

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Regresní a korelační analýza časového vývoje počtu
dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek ve
vybraném regionu**

diplomová práce

Autor práce: Bc. Martin Vávra
Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzová připravenost
Vedoucí práce: doc. RNDr. Přemysl Záškodný, CSc.

Datum odevzdání práce: 7. srpna 2012

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo provést statistické šetření a měření statistických závislostí časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných, kapalných a plyných látek, včetně jejich celkového počtu a také v případě úniku těchto látek, ve vybraném regionu „České republiky“.

Podstatou samotné práce bylo ověřování statistických dat, respektive dvou základních hypotéz H1 a H2 a pěti dílčích hypotéz H11, H12, H13, H14, H15. Pro tato ověření bylo použito metod deskriptivní a matematické statistiky, zejména pak regresní a korelační analýzy v rámci hypotézy H1. Pro ověřovanou hypotézu H2 bylo použito v rámci matematické statistiky neparametrické testování normality.

Ověření hypotézy H1 a jejich dílčích hypotéz H11, H12, H13, H14, H15 umožnilo prokázat lineární regresi spojenou s negativní korelační závislostí ve vývoji počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v ročních časových jednotkách (2002 až 2011).

Ověření hypotézy H2 umožnilo prokázat normalitu v rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci jednotlivých měsíců sledovaného období let 2007 až 2011.

Za přínosy práce lze považovat jednak návrh posloupnosti statistických metod pro řešení zkoumané problematiky, jednak aplikaci uvedené posloupnosti jednotlivých statistických metod na počty dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

V souvislosti s dosaženými výsledky práce lze navrhnout i možné navazující práce. V těchto pracích by se například mohlo jednat o prozkoumání způsobů prevence, případně jiných skutečností, které vedly k negativní korelační závislosti. Předmětem další možnosti navazující práce, by mohlo být např. statistické šetření a měření statistických závislostí v rámci krajů ČR nebo zkoumání teoretického rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci jiné časové jednotky.

Abstract

The aim of this thesis was to conduct a statistical survey and the measurement of statistical dependences of time development of the traffic accident rate at transportation of dangerous solid, liquid and gaseous substances, including their total number and also in case of leakage of these substances in a selected region "the Czech Republic".

The purpose of the thesis was to verify statistical data, or more precisely, verification of two basic hypotheses H1 and H2, and five sub-hypotheses H11, H12, H13, H14, H15. For these verifications methods of descriptive and mathematical statistics were used, especially regression and correlation analysis in hypothesis H1. To verify hypothesis H2, nonparametric normality test as a technique of mathematical statistics was applied.

Verification of hypotheses H1 and their sub-hypotheses H11, H12, H13, H14, H15 enabled to prove linear regression associated with negative correlation within the development of traffic accidents at transportation of dangerous substances in annual units of time (2002 to 2011).

Verification of hypothesis H2 enabled to demonstrate normality in distribution of the number of accidents at transportation of dangerous substances within individual months of the monitored period from 2007 to 2011.

As benefits of this thesis both the proposal of the sequence of statistical methods for examining the research topic and the application of the mentioned statistical methods to the number of traffic accidents at transportation of dangerous substances can be considered.

Based on the results of this study, possible follow-up research work may be suggested. A research is proposed which would survey the ways of prevention or other factors leading to negative correlation dependence. Another possibility of follow-up research work could be, for example, statistical surveys and the measurement of statistical dependences in regions of the CR or investigation of the theoretical distribution of the number of traffic accidents at transportation of dangerous substances within a different time unit.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 7. srpna 2012

.....

Bc. Martin Vávra

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce doc. RNDr. Přemyslu Záškodnému, CSc. za odborný dohled, cenné rady a pomoc při zpracování. Dále bych rád poděkoval pplk. Petru Sobotkovi z ŘSDP PP za poskytnutá statistická data.

Obsah:

ÚVOD	10
1 SOUČASNÝ STAV DANÉ PROBLEMATIKY	12
1.1 Přeprava nebezpečných látek v ČR obecně	12
1.1.1 Pravidla pro přepravu nebezpečných látek.....	12
1.1.2 Nebezpečné látky v silniční dopravě	15
1.1.3 Rizika a nežádoucí účinky plynoucí z přepravy NL	15
1.1.4 Označování nebezpečných látek v silniční dopravě.....	17
1.2 Dopravní nehody na silničních komunikacích	19
1.2.1 Klasifikace dopravních nehod v silničním provozu	20
1.2.2 Silniční dopravní nehody při přepravě nebezpečných látek	21
1.2.3 Příčiny dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.....	22
1.3 Statistika a vybrané statistické metody	24
1.3.1 Základní metody deskriptivní statistiky.....	24
1.3.1.1 Formulace statistického šetření	24
1.3.1.2 Škálování	26
1.3.1.3 Měření	27
1.3.1.4 Elementární statistické zpracování	29
1.3.2 Základní metody matematické statistiky.....	31
1.3.2.1 Neparametrické testování.....	32
1.3.2.1.1 Intervalové rozdělení četností	32
1.3.2.1.2 Teoretické rozdělení	33
1.3.2.1.3 Aparát neparametrického testování	36
1.3.2.2 Měření statistických závislostí.....	38
1.4 Rozšíření metod matematické statistiky	39
1.4.1 Rozšíření měření statistických závislostí.....	39
1.4.1.1 Regresní analýza	39
1.4.1.2 Korelační analýza	41
1.4.1.3 Regresní analýza – volba typu regresní funkce.....	42

1.4.2	<i>Rozšíření neparametrického testování</i>	43
1.4.2.1	χ^2 – <i>test dobré shody</i>	43
2	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	45
2.1	<i>Cíle práce</i>	45
2.2	<i>Hypotézy</i>	45
3	METODIKA	47
3.1	<i>Metoda sběru dat</i>	47
3.2	<i>Metody deskriptivní statistiky</i>	47
3.2.1	<i>Metody deskriptivní statistiky pro hypotézu H1</i>	47
3.2.1.1	<i>Formulace statistického šetření</i>	47
3.2.1.2	<i>Škálování</i>	47
3.2.1.3	<i>Měření</i>	48
3.2.1.4	<i>Elementární statistické zpracování</i>	48
3.2.2	<i>Metody deskriptivní statistiky pro hypotézu H2</i>	49
3.2.2.1	<i>Formulace statistického šetření</i>	49
3.2.2.2	<i>Škálování</i>	50
3.2.2.3	<i>Měření</i>	50
3.2.2.4	<i>Elementární statistické zpracování</i>	50
3.3	<i>Metody matematické statistiky</i>	52
3.3.1	<i>Metody matematické statistiky pro hypotézu H1</i>	52
3.3.1.1	<i>Měření statistických závislostí</i>	52
3.3.1.1.1	<i>Regresní analýza</i>	53
3.3.1.1.2	<i>Korelační analýza</i>	55
3.3.2	<i>Metody matematické statistiky pro hypotézu H2</i>	56
3.3.2.1	<i>Neparametrické testování normality</i>	56
4	VÝSLEDKY	59
4.1	<i>Analyzovaná data pro hypotézu H1</i>	59
4.1.1	<i>Formulace statistického šetření</i>	60

4.1.2	<i>Použití metod deskriptivní statistiky</i>	60
4.1.3	<i>Použití metod matematické statistiky</i>	68
4.1.3.1	<i>Měření statistických závislostí</i>	68
4.1.3.1.1	<i>Regresní analýza</i>	68
4.1.3.1.2	<i>Korelační analýza</i>	74
4.2	Analyzovaná data pro hypotézu H2	81
4.2.1	<i>Formulace statistického šetření</i>	82
4.2.2	<i>Použití metod deskriptivní statistiky</i>	83
4.2.3	<i>Použití metod matematické statistiky</i>	86
4.2.3.1	<i>Neparametrické testování normality</i>	86
5	DISKUSE	89
5.1	<i>Ověřování dílčích hypotéz H11 až H15 pomocí regresní analýzy</i>	89
5.2	<i>Ověřování dílčích hypotéz H11 až H15 pomocí korelační analýzy</i>	92
5.3	<i>Závěr plynoucí z ověřování dílčích hypotéz H11 až H15</i>	94
5.4	<i>Ověřování hypotézy H1 pomocí dílčích hypotéz H11 až H15</i>	94
5.5	<i>Ověřování hypotézy H2</i>	95
6	ZÁVĚR	97
7	KLÍČOVÁ SLOVA	99
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	100
9	PŘÍLOHY	104

Seznam použitých zkratk

ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí – Accord Dangerous Route
ČR	Česká republika
DN	Dopravní nehoda
HZS	Hasičský záchranný sbor
DOK	Dopravní informační systém
EU	Evropská unie
IZS	Integrovaný záchranný systém
NL	Nebezpečná látka
ŘSDP PP	Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia
STČ	Soubor typové činnosti

Úvod

V současné vyspělé společnosti sehrávají významnou roli nebezpečné látky, které je potřebné z hlediska zabezpečení výroby přemístit do určeného místa, prostoru, státu nebo firmy, za pomoci jakéhokoli dopravního prostředku. Pro přepravu nebezpečných látek lze použít různé druhy přepravy. V současné době se nebezpečné látky na území České republiky přepravují v podstatě dvěma způsoby - po silničních komunikacích nebo po železnici. Kromě těchto dvou uvedených způsobů je na území našeho státu využívána také možnost lodní nebo letecké přepravy, avšak v porovnání se silniční a železniční přepravou představují tyto dvě možnosti minimální zastoupení. V České republice se pro přepravu nebezpečných látek nejvíce využívá doprava po silničních komunikacích, na kterou jsem se v této práci také zaměřil.

Silniční přeprava nebezpečných látek v České republice je významným fenoménem současné doby a zaznamenává neustále narůstající trend. Velmi často je území českého státu využíváno jako tranzitní země, zejména díky své strategické poloze ve středu Evropy. Z těchto důvodů stoupá i riziko dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek a následnému vzniku menších či větších havárií spojených s únikem přepravované látky do životního prostředí a možnému ohrožení života, zdraví nebo majetku obyvatelstva. Proto je také hlavním úkolem při přepravě nebezpečných látek zajištění maximální bezpečnosti, jejíž dosažení je snahou všech dotčených subjektů působících v této sféře, zejména formou účinné prevence.

Diplomová práce „Regresní a korelační analýza časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek ve vybraném regionu“ bude vztažena na území celé České republiky. V práci bude řešena problematika časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek po silničních komunikacích za období posledních deseti let, tj. let 2002 až 2011. V těchto letech bylo na území České republiky zaznamenáno celkem 1 614 388 dopravních nehod, přičemž dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek bylo evidováno 1675. Z tohoto počtu dopravních nehod souvisejících s přepravou nebezpečných látek, došlo ve 167

případech k úniku přepravované látky. Přepravované nebezpečné látky budou v této práci rozděleny na pevné, kapalné a plynné.

Podstatou diplomové práce bude aplikace vybraných statistických metod deskriptivní a matematické statistiky pro znázornění časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek. Práce bude vycházet ze statistického šetření a měření statistických závislostí časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci České republiky v období let 2002 až 2011, které bude provedeno formou regresní a korelační analýzy. Následně bude v rámci měsíců sledovaného období let 2007 až 2011 provedeno zkoumání teoretického rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

Po vymezení současného stavu a teoretickém rozboru zkoumaného problému budou formulovány cíle práce a stanoveny možné hypotézy. K ověřování hypotéz práce bude navržena metodika, určující pořadí jednotlivých aplikovaných metod v rámci statistického šetření. Následně v návaznosti na metodiku práce, budou analyzovaná data podrobena statistickému zkoumání. V rámci diskuse bude provedeno zhodnocení výsledků, na základě kterého bude možné konstatovat stanoviska k jednotlivým ověřovaným hypotézám. V závěru práce budou shrnuty hlavní ověřované hypotézy a uvedeny teoretické a praktické přínosy práce, včetně možnosti navazujících prací.

1. SOUČASNÝ STAV DANÉ PROBLEMATIKY

1.1 *Přeprava nebezpečných látek v ČR obecně*

V České republice se pro přepravu nebezpečných látek nejvíce využívá silniční a železniční doprava. Protože nehodovost v silniční dopravě je mnohonásobně vyšší než u železniční dopravy, roste i riziko nehody silničního vozidla přepravujícího nebezpečné věci. Obecně lze konstatovat, že se zvýšenou přepravou nebezpečných látek v silniční dopravě roste rizikový potenciál, a i když tato doprava podléhá právním předpisům (Dohoda ADR aj.), i ty nejpropracovanější právní předpisy a normy nezaručí nulový počet nehod a havárií u této specifické přepravy. [4]

1.1.1 *Pravidla pro přepravu nebezpečných látek*

V současné době existuje celá řada právních norem, zákonů, vyhlášek a předpisů týkajících se přepravy nebezpečných látek. Obecně lze tuto oblast rozdělit na mezinárodní směrnice a vnitrostátní předpisy. Na stránkách dopravního informačního systému DOK provozovaného Ministerstvem dopravy a spojů ČR lze najít 159 právních předpisů týkajících se přepravy nebezpečných látek. Tento informační systém zabezpečuje pro potřeby správních úřadů a základních složek integrovaného záchranného systému celostátní informační podporu pro záchranné a likvidační práce v oblasti mobilních zdrojů nebezpečí v dopravě. Jedná se o velmi rozsáhlou legislativní oblast a pro podrobnou analýzu není v této práci dostatek prostoru, proto se zde zaměřím jen na nejdůležitější normy týkající se přepravy nebezpečných látek. [13]

V současné době existuje pět základních právních norem upravujících přepravu nebezpečných látek všemi druhy přeprav (viz. Tabulka č. 1). V posledních přibližně deseti letech zaznamenáváme snahu tyto normy vzájemně harmonizovat a konsolidovat, aby byla multimodální přeprava nebezpečných věcí při zachování bezpečnosti co nejjednodušší. [14]

Tabulka č. 1: Mezinárodní dohody podle druhu přepravy nebezpečných látek

<i>Druh přepravy</i>	<i>Mezinárodní dohoda</i>
Silniční	ADR
Železniční	RID
Říční	ADN / ADNR
Námořní	IMDG CODE
Letecká	ICAO TI (IATA-DGR)

Zdroj: MILETÍN, J. ADR 2009 - Přeprava nebezpečných věcí, Praha 2009

„**ADR**“ Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road).

„**RID**“ Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží (Reglement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemins de fer).

„**ADN**“ Evropská dohoda o podmínkách přepravy nebezpečných věcí vnitrozemskou vodní dopravou (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways).

„**ADNR**“ Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečného zboží po Rýnu (Accord Européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par navigation du Rhin).

„**IMDG Code**“ Mezinárodní námořní kód pro přepravu nebezpečných věcí (International Maritime Dangerous Goods Code), vydává Mezinárodní námořní organizace IMO.

„**ICAO**“ **Technické pokyny**“ Technické předpisy pro bezpečnou přepravu nebezpečných věcí letadly (Technical Instructions for the Safe Transport of dangerous Goods by Air), vydává Mezinárodní asociace civilního letectví ICAO; **IATA DGR** předpisy pro přepravu nebezpečných věcí (Dangerous Goods Regulations), vydává Asociace mezinárodních leteckých dopravců IATA. [29]

Všechny výše uvedené předpisy mají tyto základní cíle:

- chránit všechny osoby podílející se na přepravě nebezpečných věcí,
- chránit všechny ostatní účastníky silničního provozu, kteří s předmětnou přepravou nemají nic společného,
- chránit životní prostředí. [14]

Pravidla pro přepravu nebezpečných látek po silnici stanovuje Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí ADR (European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road), která je nejdůležitějším mezinárodním evropským předpisem v této oblasti. Dohoda ADR byla přijata v Ženevě dne 30. září 1957 pod patronací EHK OSN (Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů). [31]

Dohoda ADR vyšla jako vyhláška č. 64/1987 Sb., o evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí. Tato dohoda má dvě přílohy (A, B), které jsou každé dva roky novelizovány. Obě přílohy naposledy vyšly jako sdělení Ministerstva zahraničních věcí pod č. 17/2011 Sb. V současné době k této dohodě přistoupilo 47 států nejen z evropských zemí. [14]

Hlavním cílem tohoto předpisu je co nejvíce eliminovat rizika spojená s přepravou nebezpečných látek po silnici. Upravuje bezpečnostní normy, jakým způsobem je možno zboží přepravovat, určuje podmínky pro zařazení nebezpečných látek podle tříd nebezpečnosti, stanovuje podmínky pro jejich přepravu, balení a značení a předpisuje používání a vyplňování stanovených průvodních dokladů. Stanovuje, které nebezpečné látky je možno přepravovat a látky přepravou zakázané. [31]

ADR je dohodou mezi státy a neexistuje tudíž žádný nadnárodní orgán, který by mohl vynucovat její dodržování. V praxi jsou silniční kontroly prováděny smluvními stranami ADR a nedodržení jejích ustanovení může vyústit v uložení sankce národními orgány podle jejich vnitrostátních právních předpisů. Vlastní ADR žádné sankce nestanoví. [34]

1.1.2 Nebezpečné látky v silniční přepravě

Integrující se Evropa a zejména státy střední Evropy jsou v důsledku hospodářského růstu a liberalizace obchodu na evropském vnitřním trhu stále více a více zatěžovány přepravou nákladů na pozemních komunikacích. Zvýšené přírůstky vykazuje v posledních letech i přeprava nebezpečných látek po silnici v režimu Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). [32]

Nebezpečné věci jsou „látky a předměty, pro jejichž povahu, vlastnosti nebo stav může být v souvislosti s jejich přepravou ohrožena bezpečnost osob, zvířat a věcí nebo ohroženo životní prostředí“. [42]

Nebezpečné látky jsou látky, které za podmínek stanovených zákonem č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, vykazují jednu nebo více nebezpečných vlastností, pro které jsou klasifikovány jako: výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí. [44]

Silniční dopravou je dovoleno přepravovat pouze nebezpečné věci vymezené Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). [42]

Podle Dohody ADR jsou nebezpečné věci takové látky a předměty, „jejichž přeprava je Dohodou ADR zakázána, nebo povolena pouze za podmínek v ní uvedených“. [35]

1.1.3 Rizika a nežádoucí účinky plynoucí z přepravy nebezpečných látek

Nedílnou součástí problematiky přepravy NL je stanovení rizika, tj. nebezpečí vzniku nepříjemných dopadů vyvolaných pohromou. Je to skutečnost, že vznikne nebo může s určitou pravděpodobností vzniknout událost nebo soubor událostí, které zcela

mění původně předpokládaný stav či vývoj chráněných zájmů státu (životů a zdraví lidí, majetku, životního prostředí, společnosti, státu) v daném místě a v daném časovém intervalu. Riziko je úměrné ohrožení, technické zranitelnosti a zranitelnosti vyvolané počtem lidí. [5]

Podle Bezpečnostní strategie ČR 2003 je riziko možnost, že s určitou pravděpodobností vznikne událost, kterou považujeme z bezpečnostního hlediska za nežádoucí. Riziko je vždy odvoditelné a odvozené z konkrétní hrozby. [3]

Největší riziko vzniku nebezpečí při silniční přepravě nebezpečných věcí představují dopravní nehody, které jsou nejčastější. Při přepravě nebezpečných látek může dojít vlivem dopravní nehody obecně k různým rizikům, ať dle druhu ohrožení nebo dle následků. [5]

Rizika podle hlavního druhu ohrožení:

- Riziko exploze – toto riziko často vzniká v případě nehody vozidla přepravujícího plynné látky a takové látky, které se stykem s ovzduším tvoří výbušnou směs.
- Riziko požáru – u tohoto druhu rizika se jedná o nežádoucí hoření, při kterém došlo k zahoření vlivem úniku přepravované nebezpečné látky.
- Riziko uvolnění jedovatých plynů nebo prchavých jedovatých tekutin – u tohoto druhu rizika může dojít k uvolnění přepravovaných plynných i kapalných látek. [15]

Rizika podle následků:

- Velmi velká exploze (například cisterna s LPG), při které se rozšíří hořící tekutina a její páry se spojí v ohnivou kouli.
- Velká exploze (například stlačený nehořlavý plyn), která zahrnuje stejnou expanzi tekutin a par, avšak bez ohnivé koule.
- Velký požár – vzniklý nežádoucím zahořením.
- Velký únik toxických plynů – způsoben poškozením cisterny přepravující jedovaté látky, ať ve stlačené, tekuté nebo rozpuštěné podobě. [26]

V případě nehody dopravního prostředku přepravujícího nebezpečnou látku a následném úniku této látky mimo ochrannou přepravní schránku může tato látka ohrozit nejen osoby nacházející se v bezprostředním kontaktu s místem úniku, ale i obyvatelstvo v okolí nehody. Nebezpečnost přepravované chemické látky je tedy schopnost látky působit nepříznivým účinkem na lidské zdraví nebo životní prostředí; jedná se o vlastnost, která je určena chemickými, fyzikálními, fyzikálně chemickými nebo toxikologickými vlastnostmi látky a která je s existencí látky neoddělitelně spojena. [12]

Nebezpečná látka, která se při dopravní nehodě uvolní do okolního prostředí, může být ve skupenství pevném, kapalném nebo plynném. Největší nebezpečí představují úniky látek plyných a kapalných. Páry a plyny mohou být hořlavé a přitom tvořit výbušné směsi se vzduchem, které mohou člověka a okolí ohrožovat svými toxickými účinky. Mezi nejvýznamnější bezprostřední nebezpečné účinky látek řadíme výbušnost, hořlavost a toxicitu. [12]

1.1.4 Označování nebezpečných látek v silniční přepravě

Pro označování vozidel přepravujících nebezpečné látky po pozemních komunikacích se používají různé způsoby označení, zejména v závislosti na daném území a místních předpisech. V České republice a Evropské unii se ve valné většině případů používá označení, vycházející z Dohody ADR:

- Bezpečnostními značkami, (vzory jsou uvedeny v příslušných mezinárodních dohodách), které informují o druhu nebezpečí. Značky mohou být ve spodní části opatřeny číslicí nebo nápisem, který upřesňuje informace o nebezpečí.
- Výstražnými tabulkami, které jsou oranžové barvy s černým okrajem. V horní polovině oddělené od spodní černou čarou je identifikační číslo označující povahu nebezpečí (Kemlerův kód, v dolní polovině se nachází identifikační číslo látky - UN kód). [11]

286
1050

Identifikační číslo nebezpečnosti - Kemlerův kód

Identifikační číslo látky - UN kód

Identifikační číslo nebezpečnosti Kemlerův kód sestává ze dvou nebo tří číslic, které označují druh nebezpečí, zdvojení číslice označuje intenzitu nebezpečí (viz. Tabulka č. 3). UN kód je čtyřmístné identifikační číslo NL podle seznamu Organizace spojených národů. Unkód je jedním z nejčastěji používaných systémů pro rychlou identifikaci nebezpečných látek. [38]

Tabulka č. 3: Nebezpečnost látek podle Kemlerova kódu

<i>Kemler kód</i>	<i>Vlastnosti látky</i>
1	Výbušné látky a předměty
2	Unikání plynu tlakem nebo chemickou reakcí
3	Hořlavost kapalin (par) a plynů
4	Hořlavost tuhých látek
5	Vznětlivost (podporující hoření)
6	Jedovatost nebo nebezpečí nákazy
7	Radioaktivita
8	Žíravost
9	Nebezpečí prudké samovolné reakce, jiná nebezpečí

Zdroj: ŠENOVSKÝ, M. a kol. Nebezpečné látky II, SPBI Ostrava 2004

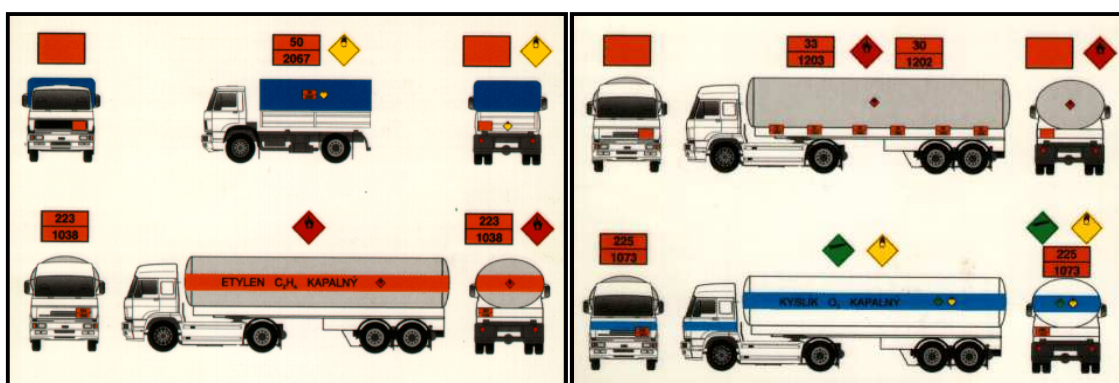
Způsob označování vozidel přepravujících NL podle Dohody ADR:

- Dopravní jednotky přepravující nebezpečné látky musí být na přední i zadní straně opatřeny oranžovými výstražnými tabulkami. Tabulky musí být v reflexním provedení a na vozidle umístěny tak, aby byly dobře viditelné.
- Dopravní jednotky s jednou nebo více cisternami, cisternová vozidla a kontejnery přepravující nebezpečné věci musí mít kromě výstražných tabulek vpředu a vzadu, na každé straně dopravní jednotky, kontejneru, cisterny nebo

cisternové komory jasně viditelným způsobem umístěny výstražné tabulky s identifikačními čísly pro každou z přepravovaných látek.

- Dopravní jednotky přepravující jen jednu látku nemusí být opatřeny tabulkami po stranách, pokud jsou tabulky na přední a zadní straně dopravní jednotky opatřeny identifikačními čísly.
- Kontejnery pro volně ložené látky, cisternové kontejnery a baterie nádob musí být označeny na obou stranách předepsanými bezpečnostními značkami.
- Vozidla pro volně ložené látky nebo s cisternami musí být na obou bočních a zadní straně opatřena předepsanými bezpečnostními značkami.
- Ustanovení o označení výstražnými tabulkami a bezpečnostními značkami se vztahují také na vyprázdněné, nevyčištěné cisterny, kontejnery a vozidla.
- Výstražné tabulky a bezpečnostní značky, které se nevztahují na přepravované nebezpečné věci nebo jejich zbytky musí být sejmuty nebo zakryty. [28]

Obr. č 1: Příklady označování silničních vozidel podle Dohody ADR



Zdroj:HZS ČR

1.2 Dopravní nehody na silničních komunikacích

Obecně pojem dopravní nehoda je podle zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích událost v provozu na pozemních komunikacích např. havárie nebo srážka, která se stala nebo započala na pozemní komunikaci, a při níž dojde

k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti provozem vozidla v pohybu. [45]

Pozemní komunikací je dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti. Pozemní komunikace se dělí na dálnice, silnice a na místní a účelové komunikace. [43]

Rozšířená definice dopravní nehody dle plánu typové činnosti STČ 08/IZS je DN taková mimořádná událost, při které v souvislosti s provozem na dálnici, silnici, místní nebo účelové komunikaci (dále jen „pozemní komunikace“) hrozí ohrožení nebo je přímo ohrožen život nebo zdraví osob, případně hrozí či vznikla škoda na majetku nebo na životním prostředí, která podléhá oznamovací povinnosti. [22]

Jiná definice říká, že dopravní nehodou rozumíme „nepředvídatelnou, ale zpravidla předvídatelnou událost, která vznikla během provozu na dopravní cestě a měla za následek škodu na životě, zdraví nebo majetku či jiný, zvláště závažný následek“. [20]

1.2.1 Klasifikace dopravních nehod v silničním provozu

Z hlediska nehodového jednání:

- Subjektivní nehodové jednání – vznik nehody se odvozuje od jednání účastníků silničního provozu.
- Objektivní nehodové jednání – vznik nehody je podmíněn objektivními příčinami (např. špatný stav komunikace, nepříznivá povětrnostní situace, nepředvídatelná událost apod.). [33]

Z hlediska charakteru dopravní nehody:

- Srážky – jedná se o střet dvou či více účastníků silničního provozu (včetně pevných překážek), z nichž se alespoň jeden pohyboval.
- Havárie – jedná se o účast na nehodě pouze jediného silničního vozidla.

- Jiné nehody – jedná se o události, které nejdou zařadit ani do jedné z výše uvedených možností, proto se specifikují typickými příklady. [33]

1.2.2 Silniční dopravní nehody při přepravě nebezpečných látek

Nebezpečné věci a látky jsou běžnou součástí našeho života a nacházejí se všude kolem nás. Slouží nám, ale při neopatrném zacházení s nimi mohou například při jejich přepravě ohrozit řidiče vozidla, účastníky silničního provozu anebo životní prostředí. Tuto skutečnost dokumentuje celá řada dopravních nehod s tragickými následky. [14]

V České republice je statistika nehod, která má jistou vypovídající schopnost, vedena na Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. Tato statistika sice vypovídá o neustálém poklesu počtu dopravních nehod, ke kterým došlo při přepravě nebezpečných věcí, nicméně rizikovost těchto nehod je obrovská. [14]

Nejčastěji dochází k nehodám s účastí vozidel převážejících nebezpečné věci při přepravách kapalných nebezpečných látek. Je to způsobeno až 80% podílem přeprav pohonných hmot na všech přepravách nebezpečných věcí. K většině z nich by nedošlo, pokud by jejich účastníci respektovali alespoň některé mnohdy elementární zásady, zakotvené v příslušné legislativě. [14]

Podle zahraničních informací činí objem silniční přepravy nebezpečných věcí v Evropě 10 - 15% celkového objemu silniční nákladní dopravy. Vzhledem k neustálému průmyslovému rozvoji a vývoji nových chemických látek potřebných přemístit na místo určení, související s jejich dalším využitím, se výše zmiňované procentuelní zastoupení objemu přepravy neustále zvyšuje. V této souvislosti se také zvyšují rizika plynoucí z přepravy nebezpečných látek po silnici. [28]

1.2.3 Příčiny dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek

Se zvýšenou přepravou nebezpečných látek po silnici je spojen i značný rizikový potenciál, a to i přes důkladné bezpečnostní předpisy a smlouvy, kterými se tato doprava řídí a kterým je podřízena. Ovšem ani ty nejkvalitnější a nejpropracovanější předpisy nezabrání zcela haváriím a nehodám v silničním provozu. [25]

Zkoumáním příčin dopravních nehod vozidel přepravujících nebezpečné látky po silnici lze konstatovat, že největší vliv na bezpečnost přepravy má lidský faktor. Z hlediska bezpečnosti nejvýznamnější úlohu sehrává řidič vozidla. Riziko je hlavně v kvalitě připravenosti těchto osob na jejich zařazení do silničního provozu. V převážné většině jde o nerespektování obecně závazných právních norem, nedodržování pravidel provozu na pozemních komunikacích a nedostatek kázně na silnicích. V důsledku těchto skutečností dochází k značným materiálním škodám a bohužel také ke ztrátám na životech. [21]

Dopravní nehoda automobilu přepravujícího nebezpečné látky znamená vždy velké riziko jak pro účastníky silničního provozu, tak i okolní obyvatele. Hlubší analýza havárií dokazuje, že řada zúčastněných osob možné dopady přeprav nebezpečných látek až neuvěřitelně podceňuje a hazarduje se zdravím nás všech. [30]

Z policejních statistik vyplývá, že nejčastějšími příčinami dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek je nepřiměřená rychlost, nesprávné předjíždění, jízda na nesprávné straně vozovky, nedodržení přednosti v jízdě, jízda pod vlivem alkoholu nebo jiných omamných látek, nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly. Mnohdy jde také o nepozornost či bezohlednost účastníků silničního provozu. Příčiny dopravních nehod mohou být i jiného charakteru, než je selhání lidského faktoru. Mezi takové příčiny patří nejen špatný technický stav vozidel jako například závady na brzdách, ale i špatný technický stav pozemní komunikace nebo v zimním období špatná údržba vozovky. [19]

Důležitou úlohu sehrává i stanovení tzv. režimu jízdy řidičem, případně jeho nadřízeným (zaměstnavatelem), který ho na jízdu vyslal. Řada dopravních nehod je způsobena únavou řidičů. Je zřejmé, že řidiči často nedodržují příslušná ustanovení AETR (Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě), týkající se předepsané doby řízení a doby odpočinků. [32]

Dalším z faktorů, které ovlivňují bezpečnost a plynulost silničního provozu a bezpečnost jeho účastníků, je umístění a upevnění nákladu na vozidle či jízdní soupravě. Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění novel, na tuto skutečnost dbá v ustanovení § 52. [45] V odstavci 2 tohoto paragrafu je mj. stanoveno: "Náklad musí být na vozidle umístěn a upevněn tak, aby byla zajištěna stabilita a ovladatelnost vozidla a aby neohrožoval bezpečnost provozu na pozemních komunikacích,...". [32]

Základními podmínkami pro bezpečnou přepravu nákladů přitom jsou:

- použití vhodného vozidla pro přepravovaný druh látky,
- správné rozdělení nákladu na ložné ploše,
- správné upevnění a zajištění nákladu proti pohybu za jízdy.

Provozovatelé silniční nákladní dopravy zabývající se přepravou nebezpečných látek a jejich zaměstnanci musí ve značné míře věnovat pozornost technickému stavu vozidel. Přestože řada z nich prochází každoročně stanovenými technickými kontrolami, dochází k řadě dopravních nehod a havárií při přepravě nebezpečných látek právě v důsledku špatného technického stavu pneumatik na vozidlech, špatného stavu brzd atd. [32]

Hlavní příčiny silničních dopravních nehod:

- chování účastníků nehody, nedodržování bezpečnostních předpisů,
- špatný technický stav vozidel,
- nebezpečná situace v silničním provozu, např. hustota provozu na komunikacích, povětrnostní situace, viditelnost apod.,
- parametry, stav a kvalita vozovky a její označení. [19]

1.3 Statistika a vybrané statistické metody

Statistika je v určitém smyslu jazykem pro shromažďování dat, manipulaci s nimi a jejich kvantitativní interpretaci. Jedná se o vědní obor zabývající se zkoumáním jevů, které mají hromadný charakter. Zjednodušeně řečeno jde o nauku, jak získat informace z numerických dat. [47]

Data jsou jistou formou zobrazení výseku z reálného světa, který nás obklopuje. Statistickými daty budeme rozumět číselné zobrazení takového výseku reálného světa, ve kterém se zobrazované objekty vyskytují hromadně, tzn., že různí jedinci (objekty) patřící do stejné kategorie, kterou umíme jasně určit, se objevují vícekrát. [39]

Statistika v této práci je založena na metodách deskriptivní a matematické statistiky, jenž je větví aplikované matematiky.

1.3.1 Základní metody deskriptivní statistiky

Deskriptivní statistické metody se používají k popisu získaných dat, aniž by se ze závěrů formulovaly a posléze ověřovaly nějaké hypotézy nebo aniž by se výsledky nějak zevšeobecňovaly. Důležitá je vhodná prezentace dat formou tabulek nebo grafů a výpočty základních popisných statistických charakteristik. [37]

Mezi základní metody deskriptivní statistiky patří: formulace statistického šetření, škálování, měření a elementární statistické zpracování.

1.3.1.1 Formulace statistického šetření

Vstupem do statistického šetření a do postupné realizace statistického projektu je určení, zda je dostupný jev, který má mnoho výsledků a který má souvislost s různými

druhy pravděpodobností naměřených statistických dat. Takový jev je nazván hromadným náhodným jevem, jehož nositelem je tzv. statistická jednotka a statisticky šetřenou vlastností statistické jednotky je tzv. statistický znak. Skupina všech statistických jednotek představuje základní statistický soubor, který je obvykle procesem náhodného výběru zmenšen na výběrový statistický soubor. Výběrový statistický soubor je spojen s výběrovými charakteristikami. [46]

Formulace výše uvedených pojmů:

- Hromadný náhodný jev lze chápat jako realizace činností či procesů, které se odehrávají v široké množině prvků a jejichž výsledek nelze stoprocentně odhadnout. Množina prvků má jistou skupinu vlastností stejných a další skupinu vlastností odlišných.
- Statistická jednotka je vymezena stejnými vlastnostmi prvků zkoumané množiny.
- Statistický znak je odraz určité vlastnosti prvků zkoumané množiny. Počet hodnot daného statistického znaku je roven rozsahu statistického souboru.
- Hodnota statistického znaku často se také nazývá pozorování, je způsob popisu zkoumaného statistického znaku.
- Základní statistický soubor je dán všemi statistickými jednotkami, jeho rozsah je roven počtu všech statistických jednotek.
- Náhodný výběr je charakterizován tím, že každá statistická jednotka základního souboru má stejnou možnost být vybrána, nezávisle na všech ostatních jednotkách, přičemž o vybrání či nevybrání rozhoduje pouze náhoda. Smyslem je tedy zredukování počtu prověřovaných statistických jednotek takovým způsobem, aby bylo možné přenášet dosažené výsledky na celý základní statistický soubor. Náhodný výběr může být realizován formou losování, generování pomocí tabulky náhodných čísel nebo pomocí záměrného výběru.
- Výběrový statistický soubor je určen statistickými jednotkami, které byly zvoleny ze základního statistického souboru pomocí procesu náhodného výběru. Rozpětí výběrového statistického souboru je rovno počtu vybraných statistických jednotek. Výběrový statistický soubor může být jednorozměrný,

v případě zkoumání jednoho statistického znaku, nebo vícerozměrný za předpokladu zkoumání více statistických znaků. [16]

Předmětem zájmu statistického šetření jsou některé vlastnosti určitých statistických souborů. Tyto vlastnosti jsou vyjádřeny určitými proměnnými, které nabývají u každé statistické jednotky určité hodnoty. Ke statistickému zkoumání jsou zapotřebí právě tyto hodnoty, neboli data či údaje. Tato data lze získat dvojím způsobem. Nejčastěji je odněkud převezmeme, např. z některé statistické ročenky. Sekundárními daty označujeme převzaté hodnoty proměnných, které nás zajímají. Méně často získáváme potřebná data tak, že je sami zjišťujeme. Jedná se pak o primární data. [2]

Získávání neznámých statistických dat o hodnotách proměnných jednotlivých statistických znaků nazýváme statistické šetření neboli statistické zjišťování. Účelem statistického šetření je zkoumání hromadných jevů či jejich vztahů nebo jejich vývoje. Z konkrétního účelu toho kterého statistického šetření vyplyne, co bude statistickým souborem a tedy i statistickou jednotkou a jaké proměnné se mají zjišťovat. [9]

Ke splnění konkrétního účelu statistického šetření je potřebné velmi přesné věcné, prostorové a časové vymezení statistického souboru a zkoumaných proměnných, jež je nutné provádět na základě jednoznačných definic, které nepřipouštějí vůbec žádné výjimky. [9]

1.3.1.2 Škálování

Škálování lze definovat jako prosté zobrazení množiny variant (hodnot) sledovaného statistického znaku do množiny reálných čísel. Předmětem škálování je účelné vyjádření hodnot statistického znaku pomocí prvků škály. Souhrn prvků škály se nazývá škála. Existují různé druhy škál, např. podle povahy statistického znaku, je možné rozlišovat čtyři typy: nominální, ordinální, kvantitativní metrickou a absolutní metrickou. Hodnocení škál je možné využít rovněž k hodnocení statistických znaků.

V řadě případů není nutné škálování realizovat a hodnoty statistického znaku je možné okamžitě ztotožnit se škálou. [46]

- Nominální škála je klasifikací do kategorií (prvky škály jsou jednotlivé kategorie). O každých dvou statistických jednotkách výběrového statistického souboru lze jednoznačně rozhodnout, zda jsou z pohledu zkoumaného statistického znaku stejné nebo rozdílné.
- Ordinální škála umožňuje nejen rozhodnout, zda jsou libovolné dvě statistické jednotky stejné či nikoliv, ale navíc určit jejich pořadí. Prvky škály jsou jednotlivá pořadí. Přitom ovšem není možno stanovit, jaká je vzdálenost mezi dvěma sousedními statistickými jednotkami v množině uspořádané podle ordinální škály.
- Kvantitativní metrická škála umožňuje jednoznačně určit vzdálenost mezi dvěma sousedními statistickými jednotkami. Z tohoto hlediska je nutno formulovat jednotku škály. Prvky škály jsou jednotlivé body škály vyjádřené číselnými velikostmi. V případě této škály vyjadřující hodnoty statistického znaku nelze věcně interpretovat nulu (počátek), a tak je volba nuly škály libovolná.
- Absolutní metrická škála má všechny charakteristické vlastnosti kvantitativní metrické škály, přičemž navíc je zde možno určit a také věcně interpretovat nulu škály (počátek). Nula škály v tomto případě skutečně odpovídá nulové hodnotě zkoumaného statistického znaku. Prvky škály jsou jednotlivé body škály vyjádřené nejen číselnou velikostí, ale také absolutní nulou škály. [8]

1.3.1.3 Měření

Podstatou teorie měření je zjišťování podmínek nebo předpokladů měřitelnosti různých vlastností. Měření tedy lze aplikovat na různé druhy vlastností, ať již fyzikální, psychické, popřípadě jiné. Pojem měření lze chápat jako přiřazování čísel

k reprezentaci vlastností daného jevu, za podmínek, při nichž je měření uskutečnitelné. [41]

Měření (vzhledem k určitému statistickému znaku) chápeme jako zobrazení množiny statistických jednotek nějakého souboru do množiny reálných čísel. Měření je tedy proces, v jehož rámci je každé statistické jednotce výběrového statistického souboru (o rozsahu „ n “ statistických jednotek) přidělován jeden z „ k “ prvků škály x_1, x_2, \dots, x_k . Výsledkem měření je zjištění, že prvek škály „ x_i “ ($i = 1, 2, \dots, k$) byl naměřen „ n_i “ krát. Součet všech hodnot „ n_i “ ($i = 1, 2, \dots, k$), nazývanými jako absolutní četnosti, musí být roven rozsahu „ n “ výběrového statistického souboru. [46]

Eventuální výsledky měření „ x_i “ ($i = 1, 2, \dots, k$) lze klasifikovat v závislosti na jejich míře pravděpodobnosti, že při daném měření nastanou. Statistická definice pravděpodobnosti vychází z „ n “ krát nezávisle provedeného měření (počet měření „ n “ odpovídá rozsahu výběrového statistického souboru) a ze zjištěných absolutních četností „ n_i “ možných výsledků měření. Statistická pravděpodobnost „ $p(x_i)$ “ výsledku „ x_i “ je pak dána tzv. relativní četností „ n_i/n “. Součet všech relativních četností musí být roven „1“. [46]

Mezi výsledky měření je možné rovněž začlenit kumulativní četnosti „ n_i/n “, které udávají pravděpodobnost, že bude naměřen výsledek menší nebo rovný výsledku „ x_i “. Kumulativní četnosti je možné určovat jen u kvantitativních metrických nebo absolutních metrických škál a lze je využívat např. při konstrukci ekonomických rozvah. [46]

Proces měření je předpokladem získání dat. Jeho kvalita však není ničím samozřejmým. Před tím, než při zkoumání určitého problému v předmětné oblasti výzkumu analyzujeme data, musíme zaručit, že dokážeme odhadnout vliv kvality měřících metod na naše výsledky. Metody měření mají vztah k odborné oblasti, v jejíž sféře byl specifikován prověřovaný výběrový statistický soubor. [17]

V rámci metod měření musí být dosaženo následujících podmínek:

- Reliability (spolehlivosti měření) znamená stupeň shody – konzistence výsledků měření jedné osoby nebo jednoho objektu provedeného za stejných podmínek.
- Objektivita (objektivita měření) jak jsou výsledky nezávislé na výzkumníkovi nebo měřeném jedinci ve smyslu subjektivního úmyslného nebo neúmyslného zkreslení a zda je měřeno to, co má být měřeno.
- Validity (reprodukovatelnosti měření), validita odkazuje na přiměřenost, smysluplnost a užitečnost specifických závěrů, jež se provádějí na základě výsledků měření. [17]

Výsledky měření zkoumaného výběrového statistického souboru jsou dány údaji o hodnotách statistického znaku, tj. údaji o absolutních četnostech a relativních četnostech jednotlivých prvků škály a údaji o četnostech kumulativních. [46]

1.3.1.4 Elementární statistické zpracování

Výsledkem statistického šetření jsou neuspořádané, neroztříděné, nepřehledné údaje o variantách sledovaného statistického znaku u jednotlivých statistických jednotek. Tyto údaje je třeba jednak uspořádat, aby se staly přehlednými, jednak shrnout do několika málo charakteristik. Tato činnost se nazývá statistickým zpracováním. Jde-li pouze o jednoduché zpřehlednění údajů, mluví se o elementárním statistickém zpracování. [27]

Elementární statistické zpracování slouží k uspořádání výsledků měření pomocí „tabulky“, „empirických rozdělení četností“ (grafické vyjádření nejlépe ve formě polygonu) a „parametrizace vhodnými empirickými parametry“. Výsledek elementárního statistického zpracování představuje empirický obraz zkoumaného výběrového statistického souboru. [46]

- Tabulka je základní numerické zobrazení, při kterém se v souboru přítomné hodnoty proměnné setřídí a pro každou hodnotu zjistí její absolutní, relativní

i kumulativní četnosti. Výsledné součty jednotlivých četností dále slouží k výpočtu empirických parametrů. Tabulky slouží pro první přehled získaných měření. [46]

Je-li třídícím znakem číselný (kvantitativní) znak s malým počtem obměn, pak vhodným uspořádáním statistických dat je tabulka rozdělení četností, kdy vypořizované hodnoty nejprve uspořádáme podle velikosti a ke každé variantě uvedeme počet statistických jednotek, které udávají, s jakou četností se jednotlivé varianty hodnot vyskytují. Označíme-li obměny číselného znaku „ x_i “ a četnosti „ n_i “ a předpokládáme-li, že tříděním vzniklo „ k “ obměn, pak tabulku rozdělení četností lze formálně vyjádřit takto: [10]

<i>Obměna hodnoty znaku</i>	<i>Četnost</i>
x	n
x_1	n_1
x_2	n_2
...	...
x_k	n_k
<i>Celkem</i>	<i>n</i>

Zdroj: CYHELSKÝ, L., SOUČEK, E.: *Základy statistiky*, VŠFS Praha 2009

Souhrn četností za „ k “ řádků $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ je roven rozsahu souboru „ n “: $\sum_{i=1}^k n_i = n$

Sledujeme-li nespojitý statistický znak s velkým počtem obměn nebo pracujeme-li se spojitým statistickým znakem, pak uvedený způsob prezentace výsledků statistického šetření by nepřinesl žádoucí zpřehlednění statistických dat. V takových případech přecházíme na intervaly hodnot a přehlednost výsledků regulujeme počtem a šířkou zvolených intervalů. Výsledná tabulka je označována jako intervalové rozdělení četností (viz. kapitola 1.3.2.1.1). [10]

- Empirické rozdělení četností lze dělit na dva základní druhy. První druh přiřazuje prvkům škály „ x_i “ odpovídající absolutní četnosti „ n_i “ nebo relativní četnosti „ n_i/n “. Druhý druh přiřazuje prvkům škály „ x_i “ odpovídající kumulativní četnosti „ n_i/n “. [46]

Nejznámějším grafem rozdělení četností je tzv. polygon (řecky mnohoúhelník), který v pravouhlém souřadnicovém systému používá osu „ x “ pro prvky škály a osu „ y “ pro četnosti. Existují různé druhy polygonů. Zejména v závislosti na typu jednotlivých četností, lze pak rozlišovat na polygony: „absolutních četností“, „relativních četností“ nebo „kumulativních četností“. [46]

- Parametrizace empirickými parametry se zakládá na vystižení povahy zkoumaného statistického souboru, pomocí orientačního vyhodnocení parametru polohy, proměnlivosti (variability), šikmosti a špičatosti empirického rozdělení. Empirické parametry jsou zpravidla spojovány s výběrovým statistickým souborem, proto často nesou pojmenování „výběrové parametry“ a jsou nedílnou součástí výběrového statistického šetření. [46]

1.3.2 Základní metody matematické statistiky

Matematická statistika je věda, která analyzuje a interpretuje data především za účelem získání předpovědi a zlepšení rozhodování v různých oblastech lidské činnosti. Při tom se řídí principem statistické indukce, na základě znalostí o náhodném výběru z určitého rozložení pravděpodobností se snaží odvodit vlastnosti tohoto rozložení. [7]

Při aplikaci metod popisné (deskriptivní) statistiky dospíváme pomocí zjištěných dat k závěrům, které se týkají pouze výběrového souboru. Naproti tomu matematická statistika nám umožňuje na základě znalosti náhodného výběru a statistik z něj odvozených učinit závěry o parametrech nebo tvaru rozložení, z něhož daný náhodný výběr pochází. [6]

1.3.2.1 Neparametrické testování

Pojem „neparametrické testování“, jinak řečeno „testování neparametrických hypotéz“ (neboli domněnek) lze chápat jako přiřazení teoretického rozdělení empirickému. [46]

Součástí této statistické metody jsou následující pojmy: „intervalové rozdělení četností“, „teoretické rozdělení“ a „aparát neparametrického testování“. Smysl testování neparametrických hypotéz je zejména v tom, že je vždy výhodné nahradit empirické rozdělení rozdělením teoretickým, přičemž s teoretickým rozdělením má spojitost jednoduchý matematický aparát, jenž umožňuje získat informace jinak nepřístupné. [46]

1.3.2.1.1 Intervalové rozdělení četností

Pracujeme-li s rozsáhlými datovými soubory, můžeme z číselného materiálu jen těžko vyvodit závěry. Je proto třeba provést systematizaci získaných údajů, to znamená, že pozorované hodnoty určitým způsobem utřídíme. [24]

Máme-li k dispozici statistický znak, který nabývá velkého počtu obměn, potom rozdělení četností je nevyhovující, neboť jejich vypovídající schopnost je velmi malá. V takovýchto případech používáme intervalové rozdělení četností, ve kterém variační rozpětí hodnot rozdělíme na určitý počet intervalů a poté zjistíme počty hodnot patřících do těchto intervalů. [24]

V rámci neparametrického testování je v některých případech žádoucí provést členění rozsahu hodnot statistického znaku nebo rozpětí prvků metrické škály u zkoumaného jednorozměrného statistického souboru na specifický počet intervalů. Do každého takto nově vzniklého intervalu budou následně zařazeny příslušné hodnoty statistického znaku nebo odpovídající prvky metrické škály. Jedním z prvních problémů je určení počtu skupin (intervalů). Na jeho řešení existuje velmi mnoho návrhů, z nichž

nejpoužívanější je „Sturgesovo pravidlo“ – počet skupin „ k “ se rovná $k = 1 + 3,3 \log_{10} n$, kde „ n “ je rozsah souboru. Velmi často se však doporučuje vytvořit 5 až 20 intervalů stejné délky. Velmi důležité je také věnovat pozornost stanovení hranic intervalu. [46]

1.3.2.1.2 Teoretické rozdělení

Pojem „teoretické rozdělení“ je jedním ze základních pojmů teorie pravděpodobnosti. Hromadný náhodný jev, který je předmětem statistiky i teorie pravděpodobnosti, je zkoumán v teorii pravděpodobnosti prostřednictvím pojmů „náhodný pokus“ a „náhodná veličina“. Náhodný pokus je realizací činností nebo procesů, jejichž výsledek nelze s jistotou předpovědět. Náhodná veličina je pak proměnnou, jejíž hodnota je jednoznačně určena výsledkem náhodného pokusu. [16]

„Hodnota náhodné veličiny“ je pojem, který má výraznou teoretickou dimenzi. Určitou analogií tohoto pojmu, jehož původ lze nalézt v teorii pravděpodobnosti, je pojem „hodnota statistického znaku“, jehož původ lze objevit v deskriptivní statistice. Pojem „hodnota statistického znaku“ má naopak výraznou dimenzi empirickou. [46]

Důležitou formou popisu teoretického rozdělení je distribuční funkce „ F “. Distribuční funkce „ F “ udává v případě diskrétní náhodné veličiny pravděpodobnost, že náhodná veličina nabude hodnoty menší nebo rovné než právě zvolená hodnota „ x_i “. Tato kumulativní pravděpodobnost bude vyjádřena součtem dílčích pravděpodobností. V případě spojité náhodné veličiny distribuční funkce „ F “ udává obdobně pravděpodobnost, že náhodná veličina nabude hodnoty menší nebo rovné než právě zvolená hodnota „ x “, ale tato kumulativní pravděpodobnost bude vyjádřena místo součtu dílčích pravděpodobností integrálem, jehož dolní mez je např. u normálního rozdělení rovna $(-\infty)$ a horní mez odpovídá zvolené hodnotě „ x “. Z hlediska spolupráce teorie pravděpodobnosti a statistiky odpovídá pojem „distribuční funkce“ statistickému pojmu „kumulativní četnost“. [46]

Pro potřeby této práce přichází v úvahu dva druhy teoretických rozdělení: normální rozdělení a binomické.

Normální rozdělení

Normální rozdělení (označované také jako Gaussovo rozdělení) je zřejmě nejčastěji používané rozdělení pro modelování náhodného chování proměnných v empirických vědách. Je tomu tak minimálně ze tří příčin:

- 1) mnoho sledovaných proměnných můžeme aproximativně (tzn. s uspokojivým přiblížením) modelovat pomocí tohoto rozdělení,
- 2) některé jiné proměnné lze převést jednoduchou transformací na proměnnou, jež má normální rozdělení,
- 3) existuje mnoho statistických procedur, které byly v důsledku předchozích dvou bodů odvozeny pro toto rozdělení. [17]

V rámci normálního rozdělení se zkoumá hromadný náhodný jev, který je charakterizován jako spojitá náhodná veličina, jejíž hodnoty $x \in (-\infty; +\infty)$ a může mít tzv. rozdělení normální. Graf funkce, která přiřazuje těmto hodnotám náhodné veličiny pravděpodobnosti, je dán velmi známou Gaussovou křivkou ve tvaru „zvonu“ (viz. Obr. č. 2). Je tedy hledána pravděpodobnost, která bude přiřazena jednotkovému intervalu hodnot spojitě náhodné veličiny v tom smyslu, že tento interval bude obsahovat hodnotu „ x “. [46]

Teoretické rozdělení je ve spojitém případě popisováno hustotou pravděpodobnosti (hodnoty náhodné veličiny na sebe spojitě „navazují“, je nutno přiřazovat pravděpodobnosti jednotkovým intervalům hodnot, neboť nejbližší sousední hodnotu hodnotě „ x “ nelze nalézt). Tvar hustoty pravděpodobnosti „ $\rho(x)$ “ normálního rozdělení

je:

$$\rho(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right).$$

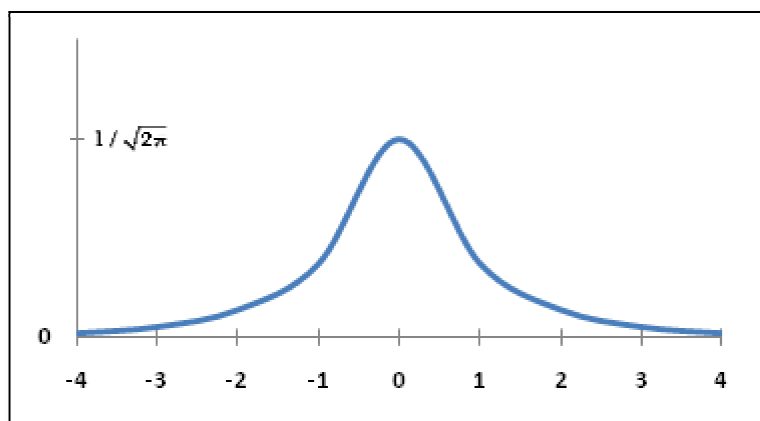
Příslušný tvar distribuční funkce (kumulativní pravděpodobnosti) „ $F(t)$ “ je dán integrálem:

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \rho(x) dx$$

Normální rozdělení závisí na dvou teoretických parametrech „ μ “ a „ σ “. Tato závislost je obvykle zapisována $N(\mu, \sigma)$. Teoretický parametr „ μ “ je teoretickou analogií obecného momentu 1. řádu „ O_1 “ a je tedy teoretickou obdobou empirického aritmetického průměru. Teoretický parametr „ σ “ je teoretickou analogií odmocniny centrálního momentu 2. řádu „ C_2 “ a je tedy teoretickou obdobou empirické směrodatné odchylky „ S_x “. [46]

Normální rozdělení lze normovat k hodnotám teoretických parametrů $\mu = 0$, $\sigma = 1$ prostřednictvím normované náhodné veličiny s hodnotami $u = (x - \mu) / \sigma$. Tato závislost je obvykle zapisována $N(0,1)$ a tímto zápisem je pak označováno tzv. „normované normální rozdělení“ (viz. Obr. č. 2 s Gaussovským grafem hustoty pravděpodobnosti normovaného normálního rozdělení). Hustota pravděpodobnosti normovaného normálního rozdělení bude vzhledem k zavedeným hodnotám „ u “ označena „ $\rho(u)$ “, distribuční funkce je často nazývána Laplaceovou funkcí a označována zápisem „ $F(u)$ “. Pro hodnoty Laplaceovy funkce jsou vypracovány podrobné statistické tabulky. [46]

Obr. č. 2: Grafické znázornění hustoty pravděpodobnosti



Zdroj: ZÁŠKODNÝ, P. a kol. *Základy statistiky, CURRICULUM, Praha 2011*

U grafického znázornění hustoty pravděpodobnosti „ $\rho(u)$ “ normovaného normálního rozdělení se na vodorovnou osu jsou nanášeny hodnoty „ u “ a na svislou osu hodnoty hustoty „ $\rho(u)$ “. [16]

Význam normálního rozdělení je popsán centrální limitní větou. Její podstatou je tvrzení, že náhodná veličina, která vznikla jako součet velkého počtu vzájemně nezávislých náhodných veličin, má za velmi obecných podmínek přibližně normální rozdělení. Přesnou formulaci uvádí Ljapunovova věta, jejíž součástí je podmínka umožňující pracovat při dostatečně velkém rozsahu výběrového souboru s normálním rozdělením. [16]

Binomické rozdělení

Popisuje četnost výskytu náhodného jevu v nezávislých pokusech, v nichž má jev stále stejnou pravděpodobnost. Toto rozdělení je vhodným pravděpodobnostním modelem v situacích, kdy nás zajímá pouze to, s jakou pravděpodobností se při pokusu dostaví úspěch (jev nastane) či nikoliv. Zkoumaná náhodná veličina nabývá tedy pouze dvou obměn. [36]

Význam binomického rozdělení, lze ilustrovat na příkladu. Typickým příkladem nezávislých náhodných pokusů je náhodný výběr prvků z nějakého souboru, jestliže každý vybraný prvek je vrácen zpět, tzv. výběr s vracením. Lze ukázat, že v případě, kdy rozsah výběrového souboru je malý ve srovnání s rozsahem základního souboru, je rozdíl mezi výběrem s vracením a výběrem bez vracení zanedbatelný. Binomické rozdělení proto může sloužit jako vhodné kritérium, zda výběrový statistický soubor vznikl na základě náhodného výběru. Binomické rozdělení lze pak používat k testování normality náhodného výběru. [16]

1.3.2.1.3 Aparát neparametrického testování

V rámci testování neparametrických hypotéz se využívá aparátu nulových hypotéz „ H_0 “ a alternativních hypotéz „ H_a “. Na jedné straně nulová hypotéza předpokládá, že

empirické rozdělení lze nahradit zamýšleným teoretickým rozdělením (jde-li o nahrazení normálním rozdělením, je hovořeno o testu normality). Na druhé straně pak alternativní hypotéza předpokládá, že tato domněnka není správná. Smyslem testování neparametrických hypotéz je porovnání teoretických a empirických absolutních četností. Tyto četnosti jsou vypočítávány prostřednictvím elementárního statistického zpracování ve vazbě na empirické rozdělení a prostřednictvím pravděpodobnostní funkce nebo hustoty pravděpodobnosti ve vazbě na zamýšlené teoretické rozdělení. [16]

K ověřování neparametrických hypotéz byla vyvinuta speciální skupina teoretických rozdělení. Tato rozdělení neslouží k nahrazování empirických rozdělení, nýbrž fungují jako statistická kritéria. Jedinou výjimkou je normální rozdělení, které ve své normované podobě může hrát roli statistického kritéria, ve své nenormované podobě může nahrazovat empirická rozdělení. [16]

Mezi nejpoužívanější statistická kritéria patří normované normální rozdělení (u-test), Studentovo rozdělení (t-test), Pearsonovo χ^2 rozdělení (χ^2 -test) a Fisherovo-Snedecorovo rozdělení (F-test). Pro všechna uvedená statistická kritéria jsou vypracovány podrobné statistické tabulky. [16]

K ověření hypotéz „ H_0 “ a „ H_a “ je zapotřebí vybrat vhodné statistické kritérium. Pro ověřování neparametrické hypotézy se nejčastěji používá χ^2 -test. Je-li podmínkou pro jeho použití vytvoření intervalového rozdělení četností, pak je potřebné, aby každý dílčí interval byl spojen s absolutní četností rovnou alespoň „5“. Není-li tato podmínka splněna, je nutno přistoupit ke spojování dílčích intervalů. Obdobně je zapotřebí postupovat při bodovém rozdělení četností. [16]

Po výběru statistického kritéria (např. χ^2 -testu) je zapotřebí přistoupit k určení experimentální hodnoty tohoto kritéria (např. χ_{exp}^2) a kritické teoretické hodnoty (např. χ_{teor}^2). Prostřednictvím kritické teoretické hodnoty bude zapsán tzv. kritický obor „ W^* “ příslušného statistického kritéria. [16]

Bude-li experimentální hodnota vybraného kritéria prvkem kritického oboru „ W^* “, je nezbytné přijmout alternativní hypotézu „ H_a “ – tzn. empirické rozdělení nelze

nahradit zamýšleným rozdělením teoretickým. V opačném případě (experimentální hodnota nebude prvkem kritického oboru „ W “) lze přijmout nulovou hypotézu „ H_0 “ – tzn. empirické rozdělení lze nahradit zamýšleným rozdělením teoretickým. [16]

Nedílnou součástí testování neparametrických i parametrických hypotéz je stanovení hladiny významnosti „ α “. Tato hladina významnosti udává pravděpodobnost chybného zamítnutí testované hypotézy (tj. pravděpodobnost tzv. chyby 1. druhu). Nejčastějšími hladinami významnosti jsou hodnoty $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$. Např. hladina významnosti „0,05“ umožňuje např. při příznivém testu normality (tj. je přijata hypotéza „ H_0 “ o možnosti nahradit empirické rozdělení rozdělením normálním a zamítnuta hypotéza „ H_a “) učinit závěr, že bude-li 100 krát vybrán výběrový statistický soubor ze základního statistického souboru, v 95 případech se ukáže, že empirické rozdělení lze nahradit rozdělením normálním. [16]

1.3.2.2 Měření statistických závislostí

Doposud byl zkoumán jednorozměrný výběrový soubor, u statistických jednotek tohoto souboru byl šetřen jen jeden statistický znak. Měření statistických závislostí je spojeno s vícerozměrným výběrovým souborem, u statistických jednotek bude souběžně zkoumáno více statistických znaků. [16]

Statistická závislost mezi statistickými znaky „ x “ a „ s “ je dána předpisem, který naměřeným nebo zadaným hodnotám statistického znaku „ x “ přiřazuje právě jedno empirické rozdělení četností statistického znaku „ s “. Hodnoty znaku „ s “ musí vykazovat charakter náhodné veličiny, zatímco hodnoty znaku „ x “ tento charakter vykazovat nemusí. [16]

Část matematické statistiky, která se zabývá studiem regresních a korelačních závislostí se nazývá regresní a korelační analýza. [16]

1.4 Rozšíření metod matematické statistiky

1.4.1 Rozšíření měření statistických závislostí

1.4.1.1 Regresní analýza

Jedním ze základních úkolů matematické statistiky se širokým využitím v technických i společenských vědách je hledání a studium závislostí mezi dvěma nebo více statistickými znaky (proměnnými). Těmito problémy se zabývá regresní analýza. Její hlavním úkolem je vystihnout tuto závislost pomocí regresní funkce. Funkční předpis pak umožňuje předvídat hodnoty závisle proměnné na základě znalosti hodnot jedné nebo více nezávisle proměnných. [18]

Regresní analýzu provádíme ze dvou hlavních důvodů:

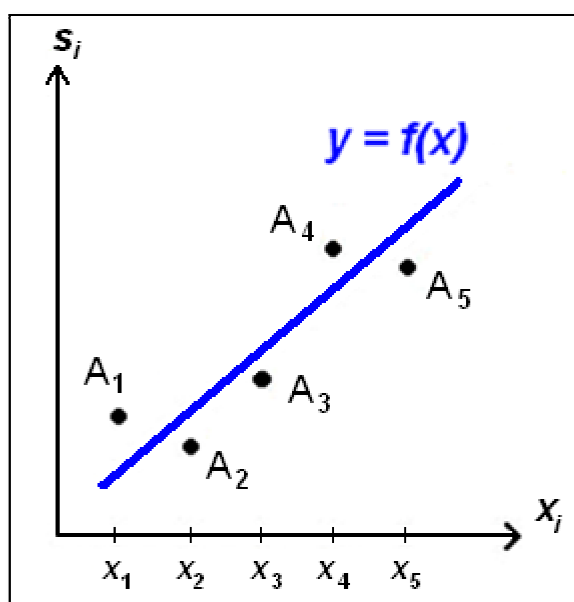
Prvním důvodem je, že kvantitativní popis závislosti mezi proměnnými představuje významnou pomoc při řešení otázky, zda mezi sledovanými statistickými znaky existuje reálná příčinná souvislost. Druhým důvodem je, že znalost regresní funkce umožňuje provádět tzv. regresní odhady. Tyto odhady spočívají v tom, že ze známých nebo předpokládaných hodnot jedné proměnné usuzujeme na hodnoty druhé veličiny. To je mimořádně cenné v těch případech, kdy přímá měření určité veličiny jsou obtížná nebo příliš nákladná, ale jsou dostupná měření jiné veličiny a mezi těmito veličinami existuje statistická závislost. [23]

Při redukci počtu zkoumaných statistických znaků na dva lze problém měření regresních závislostí popsat ve zjednodušené podobě. Dvojrzměrný výběrový statistický soubor je spojen se šetřením dvou statistických znaků „SZ- x “ a „SZ- s “. Se znakem „SZ- x “ je spojena metrická škála s prvky x_1, x_2, \dots, x_n (prvky škály jsou absolutními četnostmi jednotlivých prvků). Se znakem „SZ- s “ jsou pak spojeny výsledky měření s_1, s_2, \dots, s_n (v těchto výsledcích jsou již zahrnuty absolutní četnosti naměřené u znaku „SZ- x “). Tím jsou k dispozici výsledky měření ve formě „ n “ uspořádaných dvojic $[x_i, s_i]$. Popsaná zjednodušená podoba je založena na možnosti identifikovat v naměřených absolutních četnostech jednotlivé statistické jednotky. [46]

Jednoduchá lineární regresní analýza:

Způsob hledání regresní funkce bude popsán prostřednictvím grafického vymezení problému na obrázku Obr. č. 3: Jednoduchá lineární regresní analýza. Na tomto obrázku se vychází z $n = 5$ uspořádaných dvojic $[x_i, s_i]$, které charakterizují statistickou závislost mezi statistickými znaky „SZ-x“ a „SZ-s“. Na vodorovnou osu jsou nanášeny prvky škály x_1, x_2, \dots, x_5 spojené se znakem „SZ-x“, na svislou osu výsledky měření s_1, s_2, \dots, s_5 znaku „SZ-s“ (v těchto výsledcích jsou již zahrnuty absolutní četnosti naměřené u znaku „SZ-x“ na základě možnosti identifikovat jednotlivé statistické jednotky). Uspořádané dvojice $[x_i, s_i]$ jsou souřadnicemi pěti bodů $A_1 [x_1, s_1], A_2 [x_2, s_2], A_3 [x_3, s_3], A_4 [x_4, s_4], A_5 [x_5, s_5]$. [46]

Obr. č. 3: Jednoduchá lineární regresní analýza



Zdroj: vlastní

Těchto pět bodů graficky představuje „pravděpodobnostní oblak“ bodů, kterým je zapotřebí v rámci jednoduché lineární regresní analýzy proložit přímkou. Statistická závislost mezi znaky „SZ-x“ a „SZ-s“ je pak proloženou přímkou popsána. Analytické vyjádření přímky: $y = f(x)$ je dáno obvyklým tvarem pro polynomicou funkci 1. řádu ve tvaru: $y = b_0 + b_1x$. Parametry „ b_0 “ a „ b_1 “ jsou regresními parametry. [46]

Získaná soustava rovnic se nazývá soustava normálních rovnic pro jednoduchou lineární regresi a po provedení derivací nabývá známého tvaru („ k “ je v popsaném zjednodušení počet prvků škály u statistických znaků „SZ- x “ a „SZ- s “, sčítací index „ i “ nabývá obecně hodnot $i = 1, 2, \dots, k$, v popsaném zjednodušení pro pět prvků škály je $i = 1, 2, \dots, 5$): [46]

$$\begin{aligned}\sum s_i &= kb_0 + b_1 \sum x_i \\ \sum s_i x_i &= b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2\end{aligned}$$

Vyřešením soustavy normálních rovnic lze získat hodnoty parametru „ b_0 “ a „ b_1 “, zapsat rovnici přímky: $y = b_0 + b_1 x$ a prostřednictvím získané regresní funkce činit předpovědi hodnot „ s_i “ odpovídající příslušným hodnotám „ x_i “ pro $i > 5$. Předpovědi těchto časových nebo i srovnávacích trendů by nebyly možné bez provedení lineární regresní analýzy. [46]

1.4.1.2 Korelační analýza

Hlavním cílem korelační analýzy je měření těsnosti (síly, intenzity) sledované závislosti. Problematika jednoduché lineární a nelineární korelace je obvykle zkoumána za předpokladu, že změny náhodných veličin „ x “ a „ s “ (statistických znaků „ x “, „ s “) jsou dobře vystiženy lineární nebo nelineární regresní funkcí. Rovněž při zkoumání vícenásobné korelace se vychází z popisu závislosti, který je dán regresní funkcí. Úkoly korelační analýzy lze pak převést na hledání vhodných korelačních koeficientů jako základních měř těsnosti daného typu korelace. Vedle korelačních koeficientů spojených s metrickými škálami je rovněž podstatné zkoumání koeficientů pořadové korelace, které vycházejí z ordinálních škál. [16]

Jednoduchá lineární korelační analýza:

Nejužívanější měrou těsnosti jednoduché lineární korelace je Pearsonův koeficient

korelace „ k_{xs} “. Tento koeficient je dán vztahem: $k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s} \quad k_{xs} \in \langle -1; 1 \rangle$

Pearsonův koeficient korelace „ k_{xs} “ nabývá hodnot $k_{xs} \in \langle -1; 1 \rangle$. Hodnoty blíží se hodnotě „1“ zprava odpovídají případu pozitivní korelace (hodnoty obou statistických znaku „SZ- x “ a „SZ- s “ současně rostou nebo klesají, hodnoty blíží se hodnotě „-1“ zleva popisují korelaci negativní (zatímco hodnoty jednoho statistického znaku rostou, hodnoty druhého znaku klesají), hodnoty kolem „0“ naznačují, že znaky nekorelují (nelze vysledovat žádné společné trendy v nárůstech či poklesech hodnot znaku). Pearsonův koeficient korelace jako empirický parametr má charakter náhodné veličiny a může být používán jako bodový odhad teoretického koeficientu korelace. [46]

Ve vztahu pro Pearsonův koeficient korelace se vyskytuje vedle obvyklých směrodatných odchylek „ S_x “ a „ S_s “ (tj. odmocnin centrálních momentu „ C_{2x} “ a „ C_{2s} “) spojených se zkoumáním znaku „SZ- x “ a „SZ- s “ také smíšený centrální moment druhého řádu „ S_{xs} “, který je definován vztahem („ O_{1x} “ a „ O_{1s} “ jsou obecné momenty 1. řádu spojené se statistickými znaky „SZ- x “ a „SZ- s “):

$$S_{xs} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s}),$$

kde „ k “ představuje počet prvků škály u statistických znaků „SZ- x “ a „SZ- s “. Smíšený centrální moment 2. řádu „ S_{xs} “ představuje také kovarianci statistických znaků „SZ- x “ a „SZ- s “ – vystihuje, jak kovariují (jak se společně mění) oba statistické znaky „SZ- x “ a „SZ- s “. [46]

Vedle Pearsonova koeficientu korelace jsou k měření těsnosti jednoduché lineární korelace používány i jiné veličiny (např. velikost menšího z úhlu sevřeného sdruženými regresními přímkami nebo poměr determinace). [46]

1.4.1.3 Regresní analýza – volba typu regresní funkce

Typ regresní funkce má být co nejvíce přiléhavý k hodnotám závisle proměnné „SZ- s “, výběr ulehčí bodový diagram (viz. Obr. č. 3 v kapitole 1.4.1.1).

Vhodnost regresního modelu lze posoudit pomocí (t – testů), (F – testu) a také pomocí analýzy reziduí. Nejvhodnější regresní funkcí je regresní funkce, která je spojena s nejmenší hodnotou reziduálního rozptylu S_R^2 . Nejvhodnější regresní funkce je také spojena s nejvyšší hodnotou poměru determinace R^2 . [46]

Např. je zapotřebí rozhodnout, zda je vhodnější lineární regresní přímka nebo kvadratická regresní parabola: $y = b_1x + b_0$ nebo $y = b_1x + b_0 + b_2x^2$

Rozumným rozhodovacím procesem je provedení analýzy reziduí pomocí reziduálního rozptylu:

$$S_R^2 = \frac{S_R}{n-2}, \text{ kde } S_R \text{ je reziduální součet čtverců: } S_R = \sum_{i=1}^n (s_i - y_i)^2.$$

Nejvhodnější regresní funkcí je ta regresní funkce, která má nejmenší hodnotu reziduálního rozptylu. Pak je největší část celkové variability pozorovaných hodnot vysvětlena regresním modelem. [46]

Rezidua by měla mít náhodný charakter, při velkých hodnotách reziduálního rozptylu se náhodný charakter vytrácí a regresní funkce není vhodně zvolena. [46]

1.4.2 Rozšíření neparametrického testování

1.4.2.1 χ^2 – test dobré shody

Testy o průměrech a relativních četnostech byly vesměs založeny na předpokladu, že je znám typ rozdělení zkoumané náhodné veličiny. V řadě případů však nemáme přímé informace o rozdělení základního souboru a naše představa o typu rozdělení je pouze hypotetická a musí být statisticky ověřena. Testy, které slouží k verifikaci statistické hypotézy o určitém typu rozdělení v základním souboru, se nazývají testy dobré shody a jsou založeny na srovnání empirického rozdělení, zjištěného z dat výběru, s jistým rozdělením teoretickým. [36]

Smysl použití testů dobré shody je především v tom, že umožňují potvrdit či vyvrátit domněnku o platnosti podmínek pro použití různých parametrických testů, např. podmínky existence normálního rozdělení v základním souboru, kterou požaduje aplikace testu o shodě průměrů nebo shodě rozptylů. K nejznámějším testům dobré shody patří: χ^2 – test dobré shody. [36]

Za pomoci χ^2 – testu dobré shody se provádí ověřování předpokladu o typu hustoty pravděpodobnosti „ $\rho(x)$ “ nebo pravděpodobnostní funkce „ P_i “. Základem tohoto často užívaného testu je možnost rozřadit výsledky zkoumání výběrového statistického souboru jednoznačným a vyčerpávajícím způsobem do určitého počtu navzájem se nepřekrývajících prvků škály. Následně lze provést srovnávání teoretického obsazení prvků škály se skutečnými empirickými výsledky. V případě dosažení shody, lze přijmout nulovou hypotézu „ H_0 “. Nulová hypotéza pak vyjadřuje teoretické pravděpodobnosti obsazení těchto prvků škály a porovnává je se skutečnými výběrovými výsledky (čili s empirickými četnostmi). Odtud také název test dobré shody. V opačném případě tzn., že není li dosažena shoda, je nutné přijmout hypotézu „ H_a “ a vybrat jiný předpoklad o typu hustoty pravděpodobnosti nebo pravděpodobnostní funkci. [46]

Testovým kritériem je obecný tvar experimentální hodnoty: χ_{exp}^2

$$\chi_{\text{exp}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

Popis parametrů vzorce pro: χ_{exp}^2

k – je spojeno s redukováným počtem prvků škály (v případě škálování)

np_i – představuje teoretické absolutní četnosti

n_i – představuje empirické absolutní četnosti [1]

Předpokládá se, že minimálně v 80 procentech prvcích škály by měly být empirické absolutní četnosti „ n_i “ větší než 5. V případě nižšího počtu prvků škály je zapotřebí provést jejich redukci. [46]

2. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

a) Provést statistické šetření a měření statistických závislostí časového vývoje dílčího počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných, kapalných a plyných látek v České republice pomocí regresní a korelační analýzy.

b) Provést statistické šetření a měření statistických závislostí časového vývoje celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice pomocí regresní a korelační analýzy.

c) Zkoumat teoretické rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci vybrané časové jednotky.

2.2 Hypotézy

a) Hypotéza H1 – „Vymezené statistické znaky zkoumaných statistických jednotek v oblasti dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice jsou statisticky závislé“. K ověření hypotézy H1 byly vybrány specifické znaky. Jejich zkoumání bude součástí ověřování dílčích hypotéz H11, H12, H13, H14, H15.

H11 – V letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi s negativní korelační závislostí při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek.

H12 – V letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi s negativní korelační závislostí při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných kapalných látek.

H13 – V letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi s negativní korelační závislostí při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných plynných látek.

H14 – V letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi s negativní korelační závislostí při zkoumání celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

H15 – V letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi s negativní korelační závislostí při zkoumání celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek, při nichž došlo k úniku těchto látek.

b) Hypotéza H2 – „Teoretickým rozdělením statistických znaků je normální rozdělení“. K ověření hypotézy H2 byl vybrán specifický znak: v měsících v rámci let 2007 až 2011 byly zkoumány počty dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

3. METODIKA

3.1 *Metoda sběru dat*

V diplomové práci bude použita metoda kvantitativního výzkumu s cílem zjistit časové prognózy a těsnosti vazeb mezi statistickými znaky.

Předmětem výzkumu budou statistická data ŘSDP PP České republiky. Tyto data budou postupně analyzována pomocí statistických metod. Nejprve půjde o analýzu v rámci deskriptivní statistiky a následně bude použito metod matematické statistiky k ověření hypotéz.

3.2 *Metody deskriptivní statistiky*

3.2.1 *Metody deskriptivní statistiky pro hypotézu H1*

3.2.1.1 *Formulace statistického šetření*

Formulace statistického šetření bude založena na vymezení následujících pojmů:

- HNJ – hromadný náhodný jev
- SJ – statistická jednotka
- SZ – statistický znak
- HSZ – hodnoty statistického znaku
- ZSS – základní statistický soubor a jeho rozsah
- VSS – výběrový statistický soubor a jeho rozsah

3.2.1.2 *Škálování*

Rozdělení hodnot statistického znaku do prvků škály nebude provedeno. Důvodem je nízký počet statistických jednotek.

3.2.1.3 Měření

V rámci měření budou za hodnoty „ n_i “ – absolutní četnosti, postupně dosazeny hodnoty specifických znaků vymezený v rámci jednotlivých dílčích hypotéz H11, H12, H13, H14, H15. Tyto hodnoty budou v podobě skutečného počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

3.2.1.4 Elementární statistické zpracování

Výsledky měření budou uspořádány „tabulkou“, graficky vyjádřeny „empirickými rozděleními (v podobě polygonu)“ a parametrizovány vhodnými „empirickými parametry“. Výsledkem elementárního statistického zpracování bude empirický obraz zkoumaného výběrového statistického souboru VSS.

- Uspořádání formou Tabulky

n	x_i	n_i	n_i/n
Σ	Σ	Σ	$\Sigma 1$

Popis výrazů vyskytujících se v tabulce a také v další části této práce:

1. sloupec označený n - celkový počet DN,
2. sloupec označený x_i - prvky škály,
3. sloupec označený n_i - absolutní četnosti prvků škály,
4. sloupec označený n_i/n - relativní četnosti prvků škály,

- Grafické vyjádření za pomoci empirického rozdělení (formou polygonu):

- polygon absolutních četností,

➤ Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*)

C_2 - parametr variability - proměnlivosti (*centrální moment 2. řádu*)

S_x - směrodatná odchylka

Pro výpočet výše uvedených parametrů budou použity následující vztahy:

Vyjádření parametru polohy (*obecného momentu 1. řádu*) – O_1 :

$$O_1 = \frac{\sum x_i n_i}{n}$$

Vyjádření obecného momentu – O_2 :

$$O_2 = \frac{\sum x_i^2 n_i}{n}$$

Vyjádření parametru variability (*centrálního momentu 2. řádu*) – C_2 :

$$C_2 = O_2 - O_1^2$$

Vyjádření směrodatné odchylky – S_x :

$$S_x = \sqrt{C_2}$$

3.2.2 *Metody deskriptivní statistiky pro hypotézu H2*

3.2.2.1 *Formulace statistického šetření*

Formulace statistického šetření bude založena na vymezení následujících pojmů:

- HNJ – hromadný náhodný jev
- SJ – statistická jednotka
- SZ – statistický znak
- HSZ – hodnoty statistického znaku

- ZSS – základní statistický soubor a jeho rozsah
- VSS – výběrový statistický soubor a jeho rozsah

3.2.2.2 Škálování

Předmětem škálování bude vhodné vyjádření hodnot statistického znaku prostřednictvím prvků škály. Bude zde použita kvantitativní metrická škála pro stanovení vzdáleností mezi dvěma sousedními statistickými jednotkami.

3.2.2.3 Měření

V rámci měření budou prvkům škály přiřazovány počty statistických jednotek.

3.2.2.4 Elementární statistické zpracování

Výsledky měření budou uspořádány „tabulkou“, graficky vyjádřeny „empirickými rozděleními (v podobě polygonu)“ a parametrizovány vhodnými „empirickými parametry“. Výsledkem elementárního statistického zpracování bude empirický obraz zkoumaného výběrového statistického souboru VSS.

- Uspořádání formou Tabulky

x_i	n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
Σ	Σ	$\Sigma 1$		Σ	Σ	Σ	Σ

Popis výrazů vyskytujících se v tabulce a také v další části této práce.

První čtyři sloupce obsahují:

1. sloupec označený x_i - prvky škály,
2. sloupec označený n_i - absolutní četnosti prvků škály,

3. sloupec označený n_i/n - relativní četnosti prvků škály,
4. sloupec označený $\Sigma (n_i / n)$ - kumulativní četnosti.

Další čtyři sloupce obsahují součiny potřebné pro výpočet empirických parametrů:

5. sloupec obsahuje součiny $x_i n_i$,
6. sloupec obsahuje součiny $x_i^2 n_i$,
7. sloupec obsahuje součiny $x_i^3 n_i$,
8. sloupec obsahuje součiny $x_i^4 n_i$.

➤ Grafické vyjádření za pomoci empirického rozdělení (formou polygonu):

- polygon absolutních četností,
- polygon relativních četností,

➤ Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*)

C_2 - parametr variability - proměnlivosti (*centrální moment 2. řádu*)

S_x - směrodatná odchylka

N_3 - parametr šikmosti (*normovaný moment 3. řádu*)

N_4 - parametr ostrosti - špičatosti (*normovaný moment 4. řádu*)

Pro výpočet výše uvedených parametrů budou použity následující vztahy:

Vyjádření parametru polohy (obecného momentu 1. řádu) – O_1 :

$$O_1 = \frac{\sum x_i n_i}{n}$$

Vyjádření obecných momentů – O_2, O_3, O_4 :

$$O_2 = \frac{\sum x_i^2 n_i}{n}; O_3 = \frac{\sum x_i^3 n_i}{n}; O_4 = \frac{\sum x_i^4 n_i}{n}$$

Vyjádření parametru variability (centrálního momentu 2. řádu) – C_2 :

$$C_2 = O_2 - O_1^2$$

Vyjádření centrálních momentů – C_3, C_4 , pomocí obecných momentů:

$$C_3 = O_3 - 3 \cdot O_2 \cdot O_1 + 2 \cdot O_1^3$$

$$C_4 = O_4 - 4 \cdot O_3 \cdot O_1 + 6 \cdot O_2 \cdot O_1^2 - 3 \cdot O_1^4$$

Vyjádření směrodatné odchylky – S_x :

$$S_x = \sqrt{C_2}$$

Vyjádření parametru šikmosti (normovaného momentu 3. řádu) – N_3 :

$$N_3 = \frac{C_3}{C_2 \sqrt{C_2}}$$

N_3 = sešikmení doleva či doprava v závislosti na výsledku:

$$N_3 > 0 \Rightarrow \text{sešikmení doleva}$$

$$N_3 < 0 \Rightarrow \text{sešikmení doprava}$$

Vyjádření parametru špičatosti (normovaného momentu 4. řádu) – N_4 :

$$N_4 = \frac{C_4}{[C_2]^2}$$

3.3 *Metody matematické statistiky*

3.3.1 *Metody matematické statistiky pro hypotézu H1*

3.3.1.1 *Měření statistických závislostí*

3.3.1.1.1 Regresní analýza

V návaznosti na předchozí dosažené výsledky v rámci metod deskriptivní statistiky, bude provedena lineární regresní analýza, jejímž úkolem bude ověřování hypotéz H11 až H15. Smyslem této analýzy bude nalezení lineární regresní přímky, nahrazující „pravděpodobnostní oblak bodů“. Výsledná přímka bude vyjádřena vztahem:

$$y = b_1 x + b_0$$

b_1 – určuje směr přímky

b_0 – určuje posun po přímce „y“

Nalezení přímky bude provedeno dvěma způsoby:

1) Výpočtem pomocí soustavy normálních rovnic:

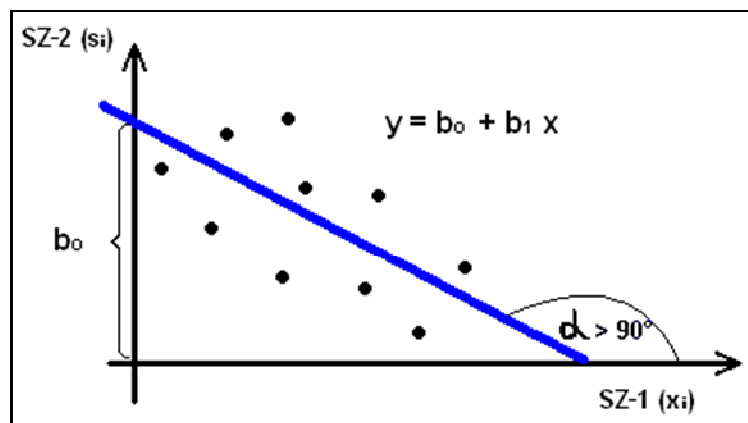
$$\begin{aligned}\sum s_i &= kb_0 + b_1 \sum x_i \\ \sum s_i x_i &= b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2\end{aligned}$$

2) Výpočtem pomocí programové aplikace s grafickým vyjádřením:

Do programové aplikace budou zadávány hodnoty statistických znaků: „SZ-1“ na osu „x“ a „SZ-2“ na osu „y“. Hodnoty „SZ-1“ budou představovat prvky škály „ x_i “ a za hodnoty „SZ-2“ budou dosazeny skutečné počty dopravních nehod „ s_i “, pro jednotlivé ověřované hypotézy H11 až H15.

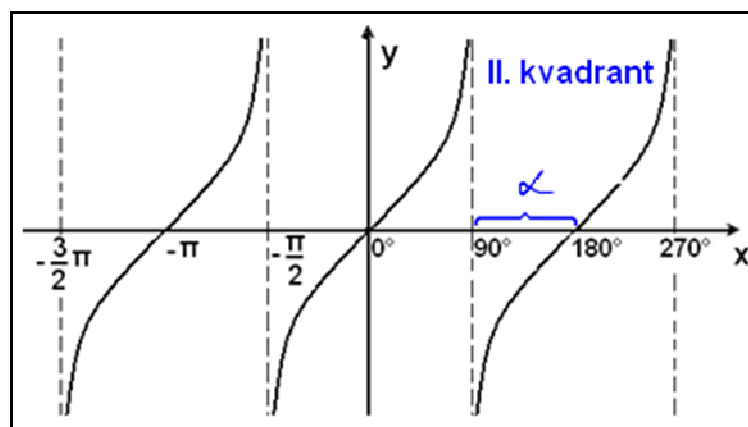
Pro posouzení vlivu prevence na dopravní nehodovost, bude provedeno nalezení úhlu (α), který regresní přímka svírá s osou „x“ (viz. Obr. č. 4):

Obr. č. 4: Grafické vyjádření sklonu úhlu (α)



Zdroj: vlastní

Obr. č. 5: Grafické vyjádření úhlu (α) ve II. kvadrantu



Zdroj: vlastní

Regresní parametr „ b_1 “ určuje sklon úhlu regresní přímky, v podstatě jde o tangens tohoto úhlu: $b_1 = \text{tg}(\alpha)$. Pro posouzení vlivu prevence na dopravní nehodovost při přepravě nebezpečných látek bude brána hodnota úhlu (α), ležícího ve II. kvadrantu (viz. Obr. č 5).

3.3.1.1.2 Korelační analýza

Po provedené lineární regresní analýze bude přistoupeno k realizaci lineární korelační analýzy v rámci ověřování hypotéz H11 až H15.

Lineární korelační analýza bude vyjádřena pomocí Pearsonova vztahu „ k_{xs} “, pro hodnoty statistických znaků „SZ-1“ (x_i) a „SZ-2“ (s_i):

Pearsonův vztah pro lineární korelaci:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s} \quad k_{xs} \in \langle -1; 1 \rangle$$

Výpočet jednotlivých parametrů, vyskytujících se v Pearsonově vztahu:

S_{xs} – kovarianční koeficient (smíšený centrální moment 2. řádu):

$$S_{xs} = \frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

S_x – směrodatná odchylka:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})^2}$$

S_s – směrodatná odchylka:

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (s_i - O_{1s})^2}$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1x}) pro SZ-1:

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{k}$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1s}) pro SZ-2:

$$O_{1s} = \frac{\sum s_i}{k}$$

Možné závěry plynoucí z korelační analýzy:

$$k_{xy} \in \langle -1; 1 \rangle$$

$(0; 1) \Rightarrow$ pozitivní korelace $\rightarrow (1; 0,5) \Rightarrow$ silná; $(0,5; 0) \Rightarrow$ slabá

$\langle -1; 0 \rangle \Rightarrow$ negativní korelace $\rightarrow (-1; -0,5) \Rightarrow$ silná; $(-0,5; 0) \Rightarrow$ slabá

3.3.2 Metody matematické statistiky pro hypotézu H2

3.3.2.1 Neparametrické testování normality

V rámci neparametrického testování budou při testu normality empirické relativní četnosti „ n_i/n “ nahrazovány teoretickými relativními četnostmi „ p_i “ pod gaussovou křivkou. Jinak řečeno smyslem neparametrického testování bude srovnání úseček „ n_i/n “ s příslušnými plochami „ p_i “. Plochy bude nutné normovat, aby bylo možno použít statistické tabulky.

Intervalové rozdělení četností při volbě pěti prvků škály:

x_i	n_i	<i>interval</i>
1		$(-\infty; 1,5>$
2		$(1,5; 2,5>$
3		$(2,5; 3,5>$
4		$(3,5; 4,5>$
5		$(4,5; +\infty)$

Vyjádření plochy – „ p_i “:

Přechod od normálního rozdělení (obyčejný gauss) k normovanému normálnímu rozdělení (normovaný gauss) prostřednictvím normované náhodné veličiny „ u “:

$$u = \frac{x - O_1}{S_x}$$

Vyjádření ploch pomocí Laplaceovy funkce (distribuční funkce normovaného normálního rozdělení) - $F(u)$. Hodnoty v závorkách se převedou pomocí statistických tabulek.

$$p_i = \int \rho(u)d(u) = F(u_i) - F(u_{i-1})$$

$\rho(u)$ – hustota pravděpodobnosti; $d(u)$ – diference (rozdíl)

V případě záporných hodnot platí následující vztah: $F(-u) = 1 - F(u)$.

Aplikace χ^2 – testu dobré shody:

Po výběru statistického kritéria χ^2 - testu je zapotřebí přistoupit k určení experimentální hodnoty tohoto kritéria χ_{exp}^2 a hodnoty χ_{krit}^2 .

Vyjádření χ_{exp}^2 pomocí vzorce:
$$\chi_{\text{exp}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

Vyjádření χ_{krit}^2 pomocí teoretické hodnoty: $\chi_{k-r-1}^2(\alpha)$ a následné nalezení výsledku v tabulkách.

Výsledné χ_{krit}^2 je maximální normovaný přípustný rozdíl mezi empirickými a teoretickými absolutními četnostmi.

Popis jednotlivých parametrů:

n_i – empirické absolutní četnosti

np_i – teoretické absolutní četnosti

α – hladina statistické významnosti (statistická chyba I. druhu) bude 0,05 (tzn., že empirické rozdělení lze nahradit rozdělením normálním v 95 případech ze 100)

k – počet prvků škály po provedené redukci

r – počet teoretických parametrů zkoumaného teoretického rozdělení

Možný závěr plynoucí z aplikace χ^2 – testu:

$$\chi_{\text{krit}}^2 > \chi_{\text{exp}}^2 \Rightarrow H_0$$

Na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ lze empirické rozdělení četností nahradit normálním rozdělením (empirický graf lze nahradit gaussovou křivkou). Lze přijmout nulovou hypotézu H_0 .

4. VÝSLEDKY

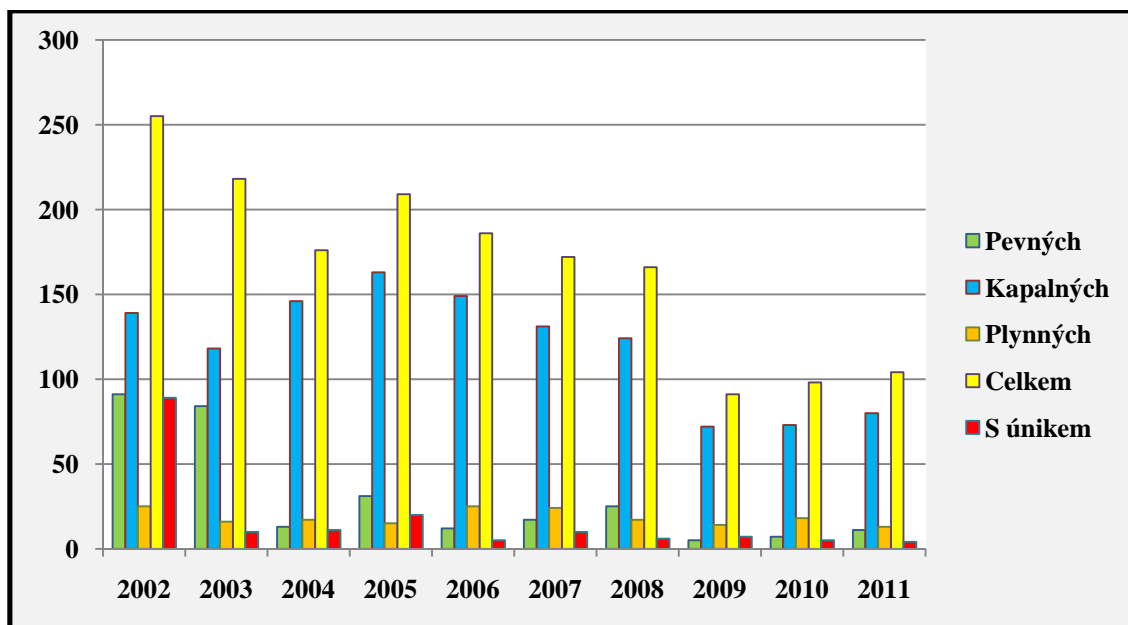
4.1 Analyzovaná data pro hypotézu H1 – statistická data ŘSDP PP ČR 2002 až 2011

Analyzovaná data – počet DN při přepravě NL

<i>Rok / NL</i>	<i>pevných</i>	<i>kapalných</i>	<i>plynných</i>	<i>celkem</i>	<i>s únikem</i>
2002	91	139	25	255	89
2003	84	118	16	218	10
2004	13	146	17	176	11
2005	31	163	15	209	20
2006	12	149	25	186	5
2007	17	131	24	172	10
2008	25	124	17	166	6
2009	5	72	14	91	7
2010	7	73	18	98	5
2011	11	80	13	104	4

Zdroj: ŘSDP PP ČR

Grafické vyjádření analyzovaných dat – počtu DN při přepravě NL



Zdroj: ŘSDP PP ČR

4.1.1 Formulace statistického šetření

Hromadný náhodný jev: zkoumání časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice

Statistická jednotka: rok

Statistický znak: počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek:

- pevných
- kapalných
- plynných
- celkem
- s únikem

Hodnoty statistického znaku: nejnižší a nejvyšší počet dopravních nehod za rok

Základní statistický soubor a jeho rozsah: 10 let (2002 až 2011)

Výběrový statistický soubor a jeho rozsah: je roven základnímu statistickému souboru

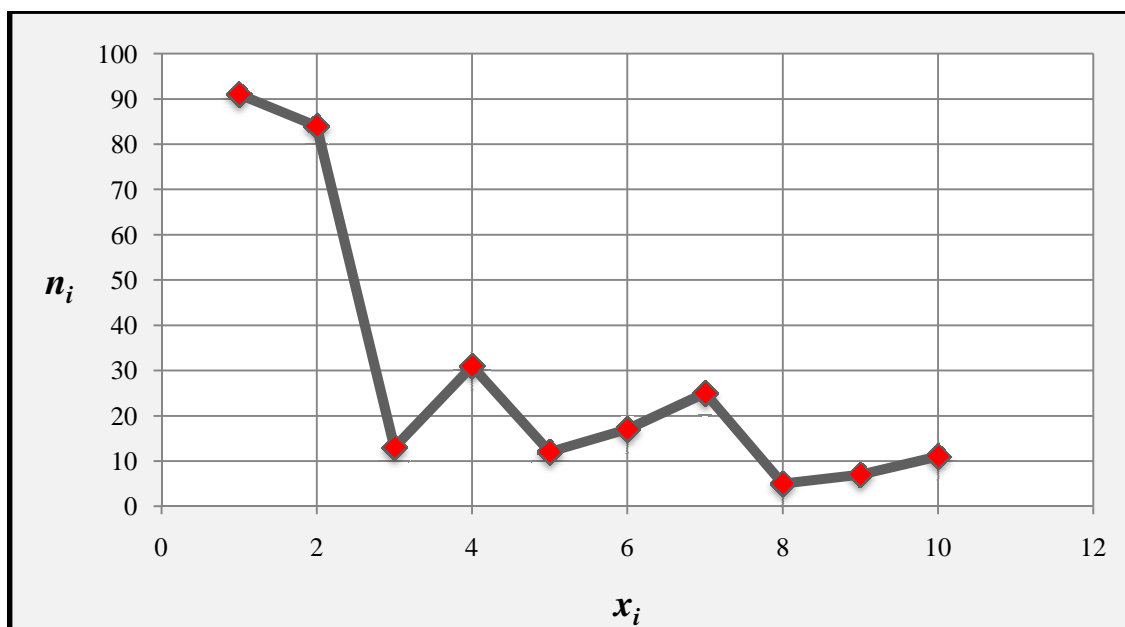
4.1.2 Použití metod deskriptivní statistiky

- Škálování – rozdělení hodnot statistického znaku do prvků škály nebude provedeno, z důvodu nízkého počtu statistických jednotek. Za prvky škály budou uvažovány jednotlivé roky 2002 až 2011 ⇒ „ x_i “
- Měření – v rámci měření budou za hodnoty „ n_i “ – absolutní četnosti, dosazeny hodnoty skutečného počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek.
- Elementární statistické zpracování

Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek

n	x_i	n_i	n_i/n
296	1	91	0,30744
	2	84	0,28378
	3	13	0,04392
	4	31	0,10473
	5	12	0,04054
	6	17	0,05743
	7	25	0,08446
	8	5	0,01689
	9	7	0,02365
	10	11	0,03716
Σ	55	296	1

Polygon absolutních četností DN při přepravě NL - pevných



Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*):

$$O_1 = \frac{\sum n_i}{k} = \frac{296}{10} = \underline{\underline{29,6}}$$

Výpočet obecného momentu – O_2 :

O_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

C_2 - parametr variability (*centrální moment 2. řádu*)

C_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

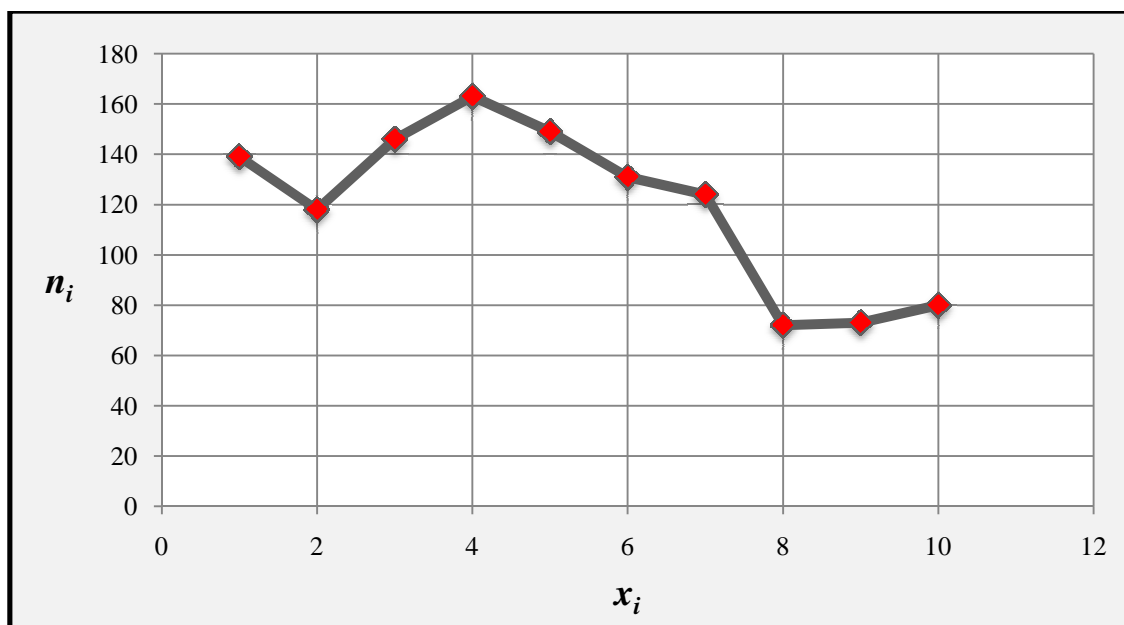
S_x - směrodatná odchylka

S_x – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných kapalných látek

n	x_i	n_i	n_i/n
1195	1	139	0,11632
	2	118	0,09874
	3	146	0,12217
	4	163	0,13641
	5	149	0,12469
	6	131	0,10962
	7	124	0,10377
	8	72	0,06025
	9	73	0,06109
	10	80	0,06694
Σ	55	1195	1

Polygon absolutních četností DN při přepravě NL - kapalných



Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*):

$$O_1 = \frac{\sum n_i}{k} = \frac{1195}{10} = \underline{\underline{119,5}}$$

Výpočet obecného momentu – O_2 :

O_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

C_2 - parametr variability (*centrální moment 2. řádu*)

C_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

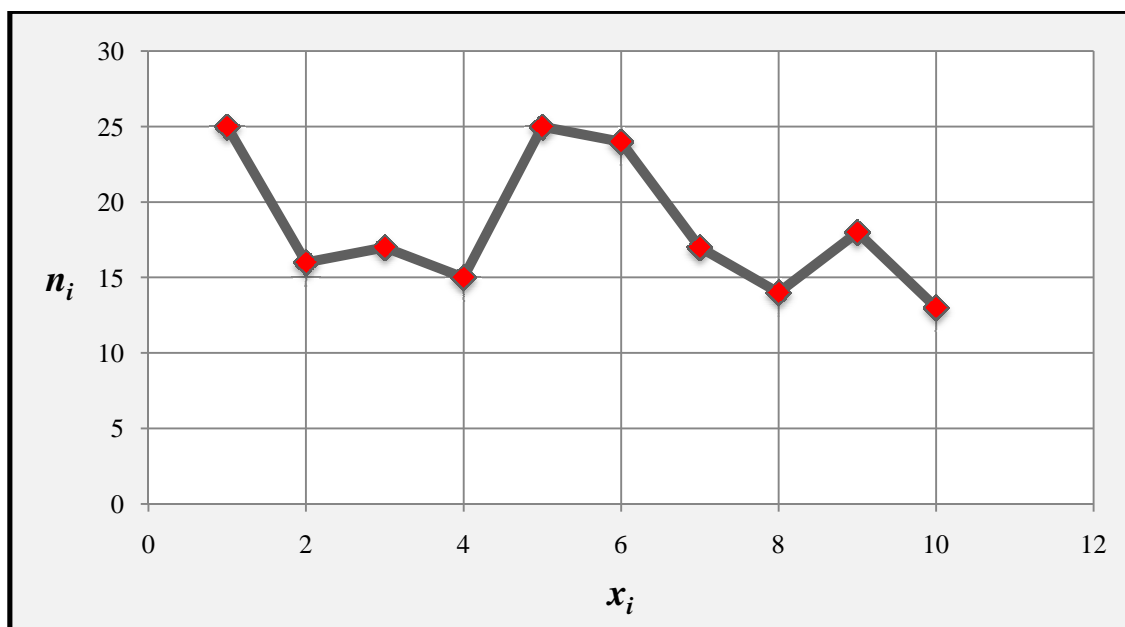
S_x - směrodatná odchylka

S_x – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných plynných látek

n	x_i	n_i	n_i/n
184	1	25	0,13587
	2	16	0,08695
	3	17	0,09239
	4	15	0,08153
	5	25	0,13587
	6	24	0,13043
	7	17	0,09239
	8	14	0,07609
	9	18	0,09783
	10	13	0,07065
Σ	55	184	1

Polygon absolutních četností DN při přepravě NL - plynných



Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*):

$$O_1 = \frac{\sum n_i}{k} = \frac{184}{10} = \mathbf{18,4}$$

Výpočet obecného momentu – O_2 :

O_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

C_2 - parametr variability (*centrální moment 2. řádu*)

C_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

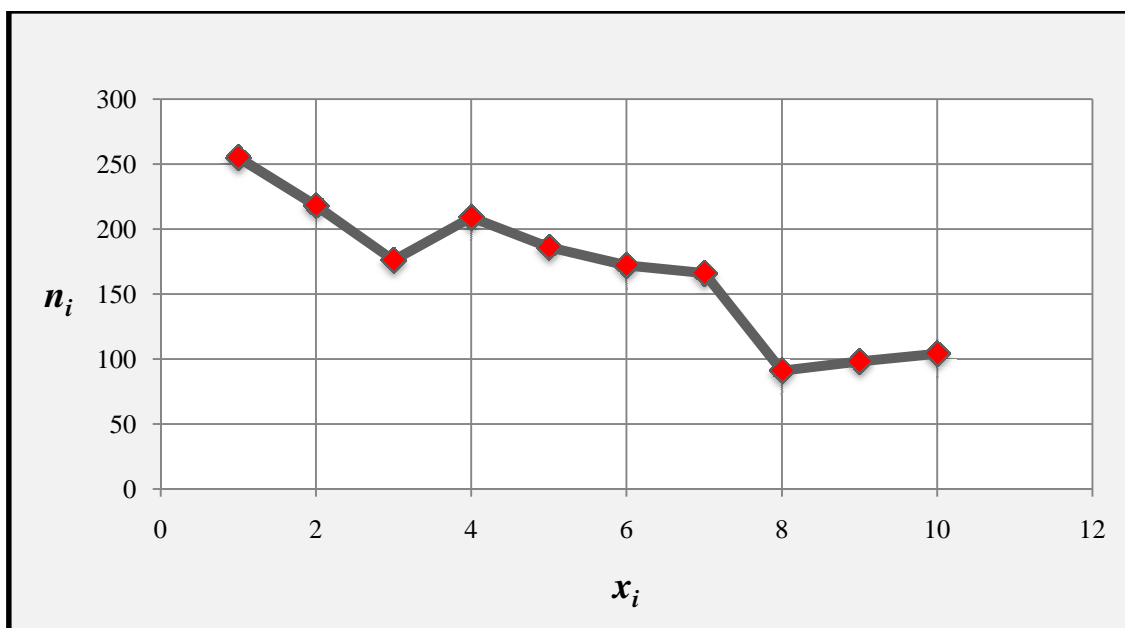
S_x - směrodatná odchylka

S_x – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek – celkem

n	x_i	n_i	n_i/n
1675	1	255	0,15224
	2	218	0,13015
	3	176	0,10507
	4	209	0,12478
	5	186	0,11104
	6	172	0,10269
	7	166	0,09911
	8	91	0,05433
	9	98	0,05851
	10	104	0,06208
Σ	55	1675	1

Polygon absolutních četností DN při přepravě NL - celkem



Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*):

$$O_1 = \frac{\sum n_i}{k} = \frac{1675}{10} = \underline{\underline{167,5}}$$

Výpočet obecného momentu – O_2 :

O_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

C_2 - parametr variability (*centrální moment 2. řádu*)

C_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

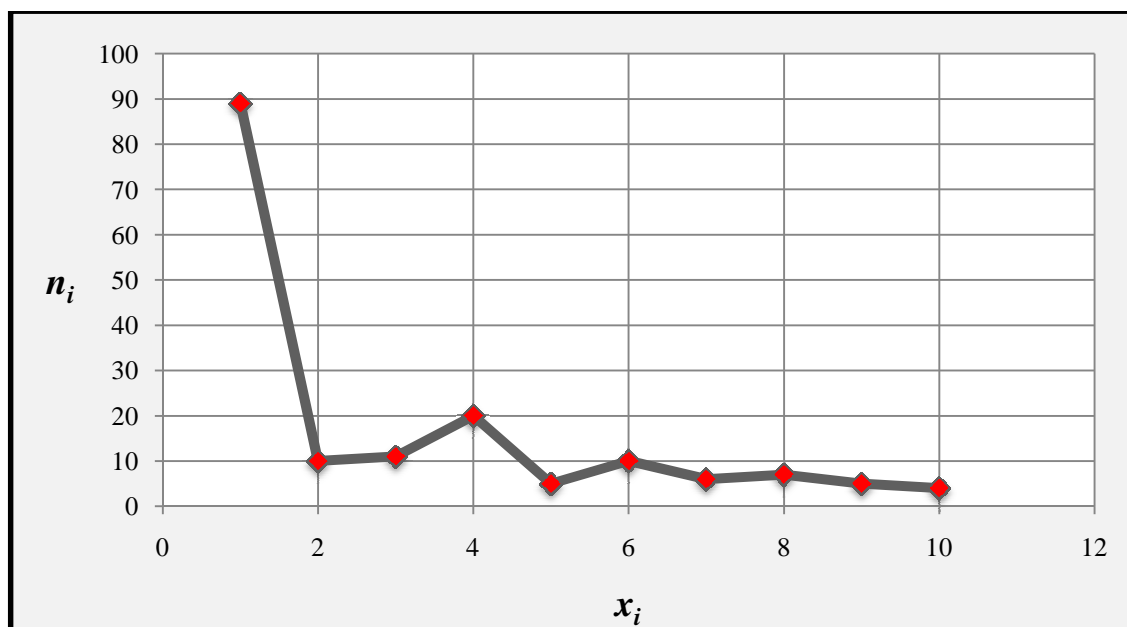
S_x - směrodatná odchylka

S_x – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

Počet dopravních nehod při přepravě NL – s únikem

n	x_i	n_i	n_i/n
167	1	89	0,53293
	2	10	0,05988
	3	11	0,06587
	4	20	0,11976
	5	5	0,02994
	6	10	0,05988
	7	6	0,03593
	8	7	0,04192
	9	5	0,02994
	10	4	0,02395
Σ	55	167	1

Polygon absolutních četností DN při přepravě NL – s únikem



Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*):

$$O_1 = \frac{\sum n_i}{k} = \frac{167}{10} = \mathbf{16,7}$$

Výpočet obecného momentu – O_2 :

O_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

C_2 - parametr variability (*centrální moment 2. řádu*)

C_2 – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

S_x - směrodatná odchylka

S_x – bude vypočítáno v rámci korelační analýzy

4.1.3 Použití metod matematické statistiky

4.1.3.1 Měření statistických závislostí

4.1.3.1.1 Regresní analýza

a) Regresní analýza pro ověřovanou hypotézu H11

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – pevných $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	91	84	13	31	12	17	25	5	7	11

Výpočet pomocí soustavy normálních rovnic:

$$\begin{aligned}\sum s_i &= kb_0 + b_1 \sum x_i \\ \sum s_i x_i &= b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2\end{aligned}$$

$$\sum s_i = 91 + 84 + 13 + 31 + 12 + 17 + 25 + 5 + 7 + 11 = 296 \quad k = 10 \quad \sum x_i = 55$$

$$\sum s_i x_i = 1 \cdot 91 + 2 \cdot 84 + 3 \cdot 13 + 4 \cdot 31 + 5 \cdot 12 + 6 \cdot 17 + 7 \cdot 25 + 8 \cdot 5 + 9 \cdot 7 + 10 \cdot 11 = 972$$

$$\sum x_i^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2 + 9^2 + 10^2 = 385$$

$$10 b_0 + 55 b_1 = 296$$

$$55 b_0 + 385 b_1 = 972$$

$$10 b_0 = 296 - 55 b_1 \Rightarrow b_0 = 29,6 - 5,5 b_1$$

$$55 b_0 + 385 b_1 = 972$$

$$b_0 = 29,6 - 5,5 b_1$$

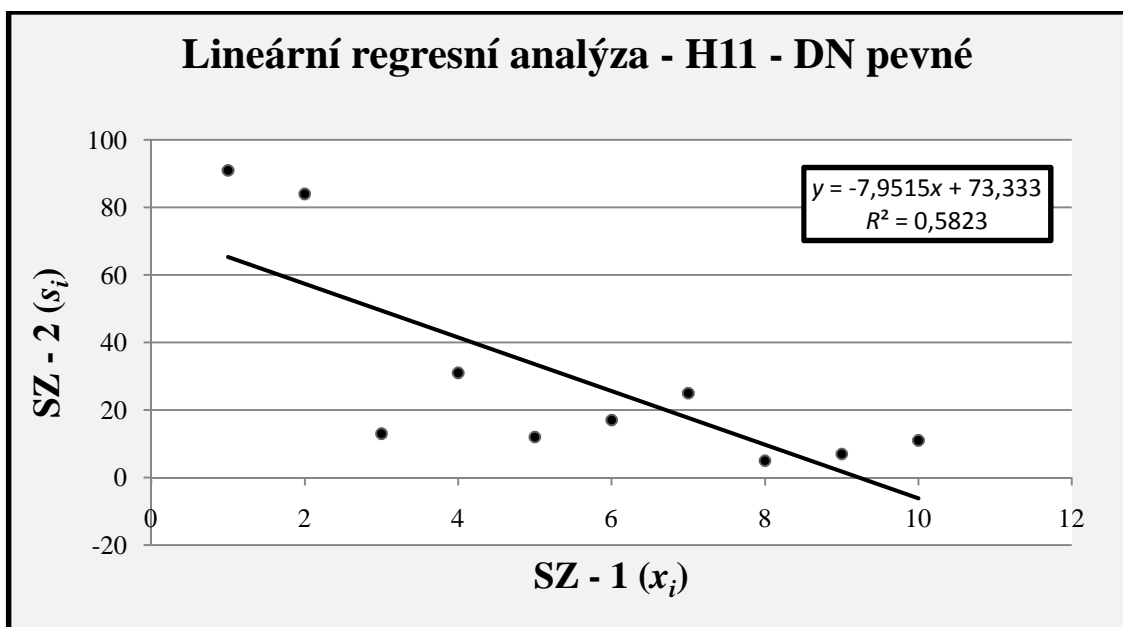
$$55 \cdot (29,6 - 5,5 b_1) + 385 b_1 = 972 \Rightarrow 1628 - 302,5 b_1 + 385 b_1 = 972 \Rightarrow 82,5 b_1 = - 656$$

$$\Rightarrow \underline{b_1 = - 7,95}$$

$$\underline{b_0} = 29,6 - 5,5 b_1 = 29,6 - 5,5 \cdot (-7,95) = 29,6 + 43,725 = \underline{73,33}$$

Dosazení hodnot „ b_1 “ a „ b_0 “ do obecné rovnice pro lineární regresi: $y = b_1 x + b_0$

$$y = - 7,95x + 73,33$$



Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H11 je rovnice regresní přímky: $y = -7,95x + 73,33$. Z rovnice jsou patrné hodnoty parametrů: $b_1 = -7,95$ a $b_0 = 73,33$. Dalším výstupem tohoto grafického vyjádření je hodnota koeficientu determinace $R^2 = 0,5823$, který je kvadrátem koeficientu korelace $k_{x,y} = -0,76$.

Výpočet úhlu, který regresní přímka svírá s osou „x“:
 Regresní parametr „ b_1 “ určuje sklon úhlu regresní přímky, v podstatě jde o tangens tohoto úhlu. Výsledná hodnota bude ukazatelem vlivu prevence na dopravní nehodovost při přepravě nebezpečných pevných látek.

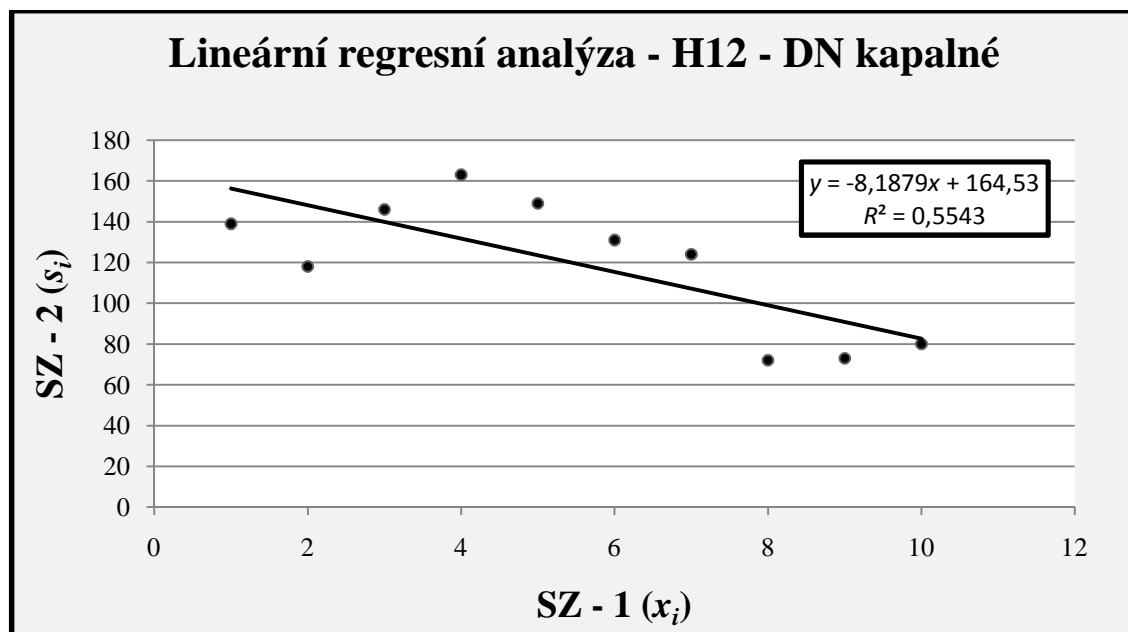
$$b_1 = \text{tg}(\alpha) \Rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-7,9515) \Rightarrow \alpha = 82^\circ 49' 55'' \doteq 83^\circ \text{ (ve druhém kvadrantu tomu odpovídá úhel } 97^\circ \text{)}$$

b) Regresní analýza pro ověřovanou hypotézu H12

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – kapalných $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	139	118	146	163	149	131	124	72	73	80



Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regrese pro ověřovanou hypotézu H12 je rovnice regresní přímky: $y = -8,19x + 164,53$. Z rovnice jsou patrné hodnoty parametrů: $b_1 = -8,19$ a $b_0 = 164,53$. Dalším výstupem tohoto grafického vyjádření je hodnota koeficientu determinace $R^2 = 0,5543$, který je kvadrátem koeficientu korelace $k_{x,y} = -0,74$.

Výpočet úhlu, který regresní přímka svírá s osou „x“:
 Regresní parametr „ b_1 “ určuje sklon úhlu regresní přímky, v podstatě jde o tangens tohoto úhlu. Výsledná hodnota bude ukazatelem vlivu prevence na dopravní nehodovost při přepravě nebezpečných kapalných látek.

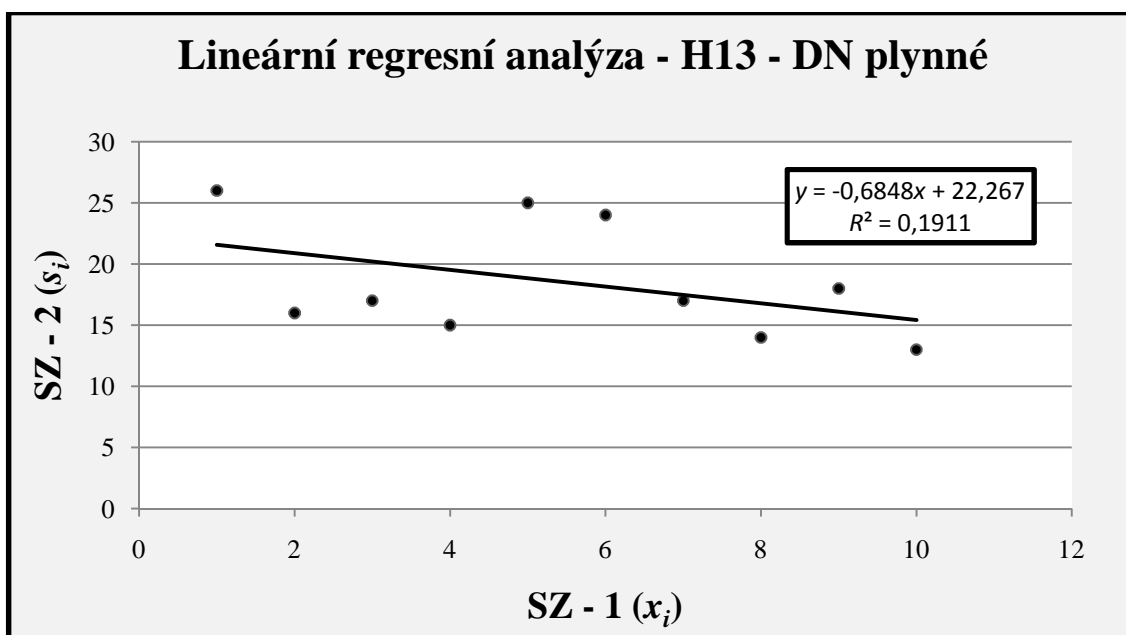
$$b_1 = \text{tg}(\alpha) \Rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-8,1879) \Rightarrow \alpha = 83^\circ 2' 12'' \doteq 83^\circ \text{ (ve druhém kvadrantu tomu odpovídá úhel } 97^\circ)$$

c) Regresní analýza pro ověřovanou hypotézu H13

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – plyných $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	26	16	17	15	25	24	17	14	18	13



Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H13 je rovnice regresní přímky: $y = -0,68x + 22,27$. Z rovnice jsou patrné hodnoty parametrů: $b_1 = -0,68$ a $b_0 = 22,27$. Dalším výstupem tohoto grafického vyjádření je hodnota koeficientu determinace $R^2 = 0,1911$, který je kvadrátem koeficientu korelace $k_{x,s} = -0,44$.

Výpočet úhlu, který regresní přímka svírá s osou „x“:

Regresní parametr „ b_1 “ určuje sklon úhlu regresní přímky, v podstatě jde o tangens tohoto úhlu. Výsledná hodnota bude ukazatelem vlivu prevence na dopravní nehodovost při přepravě nebezpečných plynných látek.

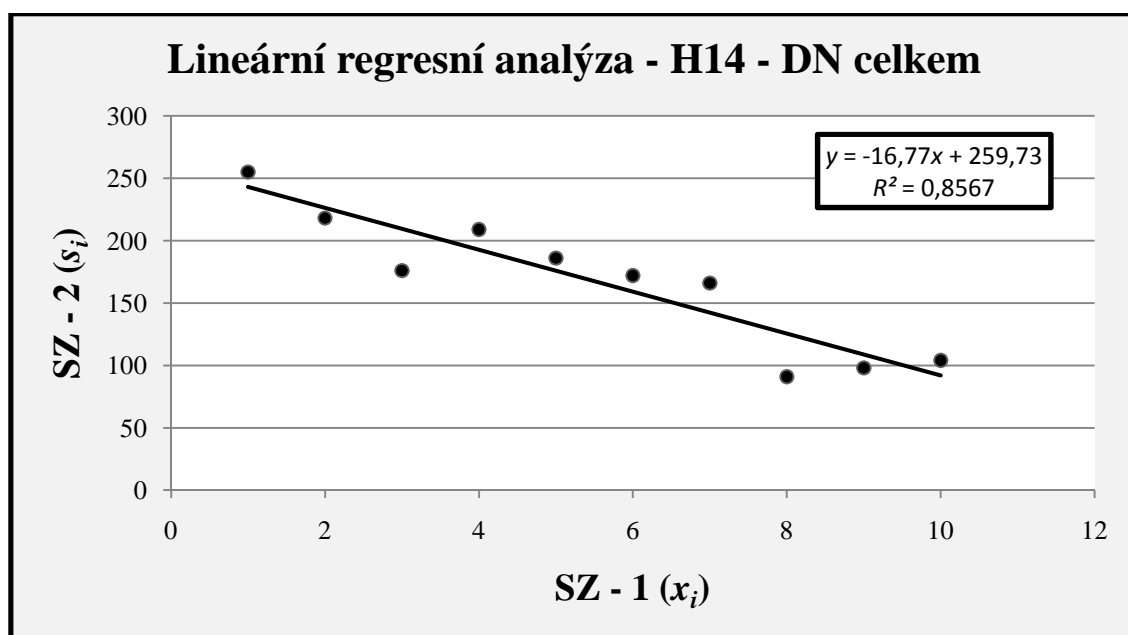
$b_1 = \text{tg}(\alpha) \Rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-0,6848) \Rightarrow \alpha = 34^\circ 24' 12'' \doteq 34^\circ$ (ve druhém kvadrantu tomu odpovídá úhel 146°)

d) Regresní analýza pro ověřovanou hypotézu H14

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – celkem $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	255	218	176	209	186	172	166	91	98	104



Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regrese pro ověřovanou hypotézu H14 je rovnice regresní přímky: $y = -16,77x + 259,73$. Z rovnice jsou patrné hodnoty parametrů: $b_1 = -16,77$ a $b_0 = 259,73$. Dalším výstupem tohoto grafického vyjádření je hodnota koeficientu determinace $R^2 = 0,8567$, který je kvadrátem koeficientu korelace $k_{xs} = -0,93$.

Výpočet úhlu, který regresní přímka svírá s osou „x“:
 Regresní parametr „ b_1 “ určuje sklon úhlu regresní přímky, v podstatě jde o tangens tohoto úhlu. Výsledná hodnota bude ukazatelem vlivu prevence na celkovou dopravní nehodovost při přepravě nebezpečných látek.

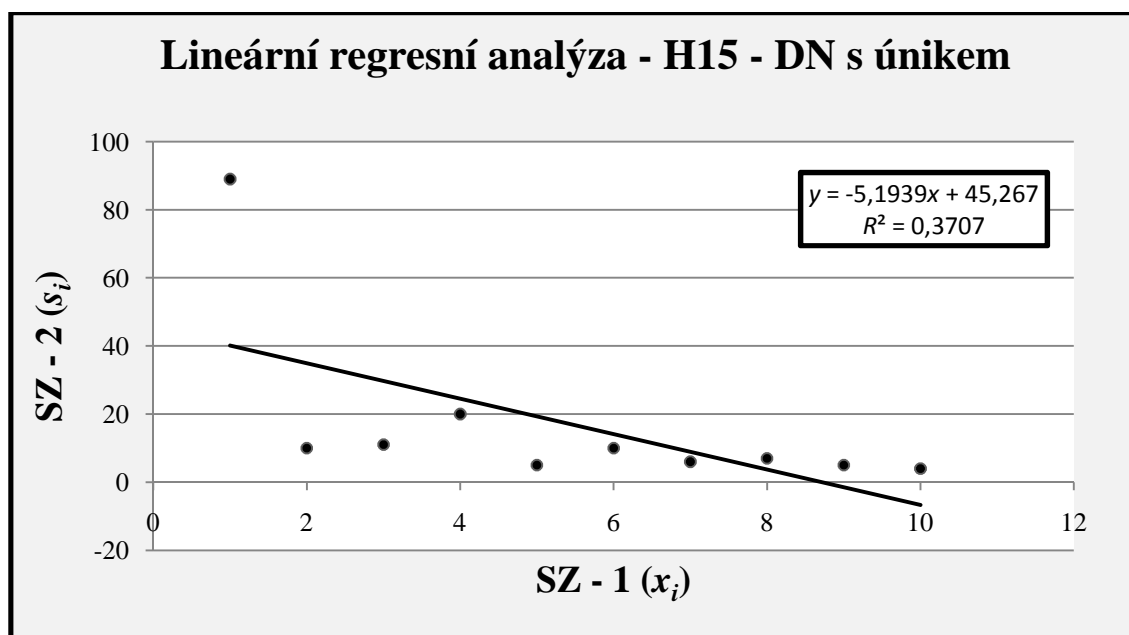
$$b_1 = \operatorname{tg}(\alpha) \Rightarrow \alpha = \operatorname{tg}^{-1}(-16,77) \Rightarrow \alpha = 86^\circ 35' 15'' \doteq 87^\circ \text{ (ve druhém kvadrantu tomu odpovídá úhel } 93^\circ \text{)}$$

e) Regresní analýza pro ověřovanou hypotézu H15

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – s únikem $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	89	10	11	20	5	10	6	7	5	4



Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H15 je rovnice regresní přímky: $y = -5,19x + 45,267$. Z rovnice jsou patrné hodnoty parametrů: $b_1 = -5,19$ a $b_0 = 45,27$. Dalším výstupem tohoto grafického vyjádření je hodnota koeficientu determinace $R^2 = 0,3707$, který je kvadrátem koeficientu korelace $k_{xs} = -0,61$.

Výpočet úhlu, který regresní přímka svírá s osou „x“:
 Regresní parametr „ b_1 “ určuje sklon úhlu regresní přímky, v podstatě jde o tangens tohoto úhlu. Výsledná hodnota bude ukazatelem vlivu prevence na dopravní nehodovost při přepravě nebezpečných látek s únikem.

$$b_1 = \text{tg}(\alpha) \Rightarrow \alpha = \text{tg}^{-1}(-5,1939) \Rightarrow \alpha = 79^\circ 6' 7'' \doteq 79^\circ \text{ (ve druhém kvadrantu tomu odpovídá úhel } 101^\circ)$$

Rekapitulace hodnot úhlů (α) nacházejícího se mezi regresní přímkou a osou „x“ ve II. kvadrantu, pro ověřované hypotézy H11 až H15:

<i>Ověřované hypotézy</i>	<i>H11 pevné</i>	<i>H12 kapalné</i>	<i>H13 plynné</i>	<i>H14 celkem</i>	<i>H15 s únikem</i>
Sklon přímky	97°	97°	146°	93°	101°

4.1.3.1.2 Korelační analýza

a) Korelační analýza pro ověřovanou hypotézu H11

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – pevných $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	91	84	13	31	12	17	25	5	7	11

Obecný moment 1. řádu (O_{1x}) pro SZ-1:

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{k} = \frac{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}{10} = \frac{55}{10} = 5,5$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1s}) pro SZ-2:

$$O_{1s} = \frac{\sum s_i}{k} = \frac{296}{10} = 29,6$$

Kovariační koeficient (S_{xs}), (snížený centrální moment 2. řádu):

$$S_{xs} = \frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x}) \cdot (s_i - O_{1s})$$

$$S_{xs} = \frac{1}{10} [(1-5,5) \cdot (91-29,6) + (2-5,5) \cdot (84-29,6) + \dots + (10-5,5) \cdot (11-29,6)]$$

$$S_{xs} = -65,6$$

Pearsonův vztah pro lineární korelaci:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

Směrodatná odchylka (S_x):

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(1-5,5)^2 + (2-5,5)^2 + \dots + (10-5,5)^2]}$$

$$S_x = 2,87$$

Směrodatná odchylka (S_s):

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (s_i - O_{1s})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(91-29,6)^2 + (84-29,6)^2 + \dots + (11-29,6)^2]}$$

$$S_s = 29,9$$

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s} = \frac{-65,6}{2,87 \cdot 29,9}$$

$k_{xs} = \underline{-0,76} \Rightarrow$ silná negativní korelace

b) Korelační analýza pro ověřovanou hypotézu H12

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály $\Rightarrow „x_i“$

SZ-2 počty DN při přepravě NL – kapalných $\Rightarrow „s_i“$

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	139	118	146	163	149	131	124	72	73	80

Obecný moment 1. řádu (O_{1x}) pro SZ-1:

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{k} = \frac{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}{10} = \frac{55}{10} = 5,5$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1s}) pro SZ-2:

$$O_{1s} = \frac{\sum s_i}{k} = \frac{1195}{10} = 119,5$$

Kovariační koeficient (S_{xs}), (snížený centrální moment 2. řádu):

$$S_{xs} = \frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

$$S_{xs} = \frac{1}{10} [(1-5,5) \cdot (139-119,5) + (2-5,5) \cdot (118-119,5) + \dots + (10-5,5) \cdot (80-119,5)]$$

$$S_{xs} = -67,55$$

Pearsonův vztah pro lineární korelaci:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

Směrodatná odchylka (S_x):

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(1-5,5)^2 + (2-5,5)^2 + \dots + (10-5,5)^2]}$$

$$S_x = 2,87$$

Směrodatná odchylka (S_s):

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_s - O_{1s})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(139 - 119,5)^2 + (118 - 119,5)^2 + \dots + (80 - 119,5)^2]}$$

$$S_s = 31,6$$

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x \cdot S_s} = \frac{-67,55}{2,87 \cdot 31,6}$$

$k_{xs} = \underline{-0,74} \Rightarrow$ silná negativní korelace

c) Korelační analýza pro ověřovanou hypotézu H13

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály \Rightarrow „ x_i “

SZ-2 počty DN při přepravě NL – plyných \Rightarrow „ s_i “

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	26	16	17	15	25	24	17	14	18	13

Obecný moment 1. řádu (O_{1x}) pro SZ-1:

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{k} = \frac{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}{10} = \frac{55}{10} = 5,5$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1s}) pro SZ-2:

$$O_{1s} = \frac{\sum s_i}{k} = \frac{184}{10} = 18,4$$

Kovariační koeficient (S_{xs}), (snížený centrální moment 2. řádu):

$$S_{xs} = \frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

$$S_{xs} = \frac{1}{10} [(1-5,5) \cdot (26-18,4) + (2-5,5) \cdot (16-18,4) + \dots + (10-5,5) \cdot (13-18,4)]$$

$$S_{xs} = -5,65$$

Pearsonův vztah pro lineární korelaci:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

Směrodatná odchylka (S_x):

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(1-5,5)^2 + (2-5,5)^2 + \dots + (10-5,5)^2]}$$

$$S_x = 2,87$$

Směrodatná odchylka (S_s):

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_s - O_{1s})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(26-18,4)^2 + (16-18,4)^2 + \dots + (13-18,4)^2]}$$

$$S_s = 4,5$$

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s} = \frac{-5,65}{2,87 \cdot 4,5}$$

$$k_{xs} = \underline{\underline{-0,44}} \Rightarrow \text{slabá negativní korelace}$$

d) Korelační analýza pro ověřovanou hypotézu H14

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály \Rightarrow „ x_i “

SZ-2 počty DN při přepravě NL – celkem \Rightarrow „ s_i “

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	255	218	176	209	186	172	166	91	98	104

Obecný moment 1. řádu (O_{1x}) pro SZ-1:

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{k} = \frac{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}{10} = \frac{55}{10} = 5,5$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1s}) pro SZ-2:

$$O_{1s} = \frac{\sum s_i}{k} = \frac{1675}{10} = 167,5$$

Kovariační koeficient (S_{xs}), (snížený centrální moment 2. řádu):

$$S_{xs} = \frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

$$S_{xs} = \frac{1}{10} [(1-5,5) \cdot (255-167,5) + (2-5,5) \cdot (218-167,5) + \dots + (10-5,5) \cdot (104-167,5)]$$

$$S_{xs} = -138,35$$

Pearsonův vztah pro lineární korelaci:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

Směrodatná odchylka (S_x):

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(1-5,5)^2 + (2-5,5)^2 + \dots + (10-5,5)^2]}$$

$$S_x = 2,87$$

Směrodatná odchylka (S_s):

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (s_i - O_{1s})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(255-167,5)^2 + (218-167,5)^2 + \dots + (104-167,5)^2]}$$

$$S_s = 52,03$$

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s} = \frac{-138,35}{2,87 \cdot 52,03}$$

$k_{xs} = \underline{-0,93} \Rightarrow$ silná negativní korelace

e) Korelační analýza pro ověřovanou hypotézu H15

SZ-1 nabíhající roky 2002 až 2011, vyjádřené formou prvků škály \Rightarrow „ x_i “

SZ-2 počty DN při přepravě NL – s únikem \Rightarrow „ s_i “

SZ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SZ-2	89	10	11	20	5	10	6	7	5	4

Obecný moment 1. řádu (O_{1x}) pro SZ-1:

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{k} = \frac{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}{10} = \frac{55}{10} = 5,5$$

Obecný moment 1. řádu (O_{1s}) pro SZ-2:

$$O_{1s} = \frac{\sum s_i}{k} = \frac{167}{10} = 16,7$$

Kovariační koeficient (S_{xs}), (snížený centrální moment 2. řádu):

$$S_{xs} = \frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

$$S_{xs} = \frac{1}{10} [(1-5,5) \cdot (89-16,7) + (2-5,5) \cdot (10-16,7) + \dots + (10-5,5) \cdot (4-16,7)]$$

$$S_{xs} = -42,85$$

Pearsonův vztah pro lineární korelaci:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

Směrodatná odchylka (S_x):

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_i - O_{1x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(1-5,5)^2 + (2-5,5)^2 + \dots + (10-5,5)^2]}$$

$$S_x = 2,87$$

Směrodatná odchylka (S_s):

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{10} \sum (x_s - O_{1s})^2} = \sqrt{\frac{1}{10} [(89-16,7)^2 + (10-16,7)^2 + \dots + (4-16,7)^2]}$$

$$S_s = 24,5$$

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s} = \frac{-42,85}{2,87 \cdot 24,5}$$

$k_{xs} = \underline{-0,61} \Rightarrow$ silná negativní korelace

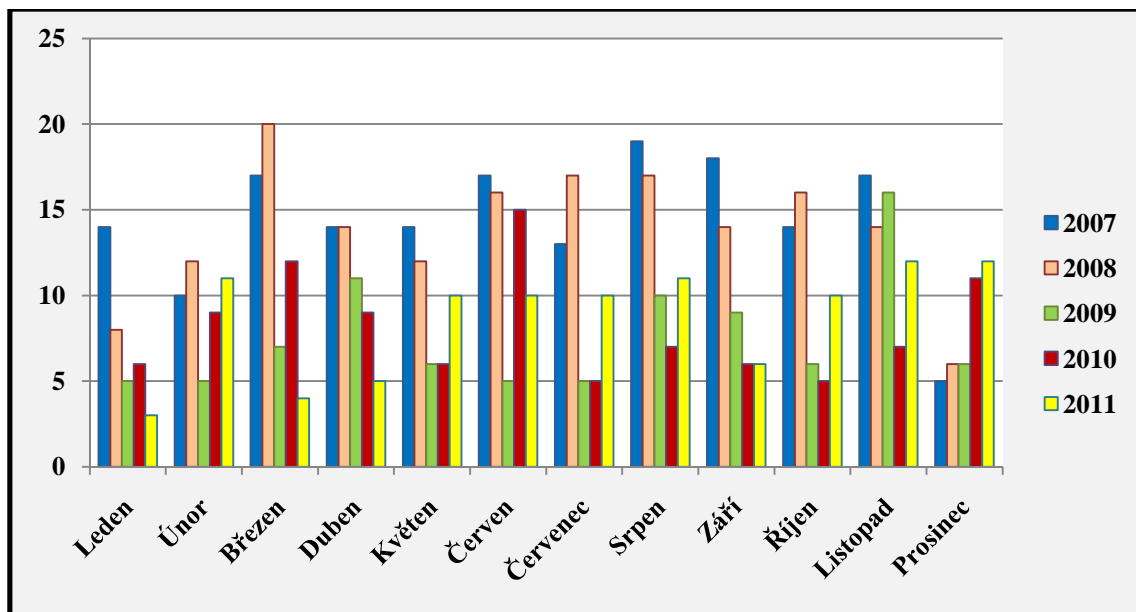
4.2 Analyzovaná data pro hypotézu H2 – statistická data ŘSDP PP ČR 2007 až 2011

Celkový počet DN při přepravě NL v jednotlivých měsících za 5 let (60 měsíců)

Měsíc/Rok		2007		2008		2009		2010		2011
Leden	1.	14	13.	8	25.	5	37.	6	49.	3
Únor	2.	10	14.	12	26.	5	38.	9	50.	11
Březen	3.	18	15.	21	27.	7	39.	12	51.	4
Duben	4.	14	16.	13	28.	11	40.	9	52.	5
Květen	5.	14	17.	12	29.	6	41.	6	53.	10
Červen	6.	17	18.	16	30.	5	42.	16	54.	10
Červenec	7.	13	19.	17	31.	5	43.	5	55.	10
Srpen	8.	19	20.	17	32.	10	44.	7	56.	11
Září	9.	18	21.	14	33.	9	45.	6	57.	6
Říjen	10.	14	22.	16	34.	6	46.	5	58.	10
Listopad	11.	17	23.	14	35.	16	47.	7	59.	12
Prosinec	12.	4	24.	6	36.	6	48.	10	60.	12

Zdroj: ŘSDP PP ČR

Celkový počet DN při přepravě NL v jednotlivých měsících za 5 let



Zdroj: ŘSDP PP ČR

4.2.1 Formulace statistického šetření

Hromadný náhodný jev: zkoumání časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice

Statistická jednotka: měsíc

Statistický znak: počet dopravních nehod za měsíc

Hodnoty statistického znaku: nejnižší a nejvyšší počet dopravních nehod za měsíc

Základní statistický soubor a jeho rozsah: 60 měsíců (2007 až 2011)

Výběrový statistický soubor a jeho rozsah: je roven základnímu statistickému souboru

4.2.2 Použití metod deskriptivní statistiky

- Škálování – rozdělení hodnot statistického znaku do prvků škály.

x_i	<i>Interval škály</i>
1	<5
2	6-9
3	10-13
4	14-17
5	>18

- Měření

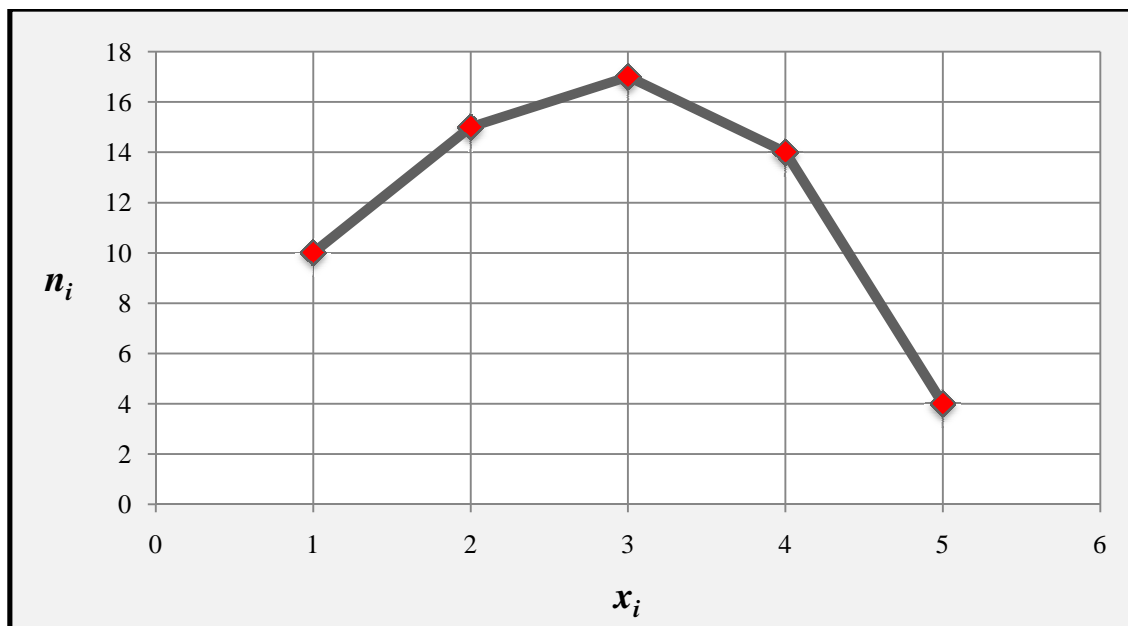
x_i	n_i
1	10
2	15
3	17
4	14
5	4

- Elementární statistické zpracování

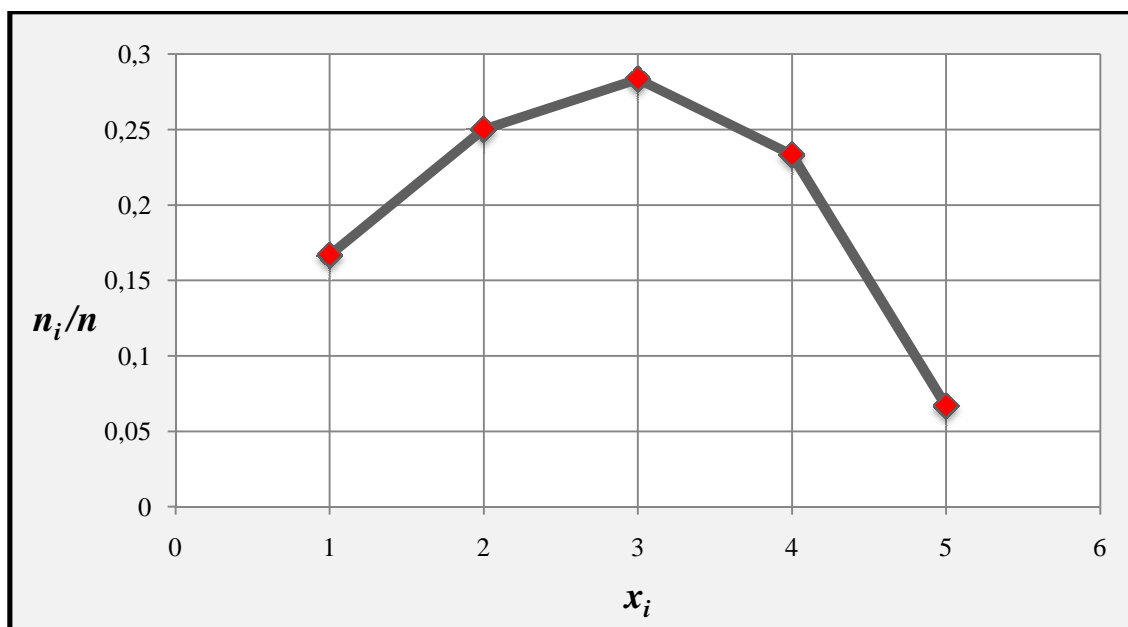
Počet dopravních nehod v měsících (v letech 2007-2011 v ČR)

n	x_i	<i>interval</i>	n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
60	1	<5	10	0,16667	0,16667	10	10	10	10
	2	6-9	15	0,25	0,41667	30	60	120	240
	3	10-13	17	0,28333	0,7	51	153	459	1377
	4	14-17	14	0,23333	0,93333	56	224	896	3584
	5	>18	4	0,06667	1	20	100	500	2500
Σ			60	1		167	547	1985	7711

Polygon absolutních četností DN při přepravě NL v měsících



Polygon relativních četností DN při přepravě NL – v měsících



Výpočet empirických parametrů:

O_1 - parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*):

$$O_1 = \frac{\sum x_i n_i}{n} = \frac{167}{60} = \underline{\mathbf{2,78}}$$

Výpočet obecných momentů – O_2, O_3, O_4 :

$$O_2 = \frac{\sum x_i^2 n_i}{n} = \frac{547}{60} = \mathbf{9,11}$$

$$O_3 = \frac{\sum x_i^3 n_i}{n} = \frac{1985}{60} = \mathbf{33,08}$$

$$O_4 = \frac{\sum x_i^4 n_i}{n} = \frac{7711}{60} = \mathbf{128,52}$$

C_2 - parametr variability (*centrální moment 2. řádu*)

$$C_2 = O_2 - O_1^2 = 9,11 - 2,78^2 = \underline{\mathbf{1,39}}$$

Výpočet centrálních momentů – C_3, C_4 , pomocí obecných momentů:

$$C_3 = O_3 - 3 \cdot O_2 \cdot O_1 + 2 \cdot O_1^3 = 33,08 - 3 \cdot 9,11 \cdot 2,78 + 2 \cdot 2,78^3 = \mathbf{0,07}$$

$$C_4 = O_4 - 4 \cdot O_3 \cdot O_1 + 6 \cdot O_2 \cdot O_1^2 - 3 \cdot O_1^4 = 128,52 - 4 \cdot 33,08 \cdot 2,78 + \\ + 6 \cdot 9,11 \cdot 2,78^2 - 3 \cdot 2,78^4 = \mathbf{3,92}$$

S_x - směrodatná odchylka

$$S_x = \sqrt{C_2} = \sqrt{1,39} = \underline{\mathbf{1,179}}$$

$$\text{Variační koeficient} = \frac{S_x}{O_1} = \frac{1,179}{2,78} = \underline{\mathbf{0,42}}$$

N_3 - parametr šikmosti (*normovaný moment 3. řádu*)

$$N_3 = \frac{C_3}{C_2 \sqrt{C_2}} = \frac{0,07}{1,39 \sqrt{1,39}} = \underline{\mathbf{0,04}} \quad N_3 > 0 \Rightarrow \text{sešikmení doleva}$$

N_4 – parametr špičatosti (*normovaný moment 4. řádu*)

$$N_4 = \frac{C_4}{[C_2]^2} = \frac{3,92}{[1,39]^2} = \underline{\underline{2,03}}$$

4.2.3 Použití metod matematické statistiky

4.2.3.1 Neparametrické testování normality

➤ Intervalové rozdělení četností

x_i	n_i	<i>interval</i>
1	10	$(-\infty; 1,5>$
2	15	$(1,5; 2,5>$
3	17	$(2,5; 3,5>$
4	14	$(3,5; 4,5>$
5	4	$(4,5; +\infty)$
Σ	60	

➤ Vyjádření ploch „ p_1 “ až „ p_5 “ prostřednictvím normované náhodné veličiny „ u “ a dále pomocí integrálu a Laplaceovy funkce „ $F(u)$ “:

$$u_1 = \frac{x_1 - O_1}{S_x} = \frac{1,5 - 2,78}{1,179} = -1,08 \Rightarrow p_1 = \int_{-\infty}^{-1,08} \rho(u) d(u) = F(u_1)$$

$$u_2 = \frac{x_2 - O_1}{S_x} = \frac{2,5 - 2,78}{1,179} = -0,24 \Rightarrow p_2 = \int_{-1,08}^{-0,24} \rho(u) d(u) = F(u_2) - F(u_1)$$

$$u_3 = \frac{x_3 - O_1}{S_x} = \frac{3,5 - 2,78}{1,179} = 0,61 \Rightarrow p_3 = \int_{-0,24}^{0,61} \rho(u) d(u) = F(u_3) - F(u_2)$$

$$u_4 = \frac{x_4 - O_1}{S_x} = \frac{4,5 - 2,78}{1,179} = 1,46 \Rightarrow p_4 = \int_{0,61}^{1,46} \rho(u) d(u) = F(u_4) - F(u_3)$$

$$u_5 = \frac{x_5 - O_1}{S_x} = \frac{\infty - 2,78}{1,179} = \infty \Rightarrow p_5 = \int_{1,46}^{\infty} \rho(u) d(u) = F(u_5) - F(u_4)$$

➤ Výpočet ploch „ p_1 “ až „ p_5 “ pomocí Laplaceovy funkce „ $F(u)$ “:

V případě záporných hodnot platí následující vztah: $F(-u) = 1 - F(u)$.

$$p_1 = \int_{-\infty}^{-1,08} \rho(u) d(u) = F(-1,08) = 1 - F(1,08) = 1 - 0,86 = 0,14$$

$$p_2 = \int_{-1,08}^{-0,24} \rho(u) d(u) = F(-0,24) - F(-1,08) = 0,41 - 0,14 = 0,27$$

$$p_3 = \int_{-0,24}^{0,61} \rho(u) d(u) = F(0,61) - F(-0,24) = 0,73 - 0,41 = 0,32$$

$$p_4 = \int_{0,61}^{1,46} \rho(u) d(u) = F(1,46) - F(0,61) = 0,93 - 0,73 = 0,20$$

$$p_5 = \int_{1,46}^{\infty} \rho(u) d(u) = F(\infty) - F(1,46) = 1 - 0,93 = 0,07$$

Parametry pro aplikaci χ^2 – testu dobré shody

n	x_i	n_i	u_i	p_i	np_i
60	1	10	-1,08	0,14	8,4
	2	15	-0,24	0,27	16,2
	3	17	0,61	0,32	19,2
	4	14	1,46	0,20	12
	5	4	∞	0,07	4,2
Σ		60			

Aplikace χ^2 – testu dobré shody:

Výpočet χ_{exp}^2 (experimentální):

$$\chi_{\text{exp}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \frac{(n_1 - np_1)^2}{np_1} + \frac{(n_2 - np_2)^2}{np_2} + \frac{(n_3 - np_3)^2}{np_3} + \frac{(n_4 - np_4)^2}{np_4} + \frac{(n_5 - np_5)^2}{np_5}$$
$$\chi_{\text{exp}}^2 = \frac{(10 - 8,4)^2}{8,4} + \frac{(15 - 16,2)^2}{16,2} + \frac{(17 - 19,2)^2}{19,2} + \frac{(14 - 12)^2}{12} + \frac{(4 - 4,2)^2}{4,2} = \underline{\underline{0,98}}$$

Výpočet χ_{krit}^2 (kritické) pomocí teoretické hodnoty $\chi_{k-r-1}^2(\alpha)$:

$$\chi_{\text{krit}}^2 = \chi_{k-r-1}^2(\alpha) = \chi_{5-2-1}^2(\alpha) = \chi_2^2(0,05) = \underline{\underline{5,99}}$$

Závěr plynoucí z aplikace χ^2 – testu dobré shody:

$$\chi_{\text{krit}}^2 > \chi_{\text{exp}}^2 \Rightarrow 5,99 > 0,98 \Rightarrow H_0$$

Na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ lze empirické rozdělení četností nahradit normálním rozdělením (empirický graf lze nahradit gaussovou křivkou). Lze přijmout nulovou hypotézu H_0 , tzn., že rozdělení počtů DN v jednotlivých měsících se chová gaussovsky.

5. DISKUSE

V rámci diskuse bude provedeno přijímání nebo zamítání jednotlivých hypotéz stanovených na začátku a postupně ověřovaných v průběhu diplomové práce. Předmětem zkoumání byly dvě základní hypotézy H1 a H2. K ověření hypotézy H1 byly vybrány specifické znaky, jejichž zkoumání bylo součástí ověřování dílčích hypotéz H11, H12, H13, H14, H15.

Není vyloučeno, že při použití analýzy reziduálních rozptylů (viz. kapitola 1.4.1.3) by se ukázalo být vhodným nahradit lineární regresní analýzu např. kvadratickou regresní analýzou.

V případě přijetí kvadratické regresní analýzy by bylo zřejmě snazší zdůvodnění měsíční normality v letech 2007 až 2011.

5.1 *Ověřování dílčích hypotéz H11 až H15 pomocí regresní analýzy*

Ověřování hypotézy H11

Smyslem ověřování hypotézy H11 pomocí regresní analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek.

Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H11 je rovnice regresní přímky: $y = -7,95x + 73,33$. Tato přímka vychází v čase „0“ z výchozí teoretické hodnoty $b_0 = 73,33$, představující roční počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek. Za každý následující rok se počet dopravních nehod zmenšuje o hodnotu $b_1 = 7,95$. Sklon lineární regresní přímky je 97° . Tato hodnota se nachází v blízkosti hodnoty úhlu 90° , který představuje ideální polohu regresní přímky v souvislosti se snižováním počtu dopravních nehod v návaznosti na prevenci. V případě, že by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , pak by se jednalo o vzrůstající trend počtu dopravních nehod, který by byl z pohledu prevence

nežádoucí. Při sledování počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek v rámci let 2002 až 2011, lze vysledovat výrazný pokles v roce 2004.

Ověřování hypotézy H12

Smyslem ověřování hypotézy H12 pomocí regresní analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných kapalných látek.

Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H12 je rovnice regresní přímky: $y = -8,19x + 164,53$. Tato přímka vychází v čase „0“ z výchozí teoretické hodnoty $b_0 = 164,53$, představující roční počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných kapalných látek. Za každý následující rok se počet dopravních nehod zmenšuje o hodnotu $b_1 = 8,19$. Sklon lineární regresní přímky je 97° . Tato hodnota se nachází v blízkosti hodnoty úhlu 90° , který představuje ideální polohu regresní přímky v souvislosti se snižováním počtu dopravních nehod v návaznosti na prevenci. V případě, že by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , pak by se jednalo o vzrůstající trend počtu dopravních nehod, který by byl z pohledu prevence nežádoucí. Při sledování počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných kapalných látek v rámci let 2002 až 2011, lze vysledovat výrazný pokles v roce 2009.

Ověřování hypotézy H13

Smyslem ověřování hypotézy H13 pomocí regresní analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných plynných látek.

Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H13 je rovnice regresní přímky: $y = -0,68x + 22,27$. Tato přímka vychází v čase „0“ z výchozí teoretické hodnoty $b_0 = 22,27$, představující roční počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných plynných látek. Za každý následující rok se počet dopravních nehod zmenšuje o hodnotu $b_1 = 0,68$. Sklon lineární regresní přímky je 146° . Tato hodnota se blíží více k hodnotě úhlu 180° , který představuje

nejméně optimální polohu regresní přímky v souvislosti s požadovaným klesajícím trendem počtu dopravních nehod v návaznosti na prevenci. Při sledování počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných plynných látek v rámci let 2002 až 2011, lze vysledovat mírnější pokles počtu dopravních nehod, než u ostatních zkoumaných dílčích hypotéz.

Ověřování hypotézy H14

Smyslem ověřování hypotézy H14 pomocí regresní analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi při zkoumání celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H14 je rovnice regresní přímky: $y = -16,77x + 259,73$. Tato přímka vychází v čase „0“ z výchozí teoretické hodnoty $b_0 = 259,73$, představující celkový roční počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek. Za každý následující rok se počet dopravních nehod zmenšuje o hodnotu $b_1 = 16,77$. Sklon lineární regresní přímky je 93° . Tato hodnota se nachází v blízkosti hodnoty úhlu 90° , který představuje ideální polohu regresní přímky v souvislosti se snižováním počtu dopravních nehod v návaznosti na prevenci. V případě, že by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , pak by se jednalo o vzrůstající trend počtu dopravních nehod, který by byl z pohledu prevence nežádoucí. Při sledování celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci let 2002 až 2011, lze vysledovat výrazný pokles v letech 2004 a následně v roce 2009. Celkově lze říci, že v případě celkové počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek se jedná o největší průměrný pokles, což dokazuje hodnota úhlu $\alpha = 93^\circ$, nejvíce se blíží optimálnímu úhlu 90° .

Ověřování hypotézy H15

Smyslem ověřování hypotézy H15 pomocí regresní analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat lineární regresi při zkoumání celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek, při nichž došlo k úniku těchto látek.

Výstupní součástí grafického vyjádření lineární regresní analýzy pro ověřovanou hypotézu H15 je rovnice regresní přímky: $y = -5,19x + 45,267$. Tato přímka vychází v čase „0“ z výchozí teoretické hodnoty $b_0 = 45,267$, představující roční počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek. Za každý následující rok se počet dopravních nehod zmenšuje o hodnotu $b_1 = 5,19$. Sklon lineární regresní přímky je 101° . Tato hodnota se nachází v blízkosti hodnoty úhlu 90° , který představuje ideální polohu regresní přímky v souvislosti se snižováním počtu dopravních nehod v návaznosti na prevenci. V případě, že by hodnota úhlu (α) byla menší než 90° , pak by se jednalo o vzrůstající trend počtu dopravních nehod, který by byl z pohledu prevence nežádoucí. Při sledování počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek, při nichž došlo k úniku v rámci let 2002 až 2011, lze vysledovat velmi výrazný pokles v roce 2003.

5.2 *Ověřování dílčích hypotéz H11 až H15 pomocí korelační analýzy*

Ověřování hypotézy H11

Podstatou ověřování hypotézy H11 pomocí korelační analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat negativní korelační závislost při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných látek.

Výstupní součástí korelační analýzy pro ověřovanou hypotézu H11 je koeficient korelace „ k_{xs} “, který má hodnotu $-0,76$. Tato výrazně záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „ -1 “, představuje silnou negativní korelaci.

Ověřování hypotézy H12

Podstatou ověřování hypotézy H12 pomocí korelační analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat negativní korelační závislost při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných kapalných látek.

Výstupní součástí korelační analýzy pro ověřovanou hypotézu H12 je koeficient korelace „ k_{xs} “, který má hodnotu -0,74. Tato výrazně záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „-1“, představuje silnou negativní korelaci.

Ověřování hypotézy H13

Podstatou ověřování hypotézy H13 pomocí korelační analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat negativní korelační závislost při zkoumání počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných plynných látek.

Výstupní součástí korelační analýzy pro ověřovanou hypotézu H11 je koeficient korelace „ k_{xs} “, který má hodnotu -0,44. Tato méně výrazně záporná hodnota, blíží se spíše k hodnotě „0“, představuje slabší negativní korelaci.

Ověřování hypotézy H14

Podstatou ověřování hypotézy H14 pomocí korelační analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat negativní korelační závislost při zkoumání celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

Výstupní součástí korelační analýzy pro ověřovanou hypotézu H11 je koeficient korelace „ k_{xs} “, který má hodnotu -0,93. Tato výrazně záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „-1“ představuje silnou negativní korelaci.

Ověřování hypotézy H15

Podstatou ověřování hypotézy H15 pomocí korelační analýzy bylo ověření, zdali v letech 2002 až 2011 lze vysledovat negativní korelační závislost při zkoumání celkového počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek, při nichž došlo k úniku těchto látek.

Výstupní součástí korelační analýzy pro ověřovanou hypotézu H11 je koeficient korelace „ k_{xs} “, který má hodnotu -0,61. Tato záporná hodnota koeficientu, blíží se spíše k hodnotě „-1“, představuje silnou negativní korelaci.

5.3 Závěr plynoucí z ověřování dílčích hypotéz H11 až H15

Hypotéza H11 byla potvrzena, neboť úhel (α) ležící ve II. kvadrantu má hodnotu 97° a hodnota koeficientu korelace „ k_{xs} “ je -0,76. Tato záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „-1“ potvrdila silnou negativní korelaci, rychle klesající regresní přímky.

Hypotéza H12 byla potvrzena, protože úhel (α) ležící ve II. kvadrantu má hodnotu 97° a hodnota koeficientu korelace „ k_{xs} “ je -0,74. Tato záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „-1“ potvrdila silnou negativní korelaci, rychle klesající regresní přímky.

Hypotéza H13 byla potvrzena, protože úhel (α) ležící ve II. kvadrantu má hodnotu 146° a hodnota koeficientu korelace „ k_{xs} “ je -0,44. Tato záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „0“ potvrdila slabší negativní korelaci, pomaleji klesající regresní přímky.

Hypotéza H14 byla potvrzena, protože úhel (α) ležící ve II. kvadrantu má hodnotu 93° a hodnota koeficientu korelace „ k_{xs} “ je -0,93. Tato záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „-1“ potvrdila silnou negativní korelaci, rychle klesající regresní přímky.

Hypotéza H15 byla potvrzena, protože úhel (α) ležící ve II. kvadrantu má hodnotu 101° a hodnota koeficientu korelace „ k_{xs} “ je -0,61. Tato záporná hodnota koeficientu, blíží se k hodnotě „-1“ potvrdila silnou negativní korelaci, rychle klesající regresní přímky.

5.4 Ověřování hypotézy H1 pomocí dílčích hypotéz H11 až H15

Hypotéza H1 „Vymezené statistické znaky zkoumaných statistických jednotek v oblasti dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice jsou statisticky závislé“ byla specifikována pomocí vybraných specifických znaků. Jejich

zkoumání bylo součástí ověřování dílčích hypotéz H11, H12, H13, H14, H15. Výsledkem ověřování výše uvedených dílčích hypotéz je existence lineární regrese a silné negativní korelace ve všech případech, vyjma dílčí hypotézy H13, kde se prokázala slabší negativní korelace.

Z tohoto pohledu lze hypotézu H1 považovat za ověřenou a lze konstatovat, že vymezené statistické znaky zkoumaných statistických jednotek v oblasti dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice jsou skutečně statisticky závislé.

5.5 Ověřování hypotézy H2

Hypotéza H2 „Teoretickým rozdělením statistických znaků je normální rozdělení“. K ověření hypotézy H2 byl vybrán specifický znak: v měsících v rámci let 2007 až 2011 byly zkoumány počty dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek.

Hypotéza H2 předpokládala, že empirické rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v jednotlivých měsících sledovaného období let 2007 až 2011, lze v rámci České republiky nahradit normálním rozdělením. Výstupem neparametrického testování normality v rámci aplikace χ^2 – testu dobré shody je hodnota $\chi^2_{\text{exp}} = 0,98$. Dalším výstupem neparametrického testování je maximální normovaný přípustný rozdíl mezi empirickými a teoretickými absolutními četnostmi, který má hodnotu $\chi^2_{\text{krit}} = 5,99$. Tato hodnota byla nalezena pomocí teoretické hodnoty: $\chi^2_{k-r-1}(\alpha)$ a následně vyhledána v tabulkách. Na základě porovnání obou výstupních hodnot χ^2_{exp} a χ^2_{krit} , lze na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ nahradit empirické rozdělení četností normálním rozdělením (jinak řečeno empirický graf lze nahradit gaussovou křivkou). Výsledkem je konstatování, že lze přijmout nulovou hypotézu H_0 , tzn. empirické rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v jednotlivých měsících let 2007 až 2011 lze nahradit normálním rozdělením. Prostřednictvím přijetí hypotézy H_0 , lze konstatovat přijetí hypotézy H2.

Hypotéza H2 byla ověřována pomocí testování normality pro výše uvedené období, kdy existuje jistý průměrný počet dopravních nehod za měsíc, který má největší pravděpodobnost. Menší a větší počty dopravních nehod se v obou směrech vyskytují s gaussovsky se zmenšujícími pravděpodobnostmi. Existují také roky s podstatně větším počtem dopravních nehod oproti následujícím rokům. Jsou to hlavně roky 2002 a 2003, při jejich zahrnutí do testování normality by pak s největší pravděpodobností normalita nevyšla.

Parametr polohy (*obecný moment 1. řádu*) O_1 vyšel 2,78 a po převedení na hodnotu statistického znaku je průměrný měsíční počet dopravních nehod 10,5. Hodnota variačního koeficientu (S_x/O_1) vyšla 0,42. Praktickým výstupem jsou pak počty nehod v intervalu 6 až 15, které nastaly zhruba v 63 % měsíců.

6. ZÁVĚR

Předmětem zkoumání diplomové práce „Regresní a korelační analýza časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek ve vybraném regionu“ byly dvě základní hypotézy H1 a H2. K ověření hypotézy H1 byly vybrány specifické znaky, jejichž zkoumání bylo součástí ověřování dílčích hypotéz H11 až H15.

V rámci ověřování hypotézy H1, včetně jejich dílčích hypotéz, byla prokázána existence lineární regrese ve vývoji počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek a silná negativní korelace mezi nabíhajícími roky v daném časovém období (2002 až 2011) a větším poklesem počtu dopravních nehod, tzn., že hypotéza H1 byla přijata. Výsledkem je, že „Vymezené statistické znaky zkoumaných statistických jednotek v oblasti dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v České republice jsou skutečně statisticky závislé“

V rámci ověřování hypotézy H2 byla prokázána normalita v rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci jednotlivých měsíců zkoumaného pětiletého období (2007 až 2011), tzn. hypotéza H2 byla potvrzena. Výsledkem je, že „Teoretickým rozdělením statistických znaků je normální rozdělení“. Prokázaná normalita znamená, že by se u počtů dopravních nehod neměly objevovat extrémní rozdíly. Existují také roky s podstatně větším počtem dopravních nehod oproti následujícím rokům. Jsou to hlavně roky 2002 a 2003, při jejich zahrnutí do testování normality by pak s největší pravděpodobností normalita nevyšla.

V případě přijetí kvadratické regresní analýzy by zřejmě bylo snazší zdůvodnění měsíční normality v letech 2007 až 2011.

Z diplomové práce je také možné vysledovat teoretické a praktické přínosy. Mezi teoretické přínosy práce lze považovat zavedení posloupnosti jednotlivých metod deskriptivní a matematické statistiky při zkoumání časového vývoje počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek a zároveň také při zkoumání teoretického rozdělení počtu dopravních nehod v jednotlivých měsících.

Mezi praktické přínosy práce, lze považovat aplikace uvedené posloupnosti jednotlivých statistických metod na počty dopravních nehod při přepravě nebezpečných pevných, kapalných a plyných látek, včetně aplikace na případy, při nichž došlo k úniku. Za další praktické přínosy práce lze také považovat aplikace posloupnosti statistických metod se zjištěním, že v posledních pěti letech (2007 až 2011) se měsíční počty dopravních nehod již chovaly normálně.

V souvislosti s dosaženými výsledky práce lze navrhnout i možné navazující práce. V těchto pracích by se například mohlo jednat o prozkoumání způsobů prevence, případně jiných skutečností, které vedly k negativní korelační závislosti. Předmětem dalších možností navazujících prací, by mohlo být např. statistické šetření a měření statistických závislostí v rámci krajů ČR nebo zkoumání teoretického rozdělení počtu dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek v rámci jiné časové jednotky.

Závěrem mohu konstatovat, že v souvislosti s ověřením hypotéz H1 a H2, včetně jejich dílčích hypotéz, byly všechny cíle práce splněny.

7. KLÍČOVÁ SLOVA

Dopravní nehody	– Traffic accidents
Nebezpečné látky	– Dangerous substances
Deskriptivní statistika	– Descriptive statistics
Matematická statistika	– Mathematical statistics
Regresní analýza	– Regression analysis
Korelační analýza	– Correlation analysis
Neparametrické testování normality	– Nonparametric normality test

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ANDĚL, J. *Statistické metody*. 4. vyd. Praha: Matfyzpress. 2007. 278 s. ISBN 80-7378-003-8
- [2] BÍLKOVÁ, D., BUDINSKÝ, P., VOHÁNKA, V.: *Pravděpodobnost a statistika*. 1. vyd. Praha: Aleš Čeněk s.r.o. 2008. 640 s. ISBN 978-80-7380-224-0
- [3] *Bezpečnostní strategie ČR*, Praha 2003 [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: www.mocr.army.cz/images/Bilakniha/CSD/2003%20Bezpecnostni%20strategie%20CR.pdf
- [4] BROŽOVÁ, P. *Rizika související s přepravou nebezpečných látek v silniční dopravě*, Článek z elektronického odborného časopisu Perner's Contacts číslo 3/2008, s. 3. Pardubice: Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 2008. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/10_2008/Brozova.pdf
- [5] BROŽOVÁ, P.: *Rizika související s přepravou nebezpečných látek v silniční dopravě*, článek z elektronického odborného časopisu Perner's Contacts číslo 4/2011, s. 3. Pardubice: Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 2011. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/23_2011/Brozova.pdf
- [6] BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M., MAROŠ, B.: *Průvodce základními statistickými metodami*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. 2010. 270 s. ISBN 978-80-247-3243-5
- [7] BUDÍKOVÁ, M.: *Statistika*. Distanční studijní opora. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2004. 192 s. ISBN 80-210-3411-4
- [8] BUDINSKÝ, P., HAVRÁNEK, J., ZÁŠKODNÝ, P., ŽIŠKOVÁ, R.: *Základy ekonomické statistiky*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2008. 125 s. ISBN: 80-86754-00-6
- [9] CYHELSKÝ, L., KAHOUNOVÁ, J., HINDLS, R., *Elementární statistická analýza*. 2. doplněné vyd. Praha: Management press. 2001. 320 s. ISBN 80-7261-003-1

- [10] CYHELSKÝ, L., SOUČEK, E.: *Základy statistiky*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola finanční a správní. 2009. 163 s. ISBN: 978-80-7408-013-5
- [11] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J.: *Nebezpečné chemické látky*. Teze přednášek. Lázně Bohdaneč: MV – generální ředitelství HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2006. ISBN neuvedeno
- [12] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J.: *Toxikologické aspekty chemických havárií – teze přednášek*. Ministerstvo vnitra Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč: 2010. 72 s. ISBN neuvedeno
- [13] *Dopravní informační systém DOK* [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: <http://cep.mdcz.cz/dok2/DokPub/dok.asp>
- [14] DOŠEK, J.: Akademie dopravního vzdělávání DEKRA Automobil. *Bezpečná přeprava nebezpečných věcí*, Článek v časopisu 112 číslo 12/2011, s. 18 – s. 20. Praha: MV - GŘ HZS ČR, 2011
- [15] DVOŘÁK, J., MELKEŠ, V.: *Ekologické havárie a dekontaminace znečištění* 1. díl. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska. 1997. 205 s. ISBN 80-7231-002-X
- [16] HAVRÁNEK, J., HAVRÁNKOVÁ, R., VURM, V., ZÁŠKODNÝ, P.: *Základy zdravotnické statistiky*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2004. 99 s. ISBN 80-7040-663-1
- [17] HENDL, J.: *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál. 2006. 583 s. ISBN 80-7367-123-9
- [18] HINDLS, R., HRONOVÁ, S., SEGER, J., FISCHER, J.: *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing. 2007. 420 s. ISBN 978-80-86946-43-6
- [19] CHMELÍK, J.: *Vyšetřování silničních dopravních nehod*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo vnitra ČR. 1998. 84 s. ISBN neuvedeno
- [20] CHMELÍK, J. a kol.: *Dopravní nehody*. Plzeň: vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2009. 540 s. ISBN 978-80-7380-211-0

- [21] JANOTA, A., PŘIBYL, P., SPALEK, J.: *Analýza a řízení rizik v dopravě*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2008. 528 s. ISBN 978-80-7300-214-5
- [22] Katalogový soubor typové činnosti STČ 08/IZS - *Dopravní nehoda*. Praha: Ministerstvo vnitra – GŘ HZS ČR. 2009
- [23] KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L.: *Statistika*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008. 141 s. ISBN 978-80-213-0746-9
- [24] KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L.: *Statistika I*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2009. 134 s. ISBN 978-80-213-1672-0
- [25] *Každý desátý vůz nedodrží (ADR)* [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: www.dekraautomobil.cz/akademie/clanky/2011_zari/kazdy_desaty_vuz_nedodrzuje_adr.pdf
- [26] KOMÍNEK, M. a kol.: *Metodický postup pro určení a zhodnocení kritických prvků silniční infrastruktury v ČR a jejich rizik*. Praha: CityPlan spol. s.r.o.. 2006. 105 s. ISBN nevedeno
- [27] KŘIVÝ, I.: *Základy matematické statistiky* (vysokoškolská skripta). Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity. 1985. 267 s.
- [28] LEDVINOVÁ, M.: *Nehodové události při přepravě nebezpečných věcí*. Pardubice: Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice 2002. 25 s. ISBN nevedeno
- [29] MILETÍN, J.: *ADR 2009 - Přeprava nebezpečných věcí*. 1. vyd. Praha: Mkonzult 2009. 159 s. ISBN 978-80-902202-1-8
- [30] *Nebezpečný dopravní hazard* [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: www.packagingcz.cz/printernet/Packaging/PAC052003/Pdf/packa_05_03_bk30.pdf
- [31] PETRUNČÍK, P.: *Přeprava nebezpečných věcí po silnici*. Praha: Sdružení automobilových dopravců. Česmad Bohemia, 2005. 187 s. ISBN není uvedeno
- [32] PLACHÝ, R.: *Dopravní nehody vozidel přepravujících nebezpečné věci* [online]. [21.5.2012]. Dostupné na www.prodopravce.cz/files/nehody.doc
- [33] PORADA, V. a kol.: *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi*. Praha: Linde 2000. 378 s. ISBN 80-7201-212-6

- [34] *Přeprava nebezpečných věcí (ADR)* [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/Preprava_nebezpecnych_veci.htm
- [35] Příloha A Dohody ADR, kapitola 1.2.1.
- [36] SOUČEK, E.: *Základy statistiky*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola manažerské informatiky a ekonomiky. 2006. 195 s. ISBN 80-86847-12-8
- [37] *Statistické postupy v laboratorní medicíně* [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: <http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/hypertext/200610/hypertext/AJDKR.htm>
- [38] ŠENOVSKÝ, M., BALOG, K., HANUŠKA, Z., ŠENOVSKÝ, P.: *Nebezpečné látky II*. 1. vyd. Ostrava: SPBI. 2004. ISBN 80-86634-47-7
- [39] TVRDÍK, J.: *Základy matematické statistiky*. 2. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita. 2008. 113 s. ISBN neuvedeno
- [40] VÁVRA, M.: *Vlastní statistický projekt*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 2011
- [41] *Základy statistiky* [online]. [21.5.2012]. Dostupné z: <http://files.cfkr.eu/2000000785e2bd5f263/ZAKLADYstatistikySKRIPTA1.pdf>
- [42] Zákon č.111/1994 Sb., *o silniční dopravě*, ve znění pozdějších předpisů.
- [43] Zákon č. 13/1997 Sb., *o pozemních komunikacích*, ve znění pozdějších předpisů.
- [44] Zákon č. 350/2011 Sb., *o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů*.
- [45] Zákon č. 361/2000 Sb., *o provozu na pozemních komunikacích*, ve znění pozdějších předpisů.
- [46] ZÁŠKODNÝ, P., HAVRÁNKOVÁ, R., HAVRÁNEK, J., VURM, V.: *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. 2. vyd. Praha: CURRILCULUM. 2011. 252 s. ISBN 978-80-904948-2-4
- [47] ZVÁROVÁ, J.: *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. Praha: Karolinum, 2001. 220 s. ISBN 80-7184-786-0

9. PŘÍLOHY

Příloha 1 – Statistická data ŘSDP PP 2007 (dopravní nehody při přepravě NL)

Příloha 2 – Statistická data ŘSDP PP 2008 (dopravní nehody při přepravě NL)

Příloha 3 – Statistická data ŘSDP PP 2009 (dopravní nehody při přepravě NL)

Příloha 4 – Statistická data ŘSDP PP 2010 (dopravní nehody při přepravě NL)

Příloha 5 – Statistická data ŘSDP PP 2011 (dopravní nehody při přepravě NL)

Příloha 6 – Statistická data ŘSDP PP 2002 až 2011 (DN při přepravě NL)

Příloha 1 – Statistická data ŘSDP PP 2007 (dopravní nehody při přepravě NL)

<i>Kraj</i>	<i>datum</i>	<i>okres (kód)</i>	<i>okres (název)</i>	<i>p48b</i>	<i>počet DN (okres)</i>	
Praha	04.09.2007	0012	PRAHA	1	12	
	19.10.2007	0012	PRAHA	1		
	31.03.2007	0012	PRAHA	2		
	19.05.2007	0012	PRAHA	2		
	02.08.2007	0012	PRAHA	2		
	27.06.2007	0013	PRAHA	1		
	19.04.2007	0013	PRAHA	2		
	16.07.2007	0013	PRAHA	2		
	26.02.2007	0014	PRAHA	2		
	19.03.2007	0014	PRAHA	3		
	22.05.2007	0014	PRAHA	2		
	24.07.2007	0014	PRAHA	2		
	Středočeský	23.05.2007	0103	KLADNO		3
16.01.2007		0103	KLADNO	2		
31.01.2007		0104	KOLÍN	2	1	
07.11.2007		0105	KUTNÁ HORA	2	1	
01.05.2007		0106	MĚLNÍK	3	5	
07.06.2007		0106	MĚLNÍK	2		
30.05.2007		0106	MĚLNÍK	2		
13.09.2007		0106	MĚLNÍK	2		
02.08.2007		0106	MĚLNÍK	2		
12.05.2007		0107	MLADÁ BOESLAV	1	2	
25.04.2007		0107	MLADÁ BOESLAV	2		
05.10.2007		0108	NYMBURK	2	3	
23.10.2007		0108	NYMBURK	2		
13.08.2007		0108	NYMBURK	3		
16.09.2007		0109	PRAHA VÝCHOD	2	4	
28.06.2007		0109	PRAHA VÝCHOD	2		
21.03.2007		0109	PRAHA VÝCHOD	2		
01.09.2007		0109	PRAHA VÝCHOD	2		
27.03.2007		0110	PRAHA ZÁPAD	2	3	
25.07.2007		0110	PRAHA ZÁPAD	2		
23.04.2007	0110	PRAHA ZÁPAD	2			
01.10.2007	0112	RAKOVNÍK	3	3		
24.04.2007	0112	RAKOVNÍK	1			
15.11.2007	0112	RAKOVNÍK	2			
Jihočeský	07.09.2007	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	2	2	
	08.11.2007	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	2		
	12.09.2007	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2		1
	18.06.2007	0203	JINDŘICHŮV HRADEC	3		1
	13.03.2007	0204	PELHŘIMOV	2		3
	23.11.2007	0204	PELHŘIMOV	3		
	07.11.2007	0204	PELHŘIMOV	2		
	24.05.2007	0206	PRACHATICE	3		1

	12.10.2007	0208	TÁBOR	2	1
Plzeňský	26.02.2007	0301	DOMAŽLICE	2	3
	12.01.2007	0301	DOMAŽLICE	2	
	27.09.2007	0301	DOMAŽLICE	3	
	25.05.2007	0302	CHEB	3	1
	29.07.2007	0303	KARLOVY VARY	1	5
	26.06.2007	0303	KARLOVY VARY	2	
	16.10.2007	0303	KARLOVY VARY	2	
	15.06.2007	0303	KARLOVY VARY	2	
	15.03.2007	0303	KARLOVY VARY	2	
	18.11.2007	0304	KLATOVY	3	2
	24.01.2007	0304	KLATOVY	1	
	25.07.2007	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	6
	25.08.2007	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	09.10.2007	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	29.03.2007	0305	PLZEŇ MĚSTO	3	
	12.03.2007	0305	PLZEŇ MĚSTO	1	
	20.12.2007	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	09.11.2007	0306	PLZEŇ JIH	2	1
	27.01.2007	0307	PLZEŇ SEVER	2	3
	21.11.2007	0307	PLZEŇ SEVER	2	
	05.05.2007	0307	PLZEŇ SEVER	2	
	03.09.2007	0309	SOKOLOV	2	2
	04.07.2007	0309	SOKOLOV	3	
	28.08.2007	0310	TACHOV	2	2
	11.06.2007	0310	TACHOV	2	
Ústecký	25.06.2007	0402	DĚČÍN	2	2
	11.09.2007	0402	DĚČÍN	2	
	25.06.2007	0403	CHOMUTOV	2	1
	24.08.2007	0406	LITOMĚŘICE	2	2
	03.12.2007	0406	LITOMĚŘICE	3	
	13.06.2007	0407	LOUNY	2	4
	28.03.2007	0407	LOUNY	2	
	26.06.2007	0407	LOUNY	2	
	27.09.2007	0407	LOUNY	2	
	21.03.2007	0408	MOST	2	4
	21.03.2007	0408	MOST	2	
	25.08.2007	0408	MOST	3	
	23.04.2007	0408	MOST	2	
	02.01.2007	0409	TEPLICE	2	1
	25.09.2007	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	3	2
	24.05.2007	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	
Královéhradecký	13.10.2007	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	5
	13.03.2007	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	
	23.05.2007	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	
	25.01.2007	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	
	24.01.2007	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	

	02.04.2007	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	5
	28.05.2007	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	29.08.2007	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	19.11.2007	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	11.05.2007	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	09.07.2007	0504	JIČÍN	2	4
	12.11.2007	0504	JIČÍN	2	
	12.11.2007	0504	JIČÍN	2	
	26.02.2007	0504	JIČÍN	2	
	24.08.2007	0505	NÁCHOD	2	2
	31.08.2007	0505	NÁCHOD	3	
	01.02.2007	0506	PARDUBICE	2	9
	11.04.2007	0506	PARDUBICE	2	
	03.09.2007	0506	PARDUBICE	2	
	01.10.2007	0506	PARDUBICE	1	
	17.01.2007	0506	PARDUBICE	2	
	10.12.2007	0506	PARDUBICE	2	
	16.03.2007	0506	PARDUBICE	2	
	11.06.2007	0506	PARDUBICE	2	
	09.01.2007	0506	PARDUBICE	1	
	24.07.2007	0510	TRUTNOV	2	1
	14.09.2007	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	4
	11.07.2007	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	3	
	22.11.2007	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	1	
	05.02.2007	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	
Jihomoravský	24.01.2007	0602	BRNO MĚSTO	2	6
	27.06.2007	0602	BRNO MĚSTO	2	
	13.11.2007	0602	BRNO MĚSTO	2	
	30.07.2007	0602	BRNO MĚSTO	2	
	07.03.2007	0602	BRNO MĚSTO	2	
	10.08.2007	0602	BRNO MĚSTO	2	
	16.02.2007	0603	BRNO VENKOV	2	2
	30.03.2007	0603	BRNO VENKOV	2	
	18.01.2007	0604	BŘECLAV	2	4
	05.01.2007	0604	BŘECLAV	3	
	04.04.2007	0604	BŘECLAV	3	
	21.06.2007	0604	BŘECLAV	2	
	14.08.2007	0605	ZLÍN	2	4
	21.08.2007	0605	ZLÍN	2	
	01.10.2007	0605	ZLÍN	2	
	27.07.2007	0605	ZLÍN	2	
	21.09.2007	0606	HODONÍN	2	1
	22.08.2007	0607	JIHLAVA	3	1
	18.10.2007	0608	KROMĚŘÍŽ	2	4
	08.09.2007	0608	KROMĚŘÍŽ	2	
	23.01.2007	0608	KROMĚŘÍŽ	2	
	10.09.2007	0608	KROMĚŘÍŽ	2	

	12.11.2007	0611	UHERSKÉ HRADIŠTĚ	2	1
	07.03.2007	0614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	1	3
	14.05.2007	0614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	1	
	28.02.2007	0614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	1	
	25.10.2007	0615	VSETÍN	1	1
Moravskoslezský	13.08.2007	0701	BRUNTÁL	3	2
	20.02.2007	0701	BRUNTÁL	3	
	21.04.2007	0703	KARVINÁ	2	1
	28.03.2007	0704	NOVÝ JIČÍN	2	1
	30.08.2007	0705	OLOMOUC	1	10
	20.02.2007	0705	OLOMOUC	2	
	23.07.2007	0705	OLOMOUC	2	
	28.08.2007	0705	OLOMOUC	2	
	17.09.2007	0705	OLOMOUC	2	
	22.02.2007	0705	OLOMOUC	2	
	25.04.2007	0705	OLOMOUC	3	
	14.04.2007	0705	OLOMOUC	2	
	23.03.2007	0705	OLOMOUC	2	
	06.11.2007	0705	OLOMOUC	2	
	08.08.2007	0707	OSTRAVA	2	1
	09.04.2007	0708	PŘEROV	2	12
	13.06.2007	0708	PŘEROV	2	
	14.06.2007	0708	PŘEROV	2	
	26.10.2007	0708	PŘEROV	2	
	15.07.2007	0708	PŘEROV	2	
	27.06.2007	0708	PŘEROV	2	
	12.04.2007	0708	PŘEROV	1	
	10.08.2007	0708	PŘEROV	2	
	13.12.2007	0708	PŘEROV	2	
	28.11.2007	0708	PŘEROV	2	
	26.04.2007	0708	PŘEROV	2	
	30.11.2007	0708	PŘEROV	2	
	20.09.2007	0709	ŠUMPERK	2	2
	19.10.2007	0709	ŠUMPERK	2	
Celkem					172

Doplňující údaje o vozidle			počet DN
P48B	1	přeprava nebezpečných nákladů - pevných	17
P48B	2	přeprava nebezpečných nákladů - kapalných	131
P48B	3	přeprava nebezpečných nákladů - plyných	24
Celkem			172

Příloha 2 – Statistická data ŘSDP PP 2008 (dopravní nehody při přepravě NL)

Kraj	datum	okres (kód)	okres (název)	p48b	počet DN (okres)
Praha	29.07.2008	0002	PRAHA	2	5
	16.10.2008	0003	PRAHA	2	
	06.10.2008	0004	PRAHA	2	
	26.11.2008	0004	PRAHA	2	
	30.04.2008	0004	PRAHA	1	
Středočeský	05.06.2008	0101	BENEŠOV	2	4
	24.06.2008	0101	BENEŠOV	2	
	20.10.2008	0101	BENEŠOV	3	
	07.03.2008	0101	BENEŠOV	2	
	21.04.2008	0103	KLADNO	2	4
	09.07.2008	0103	KLADNO	2	
	15.09.2008	0103	KLADNO	2	
	15.05.2008	0103	KLADNO	1	
	28.04.2008	0104	KOLÍN	2	3
	08.07.2008	0104	KOLÍN	2	
	09.09.2008	0104	KOLÍN	2	
	16.04.2008	0105	KUTNÁ HORA	1	2
	13.10.2008	0105	KUTNÁ HORA	3	
	16.12.2008	0106	MĚLNÍK	3	1
	22.08.2008	0107	MLADÁ BOLESLAV	2	1
	27.10.2008	0109	PRAHA VÝCHOD	2	4
	22.10.2008	0109	PRAHA VÝCHOD	2	
	16.08.2008	0109	PRAHA VÝCHOD	2	
	20.02.2008	0109	PRAHA VÝCHOD	2	
	17.03.2008	0110	PRAHA ZÁPAD	2	1
	23.12.2008	0111	PŘÍBRAM	2	2
	29.09.2008	0111	PŘÍBRAM	1	
	07.08.2008	0112	RAKOVNÍK	2	3
16.08.2008	0112	RAKOVNÍK	2		
10.11.2008	0112	RAKOVNÍK	3		
Jihočeský	26.09.2008	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	2	2
	16.02.2008	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	2	
	07.10.2008	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2	4
	07.10.2008	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2	
	07.05.2008	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2	
	15.02.2008	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2	
	06.06.2008	0204	PELHŘIMOV	2	1
	19.12.2008	0205	PÍSEK	2	1
Plzeňský	01.11.2008	0208	TÁBOR	2	1
	06.11.2008	0302	CHEB	1	2
Plzeňský	10.09.2008	0302	CHEB	2	
	07.03.2008	0303	KARLOVY VARY	2	1
	22.02.2008	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	4
	21.08.2008	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	

	11.11.2008	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	24.11.2008	0305	PLZEŇ MĚSTO	3	
	13.09.2008	0307	PLZEŇ SEVER	2	2
	18.03.2008	0307	PLZEŇ SEVER	1	
	10.09.2008	0308	ROKYCANY	1	3
	19.03.2008	0308	ROKYCANY	2	
	16.05.2008	0308	ROKYCANY	1	
	14.04.2008	0309	SOKOLOV	2	1
	25.02.2008	0310	TACHOV	2	6
	14.03.2008	0310	TACHOV	2	
	31.08.2008	0310	TACHOV	2	
	28.01.2008	0310	TACHOV	2	
	23.11.2008	0310	TACHOV	2	
	15.02.2008	0310	TACHOV	2	
Ústecký	21.01.2008	0401	ČESKÁ LÍPA	3	2
	16.11.2008	0401	ČESKÁ LÍPA	2	
	06.08.2008	0402	DĚČÍN	3	4
	06.03.2008	0402	DĚČÍN	2	
	31.07.2008	0402	DĚČÍN	2	
	03.09.2008	0402	DĚČÍN	1	
	27.03.2008	0403	CHOMUTOV	3	6
	06.05.2008	0403	CHOMUTOV	2	
	07.05.2008	0403	CHOMUTOV	2	
	12.05.2008	0403	CHOMUTOV	2	
	25.08.2008	0403	CHOMUTOV	3	
	13.03.2008	0403	CHOMUTOV	2	
	25.03.2008	0404	JABLONEC NAD NISOU	2	2
	08.08.2008	0404	JABLONEC NAD NISOU	3	
	22.11.2008	0406	LITOMĚŘICE	2	2
	05.05.2008	0406	LITOMĚŘICE	2	
	03.12.2008	0407	LOUNY	2	2
	12.03.2008	0407	LOUNY	2	
	18.03.2008	0408	MOST	1	4
	18.03.2008	0408	MOST	2	
	19.02.2008	0408	MOST	2	
	30.07.2008	0408	MOST	3	
	16.04.2008	0409	TEPLICE	2	1
	08.02.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	1	8
	11.06.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	1	
	22.10.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	1	
	31.01.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	
	25.03.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	1	
	18.03.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	
	17.06.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	
	21.06.2008	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	
Královéhradecký	21.05.2008	0501	HAVLÍČKŮV BROD	1	5
	21.06.2008	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	

	28.04.2008	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	
	08.07.2008	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	
	10.07.2008	0501	HAVLÍČKŮV BROD	2	
	26.08.2008	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	4
	21.12.2008	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	30.06.2008	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	13.10.2008	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	22.10.2008	0504	JIČÍN	2	1
	29.07.2008	0506	PARDUBICE	2	5
	22.09.2008	0506	PARDUBICE	2	
	22.09.2008	0506	PARDUBICE	2	
	24.04.2008	0506	PARDUBICE	1	
	29.07.2008	0506	PARDUBICE	2	
	27.01.2008	0509	SVITAVY	2	2
	08.07.2008	0509	SVITAVY	2	
	31.07.2008	0510	TRUTNOV	1	1
	01.04.2008	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	2
	06.10.2008	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	
Jihomoravský	29.06.2008	0601	BLANSKO	2	1
	12.03.2008	0602	BRNO MĚSTO	1	1
	21.02.2008	0603	BRNO VENKOV	1	4
	05.05.2008	0603	BRNO VENKOV	2	
	09.06.2008	0603	BRNO VENKOV	2	
	29.11.2008	0603	BRNO VENKOV	2	
	05.06.2008	0604	BŘECLAV	2	2
	06.06.2008	0604	BŘECLAV	2	
	22.01.2008	0605	ZLÍN	1	5
	15.04.2008	0605	ZLÍN	1	
	03.04.2008	0605	ZLÍN	3	
	19.03.2008	0605	ZLÍN	1	
	30.04.2008	0605	ZLÍN	2	
	26.08.2008	0606	HODONÍN	2	2
	25.08.2008	0606	HODONÍN	2	
	01.08.2008	0607	JIHLAVA	2	1
	15.05.2008	0608	KROMĚŘÍŽ	2	2
	02.07.2008	0608	KROMĚŘÍŽ	2	
	18.06.2008	0610	TŘEBÍČ	2	2
	17.06.2008	0610	TŘEBÍČ	2	
	11.05.2008	0612	VYŠKOV	2	2
	04.08.2008	0612	VYŠKOV	2	
	17.09.2008	0614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	1	3
	04.11.2008	0614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	2	
	08.02.2008	0614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	2	
	22.02.2008	0615	VSETÍN	2	5
	05.06.2008	0615	VSETÍN	2	
	28.05.2008	0615	VSETÍN	3	
	07.07.2008	0615	VSETÍN	2	

	08.01.2008	0615	VSETÍN	3	
Moravskoslezský	10.09.2008	0701	BRUNTÁL	2	3
	21.11.2008	0701	BRUNTÁL	2	
	18.10.2008	0701	BRUNTÁL	2	
	05.01.2008	0703	KARVINÁ	2	1
	05.03.2008	0704	NOVÝ JIČÍN	2	2
	23.10.2008	0704	NOVÝ JIČÍN	2	
	20.10.2008	0705	OLOMOUC	2	6
	19.11.2008	0705	OLOMOUC	2	
	01.09.2008	0705	OLOMOUC	2	
	18.12.2008	0705	OLOMOUC	2	
	25.03.2008	0705	OLOMOUC	2	
	23.04.2008	0705	OLOMOUC	2	
	30.07.2008	0706	OPAVA	2	2
	26.06.2008	0706	OPAVA	1	
	28.02.2008	0708	PŘEROV	2	8
	30.01.2008	0708	PŘEROV	2	
	17.03.2008	0708	PŘEROV	2	
	14.11.2008	0708	PŘEROV	2	
	13.08.2008	0708	PŘEROV	2	
	21.03.2008	0708	PŘEROV	1	
	15.07.2008	0708	PŘEROV	2	
	15.07.2008	0708	PŘEROV	3	
	19.08.2008	0709	ŠUMPERK	3	3
	29.07.2008	0709	ŠUMPERK	2	
	05.09.2008	0709	ŠUMPERK	2	
	29.10.2008	0711	JESENÍK	3	1
	01.08.2008	0712	PROSTĚJOV	2	1
Celkem					166

Doplňující údaje o vozidle			počet DN
P48B	1	přeprava nebezpečných nákladů - pevných	25
P48B	2	přeprava nebezpečných nákladů - kapalných	124
P48B	3	přeprava nebezpečných nákladů - plyných	17
Celkem			166

Příloha 3 – Statistická data ŘSDP PP 2009 (dopravní nehody při přepravě NL)

Kraj	datum	okres (kód)	okres (název)	p48b	počet DN (okres)
Praha	28.12.2009	0011	PRAHA	2	9
	22.10.2009	0011	PRAHA	2	
	13.07.2009	0012	PRAHA	3	
	21.09.2009	0013	PRAHA	2	
	17.07.2009	0014	PRAHA	3	
	26.07.2009	0014	PRAHA	2	
	13.11.2009	0014	PRAHA	2	
	21.04.2009	0014	PRAHA	2	
	14.12.2009	0014	PRAHA	2	
	Středočeský	14.01.2009	0101	BENEŠOV	2
25.03.2009		0103	KLADNO	2	1
14.04.2009		0104	KOLÍN	2	2
17.10.2009		0104	KOLÍN	2	
01.06.2009		0106	MĚLNÍK	2	1
11.04.2009		0107	MLADÁ BOLESLAV	2	1
06.08.2009		0109	PRAHA VÝCHOD	2	4
02.02.2009		0109	PRAHA VÝCHOD	3	
17.11.2009		0109	PRAHA VÝCHOD	3	
26.01.2009		0109	PRAHA VÝCHOD	2	
18.09.2009		0110	PRAHA ZÁPAD	2	1
27.05.2009		0111	PŘÍBRAM	2	3
10.03.2009		0111	PŘÍBRAM	2	
26.04.2009		0111	PŘÍBRAM	1	
22.06.2009		0112	RAKOVNÍK	1	2
13.08.2009	0112	RAKOVNÍK	2		
Jihočeský	23.11.2009	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	3	1
Plzeňský	25.11.2009	0301	DOMAŽLICE	2	1
	09.09.2009	0304	KLATOVY	2	1
	07.11.2009	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	4
	18.11.2009	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	20.11.2009	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	25.08.2009	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	09.09.2009	0306	PLZEŇ JIH	3	1
	18.03.2009	0307	PLZEŇ SEVER	2	4
	07.11.2009	0307	PLZEŇ SEVER	2	
	04.11.2009	0307	PLZEŇ SEVER	2	
26.11.2009	0307	PLZEŇ SEVER	2		
Ústecký	13.05.2009	0401	ČESKÁ LÍPA	2	1
	11.08.2009	0402	DĚČÍN	2	2
	05.01.2009	0402	DĚČÍN	3	
	23.04.2009	0403	CHOMUTOV	2	6
	20.11.2009	0403	CHOMUTOV	1	
	22.09.2009	0403	CHOMUTOV	1	
25.05.2009	0403	CHOMUTOV	2		

	05.02.2009	0403	CHOMUTOV	3	
	21.01.2009	0403	CHOMUTOV	3	
	26.11.2009	0404	JABLONEC NAD NISOU	2	1
	27.04.2009	0406	LITOMĚŘICE	2	3
	14.03.2009	0406	LITOMĚŘICE	2	
	08.04.2009	0406	LITOMĚŘICE	2	
	06.01.2009	0407	LOUNY	2	3
	02.09.2009	0407	LOUNY	2	
	09.04.2009	0407	LOUNY	2	
	01.09.2009	0408	MOST	2	5
	25.08.2009	0408	MOST	3	
	24.08.2009	0408	MOST	2	
	18.03.2009	0408	MOST	2	
	27.05.2009	0408	MOST	2	
	18.04.2009	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	2
	14.05.2009	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	3	
Královéhradecký	07.08.2009	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	4
	15.11.2009	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	11.10.2009	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	13.08.2009	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	3	
	20.02.2009	0503	CHRUDIM	2	2
	29.05.2009	0503	CHRUDIM	3	
	01.06.2009	0505	NÁCHOD	2	3
	13.10.2009	0505	NÁCHOD	1	
	18.02.2009	0505	NÁCHOD	2	
	16.12.2009	0506	PARDUBICE	2	2
	30.03.2009	0506	PARDUBICE	2	
	19.10.2009	0509	SVITAVY	2	2
	16.09.2009	0509	SVITAVY	2	
	05.11.2009	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	2
	11.02.2009	0511	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	
Jihomoravský	07.12.2009	0608	KROMĚŘÍŽ	2	2
	06.11.2009	0608	KROMĚŘÍŽ	2	
	11.11.2009	0610	TŘEBÍČ	2	1
	19.06.2009	0615	VSETÍN	2	1
	24.06.2009	0616	HAVLÍČKŮV BROD	2	2
	16.12.2009	0616	HAVLÍČKŮV BROD	2	
Moravskoslezský	02.03.2009	0702	FRÝDEK MÍSTEK	3	1
	07.04.2009	0703	KARVINÁ	2	2
	03.08.2009	0703	KARVINÁ	2	
	21.10.2009	0705	OLOMOUC	2	2
	18.09.2009	0705	OLOMOUC	2	
	09.07.2009	0707	OSTRAVA	2	1
	15.04.2009	0708	PŘEROV	2	3
	22.07.2009	0708	PŘEROV	2	
	04.12.2009	0708	PŘEROV	2	
	06.08.2009	0711	JESENÍK	2	1

Celkem					91
--------	--	--	--	--	----

Doplňující údaje o vozidle				počet DN
P48B	1	přeprava nebezpečných nákladů - pevných		5
P48B	2	přeprava nebezpečných nákladů - kapalných		72
P48B	3	přeprava nebezpečných nákladů - plyných		14
Celkem				91

Příloha 4 – Statistická data ŘSDP PP 2010 (dopravní nehody při přepravě NL)

Kraj	datum	okres (kód)	okres (název)	p48b	počet DN (okres)	
Praha	27.05.2010	0011	PRAHA	2	8	
	22.02.2010	0011	PRAHA	2		
	22.06.2010	0012	PRAHA	2		
	18.01.2010	0013	PRAHA	2		
	19.06.2010	0014	PRAHA	2		
	27.07.2010	0014	PRAHA	3		
	14.06.2010	0014	PRAHA	2		
	15.10.2010	0014	PRAHA	2		
	Středočeský	04.03.2010	0101	BENEŠOV	2	5
		17.06.2010	0101	BENEŠOV	2	
17.06.2010		0101	BENEŠOV	3		
07.06.2010		0101	BENEŠOV	2		
31.12.2010		0101	BENEŠOV	2		
05.03.2010		0106	MĚLNÍK	2	3	
05.03.2010		0106	MĚLNÍK	2		
11.02.2010		0106	MĚLNÍK	3		
14.12.2010		0107	ML. BOLESLAV	2	1	
28.01.2010		0108	NYMBURK	2	1	
26.11.2010	0109	PRAHA VÝCHOD	2	1		
23.03.2010	0110	PRAHA ZÁPAD	1	1		
08.03.2010	0112	RAKOVNÍK	2	1		
Jihočeský	02.12.2010	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	2	1	
	24.03.2010	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2	1	
Plzeňský	10.01.2010	0301	DOMAŽLICE	2	3	
	13.08.2010	0301	DOMAŽLICE	2		
	29.11.2010	0301	DOMAŽLICE	2		
	04.06.2010	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	5	
	13.12.2010	0305	PLZEŇ MĚSTO	2		
	21.04.2010	0305	PLZEŇ MĚSTO	2		
	02.03.2010	0305	PLZEŇ MĚSTO	3		
30.08.2010	0305	PLZEŇ MĚSTO	2			

	23.09.2010	0306	PLZEŇ JIH	2	1
	02.12.2010	0307	PLZEŇ SEVER	1	2
	12.04.2010	0307	PLZEŇ SEVER	2	
	11.02.2010	0310	TACHOV	2	1
Ústecký	24.06.2010	0402	DĚČÍN	2	2
	29.10.2010	0402	DĚČÍN	2	
	13.09.2010	0403	CHOMUTOV	2	5
	20.09.2010	0403	CHOMUTOV	2	
	04.08.2010	0403	CHOMUTOV	3	
	04.08.2010	0403	CHOMUTOV	3	
	03.04.2010	0403	CHOMUTOV	2	
	26.05.2010	0407	LOUNY	2	2
	05.09.2010	0407	LOUNY	2	
	21.07.2010	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	3
	18.08.2010	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	1	
	07.06.2010	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	2	
Královéhradecký	17.02.2010	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	3
	05.03.2010	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	29.04.2010	0502	HRADEC KRÁLOVÉ	2	
	15.09.2010	0505	NÁCHOD	2	1
	16.11.2010	0510	TRUTNOV	2	1
Jihomoravský	13.10.2010	0602	BRNO MĚSTO	2	2
	05.10.2010	0602	BRNO MĚSTO	3	
	28.10.2010	0603	BRNO VENKOV	3	1
	29.06.2010	0612	VYŠKOV	1	2
	21.12.2010	0612	VYŠKOV	3	
Moravskoslezský	12.06.2010	0701	BRUNTÁL	2	2
	07.04.2010	0701	BRUNTÁL	3	
	08.03.2010	0702	FRÝDEK MÍSTEK	2	3
	17.05.2010	0702	FRÝDEK MÍSTEK	2	
	07.07.2010	0702	FRÝDEK MÍSTEK	3	
Olomoucký	13.07.2010	1405	OLOMOUC	3	3
	18.08.2010	1405	OLOMOUC	3	
	21.04.2010	1405	OLOMOUC	2	
	14.02.2010	1408	PŘEROV	2	5
	08.03.2010	1408	PŘEROV	2	
	13.04.2010	1408	PŘEROV	2	
	12.11.2010	1408	PŘEROV	2	
	15.01.2010	1408	PŘEROV	1	
	19.11.2010	1409	ŠUMPERK	2	1
Zlínský	21.04.2010	1505	ZLÍN	1	3
	09.12.2010	1505	ZLÍN	2	
	03.05.2010	1505	ZLÍN	3	
	03.02.2010	1508	KROMĚŘÍŽ	2	1
	11.03.2010	1511	UHERSKÉ HRADIŠTĚ	2	1
	03.08.2010	1515	VSETÍN	3	2
	30.06.2010	1515	VSETÍN	2	

Vysočina	07.12.2010	1607	JIHLAVA	2	1
	22.01.2010	1610	TŘEBÍČ	2	1
	02.02.2010	1614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	2	3
	21.06.2010	1614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	2	
	22.12.2010	1614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	2	
	03.06.2010	1616	HAVLÍČKŮV BROD	2	1
Pardubický	15.06.2010	1706	PARDOBICE	2	2
	11.05.2010	1706	PARDOBICE	2	
	02.04.2010	1709	SVITAVY	2	1
	29.03.2010	1711	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	3	1
Liberecký	28.06.2010	1811	SEMILY	2	1
Karlovarský	07.07.2010	1902	CHEB	2	2
	07.05.2010	1902	CHEB	3	
	28.01.2010	1903	KARLOVY VARY	2	2
	26.09.2010	1903	KARLOVY VARY	2	
	24.02.2010	1909	SOKOLOV	1	5
	09.12.2010	1909	SOKOLOV	2	
	30.11.2010	1909	SOKOLOV	3	
	19.11.2010	1909	SOKOLOV	2	
	19.02.2010	1909	SOKOLOV	2	
Celkem					98

<i>Doplňující údaje o vozidle</i>			<i>počet DN</i>
P48B	1	přeprava nebezpečných nákladů - pevných	7
P48B	2	přeprava nebezpečných nákladů - kapalných	73
P48B	3	přeprava nebezpečných nákladů - plyných	18
Celkem			98

Příloha 5 – Statistická data ŘSDP PP 2011 (dopravní nehody při přepravě NL)

<i>Kraj</i>	<i>datum</i>	<i>okres (kód)</i>	<i>okres (název)</i>	<i>p48b</i>	<i>počet DN (okres)</i>
Praha	02.03.2011	0011	PRAHA	3	6
	07.02.2011	0012	PRAHA	2	
	20.05.2011	0012	PRAHA	3	
	01.12.2011	0012	PRAHA	2	
	06.12.2011	0013	PRAHA	2	
	13.12.2011	0013	PRAHA	2	
Středočeský	09.02.2011	0101	BENEŠOV	2	6
	22.12.2011	0101	BENEŠOV	2	
	08.04.2011	0101	BENEŠOV	2	
	19.04.2011	0101	BENEŠOV	1	
	26.11.2011	0101	BENEŠOV	2	

	12.10.2011	0101	BENEŠOV	2	
	02.08.2011	0103	KLADNO	2	3
	08.12.2011	0103	KLADNO	2	
	04.08.2011	0103	KLADNO	1	
	04.11.2011	0106	MĚLNÍK	1	5
	12.10.2011	0106	MĚLNÍK	2	
	18.06.2011	0106	MĚLNÍK	2	
	26.10.2011	0106	MĚLNÍK	2	
	29.06.2011	0106	MĚLNÍK	2	
	28.07.2011	0107	ML. BOLESLAV	2	1
	31.10.2011	0108	NYMBURK	2	1
	24.03.2011	0109	PRAHA VÝCHOD	1	5
	29.11.2011	0109	PRAHA VÝCHOD	2	
	14.10.2011	0109	PRAHA VÝCHOD	2	
	07.12.2011	0109	PRAHA VÝCHOD	3	
	27.07.2011	0109	PRAHA VÝCHOD	2	
	27.05.2011	0110	PRAHA ZÁPAD	2	1
	03.03.2011	0111	PŘÍBRAM	2	1
Jihočeský	01.09.2011	0201	ČESKÉ BUDĚJOVICE	2	1
	01.02.2011	0202	ČESKÝ KRUMLOV	2	1
	15.06.2011	0208	TÁBOR	1	1
Plzeňský	30.04.2011	0301	DOMAŽLICE	1	5
	07.02.2011	0301	DOMAŽLICE	2	
	19.09.2011	0301	DOMAŽLICE	2	
	01.06.2011	0301	DOMAŽLICE	2	
	23.07.2011	0301	DOMAŽLICE	2	
	02.05.2011	0305	PLZEŇ MĚSTO	3	3
	03.11.2011	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	16.06.2011	0305	PLZEŇ MĚSTO	2	
	06.06.2011	0306	PLZEŇ JIH	1	5
	05.08.2011	0306	PLZEŇ JIH	2	
	30.08.2011	0306	PLZEŇ JIH	3	
	05.10.2011	0306	PLZEŇ JIH	2	
	18.02.2011	0306	PLZEŇ JIH	2	
	16.08.2011	0307	PLZEŇ SEVER	2	1
Ústecký	10.10.2011	0402	DĚČÍN	1	3
	02.02.2011	0402	DĚČÍN	3	
	19.09.2011	0402	DĚČÍN	2	
	02.05.2011	0403	CHOMUTOV	2	2
	28.07.2011	0403	CHOMUTOV	2	
	02.12.2011	0406	LITOMĚŘICE	2	1
	25.07.2011	0407	LOUNY	2	1
	18.11.2011	0408	MOST	2	6
	31.08.2011	0408	MOST	2	
	09.11.2011	0408	MOST	2	
	14.12.2011	0408	MOST	3	
	23.10.2011	0408	MOST	2	

	04.01.2011	0408	MOST	2	
	26.01.2011	0409	TEPLICE	2	1
	29.11.2011	0410	ÚSTÍ NAD LABEM	1	1
Královéhradecký	15.02.2011	0504	JIČÍN	2	1
Jihomoravský	24.05.2011	0602	BRNO MĚSTO	2	3
	28.05.2011	0602	BRNO MĚSTO	2	
	11.11.2011	0602	BRNO MĚSTO	2	
	23.11.2011	0606	HODONÍN	2	1
	21.07.2011	0612	VYŠKOV	2	2
	03.12.2011	0612	VYŠKOV	2	
Moravskoslezský	16.09.2011	0702	FRÝDEK MÍSTEK	3	1
	25.08.2011	0704	NOVÝ JIČÍN	2	2
	05.05.2011	0704	NOVÝ JIČÍN	2	
	11.11.2011	0706	OPAVA	2	1
Olomoucký	28.04.2011	1405	OLOMOUC	2	4
	14.02.2011	1405	OLOMOUC	2	
	01.11.2011	1405	OLOMOUC	2	
	05.10.2011	1405	OLOMOUC	2	
	18.07.2011	1412	PROSTĚJOV	2	2
	18.07.2011	1412	PROSTĚJOV	3	
Zlínský	08.02.2011	1505	ZLÍN	2	2
	29.06.2011	1505	ZLÍN	2	
	21.05.2011	1508	KROMĚŘÍŽ	2	2
	16.12.2011	1508	KROMĚŘÍŽ	1	
	17.12.2011	1511	UHERSKÉ HRADIŠTĚ	2	1
	16.09.2011	1515	VSETÍN	2	1
Vysočina	12.07.2011	1607	JIHLAVA	2	1
	22.03.2011	1614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	1	2
	08.12.2011	1614	ŽDÁR NAD SÁZAVOU	3	
Pardubický	14.09.2011	1706	PARDUBICE	2	4
	31.01.2011	1706	PARDUBICE	3	
	22.05.2011	1706	PARDUBICE	2	
	03.06.2011	1706	PARDUBICE	2	
	07.02.2011	1711	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	2
	20.06.2011	1711	ÚSTÍ NAD ORLICÍ	2	
Liberecký	24.11.2011	1801	ČESKÁ LÍPA	2	1
	10.10.2011	1804	JABLONEC NAD NISOU	2	2
	22.07.2011	1804	JABLONEC NAD NISOU	3	
	12.06.2011	1805	LIBEREC	2	1
Karlovarský	04.08.2011	1903	KARLOVY VARY	2	6
	11.08.2011	1903	KARLOVY VARY	2	
	22.08.2011	1903	KARLOVY VARY	2	
	15.08.2011	1903	KARLOVY VARY	2	
	04.04.2011	1903	KARLOVY VARY	2	
	08.02.2011	1903	KARLOVY VARY	2	
	26.05.2011	1909	SOKOLOV	3	1
Celkem					104

<i>Doplňující údaje o vozidle</i>			<i>počet DN</i>
P48B	1	přeprava nebezpečných nákladů - pevných	11
P48B	2	přeprava nebezpečných nákladů - kapalných	80
P48B	3	přeprava nebezpečných nákladů - plyných	13
Celkem			104

Příloha 6 – Statistická data ŘSDP PP 2002 až 2011 (DN při přepravě NL)

<i>Rok</i>	<i>Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek</i>				<i>Při nehodě došlo k úniku nebezpečných látek</i>			
	pevných	kapalných	plynných	celkem	pevných	kapalných	plynných	celkem
2002	91	139	25	255	1	82	6	89
2003	84	118	16	218	3	7	0	10
2004	13	146	17	176	1	10	0	11
2005	31	163	15	209	3	15	2	20
2006	12	149	25	186	0	5	0	5
2007	17	131	24	172	1	9	0	10
2008	25	124	17	166	0	5	1	6
2009	5	72	14	91	1	5	1	7
2010	7	73	18	98	2	3	0	5
2011	11	80	13	104	0	4	0	4