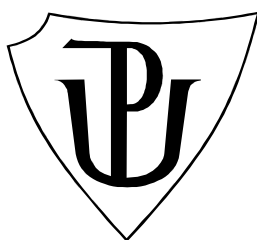


PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO
V OLOMOUCI

Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky
školní rok 2009/2010

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza dopravní nehodovosti



Vedoucí diplomové práce:
Mgr. Jaroslav Marek, Ph.D.
Rok odevzdání: 2010

Vypracovala:
Monika Dírerová
M-E, III. ročník

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem vypracovala tuto bakalářskou práci samostatně pod vedením Mgr. Jaroslava Marka, Ph.D., a že jsem uvedla v seznamu použité literatury všechny zdroje, se kterými jsem v této práci pracovala.

V Olomouci dne 13. dubna 2010

.....
Dírerová Monika

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu bakalářské práce Mgr. Jaroslavu Markovi, Ph.D. za spolupráci, ochotu a obzvlášť za čas věnovaný konzultacím této práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

OBSAH

OBSAH.....	3
ABSTRAKT	5
ABSTRACT	6
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	7
ÚVOD.....	8
1 HISTORIE A SOUČASNOST MOTORISMU	9
1.1 Vývoj motorového vozidla	9
1.2 Dopravní nehoda	10
1.2.1 Zákon č. 361/2000 Sb. ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu).....	13
1.2.2 Klasifikace dopravních nehod	15
1.3 Nehodovost v ČR	17
1.4 Silnice města Zlína	21
2 CÍLE PRÁCE	23
3 POUŽITÉ METODY PŘI ZPRACOVÁNÍ	24
3.1 Kontingenční tabulka.....	24
3.2 Krabicový diagram	26
3.3 Kruskal-Wallisův test	27
3.4 Paretův diagram.....	29
4 ANALÝZA NEHODOVOSTI.....	30
4.1 Počty nehod ve Zlíně celkem.....	30
4.2 Hlavní příčiny	32
4.3 Počet nehod ve dnech	34
4.3.1 Počet nehod ve dnech za rok 2004	34
4.3.2 Počet nehod ve dnech za rok 2005	36
4.3.3 Počet nehod ve dnech za rok 2006	37
4.3.4 Počet nehod ve dnech za rok 2007	38
4.3.5 Počet nehod ve dnech za rok 2008	39
4.4 Počet nehod v měsících	40
4.4.1 Počet nehod na silnicích v jednotlivých měsících.....	40
4.4.2 Počet nehod v měsících na jednotlivých silnicích.....	42
4.5 Následky nehod	44

4.5	Přítomnost alkoholu.....	46
4.7	Druh vozidla, které způsobilo nehodu.....	47
4.8	Druh nehody	50
4.9	Zavinění nehody	52
4.10	Stav vozovky	54
4.11	Viditelnost	56
4.12	Povětrnostní podmínky.....	59
4.13	Místo nehody	61
4.13.1	Počet nehod na jednotlivých silnicích v/mimo křižovatku.....	61
4.13.2	Počet nehod v letech v/mimo křižovatku	62
4.14	Počet nehod v hodinách.....	63
ZÁVĚR.....		66
POUŽITÁ LITERATURA		69
SEZNAM GRAFŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK		72
PŘÍLOHY		75

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou dopravní nehodovosti na hlavních přístupových komunikacích města Zlína.

V práci je objasněn pojem dopravní nehody a je popsán současný stav nehodovosti v ČR. Dále jsou popsány přístupové pozemní komunikace do Zlína a uvedeny jejich statistiky nehodovosti. Analýza nehodovosti je provedena pomocí statistických metod, zejména pomocí Kruskal-Wallisova testu a kontingenčních tabulek.

Cílem práce je najít nejvýznamnější faktory, které přispěly ke vzniku dopravních nehod ve Zlíně v letech 2004 – 2008.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the problems of the traffic accident frequency on the main access roads to the town of Zlín.

The thesis clarifies the term “traffic accident” and describes the current state of traffic accident frequency in the Czech Republic. In the following part the frontage roads to Zlín are described and accident statistics provided to them are presented. Accident analysis is performed using statistical methods, particularly through the Kruskal-Wallis test and pivot tables.

The goal of this thesis is to find the significant factors that contributed to the emergence of road accident in Zlín during 2004 – 2008.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

kW/kg	kilowatt na kilogram
km/h	kilometr za hodinu
g/l	gram na litr
BESIP	Bezpečnost silničního provozu
I	silnice první třídy
II	silnice druhé třídy
III	silnice třetí třídy
R	rychlostní komunikace

ÚVOD

Situace nejen na našich silnicích vyvolává v mnohých z nás znepokojivý pocit. Každý den se můžeme v televizi, v novinách nebo na internetu setkat alespoň s jednou závažnou dopravní nehodou. Obrovské množství nehod s následkem smrti je způsobeno nezodpovědností, neopatrností, bezohledností, nezkušeností a rychlou jízdou řidičů. Hektický život obyvatel a také jejich vysoká životní úroveň vedou ve vyspělých státech k vlastnictví automobilu téměř v každé rodině. Ovšem pozor, v některých rodinách je dokonce automobilů více. Nejen že vlastní auto každý z manželů, ale i jejich děti, které dostanou automobil po obdržení řidičského oprávnění. Často pak v různých zpravodajstvích vidíme dopravní nehody mladých lidí, kteří si myslí, že jsou z nich okamžitě výborní řidiči a svou jízdou ohrožují ostatní účastníky silničního provozu.

Každým rokem se v celé Evropské unii zpřísnují sankce za nedodržování pravidel silničního provozu. Důraz je kladen zejména na alkohol za volantem, což je řešeno vysokými pokutami a odebráním řidičského oprávnění. V rámci prevence byly založeny nejrůznější kampaně na podporu snížení dopravních nehod. V České republice patří k nejznámější kampaním program „*Domluvme se*“, který vychází z obdobných evropských kampaní (např. *Designated Driver*, *EUROBOB*, *Captaine de Soirée*) [1].

I přes veškerá nynější opatření je nehodovost stále vysoká. Ve spoustě případů nenese na nehodě vinu řidič, ale nějaký vnější faktor. V zimě je to obvykle námraza a sníh, na jaře to může být špatný stav vozovky způsobený právě uvedenými mrazy. Naším úkolem v této práci bude porovnat jednotlivé faktory působící na dopravní nehodu ve vybraných úsecích silnic směřujících do obce Zlín.

1 HISTORIE A SOUČASNOST MOTORISMU

Pod pojmem motorové vozidlo si představujeme pozemní dopravní prostředek, který ke svému výkonu potřebuje některý druh motoru (například spalovací, elektrický), sloužící k přepravě lidí, materiálu nebo zvířat po komunikacích, či v terénu. Řadíme mezi ně také vozidla, která nejsou určena k přepravě, ale používáme je při práci [2].

1.1 Vývoj motorového vozidla

V této kapitole budeme čerpat z literatury [3, 4, 5, 6].

První konkrétnější zprávu o pohyblivém stroji bez pomoci zvířecí či lidské síly, zaznamenáváme v 17. století. Je zde popsán pozlacený kočár pohybující se díky velké pružině natahované klikou, jehož vynálezcem byl hodinář Johann Hautsch. Další pokusy o sestrojení vozidla poháněného parním strojem uskutečnili v 18. století Francouzi Denis Papin a Thomas Savery, Skot James Watt a Francouz Joseph Cugnot. Posledně jmenovaný je považován za otce automobilu. V roce 1769 byl vyzkoušen první Cugnotův parní traktor pro dělostřelectvo, který byl vyroben na základě žádosti francouzského ministerstva války. Parní stroje Jamese Watta prokázaly velký výkon a ulehčily práci v různých odvětvích.

Na počátku 19. století stále převládají parní stroje, nyní už ale rychlejší a dokonalejší. Na scénu přicházely i nové druhy vozidel, které využívaly jiný pohon. Jako příklad uvedeme vůz poháněný stlačeným vzduchem, nebo raketový vůz, kterému pomáhal hořící střelný prach, ale také elektromobil. Český vynálezce Josef Brožek předvedl vůz vlastní konstrukce 22. srpna 1815 v Praze. V roce 1830 se v Anglii pohybovalo 26 parních automobilů.

Ke zvratu ve způsobu pohonu došlo ve druhé polovině 19. století, kdy se konstruktérům podařilo vyrobit první spalovací motory na svítiplyn, benzín, petrolej a líh. Koncepce dnešních automobilů vznikala po roce 1885 v Německu, kdy Gottlieb Daimler a Karel Benz obdrželi patenty na své stroje. Předmětem vývoje byly pneumatiky. Podnětem ke zvyšování rychlosti byly různé závody. První provozuschopný vznětový motor byl vyroben v Rakousku Rudolfem Dieslem v roce 1897. Ve stejném roce byl na území dnešní České republiky v továrně v Kopřivnici sestrojen automobil *Präsident* a následující rok byl vyroben první nákladní automobil.

Přelom 19. a 20. století patřil elektromobilu, který se dokonce v Americe stal rozšířenějším než auto se spalovacím motorem. Automobily se spalovacím, elektrickým a parním motorem mezi sebou soutěžily až do konce prvního desetiletí 20. století, kdy boj vyhrál automobil se spalovacím motorem díky svému vysokému výkonu a dobré skladovatelnosti pohonných hmot. Sériovou výrobu benzínového motoru prosadil a zavedl Henry Ford. Slavný *Ford model T* byl představen 27. 9. 1908 a udržel se na trhu až do roku 1927. Postupně vznikaly nové automobilky. Konkurenční boj přivedl některé firmy k zániku. Některé silnější značky existují na trhu do dnešní doby.

Na silnicích se dnes můžeme setkat s automobily poháněnými benzínem, naftou, plynem či elektromotorem. Vzhledem k vysokému znečišťování životního prostředí se vědci snaží vymyslet úspornější a méně škodlivé pohony.

Se stále rostoucím počtem vozidel roste i nehodovost, což nás vede k otázce, jak nebezpečné jsou silnice v našem okolí.

Vzhledem k hlavním cílům práce, posoudit nehodovost a faktory na ni působící, nejprve popíšeme pojem dopravní nehoda.

1.2 Dopravní nehoda

Pojmem dopravní nehoda nemusí být označována jen nehoda na pozemní komunikaci, nýbrž také nehoda při drážní, letecké nebo vodní dopravě [7]. Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu nehod vzniklých pouze na pozemních komunikacích, přestože v některých případech je viníkem vlak. Přesné vymezení dopravní nehody nám udává zákon o silničním provozu, kterému je věnována následující podkapitola.

Právní předpisy, které udávají podmínky, za kterých člověk smí řídit vozidlo, jsou prevencí před dopravními nehodami. Řadíme zde například [2]

- věk,
- fyzický a duševní stav,
- bezpečnostní pásy,
- rychlostní omezení,
- pravidla silničního provozu,
- požadavky na základní povinnou a speciální výbavu,
- požadavky na vozidlo v oblasti bezpečnosti, ekologie.

V následující tabulce je uvedena skupina, příslušné řidičské oprávnění a věk opravňující k řízení daného vozidla.

Tabulka 1 Řidičské oprávnění [8]

Skupina	Oprávnění	Věk
A	k řízení motocyklů o výkonu do 25kW s poměrem výkon/hmotnost nepřesahujícím 0,16kW/kg nebo motocyklů s postranním vozíkem a s poměrem výkon/hmotnost nepřesahujícím 0,16kW/kg.	18 let
A	k řízení motocyklů o výkonu nad 25kW nebo s poměrem výkon/hmotnost přesahujícím 0,16kW/kg nebo motocyklů s postranním vozíkem a s poměrem výkon/hmotnost přesahujícím 0,16kW/kg.	21 let
A1	k řízení lehkých motocyklů o objemu válců nepřesahujícím 125 cm^3 a o výkonu nejvýše 11kW.	16 let
B	a) k řízení motorových vozidel, s výjimkou vozidel uvedených v předchozích dvou skupinách a motocyklu o výkonu nad 25kW nebo s poměrem výkon/hmotnost přesahujícím 0,16kW/kg nebo motocyklu s postranním vozíkem a s poměrem výkon/hmotnost přesahujícím 0,16kW/kg, jejichž maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500kg a s nejvýše 8 místy k sezení, kromě místa řidiče; k tomuto motorovému vozidlu smí být připojeno přípojné vozidlo o maximální přípustné hmotnosti nepřevyšující 750kg, b) k řízení traktorů a pracovních strojů samojízdných, jejichž maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500kg, c) k řízení jízdních souprav složených z motorového vozidla podle písmene a) nebo b) a přípojného vozidla, pokud maximální přípustná hmotnost soupravy nepřevyšuje 3500kg a maximální přípustná hmotnost přípojného vozidla nepřevyšuje pohotovostní hmotnost 2) motorového vozidla.	18 let
B1	k řízení motorových tříkolových a čtyřkolových vozidel uvedených ve skupině B, jejichž maximální konstrukční rychlost převyšuje 45km/h nebo jsou poháněna spalovacím motorem o objemu válců převyšujícím 50 cm^3 nebo jsou poháněna jakýmkoliv jiným zařízením srovnatelného výkonu. Pohotovostní hmotnost těchto vozidel nesmí být vyšší než 550kg; do pohotovostní hmotnosti vozidla elektricky poháněného se nezapočítává hmotnost akumulátorů.	17 let
C	k řízení motorových vozidel, s výjimkou vozidel uvedených ve skupině D a D1, jejichž maximální přípustná hmotnost převyšuje 3500kg; k tomuto motorovému vozidlu smí být připojeno přípojné vozidlo, jehož maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 750kg.	18 let
C1	k řízení motorových vozidel, s výjimkou vozidel uvedených ve skupině D a D1, jejichž maximální přípustná hmotnost převyšuje 3500kg, avšak nepřevyšuje 7500kg; k tomuto motorovému vozidlu smí být připojeno přípojné vozidlo, jehož maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 750kg.	18 let
D	k řízení motorových vozidel určených pro přepravu osob s více než 8 místy k sezení, kromě místa řidiče; k tomuto motorovému vozidlu smí být připojeno přípojné vozidlo, jehož maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 750kg.	21 let
D1	k řízení motorových vozidel určených pro přepravu osob s více než 8 místy k sezení, kromě místa řidiče, avšak ne s více než 16 místy k sezení, kromě místa řidiče; k tomuto motorovému vozidlu smí být připojeno přípojné vozidlo, jehož maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 750kg.	21 let
B + E	k řízení jízdních souprav složených z motorového vozidla uvedeného ve skupině B a přípojného vozidla, pokud nejde o jízdní soupravu podle skupiny B písm. c).	18 let

C + E	k řízení jízdních souprav složených z motorového vozidla uvedeného ve skupině C a přípojného vozidla, jehož maximální přípustná hmotnost převyšuje 750kg.	18 let
C1 + E	k řízení jízdních souprav složených z motorového vozidla uvedeného ve skupině C1 a přípojného vozidla, jehož maximální přípustná hmotnost převyšuje 750kg. Maximální přípustná hmotnost soupravy však nesmí převyšovat 12000kg a maximální přípustná hmotnost přípojného vozidla nesmí převyšovat pohotovostní hmotnost motorového vozidla.	18 let
D + E	k řízení jízdních souprav složených z motorového vozidla uvedeného ve skupině D a přípojného vozidla, jehož maximální přípustná hmotnost převyšuje 750kg.	21 let
D1 + E	k řízení jízdních souprav složených z motorového vozidla uvedeného ve skupině D1 a přípojného vozidla, jehož maximální přípustná hmotnost převyšuje 750kg a nejsou v něm přepravovány osoby. Maximální přípustná hmotnost soupravy však nesmí převyšovat 12000kg a maximální přípustná hmotnost přípojného vozidla nesmí převyšovat pohotovostní hmotnost motorového vozidla.	21 let
AM	k řízení mopedů a malých motocyklů s maximální konstrukční rychlostí 45km/h.	15 let
T	k řízení traktorů a pracovních strojů samojízdných; k motorovému vozidlu smí být připojeno přípojné vozidlo.	17 let

Mezi další pravidla související s řízením vozidla patří např. omezení přepravy osob sedících vedle řidiče. Nemůže zde sedět osoba mladší 12 let, nebo osoba mladší 18 let, která je nižší než 150cm. Taková osoba zde musí být přepravována pouze za použití zádržného systému.

Bezpečnostní pásy jsou součástí výbavy každého automobilu a jejich používání je v České republice povinné. Přesto spousta řidičů toto nařízení nerespektuje. Někteří se domnívají, že když je jejich auto vybaveno airbagem, tak je to zbytečné. Není-li člověk připoután, je náraz do airbagu tak silný, že mu může zlomit vaz. Na dálnicích se připoutá asi 80% lidí, v obcích pak pouze 50% [9].

Další hrozbou je člověk posílený alkoholem, který má větší tendence riskovat, hůř odhaduje vzdálenosti, zužuje se mu zorné pole, špatně se soustředí a existuje spousta dalších faktorů, kvůli nimž jsou dopravní nehody spojené s alkoholem důvodem úmrtí. Tato situace nastává také tehdy, je-li u řidiče ještě zbytkový alkohol. V tomto případě roste riziko spánku, nevolnosti a celkového nesoustředění v důsledku poklesu krevního cukru. U řidiče ve věku 16 až 20 let s hladinou alkoholu 0.08 – 0.099 g/l je riziko smrtelné dopravní nehody 52x větší než u střízlivého jedince, zatímco u osoby starší 35 let je riziko zvýšeno 11x. Celkově se alkohol po požití ve velkých dávkách drží v organismu 20 i více hodin.

Unavený člověk by se měl také vyhnout řízení vozidla. Má snížený postřeh, prodlouženou reakční dobu, pořádně se nesoustředí a může u něj dojít k mikrospánku. Proto by si měl řidič před jízdou pořádně odpočinout, nebrat žádné uklidňující léky, apod.

Uvedená část textu, čerpaná z [9], nám podává informaci, za jakých okolností může nastat dopravní nehoda a jak se jí můžeme vyhnout. Přesnou definici dopravní nehody uvádí následující zákon.

1.2.1 Zákon č. 361/2000 Sb. ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu)

První část tohoto zákona je rozdělena do sedmi hlav. První z nich definuje základní pojmy, které souvisí s pozemními komunikacemi, druhá se zabývá povinnostmi účastníků silničního provozu a vymezuje právní předpisy, které souvisí s pohybem na pozemních komunikacích. V této hlavě také nalezneme §47, Dopravní nehoda, jehož znění bude uvedeno níže. Třetí hlava podává veškeré informace související s řidičským oprávněním a řidičským průkazem. Další hlavy už nejsou tolik obsáhlé, ale samozřejmě zachycují důležité pojmy a informace, mezi něž patří registr řidičů, bodové hodnocení porušení povinností stanovených zákonem, státní správa a nakonec společná, přechodná a závěrečná ustanovení. V dalších částech se můžeme dozvědět o změnách v zákoně, nabytí účinnosti tohoto zákona a znění různých ustanovení.

Zákon se neustále mění, znění následujícího paragrafu je platné od 1. ledna 2009. Je zde patrná změna ve výši hmotné škody pro nahlášení nehody policii, kdy to pro předcházející rok bylo pouze 50 000Kč, což bylo platné ke dni 1. července 2006. Před touto úpravou sahala výše hmotné škody ještě níže a to na 20 000Kč.

Zákon o silničním provozu č. 361/2000 Sb., §47, Dopravní nehoda

(1) Dopravní nehoda je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu.

(2) Řidič, který měl účast na dopravní nehodě, je povinen

a) neprodleně zastavit vozidlo,

- b) *zdržet se požití alkoholického nápoje a jiných návykových látek po nehodě po dobu, do kdy by to bylo na újmu zjištění, zda před jízdou nebo během jízdy požil alkoholický nápoj nebo návykovou látku, vždy však do doby příjezdu policisty v případě, že jsou účastníci nehody povinni ohlásit nehodu policistovi podle odstavců (4) a (5),*
- c) *učinit opatření k zabránění vzniku škody osobám nebo věcem, pokud tak hrozí v důsledku dopravní nehody, a*
- d) *spolupracovat při zjišťování skutkového stavu.*

(3) Účastníci dopravní nehody jsou povinni

- a) *učinit vhodná opatření, aby nebyla ohrožena bezpečnost provozu na pozemních komunikacích v místě dopravní nehody; vyžadují-li to okolnosti, jsou oprávněni zastavovat jiná vozidla,*
- b) *oznámit, v případech stanovených tímto zákonem, nehodu policii; došlo-li k zranění, poskytnout podle svých schopností první pomoc a k zraněné osobě přivolat zdravotnickou záchrannou službu,*
- c) *označit místo dopravní nehody,*
- d) *umožnit obnovení provozu na pozemních komunikacích, zejména provozu vozidel hromadné dopravy osob,*
- e) *neprodleně ohlásit policii poškození pozemní komunikace, obecně prospěšného zařízení nebo životního prostředí, pokud k němu při dopravní nehodě došlo,*
- f) *prokázat si na požádání navzájem svou totožnost a sdělit údaje o vozidle, které mělo účast na dopravní nehodě.*
- g) *v případech, kdy nevznikne povinnost oznámit nehodu policii, sepsat společný záznam o dopravní nehodě, který podepíší a neprodleně předají pojistiteli; tento záznam musí obsahovat identifikaci místa a času dopravní nehody, jejích účastníků a vozidel, její příčiny, průběhu a následků.*

(4) Dojde-li při dopravní nehodě k usmrcení nebo zranění osoby nebo k hmotné škodě převyšující zřejmě na některém ze zúčastněných vozidel včetně přepravovaných věcí nebo na jiných věcech částku 100 000 Kč, jsou účastníci dopravní nehody povinni

- a) *neprodleně ohlásit dopravní nehodu policistovi,*
- b) *zdržet se jednání, které by bylo na újmu řádného vyšetření dopravní nehody, zejména přemístění vozidel; musí-li se však situace vzniklá*

dopravní nehodou změnit, zejména je-li to nutné k vyproštění nebo ošetření zraněné osoby nebo k obnovení provozu na pozemních komunikacích, především provozu vozidel hromadné dopravy osob, vyznačit situaci a stopy,

c) setrvat na místě dopravní nehody až do příchodu policisty nebo se na toto místo neprodleně vrátit po poskytnutí nebo přivolání pomoci nebo ohlášení dopravní nehody.

(5) Povinnost podle odstavce 4 platí i v případě, kdy při dopravní nehodě

a) dojde ke hmotné škodě na majetku třetí osoby, s výjimkou škody na vozidle, jehož řidič má účast na dopravní nehodě nebo škody na věci přepravované v tomto vozidle,

b) dojde k poškození nebo zničení součásti nebo příslušenství pozemní komunikace podle zákona o pozemních komunikacích 20a), nebo

c) účastníci dopravní nehody nemohou sami bez vynaložení nepřiměřeného úsilí zabezpečit obnovení plynulosti provozu na pozemních komunikacích.[8]

1.2.2 Klasifikace dopravních nehod

Policie ČR má o každé hlášené nehodě veškeré informace, které rozděljuje do několika skupin. Díky tomuto členění se dozvídáme, jaké faktory měly vliv na nehodu a co ji způsobilo.

1. Druh nehody:

- srážka, např. s jedoucím nekolejovým vozidlem, s chodcem, se zvířetem, s pevnou překážkou atd.,
- havárie,
- jiný druh nehody.

2. Zavinění nehody:

- řidičem motorového vozidla,
- řidičem nemotorového vozidla,
- lesní zvěří, domácím zvířectvem,
- chodcem,
- technickou závadou vozidla,

- závadnou komunikací,
- jiné zavinění.

3. Alkohol u viníka nehody:

- přítomen,
- nepřítomen,
- nezjišťováno.

4. Hlavní příčiny nehody – existují různé příčiny, ale nejvíce vyskytované jsou:

- nepřiměřená rychlost jízdy,
- nesprávné předjíždění,
- nedání přednosti v jízdě,
- nesprávný způsob jízdy,
- technická závada vozidla.

Každá z uvedených příčin se dále člení na podrobnější důvody nehod, např. nepřizpůsobení rychlosti hustotě provozu, předjíždění vpravo, při vjíždění na silnici, nezvládnutí řízení vozidla, nesprávné uložení nákladu, atd.

5. Následky nehody:

- usmrcení účastníka,
- těžké zranění,
- lehké zranění.

6. Příčiny, na které nemá vliv lidský faktor:

- stav povrchu vozovky – např. povrch mokrý,
- povětrnostní podmínky – např. sněžení,
- viditelnost – např. ve dne - zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek.

7. Místo nehody:

- mimo křižovatku,
- na křižovatce,
- v různých zónách silnic.

8. Druh vozidla, které se účastnilo nehody:

- osobní automobil (bez přívěsu, s přívěsem),
- nákladní automobil (s návěsem, s přívěsem),
- jízdní kolo,

- autobus,
- trolejbus,
- (malý) motocykl,
- nezjištěno, řidič ujel.

1.3 Nehodovost v ČR

Automobil je v dnešní době nedílnou součástí téměř každé rodiny, v některých se vyskytuje dokonce více než jeden. Je to způsobeno životním komfortem a potřebami člověka, ke kterým patří i rychlá doprava. Na trh přichází čím dál rychlejší a luxusnější automobily, což podněcuje zvýšenou rychlost. Nepřiměřená rychlost je nejčastějším důvodem tragických nehod s následkem smrti, což podrobněji uvede tabulka 3 uvedená na straně 20. Vznik stále nových opatření a pravidel napomáhá k bezpečnější jízdě a snižování úmrtnosti na silnicích.

V následující tabulce jsou prezentovány počty nehod a prováděná opatření ke snižování nehodovosti v letech 1993 – 2008.

Tabulka 2 Počet nehod, počet usmrcených a hlavní opatření [10, 11, 12, 13, 14, 15]

Rok	Počet nehod	Počet usmrcených osob			Hlavní opatření
		do 24 hodin po nehodě	od 24 hodin do 30 dnů po nehodě	Celkem	
1993	152 157	1 355	169	1 524	
1994	156 242	1 473	164	1 637	
1995	175 520	1 384	204	1 588	
1996	201 697	1 386	182	1 568	
1997	198 431	1 411	186	1 597	1) Zavedení nejvyšší dovolené rychlosti 50km/h v obci a 130km/h na dálnicích a silnicích pro motorová vozidla (vyhláška 147/2007 Sb.)
1998	210 138	1 204	156	1 360	
1999	225 690	1 322	133	1 455	
2000	211 516	1 336	150	1 486	1) Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů
2001	185 664	1 219	115	1 334	

2002	190 718	1 314	117	1 431	
2003	195 851	1 319	128	1 447	
2004	196 470	1 215	167	1 382	1) Národní strategie bezpečnosti silničního provozu. 2) Zahájení projektu The Action ¹ .
2005	199 262	1 127	159	1 286	
2006	187 965	956	107	1 063	1) Na základě zákonů č. 411/2005 Sb. a 226/2006 Sb., kterými byl novelizován zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích: - změna v povinnosti hlášení nehod (hmotná škoda nad 50 000,- Kč) - dětské zadržné systémy - vyšší tresty za dopravní přestupky - bodový systém hodnocení řidičů - celodenní svícení i za nesnížené viditelnosti 2) Pokračování The Action 3) Zahájení kampaně „Domluvme se!“ ²
2007	182 736	1 123	99	1 222	1) Kampaň „Domluvme se!“ 2) The Action
2008	160 376	992	84	1 076	1) Kampaň „Nemyslíš. Zaplatíš!“ ³ 2) The Action 3) „Domluvme se!“

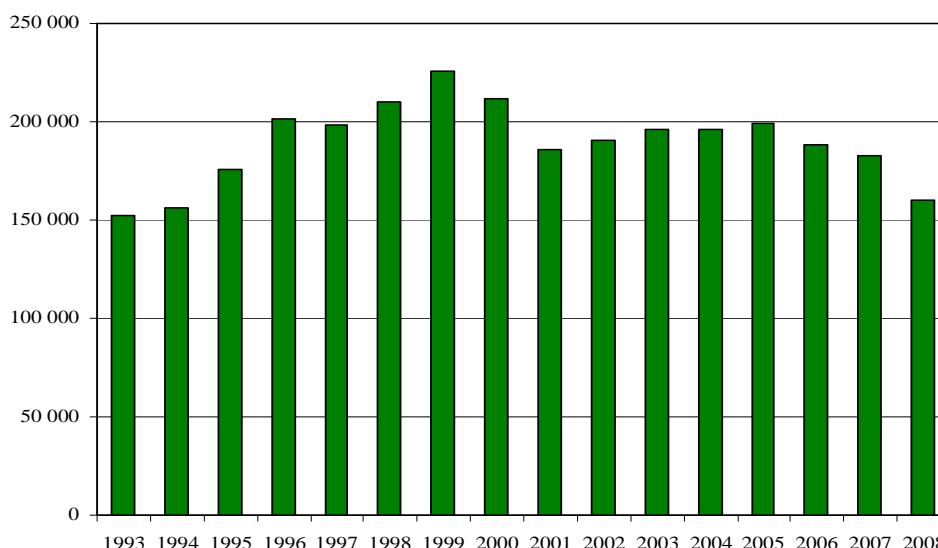
¹ Představuje neziskový projekt, který byl dodán do České republiky z Holandska agenturou EuroNet.cz ve spolupráci s Ministerstvem dopravy – BESIP v roce 2004. Je zaměřen na skupinu dospívajících jedinců formou multimediální show, jejíž cílem je prevence rychlé jízdy, dodržování silničních pravidel, užívání alkoholu a omamných látek ve spojení s řízením vozidla [13].

² Kampaň zaměřená na snížení počtu nehod způsobených mladými opilými řidiči, kteří se vracejí z nějaké zábavy [14].

³ Protialkoholová kampaň zaměřená především na motocykly [15].

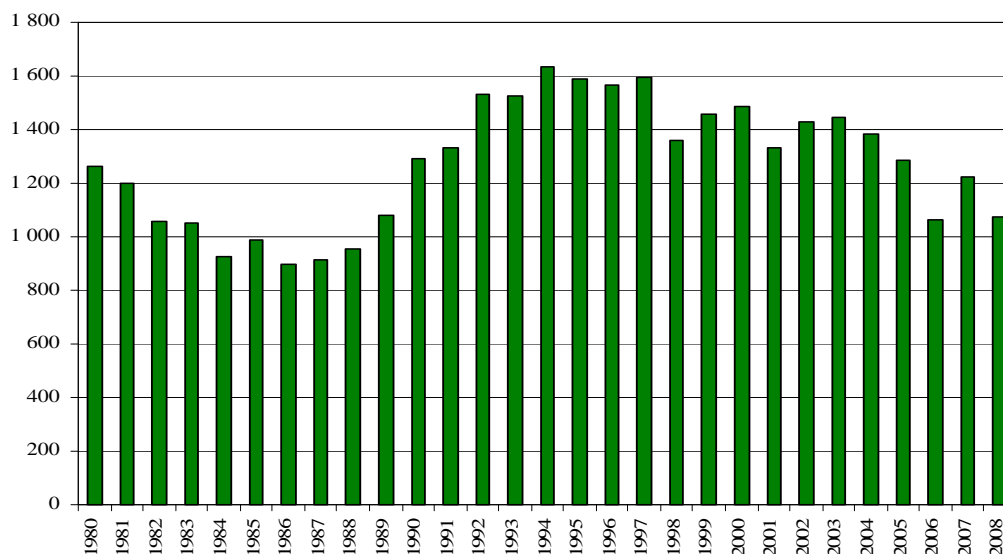
Na počátku 80. let patřila Česká republika k nejbezpečnějším evropským zemím z pohledu úmrtnosti na pozemních komunikacích. Tehdy se také změnila statistika týkající se doby úmrtnosti, začala se počítat i smrt od 24 hodin do 30 dnů po nehodě. 90. léta jsou naopak charakteristická vysokou nehodovostí, a to v celé Evropě, z čehož vyplývá i vyšší úmrtnost. V následujícím grafu můžeme vidět, že nejvyšší počet nehod se vyskytl v druhé polovině 90. let, dále pozvolna klesá, roste a opět klesá. Jeho průběh se dá přirovnat k sinusoidě. Rok 2008 je pro nás vysoce příznivý, jelikož nastalo velké snížení počtu hlášených nehod, který je v první řadě podnícen změnou kritéria pro tyto nehody. Snížení počtu nehod je ale ve skutečnosti ovlivněno zvyšováním hranice hmotné škody pro přivolání policie [12].

Graf 1 Počet dopravních nehod v letech 1993 – 2008 v ČR



V roce 2006 zaznamenala ČR pokles usmrcených osob, který byl dokonce nižší než v roce 1980. Každá 177. nehoda se stala smrtelnou na rozdíl od roku 1994, kdy to byla každá 95. nehoda. Důvodem je pravděpodobně technologický pokrok a lepší vlastnosti nově vyráběných automobilů. Nejméně mrtvých bylo v polovině 80. let. Rok 2008 se stal velmi příznivým z pohledu statistiky nehodovosti, klesla většina jejích ukazatelů. Výjimkou se staly dopravní nehody s chodci jako účastníky, kdy z 210 usmrcených připadlo 37 mrtvých vlastním zaviněním a 173 na další účastníky silničního provozu. Celkově počet mrtvých na pozemních komunikacích opět klesl a smrtelnou nehodou se stala každá 149. nehoda [12].

Graf 2 Počet usmrcených osob v letech 1980 – 2008 v ČR



Následující tabulka nám udává přehled počtu nehod a počtu usmrcených osob z hlediska nejfrekventovanějších hlavních příčin nehod řidičů motorových vozidel v letech 2005 – 2008. Tyto příčiny představují zhruba 80% všech důvodů smrtelných nehod. Vidíme zde, že na vysoký počet nehod má největší podíl nesprávný způsob jízdy⁴, kdežto na počet usmrcených osob nepřiměřená rychlost jízdy⁵, což je charakteristické pro všechny roky.

Tabulka 3 Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel [12, 13, 14, 15]

	2005		2006		2007		2008	
	Počet nehod	Počet usmrcených	Počet nehod	Počet usmrcených	Počet nehod	Počet usmrcených	Počet nehod	Počet usmrcených
Nepřiměřená rychlost jízdy	31 066	481	25 892	420	25 019	492	23 187	432
Nesprávné předjíždění	4 274	71	3 732	35	3 421	67	2 975	69
Nedání přednosti v jízdě	33 152	142	31 376	107	32 179	121	28 625	137
Nesprávný způsob jízdy	115 975	321	113 152	293	107 014	312	92 551	275
Celkem	184 467	1 015	174 152	855	167 633	992	147 338	913

⁴ Nevěnování dostatečné pozornosti řízení vozidla (18,3% z nehod řidičů – bezmála 1/5), nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem (16,8%) a nesprávné otáčení nebo couvání (10,0%).

⁵ Nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky (20,2% – prakticky každá 5. oběť nehod), nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky (téměř 10%), nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky.

1.4 Silnice města Zlína

Hlavní přístupové silnice do města Zlína jsou silnice první, druhé i třetí třídy. Názornou prezentaci nám uvádí následující obrázek.

Obrázek 1 Silnice města Zlína



Každé pozemní komunikaci je přiděleno staničení (kilometrůž), které je zavedeno v dopravně-inženýrském systému sítí silnic na území ČR. Je uvedeno v kilometrech a obvykle začíná ve směru od Prahy, následně ve směru od velkých měst vedeno do menších obcí. Využívá se pro informaci o aktuální dopravní situaci na našich silnicích a uvádí nám tedy přesné místo daného problému [19]. Tabulka 4 zobrazuje staničení silnic, kterými se budeme zabývat v této práci.

Tabulka 4 Směr staničení silnic

sil. I/49	Otrokovice – Bratřejov
sil. II/490	Fryšták – Polichno
sil. II/497	Zlín – Šarovy
sil. III/49016	Zlín – Racková

Jak můžeme vidět v uvedené tabulce, hlavní tah vede z Otrokovic po silnici I/49, který tvoří spojnici mezi městy Otrokovice – Zlín – Vizovice. Dále se pak táhne Vsetínským okresem až na území Slovenské republiky [20] s celkovou délkou 32,067km. V Otrokovicích se připojuje na silnici I/55, díky níž se dostaneme do Kroměříže,

Uherského Hradiště, Jihomoravského kraje a také Slovenské republiky. Stavbu silnice R/55 podnítl hustý provoz v obcích po silnici I/55. Plán této výstavby vznikl v roce 1993, ale obchvat obce Otrokovice byl zprovozněn až 27. 10. 2006 [21], jehož délka je 3,407km. Pozemní komunikace druhé třídy II/490 má svůj začátek na hranici okresu Kroměříž/Zlín a dále pokračuje přes Fryšták, Zlín, Březůvky, Biskupice na hranici okresu Zlín/Uherské Hradiště s celkovou délkou 34,548km. Další pro nás významnou silnicí je silnice II/497, díky níž se ze Zlína přes Bohuslavice u Zlína dostaneme na hranici okresu Zlín/Uherské Hradiště, což zaznamenává délku 11,215km. Jediná silnice třetí třídy, kterou se v této práci zabýváme, má číslo III/49016. Počátek staničení se nachází ve Zlíně a dál pokračuje přes Rackovou až na hranici okresu Zlín/Kroměříž s délkou 9,751km, čímž se zařazuje mezi jednu z nejdelších silnic třetí třídy v okolí města Zlína. Veškeré délky pozemních komunikací jsou platné ke dni 1. 1. 2008 [18].

V této bakalářské práci se ovšem budeme zabývat jen určitými úseky každé ze silnic, přesně to budou dva kilometry před obcí Zlín a jeden kilometr směrem do města. Údaje uvádí následující tabulka.

Tabulka 5 Úseky silnic použité v práci

Číslo silnice	třída silnice	km před obcí Zlín	začátek obce Zlín	km v obci Zlín
49	I.	0,00	1,90	2,90
49	I.	15,64	13,64	12,64
490	II.	23,73	25,73	26,73
490	II.	35,05	33,05	32,05
497	II.	4,74	2,74	1,74
49016	III.	3,44	1,44	0,44

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je provést analýzu dopravní nehodovosti na určitých úsecích silnic města Zlín v letech 2004 – 2008 pomocí různých statistických metod.

Budeme se snažit určit hlavní příčiny, které způsobují nejvíce nehod. Úkolem také bude grafické představení všech hlavních příčin pomocí diagramu příčin a následků.

V dalších částech práce bude hlavním úkolem vyhodnocení četností nehod v souvislosti s různými faktory působící na vznik nehody. Těmito faktory budou dny v týdnu, měsíce, čas, místo nehody, alkohol, stav vozovky, viditelnost a povětrnostní podmínky. Dále také budeme vyhodnocovat následky nehody, jaká nehoda se nejčastěji stala, kdo je viníkem a jaké vozidlo nehodu zavinilo. Pro výpočet použijeme program Matlab.

3 POUŽITÉ METODY PŘI ZPRACOVÁNÍ

Pro zpracování celé bakalářské práce jsme museli nejprve shromáždit údaje k jednotlivým nehodám. Veškerá data byla získána z *Dopravního inspektorátu Policie České republiky Zlín* ve formě, která je uvedena v příloze [1] a to za období 2004 – 2008. Abychom byli schopni s daty pracovat, museli jsme získaná data převést do námi požadovaného tvaru pomocí speciálního formuláře, viz [2]. Výsledkem této práce byla data uvedená v příloze CD.

Nyní už můžeme zpracovávat data pomocí statistických metod, které vysvětlíme v této kapitole.

Nabízí se nám spousta možností, které bychom zde mohli řešit. Jednou z nich je testování nezávislosti mezi úseky silnic a různými faktory působícími na nehodu. V tomto případě je vhodné použít kontingenční tabulku, která nám na tuto otázku může odpovědět.

Podstatná část práce bude věnována testování shodnosti počtu nehod na různých úsecích silnic obce Zlín při působení nějakého faktoru. Jelikož se významně liší variabilita na jednotlivých silnicích v souvislosti s daným faktorem, kterou vyčteme z krabicového diagramu, nemůžeme použít pro uvedené testování ANOVU. Využijeme tedy neparametrickou obdobu ANOVY Kruskal-Wallisův test, který stejnou variabilitu nevyžaduje.

Ve všech vědách, podnicích, atd., je kladen důraz na řízení jakosti a hledání faktorů zodpovědných za vznik neshodných výrobků, v našem případě nulové nehodovosti. Chceme vždy zjistit, co znehodnocuje dosažení požadovaného cíle. K určení nejčastějších příčin nehod nám slouží Paretův diagram, díky němuž se můžeme při odstraňování nedostatků a v prevenci před nehodami zaměřit pouze na tyto faktory.

3.1 Kontingenční tabulka

Tato metoda byla čerpána z [23, 24 str. 68 - 72, 25 str. 279 - 282, 22]

Užívá se ke srovnání dvou statistických znaků, kdy máme n opakování experimentu. Nejčastější úlohou je provedení hypotézy, že veličiny X a Y jsou na sobě nezávislé.

Uvažujme náhodný vektor se složkami $(X, Y)'$, který má diskrétní rozdělení, přičemž veličina X nabývá hodnot $1, \dots, r$ a veličina Y hodnot $1, \dots, s$ s pravděpodobnostmi $p_{ij} = P(X = i, Y = j)$, $i = 1, \dots, r$, $j = 1, \dots, s$. Dále označme

$$p_{i.} = P(X = i) = \sum_{j=1}^s P(X = i, Y = j),$$

$$p_{.j} = P(Y = j) = \sum_{i=1}^r P(X = i, Y = j).$$

Tato situace se dá přepsat do matice pravděpodobností, která tvoří následující kontingenční tabulku.

Tabulka 6 Matice pravděpodobností a kontingenční tabulka

Matice pravděpodobností			Kontingenční tabulka				
X	Y		Σ	X	Y		Σ
	1	... s			1	... s	
1	p_{11}	... p_{1s}	$p_{1.}$	1	n_{11}	... n_{1s}	$n_{1.}$
...
r	p_{r1}	... p_{rs}	$p_{r.}$	r	n_{r1}	... n_{rs}	$n_{r.}$
Σ	$p_{.1}$... $p_{.s}$	1	Σ	$n_{.1}$... $n_{.s}$	n

V řádcích kontingenční tabulky jsou zaznamenány hodnoty jednoho znaku a ve sloupcích hodnoty druhého znaku. Jednotlivé buňky vyjadřují počet případů, ve kterých měl první znak hodnotu odpovídající příslušnému řádku a druhý znak hodnotu odpovídající příslušnému sloupci. Jsou to tzv. *simultánní četnosti*, označené n_{ij} , které mají sdružené multinomické rozdělení s parametrem n a s pravděpodobnostmi p_{ij} . Součty všech hodnot v každém řádku, resp. sloupci určují, kolikrát se zde první, resp. druhý znak vyskytl bez ohledu na hodnotě druhého (prvního) znaku. Tyto součty nazýváme *marginálními četnostmi* a píšeme

$$n_{i.} = \sum_{j=1}^s n_{ij}, \quad n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij},$$

samozřejmě platí

$$n = \sum_{i=1}^r n_{i.} = \sum_{j=1}^s n_{.j} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s n_{ij}.$$

Po vydělení těchto četností počtem opakování experimentu n , dostaneme odhady *simultánních pravděpodobností*, které označíme $\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$, resp. *marginálních pravděpodobností*, které označíme $\hat{p}_{i.} = \frac{n_{i.}}{n}$ a $\hat{p}_{.j} = \frac{n_{.j}}{n}$.

Dále chceme testovat hypotézu

$$H_0 : p_{ij} = p_{i.}p_{.j}, \quad i = 1, \dots, r, \quad j = 1, \dots, s.$$

Proti alternativě

$$H_A : p_{ij} \neq p_{i.}p_{.j}.$$

Pro test nezávislosti se tedy použije statistika

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - n\hat{p}_{ij})^2}{n\hat{p}_{ij}}, \quad (1)$$

kde dosadíme výše uvedené odhady a pak dostaneme výslednou statistiku

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{\left(n_{ij} - \frac{n_{i.}n_{.j}}{n} \right)^2}{\frac{n_{i.}n_{.j}}{n}}. \quad (2)$$

Za platnosti hypotézy H_0 má statistika asymptoticky pro $n \rightarrow \infty$ rozdělení χ^2 s počtem stupňů volnosti $rs - 1 - [(r-1) + (s-1)] = (r-1)(s-1)$, kde rs je počet tříd a $[(r-1) + (s-1)]$ počet neznámých parametrů. Je-li $\chi^2 \geq \chi_{(r-1)(s-1)}^2(1-\alpha)$, pak hypotézu H_0 o nezávislosti veličin X, Y zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu.

Tato statistika vyžaduje jak velké n , tak dostatečné četnosti $n\hat{p}_{ij} = \frac{n_{i.}n_{.j}}{n} \geq 5, \forall i, j$. Pokud není podmínka splněna, spojují se obvykle některé řádky nebo některé sloupce.

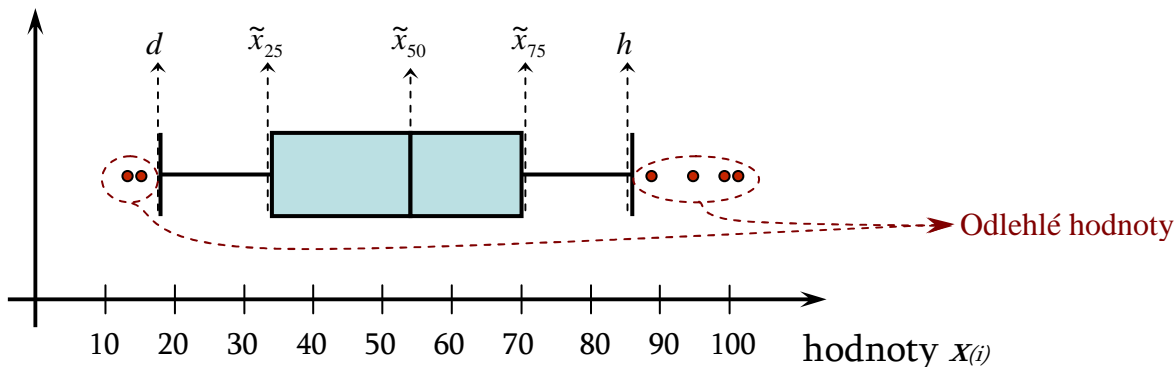
3.2 Krabicový diagram

Také známý pod pojmy box-plot, box and whisker plot, vousatá krabička, který je jeden z nejznámějších diagramů a znázorňuje vlastnosti dat. Vyskytuje se v různých variantách. Je třeba vždy zjistit, co krabicový graf vyjadřuje [27].

V obdélníku je uveden medián (střední hodnota) příslušného statistického souboru a vodorovné kraje boxu odpovídají hodnotám horního a dolního kvartilu. Dále nám

krabicový diagram ukáže odlehlé body a dokážeme díky němu posoudit symetrii a variabilitu. „Vousy“ udávají hranice pro velmi nízké a velmi vysoké hodnoty [28]. Názorně je to uvedeno v následujícím obrázku.

Obrázek 2 Krabicový diagram [29]



d ...konec dolního „vousek“ (minimum): $\tilde{x}_{25} - 1,5R_Q$,

R_Q ...délka boxu: $\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}$,

h ...konec horního „vousek“ (maximum): $\tilde{x}_{75} + 1,5R_Q$,

\tilde{x}_{25} ...dolní kvartil, který znamená, že 25% hodnot je nižších než hodnota dolního kvartilu,

\tilde{x}_{50} ...medián, který znamená, že 50% hodnot je nižších než hodnota mediánu,

\tilde{x}_{75} ...horní kvartil, který znamená, že 75% hodnot je nižších než hodnota horního kvartilu.

3.3 Kruskal-Wallisův test

Nyní budeme čerpat informace z [25 str. 243 - 247, 30].

Tento test je neparametrickou verzí analýzy rozptylu jednoduchého třídění, ve které se předpokládají výběry z normálního rozdělení. Pokud tento předpoklad není splněn, lze použít méně citlivý Kruskal-Wallisův test.

Nechť Y_{i1}, \dots, Y_{in_i} je výběr z nějakého rozdělení se spojitou distribuční funkcí F_i , $i = 1, \dots, I$, který dohromady tvoří sdružený náhodný výběr o rozsahu $N = n_1 + \dots + n_j$.

Nechť všechny tyto výběry jsou na sobě nezávislé.

Pak testujme hypotézu

$$H_0 : F_1(x) = \dots = F_I(x) \quad \text{pro všechna } x.$$

Proti alternativě

$$H_A : \text{neplatí } H_0.$$

Veličiny Y_{ij} se uspořádají do rostoucí posloupnosti a určí se jejich pořadí R_{ij} ve sdruženém výběru. Určíme tzv. součty pořadí pro jednotlivé výběry (T_i) a pořadí můžeme zobrazit do schématu uvedeného v následující tabulce.

Tabulka 7 Kruskal-Wallisův test

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru	Součet pořadí
1	$R_{11} \quad R_{12} \quad \dots \quad R_{1n_1}$	T_1
2	$R_{21} \quad R_{22} \quad \dots \quad R_{2n_2}$	T_2
...
I	$R_{I1} \quad R_{I2} \quad \dots \quad R_{In_I}$	T_I

Celkový součet všech pořadí je $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$. Jako testovou statistiku použijeme

$$Q = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^I \frac{T_i^2}{n_i} - 3(N+1). \quad (3)$$

Dá se dokázat, že za platnosti H_0 má Q asymptoticky χ^2 rozdělení, když všechna n_i rostou nade všechny meze, o $I-1$ stupních volnosti [25]. Hypotézu H_0 tedy zamítáme, když $Q \geq \chi_{I-1}^2(\alpha)$. Pokud se tak učiní, je třeba většinou rozhodnout, které dvojice výběrů se od sebe významně liší. Distribuční funkce i -tého a j -tého výběru se od sebe příznačně liší, jestliže platí

$$|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) h_{I-1}(\alpha)}, \text{ kde} \quad (4)$$

$$t_i = T_i / n_i, i = 1, \dots, I,$$

$$t_j = T_j / n_j, j = 1, \dots, I,$$

$h_{I-1}(\alpha)$ je kritická hodnota Kruskal-Wallisova testu na hladině.

Kritická hodnota $h_{i-1}(\alpha)$, která se najde ve speciálních tabulkách, se použije při malých rozsazích a při větších rozsazích se využije výše zmíněná aproximace $h_{i-1}(\alpha)$ pomocí $\chi_{i-1}^2(\alpha)$.

3.4 Paretův diagram

Stanovuje priority při řešení problémů s jakostí, kdy odděluje významné faktory, označované jako „*životně důležitá menšina*“, od těch méně významných, označovaných jako „*užitečná většina*“. Svůj název získal podle V. Pareta, který tvrdil, že vysoký podíl veškerého bohatství vlastní pouze malé procento obyvatel. J. M. Juran pak převedl tento princip do oblasti řízení jakosti, tedy: „*Většina problémů s jakostí (asi 80%) je způsobena malým podílem (asi 20%) činitelů, jež se na nich podílejí*“. Díky procentnímu vyjádření je Paretův princip také označován jako pravidlo 80/20. Jeho grafické vyjádření je názornou prezentací řešeného problému.

K řešení problému dostaneme tabulku, v našem případě počet nehod uskutečněných díky dané příčině. Tento počet seřadíme sestupně, ve stejném směru se stanoví kumulativní součty počtu nehod, které se také uvedou v procentech celkových počtů nehod vztahujících se ke všem neshodám. Po získání těchto údajů můžeme sestavit diagram složený ze sloupcového grafu, který vyjadřuje počty nehod závislých na příčinách, a lomené křivky (tzv. Lorenzovy křivky), která je spojnicí bodů, jež jsou průsečky relativních kumulativních součtů vyjádřených v procentech a pravých horních rohů jednotlivých sloupců. Diagram obsahuje osu x , na které jsou uvedeny příčiny, a dvě osy y . Levá osa y vyjadřuje počty jednotlivých příčin a na pravé ose jsou vyneseny relativní kumulativní součty počtu nehod vyjádřené v procentech. Viz [31, 32].

4 ANALÝZA NEHODOVOSTI

4.1 Počty nehod ve Zlíně celkem

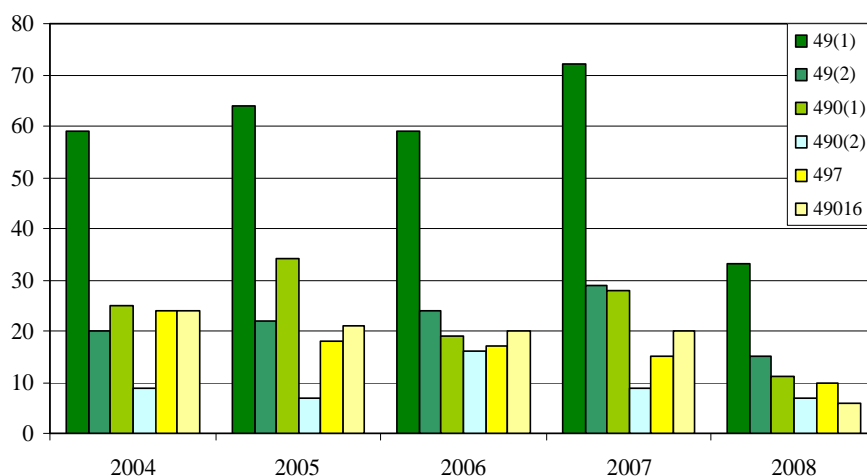
Pro rozbor nehodovosti v obci Zlín máme k dispozici data z let 2004 – 2008, která jsou vybrána na námi požadovaných úsecích každé silnice. V tabulce 8 jsou uvedeny četnosti těchto dopravních nehod.

Tabulka 8 Nehodovost v obci Zlín v letech 2004 – 2008

	2004	2005	2006	2007	2008
49(1)	59	64	59	72	33
49(2)	20	22	24	29	15
490(1)	25	34	19	28	11
490(2)	9	7	16	9	7
497	24	18	17	15	10
49016	24	21	20	20	6

Již z tabulky je patrné, že nejvíce nehod nastalo na silnici I/49 a to na prvním úseku. Domníváme se, že je to způsobeno vysokou dopravní frekvencí především za účelem výkonu povolání, ale také kvůli nákupnímu středisku nacházejícímu se v tomto místě. Názorně nám tabulku 8 představuje graf 3, ve kterém můžeme zaznamenat razantní pokles nehod v roce 2008 stejně jako v grafu 1, kde to ovšem nebyl tak patrný skok. Jako hlavní důvod opět shledáváme zvýšení hmotné škody pro nahlášení nehody policii.

Graf 3 Počet nehod na silnicích v letech 2004 – 2008



Nyní budeme testovat, jestli se liší distribuční funkce jednotlivých cest, k čemuž použijeme Kruskal-Wallisův test.

Nejprve seřadíme četnosti uvedené v tabulce 8 od nejmenší po největší a pak jim přiřadíme pořadí, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 9 Pořadí četností nehod na jednotlivých silnicích

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru					Součet pořadí
1	27	29	28	30	25	139
2	14	18	19	24	8	83
3	22	26	13	23	7	91
4	4	2	10	5	3	24
5	20	12	11	9	6	58
6	21	17	15	16	1	70

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 6$ a je roven $T = 465$.

Po dosazení do testové statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 18,8219$. Jelikož $\chi_5^2(0,05) = 11,0705$ a tedy $Q \geq \chi_5^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod na daných úsecích silnic. Tento výsledek vede ke zjištění, že počty nehod na silnicích se liší.

Významně se lišící dvojice najdeme pomocí Scheffého metody, viz [25]. Budeme pracovat se vztahem $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{I-1}^2(\alpha)}$, kde $N = 30$, $n_i = n_j = 5$, pro všechna i a j .

Po dosazení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 18,5253 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 10 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
49(1)	0,00	11,20	9,60	23,00*	16,20	13,80
49(2)	11,20	0,00	1,60	11,80	5,00	2,60
490(1)	9,60	1,60	0,00	13,40	6,60	4,20
490(2)	23,00	11,80	13,40	0,00	6,80	9,20
497	16,20	5,00	6,60	6,80	0,00	2,40
49016	13,80	2,60	4,20	9,20	2,40	0,00

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Můžeme si všimnout, že tabulka je souměrná podle diagonály. Při dalších výpočtech nebude dolní trojúhelníková část uváděna.

Pro $i = 1, j = 4$ je hodnota $|t_i - t_j|$ větší než kritická hodnota, liší se tedy silnice 49(1) – 490(2).

4.2 Hlavní příčiny

Každá dopravní nehoda je podnícena určitými faktory, které jsou rozepsány výše. Nyní se budeme zabývat hlavními příčinami, které nehodu způsobily. Tabulka 11 nám bude prezentovat počet nehod pro šest nejčastějších příčin v jednotlivých rocích. Přehled veškerých příčin podrobně rozepsaných můžete zhlédnout v příloze CD.

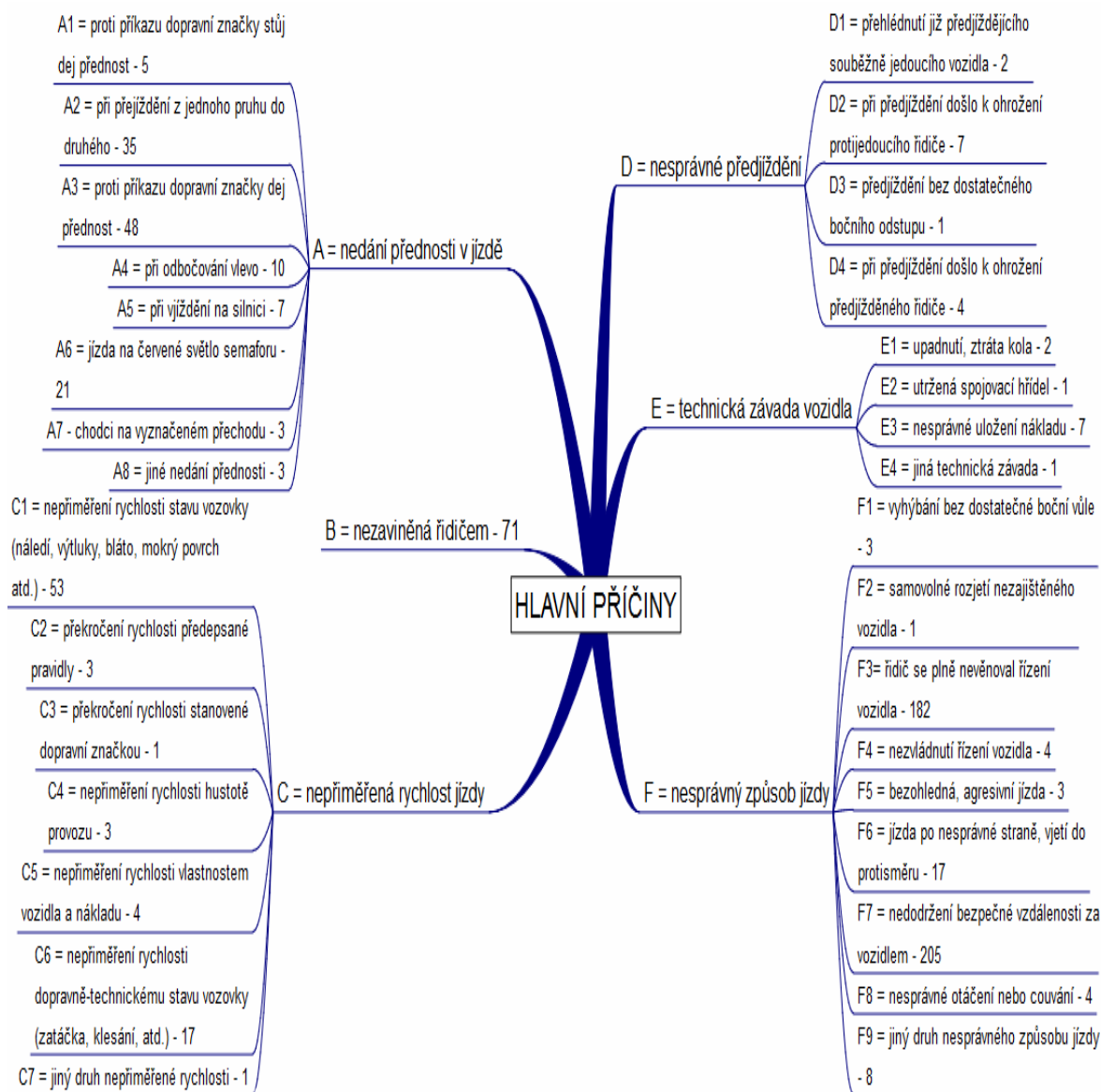
Tabulka 11 Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel

	2004	2005	2006	2007	2008
řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	45	38	41	48	10
nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	43	49	47	52	14
nepřiměřená rychlostí stavu vozovky (náledí, výtlučky, bláto, mokrá povrch, atd.)	14	12	12	10	5
nezaviněná řidičem	13	19	12	12	15
proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	6	6	12	16	8
při předjíždění z jednoho pruhu do druhého	3	8	6	13	5

Z tabulky vyplývá, že v letech 2005 – 2007 se stalo nejvíce nehod v důsledku nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, v roce 2004 zavinil nejvíce nehod řidič, který se plně nevěnoval řízení vozidla, a v roce 2008 se stalo nejvíce nehod, které nezavinil řidič.

Nyní si podrobně uvedeme hlavní příčiny nehod, které se objevily na zkoumaných částech silnic, ovšem jejich grafické vyjádření budeme uvádět pouze souhrnně pro všech pět let. Nejvíce nehod za všech pět let vzniklo z důvodu nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem s počtem 205 nehod. V těsném závěsu s počtem 182 nehod nese odpovědnost za vzniklou událost řidič, který se plně nevěnoval řízení vozidla. Dále jsou to faktory méně časté, s výskytem pod 100 nehod. Jelikož zde nemůžeme uvést tabulku s veškerými příčinami, využijeme diagram příčin a následků, který je znám také pod názvy Ishikawův diagram a diagram rybí kost. Ke každé příčině uvedeme celkový počet nehod za všech pět let. Obrázek byl vytvořen pomocí programu na vytváření myšlenkových map, viz [33].

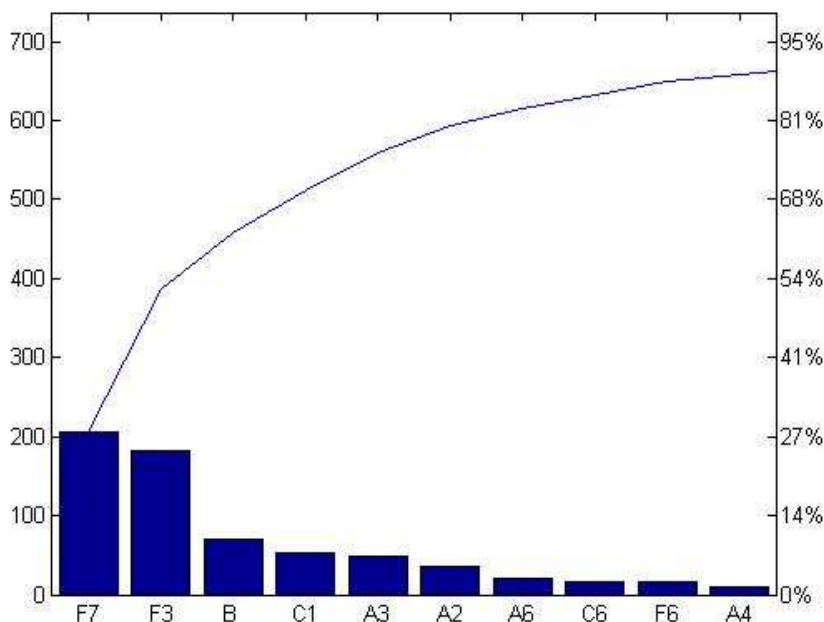
Obrázek 3 Diagram příčin a následků a celkový počet nehod



Ze základních větví diagramu příčin a následků vyplývá, že největší podíl na nehodách za období 2004 – 2008 má nesprávný způsob jízdy se 427 nehodami, následuje nedání přednosti v jízdě se 132 nehodami, nepřiměřená rychlost jízdy s 82 nehodami, dále 71 nehod nezaviněných řidičem, 14 nehod při nesprávném předjíždění a 11 nehod zaviněných technickou závadou vozidla. Celkově tedy vzniklo za dané období 737 nehod.

Nyní chceme z uvedených příčin vyzdvihnout pouze ty, které mají na nehodách největší podíl. K tomu nám pomůže Paretův diagram, jehož postup získání je popsán v kapitole 3.4.

Obrázek 4 Paretův diagram hlavních příčin



Osa x prezentuje jednotlivé příčiny, které můžeme dohledat v diagramu příčin a následků. Na levé ose y jsou uvedeny četnosti nehod a na pravé ose y jsou v procentech uvedeny kumulativní četnosti těchto nehod. Z grafu můžeme tedy vyčíst, že nejzávažnější příčiny nehod jsou nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, nevěnování se plně řízení vozidla, nezavinění řidičem, nepřiměřená rychlost stavu vozovky, nedodržení příkazu značky dej přednost a přejíždění z jednoho pruhu do druhého. Tyto důvody představují hledaných 20% příčin, které zaviní 80% nehod.

4.3 Počet nehod ve dnech

V první podkapitole jsme porovnávali změnu počtů nehod v letech 2004 – 2008. Nyní budeme zkoumat hodnoty v každém roce zvlášť.

4.3.1 Počet nehod ve dnech za rok 2004

Nejprve sestrojíme kontingenční tabulku vztahující se k roku 2004, která nám zobrazí četnost nehod ve dnech v týdnu na daných úsecích silnic.

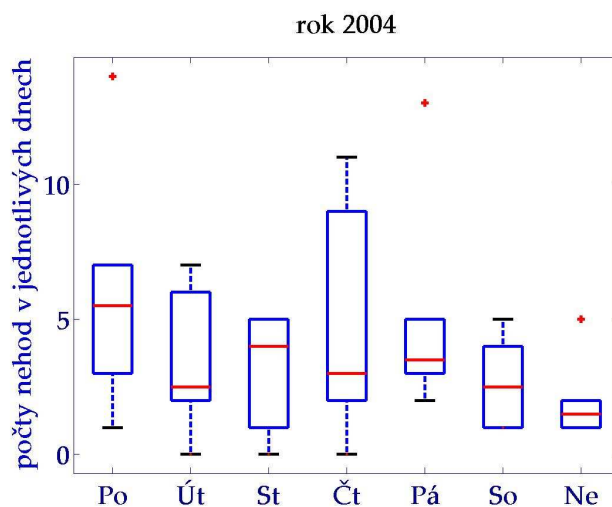
Tabulka 12 Kontingenční tabulka počtu nehod ve dnech za rok 2004

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016	SUMA
PO	14	7	4	1	7	3	36
ÚT	7	2	2	0	3	6	20
ST	5	1	5	0	4	4	19
ČT	11	2	9	0	2	4	28
PÁ	13	2	3	4	5	3	30
SO	4	5	1	2	1	3	16
NE	5	1	1	2	2	1	12
SUMA	59	20	25	9	24	24	161

Jelikož kontingenční tabulka nesplňuje podmínku dostatečných četností, nemůžeme testovat nezávislost mezi počty nehod ve dnech v týdnu a počty nehod na silnicích. Mohli bychom spojit některé řádky nebo sloupce, to ale není pro naši práci vhodné a možné. Pro dny v týdnu tedy dále už kontingenční tabulku nebudeme uvádět.

Pomocí krabicového diagramu si názorně ukážeme, jak se liší, nebo neliší medián a variabilita četností nehod ve dnech v týdnu.

Obrázek 5 Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2004



Z krabicového diagramu pro počty nehod v jednotlivých dnech vyplývá, že variabilita počtu nehod se ve dnech liší. Největší je ve čtvrtek a nejmenší v neděli.

Z uvedené výpovědi vyplývá, že pro další testování shodnosti počtů nehod nemůžeme použít ANOVU [34]. Místo ní budeme testovat danou hypotézu pomocí již zmíněného Kruskal-Wallisova testu.

V kontingenční tabulce jsou uvedeny hodnoty statistického souboru. Nyní tyto hodnoty seřadíme od nejmenší po největší a pak vytvoříme novou tabulku, do níž místo původních hodnot vložíme přiřazené pořadí hodnot.

Tabulka 13 Pořadí četností nehod ve dnech pro rok 2004

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	42	36	24	4	37	19	162
2	38	11	12	1	20	35	117
3	30	5	31	2	25	26	119
4	40	13	39	3	14	27	136
5	41	15	21	28	32	22	159
6	29	33	6	16	7	23	114
7	34	8	9	17	18	10	96

Dále budeme testovat hypotézu rozdílnosti distribučních funkcí a tedy i mediánu uvedených náhodných výběrů. Kruskal-Wallisův test se provádí na základě součtu pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru, který je uveden v předcházející tabulce.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 7$ a je roven $T = 903$.

Po dosažení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 3,9823$. Jelikož $\chi_6^2(0,05) = 12,916$ a tedy $Q \leq \chi_6^2(0,05)$, nezamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod ve dnech v týdnu.

4.3.2 Počet nehod ve dnech za rok 2005

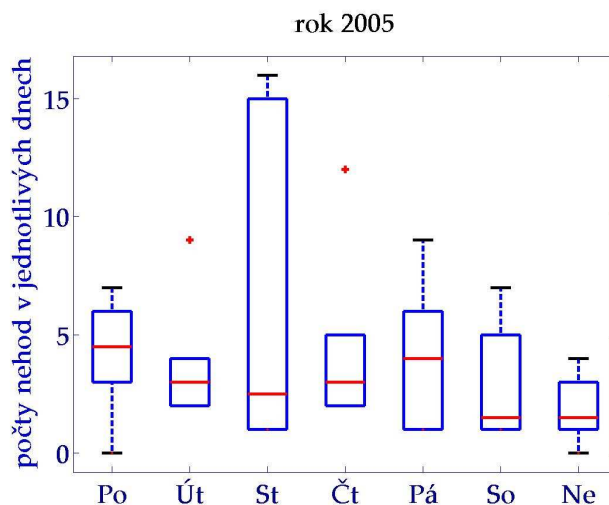
Uvedeme tabulku pro četnost dopravních nehod vztahující se k roku 2005.

Tabulka 14 Četnosti nehod ve dnech pro rok 2005

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
PO	7	4	5	0	3	6
ÚT	9	2	3	2	3	4
ST	16	1	15	1	4	1
ČT	12	5	2	2	4	2
PÁ	9	6	1	1	2	6
SO	7	2	5	1	1	1
NE	4	2	3	0	1	1

Pomocí krabicového diagramu si názorně ukážeme, jak se liší, nebo neliší medián a variabilita četností nehod ve dnech v týdnu.

Obrázek 6 Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2005



Z krabicového diagramu vidíme razantní rozdíl ve variabilitě, kdy největší je ve středu a nejmenší v úterý. Medián už se tak významně neliší. To nám ověří Kruskal-Wallisův test.

Po výpočtu, kdy $Q \leq \chi_6^2(0,05)$ tedy $2,1794 \leq 12,5916$, nelze zamítnout nulovou hypotézu o shodě distribučních funkcí počtu nehod ve dnech v týdnu na hladině $\alpha = 5\%$.

4.3.3 Počet nehod ve dnech za rok 2006

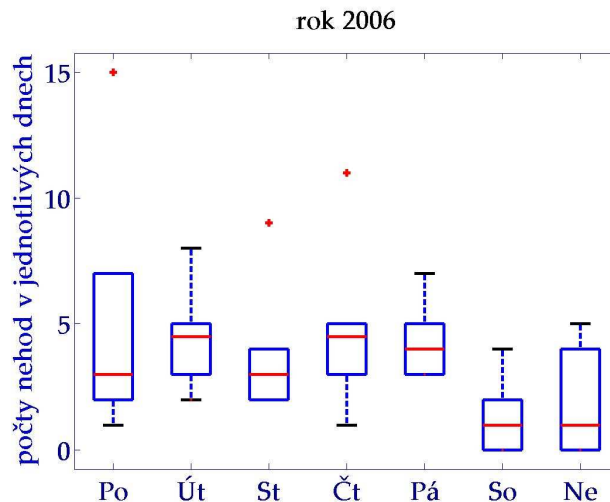
Uvedeme tabulku pro četnost dopravních nehod vztahující se k roku 2006.

Tabulka 15 Četnosti nehod ve dnech pro rok 2006

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
PO	15	7	3	2	1	3
ÚT	8	3	4	2	5	5
ST	9	2	4	3	3	2
ČT	11	5	3	4	1	5
PÁ	7	3	3	4	5	4
SO	4	0	2	1	1	0
NE	5	4	0	0	1	1

Pomocí krabicového diagramu si názorně ukážeme, jak se liší, nebo neliší medián a variabilita četností nehod ve dnech v týdnu.

Obrázek 7 Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2006



Z krabicového diagramu vidíme razantní rozdíl ve variabilitě, kdy největší je v pondělí a v neděli a nejmenší je ve středu a v pátek. Medián už se tak významně neliší. To nám ověří Kruskal-Wallisův test.

Po výpočtu, kdy $Q \leq \chi_6^2(0,05)$ tedy $10,5781 \leq 12,5916$, nelze zamítnout nulovou hypotézu o shodě distribučních funkcí počtu nehod ve dnech v týdnu na hladině $\alpha = 5\%$.

4.3.4 Počet nehod ve dnech za rok 2007

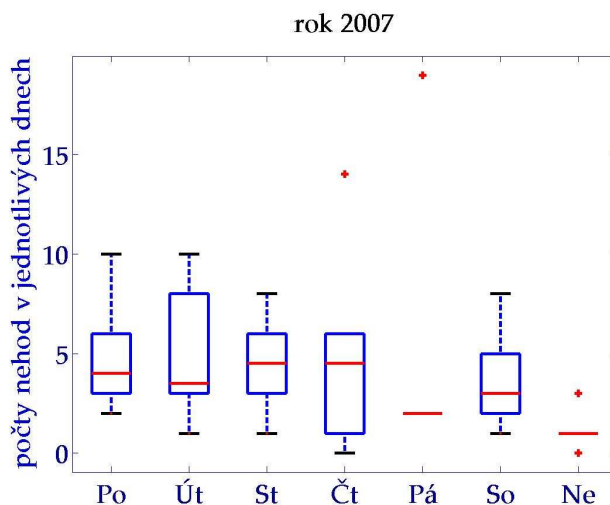
Uvedeme tabulku pro četnost dopravních nehod vztahující se k roku 2007.

Tabulka 16 Četnosti nehod ve dnech pro rok 2007

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
PO	10	6	2	3	3	5
ÚT	10	3	8	1	3	4
ST	8	6	6	1	3	3
ČT	14	6	5	0	1	4
PÁ	19	2	2	2	2	2
SO	8	5	4	2	2	1
NE	3	1	1	0	1	1

Pomocí krabicového diagramu si názorně ukážeme, jak se liší, nebo neliší medián a variabilita četností nehod ve dnech v týdnu.

Obrázek 8 Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2007



Z krabicového diagramu vidíme razantní rozdíl ve variabilitě, kdy největší je v úterý a čtvrtek a nejmenší je v pátek a neděli. Medián už se tak významně neliší. To nám ověří Kruskal-Wallisův test.

Po výpočtu, kdy $Q \leq \chi_6^2(0,05)$ tedy $7,2780 \leq 12,5916$, nelze zamítnout nulovou hypotézu o shodě distribučních funkcí počtu nehod ve dnech v týdnu na hladině $\alpha = 5\%$.

4.3.5 Počet nehod ve dnech za rok 2008

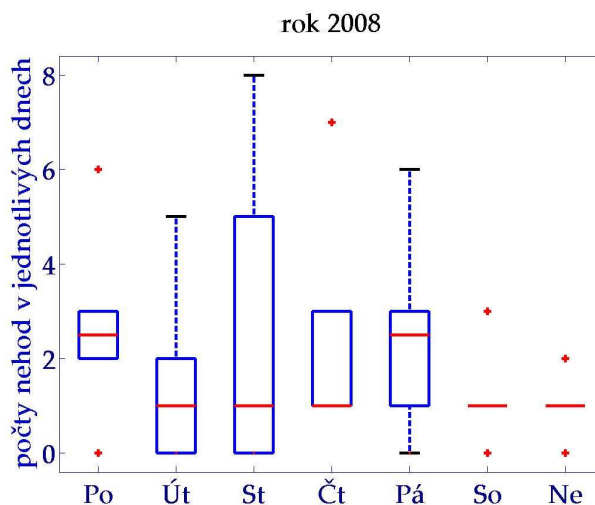
Uvedeme tabulku pro četnost dopravních nehod vztahující se k roku 2008.

Tabulka 17 Četnosti nehod ve dnech pro rok 2008

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
PO	6	2	0	3	3	2
ÚT	2	5	1	1	0	0
ST	8	1	5	0	1	0
ČT	7	3	1	1	1	1
PÁ	6	3	2	0	3	1
SO	3	1	1	1	0	1
NE	1	0	1	1	2	1

Pomocí krabicového diagramu si názorně ukážeme, jak se liší, nebo neliší medián a variabilita četností nehod ve dnech v týdnu.

Obrázek 9 Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2008



Z krabicového diagramu vidíme razantní rozdíl ve variabilitě. Největší je ve středu a nejmenší v sobotu a v neděli. Medián už se tak významně neliší. To nám ověří Kruskal-Wallisův test.

Po výpočtu, kdy $Q \leq \chi_6^2(0,05)$ tedy $4,1240 \leq 12,5916$, nelze zamítnout nulovou hypotézu o shodě distribučních funkcí počtu nehod ve dnech v týdnu na hladině $\alpha = 5\%$.

Jelikož by práce byla značně obsáhlá, budeme dále porovnávat data, která sečteme za všech pět let dohromady.

4.4 Počet nehod v měsících

4.4.1 Počet nehod na silnicích v jednotlivých měsících

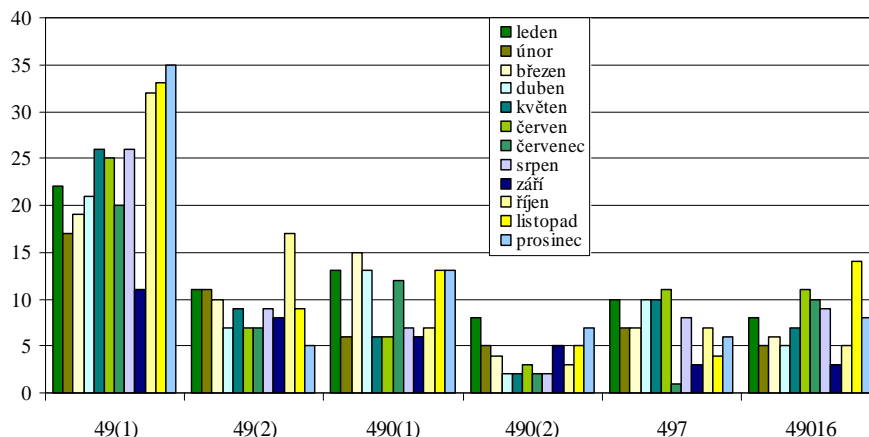
Nejprve se zaměříme na vztah počtu nehod mezi jednotlivými silnicemi při rozdělení na měsíce. Tuto situaci nám prezentuje tabulka číslo 18, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

Tabulka 18 Četnosti nehod na silnicích v měsících

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
49(1)	22	17	19	21	26	25	20	26	11	32	33	35
49(2)	11	11	10	7	9	7	7	9	8	17	9	5
490(1)	13	6	15	13	6	6	12	7	6	7	13	13
490(2)	8	5	4	2	2	3	2	2	5	3	5	7
497	10	7	7	10	10	11	1	8	3	7	4	6
49016	8	5	6	5	7	11	10	9	3	5	14	8

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci, pro lepší přehled daných četností na jednotlivých silnicích.

Graf 4 Četnosti nehod na silnicích v měsících



Z grafu je patrná velmi nízká četnost nehod na silnici 490(2) pro všechny měsíce v roce. Proto nyní opět použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu na jednotlivých silnicích.

Nejprve opět určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 19 Pořadí četností nehod na jednotlivých cestách

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru												Součet pořadí
1	66	61	63	65	68	67	64	69	49	70	71	72	785
2	50	51	44	25	40	26	27	41	35	62	42	12	455
3	55	19	60	56	20	21	54	28	22	29	57	58	479
4	36	13	10	2	3	6	4	5	14	7	15	30	145
5	45	31	32	46	47	52	1	37	8	33	11	23	366
6	38	16	24	17	34	53	48	43	9	18	59	39	398

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 6$ a je roven $T = 2628$.

Po dosažení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 40,9079$. Jelikož $\chi_5^2(0,05) = 11,0705$ a tedy $Q \geq \chi_5^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod na jednotlivých silnicích. Proto je třeba zjistit, které dvojice se liší.

Významně se lišící dvojice najdeme pomocí Scheffého metody. Budeme pracovat se vztahem $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{i-1}^2(\alpha)}$, kde $N = 72$, $n_i = n_j = 12$, pro všechna i a j .

Po dosazení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 28,4279 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 20 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
49(1)	0,0000	27,5000	25,5000	53,3333*	34,9167*	32,2500*
49(2)	-	0,0000	2,0000	25,8333	7,4167	4,7500
490(1)	-	-	0,0000	27,8333	9,4167	6,7500
490(2)	-	-	-	0,0000	18,4167	21,0833
497	-	-	-	-	0,0000	2,6667
49016	-	-	-	-	-	0,0000

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Z toho vyplývá, že se liší silnice:

$$49(1) - 490(2),$$

$$49(1) - 497,$$

$$49(1) - 49016.$$

4.4.2 Počet nehod v měsících na jednotlivých silnicích

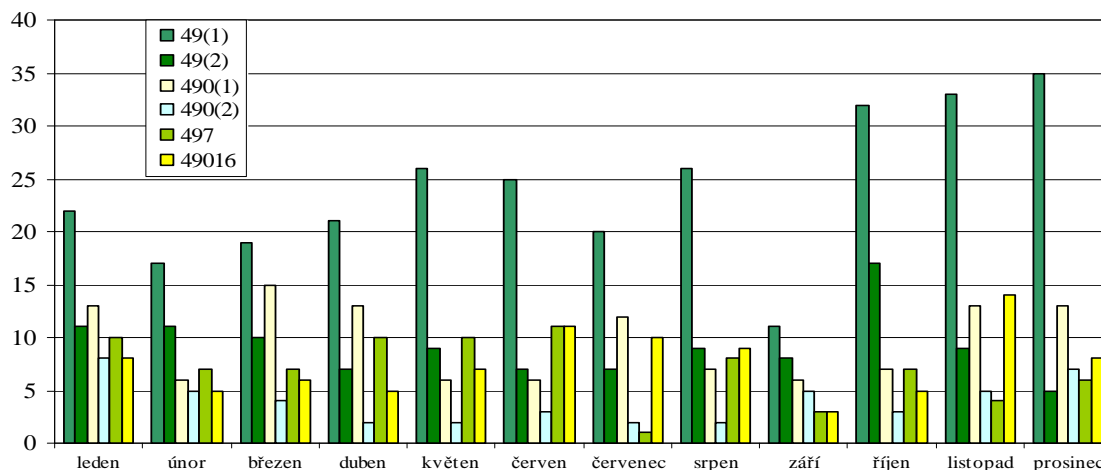
Tato část se zabývá počtem nehod v měsících na jednotlivých silnicích. Zmíněnou situaci nám prezentuje tabulka číslo 21, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

Tabulka 21 Četnosti nehod v měsících na silnicích

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
leden	22	11	13	8	10	8
únor	17	11	6	5	7	5
březen	19	10	15	4	7	6
duben	21	7	13	2	10	5
květen	26	9	6	2	10	7
červen	25	7	6	3	11	11
červenec	20	7	12	2	1	10
srpen	26	9	7	2	8	9
září	11	8	6	5	3	3
říjen	32	17	7	3	7	5
listopad	33	9	13	5	4	14
prosinec	35	5	13	7	6	8

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci, pro lepší přehled daných četností v měsících.

Graf 5 Četnosti nehod v měsících na silnicích



Vidíme, že počty nehod v jednotlivých měsících jsou relativně stejné. Proto opět použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu v jednotlivých měsících.

Nejprve opět určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 22 Pořadí četností nehod v jednotlivých měsících

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	66	49	55	35	44	36	285
2	61	50	19	12	25	13	180
3	63	45	60	10	26	20	224
4	65	27	56	2	46	14	210
5	68	40	21	3	47	28	207
6	67	29	22	6	51	52	227
7	64	30	54	4	1	48	201
8	69	41	31	5	37	42	225
9	53	38	23	15	7	8	144
10	70	62	32	9	33	16	222
11	71	43	57	17	11	59	258
12	72	18	58	34	24	39	245

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 12$ a je roven $T = 2628$.

Po dosažení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 5,4726$. Jelikož $\chi_{11}^2(0,05) = 19,6751$ a tedy $Q \leq \chi_{11}^2(0,05)$, nezamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod v jednotlivých měsících.

4.5 Následky nehod

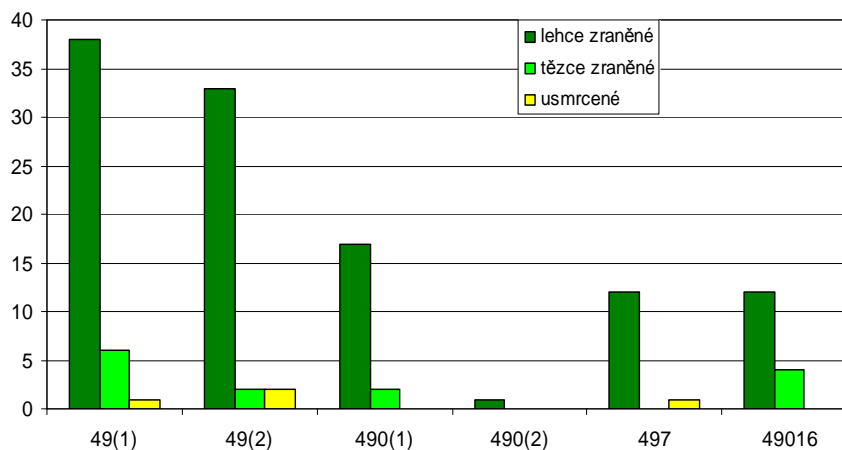
V této části chceme určit, které úseky silnic se liší nebo neliší z hlediska počtu zraněných a usmrcených osob. Četnosti nehod nám prezentuje tabulka číslo 23.

Tabulka 23 Četnosti nehod na silnicích dle následků

	lehce zraněné	těžce zraněné	usmrcené
49(1)	38	6	1
49(2)	33	2	2
490(1)	17	2	0
490(2)	1	0	0
497	12	0	1
49016	12	4	0

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci, pro lepší přehled daných četností na jednotlivých silnicích.

Graf 6 Četnosti nehod na silnicích dle následků



Z uvedeného grafu vyplývá, že nejvíce nehod mělo za následek lehké zranění. Nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu na jednotlivých silnicích.

Určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 24 Pořadí četností nehod na jednotlivých cestách

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru			Součet pořadí
1	18	13	6	37
2	17	9	10	36
3	16	11	1	28
4	7	2	3	12
5	14	4	8	26
6	15	12	5	32

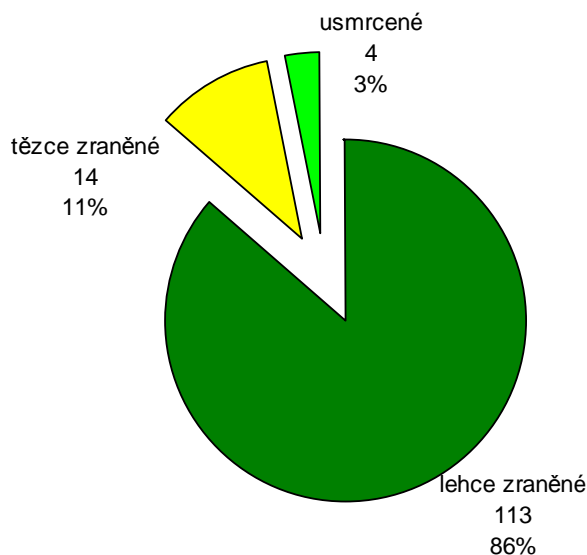
Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 6$ a je roven $T = 171$.

Po dosazení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 4,9064$. Jelikož $\chi_5^2(0,05) = 11,0705$ a tedy $Q \leq \chi_5^2(0,05)$, nezamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod na jednotlivých silnicích.

Graf 7 Následky dopravních nehod



Uvedený graf nám prezentuje poměr mezi lehce zraněnými, těžce zraněnými a usmrcenými osobami v součtu na všech šesti úsecích silnic. Vidíme, že nejvíce osob bylo při dopravních nehodách lehce zraněno a usmrcené byly 4 osoby z celkového počtu 131 zraněných nebo usmrcených osob.

4.5 Přítomnost alkoholu

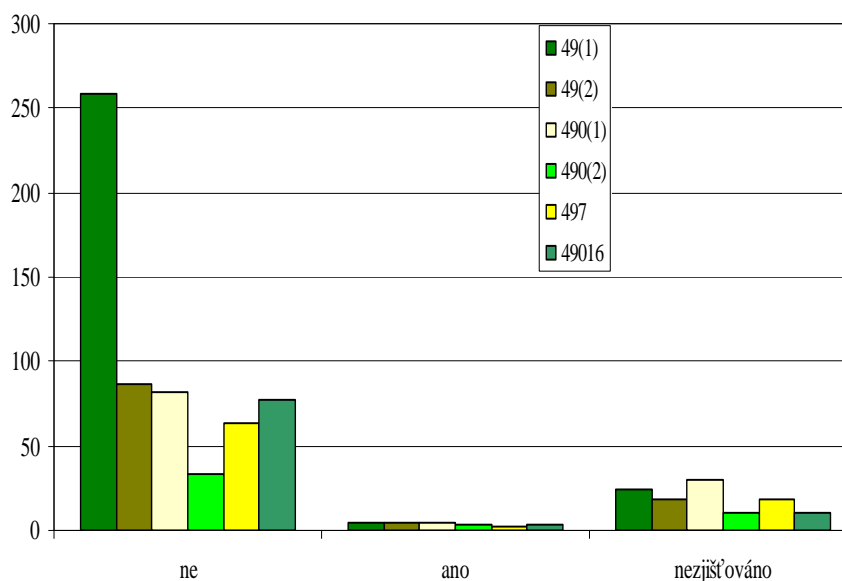
Tato část se zabývá nehodami s ohledem na faktor alkoholu na jednotlivých silnicích. Zmíněnou situaci nám prezentuje tabulka číslo 25, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

Tabulka 25 Četnosti nehod s faktorem alkoholu na silnicích

0	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
ne	258	87	82	34	64	77
ano	5	5	5	4	2	4
nezjišťováno	24	18	30	10	18	10

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci, pro lepší přehled daných četností v souvislosti s faktorem alkohol.

Graf 8 Četnosti nehod s faktorem alkoholu na silnicích



Z grafu je patrný rozdíl mezi požitím, nepožitím alkoholu, a jestli se alkohol zjišťoval. Proto nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu faktoru alkohol.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 26 Pořadí četností nehod dle stavu alkoholu

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	18	17	16	13	14	15	93
2	4	5	6	2	1	3	21
3	11	9	12	7	10	8	57

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 3$ a je roven $T = 171$.

Po dosazení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 15,1579$. Jelikož $\chi^2_2(0,05) = 5,9915$ a tedy $Q \geq \chi^2_2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod podle faktoru alkoholu. Zjistíme ještě, které dvojice se liší.

Významně se lišící dvojice najdeme opět pomocí Scheffého metody. Budeme pracovat se vztahem $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi^2_{I-1}(\alpha)}$, kde $N = 18$, $n_i = n_j = 6$,

pro všechna i a j .

Po dosazení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 7,5445 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 27 Hodnoty pro hledání stavu alkoholu, v nichž se liší četnosti

	ne	ano	nezjišťováno
ne	0	12	6
ano	-	0	6
nezjišťováno	-	-	0

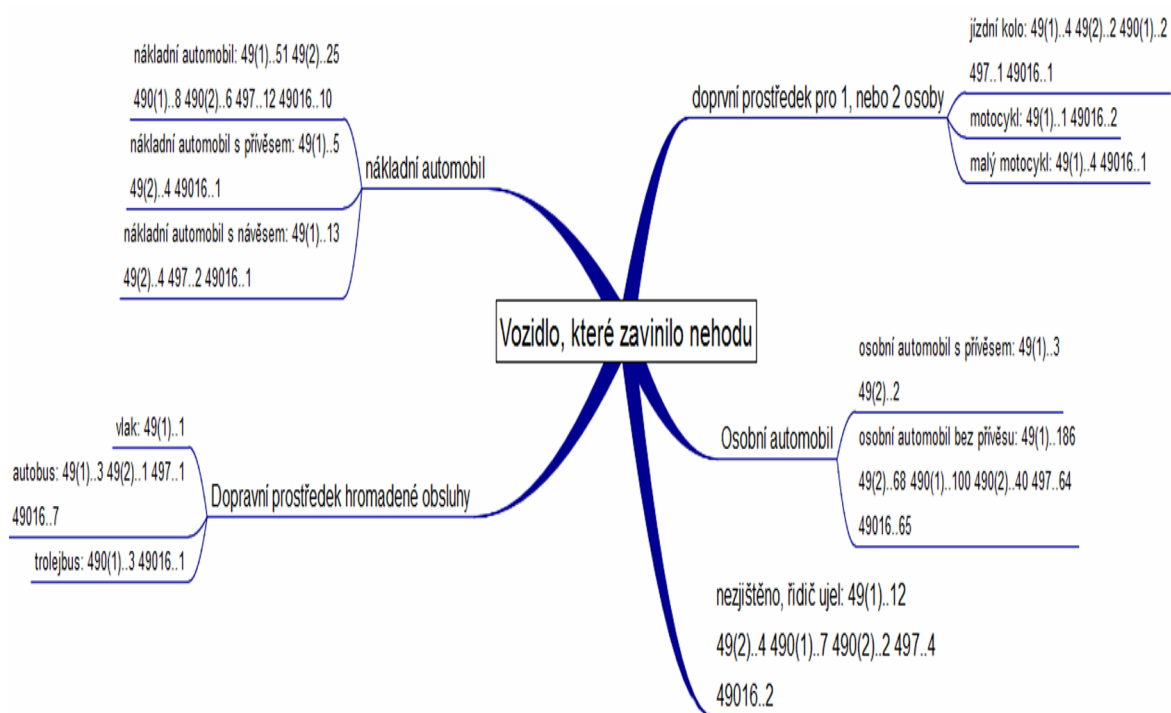
Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Z uvedeného vztahu a výpočtu vyplývá, že se liší stav, kdy řidič požil alkohol, a kdy ne.

4.7 Druh vozidla, které způsobilo nehodu

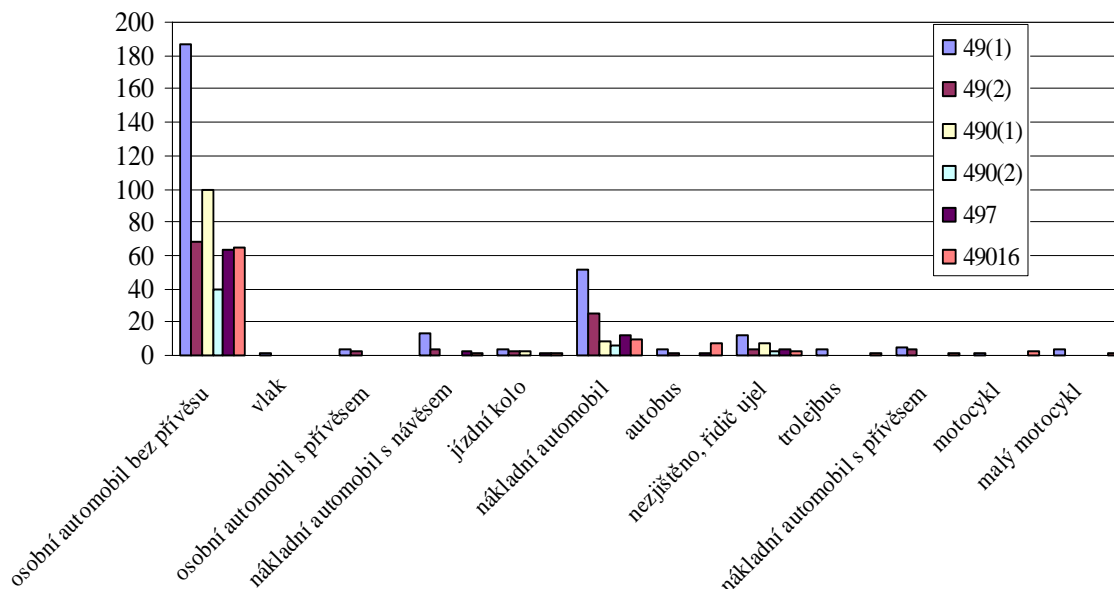
Tento faktor obsahuje více položek, proto pro vyčíslení počtu nehod opět použijeme diagram příčin a následků.

Obrázek 10 Diagram příčin a následků



Pro lepší ilustraci počtu dopravních nehod dle druhu vozidla, které způsobilo nehodu, použijeme následující graf.

Graf 9 Četnosti nehod podle druhu vozidla, které zavinilo nehodu na silnicích



Nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu jednotlivých příčin.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 28 Pořadí četností nehod podle druhu vozidla, které zavinilo nehodu

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	72	70	71	66	68	69	416
2	30	1	2	3	4	5	45
3	47	40	6	7	8	9	117
4	64	50	10	11	41	31	207
5	51	42	43	12	32	33	213
6	67	65	60	57	62	61	372
7	48	34	13	14	35	58	202
8	63	52	59	44	53	45	316
9	49	15	16	17	18	36	151
10	56	54	19	20	21	37	207
11	38	22	23	24	25	46	178
12	55	26	27	28	29	39	204

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 12$ a je roven $T = 2628$.

Po dosažení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 45,4528$. Jelikož $\chi_{11}^2(0,05) = 19,6751$ a tedy $Q \geq \chi_{11}^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod podle druhu vozidla, které způsobilo nehodu. Nyní zjistíme, které dvojice silnic se významně liší.

Porovnáme nerovnost $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{i-1}^2(\alpha)}$, kde $N = 72$,

$n_i = n_j = 6$, pro všechna i a j .

Po dosažení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 53,5964. Jelikož tabulka s vypočtenými absolutními hodnotami je značně obsáhlá, uvedeme pouze výsledky lišících se vozidel, která zavinila nehodu.

S hodnotou 61,8333 na levé straně nerovnosti: osobní automobil bez přívěsu – vlak,

s hodnotou 54,5 na levé straně nerovnosti: vlak – nákladní automobil.

4.8 Druh nehody

Tato část je zaměřena na počet nehod podle druhu nehody na jednotlivých silnicích. Zmíněná situace je uvedena v tabulce číslo 29, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

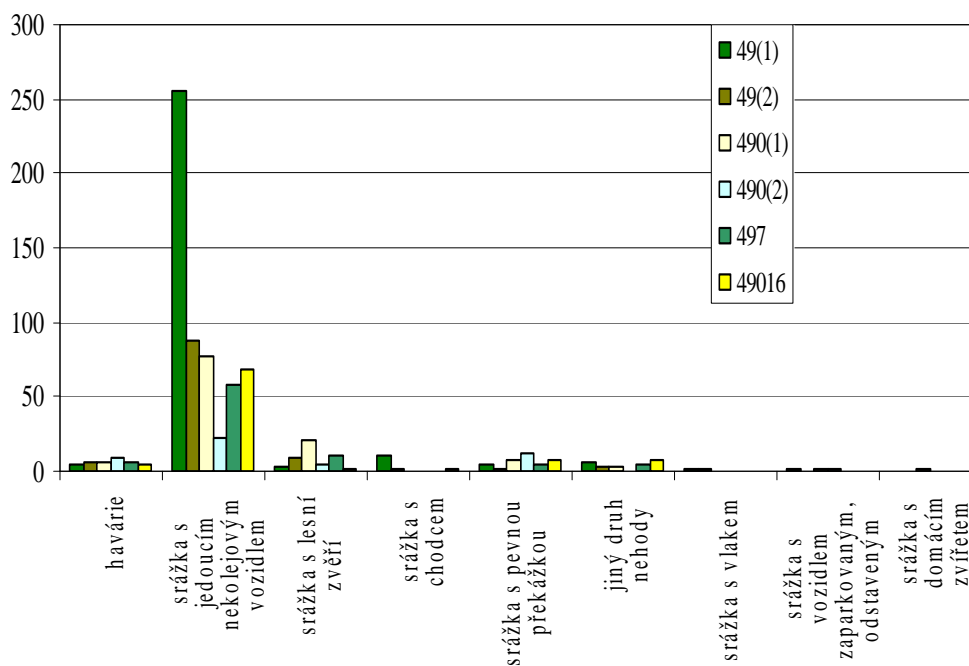
Tabulka 29 Četnosti nehod podle druhu nehody na silnicích

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
A – havárie	5	6	6	9	6	5
B - srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	255	88	77	22	58	68
C - srážka s lesní zvěří	3	9	21	4	10	1
D - srážka s chodcem	10	2	0	0	0	2
E - srážka s pevnou překážkou	5	1	8	12	5	8
F - jiný druh nehody	6	3	3	0	5	7
G - srážka s vlakem	1	1	0	0	0	0
H - srážka s vozidlem zaparkovaným, odstaveným	1	0	1	1	0	0
I - srážka s domácím zvířetem	0	0	1	0	0	0

Pro další tabulku budeme místo celého názvu druhu nehody používat pouze přiřazená písmena.

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci, pro lepší přehled daných četností dle druhu nehody.

Graf 10 Četnosti nehod podle druhu nehody na silnicích



Z grafu vidíme, že nejvíce nehod se stalo při srážce s jedoucím nekolejovým vozidlem. Nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu mezi jednotlivými druhy nehod.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 30 Pořadí četností nehod dle druhu nehody

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	31	36	37	43	38	32	217
2	54	53	52	49	50	51	309
3	27	44	48	30	45	17	211
4	46	25	1	2	3	26	103
5	33	18	41	47	34	42	215
6	39	28	29	4	35	40	175
7	19	20	5	6	7	8	65
8	21	9	22	23	10	11	96
9	12	13	24	14	15	16	94

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 9$ a je roven $T = 1485$.

Po dosazení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 34,8835$. Jelikož $\chi_8^2(0,05) = 15,5073$ a tedy $Q \geq \chi_8^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod mezi jednotlivými druhy nehod. Opět zjistíme, které dvojice se významně liší.

Pro všechny dvojice příčin porovnáme $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{I-1}^2(\alpha)}$,

kde $N = 54$, $n_i = n_j = 6$, pro všechna i a j .

Po dosazení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 35,7680 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme v následující tabulce.

Tabulka 31 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0,0000	15,3333	1,0000	19,0000	0,3333	7,0000	25,3333	20,1667	20,5000
B	-	0,0000	16,3333	34,3333	15,6667	22,3333	40,6667*	35,5000	35,8333*
C	-	-	0,0000	18,0000	0,6667	6,0000	24,3333	19,1667	19,5000
D	-	-	-	0,0000	18,6667	12,0000	6,3333	1,1667	1,5000

E	-	-	-	-	0,0000	6,6667	25,0000	19,8333	20,1667
F	-	-	-	-	-	0,0000	18,3333	13,1667	13,5000
G	-	-	-	-	-	-	0,0000	5,1667	4,8333
H	-	-	-	-	-	-	-	0,0000	0,3333
I	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0000

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Zjistili jsme, že se liší druhy nehod:

srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem – srážka s vlakem,

srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem – srážka s domácím zvířetem.

4.9 Zavinění nehody

Tato část zkoumá viníky nehody na dané části silnice. Zmíněnou situaci nám prezentuje tabulka číslo 32, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

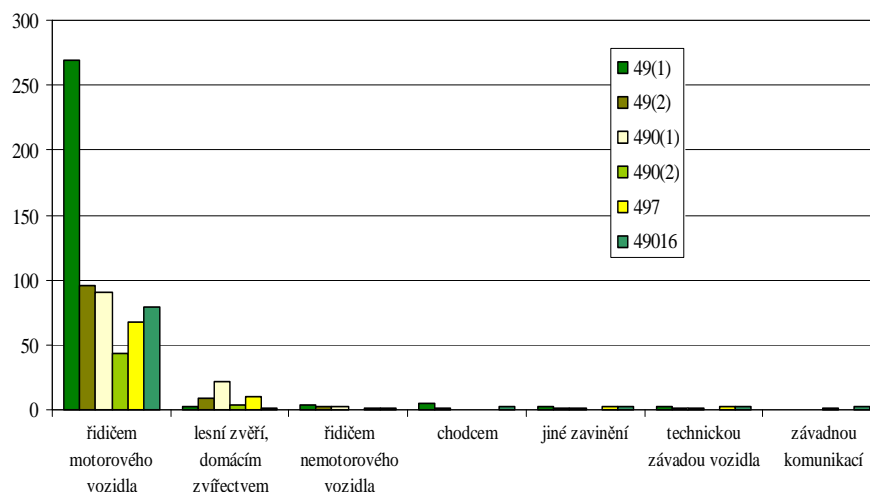
Tabulka 32 Četnosti nehod dle zavinění na silnicích

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
A - řidičem motorového vozidla	269	96	91	43	68	79
B - lesní zvířít, domácím zvířectvem	3	9	22	4	10	1
C - řidičem nemotorového vozidla	4	2	2	0	1	1
D - chodcem	5	1	0	0	0	3
E - jiné zavinění	3	1	1	0	2	3
F - technickou závadou vozidla	3	1	1	0	3	2
G - závadnou komunikací	0	0	0	1	0	2

Pro další tabulku budeme místo celého názvu zavinění nehody používat pouze přiřazená písmena.

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci pro získání lepšího přehledu daných četností na jednotlivých silnicích.

Graf 11 Četnosti nehod dle zavinění na silnicích



Z grafu je patrný rozdíl mezi jednotlivými viníky. Proto nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a porovnáme distribuční funkce a tedy i medián viníků.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 33 Pořadí četností nehod dle zavinění

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	42	41	40	37	38	39	237
2	25	34	36	31	35	11	172
3	32	20	21	1	12	13	99
4	33	14	2	3	4	26	82
5	27	15	16	5	22	28	113
6	29	17	18	6	30	23	123
7	7	8	9	19	10	24	77

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 7$ a je roven $T = 903$.

Po dosazení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 21,7254$. Jelikož $\chi_6^2(0,05) = 12,5916$ a tedy $Q \geq \chi_6^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod podle zavinění nehody. Určíme, které dvojice se liší.

Znovu použijeme Sheffeho metodu a prozkoumáme pro všechny příčiny nerovnost

$$|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{I-1}^2(\alpha)}, \text{ kde } N = 42, n_i = n_j = 6, \text{ pro všechna } i \text{ a } j.$$

Po dosazení do výrazu na pravé straně dostaneme hodnotu 25,1332, absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 34 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	A	B	C	D	E	F	G
A	0,0000	10,8333	23,0000	25,8333*	20,6667	19,0000	26,6667*
B	-	0,0000	12,1667	15,0000	9,8333	8,1667	15,8333
C	-	-	0,0000	2,8333	2,3333	4,0000	3,6667
D	-	-	-	0,0000	5,1667	6,8333	0,8333
E	-	-	-	-	0,0000	1,6667	6,0000
F	-	-	-	-	-	0,0000	7,6667
G	-	-	-	-	-	-	0,0000

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Zjistili jsme, že se liší zavinění:

řidičem motorového vozidla – chodcem,

řidičem motorového vozidla – závadnou komunikací.

4.10 Stav vozovky

Nyní se zaměříme na počet dopravních nehod na jednotlivých silnicích z pohledu stavu vozovky. Zmíněnou situaci nám prezentuje tabulka číslo 35, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

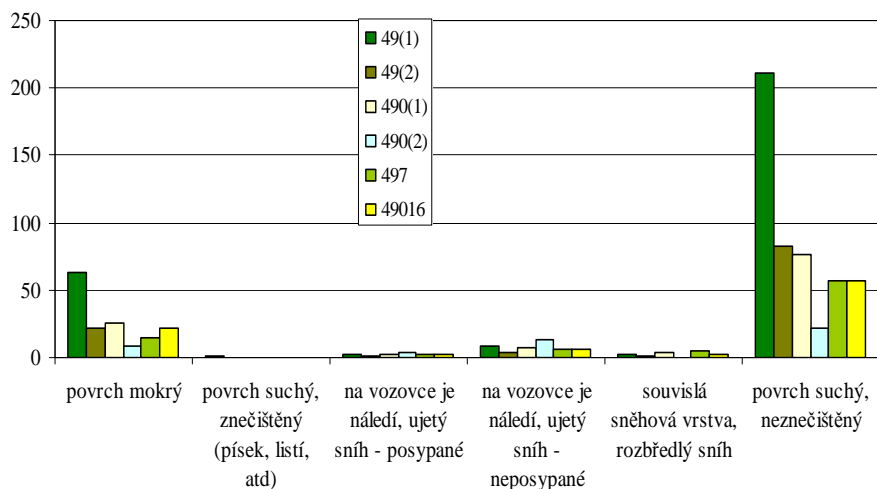
Tabulka 35 Četnosti nehod dle stavu vozovky na silnicích

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
A - povrch mokrý	63	22	26	9	14	22
B - povrch suchý, znečištěný (písek, listí, atd)	1	0	0	0	0	0
C - na vozovce je náledí, ujetý sníh - posypané	2	1	3	4	2	3
D - na vozovce je náledí, ujetý sníh - neposypané	8	4	7	13	6	6
E - souvislá sněhová vrstva, rozbředlý sníh	2	1	4	0	5	3
F - povrch suchý, neznečištěný	211	82	77	22	57	57

Pro další tabulku budeme místo celého názvu stavu vozovky při nehodě používat pouze přiřazená písmena.

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci pro lepší přehled daných četností podle stavu vozovky.

Graf 12 Četnosti nehod dle stavu vozovky na silnicích



Z grafu je patrný rozdíl mezi jednotlivými stavy vozovky. Nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu jednotlivých příčin.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 36 Pořadí četností nehod dle stavu vozovky

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	33	27	30	24	26	28	168
2	7	1	2	3	4	5	22
3	10	8	13	16	11	14	72
4	23	17	22	25	20	21	128
5	12	9	18	6	19	15	79
6	36	35	34	29	31	32	197

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

$$\text{Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu } T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2,$$

pro $I = 6$ a je roven $T = 666$.

Po dosazení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 32,1321$. Jelikož $\chi_5^2(0,05) = 11,0705$ a tedy $Q \geq \chi_5^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí hodnot počtu nehod podle stavu vozovky. Budeme se zajímat o to, které dvojice se liší.

Prozkoumáme nerovnost $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{i-1}^2(\alpha)}$, kde $N = 36$,

$n_i = n_j = 6$, pro všechna i a j .

Po dosazení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 20,2388 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 37 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	A	B	C	D	E	F
A	0,0000	24,3333*	16,0000	6,6667	14,8333	4,8333
B	-	0,0000	8,3333	17,6667	9,5000	29,1667*
C	-	-	0,0000	9,3333	1,1667	20,8333*
D	-	-	-	0,0000	8,1667	11,5000
E	-	-	-	-	0,0000	19,6667
F	-	-	-	-	-	0,0000

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Z uvedeného vztahu a výpočtu vyplývá, že se liší počty nehod podle stavu vozovky:

povrch mokrý – povrch suchý, znečištěný (písek, listí, atd.),

povrch suchý, znečištěný (písek, listí, atd.) – povrch suchý, neznečištěný,

na vozovce je náledí, ujetý sníh - posypané – povrch suchý, neznečištěný.

4.11 Viditelnost

Dalším faktorem působícím na vznik nehody je viditelnost. Budeme zkoumat počet nehod na jednotlivých silnicích podle stavu viditelnosti. Zmíněnou situaci nám prezentuje tabulka číslo 38, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

Tabulka 38 Četnosti nehod dle viditelnosti na silnicích

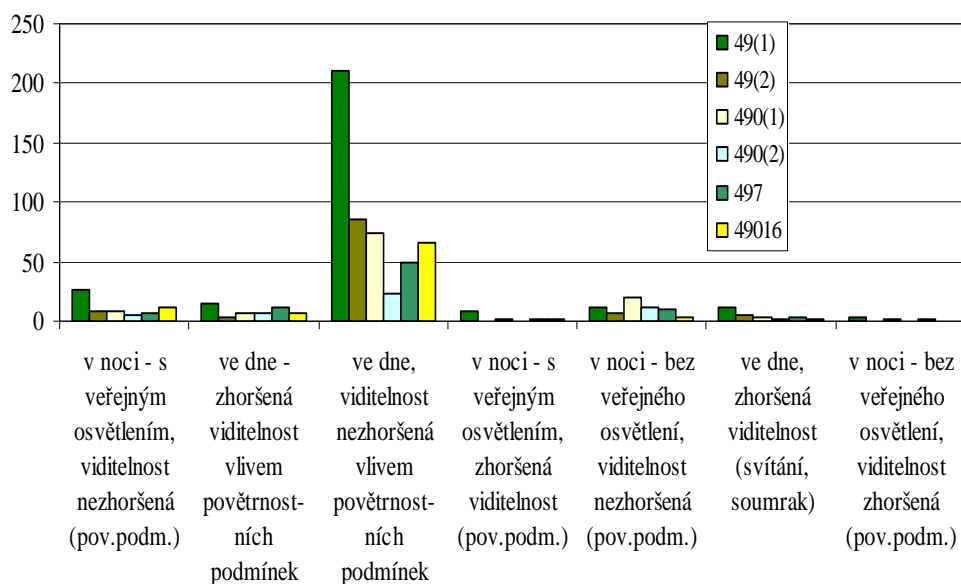
	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
A - v noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená (pov.podm.)	27	8	8	5	7	11
B - ve dne - zhoršená viditelnost vlivem povětrnost-ních podmínek	15	4	7	7	11	6
C - ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnost-ních podmínek	211	86	74	23	50	66
D - v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost (pov.podm.)	8	0	1	0	1	2

E - v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost nezhoršená (pov.podm.)	11	7	20	12	10	4
F - ve dne, zhoršená viditelnost (svítání, soumrak)	12	5	4	1	3	2
G - v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost zhoršená (pov.podm.)	3	0	2	0	2	0

Pro další tabulku budeme místo celého názvu viditelnosti při nehodě používat pouze přiřazená písmena.

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci, pro lepší přehled daných četností dle viditelnosti.

Graf 13 Četnosti nehod dle viditelnosti na silnicích



Nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu v různých podmínkách viditelnosti.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 39 Pořadí četností nehod dle viditelnosti

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	37	25	26	18	21	29	156
2	34	15	22	23	30	20	144
3	42	41	40	36	38	39	236
4	27	1	6	2	7	9	52
5	31	24	35	32	28	16	166
6	33	19	17	8	13	10	100
7	14	3	11	4	12	5	49

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 7$ a je roven $T = 903$.

Po dosazení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 29,8361$. Jelikož $\chi_6^2(0,05) = 12,5916$ a tedy $Q \geq \chi_6^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod podle viditelnosti. Je třeba určit, které dvojice se liší.

Porovnáme nerovnost $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{I-1}^2(\alpha)}$ kde $N = 42$,

$n_i = n_j = 6$, pro všechna i a j .

Po dosazení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 25,1332 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 40 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	A	B	C	D	E	F	G
A	0,0000	2,0000	13,3333	17,3333	1,6667	9,3333	17,8333
B	-	0,0000	15,3333	15,3333	3,6667	7,3333	15,8333
C	-	-	0,0000	30,6667*	11,6667	22,6667	31,1667*
D	-	-	-	0,0000	19,0000	8,0000	0,5000
E	-	-	-	-	0,0000	11,0000	19,5000
F	-	-	-	-	-	0,0000	8,5000
G	-	-	-	-	-	-	0,0000

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Z uvedeného vztahu a výpočtu vyplývá, že se liší počty nehod podle viditelnosti:

ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek – v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost (pov.podm.),

ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek – v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost zhoršená (pov.podm.).

4.12 Povětrnostní podmínky

Posledním faktorem působícím na vznik nehody, který budeme testovat, jsou povětrnostní podmínky na jednotlivých silnicích. Četnosti nehod pro zmíněnou situaci nám prezentuje tabulka číslo 41.

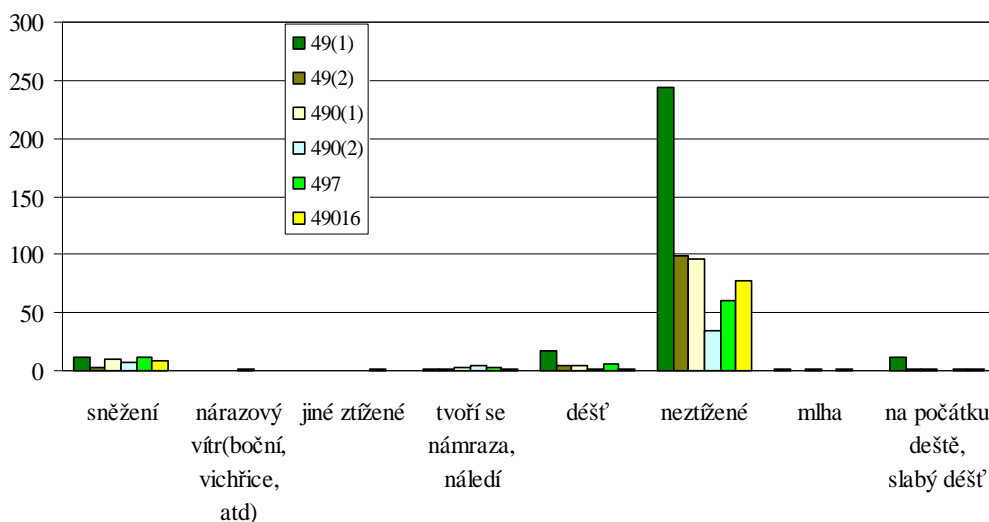
Tabulka 41 Četnosti nehod dle povětrnostních podmínek na silnicích

	49(1)	49(2)	490(1)	490(2)	497	49016
A - sněžení	12	3	10	7	12	9
B - nárazový vítr (boční, vichřice, atd)	0	0	0	1	0	0
C - jiné ztížené	0	0	0	0	1	0
D - tvoří se námraza, náledí	1	2	3	4	3	1
E - déšť	17	4	5	2	6	2
F - neztížené	244	99	96	34	60	78
G - mlha	2	0	1	0	1	0
H - na počátku deště, slabý déšť	11	2	2	0	1	1

Pro další tabulku budeme místo celého názvu povětrnostních podmínek při nehodě používat pouze přiřazená písmena.

Nejprve použijeme grafickou vizualizaci pro lepší přehled daných četností dle povětrnostních podmínek.

Graf 14 Četnosti nehod dle povětrnostních podmínek na silnicích



Z grafu je patrný rozdíl mezi počty nehod při různých povětrnostních podmínkách. Proto nyní použijeme Kruskal-Wallisův test a budeme zkoumat rozdílnost distribučních funkcí a tedy i mediánu v jednotlivých stavech povětrnostních podmínek.

Nejprve určíme pořadí četností, které uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 42 Pořadí četností nehod dle povětrnostních podmínek

Výběr	Pořadí veličin ve sdruženém náhodném výběru						Součet pořadí
1	40	29	38	36	41	37	221
2	1	2	3	15	4	5	30
3	6	7	8	9	16	10	56
4	17	23	30	32	31	18	151
5	42	33	34	24	35	25	193
6	48	47	46	43	44	45	273
7	26	11	19	12	20	13	101
8	39	27	28	14	21	22	151

Dále budeme testovat hypotézu o shodnosti distribučních funkcí uvedených náhodných výběrů.

Celkový součet pořadí je vypočten ze vztahu $T = \sum_{i=1}^I T_i = T_1 + \dots + T_I = N(N+1)/2$,

pro $I = 8$ a je roven $T = 1034$.

Po dosažení do statistiky (3) dostaneme hodnotu $Q = 40,4643$. Jelikož $\chi_7^2(0,05) = 14,0671$ a tedy $Q \geq \chi_7^2(0,05)$, zamítáme hypotézu o shodnosti distribučních funkcí hodnot počtu nehod podle povětrnostních podmínek. Zjistíme ještě, které dvojice se liší.

Porovnáme nerovnost $|t_i - t_j| > \sqrt{\frac{1}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) N(N+1) \chi_{I-1}^2(\alpha)}$, kde $N = 48$,

$n_i = n_j = 6$, pro všechna i a j .

Po dosažení do výrazu na pravé straně rovnice dostaneme hodnotu 30,3159 a absolutní hodnoty na levé straně uvedeme do následující tabulky.

Tabulka 43 Hodnoty $|t_i - t_j|$

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0,0000	31,8333*	27,5000	11,6667	4,6667	8,6667	20,0000	11,6667
B	-	0,0000	4,3333	20,1667	27,1667	40,5*	11,8333	20,1667
C	-	-	0,0000	15,8333	22,8333	36,1667*	7,5000	15,8333
D	-	-	-	0,0000	7,0000	20,3333	8,3333	0,0000
E	-	-	-	-	0,0000	13,3333	15,3333	7,0000
F	-	-	-	-	-	0,0000	28,6667	20,3333
G	-	-	-	-	-	-	0,0000	8,3333
H	-	-	-	-	-	-	-	0,0000

Hvězdičkou jsou označovány hodnoty na levé straně nerovnosti, které přesáhly kritickou hodnotu na pravé straně.

Z toho vyplývá, že se liší počty nehod podle povětrnostních podmínek:

- sněžení – nárazový vítr (boční, vichřice, atd),
- nárazový vítr (boční, vichřice, atd) – neztížené,
- jiné ztížené – neztížené.

4.13 Místo nehody

4.13.1 Počet nehod na jednotlivých silnicích v/mimo křižovatku

Sestrojíme kontingenční tabulku vztahující se k počtům nehod na požadovaných úsecích silnic v křižovatce nebo mimo ní celkově za uvedených pět let současně.

Tabulka 44 Kontingenční tabulka četnosti nehod na silnicích

	mimo křižovatku	na křižovatce	SUMA
49(1)	168	116	284
49(2)	75	35	110
490(1)	71	46	117
490(2)	45	3	48
497	69	14	83
49016	49	39	88
SUMA	477	253	730

Kontingenční tabulka splňuje podmínku dostatečných četností, můžeme tedy testovat nezávislost mezi počty nehod na silnicích a počty nehod v/mimo křižovatce.

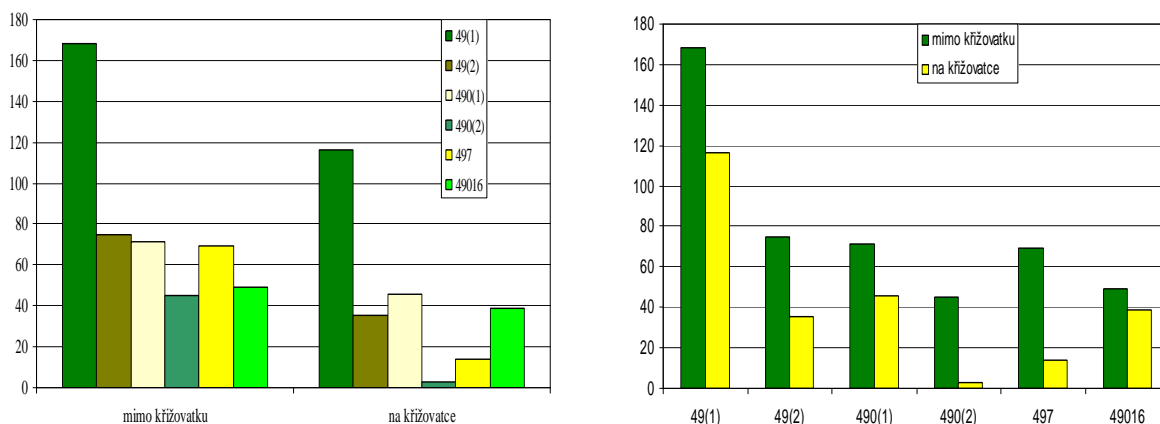
Pro výpočet se použije testová statistika (2). Po dosazení četností do uvedené statistiky dostaneme hodnotu $\chi^2 = 38,6$.

Nulová hypotéza nebyla zamítnuta, jelikož

$$\chi^2 \leq \chi^2_5(0,05), \text{ tedy } 38,6 \geq 11,1.$$

Zamítáme hypotézu, že počty nehod na vybraných silnicích a počty nehod v/mimo křižovatku jsou nezávislé znaky.

Graf 15 Četnosti nehod



Z uvedených grafů názorně vidíme, jak se liší počty nehod na jednotlivých silnicích a také v/mimo křižovatku.

4.13.2 Počet nehod v letech v/mimo křižovatku

Sestrojíme kontingenční tabulku vztahující se k počtům nehod na požadovaných úsecích silnic v křižovatce nebo mimo ní celkově za uvedených pět let současně.

Tabulka 45 Četnosti nehod v letech 2004 – 2008

	mimo křižovatku	na křižovatce	SUMA
2004	99	60	159
2005	110	54	164
2006	100	55	155
2007	111	60	171
2008	57	24	81
SUMA	477	253	730

Kontingenční tabulka splňuje podmínku dostatečných četností, můžeme tedy testovat nezávislost mezi počty nehod za období 2004 – 2008 a počty nehod v/mimo křižovatce.

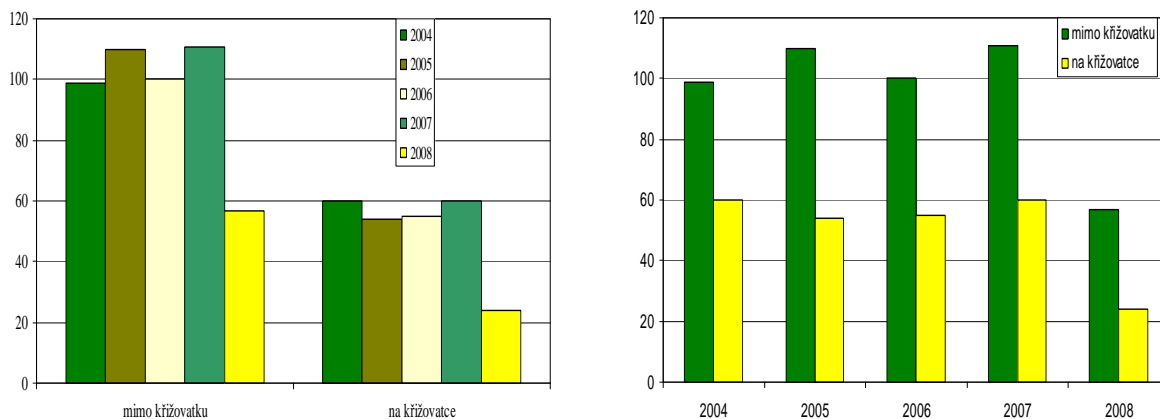
Pro výpočet se použije testová statistika (2). Po dosažení četností do uvedené statistiky dostaneme hodnotu $\chi^2 = 18,5$.

Nulová hypotéza nebyla zamítnuta, jelikož

$$\chi^2 \leq \chi_4^2(0,05), \text{ tedy } 18,5 \leq 94,9.$$

Nelze tedy zamítnout hypotézu, že počty nehod za dané období a počty nehod v/mimo křižovatku jsou nezávislé znaky.

Graf 16 Četnosti nehod



Z uvedených grafů názorně vidíme, že se neliší počty nehod v daném období a také v/mimo křižovatku.

4.14 Počet nehod v hodinách

Zaměříme na vztah počtu 46, ve které jsou uvedeny četnosti nehod.

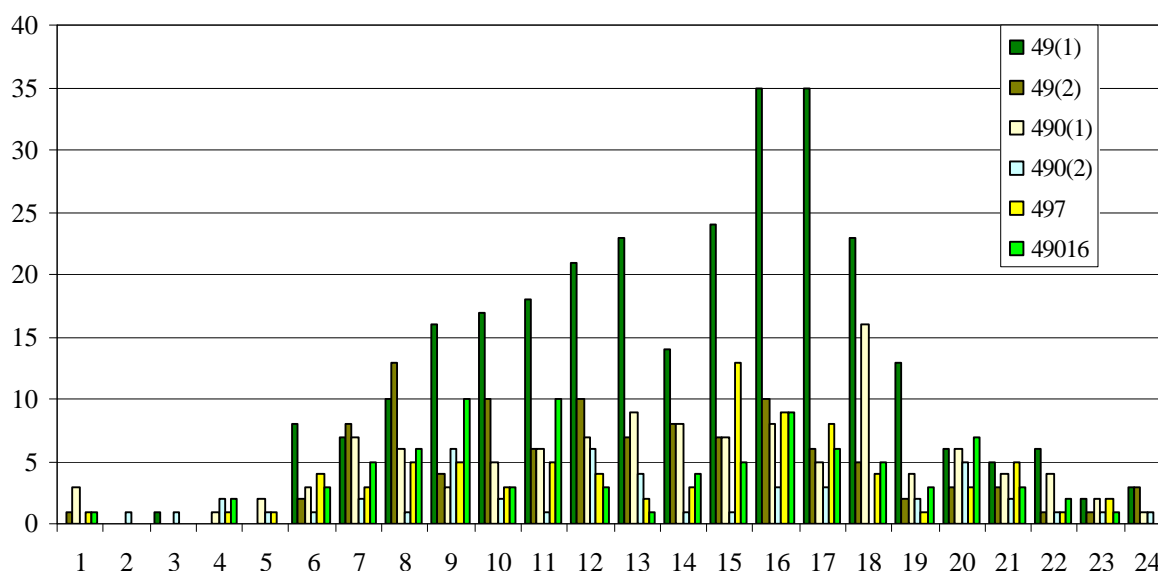
Tabulka 46 Četnosti nehod na silnicích v hodinách

DO	1	2	3	4	5	6
49(1)	0	0	1	0	0	8
49(2)	1	0	0	0	0	2
490(1)	3	0	0	1	2	3
490(2)	0	1	1	2	1	1
497	1	0	0	1	1	4
49016	1	0	0	2	0	3
SUMA	6	1	2	6	4	21
DO	7	8	9	10	11	12
49(1)	7	10	16	17	18	21
49(2)	8	13	4	10	6	10
490(1)	7	6	3	5	6	7
490(2)	2	1	6	2	1	6
497	3	5	5	3	5	4
49016	5	6	10	3	10	3
SUMA	32	41	44	40	46	51
DO	13	14	15	16	17	18
49(1)	23	14	24	35	35	23
49(2)	7	8	7	10	6	5
490(1)	9	8	7	8	5	16
490(2)	4	1	1	3	3	0
497	2	3	13	9	8	4
49016	1	4	5	9	6	5
SUMA	46	38	57	74	63	53
DO	19	20	21	22	23	24
49(1)	13	6	5	6	2	3
49(2)	2	3	3	1	1	3
490(1)	4	6	4	4	2	1

490(2)	2	5	2	1	1	1
497	1	3	5	1	2	0
49016	3	7	3	2	1	2
SUMA	25	30	22	15	9	10

Pro lepší přehled uvedených četností použijeme graf.

Graf 17 Četnosti nehod v hodinách na silnicích



Z grafu vyčteme, že nejvíce nehod se stalo mezi 15. a 16. hodinou, což je ovšem zavádějící, jelikož frekvence automobilů je v každé hodině jiná, proto nemusí být nejnebezpečnější právě uvedená hodina. Nyní pomocí hustoty provozu vypočítáme, ve které hodině se stalo nejvíce nehod, ovšem dohromady pro všechny silnice. Uvedeme to do následující tabulky.

Tabulka 47 Výpočet poměru četnosti nehody a četnosti dopravy

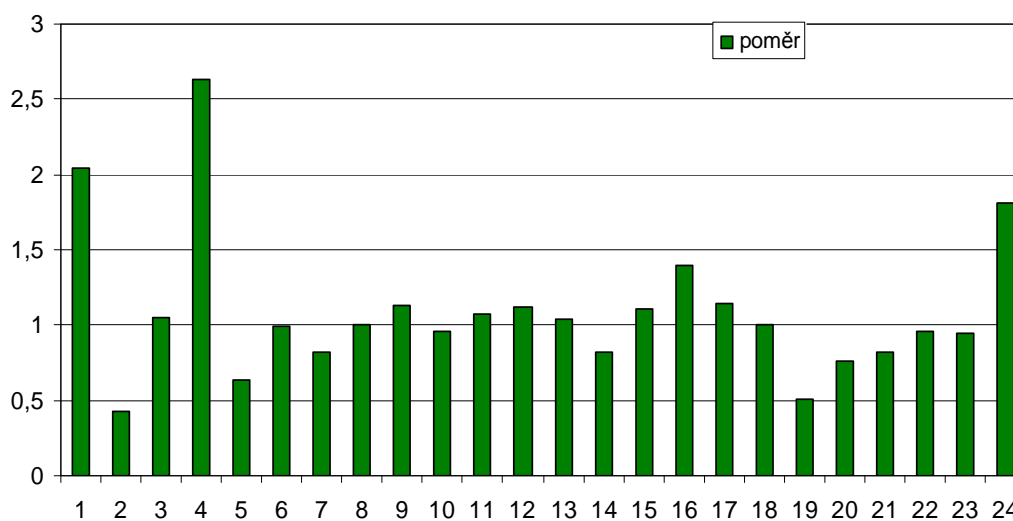
Čas Od - do	četnost nehod	četnost dopravy	poměr	vzestupně seřazený poměr	seřazené časy dle rostoucího rizika
0 - 1	0,0082	0,004	2,038	0,4246	2
1 - 2	0,0014	0,0032	0,4246	0,5055	19
2 - 3	0,0027	0,0026	1,0452	0,632	5
3 - 4	0,0082	0,0031	2,6297	0,7633	20
4 - 5	0,0054	0,0086	0,632	0,8144	14
5 - 6	0,0285	0,0287	0,9942	0,8167	21
6 - 7	0,0435	0,0528	0,8235	0,8235	7
7 - 8	0,0557	0,0554	1,0055	0,9406	23
8 - 9	0,0598	0,0527	1,1344	0,9568	10
9 - 10	0,0543	0,0568	0,9568	0,9613	22
10 - 11	0,0625	0,0582	1,0739	0,9942	6
11 - 12	0,0693	0,0618	1,1213	1,0015	18

12 - 13	0,0625	0,0604	1,0348	1,0055	8
13 - 14	0,0516	0,0634	0,8144	1,0348	13
14 - 15	0,0774	0,07	1,1064	1,0452	3
15 - 16	0,1005	0,0723	1,3906	1,0739	11
16 - 17	0,0856	0,0753	1,1368	1,1064	15
17 - 18	0,072	0,0719	1,0015	1,1213	11
18 - 19	0,034	0,0672	0,5055	1,1344	9
19 - 20	0,0408	0,0534	0,7633	1,1368	17
20 - 21	0,0299	0,0366	0,8167	1,3906	16
21 - 22	0,0204	0,0212	0,9613	1,8116	24
22 - 23	0,0122	0,013	0,9406	2,038	1
23 - 24	0,0136	0,0075	1,8116	2,6297	4

Četnosti dopravy v jednotlivých hodinách jsme získali z [35], kde jsou data uvedena z křižovatky v Jihlavě. My předpokládáme, že je podíl dopravních prostředků na všech silnicích ve stejných časech a místech shodný.

Vypočtený poměr uvedeme pro lepší přehlednost do grafu.

Graf 18 Poměr četnosti nehody a četnosti dopravy



Z předchozího grafu jsme se domnívali, že nejnebezpečnější doba pro cestování po daných silnicích je mezi 15. a 16. hodinou. Z grafu 5. 16 ale vidíme, že tomu tak není. Nejnebezpečnější čas na silnicích je mezi 3. až 4. hodinou, přestože se stalo pouhých 6 nehod. Zmíněná 15. až 16. hodina je až na 4. místě. Nejbezpečnější je cestování v době mezi 1. až 2. hodinou.

ZÁVĚR

Kvůli velkému množství automobilů, bezohledné, agresivní, nezkušené a rychlé jízdě řidičů vzniká velké množství dopravních nehod. Česká republika se angažuje ve spoustě kampaní vzniklých za účelem prevence dopravních nehod. K nejznámějším patří kampaně, „*Domluvme se*“, „*Nemyslíš. Zaplatíš*“, atd.

Původním cílem této práce, byla analýza všech faktorů v jednotlivých letech, což je uvedeno pouze pro dny v týdnu. Jelikož by práce byla značně obsáhlá, zvolili jsme dále testování pro všechny roky dohromady.

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala nehodovostí na vybraných úsecích silnic vedoucích do města Zlína za období 2004 – 2008. Jejím hlavním cílem bylo provést analýzu dopravní nehodovosti na daných úsecích silnic a určení hlavních příčin způsobujících dopravní nehody. Dále jsem analyzovala jednotlivé faktory působící na nehodu a z nich jsem vybrala ty, které se nejvíce lišily.

Pro zjištění, které silnice se dle počtu dopravních nehod nejvíce lišily, jsem použila Kruskal-Wallisův test. Po jeho provedení bylo zjištěno, že se výrazně liší počet nehod na silnicích 49(1) a 490(2). Pomocí Paretova diagramu jsem zjistila, že 80% dopravních nehod vzniklo v období 2004 – 2008 z důvodu těchto 20% příčin:

nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem,
řidič se plně nevěnoval řízení vozidla,
nezaviněná řidičem,
nepřiměřená rychlosti stavu vozovky,
proti příkazu značky dej přednost,
přejíždění z jednoho pruhu do druhého.

V dalších částech jsem testovala jednotlivé faktory působící na vznik nehody. Nejprve jsem se zabývala jednotlivými dny v týdnu. Chtěla jsem pomocí kontingenční tabulky zjistit, jestli jsou jednotlivé silnice a dny v týdnu nezávislé znaky. Tento test jsem ale nemohla provést, protože nebyla splněna podmínka dostatečných četností. Po provedení Kruskal-Wallisova testu jsem ve všech letech hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod v jednotlivých dnech nezamítla. Dále jsem testovala počty nehod na silnicích v jednotlivých měsících, to jsem hypotézu o shodnosti středních hodnot počtu nehod na jednotlivých silnicích zamítla a zjistila jsem, že se liší silnice 49(1) – 490(2), 49(1) – 497, 49(1) – 49016. Při testování počtu nehod v jednotlivých

měsících jsem hypotézu o shodnosti středních hodnot nezamítla. Rovněž jsem nezamítla hypotézu o shodnosti distribučních funkcí počtu nehod na jednotlivých silnicích dle následků nehody. V následujících částech jsem testovala pouze faktory působící na nehodu. Pomocí Kruskal-Wallisova testu jsem zamítla všechny hypotézy o shodnosti distribučních funkcí jednotlivých faktorů, mezi něž patřil alkohol; druh vozidla, které způsobilo nehodu; druh nehody; zavinění nehody; stav vozovky, viditelnost; povětrnostní podmínky. Odlišnost daných příčin zobrazí následující tabulka.

Tabulka 48 Přehled odlišných příčin, které způsobily nehody

FAKTOR	ODLIŠNÉ PŘÍČINY
Alkohol	požil alkohol – nepožil alkohol
Druh vozidla, které způsobilo nehodu	osobní automobil bez přívěsu – vlak
	vlak – nákladní automobil
Druh nehody	srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem – srážka s vlakem
	srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem – srážka s domácím zvířetem
Zavinění nehody	řidičem motorového vozidla – chodcem
	řidičem motorového vozidla – závadnou komunikací
Stav vozovky	povrch mokrý – povrch suchý, znečištěný (písek, listí, atd.)
	povrch suchý, znečištěný (písek, listí, atd.) – povrch suchý, neznečištěný
	na vozovce náledí, ujetý sníh - posypané – povrch suchý, neznečištěný
Viditelnost	ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek – v noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost (pov.podm.)
	ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek – v noci - bez veřejného osvětlení, viditelnost zhoršená (pov.podm.)
Povětrnostní podmínky	sněžení – nárazový vítr (boční, vichřice, atd.)
	nárazový vítr (boční, vichřice, atd.) – neztížené
	jiné ztížení – neztížené

Po dokončení této části práce jsem testovala pomocí kontingenční tabulky nezávislost mezi silnicemi a místem nehody, kde jsem nulovou hypotézu zamítla. Naopak nezávislost mezi jednotlivými roky a místem dopravní nehody jsem zamítnout nemohla.

Nakonec jsem ještě zjišťovala, kdy je nejnebezpečnější doba pro cestování pomocí četnosti dopravy. Došla jsem k závěru, že nejnebezpečnější doba je mezi 3-4 hodinou a 0-1 hodinou, naopak nejbezpečnější je 1-2 hodina a 18-19 hodina.

Díky zhotovení dat ke každé hlášené nehodě, jsem byla schopna určit faktory, které se podílí na největším počtu nehod. Pracovala jsem pouze se součtem dopravních nehod na všech silnicích za všech pět let. Celkový počet nehod v uvedeném období a na všech silnicích byl 737 nehod.

Tabulka 49 Faktory s největším počtem nehod

Faktor	Konkrétní faktor	Počet nehod
den	pondělí	137
měsíc	prosinec	74
hodina	15-16	74
místo nehody	mimo křižovatku	477
alkohol	ne	602
následky nehody	lehce zraněné	113
druh vozidla, které způsobilo nehodu	osobní automobil bez přívěsu	524
druh nehody	srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	568
zavinění nehody	řidičem motorového vozidla	646
stav vozovky	povrch suchý, neznečištěný	506
viditelnost	ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	510
povětrností podmínky	neztížené	611
hlavní příčina	nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	205

Obdobně by mohl být porovnáván počet nehod v různých městech, bylo by možné testovat jednotlivé faktory nebo porovnávat počty nehod při působení určitého faktoru. V neposlední řadě by analyzovaná data mohla být rozšířena na všechny silnice ve městě Zlín.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *BESIP: Kampaň „Domluvme se“* [online]. [citováno 28. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.ibesip.cz/Prezentace-kampani/Domluvme-se/area221>
- [2] *WIKIPEDIA: Motorové vozidlo* [online]. [citováno 5. 4. 2010], dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Motorov%C3%A9_vozidlo
- [3] *AUTAMILDA: Historie automobilu* [online]. [citováno 29. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.autamilda.estranky.cz/stranka/historie-automobilu>
- [4] *WIKIPEDIA: Automobil* [online]. [citováno 5. 4. 2010], dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobil>
- [5] KUBA, Adolf, HAUSMAN, Jaroslav, *Malé dějiny auta*, 1. vydání, Praha: Albatros, 1973.
- [6] KUBA, Adolf, *Jak přišli koně pod kapotu*, 1. vydání, Praha: Nadas, 1988.
- [7] *WIKIPEDIA: Dopravní nehoda* [online]. [citováno 5. 4. 2010], dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Dopravn%C3%AD_nehoda
- [8] *POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY: Zákon 361-2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů.rtf* [online]. [citováno 25. 2. 2010], dostupný z WWW: <http://www.policie.cz/clanek/vybrane-zakony-cr-815149.aspx>
- [9] *ZACHRANÝ KRUH: Doprava, cestování – silniční* [online]. [citováno 5. 4. 2010], dostupný z WWW: http://www.zachranny-kruh.cz/doprava_cestovani
- [10] *WIKIPEDIA: Pravidla silničního provozu* [online]. [citováno 24. 3. 2010], dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pravidla_silni%C4%8Dn%C3%ADho_provozu
- [11] *WIKIPEDIA: Omezení rychlosti osobního automobilu* [online]. [citováno 24. 3. 2010], dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Omezen%C3%AD_rychlosti_osobn%C3%ADch_automobil%C5%AF
- [12] *POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY: Statistika dopravní nehodovosti – rok 2008* [online]. [citováno 12. 2. 2010], dostupný z WWW: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-178464.aspx>
- [13] *THE ACTION* [online]. [citováno 26. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.theaction.cz/default.aspx?ido=3&sh=67579>
- [14] *DOMLUVME-SE* [online]. [citováno 26. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.domluvme-se.cz/default.aspx>

- [15] *NEMYSLÍŠ-ZAPLATÍŠ* [online]. [citováno 26. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.nemyslis-zaplatis.cz/>
- [16] Pracovníci ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia policie České republiky, *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2005*, Praha: ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia policie České republiky, duben 2006.
- [17] Pracovníci ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia policie České republiky, *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2006*, Praha: ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia policie České republiky, duben 2007.
- [18] Pracovníci ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia policie České republiky, *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2007*, Praha: ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia policie České republiky, duben 2008.
- [19] *WIKIPEDIA: Staničení* [online]. [citováno 16. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Stani%C4%8Den%C3%AD>
- [20] *ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC: Přehled staveb – silnice I/49* [online]. [citováno 18. 3. 2010], dostupný z WWW: [http://www.rsd.cz/catalog/Stavime-pro-vas/Prehled-staveb/pdf150/\\$file/s49-malenovice-otrokovice.pdf](http://www.rsd.cz/catalog/Stavime-pro-vas/Prehled-staveb/pdf150/$file/s49-malenovice-otrokovice.pdf)
- [21] *CESKEDALNICE.CZ: Rychlostní silnice R55* [online]. [citováno 5. 4. 2010], dostupný z WWW: <http://www.ceskedalnice.cz/rychlostni-silnice/r55>
- [22] *ŘEDITELSTVÍ SILNIC ZLÍNSKÉHO KRAJE: Archiv událostí – Přehled silnic Zlínského kraje* [online]. [citováno 18. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.rszk.cz/>
- [23] *WIKIPEDIA: Kontingenční tabulka* [online]. [citováno 6. 3. 2010], dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kontingen%C4%8Dn%C3%AD_tabulka
- [24] KROPÁČ, Jiří, *Statistika B Jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, Časové řady*, Blansko, 2007. ISBN: 80-214-3295-0
- [25] ANDĚL, Jiří, *Základy matematické statistik*, 1. vydání, Praha: Matfyzpress, 2005. ISBN: 80-86732-40-1
- [26] HRON, Karel, *Přednáška z pravděpodobnosti a matematické statistiky 2: Kontingenční tabulky*, Přírodovědecká fakulta UP Olomouc

- [27] ZVÁRA, Karel, ŠTĚPÁN, Josef, *Pravděpodobnost a matematická statistika*, 4. vydání, Praha: Matfyzpress, 2006. ISBN: 80-86-732-71-7
- [28] HRON, Karel, *Přednáška z pravděpodobnosti a matematické statistiky 1: Krabicový diagram*, Přírodovědecká fakulta UP Olomouc
- [29] *ELEARN.VSB.CZ: Krabicový diagram* [online]. [citováno 6. 3. 2010], dostupný z WWW: www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Animace/Animace%2002%20-%20HIST.pps
- [30] *Kruskal-Wallisův test* [online]. [citováno 26. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://aix-lin.upol.cz/~milde/Wilcoxon-testy.pdf>
- [31] *ELEARN.VSB.CZ: Paretův diagram* [online]. [citováno 26. 3. 2010], dostupný z WWW: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/>
- [32] PLURA, Jiří, *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*, 1. vydání, Praha: Computer Press, 2001. ISBN: 80-7226-543-1
- [33] *VIEW YOUR MIND* [online]. [citováno 6. 4. 2010], dostupný z WWW: <http://www.abclinuxu.cz/software/nastroje/view-your-mind-vym>
- [34] HRON, Karel, *Přednáška z pravděpodobnosti a matematické statistiky 2: ANOVA*, Přírodovědecká fakulta UP Olomouc
- [35] Diplomová práce Josef Vetchý, KMAaAM, Přírodovědecká fakulta UP Olomouc, 2010

SEZNAM GRAFŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

Graf 1	Počet dopravních nehod v letech 1993 – 2008 v ČR (str. 19)
Graf 2	Počet usmrcených osob v letech 1980 – 2008 v ČR (str. 20)
Graf 3	Počet nehod na silnicích v letech 2004 – 2008 (str. 30)
Graf 4	Četnosti nehod na silnicích v měsících (str. 41)
Graf 5	Četnosti nehod v měsících na silnicích (str. 43)
Graf 6	Četnosti nehod na silnicích dle následků (str. 44)
Graf 7	Následky dopravních nehod (str. 45)
Graf 8	Četnosti nehod s faktorem alkoholu na silnicích (str. 46)
Graf 9	Četnosti nehod podle druhu vozidla, které zavinilo nehodu na silnicích (str. 48)
Graf 10	Četnosti nehod podle druhu nehody na silnicích (str. 50)
Graf 11	Četnosti nehod dle zavinění na silnicích (str. 53)
Graf 12	Četnosti nehod dle stavu vozovky na silnicích (str. 55)
Graf 13	Četnosti nehod dle viditelnosti na silnicích (str. 57)
Graf 14	Četnosti nehod dle povětrnostních podmínek na silnicích (str. 59)
Graf 15	Četnosti nehod (str. 62)
Graf 16	Četnosti nehod (str. 63)
Graf 17	Četnosti nehod v hodinách na silnicích (str. 64)
Graf 18	Poměr četnosti nehody a četnosti dopravy (str. 65)
Obrázek 1	Silnice města Zlína (str. 21)
Obrázek 2	Krabicový diagram (str. 27)
Obrázek 3	Diagram příčin a následků a celkový počet nehod (str. 33)
Obrázek 4	Paretův diagram hlavních příčin (str. 34)
Obrázek 5	Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2004 (str. 35)
Obrázek 6	Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2005 (str. 37)
Obrázek 7	Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2006 (str. 38)
Obrázek 8	Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2007 (str. 39)

Obrázek 9	Krabicový diagram počtu nehod v jednotlivých dnech v roce 2008 (str. 40)
Obrázek 10	Diagram příčin a následků (str. 48)
Tabulka 1	Řidičské oprávnění (str. 11)
Tabulka 2	Počet nehod, počet usmrčených a hlavní opatření (str. 17)
Tabulka 3	Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel (str. 20)
Tabulka 4	Směr staničení silnic (str. 21)
Tabulka 5	Úseky silnic použité v práci (str. 22)
Tabulka 6	Matice pravděpodobností a kontingenční tabulka (str. 25)
Tabulka 7	Kruskal-Wallisův test (str. 28)
Tabulka 8	Nehodovost v obci Zlín v letech 2004 – 2008 (str. 30)
Tabulka 9	Pořadí četností nehod na jednotlivých silnicích (str. 31)
Tabulka 10	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 31)
Tabulka 11	Hlavní příčiny nehod řidičů motorových vozidel (str. 32)
Tabulka 12	Kontingenční tabulka počtu nehod ve dnech za rok 2004 (str. 35)
Tabulka 13	Pořadí četností nehod ve dnech pro rok 2004 (str. 36)
Tabulka 14	Četnosti nehod ve dnech pro rok 2005 (str. 36)
Tabulka 15	Četnosti nehod ve dnech pro rok 2006 (str. 37)
Tabulka 16	Četnosti nehod ve dnech pro rok 2007 (str. 38)
Tabulka 17	Četnosti nehod ve dnech pro rok 2008 (str. 39)
Tabulka 18	Četnosti nehod na silnicích v měsících (str. 40)
Tabulka 19	Pořadí četností nehod na jednotlivých cestách (str. 41)
Tabulka 20	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 42)
Tabulka 21	Četnosti nehod v měsících na silnicích (str. 42)
Tabulka 22	Pořadí četností nehod v jednotlivých měsících (str. 43)
Tabulka 23	Četnosti nehod na silnicích dle následků (str. 44)
Tabulka 24	Pořadí četností nehod na jednotlivých cestách (str. 45)
Tabulka 25	Četnosti nehod s faktorem alkoholu na silnicích (str. 46)
Tabulka 26	Pořadí četností nehod dle stavu alkoholu (str. 46)
Tabulka 27	Hodnoty pro hledání stavu alkoholu, v nichž se liší četnosti (str. 47)
Tabulka 28	Pořadí četností nehod podle druhu vozidla, které zavinilo nehodu (str. 49)

Tabulka 29	Četnosti nehod podle druhu nehody na silnicích (str. 50)
Tabulka 30	Pořadí četností nehod dle druhu nehody (str. 51)
Tabulka 31	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 51)
Tabulka 32	Četnosti nehod dle zavinění na silnicích (str. 52)
Tabulka 33	Pořadí četností nehod dle zavinění (str. 53)
Tabulka 34	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 54)
Tabulka 35	Četnosti nehod dle stavu vozovky na silnicích (str. 54)
Tabulka 36	Pořadí četností nehod dle stavu vozovky (str. 55)
Tabulka 37	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 56)
Tabulka 38	Četnosti nehod dle viditelnosti na silnicích (str. 56)
Tabulka 39	Pořadí četností nehod dle viditelnosti (str. 57)
Tabulka 40	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 58)
Tabulka 41	Četnosti nehod dle povětrnostních podmínek na silnicích (str. 59)
Tabulka 42	Pořadí četností nehod dle povětrnostních podmínek (str. 60)
Tabulka 43	Hodnoty $ t_i - t_j $ (str. 60)
Tabulka 44	Kontingenční tabulka četnosti nehod na silnicích (str. 61)
Tabulka 45	Četnosti nehod v letech 2004 – 2008 (str. 62)
Tabulka 46	Četnosti nehod na silnicích v hodinách (str. 63)
Tabulka 47	Výpočet poměru četnosti nehody a četnosti dopravy (str. 64)
Tabulka 48	Přehled odlišných příčin, které způsobily nehody (str. 67)
Tabulka 49	Faktory s největším počtem nehod (str. 67)

PŘÍLOHY

Příloha [1]	Přehled nehod
Příloha [2]	Formulář evidence nehod v silničním provozu
Příloha [3]	Euroformulář
Příloha [4]	Silnice I., II. a III. třídy okresu Zlín
Příloha [5]	Silniční a dálniční síť Zlínského kraje
Příloha [6]	CD: Soubor 1 Zpracovaná data k nehodám pro rok 2004
	Soubor 2 Zpracovaná data k nehodám pro rok 2005
	Soubor 3 Zpracovaná data k nehodám pro rok 2006
	Soubor 4 Zpracovaná data k nehodám pro rok 2007
	Soubor 5 Zpracovaná data k nehodám pro rok 2008
	Soubor 6 Přehled počtu nehod při působení jednotlivých faktorů

Záznam o dopravní nehodě

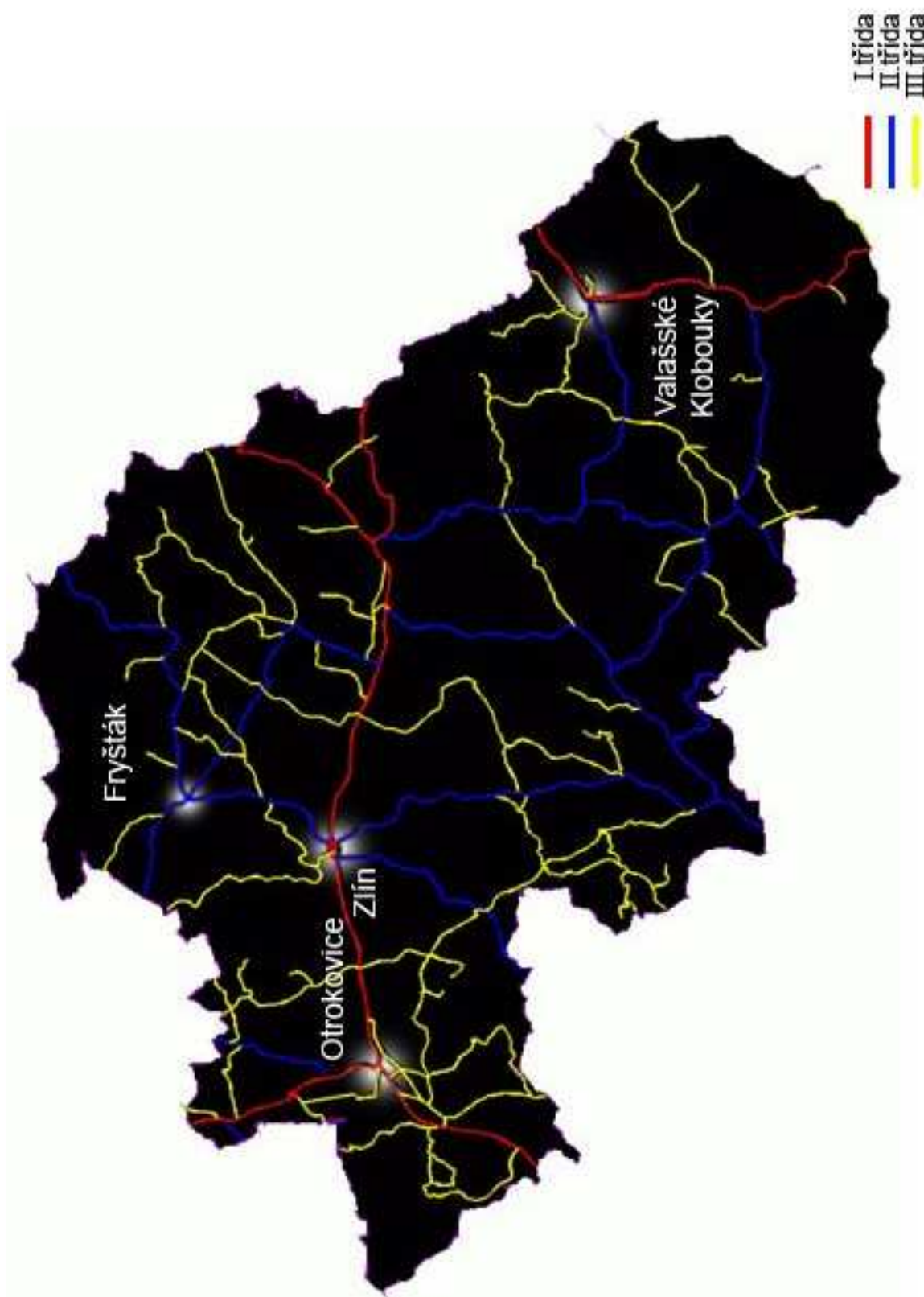
Slouží k dokumentaci průběhu nehody za účelem rychlejšího vyřízení náhrady škody.

Vyplní řidiči obou vozidel.

1. Datum nehody		Hodina		2. Místo (ulice, č. domu resp. kilometrovník)		3. Zranění? ne <input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/>					
4. Jiná škoda než na vozidlech A a B ne <input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/>				5. Svěděl (jméno, adresa, telefon - spolujezdecke podtrhnout)		5a. Pojištěn šetřeno? ne <input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> Kým:					
Vozidlo A				Vozidlo B							
6. Pojištěný (jméno a adresa)				12. Zaškrtněte odpovídající body vozidlo:							
Telefon (od 9.00 do 16.00)				1							
Plátce DPH? ne <input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/>				2							
7. Vozidlo Tov. značka, typ				3							
Rok výroby				4							
Státní poznávací značka				5							
8. Pojišťitel				6							
Adresa pobočky				7							
Číslo poj. odpovědnosti				8							
Číslo zelené karty				9							
Hraníční pojištění platné do				10							
Je vozidlo pojištěno havarijně? ne <input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/>				11							
Pojišťitel				12							
9. Řidič Příjmení				13							
Jméno				14							
Adresa				15							
Číslo řidičského průkazu				16							
Skupina				17							
Vydal				Počet označených políček							
10. Označte šipkou body vzájemného střetu				13. Náčrt Označte: 1. silnice, 2. směr jízdy vozidel A a B, 3. postavení vozidel v okamžiku střetu, 4. dopravní značky, 5. jiná uliční značení				10. Označte šipkou body vzájemného střetu			
11. Viditelná poškození				15. Podpisy řidičů				11. Viditelná poškození			
14. Poznámky				14. Poznámky				14. Poznámky			

Po podpisu a oddělení listů nelze již údaje měnit.

Příloha 4 Silnice I., II. a III. třídy okresu Zlín



Příloha 5 Silniční a dálniční síť Zlínského kraje

