

**ŠČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ**

Barbora Skákalová

**ANALÝZA DISKRÉTNÍCH NEHODOVÝCH DAT**

(diplomová práce)

Praha, 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K611.....Ústav aplikované matematiky**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Barbora Skákalová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – IS – Inteligentní dopravní systémy**

Název tématu (česky): **Analýza diskrétních nehodových dat**

Název tématu (anglicky): Analysis of discrete accident data

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Připravte datový vzorek nehodových dat
- Vyberte veličiny vhodné pro analýzu dopravních nehod
- Otestujte vhodnost vybraných veličin
- Při testování dat využijte koeficient alfa pro zjišťování asociace dat
- Prezentujte závěry vaší analýzy



Rozsah grafických prací: Podle pokynů vedoucího DP

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: NAGY I., PECHERKOVÁ P.: Statistika. Praha: ČVUT FD.  
ŠACHL J., ŠACHL J. (ml.), SCHMIDT D., MIČUNEK T.,  
FRYDRÝN M.: Analýza nehod v silničním provozu.  
Praha: ČVUT, 2010  
ANDĚL J.: Základy matematické statistiky. Praha:  
MATFYZPRESS, 2005

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ivan Nagy, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **20. července 2016**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. května 2017**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

prof. RNDr. Miroslav Viček, DrSc.  
vedoucí  
Ústavu aplikované matematiky



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Barbora Skákalová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....20. července 2016

## **Prohlášení**

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta dopravní

## **ANALÝZA DISKRÉTNÍCH NEHODOVÝCH DAT**

diplomová práce  
červen 2017  
Barbora Skákalová

### **Úplná bibliografická identifikace**

SKÁKALOVÁ, Barbora. *Analýza diskretních nehodových dat*. Praha: ČVUT FD, 2017.

### **Anotace (abstrakt)**

Tato práce se zabývá analýzou diskretních nehodových dat dopravní nehodovosti silničních vozidel na území hlavního města Prahy. Na naměřených diskretních nehodových datech jsou provedeny úpravy a popsána práce s nimi při analýze. Závěrem je text této práce zaměřený na závažnost nehod a výsledky, které z této analýzy vyplývají.

### **Abstract**

This work deals with the analysis of discrete accidental traffic accident data of road vehicles on the territory of the capital city of Prague. Measured discrete accident data are edited and described with analysis. In conclusion, the text of this work focuses on the severity of the accidents and the results that result from this analysis.

### **Klíčová slova**

Diskretní data, nehodová data, autonehoda, analýza nehodových dat, závažnost nehody, závislost veličin

### **Keywords**

Discrete data, accident data, car accident, accident data analysis, severity of accident, dependence of quantities

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>4</b>
<b>Slovník pojmů</b> .....	<b>5</b>
<b>Poděkování</b> .....	<b>6</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Dopravní nehody</b> .....	<b>9</b>
1.1 Teorie dopravní nehody .....	9
1.1.1 Základní pojmy .....	9
1.1.2 Klasifikace dopravy a dopravních nehod .....	13
1.1.3 Silniční dopravní nehody .....	14
1.1.3.1 <i>Charakteristika silničních dopravních nehod</i> .....	14
1.2 Analýza silničních nehod (Analýza dopravní nehodovosti) .....	15
1.2.1 Zjednodušená analýza dopravních nehod .....	15
1.2.2 Podrobná analýza dopravních nehod .....	16
1.3 Diskrétní data, statistické testy a jejich analýza .....	16
1.3.1 Náhodný pokus .....	16
1.3.2 Náhodný jev .....	17
1.3.3 Pravděpodobnost .....	17
1.3.3.1 <i>Axiomatická pravděpodobnost</i> .....	17
1.3.3.2 <i>Podmíněná pravděpodobnost</i> .....	17
1.3.3.3 <i>Klasická pravděpodobnost</i> .....	18
1.3.3.4 <i>Statistická pravděpodobnost</i> .....	18
1.3.4 Náhodná veličina .....	18
1.3.5 Typy náhodné veličiny .....	19
1.4 Diskrétní rozdělení a neparametrické testy .....	19
1.4.1 Diskrétní veličina .....	20
1.4.2 Alternativní rozdělení .....	20
1.4.3 Rovnoměrné rozdělení .....	20
1.4.4 Binomické rozdělení .....	21

1.4.5	Poissonovo rozdělení .....	21
1.4.6	Hypergeometrické rozdělení.....	22
1.4.7	Neparametrické testy.....	22
1.4.7.1	<i>Pearsonův Chi-kvadrát testy</i> .....	22
1.4.7.2	<i>Spearmanův korelační koeficient</i> .....	23
1.4.7.3	<i>Koeficienty regresní analýzy</i> .....	24
<b>2</b>	<b>Příprava datového vzorku nehodových dat.....</b>	<b>26</b>
2.1	Data poskytnutá Zdravotní záchrannou službou .....	26
2.2	Data poskytnutá Policií České republiky.....	27
2.2.1	Čištění a úprava dat od PČR.....	27
2.3	Finální analýza vztahů mezi veličinami.....	29
2.3.1	Testování datového vzorku „Chodci za rok 2012“ .....	29
2.3.2	Testování datového vzorku čtyř částí Prahy.....	31
2.4	Závažnost následků dopravní nehody .....	33
<b>3</b>	<b>Zpracování dat pomocí programu SCILAB.....</b>	<b>42</b>
3.1	Co je to scilab a jak pracuje.....	42
3.2	Určení závažnosti nehody .....	42
3.2.1	Zpracování dat ve Scilabu .....	42
3.3	Nová úprava redukce hodnot .....	50
<b>4</b>	<b>Výsledné závěry a navazující práce se zpracovanými nehodovými daty.....</b>	<b>59</b>
4.1	Výsledné závěry a shrnutí výsledků analýzy nehodových dat.....	59
4.2	Návazné zpracování pomocí map .....	60
4.3	Bayesovské sítě .....	61
4.3.1	Ukázkový příklad pro Bayesovské sítě.....	61
	<b>Závěr.....</b>	<b>63</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>69</b>



## **Seznam použitých zkratek**

SDN	<i>Silniční dopravní nehoda</i>
PČR	<i>Policie České republiky</i>
ZZS	<i>Zdravotní záchranná služba</i>

## Slovník pojmů

Dopravní nehoda	dopravní nehoda ve vztahu k provozu na pozemních komunikacích je definována zákonem č. 361/2000, Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Dopravní nehoda dle § 47 odst. 1
Histogram	Histogram je grafické znázornění distribuce dat pomocí sloupcového grafu se sloupci stejné šířky intervalů (tříd), přičemž výška sloupců vyjadřuje četnost sledované veličiny v daném intervalu
Statistický formulář	oficiální dokument PČR, jsou v něm popsány všechny body, které se vyplňují na místě nehody
Euroformulář	Záznam o dopravní nehodě, je zde uvedena identifikace místa a času dopravní nehody, dále jsou uvedeny účastníci nehody a vozidla, příčiny nehody, průběh nehody

## **Poděkování**

Děkuji doc. Ing. Ivanu Nagovi, CSc. za mnoho cenných rad při tvorbě práce a jeho neúnavnou ochotu konzultovat každý nový odstavec.

Poděkování náleží i mé rodině za materiální a duševní podporu nejen při psaní práce.

## Úvod

Dopravní síť je pro člověka nedílnou součástí života už od samotné historie, její výstavbě se vždy věnovala velká pozornost a i finance. O první dopravní infrastrukturu by se dalo hovořit již za doby Římanů, kdy silnice či cesta představovala možnost spravovat rozsáhlá území a udržet tak hranice impéria. Bylo možné pomocí ní uskutečnit dostatečně rychlý a pohodlný přesun materiálu, přepravu osob a hlavně informací v podobě posílů, a to i na značné vzdálenosti.

Některé koridory se nezměnily po staletí a dalo by se říci, že jejich podoba byla zachována až do 19. století, kdy ještě nebylo potřeba velkých změn v síti, protože do té doby byl nejrychlejším dopravním prostředkem kůň. Změna ve vývoji nastala po roce 1885, v této době byl vynalezen první spalovací motor a s jeho postupným vývojem se dopravní prostředky zrychlovaly. Právě s jejich dalším rozvojem se začal rapidně projevovat nový fenomén. A to je fenomén dopravních nehod, kdy jejich počet narůstal stejně, jako narůstal počet dopravních prostředků. Závažnost nehod a jejich objem vedl k tendencím jejich počet minimalizovat a případně i odstranit. Začaly se vyvíjet bezpečnostní prvky pro dopravní prostředky, ale řešila se i úprava dopravní infrastruktury.

Právě v dnešní době se věnuje otázce bezpečnosti v dopravě pozornost více než dříve. Identifikují se lokality častých dopravních nehod a hledá se zde řešení pro lepší bezpečnost dopravních úseků. V těchto dopravně závadných místech je pravděpodobnost vzniku nehody ovlivněna značným množstvím faktorů.

Literatury uvádějí, že:<sup>1</sup> „*Tyto faktory souvisejí s hlavními částmi dopravního systému: infrastrukturou, jejím vybavením, vozidly a účastníky silničního provozu. Rizikovým je kterýkoliv faktor, který zvyšuje pravděpodobnost vzniku nehody. Statisticky pak lze určit, že k 30 – 40 % dopravních nehod dochází na cca 3 % délky komunikační sítě.*“ Právě z těchto poznámek vyplývá, proč je tak důležité tato místa spolehlivě identifikovat a pomocí daných opatření eliminovat vznik nehod.

Ve své diplomové práci právě na tuto problematiku navážu. V hlavní řadě se pak věnuji analýze diskrétních nehodových dat, jež mi byly poskytnuty v rámci školního projektu, který probíhal ve spolupráci s Dopravním podnikem hlavního města Prahy. Data jsou poskytnuta od třech subjektů: Dopravního podniku hlavního města Prahy, data zdravotní záchranné služby a

---

<sup>1</sup> *Dopravní inženýrství: Kapitola V. Dopravní nehodovost (ČÁST 1)* [online]. Ostrava: Fakulta strojní, VŠB-TU, 2009 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/97>

od Policie České republiky. Všechna data se vztahují na území hlavního města Prahy a dále se rozlišují do čtyř hlavních oblastí, kdy každá bude zpracovávána zvlášť a to mezi léty 2012 až 2014.

V rámci mé diplomové práce se budu řídit těmito body:

- Příprava datového vzorku nehodových dat
- Výběr veličin vhodných pro analýzu dopravní nehody
- Otestuji vhodnost vybraných veličin
- Při testování dat využiji koeficient alfa pro zjišťování asociace dat
- Prezentovat závěry naší analýzy.

V první části mé práce se budu věnovat teorii, tedy přesněji rozvedu elementární body a podklady, které jsem v rámci analýzy nehodových diskrétních dat využila. Zde se zaměřím na samotnou problematiku nehod a statistické metody, se kterými budu dále pracovat.

V druhé části této práce pak shrnu strukturu dat a také informace, které jsou v nich obsaženy. Popíši, na co se budu dále zaměřovat v rámci analýzy nehodových dat. Důležitým bodem je pak samotné rozložení datového vzorku a četnosti pro veličiny, se kterými budeme dále pracovat. Hlavním bodem mé práce je vyčištění dat pro jejich snadnější zpracování a vytvoření jednotné struktury dat.

Ve třetí části bude popsána práce s programem SCILAB. Zaměřím se na otázku závažnosti nehody, kterou jsme zvolili jako primární. Důležitým bodem zde bude popsání faktorů, jejichž kombinace nejčastěji stojí za největším objemem nehod, a z toho důvodu jsou rizikové. Pro vytipování problémových lokalit jsem data poskytla svým kolegům..., kteří jednotlivá místa podrobně zmapují a ověří výsledky mých měření.

Závěrečná část bude tradičně věnována výsledkům mého zkoumání, dále také popíši jaké závěry lze na takto provedené analýze stavět. Mým cílem je i ukázat směr, kterým by se následně mohlo při další analýze nehodových dat postupovat. Protože problematika této oblasti je široká, naskytuje se zde více možností, jak danou situaci řešit.

# 1 Dopravní nehody

Doprava je nedílnou součástí pro rozvoj a fungování dnešní společnosti. *Dopravu můžeme charakterizovat jako proces přemísťování věcí, tedy pracovních předmětů, výrobních prostředků a hotových výrobků na straně jedné a osob, tedy pracovních sil na straně druhé, který se uskutečňuje dopravními prostředky po dopravní cestě mezi vzájemně prostorově vzdálenými místy.* **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Dopravní nehody, stejně jako hluchost, znečišťování ovzduší či vod, se řadí mezi negativní vlivy dopravy, které mají dopad na život člověka a ve velké míře ovlivňují chod společnosti. Rozdílem u dopravních nehod je ovšem jejich přímý vliv na zdraví člověka popřípadě i jeho smrt. V následujících kapitolách se budu věnovat teorii dopravní nehody a nástrojům využitých ke zpracování analýzy dopravní nehody.

## 1.1 Teorie dopravní nehody

Tato kapitola mé diplomové práce bude zaměřena na základní otázky a pojmy z oboru bezpečnosti silničního provozu, které jsou definovány v rámci zákona nebo metodických příruček.

### 1.1.1 Základní pojmy

Jedna z definic dopravní nehody zní takto:

*Dopravní nehoda je definována zákonem jako událost v provozu na pozemních komunikacích, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby, nebo ke škodě na majetku v příčinné souvislosti s provozem vozidla v pohybu.* **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Podmínkou vzniku nehody je účast vozidla v pohybu. Vozidlem je mimo automobil i jízdní kolo nebo koloběžka, potahové vozidlo, ruční vozík od šířky 60 cm, tramvaj, pojízdný pracovní stroj, sněžná rolba nebo sněžný skútr. Za vozidlo se nepovažuje třeba jezdec na zvířeti. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Dalším důležitým pojmem je pozemní komunikace - ve smyslu zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích (silniční zákon), ve znění pozdějších předpisů je pozemní komunikace definována jako:

*„... dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto využití a jeho bezpečnosti.“. Pozemní komunikací je i účelová*

*komunikace. Účelovou komunikací může být i komunikace, která slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků, tedy lesní a polní cesty. Účelovou komunikací je i pozemní komunikace v uzavřeném prostoru nebo objektu, která slouží potřebě vlastníka nebo provozovatele uzavřeného prostoru nebo objektu. Tato účelová komunikace není přístupná veřejně, ale v rozsahu a způsobem, který stanoví vlastník nebo provozovatel uzavřeného prostoru nebo objektu. Účelové komunikace však nejsou přesně definované ani evidované, a proto může být působnost zákona sporná. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.***

Dalšími důležitými pojmy jsou:

**Dopravně – bezpečnostní opatření**, jimiž se myslí soubor navržených opatření, která mají za cíl snížit dopravní nehodovost v nehodových lokalitách nebo místech.

**Nehodové místo**, je místo jako takové, kde dochází k dopravním nehodám.

**Nehodový úsek**, představuje úsek na podzemní komunikaci, kde na vzdálenost větší než 250 metrů dochází opakovaně k nehodám, a tedy můžeme mluvit o kumulaci dopravních nehod.

**Nehodová lokalita**, je označení plochy nebo území, kde se vyskytuje více nehodových míst.

**Místo výskytu častých dopravních nehod**, je místo, na němž došlo k výskytu většího počtu dopravních nehod, než je stanoveno ve výběrovém kritériu. Jako výběrové kritérium můžeme označit soubor ukazatelů, které představují hraniční nebo limitní hodnoty, sloužící ke stanovení místa výskytu častých dopravních nehod.

**Úsek častých dopravních nehod**, je označení pro úsek komunikace, kde na vzdálenost větší než 250 metrů dochází ke kumulaci míst výskytu častých dopravních nehod.

**Nebezpečné místo**, je takové místo, jehož nehodovost dle výběrového kritéria je pod hraničními hodnotami, ale přesto vykazuje potenciálně stejná rizika možného vzniku nehod.

**Účastníkem nehody**, můžeme označit každou osobu, která se přímým způsobem podílela na nehodě. Jsou to řidiči, přepravované osoby, chodci, cyklisté, jezdci na zvířatech apod.

**Usmrcená osoba**, je osoba, která zemře při dopravní nehodě na místě, nebo do 30 dnů od data nehody.

**Typ nehody**, znamená zjednodušený popis charakteristických vlastností a okolností nehodového děje. Každému jednotlivému typu nehody jsou přiřazeny charakteristické jízdní manévry.

**Typologie dopravních nehod**, představuje systém třídění dopravních nehod podle jejich vlastností a okolností, které mají vliv na jejich vznik. Bez jasné a fungující typologie dopravních nehod nelze navrhovat žádná dopravně-bezpečnostní opatření. Právě pro samotné identifikace nehodových lokalit a jejich následnou analýzu je typologie dopravních nehod důležitá. Urychluje a zjednodušuje hledání účinných dopravně – bezpečnostních opatření, kdy se z převládajících typů nehod nebo dopravních konfliktů odvozují možná řešení daného nehodového místa nebo lokality. Typologie dopravních nehod člení nehody podle druhu kolizního pohybu a situace, která nehodě předcházela. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

**Kolizní diagramy**, jsou pomůcka při analýze dopravních nehod. Umožňují přehledně a jednoduše zobrazit hlavní charakteristiky jednotlivých nehod. Jedná se o soubor symbolů v podobě šipek a doplňujících znaků, které jsou vyznačeny do situace analyzovaného místa na úseku. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Z definic dopravní nehody dále vyplývá, že je nepředvídatelného charakteru, ale zároveň zpravidla předvídatelná událost, která vznikla během provozu na dopravní cestě a měla za následek škodu na životě, zdraví nebo majetku či jiný závažný následek. Z čehož vyplývá, že událost na dopravní cestě je charakteristická typickými následky a její předvídatelnost je omezená na dvě základní roviny:

**Předvídaní reálné**, kdy k dané události dojde s vysokou mírou pravděpodobnosti v určitém prostoru a čase za podmínky, že existuje konkrétní příčina daná konkrétní událostí (Např. nepřizpůsobení jízdy v nepřehledné zatáčce na frekventovaném úseku vozovky). **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

**Předvídaní abstraktní**, kdy sledujeme u možné události, u které je jistá pravděpodobnost výskytu, kombinaci souvisejících příčin a podmínek. Což znamená, že možnosti vzniku události, kde pravděpodobnost jejího faktického vzniku je velmi malá a vázána na řadu příčin a podmínek. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

S dopravními nehodami je spojen tedy i jistý stupeň překvapení, který je ve velké míře závislý na psychických dispozicích subjektu, na stupni předvídatelnosti dopravní nehody, na celkové situaci v silničním provozu a dalších okolnostech.



Dalším důležitým heslem v souvislosti s dopravními nehodami je provoz, tedy pohyb dopravního prostředku po dopravní cestě, který je určován pohybem dopravních činitelů dopravy (subjektu a objektu dopravy, tedy řidiče nebo jiného účastníka dopravy a dopravního prostředku) po dopravní cestě v určitých objektivních podmínkách. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Důležité je také určení následku dopravní nehody. Následek dopravní nehody představuje způsobení škody na životě, zdraví, majetku nebo způsobení jiného závažného následku. Škodou můžeme rozumět jednak újmu reálnou, ale i újmu hrozící např. v souvislosti se vznikem obecného nebezpečí (tj. *přehlédnutí návěští na železniční trati nemusí vést ke vzniku škody na životě, zdraví nebo majetku*). **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Každá dopravní nehoda je charakterizována dvěma komponenty:

Nehodovým jednáním: jde o jednání účastníka dopravy, který svým konáním nebo opomenutím způsobil nehodovou událost.

Nehodovou událostí: je to konkrétní projev dopravní nehody (např. srážka, náraz, pád, havárie, obecné nebezpečí apod.).

Mezi těmito dvěma pojmy existuje příčinná souvislost. Z čehož vyplývá, že dopravní nehodu můžeme charakterizovat těmito body:

- nehodová událost je prostá relevantního motivu,
- je výsledkem rozporného jednání pachatele ve vztahu k daným podmínkám,
- vzniká náhle, neočekávaně s prvky překvapení,
- příčina existuje dříve než jednání pachatele, příčina předchází jednání,
- příčina se jednáním pachatele realizuje v následku za určitých podmínek.

A v závislosti na to, může výsledek být ovlivněn těmito možnostmi:

- účastník dopravy přizpůsobí své jednání daným podmínkám,
- přizpůsobí dané podmínky tak, aby vyhovovaly charakteru předpokládaného jednání (např. technicky přizpůsobí vozidlo předem známým podmínkám, za kterých má být provozováno, např. charakteru dopravní cesty),
- upustí od jednání (s vozidlem nevyjede).

Základní podmínkou označení události za silniční dopravní nehodu je, že se tato událost stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a je v přímé souvislosti s provozem vozidla, které

v době události je v pohybu. Nemusí se vždy jednat jen o střet (srážku) dvou vozidel, ale může jít o střet vozidla s jiným účastníkem provozu na pozemních komunikacích, např. chodcem nebo cyklistou. V některých případech se bude jednat o havárii, kdy např. v důsledku nepřiměřené rychlosti řidič vyjede z pozemní komunikace a narazí do stromu nebo při zařazování se mezi předjížděná vozidla dojde (sice bez kontaktu) k vytlačení vozidla mimo vozovku a následné havárii vozidla. Další podmínkou k tomu, aby událost byla označena za dopravní nehodu, je, že při události v silničním provozu musí dojít k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku, jejíž minimální výše je definována zákonem.

### **1.1.2 Klasifikace dopravy a dopravních nehod**

Klasifikace je metoda poznání, která mapuje zjištěné zákonitosti a jejich vývoj a snaží se tyto informace dále využít. Díky tomu máme do jisté míry možnost předvídat vznik jevu, tedy dopravní nehody. Doprava se klasifikuje podle různých kritérií, jejichž podstatu tvoří obvykle prostředí, ve kterém se doprava uskutečňuje a způsob uskutečňování dopravy v daném prostředí. Podle prostředí, ve kterém leží dopravní cesta, dopravu dělíme na:

- pozemní (kolejová a bezkolejová),
- podzemní,
- vzdušná, vodní.

Podle způsobu uskutečňování dopravy na dopravní cestě v daném prostředí se doprava rozděluje na:

- silniční,
- železniční,
- leteckou,
- plavební.

Podle vzdálenosti a místa provádění dopravy dopravu dělíme na:

- dálkovou,
- místní,
- městskou,
- speciální (např. závodní, školní apod.).

Podle druhu přepravy dopravu rozdělujeme na:

- nákladní,
- osobní.

Všechny uvedené druhy dopravy se vyznačují podstatnými zvláštnostmi, které jsou dány jednak prostředím, ve kterém se doprava uskutečňuje, a jednak způsobem, jakým se doprava uskutečňuje, který je podmíněn jak prostředím, tak i účelem dopravy. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

### 1.1.3 Silniční dopravní nehody

Silniční dopravní nehody vzhledem k následkům na životech a zdraví účastníků a škodám na majetku jsou podstatným rizikovým faktorem provozu na pozemních komunikacích. Samotné zjišťování příčin a podmínek vzniku dopravní nehody je důležité pro prevenci, která je nedílnou součástí bezpečnosti silničního provozu.

#### 1.1.3.1 Charakteristika silničních dopravních nehod

Samotná charakteristika silniční dopravní nehody má poměrně obsáhlou právní strukturu, musí se brát v potaz rozdílné přístupy k trestné činnosti pachatele. Což představuje několik specifíků, jako příklad můžeme uvést, že z hlediska osoby pachatele jde převážně o osoby bez kriminální historie a trestní jednání se ve většině případů vztahuje spíše k formě opomenutí či zanedbání, a to už jak úmyslného tak neúmyslného.

Silniční dopravní nehody jsou zpravidla souhrnem několika příčin a podmínek. *Je typické, že příčina, která vede k trestnému činu, existuje dřív, než pachatel začne s jednáním, jehož důsledkem je spáchání trestného činu, tedy příčina předchází vlastnímu jednání pachatele* Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Pravidla silničního provozu stanoví podmínky, které je povinen dodržovat každý účastník silničního provozu. Porušení konkrétních podmínek v silniční dopravě je základní příčinou dopravní nehody. Nejčastěji jde o nepřiměřenou rychlost, nesprávné předjíždění, jízda na nesprávné straně vozovky, nedodržení přednosti v jízdě, jízda pod vlivem alkoholu nebo jiných omamných látek, nedodržení vzdálenosti mezi vozidly, obecně lze také hovořit o nepozornosti či bezohlednosti. Příčiny dopravních nehod však mohou být i technického charakteru např. závada na brzdách, špatný technický stav vozidla apod., ale i špatný stav pozemní komunikace (za typickou příčinu lze považovat např. neoznačenou překážku silničního provozu, nebo v zimním období špatnou údržbu komunikace).

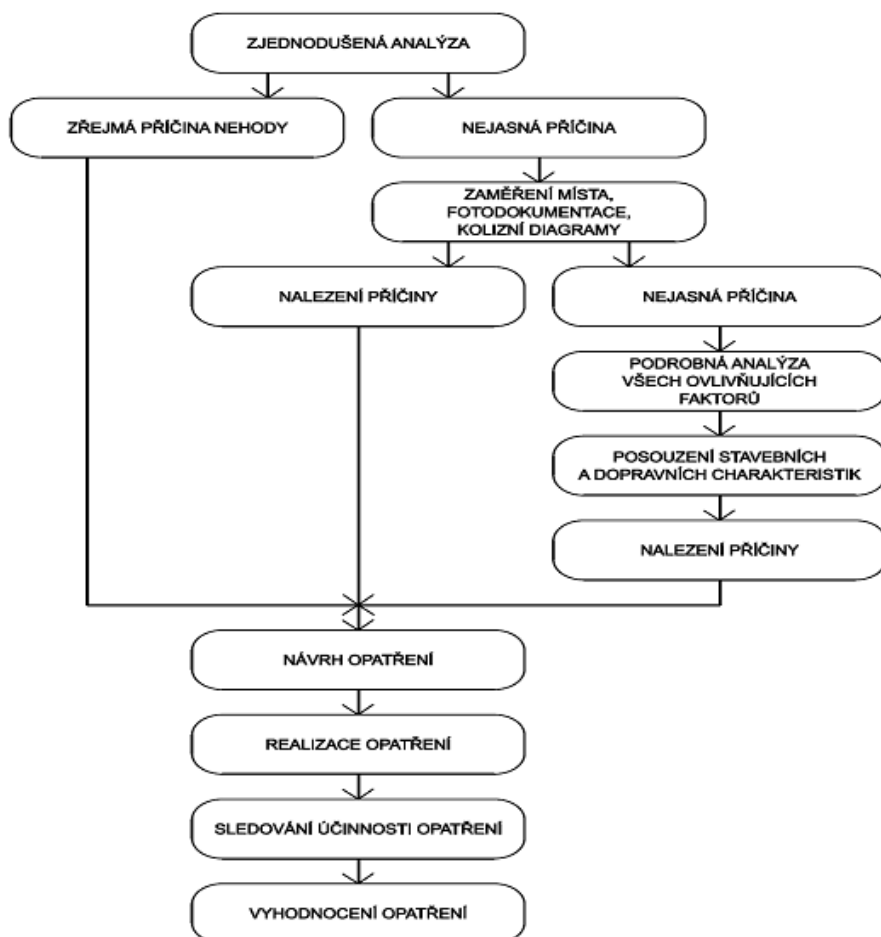
Příčiny SDN mohou spočívat:

- v chování účastníků nehody,
- v technickém stavu zúčastněných vozidel,

- v situaci silničního provozu, kterou jsou míněny všechny okolnosti bez přímého vlivu účastníka silničního provozu, např. hustota provozu, povětrnostní situace, viditelnost apod.,
- v jiných okolnostech (např. stav pozemních komunikací).

## 1.2 Analýza silničních nehod (Analýza dopravní nehodovosti)

Podrobnou analýzu na vytipovaných nehodových místech lze použít pro návrh možných protiopatření. Důležité ale je přesně popsat a chronologicky srovnat události nastalé. Analýza takového místa obnáší v první řadě rekognoskaci nehodového místa, během které se již může ukázat zřejmá příčina zvýšené nehodovosti. V tomto případě pak tento zjednodušený postup postačuje k návrhu možných bezpečnostních opatření, v opačném případě je nutné provést doplňující průzkum dle následujících kroků (Obrázek č. 1). **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**



Obr. 1: Schéma kroků analýzy nehod

### 1.2.1 Zjednodušená analýza dopravních nehod

Abychom získali základní představu o nehodové lokalitě, můžeme použít zjednodušenou analýzu dopravních nehod. Ta se zaměřuje na tyto oblasti zkoumání:

- Časové výskyty nehod
- Povětrnostní podmínky
- Nehodové lokality
- Druh nehod a charakter srážek
- Příčiny nehod **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

### 1.2.2 Podrobná analýza dopravních nehod

Pokud nastane situace, kdy pomocí zjednodušené analýzy nejsme schopni určit důvod vzniku nehody, zaměříme se na podrobnější analýzu nehodové lokality a důkladně ji zkoumáme.

V tomto případě se zaměříme na tyto oblasti:

- Stavební charakter komunikace (prostorové vedení silnice, směrové a výškové vedení trasy, příčné uspořádání, druh povrchu a jeho protismykové vlastnosti, kvalitu povrchu a jeho provedení, vybavení komunikace bezpečnostními zařízeními a dopravním značením a rozhledové poměry)
- Dopravní charakteristiky (dopravní zatížení - intenzita, rychlost vozidel, kolizní body)

Pro účely práce Policie České republiky byl vypracován tzv. formulář, který kombinuje otázky na jednotlivé objekty z obou těchto analýz. K tomuto bodu se dostanu v další části.

Zároveň přikládám tento formulář do příloh této diplomové práce. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

## 1.3 Diskrétní data, statistické testy a jejich analýza

V případě zpracování nehodových diskrétních dat, která máme z jednotlivých částí Prahy k dispozici, musíme brát v potaz, že se jedná o data diskrétní. Data diskrétní mají svůj specifický způsob zpracování. V následující kapitole budou popsány základní pojmy ze statistiky a aspekty zpracování nehodových diskrétních dat.

### 1.3.1 Náhodný pokus

Jedním ze základních pojmů počtu pravděpodobnosti je náhodný pokus. Princip je takový, že v případě velkého druhu činností, za podmínky dodržení stejných pomínek, můžeme opakovat nebo může nastat se stejným výsledkem. *Na druhou stranu zde jsou činnosti, u kterých není*

možné jednoznačně říci výsledek (brzdná dráha vozidla z rychlosti 40 km/h na 0 km/h). Ději, který můžeme opakovat neomezeně, a přitom dává různé výsledky, říkáme náhodný pokus. Lze tedy říci, že náhodným pokusem rozumíme opakovatelnou činnost prováděnou za stejných podmínek, jejíž výsledek je nejistý a závisí na náhodě (tzn. za relativně stálých podmínek dává různé výsledky).

### 1.3.2 Náhodný jev

Při analýze nějaké činnosti je cílem nalézt popis náhodného pokusu. Z důvodu náhodné povahy pokusu výsledkem nejsou přesné předpovědi výsledku, který nastane. Výsledek je pouze vymezení všech možných stavů, které mohou nastat a určit s jakou četností se objevují. Díky tomu se dá přibližně určit, který z možných výsledku můžeme očekávat a u kterých je tato možnost nižší.

*Množinu všech možných výsledků náhodného pokusu nazveme základní prostor a označíme ji  $\Omega$ . Zmíněný pojem četnost výskytu můžeme dále použít ve smyslu pravděpodobnosti výskytu. (str.6 – Statistika.pdf)*

Pod pojmem náhodný se rozumí libovolný výrok o výsledku náhodného pokusu. Množina všech jevů se nazývá jevové pole a značí se  $A$ .

Náhodný jev považujeme také jako výrok. Musí se brát v potaz, že některé výroky o dané činnosti spadají do stejné množiny. V návaznosti se mluví o monožinové reprezentaci jevu.

### 1.3.3 Pravděpodobnost

Dalším pojmem, se kterým zde budeme pracovat, je pravděpodobnost. Pravděpodobnost můžeme vyjádřit několika způsoby, zde je jejich základní výčet.

#### 1.3.3.1 Axiomatická pravděpodobnost

Definice axiomatické pravděpodobnosti neříká, jak ji vypočítáme, pouze vymezuje, co pravděpodobnost je. Pravděpodobnost je nezáporná, normovaná aditivní funkce definovaná na množině jevů (jevovém poli  $A$ ), kterou představuje množina reálných čísel  $R$

$$P : A \rightarrow R \quad (1)$$

která je:

1. Nezáporná, tj.  $P(J) \geq 0 \forall J \in A$ .

2. Normovaná, tj  $P(\Omega) = 1$ .
3.  $\sigma$  – aditivní, tj. pro všechny neslučitelné jevy  $J_1, J_2, J_3, \dots$  platí  $P(\cup J_i) = \sum P(J_i)$ .

### 1.3.3.2 Podmíněná pravděpodobnost

Podmíněná pravděpodobnost se vztahuje k podmíněnému jevu. Kdy se jedná o pravděpodobnost určitého jevu za podmínek, kdy nastal jev jiný.

Nechť  $J_1$  je sledovaný jev a  $J_2$  je pozorovaný jev, pro který je  $P(J_2) > 0$ . Potom pravděpodobnost podmíněného jevu  $P$  je dána vzorcem

$$P(J_1|J_2) = \frac{P(J_1 \cap J_2)}{P(J_2)} \quad (2)$$

Důležitou vlastností jevů, kterou je potřeba zmínit, je jejich nezávislost. Což tedy znamená, že dva jevy jsou nezávislé, jestliže spolu nijak nesouvisí. To může být chápáno ve smyslu, že když víme něco o jednom z nich, nijak to nezmění naši vědomost o druhém – a naopak.

### 1.3.3.3 Klasická pravděpodobnost

Jak už bylo řečeno výše, axiomatická pravděpodobnost neslouží přímo k výpočtu hodnot, pro výpočet se spíše používají další dvě následující. Nejprve klasická pravděpodobnost, výpočet se vztahuje přímo k procesu, který sledujeme a jež je naším cílem popsat. Jde o určení, kolika způsoby lze daného jevu dosáhnout v poměru ke všem možným způsobům.

Ve zkratce uvažujeme o náhodném pokusu s konečným počtem stejně pravděpodobných výsledků. Definice klasické pravděpodobnosti je uváděna jako podíl počtu možných výsledků, při kterých sledovaný jev nastoupí, a počtu všech možných výsledků.

### 1.3.3.4 Statistická pravděpodobnost

Dalším pojmem v řadě je pravděpodobnost statistická. Tato pravděpodobnost je dána podílem počtu experimentů, při kterých sledovaný jev nastoupil a počtu všech provedených experimentů.

### 1.3.4 Náhodná veličina

Pojem náhodná veličina se zavádí z několika důvodů. Jedním z nich je, že konstrukce náhodného pokusu je komplikovaná záležitost, kterou lze provést pouze u nejjednodušších pokusů.

Složité případ jako měření rychlosti v daném úseku komunikace, by se při analýze skládal z podrobného popisu stavu řidiče a faktorů, které ho ovlivňují, dále z podrobného popisu stavu vozidla, silnice atd. Díky složitosti takového pokusu je úplná rekonstrukce nemožná. Proto se dále většinou pracuje s neúplným popisem, jako je průměrná rychlost, která k další analýze stačí.

Dalším důvodem je, že konstrukce charakteristik vyžaduje numerické výpočty. Např. pro výpočet průměru je třeba sčítat a nakonec dělit počtem členů. Výsledky pokusu však nemusí mít numerickou povahu, kdy lze tento problém vyřešit tím, že danému výsledku přiřadím číslo. Takovou strukturu má v podstatě celý formulář, který na místě nehody využívají policejní složky a se kterým se zde hodně pracuje.

Náhodnou veličinu pak definujeme jako  $X$ , jež je zobrazením z množiny výsledků náhodného pokusu  $\Omega$  do množiny reálných čísel.

$$X : \Omega \rightarrow \mathbb{R} \quad (3)$$

Pro které platí

$$\{e \in \Omega | X(e) \leq x\} \in A, \forall x \in \mathbb{R} \quad (4)$$

Z čehož vyplývá, že výsledkem náhodného pokusu jsou přiřazená čísla, představující hodnoty náhodné veličiny. Navíc je uvedena důležitá podmínka, aby intervaly typu  $(-\infty, x)$  „byly prvky“ jevového pole, tj. aby jim bylo vždy možno přiřadit pravděpodobnost. Tato podmínka  $(-\infty, x)$  se vztahuje k požadavku, *aby množina výsledků  $e$ , s hodnotami přiřazenými náhodnou veličinou  $X$ , které jsou menší než  $x$  vždy (tj.  $\forall x \in \mathbb{R}$ ) tvořila jev, patřící do jevového pole. A protože všem prvkům jevového pole jsou přiřazeny pravděpodobnosti, bude přiřazena pravděpodobnost i této množině.*

### 1.3.5 Typy náhodné veličiny

Hodnoty náhodné veličiny se nazývají realizace. Podle toho do jaké množiny patří realizace, dělíme náhodnou veličinu na:

- **Spojitá náhodná veličina** – realizace jsou z množiny reálných čísel, tedy má nespočetně mnoho realizací (např. bezporuchová doba funkce přístroje, doba čekání na dopravní prostředek, měření rozměru u vybraných součástek, apod.)



- **Diskrétní náhodná veličina** – realizace jsou z konečné nebo spočetné množiny (např. hod mincí, hod kostkou, výběr z deseti barevných korálků, apod)

Pro účely mé diplomové práce se dále zaměřím na diskrétní rozdělení, diskrétní veličiny a jejich zpracování.

## 1.4 Diskrétní rozdělení a neparametrické testy

Diskrétní rozdělení má konečný nebo spočetný počet realizací. Můžeme jej rozdělit do několika typů:

### 1.4.1 Diskrétní veličina

Diskrétní veličinou rozumíme takovou veličinu, která nabývá jen konečný počet různých hodnot. Tyto hodnoty můžeme dále dělit na:

- Nominální
- Ordinární

U hodnot, které jsou nominální, není možnost řazení podle velikosti. Je zde ale možnost provést jejich řazení podle určitého faktoru na pozadí. Např. „nehoda s úmrtím“, „nehoda s velkou hmotnou škodou“ a „lehká nehoda“ mají přirozené uspořádání podle závažnosti. Často lze takové veličiny uspořádat podle financí (zisk, ztráta) nebo podle jejich významu (např. celospolečenský, ekologický apod.)

U hodnot ordinárních je možnost řazení podle jejich velikosti.

Pro diskrétní veličiny má uspořádání význam v umožnění aproximace dat a použití metody spojitéch dat. Pro zpracování dat je také důležité, aby jejich hodnoty ležely přibližně stejně daleko od sebe.

### 1.4.2 Alternativní rozdělení

Některé náhodné pokusy mohou mít poze dva různé výsledky, jimiž je výsledek, zda pokus byl úspěšný, nebo zda pokus úspěšný nebyl. Příslušná náhodná veličina  $X$  se pak nazývá alternativní (dvoudobá, nulajedničková). Náhodná veličina zde nabývá pouze dvou hodnot, jimiž jsou:

- 1 – příznivý výsledek pokusu (jev  $A$ )
- 0 – nepříznivý výsledek pokusu (jev  $\bar{A}$ )
  - Z čehož vyplývá, že obor hodnot obsahuje dva prvky  $M = \{0,1\}$ . Definice pro alternativní rozdělení zní:

Náhodná veličina  $X$  s pravděpodobností funkcí  $P(X = 0) = 1 - p, P(X = 1) = p (0 < p < 1)$  má alternativní rozdělení pravděpodobnosti  $A(p)$  s parametrem  $p$ .

### 1.4.3 Rovnoměrné rozdělení

Rovnoměrné rozdělení můžeme definovat takto:

Náhodná veličina  $X$  má rovnoměrné rozdělení  $R(n)$  právě tehdy, když je pravděpodobnostní funkce určena vztahem:  $p(x) = \frac{1}{n}$ , kde  $n$  je počet možných výsledků.

### 1.4.4 Binomické rozdělení

Binomické rozdělení popisuje četnost náhodného jevu v nezávislých pokusech, v nichž má jev stále stejnou pravděpodobnost. Rozdělení můžeme definovat takto:

Náhodná veličina  $X$  má binomické rozdělení  $Bi(n, p)$  právě tehdy, když je pravděpodobnostní funkce určena vztahem:  $p(x) = \binom{n}{x} \cdot p^x (1 - p)^{n-x}$ , kde  $x = 0, 1, \dots, n$ ;  $n$  je počet pokusů a  $p$  je pravděpodobnost úspěšnosti v každém pokusu.

To znamená, že toto rozdělení může nabývat pouze  $n + 1$  hodnot. Při matematickém sestavení binomického rozdělení se vychází z Bernoulliho pokusu, který spočívá v tom, že v daném náhodném pokusu mohou nastat pouze dva stavy:  $A, \bar{A}$  s pravděpodobnostmi  $p, 1 - p$ . To lze modelovat tzv. binární náhodnou proměnnou  $Y$ , pro kterou platí:  $P(Y = 1) = p$  a  $P(Y = 0) = 1 - p$ . Platí:

$$E(Y) = 1 \cdot p + 0 \cdot (1 - p) = p \quad (5)$$

$$D(Y) = E(Y - p)^2 = p(1 - p)^2 + (1 - p) \cdot p^2 = (1 - p)p \quad (6)$$

Náhodná proměnná  $X$  vznikne jako součet  $n$  nezávislých binárních proměnných  $Y_i$  s hodnotami 0 nebo 1, které mají všechny stejné rozdělení určené parametrem  $p$ :

$$X = \sum_{i=1}^n Y_i \quad (7)$$

### 1.4.5 Poissonovo rozdělení

Toto rozdělení pravděpodobnosti mají náhodné proměnné, které popisují četnosti jevů s těmito vlastnostmi:

- to, že jev v daném intervalu (časovém, prostorovém) nastane (nenastane), nezávisí na tom, co se stalo jindy nebo jinde,

- pro každý časový okamžik je pravděpodobnost jevu v malém časovém intervalu stejná (totéž platí v prostoru),
- neexistuje případ, že by nastaly dva jevy přesně v jednom časovém okamžiku nebo místě v prostoru.

Průměrný počet výskytů zkoumaného jevu v daném úseku jednotkové délky označujeme  $\lambda$ .

Náhodná veličina  $X$  má Poissonovo rozdělení  $Po(l)$  právě tehdy, když má pravděpodobnostní funkce tvar:  $p(x) = \frac{\lambda^x}{x!} \cdot e^{-\lambda}$  v daném jednotkovém úseku, kde  $x = 0,1,2,\dots$ ;  $l > 0$  je parametr. Případně v úseku délky  $l$  (v  $l$ -násobku délky jednotkového úseku)

S rostoucí hodnotou  $\lambda$  se toto rozdělení blíží k normálnímu rozdělení.

#### 1.4.6 Hypergeometrické rozdělení

Za předpokladu, že náhodný pokus, jehož výsledku je přiřazena alternativní náhodná veličina  $A(p)$ , opakujeme  $n$ -krát, přičemž jednotlivé pokusy jsou vzájemně závislé (výsledek v libovolném pokusu závisí na předcházejících pokusech) – jedná se tedy o výběr bez vrácení (opakované pokusy závislé). Pro takto vzniklou náhodnou veličinu  $X$  platí:

Náhodná veličina  $X$  má hypergeometrické rozdělení  $H(N, M, n)$  právě tehdy, když má pravděpodobnost funkce tvar:

$$p(x) = \frac{\binom{M}{x} \cdot \binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad (8)$$

kde  $N$  je počet prvků základního souboru;  $M$  je počet prvků v základním souboru, které mají požadovanou vlastnost;  $n$  je počet pokusů a  $x = 0,1,2, \dots, n$  je počet vybraných výrobků, které mají zkoumanou vlastnost.

#### 1.4.7 Neparametrické testy

Zatímco u testů parametrických existují testy hypotéz, které vyslovují tvrzení o parametru sledovaného souboru, tedy o parametru rozdělení náhodné veličiny, která tento soubor představuje. Testy v tomto případě jsou úzce svázány s intervaly spolehlivosti, které příslušné parametry odhadovaly.

Oproti tomu u neparametrických testů se hypotézy netýkají parametrů, ale vyslovují se o dalších vlastnostech souboru, jako například typu rozdělení souboru nebo nezávislosti dvou souborů.

### 1.4.7.1 Pearsonův Chi-kvadrát testy

Tyto testy pracují s četností u naměřených dat. Nejprve jsou data rozdělena do skupin podle testované vlastnosti. Například, budeme-li testovat shodu počtu nehod v pracovních dnech, budeme počítat nehody v pondělí, v úterý, ..., až v pátek. Díky tomu dostaneme četnost nehod pro jednotlivé pracovní dny. Pro tento test se používají pozorované četnosti  $O$  (observed) a očekávané četnosti  $E$  (expected).

Pozorované četnosti  $O$  získáme z datového výběru tím, že naměřená data rozdělíme do předem daných skupin.

Očekávané četnosti  $E$  konstruujeme pro stejné skupiny jako pozorované četnosti, ale i tak, aby tyto četnosti přesně odpovídaly požadavkům nulové hypotézy.

Pro naměřené četnosti  $O_i, i = 1, 2, \dots, n$  a teoretické četnosti  $E_i, i = 1, 2, \dots, n$  má statistika

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \sim \text{Chi}^2(n - 1) \quad (9)$$

a její rozdělení je chí-kvadrát s  $n - 1$  stupni volnosti.

Ve zkratce tato statistika měří vzdálenost mezi pozorovanými a teoretickými četnostmi (je nezáporná). V případě že jsou obě tyto četnosti stejné, rovná se hodnota statistiky nule a naopak, čím více se liší, tím je hodnota statistiky větší.

### 1.4.7.2 Spearmanův korelační koeficient

([https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/rozendav\\_2012bach.pdf](https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/rozendav_2012bach.pdf))

Pomocí korelačních koeficientů, které budou v rámci mé diplomové práce použity, lze hodnotit vzájemný vztah dvou atributů, tedy zda jsou jednotlivé množiny dat na sobě závislé. Jedním z těchto testů je právě Spearmanův korelační koeficient (SRCC – Spearman rank correlation coefficient). Základní vzorec pro výpočet korelačního koeficientu má tuto podobu:

$$SRCC = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (10)$$

kde  $d_i$  je vzdálenost mezi dvěma ohodnoceními, celkem tedy suma všech druhých mocnin vzdálenosti, s  $n$  potom značí počet ohodnocení. Ohodnocení je získáno pomocí příznaku s  $X$ , kdy všechny jeho proměnné převedeme na ohodnocení od 1 do s  $n$ , což lze provést pomocí jednoduchého seřazení. Stejně proměnné pak dostanou ohodnocení aritmetického průměru.

Pokud se podíváme na výsledky, korelační koeficient nabývá hodnot od  $-1$  do  $1$ . Kde hodnota  $-1$  značí nepřímou závislost a hodnota  $+1$  naopak značí závislost přímou. Což znamená, že například hodnota koeficientu  $-0,73$  nám značí, že z dat, která jsou zpracovávána pro daný konkrétní případ, nevyplývá, že vlastnost  $A$  má přímou úměru na vlastnost  $B$  (tedy že například ve městě, čím dál jsem od centra, tím je voda levnější).

Já jsem ve své práci použila funkci, která je k dispozici v programu excel z balíčku microsoft office.

### 1.4.7.3 Koeficienty regresní analýzy

Regresní analýza je jedna z nejpoužívanějších statistických technik. Tato metoda se používá v případech, kdy potřebujeme zjistit závislost určité kvantitativní (spojité) proměnné na jedné nebo více dalších kvantitativních (spojitých) proměnných, tzv. regresorech. Lze použít i pro hodnoty, které mají určité spojité pozadí. Při výpočtu je předem určeno, která proměnná je nezávislá (vysvětlující) a která je závislá (vysvětlovaná, také se jí říká odezva). Cílem regresní analýzy je právě popsat tuto závislost pomocí vhodného (tzv. matematického) modelu.

Podle počtu nezávislých proměnných rozlišujeme modely jednoduché regrese a vícenásobné regrese. Jednoduchá regrese popisuje závislost vysvětlované proměnné na jednom regresoru. Naproti tomu vícenásobná regrese řeší situaci, kde závislá proměnná závisí na více než jednom regresoru. Podle typu regresní funkce pak lze dále rozlišit modely lineární a nelineární. V tomto článku se budeme zabývat lineárními modely (tj. situacemi, kdy je regresní funkce lineární v parametrech). Například tedy:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots, \quad (11)$$

kde  $Y$  je závislá a  $X_i$  jsou regresory.

Pro účely analýzy diskretních nehodových dat v této diplomové práci, všechny nezávislé veličiny normujeme tak, aby měly nulovou střední hodnotu a jednotkový rozptyl. V následujícím vzorci tedy znamená, že pro veličinu  $x$  bude normovaná veličina  $\tilde{x}$

$$\tilde{x} = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (12)$$

kde

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (13)$$

a kde

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (14)$$

A kde nakonec symbol  $N$  představuje počet dat. Dále se při výpočtu pracuje s maticemi, což pro normované veličiny  $\tilde{x}$  a  $\tilde{y}$  znamená sestavení matice  $X$  a  $Y$ :

$$Y = \begin{bmatrix} \tilde{y}_1 \\ \tilde{y}_2 \\ \dots \\ \tilde{y}_N \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{1,1} & \tilde{x}_{2,1} & \dots & \tilde{x}_{n,1} \\ \tilde{x}_{1,2} & \tilde{x}_{2,2} & \dots & \tilde{x}_{n,2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{1,N} & \tilde{x}_{2,N} & \dots & \tilde{x}_{n,N} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Dalším krokem při zpracování nehodových diskrétních dat je provedení regresní analýzy, což tedy značí tento vztah:

$$\theta = (X' X)^{-1} X' Y \quad (16)$$

Pokud to rozvedeme, v koeficientech  $\theta$  najdeme pozice, kde koeficienty jsou větší v nějakém procentuálním poměru, například 5 %, než maximální hodnoty. Přesně tyto veličiny, které odpovídají „velkým“ koeficientům. Jiná varianta výběru je určit si počet takto zjištěných veličin a vzít ty odpovídající největším hodnotám koeficientu.

## 2 Příprava datového vzorku nehodových dat

Jak už bylo řečeno, cílem mé diplomové práce je hlubší analýza dat nehodovosti na území hlavního města Prahy. Výsledkem by mělo být účinnější snižování počtu nehod, eliminace následků na zdraví a škod na majetku.

Pro zpracování samotné analýzy nehodových diskrétních dat ze čtyř částí Prahy, jsme měli k dispozici data od třech subjektů, jimiž jsou:

- Dopravní podnik hlavního města Prahy
- Zdravotní záchranná služba
- Policie České republiky

Důležitým bodem této diplomové práce bude samotné zaměření se na sledování závažnosti nehody, co je způsobuje a co speciálně způsobuje těžké nehody. Následně podrobně zjistit a popsat, jaká kombinace z poskytnutých naměřených dat je v pozadí za nejčastějšími dopravními nehodami, podrobně zjistit a popsat jaká kombinace z poskytnutých naměřených dat je v pozadí za nejčastějšími dopravními nehodami na čtyřech územích Prahy.

Pokud se podíváme na samotná data, od již zmíněných subjektů, pro základní zpracování byla nejprve vyloučena data od Dopravního podniku hlavního města Prahy. Jejich textová struktura a řazení nebyla zatím použitelná pro obecná základní zpracování. Zbylá data a práce s nimi jsou popsány v následujících kapitolách.

### 2.1 Data poskytnutá Zdravotní záchrannou službou

Data se vztahují na období od roku 2008 až po rok 2015. Jsou rozdělena do sedmnácti skupin a je jim přidělena váha podle jejich závažnosti od 0 do 7. Pomocí této závažnosti jsou data dále rozčleněna do čtyř skupin:

- Živý nezávažný
- Živý závažný
- Resuscitovaný
- Mrtvý

Problém je, že představují jeden celistvý soubor, kde je celé toto období shrnuto do jednoho, zatímco v případě dat poskytnutých Policií České republiky jsou data rozdělena od roku 2008 po rok 2014. Zároveň je soubor každého roku rozdělen do čtyř částí podle úseků Prahy, kam daná úloha spadá.

Data sice lze dohledat pomocí zeměpisné šířky a datumu, pouze ale v případech, kdy byla na místo nehody zavolána ZZS. Proto se pro zpracování nedají moc použít. Dále je zde problém, že každý řádek reprezentuje pouze jednoho pacienta nikoliv celou nehodu. Z těchto důvodů jsme se zaměřili na zpracování dat PČR

## **2.2 Data poskytnutá Policií České republiky**

Jak už bylo zmíněno výše, data od PČR jsou rozdělena po letech, od roku 2008 až po rok 2014. Jednotlivé roky jsou dále rozčleněny na čtyři souhrnné územní oblasti Prahy. Vzhledem k obsáhlému objemu dat jsme se rozhodli naši práci zaměřit na poslední tři roky, tedy rok 2012, 2013 a 2014. V souborech jsou jednotlivé nehody zastoupeny jako řádky. Pro každou nehodu jsou v jednotlivých sloupcích vyplněny klíčové informace, se kterými se zde dále pracuje. Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, konkrétně v analýze dopravních nehod, všechny informace mají strukturu podle Statistického formuláře od PČR. Ve statistickém formuláři (příloha č. 1), který nám byl poskytnut, jsou jednotlivé informace členěny do sloupců 02 až 59. Všechna data, která sloupce obsahují, zde jsou podrobně popsána (Viz. Statistický formulář).

Možným problémem, se kterým se musí v rámci této analýzy nehodových dat počítat, je fakt, že v rámci tohoto formuláře je uvedena pouze primární příčina nehody, vedlejší možné důvody zde uvedeny nejsou. Dále je potřeba brát v potaz otázku subjektivity, ze strany pověřeného pracovníka, který danou událost prošetřoval a formulář vypňoval.

### **2.2.1 Čištění a úprava dat od PČR**

V původním formátu datových souborů s nehodami je provedení nějaké obecné ucelené analýzy nemožné. Jednoznačným důvodem je kombinace numerických a textových informací v jednom souboru, které nelze obecně zpracovat. Mimo jiné jsou zde vloženy náhodné řádky, které narušují kontinuální strukturu a nemají nějaký funkční důvod. V rámci těchto zmíněných faktů je potřeba provést nutnou úpravu.

Prvním krokem v rámci práce na analýze nehodových dat, se kterými se zde bude pracovat, je zvolení potřebných sloupců, které budou dále využívány. Pro práci v programu SCILAB byly zvoleny sloupce p06 až p35. V tomto bodě jsme zatím vynechali geografické určení místa, které díky zachování struktury přidáme až zpětně k zjištěným výsledkům. Navíc zatím samotné určení polohy, i když je určitě důležité, v tuto chvíli není tak podstatné pro obecné



zpracování. Nejdříve je potřeba nalézt obecné řešení nebo charakteristiku, kterou mají data společnou.

Dalším bodem je vyřazení některých přebytečných sloupců, jimiž jsou:

- p25 není
- p26 není

Hlavním důvodem vyřazení je, že tyto sloupce nejsou v datech vůbec obsaženy a jejich políčka jsou všude prázdná. Po konzultaci s panem kpt. Mgr. Janem Strakou, bylo ověřeno, že jejich vynechání nehraje pro výslednou analýzu žádnou roli.

V následujícím kroku byly vynechány další sloupce, kterými jsou:

- p29 KATEGORIE CHODCE
- p30 STAV CHODCE
- p31 CHOVÁNÍ CHODCE
- p32 SITUACE V MÍSTĚ NEHODY
- p33 NÁSLEDKY NA ŽIVOTECH A ZDRAVÍ CHODCŮ

U sloupců p29 až p33 je problém složitější, protože jsou sice k dispozici, ale pouze jako jeden souhrnný soubor za celý rok. Nelze je tedy přímo rozčlenit a přiřadit k jednotlivým nehodám (například za rok 2012 je zde uvedeno 704 případů). Z těchto důvodů jsme se je rozhodli vynechat, ovšem je na zváženu, jak velký vliv mohou mít tato data na výsledek. U těchto dat je určeno místo a čas.

Sloupce, které nejsou zařazeny: p39, p44, p45a, p47, p48a, p49, p50a, p50b, p51, p52, p 53, p55a, p57, p58. Jak je ze seznamu vidět, některé sloupce s údaji jsou zcela vynechány. Dále některé sloupce jsou tvořeny textovými daty, která není možné jednoduše statisticky zpracovat. Informace v nich obsažené se dotýkají problematiky stavu řidiče a podrobně mapují stav vozidla a místo nehody. V případě další práce s těmito sloupci by se jim musela přiřadit nějaká charakteristická hodnota, které by byla stanovena experty v oboru a která by stanovovala možnou míru vlivu. Příkladem jsou statistické metody, které jsou zmíněny v první kapitole. Pro samotné zařazení by zde byla primárně důležitá domluva a určení, která data jsou skutečně důležitá a směrodatná.

Dalším krokem bylo „vyčištění“ takto vyselektovaných dat. Zde bylo nutné zbavit se řádků, které obsahovaly prázdná pole. K tomu jsme využili filtry obsažené v EXCELU. Data jsme dále převedli do formátu „.csv“, a byla tak připravena pro další testování v programu Scilab.

Následně jsme se rozhodli zaměřit na testy nezávislosti mezi veličinami. Protože data jsou diskrétního charakteru, museli jsme zvolit odpovídající test. Pro ověření jak se budou data chovat a zjištění závislostí jsem zkusila aplikovat dva testy (Pearson a Spearman). Teoretické podklady jsou zmíněny v první kapitole.

## **2.3 Finální analýza vztahů mezi veličinami**

Problémem, se kterým se v případě diskrétních modelů potýkáme, je obrovský rozsah tabulek, kterými je model popsán. Přesněji jde o velký počet veličin, které zároveň obsahují velký počet hodnot. Přitom v případě dat reálných je často tabulka prakticky prázdná (v našem případě například data sloupců 13 a, b, c a podobně), až na některé (malé) oblasti, kde jsou nenulové hodnoty. Jedním ze schůdných řešení v takovémto případě, je tzv. pamatovat ve vektoru jen nenulové hodnoty a mít spolehlivý algoritmus, jak se k těmto hodnotám dostat tak, aby se s nimi dalo jednoduše pracovat. Z důvodu kapacity paměti počítačů se nedá pracovat s celými maticemi.

Pro stanovení závislostí mezi jednotlivými veličinami byl zvolen jako testovací vzorek nehodových dat rok 2012. Podle tohoto roku zvolíme „základní sloupce veličin“ pro analýzu nehodových dat. Vzhledem k tomu, že všechny jednotlivé roky mají stejnou strukturu a podobné rozdělení četnosti hodnot, neměl by v tom být zásadní problém. Pro prvotní statistické zpracování jsem využila program EXCEL. Opět je zachována struktura rozdělení na 4 území Prahy a samostatný soubor pro položky „Chodci za rok 2012“.

V následujících kapitolách se zaměřím na vztahy, které můžeme pro naši analýzu označit jako zajímavé.

### **2.3.1 Testování datového vzorku „Chodci za rok 2012“**

Jak už bylo v předchozí části zmíněno, jsou položky dat týkající se chodců za rok 2012 zvlášť. V rámci kompletní celistvé analýzy jsou data při zpracování podrobena stejným krokům a v textu je níže popsán jejich obsah. Data vztahující se k nehodám, na kterých se podíleli chodci, a která jsou v souborech uvedena za všechna území Prahy. Pokud se chceme podívat na „zajímavější“ vztahy, stačí si stanovit nějaký rozsah. Já jsem například tučně zvýraznila data, která jsou menší než -0,3 a větší než 0,3 (viz 2012\_chodci\_výpočet).

Jak už bylo výše řečeno, nejprve jsem data podrobila Pearsonovu testu, kdy výsledky nebyly zcela průkazné. Pro většinu veličin vycházely nízké hodnoty, tedy že veličiny na sebe mají

minimální nebo žádný vliv a nebylo tak možné stanovit a vybrat pouze podstatné veličiny. U Spearmanova testu byly výsledky o něco lepší.

Podrobné výsledky jsou uvedeny v následující tabulce, jsou zde přehledně zobrazeny „výraznější“ závislosti mezi veličinami, které se vztahují k nehodám s chodci. Na první pohled je vidět, že ze Spearmanova testu vychází více výraznějších závislostí.

Důležité je se podívat podrobně na jednotlivé výsledky. Zde je potřeba znát jednotlivé položky (v příloze je uvedena tabulka s vyskytujícími se veličinami), protože například u vysoké závislosti s položkami 13a, b, c a 33 g se obě veličiny zabývají závažností následků, tudíž je jasné, že zde budou silné vazby.

Podobně tomu je u p9xp13c, kde se obě veličiny zabývají úmrtností při nehodách. Zde je jasné, že hodnoty pak budou vyšší než u zbytku dat.

Zajímavé je, že v obou testech vyšla výrazná závislost mezi veličinami p6 a p14, což byl jeden z našich prvních předpokladů. I když hodnoty okolo 0,35 nejsou zas tak vysoké (možný důvod bude uveden níže).

Problémem ale zůstává fakt, že většina hodnot nepřesáhla  $\pm 0,1$  a jsou tak brány jako veličiny nezávislé. Některé veličiny se sice mírně vchylovaly, ovšem výsledky nebyly takové, aby na nich bylo možno postavit nějaký závěr. Důležité je také správně stanovit sílu závislosti mezi veličinami, tedy co je ještě „výrazná závislost“ a co už ne.

**Tab. 1: Výsledky testování datového vzorku „Chodci za rok 2012“**

2012_chodci_Spearman		2012_chodci_Pearson	
p6xp14	-0,3488	p6xp14	-0,38345
p9xp13c	-0,3859	p9xp13c	-0,35361
p9xp33g	0,473841	p10xp12	-0,91721
p10xp12	-0,82309	p10xp31	0,541292
p10xp30	0,474447	p12xp31	-0,4927
p10xp31	0,551869	p13axp33g	-0,45945
p12xp30	-0,4033	p13bxp13c	-0,55173
p12xp31	-0,45127	p13bxp33g	-0,61296
p13axp33g	-0,3019	p13cxp29	0,314051
p13bxp13c	-0,63547	p13cxp33g	0,378605
p13bxp33g	-0,72484	p29xp30	-0,31486
p13cxp33g	0,436012	p29xp33c	0,609779
P29xp30	-0,31875	p30xp31	0,312308
P29xp33c	0,843708	P33cxp33d	-0,44402
p30xp31	0,565526		
P31xp32	0,308135		

### 2.3.2 Testování datového vzorku čtyř částí Prahy

Dalším bodem této diplomové práce je analýza vztahů, které se zaměřují na již několikrát zmiňované čtyři územní celky Prahy. Jsou značeny římskými číslicemi – I, II, III a IV. Pokud budeme porovnávat souhrnně všechny čtyři tabulky, zjistíme, že převážná část vztahů se opakuje. Pro přehlednost jsou zvýrazněny modrou a zelenou barvou. Tabulky jsou navíc rozděleny podle výsledků testů na dvě části.

V následující tabulce č. 2 jsou výsledky Pearsonova a Spearmanova testu pro územní celek Prahy I a II.

Tab. 2: Výsledky testování datového vzorku „územní celek I a II za rok 2012“

2012_I_Spearman		2012_I_Pearson		2012_II_Spearman		2012_II_Pearson	
p6xp7	-0,68024	p6xp22	0,620331	p6xp7	-0,71082	p6xp7	-0,37752
p6xp8	0,467612	p6xp34	-0,30041	p6xp8	0,515566	p6xp22	0,536847
p6xp34	-0,49481	p7xp8	-0,32421	p6xp35	-0,51385	p6xp34	-0,35291
p7xp8	-0,36924	p7xp34	0,414032	p7xp8	-0,37439	p7xp8	-0,32856
p7xp11	0,420922	p9xp13c	-0,86515	p7xp11	0,406733	p7xp34	0,415009
p7xp12	-0,30655	p12xp34	0,308569	p7xp12	-0,30388	p8xp34	-0,50896
p7xp14	0,378191	p16xp18	0,532816	p7xp14	0,384748	p9xp13b	-0,31684
p7xp34	0,450501	p18xp19	0,388844	p7xp34	0,45626	p9xp13c	-0,80266
p8xp34	-0,6489	p21xp23	-0,40268	p8xp34	-0,65134	p16xp18	0,537242
p9xp13c	-0,95808	p21xp28	-0,41571	p9xp13b	-0,3222	p18xp19	0,40387
p11xp12	-0,46078	p21xp35	-0,41616	p9xp13c	-0,93774	p21xp23	-0,38752
p11xp14	0,348622	p23xp28	0,882536	p11xp12	-0,44604	p21xp28	-0,38735
p12xp14	-0,31776	p23xp35	0,852143	p11xp14	0,391922	p21xp35	-0,39466
p12xp24	-0,34622			p12xp14	-0,32459	p23xp28	0,884053
p12xp28	-0,32399			p12xp24	-0,34509	p23xp35	0,860382
p12xp35	-0,30139			p12xp28	-0,34018	p28xp35	0,864513
p16xp18	0,584545			p16xp18	0,569879		
p16xp19	0,32842			p16xp19	0,331146		
p18xp19	0,417082			p18xp19	0,427282		
p21xp23	-0,55379			p21xp23	-0,54276		
p21xp28	-0,54648			p21xp28	-0,51108		
p21xp35	-0,58929			p21xp35	-0,57033		
p23xp24	0,337123			p23xp28	0,866379		
p23xp28	0,872211			p23xp35	0,927928		
p23xp35	0,90524			p28xp35	0,892207		
p24xp28	0,302493						
p28xp35	0,910329						

V následující tabulce č. 3, stejně jako v předchozí tabulce, jsou výsledky Pearsonova a Spearmanova testu pro územní celek Prahy III a IV.

**Tab. 3: Výsledky testování datového vzorku „územní celek III a IV za rok 2012“**

2012_III_Spearman		2012_III_Pearson		2012_IV_Spearman		2012_IV_Pearson	
p6xp7	-0,73017	p6xp7	-0,39929	p6xp7	-0,76001	p6xp7	-0,46516
p6xp8	0,496828	p6xp22	0,533446	p6xp8	0,488371	p6xp22	0,374753
p6xp14	-0,32781	p6xp34	-0,39156	p6xp12	0,346273	p6xp34	-0,40767
p6xp34	-0,55525	p7xp8	-0,33696	p6xp14	-0,33501	p7xp34	0,35064
p7xp8	-0,386	p7xp34	0,412048	p6xp34	-0,51984	p8xp34	-0,42635
p7xp11	0,428437	p8xp34	-0,48421	p7xp8	-0,33417	p9xp13b	-0,32291
p7xp14	0,4161	p9xp13b	-0,33374	p7xp11	0,435641	p9xp13c	-0,85501
p7xp34	0,46293	p9xp13c	-0,81455	p7xp14	0,416199	p16xp18	0,540667
p8xp34	-0,62895	p10xp12	-0,30851	p7xp34	0,421616	p18xp19	0,350359
p9xp13b	-0,34648	p16xp18	0,555653	p8xp34	-0,59729	p21xp23	-0,40188
p9xp13c	-0,92726	p18xp19	0,337775	p9xp13b	-0,3341	p21xp28	-0,40862
p11xp12	-0,44044	p21xp23	-0,42743	p9xp13c	-0,92922	p21xp35	-0,40774
p11xp14	0,40206	p21xp28	-0,4289	p11xp12	-0,47598	p23xp24	0,335483
p12xp14	-0,35786	p21xp35	-0,42457	p11xp14	0,423829	p23xp28	0,891812
p12xp23	-0,32541	p23xp28	0,885787	p12xp14	-0,33013	p23xp35	0,853234
p12xp24	-0,35401	p23xp35	0,848484	p12xp23	-0,31094	p24xp28	0,316408
p12xp28	-0,37618	p28xp35	0,861354	p12xp24	-0,37966	p28xp35	0,876809
p12xp35	-0,35992			p12xp28	-0,33308		
p14xp34	0,312614			p12xp35	-0,34344		
p16xp18	0,563008			p14xp34	0,304395		
p18xp19	0,363292			p16xp18	0,554567		
p21xp23	-0,57973			p16xp19	0,304793		
p21xp28	-0,56987			p18xp19	0,368759		
p21xp35	-0,60577			p21xp23	-0,54718		
p23xp24	0,341607			p21xp28	-0,54726		
p23xp28	0,879405			p21xp35	-0,58052		
p23xp35	0,908193			p23xp24	0,396633		
p24xp28	0,30757			p23xp28	0,884674		
p28xp35	0,909646			p23xp35	0,917368		
				p28xp35	0,917027		

Pokud se podíváme na výsledky z Pearsonova testu z tabulek č.2 a č.3, mají na sebe například velký vliv veličiny p6 – DRUH NEHODY a p22 – SITUOVÁNÍ NEHODY NA KOMUNIKACI. Výrazná je také nepřímá závislost mezi položkami p9 – CHARAKTER NEHODY a p13 – NÁSLEDKY NEHODY. Tyto veličiny jsme již uváděli a je zde jasný důvod, proč tomu tak je (protože sloupec p 13 podrobněji rozvádí a dělí sloupec p9).

Dále jsou zde „výrazné hodnoty“ u p16 – STAV POVRCHU VOZOVKY V DOBĚ NEHODY a p18 – POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY V DOBĚ NEHODY. Tyto hodnoty můžeme odůvodnit tím, že okolo 80 % nehod se stalo za stejných podmínek (viz. orientační tabulky uvedené níže). Jak už bylo řečeno, je na zváženu, zda je tato veličina opravdu podstatná.

Výrazné hodnoty jsou také u položek p23 – ŘÍZENÍ PROVOZU V DOBĚ NEHODY, p28 – SMĚROVÉ POMĚRY a p35 – MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY. Na tyto hodnoty také navazují vazby na veličinu p21 – DĚLENÍ KOMUNIKACE.

U výsledků ze „Spearmana“ výrazně přibyl počet vztahů větších než hodnoty  $\pm 0,3$ . Většina veličin se opět opakuje. Výrazné hodnoty jsou navíc například u p6 – DRUH NEHODY a p7 – DRUH SRÁŽKY JEDOUČÍCH VOZIDEL.

Dále jsou zajímavé hodnoty mezi veličinami p8 – DRUH PEVNÉ PŘEKÁŽKY a p34 – POČET ZÚČASTNĚNÝCH VOZIDEL. Možným důvodem je fakt, že zde má jasnou převahu jedna hodnota u položky p8 a u p34 se ve své podstatě odkazuje právě na tuto veličinu.

Opět se zde opakují výrazné hodnoty u položek p23 – ŘÍZENÍ PROVOZU V DOBĚ NEHODY, p28 – SMĚROVÉ POMĚRY a p35 – MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY.

## **2.4 Závažnost následků dopravní nehody**

Protože výsledky předchozích testů nebyly zcela průkazné a u většiny vztahů mezi veličinami nepřesáhly hodnoty  $\pm 0,1$ , je potřeba prověřit různé zdroje a najít jiné možnosti, jak by bylo možné data případně upravit.

V současnosti je jednou takovou pomůckou „Vyčíslení celospolečenských ztrát osobních nehod“, tyto ztráty jsou vztaženy k časovému období jednoho roku. Výsledkem tohoto vyčíslení může být ověření návratnosti dopravně-bezpečnostních opatření, která byla pro úpravu dané nehodové lokality provedena. Jednou ze zajímavých informací, jež by bylo možno využít nebo se jí případně inspirovat, je tzv. Integrální ukazatel. Pomocí něhož lze vyjádřit závažnosti následků dopravních nehod. Jedním z těchto způsobů vyjádření následků nehod je možnost měření právě pomocí čísla závažnosti nehod. Toto číslo je formulováno jako součet následků každé dopravní nehody násobené koeficienty vyjadřujícími její závažnost.

V tomto případě koeficient nabývají hodnot:

- usmrcení člověka:130
- těžké zranění:7
- lehké zranění:5
- hmotná škoda:1

Číslo závažnosti nehod je pak dáno vztahem:”

$$Z = (130 \cdot N_u) + (70 \cdot N_{tz}) + (5 \cdot N_{lz}) + (1 \cdot N_{hs}) \quad (17)$$

kde tyto symboly značí:

- $Z$  je číslo závažnosti nehod,
- $N_u$  je počet nehod s usmrcením
- $N_{tz}$  je počet nehod s těžkým zraněním
- $N_{lz}$  je počet nehod s lehkým zraněním
- $N_{hs}$  je počet nehod pouze s hmotnou škodou

Pro lepší znázornění celého problému jsou v následující tabulce č. 4 znázorněny výsledky testovaného vzorku dat pro rok 2012 I.

**Tab. 4: Výsledky testování datového vzorku pro rok 2012 I**

	A	B	C	h	výsledek
1	3	31	369	3894	6346
2	7	55	369	4354	7494
3	8	71	529	4148	8330
4	8	79	604	5399	10012

Jak už bylo zmíněno výše, můžeme zde vidět, že četnost jednotlivých typů událostí je nerovnoměrná. Dále je zde pouze uveden celkový počet hmotných škod, jednotlivé položky se mohou velmi lišit díky celkové peněžní částce.

Protože hodnoty statistických testů neurčily jasné výsledky, kde by bylo jasně stanoveno, jaké jsou vazby mezi hodnotami, je potřeba podívat se na data podrobně a roztřídit je. Pro ukázkou jsem zvolila data z části Prahy označených I.

**Tab. 5: Sloupec p06 – DRUHY NEHOD**

Typ	0	1	2	3	4	5	7	8	9	Suma
Četnost	69	2016	995	441	129	13	5	190	36	3894
%	1,77	51,77	25,55	11,33	3,31	0,33	0,13	4,88	0,92	

Z tabulky výše vyplývá, že nejčastějším typem výskytu nehody je: 1 srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem; 2 srážka s vozidlem zaparkovaným, odstaveným; 3 srážka s pevnou překážkou; 4 srážka s chodcem a 8 srážka s tramvají.

**Tab. 6: Sloupec p07 – DRUH SRÁŽKY JEDOUČÍCH VOZIDEL**

Typ	0	1	2	3	4	Suma
Četnost	1688	60	559	690	897	3894
%	43,35	1,54	14,36	17,72	23,04	

V návaznosti na hodnotu 1 ze sloupce p06 je zde podrobněji mapován stav srážky dvou a více vozidel. Konkrétně: 1 čelní, 2 boční, 3 z boku, 4 zezadu a 0 nepřichází v úvahu, nejedná se o srážku jedoucích vozidel. V tabulce jsou opět uvedeny četnosti a procentuální rozložení.

**Tab. 7: Sloupec p08 – DRUH PEVNÉ PŘEKÁŽKY**

Typ	0	1	2	3	4	5	8	9	suma
Četnost	3453	13	63	107	85	39	2	132	3894
%	88,67	0,33	1,62	2,75	2,18	1,00	0,05	3,39	

Tato tabulka č. 7 opět podrobně rozepisuje pole 3 ze sloupce p6. Je zde zachována stejná struktura. V tabulce jsou opět uvedeny četnosti a procentuální rozložení. Zde můžeme vidět, že více jak 88 % má hodnotu 0, tedy: „nepřichází v úvahu, nejedná se o srážku s pevnou překážkou“.

**Tab. 8: Sloupec p09 – CHARAKTER NEHODY**

Typ	1	2	Suma
Četnost	348	3546	3894
%	8,94	91,06	

Zde jsou pouze dvě hodnoty: 1 nehoda s následky na životě nebo zdraví, 2 nehoda pouze s hmotnou škodou. Tento sloupec je dále rozveden ve sloupci p13<sub>a,b,c</sub> a p14. Stojí za zvážení, zda ho zcela nevynechat.



**Tab. 9: Sloupec p10 – ZAVINĚNÍ NEHODY**

Typ	0	1	2	3	4	6	5	7	suma
Četnost	20	3733	18	70	18	11	4	20	3894
%	0,51	95,87	0,46	1,80	0,46	0,28	0,10	0,51	

Následující tabulka č. 9 podrobně mapuje sloupec 10 – zavinění nehody. Pokud se podíváme na zastoupení jednotlivých četností, většinové zastoupení zde má pole 1, „řidičem motorového vozidla“. Ostatní hodnoty nepřesahují hranici 2%. Tato veličina může být zajímavá v případě konkrétních dotazů.

**Tab. 10: Sloupec p11 – ALKOHOL U VINÍKA NEHODY PŘÍTOMEN**

Typ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	suma
Četnost	992	5	2804	8	5	2	7	2	8	61	3894
%	25,48	0,13	72,01	0,21	0,13	0,05	0,18	0,05	0,21	1,57	

Pokud se podíváme na další veličinu, sloupec 11 – Alkohol u viníka přítomen, je zda opět nerovnoměrné rozdělení četnosti hodnot. Z procentuálního poměru zde jasně vyčnívají dvě hodnoty: 2 Ne (alkohol u viníka nepřítomen) a 0 Nezjišťováno.

**Tab. 11: Sloupec p12 – HLAVNÍ PŘÍČINY NEHODY**

Typ	201	203	204	205	206	207	209	301	suma
Četnost	21	24	184	31	1	1	2	2	3894
%	0,54	0,62	4,73	0,80	0,03	0,03	0,05	0,05	
Typ	305	306	308	310	401	402	403	404	Suma
Četnost	9	6	2	1	73	26	144	73	3894
%	0,23	0,15	0,05	0,03	1,87	0,67	3,70	1,87	
Typ	405	407	408	409	410	411	412	413	Suma
Četnost	107	3	33	21	153	235	34	46	3894
%	2,75	0,08	0,85	0,54	3,93	6,03	0,87	1,18	
Typ	414	501	502	503	504	505	506	507	Suma
Četnost	3	35	141	685	210	1	3	4	3894
%	0,08	0,90	3,62	17,59	5,39	0,03	0,08	0,10	
Typ	508	511	512	516	601	602	608	609	Suma
Četnost	602	41	87	1	706	1	6	7	3894
%	15,46	1,05	2,23	0,03	18,13	0,03	0,15	0,18	
Typ	613	615	suma						
Četnost	1	4	3894						
%	0,03	0,10							

Sloupec p12 podrobně mapuje hlavní příčiny nehody. Jsou zde zastoupeny některé hodnoty, jako jsou: 204 nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, bláto, mokrá povrch

apod.), 403 proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST, 404 vozidlu přijíždějícímu zprava, 405 při odbočování vlevo, 502 vyhýbání bez dostatečného bočního odstupu (vůle), 503 nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, 504 nesprávné otáčení nebo couvání, 508 řidič se plně nevěnoval řízení vozidla, 511 nezvládnutí řízení vozidla, 512 jízda (vjetí) jednosměrnou ulicí, silnicí (v protisměru) a 601 závada řízení. Rozhodně jsou zde důležité hodnoty i pod procento.

**Tab. 12: Sloupec p15 - DRUH POVRCHU VOZOVKY**

Typ	0	1	2	3	4	5	6	suma
Četnost	13	783	3021	59	5	6	7	3894
%	0,33	20,11	77,58	1,52	0,13	0,15	0,18	

Zde převažuje hodnota 2, tedy živice. Jedná se o běžný povrch, a proto nevím, zda je tato hodnota směrodatná. Dále jsou zde položky: 1 dlažba a 3 beton.

**Tab. 13: Sloupec p16 – STAV POVRCHU VOZOVKY V DOBĚ NEHODY**

Typ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	suma
Četnost	3	3004	8	756	5	42	53	2	19	2	3894
%	0,08	77,14	0,21	19,41	0,13	1,08	1,36	0,05	0,49	0,05	

V následující tabulce č. 13 je podobně jako v přechozích tabulkách popsán sloupec 16. Zde opět zmíním hodnoty, které převažují: 1 povrch suchý, neznečistěný; 3 povrch mokrá; 5 na vozovce je náledí, ujetý sníh – posypané a 6 na vozovce je náledí, ujetý sníh – neposypané. Některé hodnoty se zde týkají pouze konkrétního období, proto by bylo lepší se spíše zaměřit na konkrétní oblast dat.

**Tab. 14: Sloupec p17 – STAV KOMUNIKACE**

Typ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma
Četnost	3833	5	6	3	4	9	1	1	1	2	2	26	3894
%	98,43	0,13	0,15	0,08	0,10	0,23	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,67	

Dalším sloupcem v řadě je sloupec 17. Zde převažuje hodnota 01 dobrý, tedy: „bez závad“. Opět je na zváženu, jak důležitá hodnota to je a zda ji zcela nevyřadit. Nebo se dotazovat pouze na konkrétní problém a jeho vliv na hodnoty v určité oblasti dat.

**Tab. 15: Sloupec p18 – POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY V DOBĚ NEHODY**

Typ	0	1	2	3	4	5	6	7	suma
Četnost	5	3511	12	64	232	52	16	2	3894
%	0,13	90,16	0,31	1,64	5,96	1,34	0,41	0,05	

Zde převažuje hodnota 1, tedy nestížené povětrnostní podmínky, opět pro většinu nehod. Dále zde jsou zastoupeny hodnoty: 3 na počátku deště, slabý déšť, mrholení apod.; 4 déšť a 5 sněžení. Některé hodnoty se opět týkají pouze konkrétního období.

**Tab. 16: Sloupec p19 – VIDITELNOST**

Typ	1	2	3	4	5	6	7	suma
Četnost	2844	35	207	689	101	16	2	3894
%	73,04	0,90	5,32	17,69	2,59	0,41	0,05	

V tabulce č. 16 je nejčastěji obsažena hodnota 1 ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek; dále 3 ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.); 4 v noci – s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek; 5 v noci – s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.). Některé hodnoty se opět týkají pouze konkrétního časového období.

**Tab. 17: Sloupec p20 – ROZHLEDOVÉ POMĚRY**

Typ	0	1	2	3	4	6	suma
Četnost	4	3867	6	7	2	8	3894
%	0,10	99,31	0,15	0,18	0,05	0,21	

Další tabulka v pořadí podrobně řeší otázku četnosti veličiny 20 – rozhledové poměry. Opět zde převažuje jedna hodnota, konkrétně hodnota číslo 1 dobré, zvážit, zda sloupec používat, protože i když jsou rozhledové podmínky důležité, ve statistickém formuláři je u více jak 99 % stejná veličina 1.

**Tab. 18: Sloupec p21 – DĚLENÍ KOMUNIKACE**

Typ	0	1	2	3	4	5	6	suma
Četnost	2077	1129	165	186	54	160	23	3894
%	53,34	28,99	4,24	4,78	1,39	4,11	0,59	

Tabulka č. 18, značící veličinu 21 – dělení komunikace, má oproti předchozím tabulkám veličin trochu zajímavější rozprostření četnosti. Z tohoto důvodu může být tato veličina jednou z důležitějších pro analýzu, ale měla by být použita v návaznosti na konkrétní úsek komunikace. Problémem je, že více jak polovina hodnot má uvedeno 0 žádná z uvedených. Z tohoto důvodu není veličina úplně komplexní.

**Tab. 19: Sloupec p22 – SITUOVÁNÍ NEHODY NA KOMUNIKACI**

Typ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	suma
Četnost	183	3268	55	53	12	6	39	252	22	4	3894
%	4,70	83,92	1,41	1,36	0,31	0,15	1,00	6,47	0,56	0,10	

Opět převažuje jedna hodnota - 1 na jízdním pruhu. Dále zde jsou uvedeny hodnoty převyšující 1 % - 2 na odstavném pruhu, 3 na krajnici, 6 na chodníku nebo ostrůvku a 7 na kolejích tramvaje. Lepším řešením by zde bylo aplikovat konkrétní dotazy.

**Tab. 20: Sloupec p23 – ŘÍZENÍ PROVOZU V DOBĚ NEHODY**

Typ	0	1	2	3	suma
Četnost	2629	4	371	890	3894
%	67,51	0,10	9,53	22,86	

Obdobný stav jako u dat uvedených výše, převažuje jedna hodnota - 0 žádný způsob řízení provozu, tato hodnota nám v podstatě nic neříká. Dále zde jsou: 2 světelné signalizační zařízení a 3 místní úprava (vyplní se následující položka č. 24).

**Tab. 21: Sloupec p24 – MÍSTNÍ ÚPRAVA PŘEDNOSTI V JÍZDĚ**

Typ	0	3	4	5	suma
Četnost	2357	885	2	650	3894
%	60,53	22,73	0,05	16,69	

Jak bylo uvedeno, toto pole navazuje na hodnoty 3 ve sloupci p23, což je uvedeno ve formuláři. Jednotlivé hodnoty zastupují: 3 přednost vyznačena dopravními značkami, 4 přednost vyznačena přenosnými dopravními značkami nebo zařízením, 5 přednost nevyznačena – vyplývá z pravidel silničního provozu a 0 žádná místní úprava.

**Tab. 22: Sloupec p27 – SPECIFICKÁ MÍSTA A OBJEKTY V MÍSTĚ NEHODY**

Typ	0	1	2	4	5	6	7	8	9	10	suma
Četnost	2632	231	572	1	68	33	14	6	20	317	3894
%	67,59	5,93	14,69	0,03	1,75	0,85	0,36	0,15	0,51	8,14	

Opět zde převažuje jedna hodnota 0, která ve formuláři není uvedena, ale podle předchozích vzorů znamená nejspíše opak. Dále zde jsou: 1 přechod pro chodce, 2 v blízkosti přechodu pro chodce (do vzdálenosti 20 m) a 10 parkoviště přiléhající ke komunikaci.

**Tab. 23: Sloupec p28 – SMĚROVÉ POMĚRY**

Typ	1	2	3	4	5	6	7	Suma
Četnost	2417	67	152	645	503	8624	14	3894
%	62,07	1,72	3,90	16,56	12,92	2,21	0,36	

Zde také převažuje jedna hodnota - 1 přímý úsek. Dále zde jsou zastoupeny hodnoty: 2 přímý úsek po projetí zatáčkou (do vzdálenosti cca 100 m od optického konce zatáčky), 3 zatáčka, 4 křižovatka průsečná – čtyřramenná, 5 křižovatka styková – tříramenná a 6 křižovatka pěti a víceramenná. Vystává obdobný problém jako u ostatních sloupců s daty, je potřeba formulovat konkrétní dotaz na konkrétní problém.

**Tab. 24: Sloupec p34 – POČET ZÚČASTNĚNÝCH VOZIDEL**

Typ	1	2	3	4	5	7	suma
Četnost	632	2982	245	28	6	1	3894
%	16,23	76,58	6,29	0,72	0,15	0,03	

Následující tabulka č. 24 podrobně popisuje sloupec veličiny 34 – Počet zúčastněných vozidel. Zde se uvádí skutečný počet vozidel. Největší četnost má veličana 2, tedy při nehodě byla zúčastněna dvě vozidla.

**Tab. 25: Sloupec p35 – MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY**

Typ	0	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	29	suma
Četnost	2638	588	12	8	12	9	4	5	6	6	588	18	3894
%	67,75	15,10	0,31	0,21	0,31	0,23	0,10	0,13	0,15	0,15	15,10	0,46	

Předchozí tabulka č. 25 popisuje poslední veličinu statistického formuláře, se kterou se zde bude pracovat. Zastoupení sloupce 35 – místo dopravní nehody, je pro jednotlivé hodnoty takové:

- 0 mimo křižovatku
- 10 na křižovatce, jedná-li se o křížení místních komunikací, účelových komunikací nebo jde o mezilehlou křižovatku (na sledovaném úseku ve sledovaných městech)
- 11-18 uvnitř zóny 1-8 předmětné křižovatky
- 19 na křižovatce, uvnitř hranic křižovatky definovaných pro systém evidence nehod (zóna 9)
- 29 mimo zónu 11-19 a 22-28

## 3 Zpracování dat pomocí programu SCILAB

Z předchozích kapitol by měla být jasná struktura naměřených nehodových dat. V následující kapitole se zaměříme na zpracování námi vytypovaných veličin, které jsme díky testům zvolili pro výpočet určení závažnosti nehody.

### 3.1 Co je to scilab a jak pracuje

Scilab je vědecký softwarový balík pro numerické výpočty. Poskytuje otevřené programovací prostředí pro inženýrské a vědecké aplikace. Můžeme zde nalézt stovky matematických funkcí s možností přidat další a další programy z různých programovacích jazyků (FORTRAN, C, C++, JAVA...). Má propracovanou strukturu dat, překladač, a dovoluje používat vyšší programovací jazyk. Velkou výhodou Scilabu je, že je volně šiřitelný.

V programu Scilab je důležitá práce s maticemi, je zde definována jako obdélník pole typu  $(m, n)$  obsahující data stejného typu (boolean, float, integer, string, polynom,...) uspořádaných do  $m$  řádků a  $n$  sloupců. Matice  $A$  typu  $(m, n)$  má potom obecný tvar

$$M = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Jednořádkovou maticí, tedy maticí typu  $(m, 1)$ , je řádkový vektor. Jednosloupcovou maticí, tedy maticí typu  $(1, n)$ , je sloupcový vektor. Matice typu  $(1, 1)$  je skalár.

### 3.2 Určení závažnosti nehody

V následujícím textu bude práce zaměřena na samotné zpracování dat a správné nastavení programu. Úprava dat bude mít několik kroků a při formulaci dosažených výsledků bude potřeba využívat tabulek umístěných v příloze. Zde jsou jasně a souhrnně sepsány popisy k jednotlivým hodnotám, které jsou zmíněny v následujícím textu.

#### 3.2.1 Zpracování dat ve Scilabu

Jak už bylo řečeno výše, scilab pracuje s numerickými hodnotami, hodnoty jsou v maticích. Tyto matice jsme získali úpravou dat do souboru csv formátu podle postupu, který byl popsán výše v předchozí kapitole. Zde navazuje následná práce s nehodovými daty, jež se konkrétně věnuje otázce závažnosti nehody.

Prvním krokem je natažení veličin do programu Scilab, data se loadují z formátu csv, který jsme exportovali z programu EXCEL. Protože jsou v nehodových datech obsaženy nulové

hodnoty, nahradíme je zde hodnotou „999“, díky čemuž v samotném zpracování budou přesunuty na konec. Pomocí funkce „renval“ jsou odstraněny mezery v hodnotách. Jsou tak vytvořeny základní úpravy, aby hodnoty odpovídaly hodnotám, které máme z dotazníku. Viz ukázka z programu v následujícím obrázku č.2.

```

j=find(D0==0);           // PRVNÍ ÚPRAVA HODNOT
D1=D0; D1(j)=999;       // nahrazení 0 = jiné
[nd,nv]=size(D1);       // nv veličin o nd datech
                        // veličiny ve sloupcích D1

D1r=[];
for i=1:nv               // DRUHÁ ÚPRAVA HODNOT
    d=renval(D1(:,i));   // úprava hodnot veličin
    D1r=[D1r d(:)];     // 1,2,...,n
end
save D1r.dat D1r D1

```

**Obr. 2: První a druhá úprava nehodových dat**

Dalším krokem je určení vážnosti nehody, využili jsme obdobnou strukturu, která je uvedena v kapitole 2. Vzorec zachovává obdobnou strukturu a je členěn na čtyři druhy dat, jimiž jsou: život (v případě usmrcených osob), zmrzačení (v případě vážného zranění), auto (u dopravních nehod s lehkým zraněním) a plechy (které značí hmotné škody).

```

// určení vážnosti nehody =====
r1=D0(:,8)'; // život
r2=D0(:,9)'; // zmrzačení
r3=D0(:,10)'; // auto
r4=D0(:,11)'; // plechy
rr=(r1*19440000+r2*4867700+r3*483000+r4)/1000000;
s=[0 .001 1 20]; // určení závažnosti nehod
ns=length(s)-1; // počet stupňů závažnosti
y=zeros(1,length(r1));
for i=1:ns // kr - stupně závažnosti
    j=find((rr>=s(i)) & (rr<s(i+1))); y(j)=i;
end

```

**Obr. 3: Určení vážnosti nehody**

Protože četnost dopravních nehod v případě usmrcení, těžkého a lehkého zranění je velmi rozdílná, jsou ve výpočtu nastaveny 3 stupně závažnosti nehody. Výsledná hodnota je uvedena ve sloupci „rr“. Při dalším zpracování bude uvedena ve sloupci se stejným názvem.

V tomto kroku máme připravené hodnoty nehodových dat v matici čísel. Sloupce představují veličiny z formuláře od PČR.



Následně ve zpracování nehodových dat pokračujeme ve výběru veličin, které nás zajímají. Ve zkratce ze všech námi vybraných veličin, které jsou uvedeny v matici D1, vybereme sloupce směřodonné pro výpočet. Těmito zvolenými sloupci jsou:

- 11 Alkohol u viníka nehody přítomen
- 16 Stav povrchu vozovky v době nehody
- 17 Stav komunikace
- 18 Povětrnostní podmínky v době nehody
- 19 Viditelnost
- 20 Rozhledové poměry

Pro jednoduchou práci s veličinami jsou jednotlivé sloupce přejmenovány, a to podle pořadí v jakém se v matici nacházejí. Přejmenování je znázorněno v následující tabulce č.26. K tomuto kroku vybereme  $y$  a následně jej též přejmenuje na nové hodnoty 1, 2,... V tomto okamžiku máme modelovanou veličinu  $y$  a vysvětlující veličinu  $x$  s dobře uspořádanými hodnotami. Díky této úpravě lze teď provádět analýzu dvojic veličin (například každá veličina s každou veličinou, nebo veličina  $y$  s každou veličinou  $x$ )

**Tab. 26: Přejmenování sloupců**

Původní	6	7	8	9	10	11	12	13	13	13	14	15	16
Nové	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Původní	17	18	19	20	21	22	23	24	27	28	34	35	
Nové	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

Následujícím krokem je redukce počtu hodnot. Protože každá veličina, kterou jsme vybrali, má více stavů, jež mohou nastat. Tím pádem je množina všech kombinací příliš rozsáhlá. Protože ale byla provedena předběžná analýza jednotlivých četností, je u některých stavů větší četnost než u jiných. Toho lze v tomto kroku využít. Zjednodušeně, aby se získala rozumná dimenze modelu, je potřeba redukovat počet hodnot (stavů) například spojením některých hodnot dohromady. Tento krok se provede definicí proměnné „ $m$ “ a **volání funkce `reduce.sci`** (viz ukázka v následujícím obrázku č.4).

```

rn=list();           // VYSVĚTLENÍ
rn(1)=[2 1 2 2 2 2 2 2 3]; // např. pro první veličinu:
rn(2)=[1 2 2 2 2 2 2 2 3]; // původní hodnota 1 teď bude 2
rn(3)=[1 2 2 2 2 2 2 2 3]; // původní 2 bude 1
rn(4)=[1 2 2 2 2 2 3]; // původní 3-9 budou taky 2
rn(5)=[1 2 2 2 2 2 2]; // až poslední (neurčeno) bude 3
rn(6)=[1 2 2 2 2 3]; //

for i=1:length(rn)
    nn(1,i)=length(rn(i));
end
nx=max(x,'r');
disp 'Kontrola správnosti redukce hodnot'
printf ' vektory musí být stejné ...'
disp([nx;nn])
if sum(abs(nx-nn))==0, printf ' OK\n', end
xr=zeros(x);
for i=1:size(x,2)           // TŘETÍ ÚPRAVA HODNOT
    xr(:,i)=reduce(x(:,i),rn(i));
end

```

**Obr. 4: Redukce hodnot a třetí úprava hodnot**

Na předchozím obrázku vidíme v řádku rn(1), rn(2), ..., rn(6), které značí jednotlivé námi vybrané sloupce. Aby byl průběh redukce hodnot jasný, musíme se podívat hned na první sloupec – 11 Alkohol u viníka nehody přítomen. Ve statistickém formuláři od PČR je uvedeno deset možností (stavů), které se rozlišují. Jsou jimi:

- 1 Ano, obsah alkoholu v krvi do 0,24 ‰
- 2 Ne
- 3 Ano, obsah alkoholu v krvi od 0,24‰ do 0,5‰
- 4 Pod vlivem drog
- 5 Pod vlivem alkoholu a drog
- 6 Ano, obsah alkoholu v krvi od 0,5‰ do 0,8‰
- 7 Ano, obsah alkoholu v krvi od 0,8‰ do 1,0‰
- 8 Ano, obsah alkoholu v krvi od 1,0‰ do 1,5‰
- 9 Ano, obsah alkoholu v krvi 1,5‰ a více
- 0 Nezjišťováno

Z kapitoly číslo 2 víme, že četnosti jsou rozloženy nerovnoměrně a například možnost č. 1 (Ano, obsah alkoholu v krvi do 0,24 ‰) nastala v roce 2012 více jak u 51 %. Z toho důvodu

zde budeme rozlišovat nehody, kdy se vyskytlo jakékoliv procento alkoholu a dopravní nehody, kde alkohol nebyl. Což znamená, že po redukci hodnot budu mít v tuto chvíli hodnoty 1, 2 a 3. Přehledně je redukce znázorněna v následující tabulce. Hodnota nula je teď 999, takže je uvedena na konci.

**Tab. 27: Ukázka pro redukci hodnot**

Statistický formulář	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Redukce hodnot	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3

Následující krok se týká překódování vybraných veličin do jedné. V případě, kdy chceme testovat vliv více veličin  $x$  a výstupu  $y$ , musí se těchto více veličin překódovat do jedné hodnoty. Tuto úpravu provádí funkce `psi2row.sci` a výsledkem je proměnná  $z$ . Zde získáme zakódovanou veličinu „ $z$ “, právě hodnoty této veličiny jsou s mezerami, podle kombinací  $x$ , které nastaly a které nenastaly. Překódováním zde ale opět nastanou mezery v hodnotách, protože ne všechny kombinace hodnot  $z$  vybraných veličin  $x$  se vyskytují. Z tohoto důvodu je potřeba znovu hodnoty překódovat podle pořadí 1, 2, 3, ... Tímto krokem je získána veličina „ $zj$ “. Původní hodnoty a hodnoty nové (tj pro hodnoty „ $z$ “ a „ $zj$ “) jsou uvedeny v proměnné  $vj$ , která je popsána v kódu (ukázka kódu v následujícím obrázku č.5).

```

nd=length(y);
z=zeros(y);
xx=xr(:,1:length(ix));
nx=max(xx,'r');
for i=1:nd
    z(i)=psi2row(xx(i,:),nx); // kódování xx(i,:) -> z(i)
end

v=vals_only(z); // v jsou hodnoty z
f=freq_only(v,z); // f jsou frekvence hodnot v ve vekt. Z
[zj,vj]=ren_only(f,v,z); // přejmenování hodnot z na 1,2,...
// ČTVRTÁ ÚPRAVA HODNOT

save zj.dat zj vj nx

```

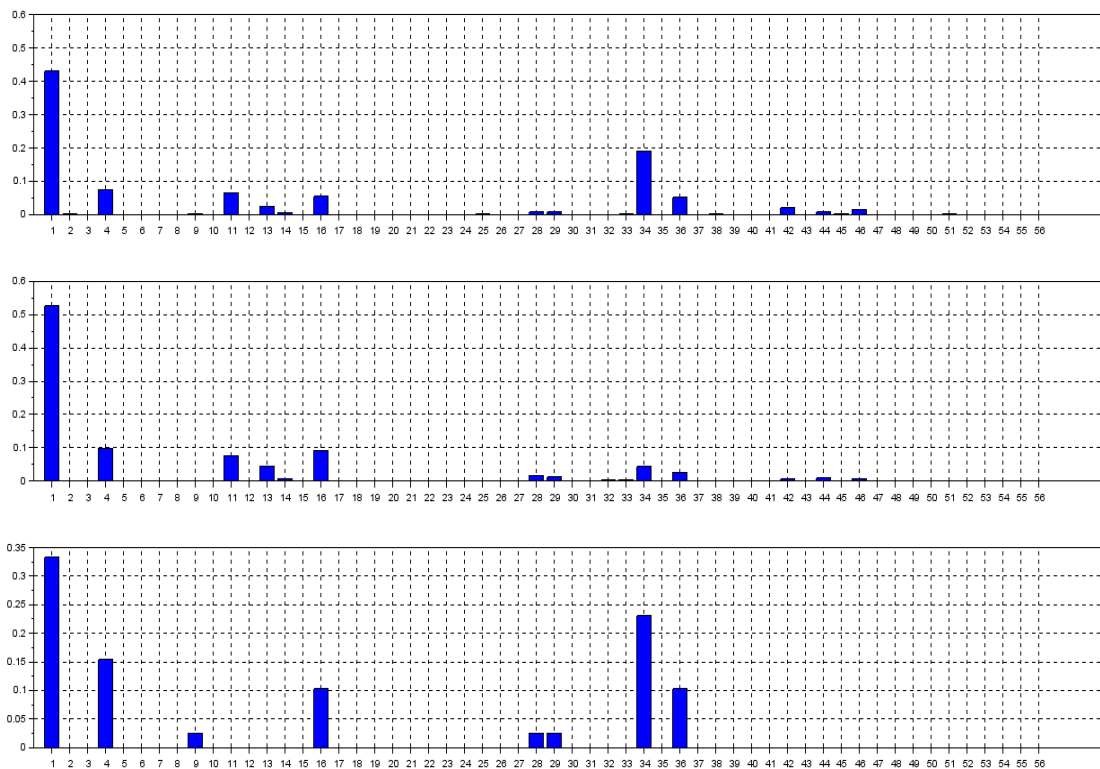
**Obr. 5: Překódování do jedné veličiny a čtvrtá úprava**

Přejmenování všech hodnot veličin je tedy uchováno ve „ $vj$ “ a má následující strukturu:

- 1. řádek: původní hodnoty
- 2. řádek: nové hodnoty
- 3. řádek: frekvence

V tuto chvíli jsou spočítána nehodová data, pro jejich přesnou a přehlednou interpretaci je zvoleno jako řešení histogram. Jedna z definic histogramu zní jako:

Pro účely této analýzy nehodových dat označuje osa y četnost, jak je uvedeno v definici. Na ose x v případě histogramů této práce, jsou zastoupeny jednotlivé kombinace, které jsme získali zakódováním části vybraných veličin do sebe, jak již bylo uvedeno v předchozím textu.



**Obr. 6: Histogramy pro tři stupně závažnosti**

Na obrázku č. 6, uvedeném výše, jsou znázorněny pod sebou tři histogramy, které přímo odpovídají třem stupňům závažnosti nehody, jež už byly zmíněny výše a které jsou určeny pomocí námi stanovených mezí. Meze byly stanoveny tak, aby byly informace ohledně peněžité ztráty rovnoměrně rozděleny.

Konkrétně tyto histogramy jsou pro vzorek nehodových dat za rok 2012 pro územní celek Prahy - označíme je číslem I. Na histogramech je vidět, že po všech úpravách dat jsou kombinace šesti vytipovaných veličin zakódovány do 56 položek, tedy 56 možných kombinací šesti vybraných sloupců. Právě pro jednotlivé stupně závažnosti nehodových dat se některé sloupce liší.

Přesněji, v případě prvního histogramu z obrázku č. 6, jsou zajímavými hodnotami – 1, 4, 9, 11, 13, 14, 16, 28, 29, 34, 36. Pro přehlednost jsou v následující tabulce vytipované veličiny uvedeny (kompletní tabulky jsou uvedeny v příloze 1 a 2).

**Tab. 28: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I**

SL	v1	v2	v3	v4	v5	v6
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0
9	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0
14	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0
16	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0
28	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0
34	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0

Pokud se podíváme na tabulku č. 28 v prvním sloupci v1, jsou uvedeny překódované veličiny, které nám z histogramu vyllynuly jako zajímavé z hlediska četnosti. Znamená to, že hodnota 1 ze sloupce představuje kombinaci veličin z šesti sloupců, jimiž jsou (příloha č. 2):

- V1: není obsah v krvi
- V2: povrch suchý, neznečištěný
- V3: stav komunikace dobrý, bez závad
- V4: povětrnostní podmínky nestížené
- V5: viditelnost ve dne nestížená
- V6: rozhledové podmínky dobré

Tímto způsobem je potřeba postupovat u všech nehod, kde je tato překódovaná veličina uvedena. Vždy je zároveň potřeba sledovat připravený seznam, ve kterém je popsána redukce dat. Kombinace s číslem jedna je u všech třech stupňů zastoupena nejčetněji.

Pokud se podíváme podrobněji na další výsledky, jsou zde spočítány četnosti jednotlivých zakódovaných veličin. První touto veličinou je 1, která již byla zmíněna výše a 45 % nehod (tzn. 1759 z 3894).

Další vyšší četnost nastala u zakódované veličiny 34, ta představuje 16 % dopravních nehod (tzn. 617 z 3894), které jsme z daného vzorku zkoumali, nehody nastaly za těchto podmínek:

- Alkohol u viníka nezjišťován

- Stav povrchu byl suchý, neznečištěný
- Stav komunikace byl dobrý, bez závad
- Povětrnostní podmínky neztížené
- Viditelnost - ve dne, nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
- Rozhledové poměry dobré

Třetí v pořadí je zakódovaná veličina číslo 4, zde je objem 8 % dopravních nehod (tzn. 320 z 3894), které jsme z daného vzorku zkoumali, nastaly za těchto podmínek:

- Alkohol u viníka nezjišťován
- Stav povrchu byl suchý, neznečištěný
- Stav komunikace byl dobrý, bez závad
- Povětrnostní podmínky neztížené
- Špatná viditelnost – sem souhrnně spadají body 2 až 7
- Rozhledové poměry dobré

Další objemnější četnost je v případě kombinace hodnot s číslem 11, zde je 7 % dopravních nehod (tzn. 265 z 3894), které jsme z daného vzorku zkoumali, nastaly za těchto podmínek:

- U viníka nebyl nalezen alkohol
- Stav povrchu byl suchý, znečištěný (2-9)
- Stav komunikace byl dobrý, bez závad
- Povětrnostní podmínky neztížené
- Viditelnost - ve dne, nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
- Rozhledové poměry dobré

Pátá v pořadí je zakódovaná veličina číslo 16, představující 6 % nehod (tzn. 251 z 3894), které jsme z daného vzorku zkoumali, nastaly za těchto podmínek:

- U viníka nebyl nalezen alkohol
- Stav povrchu byl suchý, znečištěný (2-9)
- Stav komunikace byl dobrý, bez závad
- Povětrnostní podmínky ztížené (2-7)
- Špatná viditelnost – sem souhrnně spadají body 2 až 7
- Rozhledové poměry dobré

Další veličina s číselným kódem 36 představuje 5 % dopravních nehod (tzn. 182 z 3894), které jsme z daného vzorku zkoumali, nastaly za těchto podmínek:

- Alkohol u viníka nezjišťován

- Stav povrchu byl suchý, neznečištěný
- Stav komunikace byl dobrý, bez závad
- Povětrnostní podmínky neztížené
- Špatná viditelnost – sem souhrnně spadají body 2 až 7
- Rozhledové poměry dobré

Pro překódovanou veličinu 13 je objem 3 % dopravních nehod (tzn. 115 z 3894), které jsme z daného vzorku zkoumali, nastaly za těchto podmínek:

- U viníka nebyl nalezen alkohol
- Stav povrchu byl suchý, znečištěný (2-9)
- Stav komunikace byl dobrý, bez závad
- Povětrnostní podmínky neztížené
- Špatná viditelnost – sem souhrnně spadají body 2 až 7
- Rozhledové poměry dobré

Další hodnoty jsou zastoupeny méně než dvěma procenty, ale jak už bylo několikrát zmiňováno, i přesto je potřeba je uvést, protože četnost nehod s úmrtím či vážným zraněním není tak frekventovaná, zato ale může být velmi závažná. Při jejich popsání zůstává postup stejný a jak už bylo zmíněno, je potřeba k němu využít tabulky v příloze 1 a v příloze 2.

### 3.3 Nová úprava redukce hodnot

Protože z předchozího kroku je redukce hodnot nehodových dat příliš radikální, upravili jsme škálu. Díky tomu můžeme provést jemnější analýzu a zaměřit se na nové podrobnější kombice, které nám z toho mohou vyplynout.

Na následujícím obrázku č. 7 je viditelná nová podoba redukce hodnot. Pro veličinu číslo jedna jsem přidala navíc hodnotu 4 (přiřazena pro hodnoty 999), hodnota 3 teď představuje silniční dopravní nehody, při kterých byl naměřen alkohol v krvi vyšší než 1,5‰.

Pro veličinu číslo dva jsou přidány navíc hodnoty:

- 3 - povrch mokrá
- 4 – na vozovce je náledí, ujetý sníh – posypané
- 5 - na vozovce je náledí, ujetý sníh – neposypané

Veličina číslo tři je v případě redukce dat zachována. U veličiny číslo čtyři je podrobnější úprava v těchto hodnotách:

- 3 - na počátku deště, slabý déšť, mrholení apod.

- 4 - déšť
- 5 - sněžení
- 6 - tvoří se námraza, náledí

Podobně je tomu u veličiny číslo pět, kde přibyly též další čtyři hodnoty:

- 3 - ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.).
- 4 - v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
- 5 - v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)
- 6 - v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek ; v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost zhoršená vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)

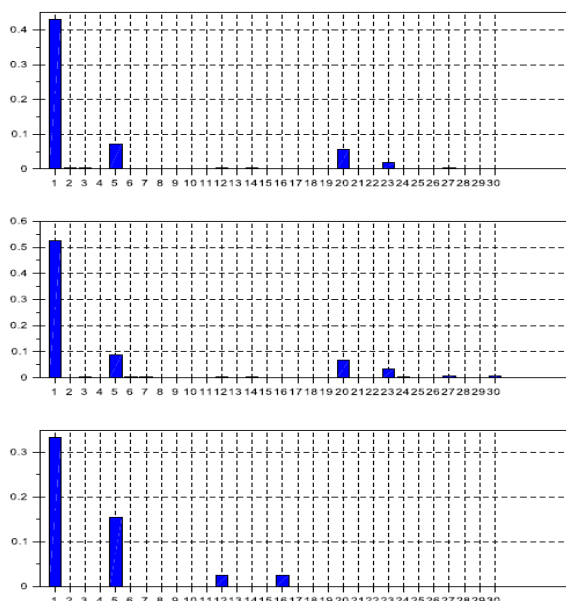
V případě veličiny číslo čtyři je ubrána hodnota 3, kdy se potvrdila úvaha z kapitoly číslo dva o rozložení četnosti hodnot v tomto případě.

```
rn=list(); // Úprava redukce hodnot č.2
rn(1)=[2 1 2 2 2 2 2 2 3 4]; // úprava →4
rn(2)=[1 2 3 2 4 5 2 2 2 2]; // úprava →3,4,5
rn(3)=[1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3]; // zůstává
rn(4)=[1 2 3 4 5 6 2 2]; // úprava →3,4,5,6
rn(5)=[1 2 3 4 5 6 6]; // úprava →3,4,5,6
rn(6)=[1 2 2 2 2 2]; // úprava →3 ubrána
```

#### Obr. 7: Úprava redukce hodnot

Další postup v případě analýzy nehodových dat za rok 2012 má stejnou strukturu jako v předchozí kapitole. Změna nastala v případě histogramů a možných kombinací pro šest vybraných sloupců. Počet hodnot z původních 56 kombinací vzrostl na 145, což je téměř trojnásobek. V příloze č. 3 je opět uveden seznam všech sto čtyřiceti pěti kombinací a dále jsou zde uvedeny hodnoty v šesti sloupcích. Protože jsou histogramy díky nárůstu položek na ose x obsáhlejší, jsou rozděleny do pěti obrázků. Znovu zde platí rozdělení obrázku na tři histogramy, značící tři stupně závažnosti nehody.





**Obr. 8: Úprava redukce hodnot – histogramy č.1**

Na obrázku č. 8 je první část histogramů, je zde jasně vidět, že opět sloučená veličina 1 představuje shodnou veličinu pro většinu dat. Přesněji je její objem 1759 a v tomto případě nenastala žádná změna.

Další položkou je zde sloučená veličina 5, která má třetí největší četnost (299). Rozdílnost oproti předchozí veličině je ve sloupci v5, kde pro hodnotu 4 platí:

- v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
- Dál můžeme z obrázku č. 8 vyčíst některé závěry ohledně rozdílnosti histogramů v případě třech stupňů závažnosti (viz. tabulka č.29).

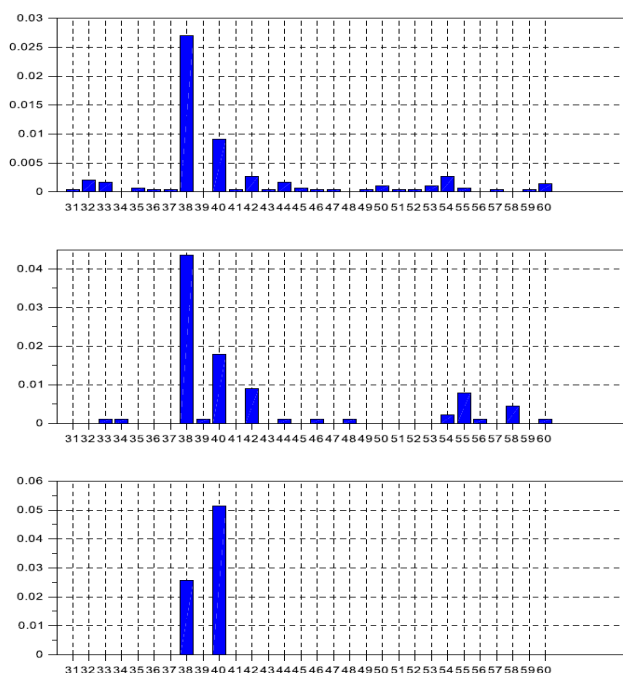
**Tab. 29: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část I.**

SL	v1	v2	v3	v4	v5	v6
12	1	1	2	1	1	1
16	1	2	1	5	3	1
20	1	3	1	1	1	1
23	1	3	1	4	1	1

Sloučená veličina 12 představuje výraznou četnost v případě třetího histogramu, oproti sloučené veličině 1, uvedené v předchozím textu, pro ni platí pouze rozdílnost v třetím sloupci, kde je hodnota 2, tedy: souhrn možností ze statistického formuláře (2-12). Zároveň je na tom stejně sloučená veličina 16, která už v sobě kloubí novou redukci hodnot v případě sloupce 4 a 5, kde pro tyto hodnoty platí:

- sněží (5)
- ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (3)

V případě prvních dvou histogramů na obrázku jsou zase významné zakódované veličiny 20 a 23. Veličina 20 se oproti 1 liší ve sloupci v2, kde pro hodnotu 3 platí – povrch mokrá. Ve veličině 23 je navíc rozdíl ve sloupci v4. Zde hodnota 4 představuje možnost – déšť.



**Obr. 9: Úprava redukce hodnot – histogramy č.II**

Na předchozím obrázku č. 9 jsou zobrazeny navazující histogramy. Opět zde jsou sloučené veličiny, které významně svou četností převyšují ostatní. Navíc je také zastoupena širší škála sloučených veličin, v případě zobrazení takových informací do mapy a vytipované oblasti, můžeme získat zajímavé informace. V tabulce č. 30 jsou opět shrnuty zajímavější sloučené veličiny, kterým v následujícím textu bude věnována pozornost.

**Tab. 30: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část II.**

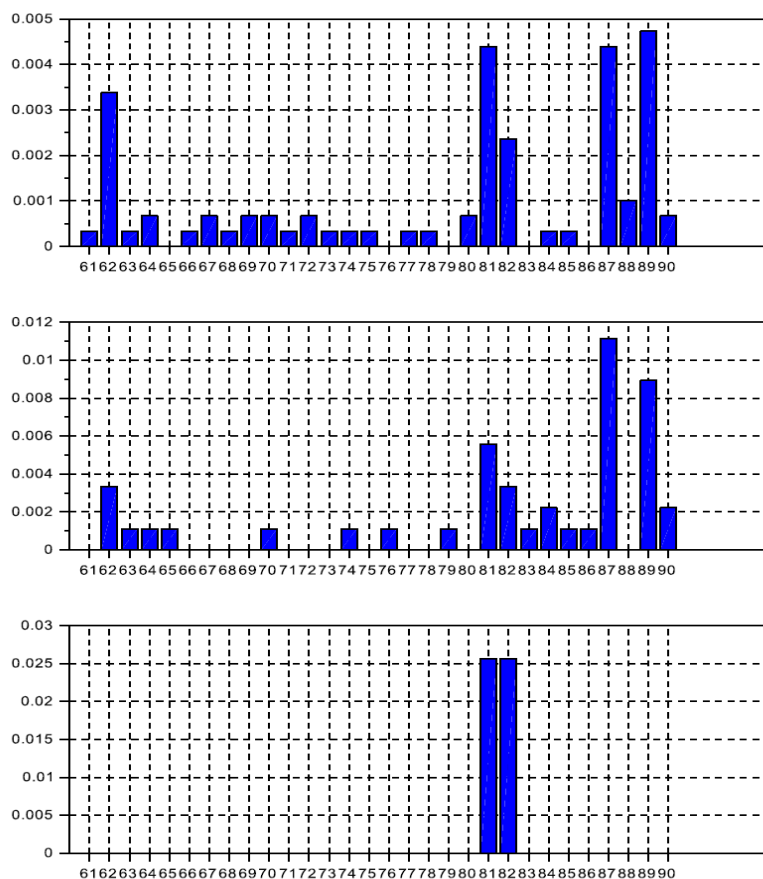
SL	v1	v2	v3	v4	v5	v6
32	1	3	1	3	4	1
33	1	3	1	3	5	1
38	1	3	1	4	3	1
40	1	3	1	4	5	1
42	1	3	1	5	3	1
44	1	3	1	5	5	1
45	1	3	1	6	1	1
54	1	4	1	1	1	1
55	1	4	1	1	4	1
58	1	4	1	5	3	1
60	1	4	1	5	5	1

U všech třech histogramů je výrazná četnost sloučených veličin 38 a 40. Pro obě dvě tyto veličiny platí následující:

- Ne, není obsah alkoholu v krvi
- Povrch mokrý
- Stav komunikace dobrý, bez závad
- Déšť
- Dobré rozhledové poměry

Rozdílnost nastala v těchto dvou případech ve sloupci v5, kde pro veličinu 38 platí: ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.). Oproti tomu pro veličinu 40 platí: v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.).

Dále je na histogramech pozorovatelná pro první dva stupně větší rozmanitost u sloučených veličin. Jejich četnost je sice v poměru k četnosti výše zmíněných veličin minimální, ovšem je učitě pro komplexní analýzu podstatné je zmínit. Sloučené veličiny a k nim přiřazené kombinace šesti sloupců jsou v tabulce č. 30. Hodnoty ve sloupcích v1, v3 a v6 jsou ve všech případech shodné. Rozdílnost je pozorovatelná u zbylých sloupců. Popořadě tedy u sloupce v2 lze pozorovat hodnoty 3 (povrch mokrý) a 4 (na vozovce je bláto). Dalším sloupcem je v4, kde jsou hodnoty: 1(neztížené), 3 (na počátku deště, slabý déšť, mrholení apod.), 4 (déšť), 5 (sněžení) a 6(tvoří se námraza, náledí). Rozdílnost také platí pro sloupec v5, kde nastaly tyto hodnoty: 1(ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek), 3 (ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.)), 4 (v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek), 5 (v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)).



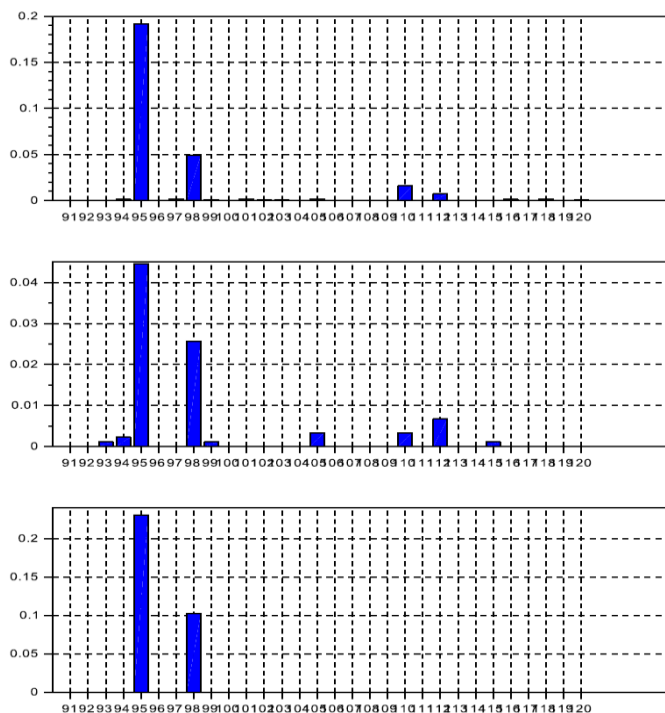
**Obr. 10: Úprava redukce hodnot – histogramy č.III**

Na obrázku č. 10 jsou zobrazeny opět tři histogramy, na první pohled je patrná jejich rozdílnost ve sloučených veličinách a v rozložení četnosti. Opět začneme posledním histogramem, kde jsou zastoupeny pouze dvě sloučené veličiny, 81 a 82. Tyto veličiny jsou zároveň přítomny u všech třech histogramů. V tabulce č. 31 jsou uvedeny kombinace šesti sloupců. Z hodnoty vyplývá, že u viníků byl naměřen alkohol (2), další hodnoty dále zůstávají shodné jako v případě sloučené veličiny 1 s jediným rozdílem ve sloupci v5, kde je uvedeno 4 (v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek).

**Tab. 31: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část III.**

SL	v1	v2	v3	v4	v5	v6
62	1	5	1	1	1	1
64	1	5	1	1	6	1
81	2	1	1	1	1	1
82	2	1	1	1	4	1
84	2	3	1	1	1	1
87	3	1	1	1	1	1
88	3	1	1	1	2	1
89	3	1	1	1	4	1
90	3	3	1	1	4	1

V případě dalších dvou histogramů je rozložení sloučených veličin výrazně obsáhlejší a o něco zajímavější. Výrazný nárůst můžeme zaznamenat u sloučených veličin 62, 87 a 89. V případě sloupce v1 mám informaci, že u všech nehod, které sem spadají, je přítomen alkohol. Dále je zde rozdílnost ve stavu povrchu vozovky, kde pro jednotlivé hodnoty platí: 1 (povrch suchý, neznečistěný), 3 (povrch mokrý) a 5 (na vozovce je náledí, ujetý sníh – neposypané). Sloupce v3, v4 a v6 jsou ve všech případech shodné. Další rozdílnost v hodnotách je ve sloupci v5 a v6. Pro sloupec v5 jsou to hodnoty: 1 (ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek), 2 (ve dne, zhoršená viditelnost (svítání, soumrak)), 4 (v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek), 6 (v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek).



**Obr. 11: Úprava redukce hodnot – histogramy č.IV**

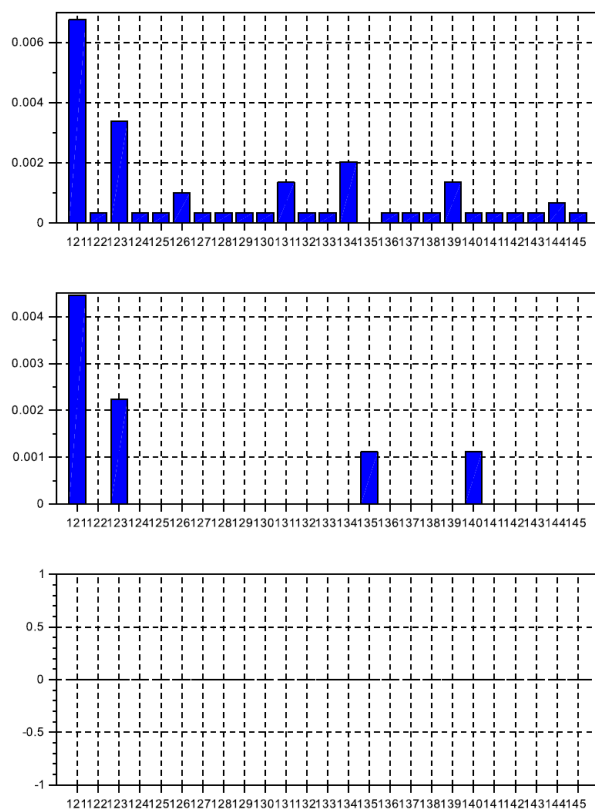
Čtvrtým obrázkem s histogramy je obrázek č.11. V tomto případě, u všech třech stupňů závažnosti nehod, jasně svou četností převyšují sloučené veličiny 95 a 98. Pokud se podíváme na tabulku č. 32, kde je přehledně uvedena kombinace sloupců, je vidět, že ve sloupci v1 nastaly hodnoty 4 (alkohol u viníka nezjišťován). V dalších sloupcích jsou totožné hodnoty, podobně jako u sloučené veličiny 1. Rozdíl nastal pro veličinu 98 v případě sloupce

v5, zde je hodnota 4 (v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek).

**Tab. 32: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část IV.**

SL	v1	v2	v3	v4	v5	v6
95	4	1	1	1	1	1
98	4	1	1	1	4	1
105	4	2	1	1	1	1
110	4	3	1	1	1	1
112	4	3	1	1	4	1

V případě prvních dvou histogramů na obrázku č. 11 nastalo opět podrobnější členění sloučených veličin. I když jejich četnost není tak objemná jako v předchozích dvou případech, určitě je potřeba je zmínit. V tabulce č. 32 je opět uvedena kombina šesti sloupců. Rozdílnost zde převažuje ve sloupci v2, kde jsou uvedeny hodnoty: 1 (povrch suchý, neznečistěný); 2 (povrch suchý, znečistěný (písek, prach, listí, štěrk atd.)); 3 (povrch mokry).



**Obr. 12: Úprava redukce hodnot – histogramy č.V**

Poslední histogramy pro porovnání četnosti sloučených veličin jsou uvedeny v obrázku č.12. Z výsledků jasně vyplývá, že zatímco třetí histogram dole nemá žádné zastoupení v rámci těchto hodnot, ostatní dva stupně závažnosti nehody mají výsledky jiné.

**Tab. 33: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část V.**

SL	v1	v2	v3	v4	v5	v6
121	4	3	1	4	3	1
123	4	3	1	4	5	1
126	4	3	1	5	5	1
131	4	3	3	1	1	1
134	4	4	1	1	1	1
135	4	4	1	1	2	1
139	4	5	1	1	1	1
140	4	5	1	1	4	1
144	4	5	1	6	1	1

Pro zbylé dva histogramy jsou uvedeny výsledky přehledně v tabulce č. 33. Zde je zachována stejná struktura jako v předešlých případech. Pokud se podíváme na dané veličiny jednotlivě, můžeme vidět shodu ve sloupci v1 a v6 , kde je hodnota 4 (alkohol u viníka nezjišťován) a 1(dobré rozhledové poměry). Pokud se podíváme na sloupec v2, hodnoty ze statistického dotazníku odpovídají stavu, kdy je povrch mokrá a nebo je na vozovce náledí. V případě třetího sloupce je stav komunikace dobrý, bez závad. Rozdíl je pouze u sloučené veličiny 131, kde je uvedena hodnota 3 (stav jiný nebo závada na komunikaci). Hodnoty se dále liší ve sloupci v4, kde jsou povětrnostní podmínky neztížené a nebo jsou zde závažné stavy v podobě 4 – déšť, 5 – sníh a 6 – tvoří se námraza. Posledním neuvedeným sloupcem zde je sloupec v5, kde pro hodnoty z tabulky platí ohledně viditelnosti tyto skutečnosti:

- 1- ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
- 2 - ve dne, zhoršená viditelnost (svítání, soumrak)
- 3 - ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.)
- 4 - v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
- 5 - v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)

## 4 Výsledné závěry a navazující práce se zpracovanými nehodovými daty

V přechozí kapitole jsou podrobně popsány výsledky, které lze vyčíst z dat a histogramů. V následující kapitole budou shrnuty závěry, které z toho plynou. Dále zde bude nastíněna další možná návazná práce na nehodových diskrétních datech hlavního města Prahy.

### 4.1 Výsledné závěry a shrnutí výsledků analýzy nehodových dat

Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole č. 3, výsledky jsou uvedeny ve třech histogramech nadsebou, které jsou určeny stanovenými mezemi pro finanční ztráty při nehodách za rok 2012. Při jejich stanovení se vycházelo z rozložení dat a podle toho byly také upraveny.

O nehodových datech můžeme tedy říci následující závěry:

- Rozdíly rozložení četnosti jsou u prvních dvou histogramů minimální, zatímco třetí sloupcový graf vykazuje velmi odlišné rozložení četnosti pro sloučené veličiny
- Možným důvodem je právě naše stanovení mezí pro finanční ztráty, které jsme stanovili na základě dat a které jsou mezi prvními dvěma sloupcovými grafy v řádu stovek, zatímco u třetího grafu jsou několikanásobně vyšší
- V případě první redukce dat nebyly získány zajímavé výsledky. Pro většinu nehodových událostí platily ideální podmínky. Redukce dat byla příliš radikální.
- V případě upravené redukce dat dostáváme trojnásobný objem sloučených veličin. Práce je daleko obsáhlejší. Díky tomu ale získáváme zajímavější výsledky v rozdělení četnosti jednotlivých sloučených veličin.

Dále můžeme na základě histogramů po úpravě redukce hodnot říci o třech stupních závažnosti nehody následující závěry:

- V případě třetího sloupcového grafu, kde jsou nejzávažnější finanční následky, nastaly jednoznačně nehody za stížených podmínek – tzn. déšť, mokrá povrch. Celkově šlo o 170 nehod pouze z jednoho testovaného vzorku.
- Zároveň o výsledcích můžeme říci, že v kombinaci se stíženými podmínkami, deštěm a s časovým obdobím v noci, počet závažných nehod vzrostl na testovaném vzorku přibližně na trojnásobek (sloučená veličina 40).



- Podobné výsledky nastávají v případě zimních měsíců, kdy sněží a na povrchu vozovky se tvoří námraza. Zajímavé zde je, že v těchto případech jsou náklady na škody nižší a řadí se do prvního sloupcového grafu.
- Dalším zjištěním, v případě těžších nehod v otázce finančních škod, je fakt, že pro hodnoty 95 a 98, které jsou zde hojně zastoupeny (790 nehod jen na testovaném vzorku 2012\_I), platí, že není u viníka nehody zjišťován alkohol. Důvod se zde, ani v ostatních sloupcích neuvádí. Jednou z možností je, že při těchto nehodách byl použit euroformulář, nehody pak byly do statistik začleněny.

Problémů, které je potřeba kontrolovat, hlídat a upravovat, naštěstí není moc. Jak už bylo v textu zmíněno, některé hodnoty z formuláře nejsou ve vzorku dat zastoupeny. Z tohoto důvodu je potřeba pro jednotlivé vzorky upravit redukci dat, aby seděl počet hodnot pro jednotlivé kombinace šesti sloupců. V případě chyby naskočí ve SCILABu upozornění.

## 4.2 Návazné zpracování pomocí map

Jak už bylo zmíněno výše, zatímco samotné výpočty byly spíše obecného rázu a hledala se nějaká obecná struktura nebo systém pro zpracování kompletně všech nehodových dat, dalším návazným krokem jsou konkrétní úseky a konkrétní dotazy.

V této diplomové práci je další směřování činnosti zaměřeno na promítnutí dat do map a díky tomu lze rozdělit vzorek dat na menší úseky. V daných lokalitách se můžeme zaměřit na konkrétní dotazy a případně se podívat na shodný vývoj nehodovosti v podobných úsecích či místech dopravní komunikace. Případně na vývoj nehod v daném místě.

Po zpracování analýzy nehodových dat není problém k nim zpětně přidat určení polohy z původních souborů. Protože byla zachována stejná struktura a pořadí řádků, stačí pouze vložit dané sloupce. Zde jsou dvě možnosti, první možností je vložit sloupec x a y. Možností číslo dvě je vložit sloupec s id nehody.

Zde nastal v prvním případě problém, protože formát dat pro určení polohy nemá formu GPS, tudíž nešel nahrát do aplikace *mojemapy* od *google.cz*, jako tomu bylo například u dat od záchranné služby. Druhou možností je nahrání id polohy nehody do Jednotné vektorové dopravní mapy, zde získat polohu gps a s tou pak dále bez problémů pracovat. Tato metoda je ovšem časově velmi náročná, protože za každý rok přibudou čtyři soubory s nehodovými daty, které zároveň obsahují 4 – 5 tisíc nehodových událostí.

## 4.3 Bayesovské sítě

Jak již bylo zřejmé z předchozí kapitoly, kódováním několika veličin do jedné veličiny získáme pro tuto novou sloučenou veličinu velké množství hodnot. Zároveň porovnávání histogramů není snadné, protože nabývají velkých rozměrů (viz. v předchozí kapitole, kdy v rámci přehlednosti byly histogramy se 145 proměnnými rozděleny na pět částí).

V případě využití Bayesovských sítí se uvažuje, že některé veličiny přímo ovlivňují jen určité podmnožiny jiných veličin, můžeme velký histogram rozložit na řadu menších, pro jednotlivé skupiny navzájem nezávislých (podmíněně) veličin, a tyto menší histogramy zkoumat odděleně.

### 4.3.1 Ukázkový příklad pro Bayesovské sítě

Pokud budeme uvažovat 4 binární veličiny, jimiž jsou: Počasí (1-jasno, 2-zataženo), Kropení (1-ano, 2-ne), Déšť (1-ano, 2-ne), Záhony (1-suché, 2-mokrý). V návaznosti na to lze logicky sestavit síť (DAG – Directed Acyclic Graph).

Jednotlivé uzly grafu jsou svázány s jednotlivými veličinami a orientované hrany grafu vyjadřují to, jak se veličiny navzájem ovlivňují (např. je zataženo, zatím nebudu kropit, ale počká, zda nezačne pršet, atd.). Každý uzel je tedy posán podmíněnou hodnotou pravděpodobnosti, kde v podmínce jsou veličiny z uzlů, jejichž hrany do popisovaného uzlu vstupují – tzv. rodiče. Oproti tomu veličiny z uzlů, do kterých hrany, z popisovaných uzlů vstupují, se nazývají děti.

Pro účel tohoto příkladu zde jsou v grafu 4 hp

$$f(P), f(K|P), f(D|P), f(Z|K,D) \quad (19)$$

Součin těchto podmíněných hp dá sdruženou hp  $f(P, K, D, Z)$ . Rozklad této hp dá

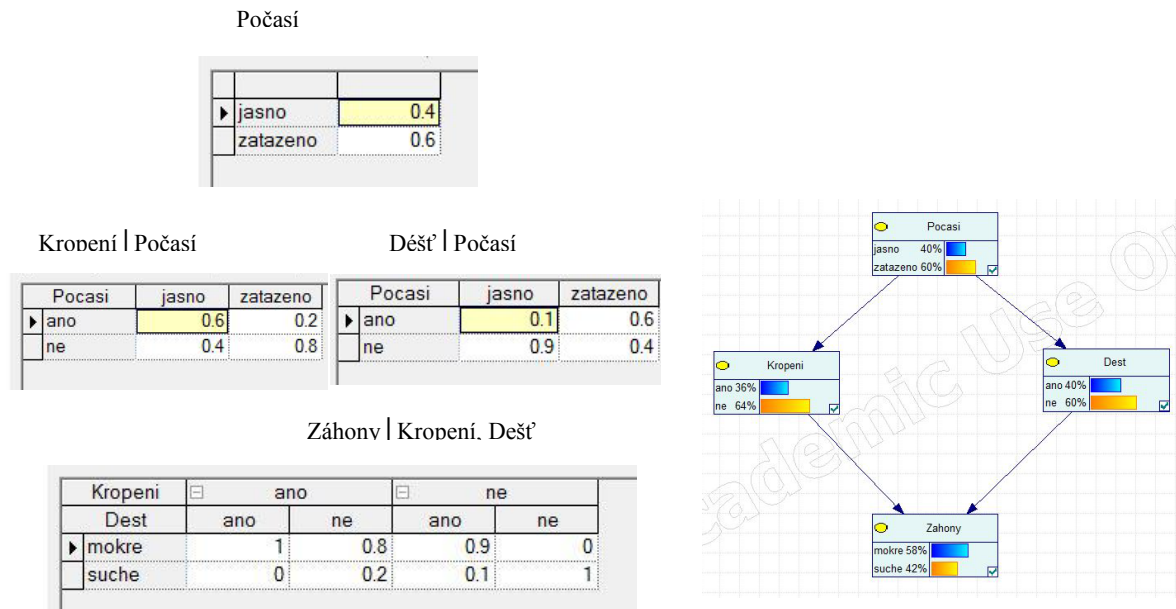
$$f(P) f(K|P) f(D|P, K) f(Z|P, K, D) \quad (20)$$

Z těchto vztahů lze vyvodit závěr, že v grafu tohoto případu, je D podmíněně nezávislé na K a zároveň je Z podmíněně nezávislé na P.

Dalším krokem je zavedení značení  $\pi(V_i)$ , jež je množina „rodičů“ uzlu  $V_i$ , pak lze sdruženou hp  $f(V)$  zapsat tímto vztahem:

$$f(V) = \prod_{i=1}^n f(V_i | \pi(V_i)) \quad (21)$$

Tedy jako součin hp uzlů podmíněných svými rodiči. V rámci tohoto ukázkového případu mohou být podmíněné hp následující:



Obr. 13: Ukázka – podmíněné hp

V této fázi se pracuje s programem Genie. V uvedeném příkladu jsou parametry, tedy pravděpodobnosti v tabulkách, zadávány ručně – expertně. V případě pokračování v analýze nehodových dat je možno odhadovat tyto parametry z dat. Jde v podstatě o odhadování dat pro diskrétní model. Za podmínky velkého množství veličin s více hodnotami (které v rámci naměřených nehodových dat z hlavního města Prahy jsou), jsou tabulky modelů příliš velké. K usnadnění práce lze využít nějaké úsporné algoritmy. V tomto směru dále pracuje doc. Ing. Ivan Nagy, CSc. s jeho týmem v rámci projektu.

## Závěr

V mé diplomové práci, na téma analýza nehodových diskrétních dat, se snažím popsat, jak data vypadají, jaké informace z nich můžeme získat a jaké použít nástroje a úpravy dat, aby bylo výsledku dosaženo. Pokud porovnáme celkové počty dopravních silničních nehod ze čtyř částí Prahy, je jednoznačně pozorovatelný nárůst nehodových položek. Konkrétně mezi lety 2012 a 2013 je to o 798 nehod více, v následujícím roce tento počet vzrostl o dalších 713 nehodových událostí. Z těchto informací je jasné, že nehodovost je převládajícím problémem a je důležité tuto otázku řešit. V komplexním pohledu nám samozřejmě chybí výsledky z posledních dvou let 2015 a 2016, přesto je ale jasné, že současné stavy stále nejsou uspokojivé. Proto je řešením právě intenzivní snaha o snižování nehodovosti. K tomu je potřeba správně použít data o této nehodovosti, které jsou k dispozici.

Teoretická část je zaměřena na dopravní nehody a jejich znalecké posouzení pouze okrajově, v základních bodech. V rámci tohoto tématu bych mimo jiné dále odkázala na práci mých kolegů, kteří toto téma podrobněji rozvedli. Dále jsou zde shrnuty některé základní body z teorie statistiky při práci s diskrétními daty.

Praktická část pojednává o struktuře nehodových dat. Analýza nehod je zaměřena na území hlavního města Prahy, konkrétně zde byl pro zkoumání zvolen vzorek 2012 územní celek I. Původně se předpokládalo, že budou stejným způsobem řešena data od 2012 až po 2014, ale navazující tým (Kamila Kecherová a Jaroslav Kácovských) už se k tomu z časových důvodů nedostali. Podklady jsou pouze připraveny na nahrání do map a vybrání rizikových lokalit, se kterými by bylo možno dále pracovat a na něž lze navázat.

Na začátku celého projektu, když se stanovovaly cíle, nám bylo od dopravního podniku hlavního města Prahy řečeno, že chtějí vědět, jaké informace z dat lze získat. Dále chtěli navrhnout nějakou obecnou strukturu a postup, který lze při zpracování nehodových dat použít. Tento bod se mi podle mého názoru podařilo splnit. Dále nám byly stanoveny obecné návrhy formulací výstupu, které by měly být přínosné. Všechny tyto informace jsou zakódovány v součenné veličině a lze je jednoduše vyselektovat a například nahrát na mapu. V tomto bodu je splněno vše až na otázku zobrazení dat na mapu, kdy nastal problém, jak převést polohu nehody z JTSC na WGS84 data ve velkých souborech dat (okolo 4000 položek ve 12 souborech). Samozřejmě v dnešní době internet umožňuje řadu řešení, ovšem většina z nich je omezena kapacitně, například převedením sto plošek na jednou.

Na závěr bych chtěla podotknout, že výsledky, které jsem získala jsou obecného rázu a je s nimi možná další práce. Musí se brát v potaz, že informace o zavinění nehody, je uvedena pouze v podobě primární příčiny. Právě řešení pomocí map a zaměření se na konkrétní otázky se mi zdá jako další reálný krok.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] Doc. Ing. Jindřich Šachl, CSc., a kolektiv: *Analýza nehod v silničním provozu*, ČVUT Praha, 2010.
- [2] *Dopravní inženýrství: Kapitola V. Dopravní nehodovost (ČÁST 1)* [online]. Ostrava: Fakulta strojní, VŠB-TU, 2009 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://projekt150.hav.cz/node/97>
- [3] NAGY, Ivan, PEČERKOVÁ, Petra. *Statistika*. Praha:FD ČVUT
- [4] *Základní typy rozdělení pravděpodobnosti diskrétní náhodné veličiny* [online]. ESF [cit. 2017-05-30]. Dostupné z: <https://homen.vsb.cz/~oti73/cdpast1/KAP04/PRAV4.HTM>
- [5] STASOFT CR S. R. O. *StatSoft: Úvod do regresní analýzy* [online]. Praha [cit. 2017-05-30]. Dostupné z: [http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014\\_26\\_03\\_StatSoft\\_Uvod\\_do\\_regresni\\_analyzy.pdf](http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014_26_03_StatSoft_Uvod_do_regresni_analyzy.pdf)
- [6] ANDĚL, Jan.: *Základy matematické statistiky*. Praha: MATFYZPRESS, 2005
- [7] Česká republika. Zákon 361/2000 Sb., *Zákon o provozu na pozemních komunikacích*
- [8] Prof. JUDr. Ing. Viktor Porada, DrSc., a kolektiv: *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi*, Linde Praha, 2000.
- [9] Chmelík, Jan.: *Vyšetřování silničních dopravních nehod*, Ministerstvo vnitra ČR, odbor person. Práce a vzdělávání PČR, Úřad vyšetřování pro Českou republiku, Praha, 1998.
- [10] ČEČOT, Vladimír. a kol. *Dopravné nehody*. Bratislava : respo. s.r.o., 2003. 1. vydání. ISBN 80-968953-5-4.
- [11] PORADA, Viktor. a kol. *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi*. Praha : Linde Praha a.s., 2000. str. 378. ISBN 80-7201-212-6.
- [12] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 1997. ISBN 80-7204-057-X.
- [13] Zákon č. 111/1994 sb., v platném znění, o silniční dopravě.
- [14] Zákon č. 12/1997 sb., v platném znění, o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích.
- [15] Zákon č. 13/1997 sb., v platném znění, o pozemních komunikacích.

- [16] ANDRES J. a kol. – Metodika identifikace a řešení míst častých dopravních nehod. 1. vyd.  
Brno: CDV, 2001. 38 s. ISBN 80-902141-9-3.

## Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma kroků analýzy nehod.....	15
Obr. 2: První a druhá úprava nehodových dat .....	43
Obr. 3: Určení vážnosti nehody .....	43
Obr. 4: Redukce hodnot a třetí úprava hodnot.....	45
Obr. 5: Překódování do jedné veličiny a čtvrtá úprava .....	46
Obr. 6: Histogramy pro tři stupně závažnosti.....	47
Obr. 7: Úprava redukce hodnot .....	51
Obr. 8: Úprava redukce hodnot – histogramy č.1.....	52
Obr. 9: Úprava redukce hodnot – histogramy č.II.....	53
Obr. 10: Úprava redukce hodnot – histogramy č.III.....	55
Obr. 11: Úprava redukce hodnot – histogramy č.IV .....	56
Obr. 12: Úprava redukce hodnot – histogramy č.V.....	57
Obr. 13: Ukázka – podmíněné hp.....	62



## Seznam tabulek

- Tab. 34: Výsledky testování datového vzorku „Chodci za rok 2012“
- Tab. 35: Výsledky testování datového vzorku „uzemní celek I a II za rok 2012“
- Tab. 36: Výsledky testování datového vzorku „uzemní celek III a IV za rok 2012“
- Tab. 37: Výsledky testování datového vzorku pro rok 2012 I
- Tab. 38: Sloupec p06 – DRUHY NEHOD
- Tab. 39: Sloupec p07 – DRUH SRÁŽKY JEDOUCÍCH VOZIDEL
- Tab. 40: Sloupec p08 – DRUH PEVNÉ PŘEKÁŽKY
- Tab. 41: Sloupec p09 – CHARAKTER NEHODY
- Tab. 42: Sloupec p10 – ZAVINĚNÍ NEHODY
- Tab. 43: Sloupec p11 – ALKOHOL U VINÍKA NEHODY PŘÍTOMEN
- Tab. 44: Sloupec p12 – HLAVNÍ PŘÍČINY NEHODY
- Tab. 45: Sloupec p15 - DRUH POVRCHU VOZOVKY
- Tab. 46: Sloupec p16 – STAV POVRCHU VOZOVKY V DOBĚ NEHODY
- Tab. 47: Sloupec p17 – STAV KOMUNIKACE
- Tab. 48: Sloupec p18 – POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY V DOBĚ NEHODY
- Tab. 49: Sloupec p19 – VIDITELNOST
- Tab. 50: Sloupec p20 – ROZHLEDOVÉ POMĚRY
- Tab. 51: Sloupec p21 – DĚLENÍ KOMUNIKACE
- Tab. 52: Sloupec p22 – SITUOVÁNÍ NEHODY NA KOMUNIKACI
- Tab. 53: Sloupec p23 – ŘÍZENÍ PROVOZU V DOBĚ NEHODY
- Tab. 54: Sloupec p24 – MÍSTNÍ ÚPRAVA PŘEDNOSTI V JÍZDĚ
- Tab. 55: Sloupec p27 – SPECIFICKÁ MÍSTA A OBJEKTY V MÍSTĚ NEHODY
- Tab. 56: Sloupec p28 – SMĚROVÉ POMĚRY
- Tab. 57: Sloupec p34 – POČET ZÚČASTNĚNÝCH VOZIDEL
- Tab. 58: Sloupec p35 – MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY
- Tab. 59: Přejmenování sloupců
- Tab. 60: Ukázka pro redukci hodnot
- Tab. 61: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I
- Tab. 62: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část I.
- Tab. 63: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část II.
- Tab. 64: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část III.
- Tab. 65: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část IV.
- Tab. 66: Zajímavé překódované veličiny pro rok 2012 úsek I – úprava redukce hodnot část V.

## **Seznam příloh**

Příloha 1 – Seznam možných kombinací sloučené veličiny - 2012 územní celek I (1 strana, A4)

Příloha B – Legenda pro pochopení redukce hodnot (2 stran, A4)

Příloha C – Úprava redukce hodnot (1 strana, A4)

**Příloha č. A: Seznam možných kombinací sloučené veličiny - 2012 územní celek I**

	v1	v2	v3	v4	v5	v6		v1	v2	v3	v4	v5	v6
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	29	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	30	2.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	31	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	32	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0
5	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	33	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0
6	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	34	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	35	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0
8	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	36	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0
9	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	37	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0
10	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	38	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	39	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	40	3.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
13	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	41	3.0	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0
14	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	42	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	43	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0
16	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	44	3.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0
17	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	45	3.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0
18	1.0	2.0	1.0	3.0	1.0	1.0	46	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0
19	1.0	2.0	1.0	3.0	2.0	1.0	47	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0
20	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	48	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
21	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	49	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0
22	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	50	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
23	1.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	51	3.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0
24	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	52	3.0	2.0	3.0	1.0	1.0	3.0
25	1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	53	3.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0
26	1.0	2.0	3.0	3.0	1.0	2.0	54	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0
27	1.0	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	55	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0
28	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	56	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0

**Příloha č. B: Legenda pro pochopení redukce hodnot**

PŘEKÓDOVÁNÍ		P11		ALKOHOL U VINÍKA	
1. redukce s l6	2. redukce	MOŽNOSTI:			
2	2	1	Ano, obsah alkoholu v krvi do 0,24 ‰		
1	1	2	Ne		
2	2	3	Ano, obsah alkoholu v krvi od 0,24‰ do 0,5‰		
2	2	4	Pod vlivem drog		
2	2	5	Pod vlivem alkoholu a drog		
2	2	6	Ano, obsah alkoholu v krvi od 0,5‰ do 0,8‰		
2	2	7	Ano, obsah alkoholu v krvi od 0,8‰ do 1,0‰		
2	2	8	Ano, obsah alkoholu v krvi od 1,0‰ do 1,5‰		
2	3	9	Ano, obsah alkoholu v krvi 1,5‰ a více		
3	4	0	Nezjišťováno		
PŘEKÓDOVÁNÍ		P16		STAV POVRCHU VOZOVKY	
1. redukce s l13	2. redukce	MOŽNOSTI:			
1	1	1	povrch suchý, neznečistěný		
2	2	2	povrch suchý, znečistěný (písek, prach, listí, šterk atd.)		
2	3	3	povrch mokrý		
2	2	4	na vozovce je bláto		
2	4	5	na vozovce je náledí, ujetý sníh – posypané		
2	5	6	na vozovce je náledí, ujetý sníh – neposypané		
2	2	7	na vozovce je rozlitý olej, nafta apod.		
2	2	8	souvislá sněhová vrstva, rozbředlý sníh		
2	2	9	náhlá změna stavu vozovky (námraza na mostu, místní náledí)		
3	2	0	0 jiný stav povrchu vozovky v době nehody		
PŘEKÓDOVÁNÍ		P17		STAV KOMUNIKACE	
1. redukce s l14	2. redukce	MOŽNOSTI:			
1	1	1	dobrý, bez závad		
2	2	2	podélný sklon vyšší než 8%		
2	2	3	nesprávně umístěná, znečistěná, chybějící dopravní značka		
2	2	4	zvlněný povrch v podélném směru		
2	2	5	souvislé výtluky		
2	2	6	nesouvislé výtluky		
2	2	7	trvalé zúžení vozovky		
2	2	8	příčná stružka, hrbol, vystouplé, propadlé kolejnice		
2	2	9	neoznačená nebo nedostatečně označená překážka na komunikaci		
2	2	10	přechodná uzavírka jednoho jízdního pruhu		
2	2	11	přechodná uzavírka komunikace nebo jízdního pásu		
3	3	12	jiný (neuvedený) stav nebo závada komunikace		
PŘEKÓDOVÁNÍ		P18		POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY	
1. redukce s l15	2. redukce	MOŽNOSTI:			
1	1	1	Neztížené		
2	2	2	Mlha		
2	3	3	Na počátku deště, slabý déšť, mrholení apod.		
2	4	4	Déšť		
2	5	5	Sněžení		
2	6	6	Tvoří se námraza, náledí		

2	2	7	nárazový vítr (boční, vichřice apod.)
3	2	0	jiné ztížené
<b>PŘEKÓDOVÁNÍ</b>	<b>P19</b>		<b>VIDITELNOST</b>
1. redukce s I16	2. redukce	MOŽNOSTI:	
1	1	1	ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
2	2	2	ve dne, zhoršená viditelnost (svítání, soumrak)
2	3	3	ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.)
2	4	4	v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
2	5	5	v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)
2	6	6	v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
2	6	7	v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost zhoršená vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)
<b>PŘEKÓDOVÁNÍ</b>	<b>P20</b>		<b>ROZHLEDOVÉ POMĚRY</b>
1. redukce s I17	2. redukce	MOŽNOSTI:	
1	1	1	dobré
2	2	2	špatné - vlivem okolní zástavby (budovy, plné zábradlí apod.)
2	2	3	špatné - vlivem průběhu komunikace, nebo podélného profilu nebo trasování (nepřehledný vrchol stoupání, zářez komunikace apod.)
2	2	4	špatné - vlivem vegetace - trvale (stromy, keře apod.)
2	2	5	špatné - vlivem vegetace - přechodně (tráva, obilí apod.)
2	2	6	výhled zakryt stojícím vozidlem
3	2	0	jiné špatné

**Příloha C: Úprava redukce hodnot**

	v1	v2	v3	v4	v5	v6		v1	v2	v3	v4	v5	v6		v1	v2	v3	v4	v5	v6		v1	v2	v3	v4	v5	v6
1	1	1	1	1	1	1	49	1	3	2	4	3	1	97	4	1	1	1	2	1	145	4	5	1	6	4	2
2	1	1	1	1	1	2	50	1	3	3	1	1	1	98	4	1	1	1	4	1							
3	1	1	1	1	2	1	51	1	3	3	1	2	1	99	4	1	1	1	6	1							
4	1	1	1	1	2	2	52	1	3	3	1	4	1	100	4	1	1	3	4	1							
5	1	1	1	1	4	1	53	1	3	3	4	3	1	101	4	1	2	1	1	1							
6	1	1	1	1	4	2	54	1	4	1	1	1	1	102	4	1	2	1	4	1							
7	1	1	1	1	6	1	55	1	4	1	1	4	1	103	4	1	3	1	1	1							
8	1	1	1	2	4	1	56	1	4	1	3	4	1	104	4	1	3	1	4	1							
9	1	1	1	2	5	2	57	1	4	1	4	5	1	105	4	2	1	1	1	1							
10	1	1	1	2	6	1	58	1	4	1	5	3	1	106	4	2	1	1	4	1							
11	1	1	1	3	4	1	59	1	4	1	5	4	1	107	4	2	1	4	3	1							
12	1	1	2	1	1	1	60	1	4	1	5	5	1	108	4	2	3	1	1	1							
13	1	1	2	1	4	1	61	1	4	1	6	1	1	109	4	2	3	1	1	2							
14	1	2	1	1	1	1	62	1	5	1	1	1	1	110	4	3	1	1	1	1							
15	1	2	1	1	4	1	63	1	5	1	1	4	1	111	4	3	1	1	1	2							
16	1	2	1	5	3	1	64	1	5	1	1	6	1	112	4	3	1	1	4	1							
17	1	2	2	1	1	1	65	1	5	1	2	4	1	113	4	3	1	1	6	1							
18	1	2	2	2	4	2	66	1	5	1	3	5	1	114	4	3	1	2	1	1							
19	1	2	2	3	2	1	67	1	5	1	4	3	1	115	4	3	1	2	5	1							
20	1	3	1	1	1	1	68	1	5	1	4	5	1	116	4	3	1	3	1	1							
21	1	3	1	1	1	2	69	1	5	1	5	3	1	117	4	3	1	3	3	1							
22	1	3	1	1	2	1	70	1	5	1	5	5	1	118	4	3	1	3	4	1							
23	1	3	1	1	4	1	71	1	5	1	5	6	1	119	4	3	1	3	5	1							
24	1	3	1	2	1	1	72	1	5	1	6	1	1	120	4	3	1	4	1	1							
25	1	3	1	2	3	1	73	1	5	1	6	3	1	121	4	3	1	4	3	1							
26	1	3	1	2	5	1	74	1	5	1	6	4	1	122	4	3	1	4	3	2							
27	1	3	1	3	1	1	75	1	5	1	6	5	1	123	4	3	1	4	5	1							
28	1	3	1	3	1	2	76	1	5	3	1	1	1	124	4	3	1	4	6	1							
29	1	3	1	3	2	1	77	1	5	3	1	4	1	125	4	3	1	5	3	1							
30	1	3	1	3	3	1	78	1	5	3	2	1	2	126	4	3	1	5	5	1							
31	1	3	1	3	3	2	79	1	5	3	5	3	1	127	4	3	1	6	3	1							
32	1	3	1	3	4	1	80	1	5	3	6	3	1	128	4	3	2	1	1	1							
33	1	3	1	3	5	1	81	2	1	1	1	1	1	129	4	3	2	1	4	1							
34	1	3	1	3	5	2	82	2	1	1	1	4	1	130	4	3	2	4	5	1							
35	1	3	1	4	1	1	83	2	1	3	1	1	1	131	4	3	3	1	1	1							
36	1	3	1	4	1	2	84	2	3	1	1	1	1	132	4	3	3	1	4	1							
37	1	3	1	4	2	1	85	2	3	1	1	4	1	133	4	3	3	4	3	1							
38	1	3	1	4	3	1	86	2	3	1	4	5	1	134	4	4	1	1	1	1							
39	1	3	1	4	3	2	87	3	1	1	1	1	1	135	4	4	1	1	2	1							
40	1	3	1	4	5	1	88	3	1	1	1	2	1	136	4	4	1	1	4	1							
41	1	3	1	5	1	1	89	3	1	1	1	4	1	137	4	4	1	4	5	1							
42	1	3	1	5	3	1	90	3	3	1	1	4	1	138	4	4	1	6	1	1							
43	1	3	1	5	4	1	91	3	3	1	3	4	1	139	4	5	1	1	1	1							
44	1	3	1	5	5	1	92	3	3	1	4	3	1	140	4	5	1	1	4	1							
45	1	3	1	6	1	1	93	3	3	1	4	4	1	141	4	5	1	4	4	1							
46	1	3	2	1	1	1	94	3	3	1	4	5	1	142	4	5	1	5	3	1							
47	1	3	2	1	4	1	95	4	1	1	1	1	1	143	4	5	1	5	5	1							
48	1	3	2	3	5	1	96	4	1	1	1	1	2	144	4	5	1	6	1	1							