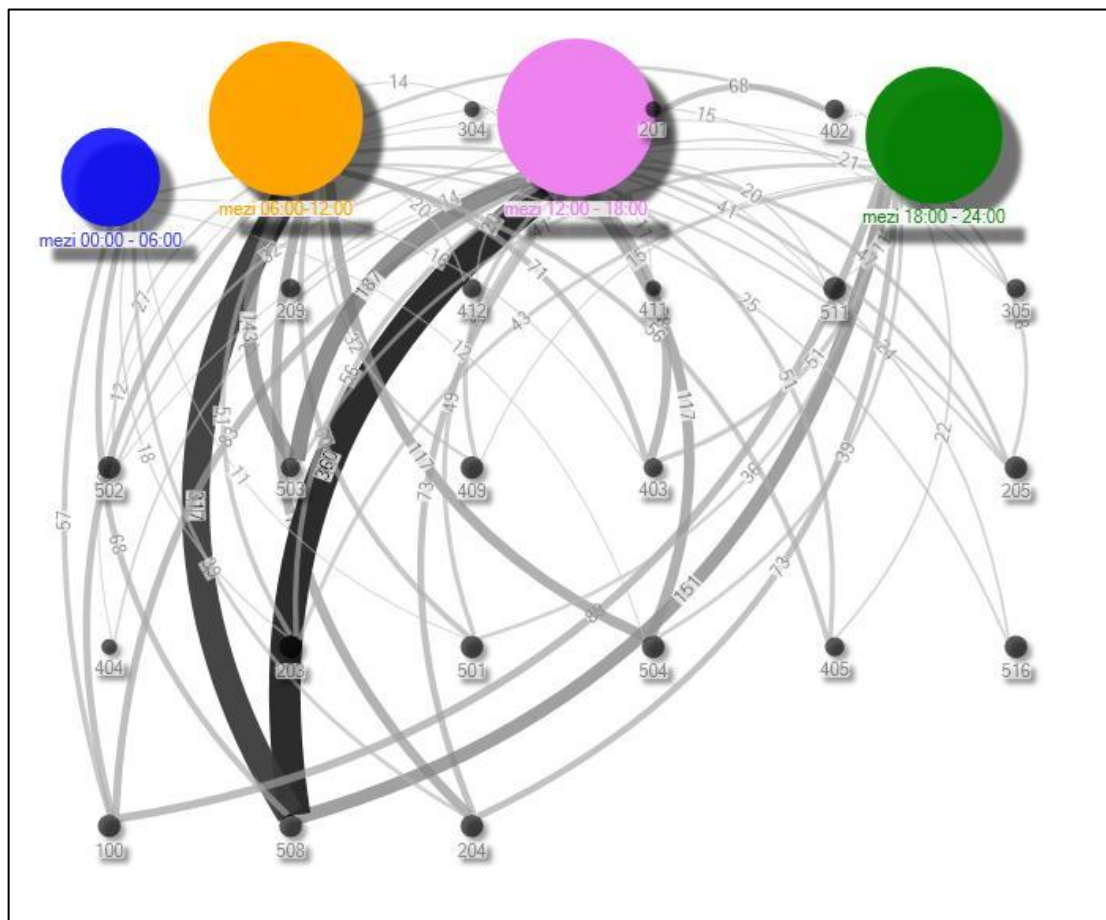
Příloha G: Graf naměřené hladiny alkoholu nad 1,5 promile k jednotlivým dnům týdne



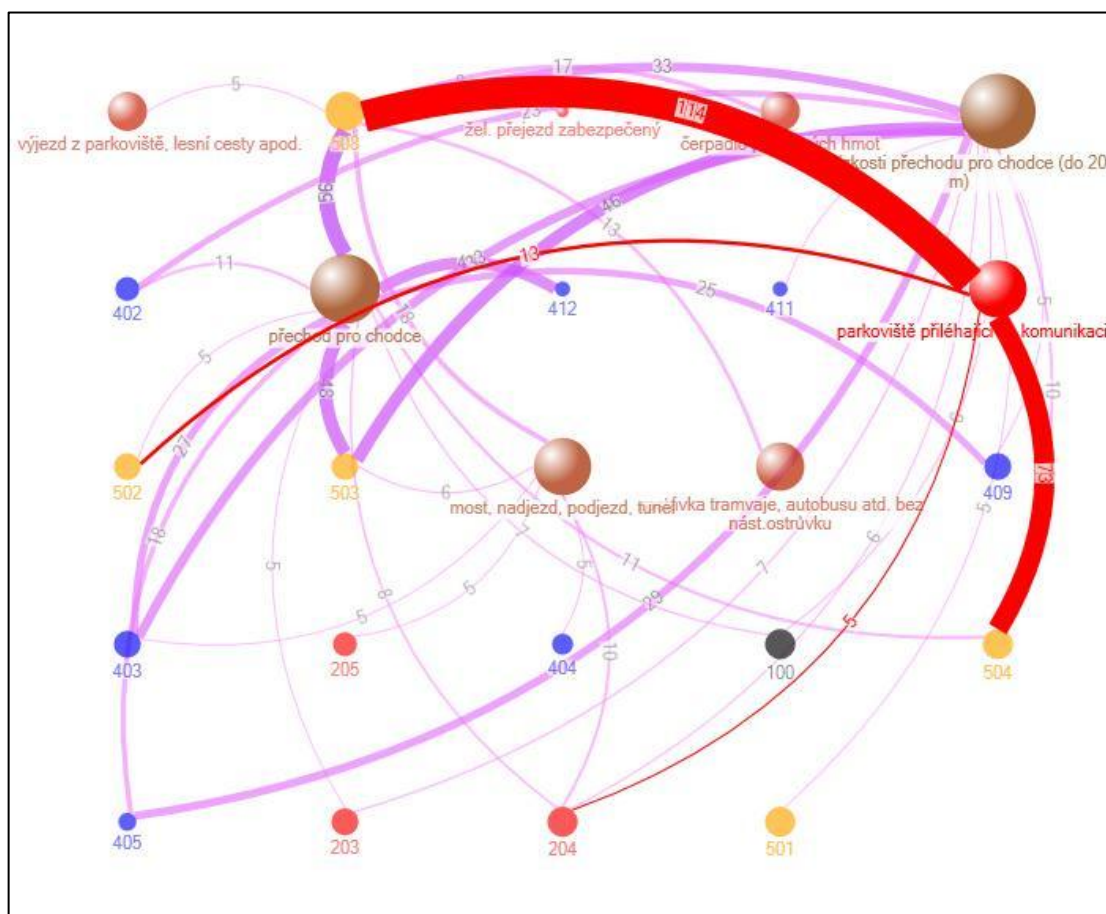
Příloha H: Graf vztahu naměřené hladiny alkoholu k jednotlivým dnům týdne



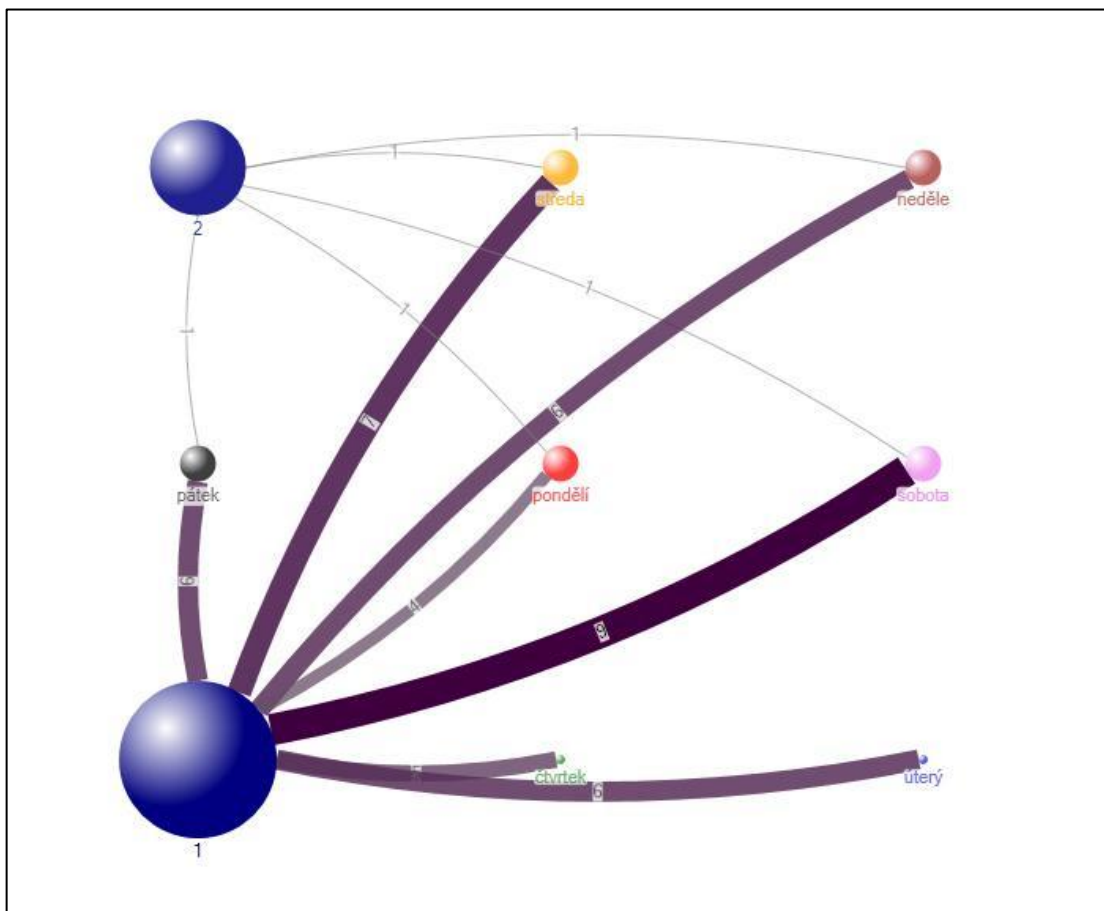
Příloha I: Graf vztahu časové fáze dne a příčiny dopravní nehody



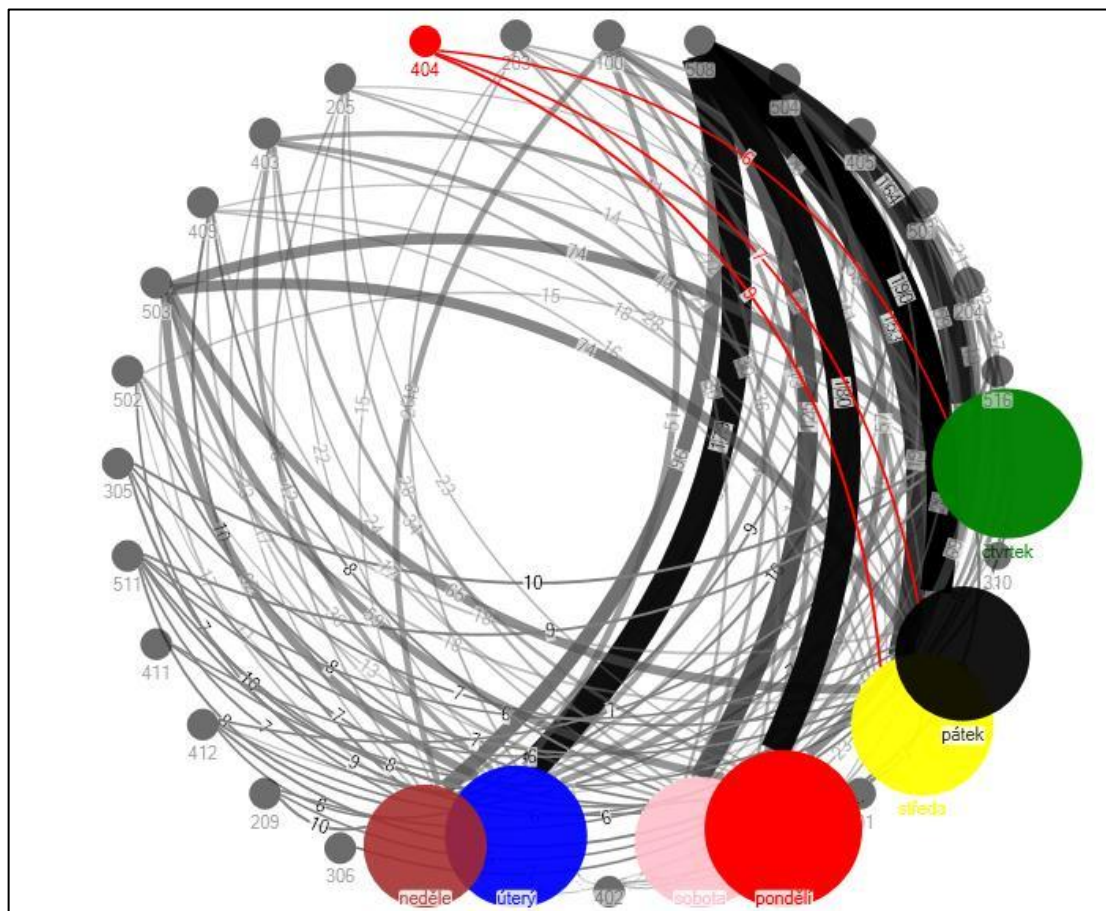
Příloha J: Graf vztahu parkoviště a příčiny dopravní nehody



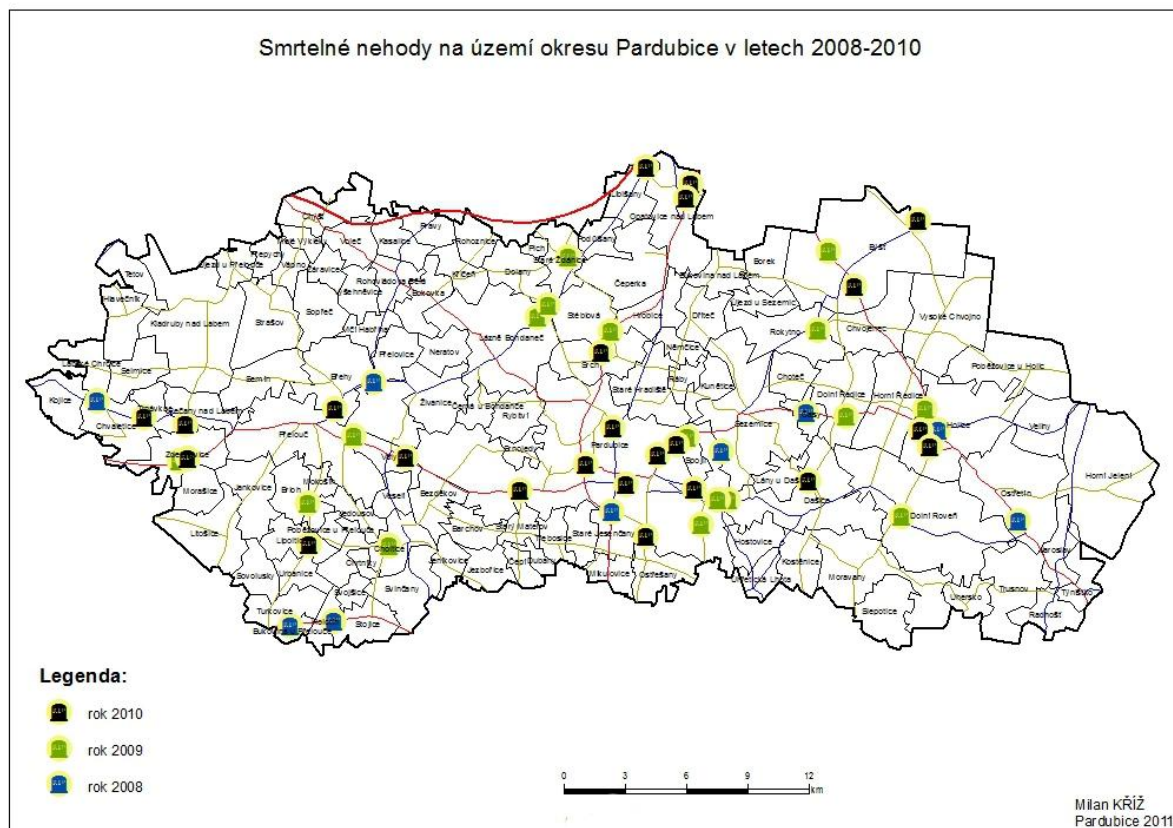
Příloha K: Graf závislosti počtu usmrcených na jednotlivých dnech týdne



Příloha L: Graf vztahu nedání přednosti zprava k jednotlivým dnům týdne



Příloha M: Ukázka výstupu GIS – smrtelné nehody na okr. Pardubice v letech 2008–2010



Příloha N: Ukázka výstupu GIS – nebezpečné úseky na silnicích okr. Pardubice

