

Analýza dopravních nehod – Praha Východ

Miroslav Michlovský

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav Michlovský**
Osobní číslo: **L13203**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Analýza dopravních nehod na dálničních přivaděčích – Praha Východ**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši s důrazem na monografie, studie, stati a analytické materiály z provenience orgánů státní správy a samosprávy.
2. Analyzujte danou problematiku v širších souvislostech aktuálních otázek bezpečnosti na dopravních komunikacích.
3. Na základě zjištěných skutečností navrhněte případná doporučení směřující ke zkvalitnění stávajícího stavu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ŠACHL, Jindřich. Analýza nehod v silničním provozu. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 144 s. ISBN 978-80-01-04638-8.

[2] VALENTA, Václav. Dopravní nehody. 2., upr. vyd. Praha: Sdružení automobilových dopravců ČESMAD Bohemia, 2010, 14 s. Řidičova knihovna. ISBN 978-80-87304-09-9.

[3] Katalog typových činností složek IZS. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 9 sv. ISBN 978-80-7385-028-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. RSDr. Václav Lošek, CSc.

Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce:

5. února 2016

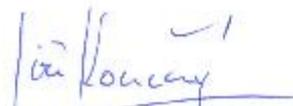
Termín odevzdání bakalářské práce:

9. května 2016

V Uherském Hradišti dne 12. února 2016



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

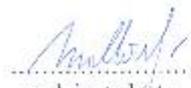
- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použítou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti

26.4.2016


.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma Analýza dopravních nehod na dálničních přivaděčích – Praha východ se analyticky zabývá mírou rizika zranění při dopravní nehodě a modelově dopravní nehodě s únikem nebezpečné látky.

Teoretická část pojednává o vymezení pojmů dopravní nehody, ochrany obyvatel při dopravní nehodě s únikem nebezpečné látky. Vlastní analýza dat je provedena za použití tří metod PNH, FTA a software TerEx.

Praktická část bakalářské práce zpracovává statistické data za použití rozličných metod pro analýzu rizik. A to metoda PNH pro zjištění míry rizika, metody FTA pro zjištění příčin rizik a pro zjištění velikosti zasaženého území software TerEx.

Z výsledku provedených analýz, které se zabývají dopravními nehodami, jsou navržena možná opatření, které mohou přispět ke snížení rizik vzniku dopravní nehody.

Klíčová slova:

Dopravní nehoda, analýza rizik, metody analýz, zranění, nebezpečná látka.

ABSTRACT

Bachelor thesis based on the topic of analysis of traffic accidents on the highway – Prague East; analytically deals with the degree of risk of injury in a traffic accident and modelling a traffic accident with the leakage of dangerous substances.

The theoretical part deals with the definition of traffic accidents terms, protection of the population in a traffic accident with the leakage of dangerous substances. Custom data analysis is performed by using three methods of PNH, FTA and TerEx software.

Practical part of bachelor thesis processes the statistical data for the use of diverse methods for risk analysis. Consequently, the method of PNH is used for detection of the level of risk, the method of FTA for the detection of causes of risk and TerEx program is used for determination of the size of the affected area.

From the results of analyses dealing with traffic accidents, they are suggested possible measures that can contribute to reduce the risks of accidents.

Keywords:

Traffic accident, risk anylysis, methods of analysis, injuries, hazardous substance.

Poděkování:

Rád bych poděkoval Doc. RSDr. Václavu Loškovi, CSc. za cenné rady, připomínky a celkovou pomoc při zpracování bakalářské práce. Dále svým kolegům v zaměstnání za podporu při studiu a v neposlední řadě svým kamarádům, a hlavně své rodině, bez jejichž podpory a pomoci by tato práce nevznikla.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 SPECIFIKACE DOPRAVNÍCH NEHODY	10
1.1 DOPRAVNÍ NEHODA.....	10
1.2 OCHRANA OBYVATEL PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ VOZIDEL S NEBEZPEČNOU LÁTKOU.....	11
1.3 VZNIK KRIZOVÉ SITUACE PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ NA DÁLNIČNÍM PŘIVADĚČI.....	12
2 ANALÝZA RIZIK	14
2.1 KVANTITATIVNÍ METODA PNH.....	15
2.2 DEDUKTIVNÍ METODA FTA.....	17
2.3 MODELOVÁ ANALÝZA TEREX.....	19
II PRAKTICKÁ ČÁST	21
3 DOPRAVNÍ NEHODY V OBLASTI	22
3.1 ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍCH NEHOD.....	22
4 ANALÝZA RIZIK	24
4.1 METODA PNH.....	24
4.1.1 Celkové hodnocení míry rizik.....	26
4.2 METODA FTA.....	26
4.2.1 Závěrečné stanovisko pro metodu FTA.....	31
4.3 MODELOVÁ ANALÝZA TEREX.....	32
4.3.1 Návrhy na eliminaci rizik při přepravě nebezpečných látek.....	37
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
SEZNAM OBRÁZKŮ	41
SEZNAM TABULEK	42
SEZNAM PŘÍLOH	43

ÚVOD

Dopravní nehody jsou staré jako automobily samy. Všeobecně existují hlavní příčiny nehod, a to nevyhovující technický stav vozidla, stav vozovky a za nejdůležitější bereme lidský faktor – uživatele automobilu. Díky chybě řidiče, ať už je to nepřiměřená rychlost, požití omamných a psychotropních látek nebo jednoduché nedodržení dopravních předpisů, zapříčiňuje největší procento dopravních nehod. Následuje selhání některé části vozidla, které se nedá očekávat. Patří sem defekt pneumatiky, selhání brzd, problém s řízením nebo porucha na některé součásti.

Při dopravní nehodě prožíváme velmi intenzivně zranění a jako největší ztrátu bereme úmrtí. K eliminaci těchto faktorů a odstranění příčin používáme analýzy dat. Ty zpracovávají poměr, množství a i procentuální velikost rizika. Z těchto výstupů jsou vyvoděny závěry, které se zavádějí do praxe pro zmírnění nebo odstranění rizik.

K analýze rizik dopravních nehod, nebo jejich rozboru by se mělo přistupovat velice odpovědně. Pro tuto potřebu je celá řada metod a rozdělují se podle způsobu vyhodnocování i druhu rizika, na které se aplikují.

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit rizika spojená s dopravní nehodou, na předem vymezené oblasti, při které došlo ke zranění a zpracování dat při dopravní nehodě vozidla s nebezpečnou látkou. Jsou zde uvedeny jednoduché metody analýz pro rozdílná rizika dopravních nehod.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SPECIFIKACE DOPRAVNÍCH NEHOD

Obecná definice právního předpisu - § 47 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změně některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů:

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

Rozšířená definice:

„Dopravní nehoda je taková mimořádná událost (MU), 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.“¹

1.1 Dopravní nehoda

Podle Hasičského záchranného sboru (dále jen „HZS“) se uvažuje při dopravní nehodě (dále jen „DN“) za nezbytné provést záchranné a likvidační práce a pro jejich provedení je nutná spolupráce složek integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) a využití jejich kompetencí ke speciálním činnostem např. řízení dopravy, odstranění překážky silničního provozu, sjízdnost vozovky apod. U DN, kde je důvodné podezření na spáchání trestného činu v souvislosti s provozem vozidel na komunikacích, probíhá vyšetřování souběžně s prováděnými záchrannými a likvidačními pracemi. A také DN, u kterých je prováděno šetření příčin dopravní nehody Policií České republiky (dále jen „Policie ČR“) nebo jiným k tomu příslušným orgánem a šetření probíhá souběžně s prováděnými záchrannými a likvidačními pracemi.¹

¹Typové činnosti složek IZS: STČ 08/IZS Dopravní nehoda [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>.

Dopravní nehody z pohledu HZS se přiměřeným způsobem vztahují i na dopravní nehody v uzavřených areálech.

Cílem činnosti složek IZS při zásahu u dopravních nehod na pozemních komunikacích je zejména:

- a) zajištění místa a okolí dopravní nehody,
- b) poskytnutí první pomoci raněným,
- c) provedení protipožárních opatření,
- d) vyproštění raněných a ohrožených osob,
- e) zamezení úniku nebezpečných látek a látek ohrožujících,
- f) poskytnutí nezbytné humanitární pomoci postiženým osobám.²

1.2 Ochrana obyvatel při dopravní nehodě vozidel s nebezpečnou látkou

Dopravní nehoda s únikem nebezpečných látek je mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s přepravovanou látkou a vede k bezprostřednímu nebo následnému závažnému poškození nebo ohrožení života a zdraví občanů, hospodářských zvířat, životního prostředí nebo ke škodě na majetku.

Hrozbu představuje více než 500 000 chemických látek, které se dělí:

- hořlavé kapaliny, louhy, kyseliny,
- jedovaté plyny, páry, prachy,
- látky schopné výbuchu,
- radioaktivní látky,
- třaskaviny, rozsáhlá oblaka par.

Kromě obecné zranitelnosti přírodního prostředí, závisí důsledky úniku nebezpečných látek také na trase a typu přepravy (silnice, železnice). Šíření uniklých látek může totiž zasáhnout větší oblast než je místo dopravní nehody, zejména díky vodním tokům, vodním

²Typové činnosti složek IZS: STČ 08/IZS Dopravní nehoda [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>.

plochám a jiným. Výjimečně závažné nebezpečí představuje však v kontaminaci městské kanalizační sítě, půdy, vody, apod. Činnost obyvatelstva v případě úniku nebezpečných látek lze obecně specifikovat zejména podle místa, kde se nachází v době havárie. Obecně lze říci, že při úniku látky těžší než vzduch je základní ochrannou činností zejména improvizovaná individuální ochrana a ukrytí ve vyšších patrech budov.

Postup při úniku nebezpečných látek při DN na volném prostranství:

- nepřibližovat se k místu havárie,
- vyhledat úkryt na vyvýšených místech,
- není-li poblíž žádný úkryt, co nejrychleji ohrožené místo opustit s ohledem na směr větru,
- podle možností použít prostředky improvizované ochrany očí, dýchacích cest a povrchu těla, minimálně zakrýt dýchací cesty kapesníkem či textilií.

1.3 Vznik krizové situace při dopravní nehodě na dálničním přivaděči

Jako krizovou situaci na dálničních přivaděčích při DN bereme v úvahu úplné zastavení provozu v jednom nebo v obou směrech. Tyto MU mají dopad na ekonomickou stránku chodu průmyslových objektů – zásobovacích skladů a výrobních procesech na automatických linkách. V návaznosti s délkou trvání MU, zastavení provozu na komunikaci se objevují rizika jako omezené množství pohonných hmot ve vozidle, absence nebo nedostatek tekutin, léků, teplých oděvů při nízkých teplotách, hromadná přeprava osob, zvířat, zvýšená psychická zátěž osob touto MU dotčené a členů zasahujících složek IZS.³

Při MU se složky IZS snaží co nejrychleji dopravit na místo vzniku. Samotná jízda je považována za krizovou situaci, jelikož jsou ztíženy podmínky pro bezpečnou jízdu. Podmínky jsou zapříčiněny zpomalením nebo úplným zastavením provozu na dálniční komunikaci a hustotou vozidel zasažených MU. Po příjezdu proběhne vyhodnocení

³ *Typové činnosti složek IZS: STČ 10/IZS Při nebezpečné poruše plynulosti provozu na dálnici* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z:

<http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>.

situace, stanoví se postup její likvidace, tak aby byla zajištěna záchrana zdraví a života přímých účastníků, zamezení škod na majetku a životním prostředí. Tyto úkony jsou prováděny neodkladně, aby časové rozpětí celkového zastavení provozu bylo eliminováno na dobu nezbytně potřebnou pro zvládnutí a odstranění vzniklé MU.

2 ANALÁZA RIZIK

Analýza rizik je základním a nezbytným krokem pro zvládnání jakýchkoliv rizik ve společnosti, zvláště pak těch rizik, které ohrožují zdraví lidí a životní prostředí. Přitom hodnocení rizik nemůže být chápáno jako úzce technická záležitost. Je to spíše kombinace technických, přírodovědných a humanitních disciplín. Pokud je hodnocení rizik využíváno v rozhodovacích procesech, připojují se ještě aspekty ekonomické, psychologické a často i politické. Hodnocení rizik poskytuje řadu poznatků využitelných jak ve fázi prevence nežádoucích událostí, při přípravě na její zdoání, pokud by vznikla, tak i při vlastním zásahu. Získané poznatky o rizicích se využívají při vytváření bezpečnostní politiky, prioritizaci činností, posuzování alternativ, alokaci zdrojů apod. Ať se již jedná o podnikovou, regionální nebo národní úroveň. Vzhledem k tomu, že existuje řada způsobu a metod, kterými lze rizika hodnotit, je důležitý výběr vhodné metody a vhodného přístupu vzhledem k situaci, cíli a kontextu, ve kterém je hodnocení prováděno. Každý přístup a každá metoda hodnocení rizik má své výhody i své nedostatky. Volba vhodného přístupu a vhodné metody je proto závislá na účelu prováděného hodnocení, charakteru dat, která jsou k dispozici, finančních prostředků a často i na sociálně politickém kontextu. Největší překážkou při hodnocení rizik je obvykle nedostatek dat a informací. Jedná se např. o údaje o selhání zařízení, selhání lidského činitele včetně charakteristik následku těchto selhání. Například užití smrtelných úrazu jako jediného parametru následku může být značně zavádějící. Vhodnější je sledovat i méně závažné úrazy, skoro nehody, monitorovat koncentrace látek, expozice osob působení nebezpečných látek, apod. Protože hodnocení rizik slouží jako základní zdroj informací pro rozhodování, je důležité znát a být si vědom omezení použitých metod. Hodnocení rizik představuje provedení řady kroku od definování účelu hodnocení, přes identifikaci nebezpečí, sběr informací, posouzení následku a pravděpodobnosti jejich vzniku až po vyhodnocení závažnosti výsledku. Základní podmínkou je dostatečná transparentnost jednotlivých kroků, jak pro uživatele výsledku hodnocení, tak i pro ty, jichž se následky rizik mohou dotknout. Po mnoho let bylo hodnocení rizik prováděno na neformálním základě. Ukazuje se však, že poznání rizika je klíčovým bodem pro provádění účinné prevence a systematický přístup je nezbytný pro zajištění jejího úspěchu. V podstatě se každá analýza skládá z několika

stejných kroků pro všechny metody a dále se pak pro tyto metody jednotlivé kroky více či méně rozvíjí.⁴

2.1 Kvantitativní metoda PNH

Používá se číselné hodnoty pro následky rizik i pravděpodobnosti rizik, které se stanoví pomocí údajů získaných z různých zdrojů. Kvalita analýzy je závislá na číselných hodnotách a jejich přesnosti použité v modelech.⁵

Pomocí této jednoduché metody se vyhodnocuje příslušné riziko ve třech jeho složkách, a to s ohledem na:

1. pravděpodobnost vzniku (P),
2. pravděpodobnost následku (N) – závažnost a
3. názor hodnotitelů (H).

ad1) Odhad pravděpodobnosti (P), se kterou může uvažované nebezpečí opravdu nastat, je stanoven dle stupnice odhadu pravděpodobnosti vzestupné číslem od 1 do 5, kde je zjednodušené zahrnuta míra, úroveň a kritéria jednotlivých nebezpečí a ohrožení.

ad2) Rovněž pro stanovení pravděpodobnosti následku (N), tj. závažnosti nebezpečí, je stanovena stupnice od 1 do 5.

ad3) V položce (H), v němž se zohledňuje míra závažnosti ohrožení, počet ohrožených osob, čas působení ohrožení, stáří a technický stav technologických zařízení, objektu apod., úroveň údržby, kumulace rizik, dynamičnost rizika, možnost zajištění první pomoci, vliv pracovního systému, pracovního prostředí a pracovních podmínek, psychosociální rizikové faktory, případně i další vlivy potencující riziko.

⁴ *Encyklopedie BOZP* [online]. 2014 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Anal%C3%BDzy_rizik.

⁵ Kvantitativní analýza rizik. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kvantitativn%C3%AD_anal%C3%BDza_rizik.

Tabulka 1 P- pravděpodobnost vzniku a existence nebezpečí

Nahodilá	1
Nepravděpodobná	2
Pravděpodobná	3
Velmi pravděpodobná	4
Trvalá	5

Zdroj [12]

Tabulka 2 N – možné následky ohrožení

Poškození zdraví bez pracovní neschopnosti	1
Absenční úraz (s pracovní neschopností)	2
Vážnější úraz vyžadující hospitalizaci	3
Těžký úraz a úraz s trvalými následky	4
Smrtelný úraz	5

Zdroj [12]

Tabulka 3 H – názor hodnotitelů

Zanedbatelný vliv na míru nebezpečí a ohrožení	1
Malý vliv na míru nebezpečí a ohrožení	2
Větší, zanedbatelný vliv na míru ohrožení a nebezpečí	3
Velký a významný vliv na míru ohrožení a nebezpečí	4
Více významných a nepříznivých vlivu na závažnost a následky ohrožení a nebezpečí	5

Zdroj [12]

Pro posouzení a vyhodnocení zdrojů rizik jsou použity následující specifikace, které se zaznamenávají v tabulce do sloupců „P“, „N“ „H“ (Tabulka 1-3). Celkové hodnocení rizika lze pak následovně po stanovení jednotlivých činitelů získat součinem, jehož výsledkem je pak ukazatel míry rizika – R (Tabulka 4).

Tabulka 4 Celkové hodnocení rizika $R = P \times N \times H$

Rizikový stupeň	R	Míra rizika
I.	> 100	Nepřijatelné riziko
II.	51 ÷ 100	Nežádoucí riziko
III.	11 ÷ 50	Mírné riziko
IV.	3 ÷ 10	Akceptovatelné riziko
V.	< 3	Bezvýznamné riziko

Zdroj [12]

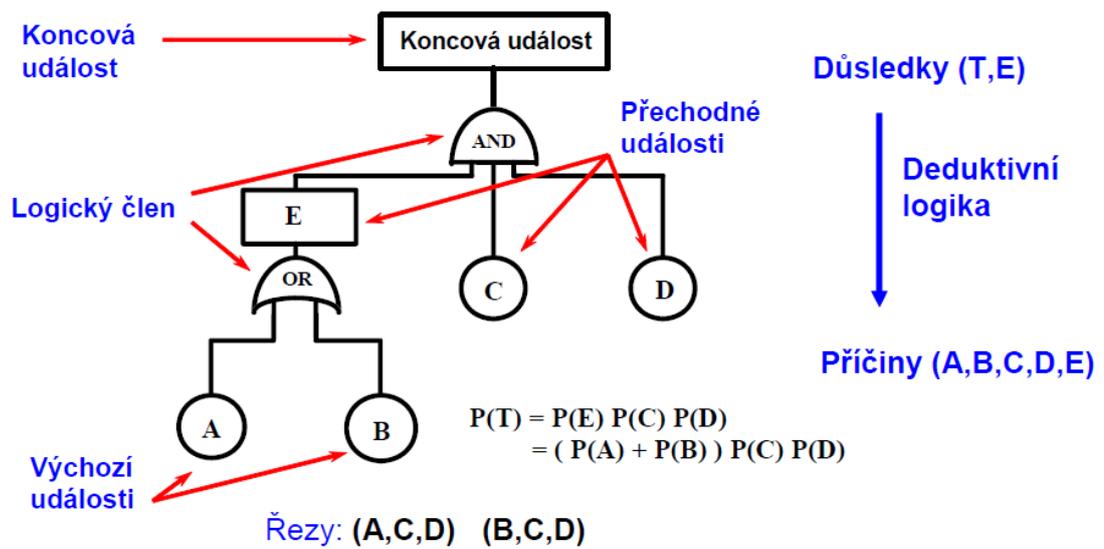
Bodové rozpětí vyjadřuje naléhavost úkolu, přijetí opatření ke snížení rizika a prioritu bezpečnostních opatření, který by měl být obsažen v plánu zvýšení úrovně bezpečnosti, jenž by měl být součástí vyhodnocení a dokumentace rizik. Při stanovení kategorie závažnosti vyhodnocených rizik je možné rozdělení do pěti rizikových stupňů (I. až V.) a celkové hodnocení míry rizika (R).⁶

2.2 Deduktivní metoda FTA

Metoda FTA (Analýza stromu poruch) je založena na tvorbě stromu příčin. Pro sestavení stromu byla vydána norma ČSN „Analýza stromu poruchových stavů“⁷, která udává normativy pro zapisování stromů. Identifikuje a analyzuje všechny možné příčiny, které způsobují nebo přispívají ke vzniku důsledků události. U metody FTA se postupuje od vrcholové události (důsledků nehodové události a jejího následku) k dílčím příčinám. K tomu se využívá stromového diagramu, který rozkládá příčiny do jednotlivých úrovní. Specifikem je, že zároveň stanoví i podmínky, za nichž tyto příčiny nastanou. Míra rizika se stanoví výpočtem pravděpodobností, že vada nastane. Systémový příklad stromu FTA je uveden na obrázku níže.

⁶ Zpracování školních a výukových materiálů.

⁷ ČSN EN 61025. *Analýza stromu poruchových stavů*. Český normalizační institut, 2007.



Obrázek 1 Systémový příklad stromu FTA

Postup této metody může být následující:

- klasifikují se počáteční události a jejich možné příčiny,
- nakreslí se strom poruch, jehož uzly tvoří rozcestníky typu “A – AND” a “NEBO – OR”,
- určí a popíše se postupy vzniku poruch jednotlivých prvků,
- určí se jednotlivé pravděpodobnosti

Pravděpodobnosti konjunkce a disjunkce

$$p(A \text{ and } B) = p(A) \cdot p(B) \text{ pokud jsou } A \text{ a } B \text{ nezávislé!!!}$$

$$p(A \text{ or } B) = p(A) + p(B) - p(A \text{ and } B)$$

$$P(A \text{ and } A) = p(A), p(A \text{ or } A) = p(A) \text{ zákony impotence}^8$$

⁸ ČSN EN 61025. *Analýza stromu poruchových stavů*. Český normalizační institut, 2007.

2.3 Modelová analýza TerEx

Software TerEx je určen pro rychlý odhad následků průmyslových havárií, úniků nebezpečných látek, teroristických útoků a následků útoků chemickými, biologickými a jadernými zbraněmi. TerEx je nástroj prioritně určený pro rychlý odhad následků havárií a teroristických nebo vojenských útoků. Má rozsáhlé využití pro operativní jednotky Integrovaného záchranného systému jak přímo na místě, tak i v řídicím středisku⁹. Je vhodný rovněž pro analýzy rizik při územním plánování, navrhování zástavby v okolí komunikací a výrobních závodů, pojišťovnictví apod. Program poskytuje výsledky i při nedostatku přesných vstupních informací. Předpověď následků je založena na konzervativní prognóze – výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k maximálním možným následkům (nejhorší varianta). Základem TerExu je devět základních modelů mimořádných událostí, které pokrývají různé typy havárií a teroristických útoků, a dále seznam nebezpečných látek, které při těchto událostech připadají v úvahu. Seznam nebezpečných látek je rovněž možné zadat podle přání uživatele – buď kompletní databázi, nebo vybrané látky. Důležitým pomocníkem uživatele je Průvodce pro rychlý odhad, který umožňuje rychle a bez hlubších znalostí vyhodnotit dopad mimořádné události. Každou událost lze zaznamenat do Databáze mimořádných událostí, odkud je možné ji kdykoliv vyvolat a porovnat s dalšími událostmi¹⁰. TerEx má návaznost na geografický informační systém, takže výsledky je možno přímo zobrazovat v mapách. Integrovanou součástí programu je modul pro zobrazování výsledků do mapy. Jako podklad je možno užít lokální geografická data, případně se připojit na služby mapového serveru Státního mapového centra. Každá instalace má rovněž možnost využití map z prohlížeče Google. TerEx splňuje normy NATO pro systém předávání zpráv ve formátu ADatP-3. Dále generuje výstupní zprávy ve formátu CAP (Common Alert Protocol) založeném na XML. Pro úplnost je třeba dodat, že je k dispozici modul pro armádní využití, určený pro vyhodnocování účinků ZHN (Zbraně hromadného ničení) a

⁹ ¹⁰ SKŘEHOT, P., HAVLOVÁ, M. VANĚČEK, M. 2008. *SPREAD – Uživatelská příručka verze 3.0.8*. Praha: T-soft a.s., 2008, 77 s.

předpovědi radiační, chemické a biologické situace. Vychází ze standardů NATO ATP-45 a umí generovat šest standardizovaných NBC hlášení¹¹.

¹¹ SKŘEHOT, P., HAVLOVÁ, M. VANĚČEK, M. 2008. *SPREAD – Uživatelská příručka verze 3.0.8*. Praha: T-soft a.s., 2008, 77 s.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 DOPRAVNÍ NEHODY V OBLASTI

Použitá data v rozmezí od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2015 a z oblasti hasebního obvodu hasičské stanice Říčany, která se nachází ve Středočeském kraji východně od Prahy. V blízkosti je dálnice D1, dálniční obchvat Prahy D0 a silnice I. třídy číslo 2, dále několik kilometrů silnic nižších tříd. I přes jejich nižší kategorii je na nich silný provoz. Obyvatelé je využívají pro zkrácení cesty a jako objízdné trasy při velké hustotě dopravy. Celková délka silniční sítě činí 586 km.¹² Oblast je silně zabydlená a její obyvatelé dojíždějí do zaměstnání. Hustotu a různorodost automobilové dopravy zajišťují rozsáhlé průmyslové a skladovací prostory.

3.1 Rozdělení dopravních nehod

V kalendářním roce 2015 se uskutečnilo 328 dopravních nehod¹³.

Rozdělení v závislosti na výskyt zranění:

124 DN bez zranění

194 DN se zraněním

10 DN s úmrtím

Z celkového počtu dopravních nehod je poměr mezi DN s únikem NL a bez úniku takový:

328 DN bez úniku NL

0 DN s únikem NL

Data jsou vloženy do grafů (Obrázek 2 a 3), kde se v grafickém znázornění ukazují číselné hodnoty a procentní poměr mezi jednotlivým rozřazením druhu DN.

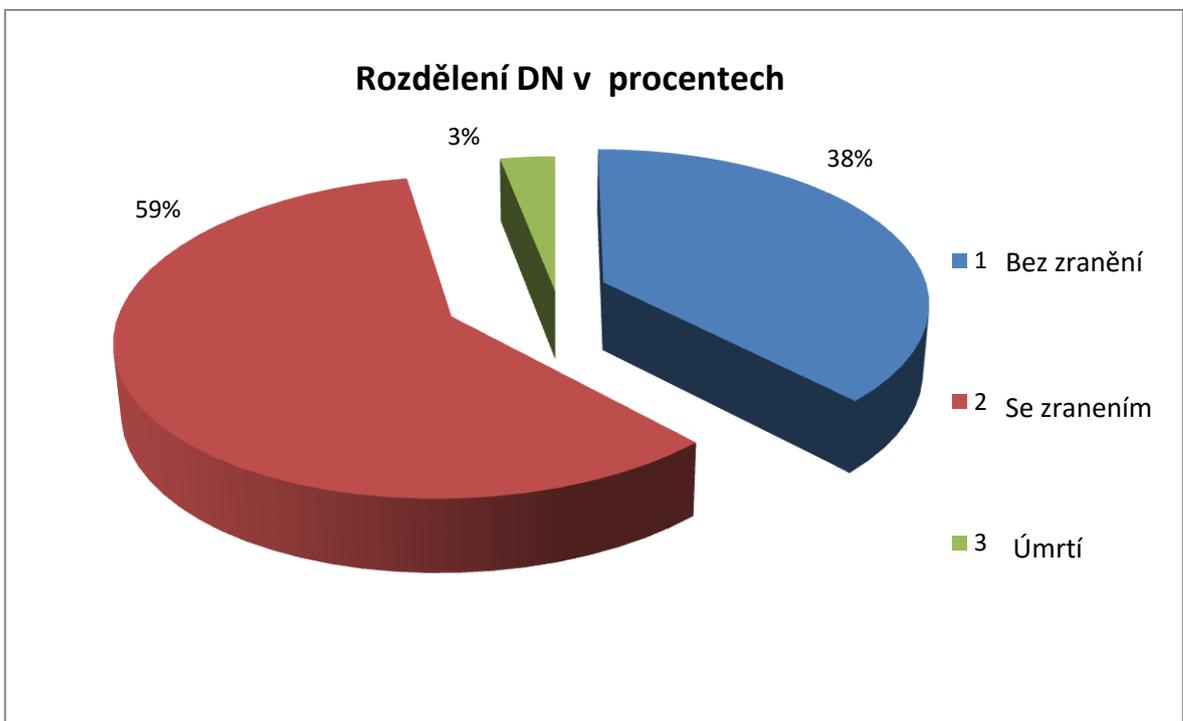
¹² Informace ze statistických údajů ŘSD ČR. *Ředitelství silnic a dálnic* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: www.rsd.cz

¹³ Informace ze statistických údajů HZS ČR SČK. Dostupné na intranetu HZS ČR SČK.



Obrázek 2 Rozdělení DN s výskytem zranění

Zdroj [11]



Obrázek 3 Rozdělení DN v poměru procent

Zdroj [11]

4 ANALÝZA RIZIK

Rizika byla zpracována na základě statistický dat HZS ČR SČK za období od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2015.¹⁴

4.1 Metoda PNH

Pomocí této jednoduché metody se vyhodnocuje příslušné riziko ve třech jeho složkách. Pro potřeby vyhodnocení metody jsou vytvořeny hodnotící kritéria, která jsou zpracována do dotazníku.

Osoby vlastníci řidičský průkaz - jízda s automobilem na pozemních komunikacích a mimo nich.

Identifikace nebezpečí:

- dopravní nehoda s následkem smrti, při úmyslném zavinění (sebevražda),
- dopravní nehoda s následkem smrti, při nahodilém zavinění,
- dopravní nehoda se zraněním (bez úmrtí účastníků),
- dopravní nehoda bez zranění

¹⁴ Informace ze statistických údajů HZS ČR SČK . Dostupné na intranetu HZS ČR SČK.

Tabulka 5 Analýza rizik PNH

Druh činnosti	Zdroj rizika	Identifikace nebezpečí	VYHODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI RIZIKA				BEZPEČNOSTÍ OPATŘENÍ
			P	N	H	R	
Osoby vlastníci řídičský průkaz - jízda s automobilem na pozemních komunikacích a mimo ni	Auto - zranění při DN	Dopravní nehoda s následkem smrti, při úmyslném zavinění	2	5	1	10	Včasně odhalení úmyslu, poskytnutí psychologické pomoci. Zlepšení a zavedení do provozu lepší prvky pasivní bezpečnosti ve vozidlech.
	Auto - zranění při DN	Dopravní nehoda s následkem smrti, při nahodilém zavinění	3	5	2	30	Zlepšení a zavedení do provozu lepší prvky pasivní bezpečnosti ve vozidlech. Dodržování pravidelných technických kontrol vozidel, zdravotní prohlídky a pravidla silničního provozu. Častější preventivně kontrolní akce Policie ČR.
	Auto - zranění při DN	Dopravní nehoda se zraněním	4	4	4	64	Zlepšení a zavedení do provozu lepší prvky pasivní bezpečnosti ve vozidlech. Dodržování pravidelných technických kontrol vozidel, zdravotní prohlídky a pravidla silničního provozu. Častější preventivně kontrolní akce Policie ČR. Dostatečná znalost pro poskytnutí První pomoci.
	Auto - zranění při DN	Dopravní nehoda bez zranění	3	1	2	6	Zlepšení a zavedení do provozu lepší prvky pasivní bezpečnosti ve vozidlech. Dodržování pravidelných technických kontrol vozidel, zdravotní prohlídky a pravidla silničního provozu. Častější preventivně kontrolní akce Policie ČR.

Zdroj [11]

4.1.1 Celkové hodnocení míry rizik

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že nejzávažnější rizika při dopravních nehodách jsou „Dopravní nehody se zraněním“. Pro naléhavost přijetí opatření nám slouží celkové hodnocení a rizikový stupeň (Tabulka 4).

Hodnotu $R = 64$ dle tabulky řadíme na Rizikový stupeň II.

II. Nežádoucí riziko vyžadující urychlené provedení odpovídajících bezpečnostních opatření snižujících riziko na přijatelnou úroveň, na snížení rizika se musí přidělit potřebné zdroje.¹⁵

4.2 Metoda FTA

Tato zmiňovaná metoda hodnotí nežádoucí události opačným přístupem než podobná metoda ETA, tzv. „shora dolů“, tj. vychází se z koncové události a zpětně se zjišťují příčiny vzniku události. Z tohoto důvodu je nutné podrobně znát problematiku řešené nežádoucí události a s pomocí metody FTA, pokud jsou známy pravděpodobnosti vzniku jednotlivých příčin, lze stanovit výši rizika všech možných kombinací nehodových událostí. Na základě tohoto určení lze objektivně stanovit rizika, která se nejčastěji vyskytují a eliminovat je.

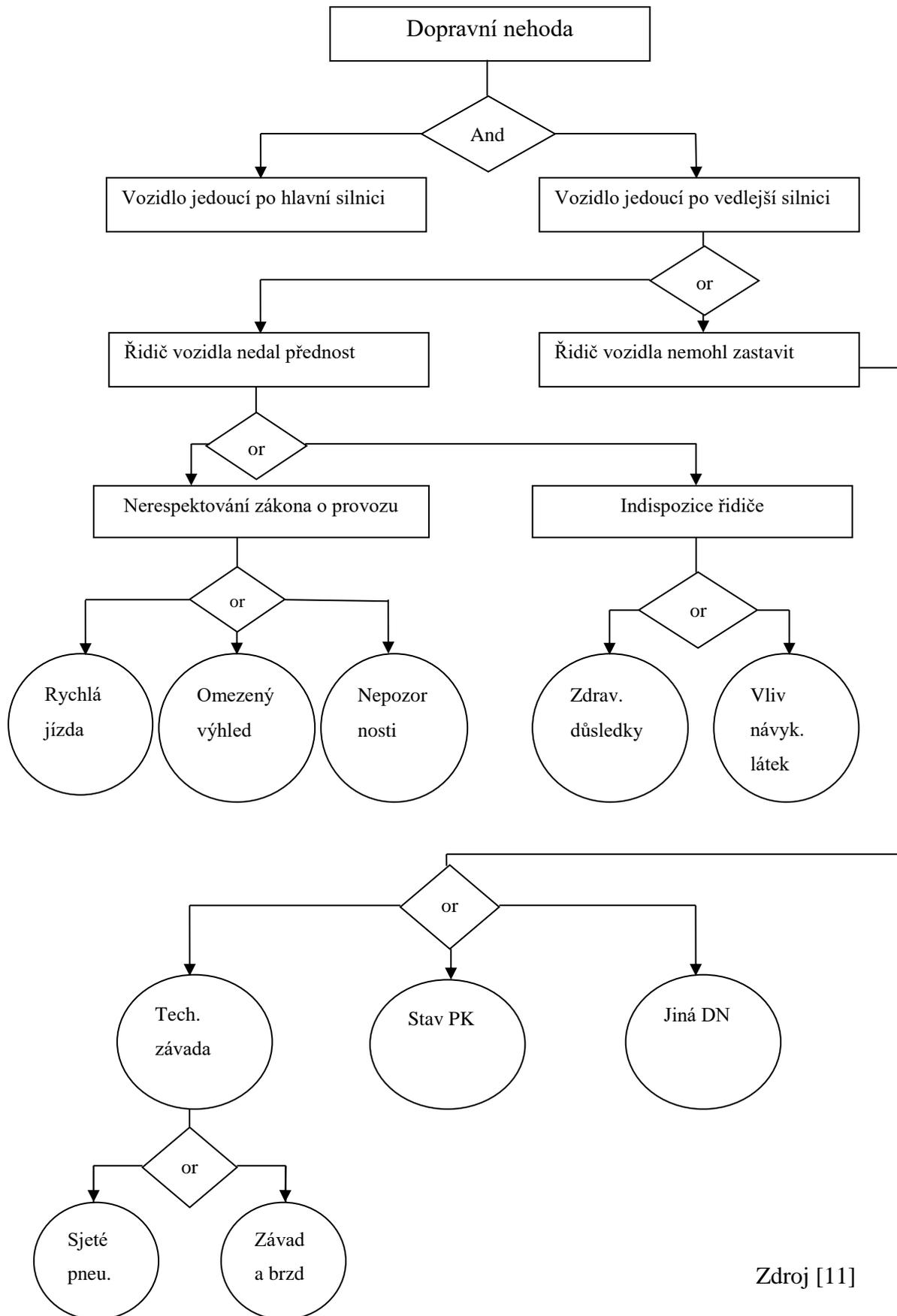
S ohledem na zjištěné statistiky HZS ČR SČR o dopravních nehodách se zraněním v kalendářním roce 2015 lze stanovit rizikové kategorie dopravních nehod následovně:

- dopravní nehoda bez zranění (38 %),
- dopravní nehoda se zraněním (59 %),
- dopravní nehoda s úmrtím (3 %).

¹⁵ Zpracování školních a výukových materiálů.

Z důvodu obsáhlosti této problematiky se zaměřím jen na DN spojená s řízením motorového vozidla. To znamená, že řešení kategorie DN nepředpokládá výskyt ostatních účastníků silničního provozu (chodci, cyklisté, aj.). Dopravní nehodovost s těmito účastníky silničního provozu tvořila v kalendářním roce 2015 a výše upřesněné oblasti jen 1,5 % dopravních nehod.

Na následujícím příkladu (Obrázek 4) je vytvořen strom poruch a následně proveden výpočet výše rizika metodou FTA, pro DN.



Zdroj [11]

Obrázek 4 Analýza stromu poruch (FTA) u DN.

Pro použití metody FTA je nutné znát pravděpodobnosti jednotlivých „poruch“. Nejprve je nutné zjistit počty dopravních nehod (Obrázek 2) a následně spočítat (dle Tabulky. 5) pravděpodobnosti dopravních nehod z celkového počtu dopravních nehod za období od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2015. Z poskytnuté statistiky dopravních nehod víme, že se uskutečnilo 328 dopravních nehod.

Tabulka 6 Počty a pravděpodobnost vzniku nebezpečí DN

Jevy	I)		Viník DN - zraněný		Viník DN – bez zranění	
			Počet DN	Pravděpod.	Počet DN	Pravděpod.
A	I	Vozidlo jedoucí po vedlejší silnici nedá přednost	37	$3,1 \cdot 10^{-3}$	40	$3,1 \cdot 10^{-3}$
B	II	Řidič vozidla nezastaví	27	$3,8 \cdot 10^{-5}$	38	$1,3 \cdot 10^{-14}$
C	III	Nerespektování zákona o provozu na PK	20	$1,9 \cdot 10^{-5}$	32	$3,3 \cdot 10^{-16}$
D	IV	Rychlá jízda	9	$9,2 \cdot 10^{-18}$	15	$3,3 \cdot 10^{-26}$
E	IV	Omezený výhled	2	$18,7 \cdot 10^{-6}$	8	$3,3 \cdot 10^{-16}$
F	IV	Nepozornost	9	$9,2 \cdot 10^{-18}$	12	$3,8 \cdot 10^{-22}$
G	III	Indispozice řidiče	7	$1,9 \cdot 10^{-5}$	20	$1,3 \cdot 10^{-14}$
H	IV	Zdravotní důvody	2	$18,7 \cdot 10^{-6}$	7	$1,3 \cdot 10^{-14}$
I	IV	Vliv návykových látek	5	$3,3 \cdot 10^{-11}$	14	$6,9 \cdot 10^{-25}$

J	II	Řidič vozidla nemohl zastavit	10	$3,1 \cdot 10^{-3}$	18	$3,1 \cdot 10^{-3}$
K	III	Technická závada	6	$3,1 \cdot 10^{-3}$	16	$1,9 \cdot 10^{-5}$
L	IV	Sjeté pneu	5	$3,3 \cdot 10^{-11}$	14	$6,9 \cdot 10^{-25}$
M	IV	Závada brzd	1	$3,1 \cdot 10^{-3}$	2	$18,7 \cdot 10^{-6}$
N	III	Stav pozemní komunikace	4	$2,1 \cdot 10^{-9}$	11	$1,0 \cdot 10^{-20}$
O	III	Jiná DN	0	0,0	1	$3,1 \cdot 10^{-3}$

Zdroj [11]

1) Úroveň dle analýzy stromu poruch

Tabulka 7 Stanovení rizika vzniku nebezpečí při DN

Jevy	1)		Viník DN - zraněný	Viník DN – bez zranění
A	I	Vozidlo jedoucí po vedlejší silnici nedá přednost	0,1147	0,124
B	II	Řidič vozidla nezastaví	0,0011	$0,494 \cdot 10^{-12}$
C	III	Nerespektování zákona o provozu na PK	$0,38 \cdot 10^{-3}$	$0,0106 \cdot 10^{-12}$
D	IV	Rychlá jízda	$0,0828 \cdot 10^{-15}$	$0,091 \cdot 10^{-12}$
E	IV	Omezený výhled	$0,0374 \cdot 10^{-3}$	$0,264 \cdot 10^{-24}$
F	IV	Nepozornost	$0,0828 \cdot 10^{-15}$	$0,0046 \cdot 10^{-18}$

G	III	Indispozice řidiče	$0,133 \cdot 10^{-3}$	$0,0028 \cdot 10^{-18}$
H	IV	Zdravotní důvody	$0,0374 \cdot 10^{-3}$	$0,091 \cdot 10^{-12}$
I	IV	Vliv návykových látek	$0,165 \cdot 10^{-9}$	$0,0097 \cdot 10^{-21}$
J	II	Řidič vozidla nemohl zastavit	0,031	$0,11^{-18}$
K	III	Technická závada	0.0186	$0,304^{-3}$
L	IV	Sjeté pneu	0,0005	$0,966^{-3}$
M	IV	Závada brzd	0,0031	0.0036
N	III	Stav pozemní komunikace	$0,0084 \cdot 10^{-6}$	$0,11 \cdot 10^{-18}$
O	III	Jiná DN	0	0.0031

Zdroj [autor]

4.2.1 Závěrečné stanovisko pro metodu FTA

Z uvedených výpočtů rizik vyplývá, že nejčastější příčinou vzniku DN je nerespektování zákona o provozu na pozemních komunikacích, kam patří nedodržení bezpečné vzdálenosti, rychlá jízda, nevěnování se řízení, omezený výhled, náhlé vybočení. To znamená, že tento nejčastější problém „nerespektování zákona o provozu na pozemních komunikacích“ je zaviněn řidičem vozidla.

Opatření by mělo být systémové s dlouhodobým časovým horizontem.

- zdokonalení výukových osnov v autoškolách,
- zavedení pravidelných školení i pro řidiče osobních automobilů - minimálně jednou za 5 let, po prokázání zavinění dopravní nehody,

- přísnější postihy při zjištěná nerespektování zákona o provozu na pozemních komunikacích.

4.3 Modelová analýza TerEx

Pro tuto modelovou analýzu byla vytvořena simulace DN nákladního automobilu převážející amoniak (NH_3) pro potřeby chlazení zimního stadionu ve Velkých Popovicích. Bylo vybráno místo sjezdu z dálnice D1 exit 15, kde je silniční oblouk s malým poloměrem a při nedodržení dovolené nebo bezpečné rychlosti hrozí vznik DN ve smyslu převrnutí automobilu s nákladem.

Vstupní hodnoty pro model:

Datum: 28. 10. 2015 v 14:52 hodin.

Počasí: slabý severojižní vítr o rychlosti 3 m s^{-1} , polojasno, 18°C .

Uniklé množství nebezpečné látky (NL): 2000 litrů.

Specifikace NL: NH_3 je bezbarvý, velmi štiplavý plyn, toxická, nebezpečná látka zásadité povahy. Při vdechnutí poškozuje sliznici. Je lehčí než vzduch. Převáží se v kapalném stavu, který se docílí jeho snížením teploty pod $-33,5^\circ\text{C}$ při zachování běžného atmosférického tlaku. UN kód 1005.¹⁶

¹⁶ Amoniak. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Amoniak>

Tabulka 8 Souhrnný výstup (TerEx)

TerEx Verze 3.1.1 12:55:18 29.04.2016 Licence pro: UTB Zlín=====
Událost: TE160429_1255

Model:

PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Látka:

Amoniak

Teplota kapaliny v zařízení: 20 °C

Celkové uniklé množství kapaliny: 2000 kg

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 1 m/s

Pokrytí oblohy oblaky: 50 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Podzim

Typ atmosférické stálosti: B - konvekce

Typ povrchu ve směru šíření látky: Zemědělská krajina

Ohrožení osob toxickou látkou

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 411 m (1348,43 ft.)

[Koncentrace: 891,2 mg/m³]

Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 690 m (2263,78 ft.)

[Koncentrace IDLH: 210 mg/m³ (Aktuální: 209,4 mg/m³)]

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 74 m (242,782 ft.)

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním

NUTNÝ ODSUN OSOB 168,5 m (552,822 ft.)

Závažné poškození budov

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 128,5 m (421,588 ft.)

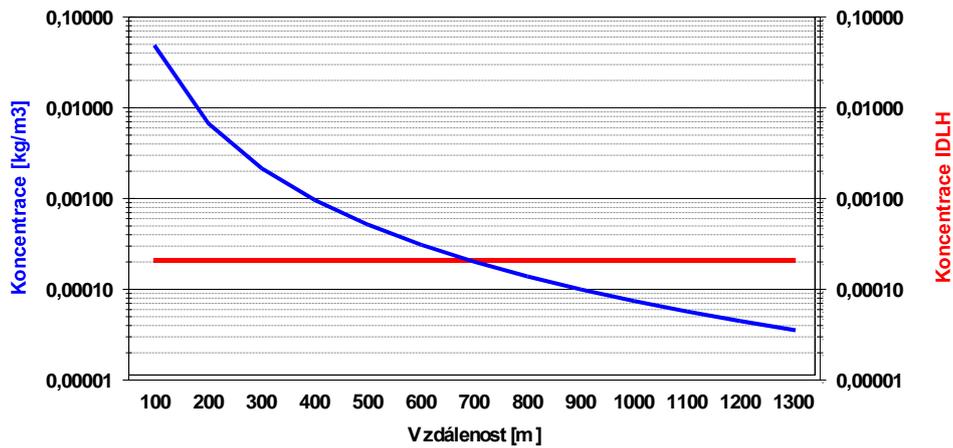
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem

DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 270,5 m (887,467 ft.)

Průzkum toxické koncentrace doporučen do vzdálenosti, ve které koncentrace látky klesne pod hodnotu bezprostředně ohrožující život nebo zdraví (IDLH).

Tabulka 9 Nezbytná evakuace (TerEx)

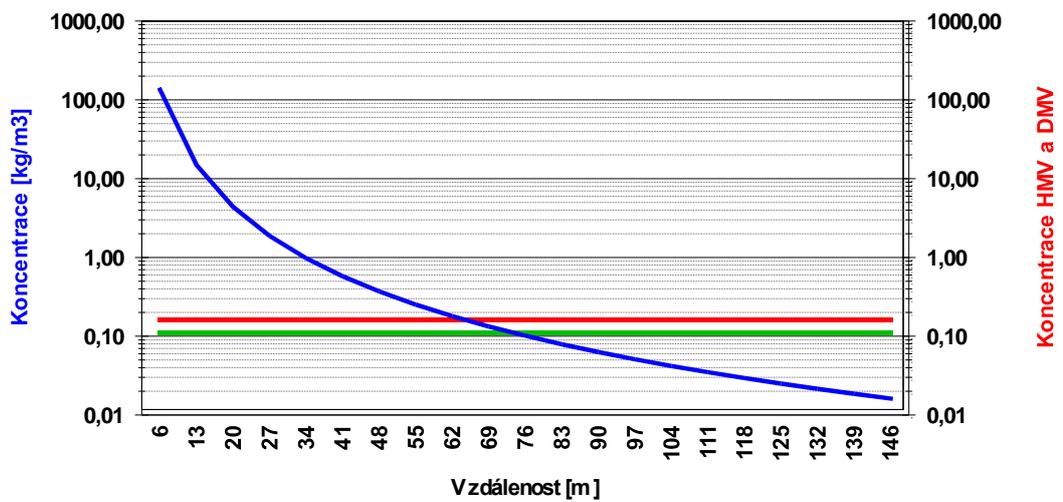
im toxické koncentrace doporučen do vzdálenosti, ve které koncentrace látky klesne pod hodnot



K výbuchu může dojít v mezích koncentrací horní meze výbušnosti (HVM) a dolní meze výbušnosti (DMV).

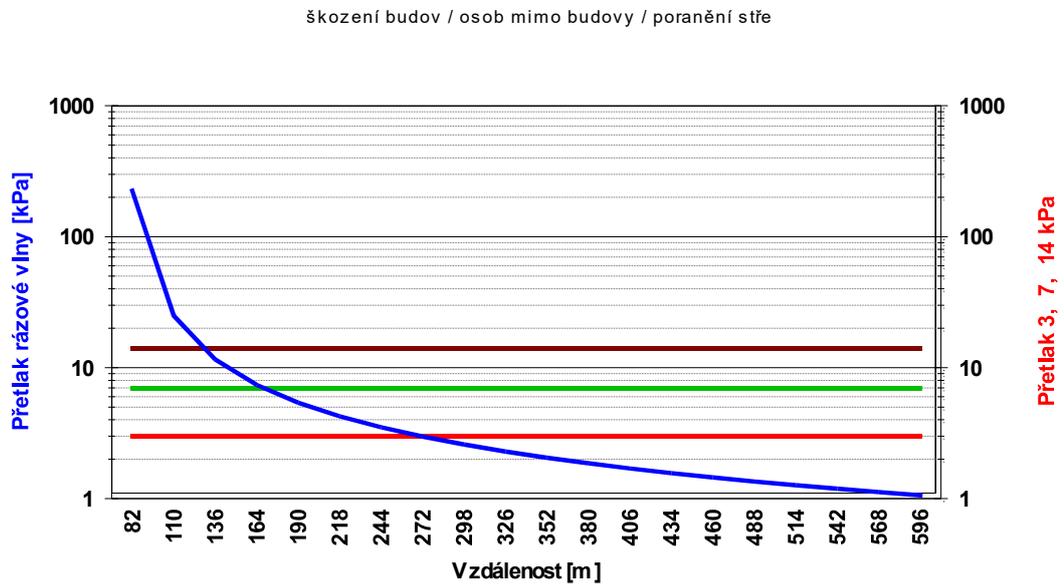
Tabulka 10 Oblast možného výbuch (TerEx)

výbuchu může dojít v mezích koncentrací HVM a DMV



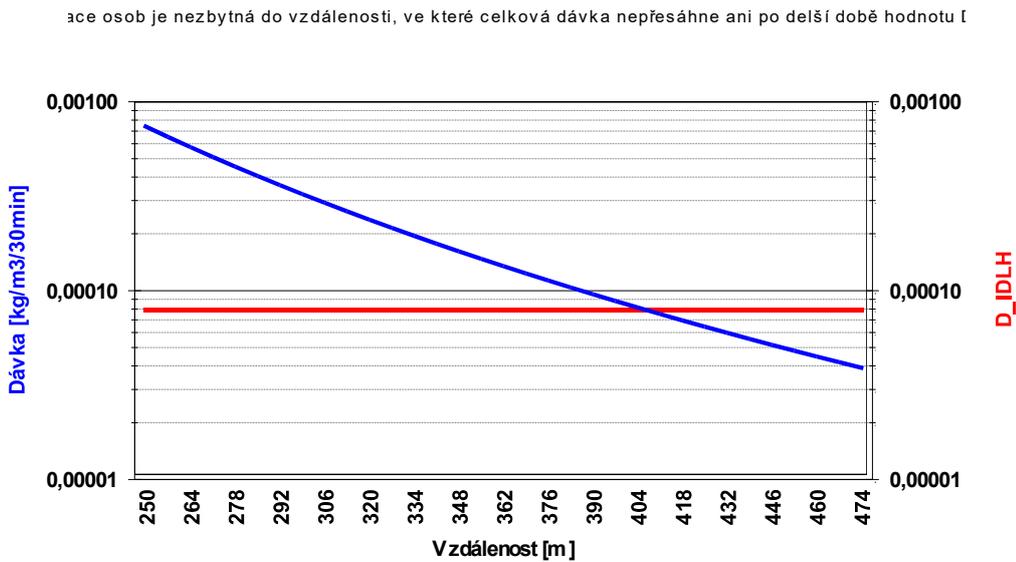
Poškození budov / osob mimo budovy / poranění střepy.

Tabulka 11 Ohrožení výbuchem (TerEx)



Evakuace osob je nezbytná do vzdálenosti, ve které celková dávka nepřesáhne ani po delší době hodnotu dávky bezprostředně ohrožující život nebo zdraví (D_IDLH).

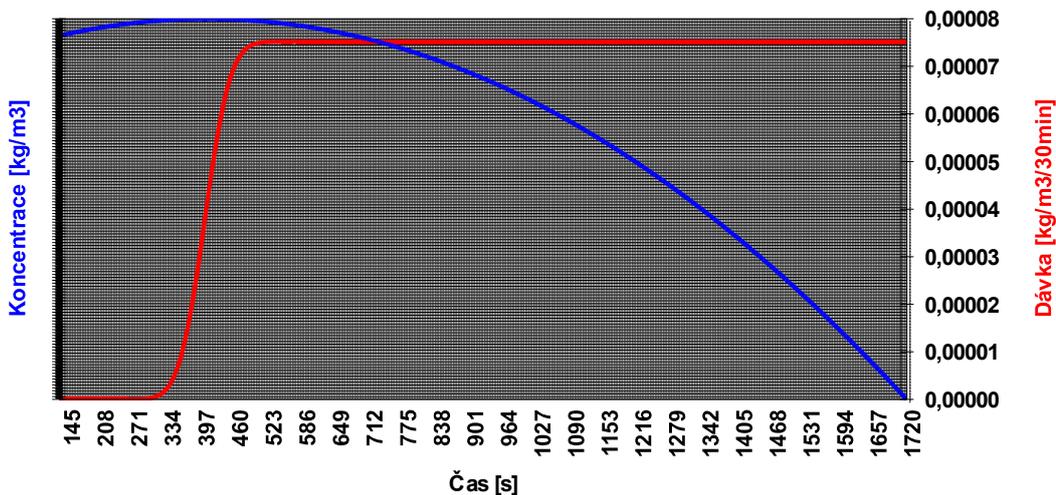
Tabulka 12 Nezbytná evakuace / dávka (TerEx)



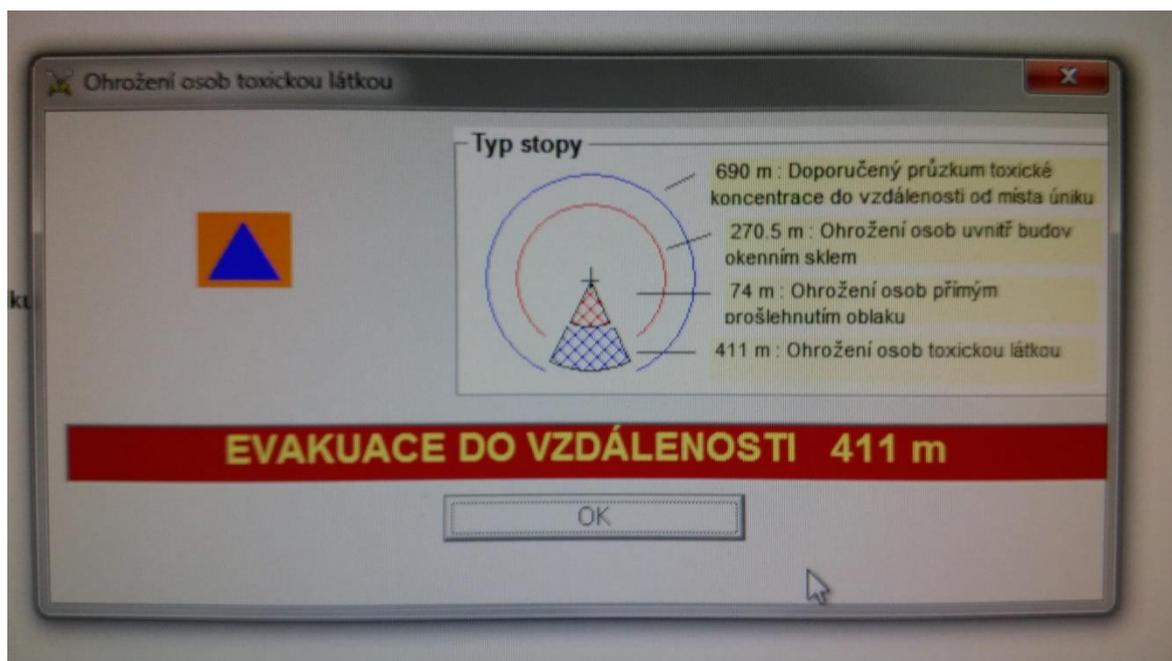
Časová závislost koncentrace toxické látky a celkové dávky ve vzdálenosti nezbytné evakuace.

Tabulka 13 Časové závislosti (TerEx)

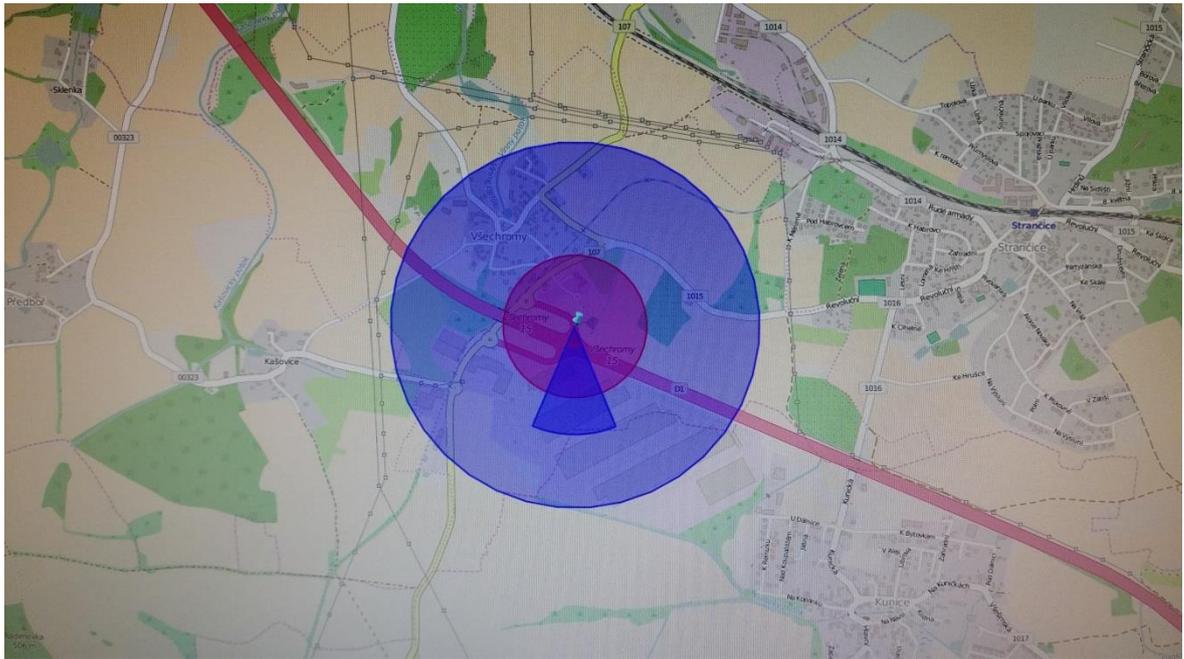
Časová závislost koncentrace toxické látky a celkové dávky ve vzdálenosti nezbytné evakuace



Grafické znázornění zasažené a ohrožené oblasti na mapovém podkladu.



Obrázek 5 Základní bezpečnostní informace (TerEx)



Obrázek 6 Zasažená oblast (TerEx)

4.3.1 Návrhy na eliminaci rizik při přepravě nebezpečných látek

Protože činnost řidiče přepravujícího NL je riziková, je nutné rizika eliminovat na maximální možnou mez. Proto jsou zde uvedeny návrhy:

- zdokonalení právních předpisů (upravení doby jízdy, doby odpočinku),
- dostatek odstavných parkovišť včetně vybavení (pro trávení odpočinku),
- vyšší postihy pro všechny řidiče nerespektující zákon o provozu na PK,
- propracování systému autoškol s důrazem na techniku bezpečné jízdy.

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že problematika analýz dopravních nehod je obsáhlé a zodpovědné téma, které podléhá řadě právních předpisů, které se často novelizují. Automobilový průmysl prošel za posledních 100 let velmi výraznou změnou. Dopravní nehody se však stávaly tehdy stejně jako dnes. Rozdíl je nicméně podstatný, neboť se zvýšil počet vozidel a jejich rychlost, a tím pádem i riziko dopravních nehod. Při nehodě v takových rychlostech nepomohou ani nejmodernější technologie a bezpečnostní prvky. Proto jsou následky mnohdy tragické.

Cílem práce bylo poukázat na problematiku pravděpodobnosti vzniku dopravní nehody s využitím metody rizikové analýzy, v místech spadající pod hasební obvod hasičské stanice Říčany. Samozřejmě dochází v souvislosti s dopravní nehodou i k jiným krizovým situacím a mimořádným událostem, ale z důvodu obsáhlosti tématu by nebylo vhodné uvádět veškeré varianty. Každá kapitola je věnována jedné metodě analýzy. Byly vysvětleny jednotlivé kroky analýz, aby je snadno pochopil i laik. Dříve se složité výpočty dělaly ručně a celý proces byl zdlouhavý a namáhavý. Díky doslova obrovskému rozvoji počítačových technologií v posledních dvou desítkách let, byl tento proces značně zrychlen a zpřesněn. Výpočty již neprovádí lidé, ale počítače a stále se vyvíjejí nové a nové programy, které umí zhotovit kromě výpočtů také modelové animaci. Celý proces je závislý pouze na správně zadaných vstupních hodnotách. Ty se získávají sběrem jednotlivých dat. Lidský faktor tedy hraje stále stejně důležitou roli jako v minulosti.

Ze zpracovaných materiálů vyplývá, že dopravní nehoda je velmi častý děj a nejzávažnější jsou dopravní nehody, při kterých účastníci nedodrželi pravidla silničního provozu. Samozřejmě prvořadým úkolem je předcházet těmto situacím, přesto statistiky u nás i v zahraničí ukazují na alarmující číslo. V ČR za rok 2015 je to 669 případů smrtelných úrazů při dopravní nehodě. Někomu se může zdát, k velkému počtu lidí žijících v republice a vlastníci řidičský průkaz, tato hodnota nízká, ale ztráta života je přece jen nejvyšší daň za případnou nepozornost, neznalost nebo nedbalost.

Aby bylo ztrát na lidských životech co nejméně, měl by každý řidič brát v úvahu nejen své schopnosti a možnosti vozidla, ale i stav vozovky, počasí a jiné faktory. Také by měli ovládat základní znalosti první pomoci, podstupovat pravidelné školení a psychoanalytické vyšetření. Navzdory veškerým snahám ze strany zákonodárců i odborníků nelze v nejbližší době očekávat rapidní snížení nehodovosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠACHL, Jindřich. *Analýza nehod v silničním provozu*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04638-8.
- [2] VALENTA, Václav. *Dopravní nehody*. 2., upr. vyd. Praha: Sdružení automobilových dopravců ČESMAD Bohemia, 2010. Řidičova knihovna. ISBN 978-80-87304-09-9.
- [3] *Typové činnosti složek IZS* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>.
- [4] *Wikipedie: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2011- [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org>.
- [5] *Encyklopedie BOZP* [online]. 2014 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Anal%C3%BDzy_rizik.
- [6] ČSN EN 61025. *Analýza stromu poruchových stavů*. Český normalizační institut, 2007.
- [7] *Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky*. In: Praha, 2015, ročník 2015, číslo 320.
- [8] VRÁTNÝ, M., HEJLOVÁ, D. 2006. Program TerEx: Uživatelský manuál. Praha: T-SOFT a.s., 2006. 69 s.
- [9] SKŘEHOT, P., HAVLOVÁ, M. VANĚČEK, M. 2008. *SPREAD – Uživatelská příručka verze 3.0.8*. Praha: T-soft a.s., 2008, 77 s.
- [10] *Ředitelství silnic a dálnic* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: www.rsd.cz
- [11] Hasičský záchranný sbor České republiky, Středočeského kraje [online]. Služební intranet HZS ČR SČK.
- [12] Zpracování školních a výukových materiálů.
- [13] *Zákon o provozu na pozemních komunikacích*. In: Praha, 2000, ročník 2000, číslo 361.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
STČ	Soubor typové činnosti
MU	Mimořádná událost
DN	Dopravní nehoda
ČSN	Česká státní norma
NL	Nebezpečná látka
NH ₃	Amoniak, jednoslovný český název čpavek
IDLH	Bezprostředně ohrožující život nebo zdraví
D_IDLH	Dávka bezprostředně ohrožující život nebo zdraví
HMV	Horní mez výbušnosti
DMV	Dolní mez výbušnosti
HZS ČR SČK	Hasičský záchranný sbor České republiky Středočeského kraje
ZHN	Zbraně hromadného ničení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Systemový příklad stromu FTA	18
Obrázek 2	Rozdělení DN s výskytem zranění	23
Obrázek 3	Rozdělení DN v poměru procent.....	23
Obrázek 4	Analýza stromu poruch (FTA) u DN.	28
Obrázek 5	Základní bezpečnostní informace (TerEx).....	36
Obrázek 6	Zasažená oblast (TerEx).....	37

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	P- pravděpodobnost vzniku a existence nebezpečí	16
Tabulka 2	N – možné následky ohrožení	16
Tabulka 3	H – názor hodnotitelů.....	16
Tabulka 4	Celkové hodnocení rizika $R = P \times N \times H$	17
Tabulka 5	Analýza rizik PNH	25
Tabulka 6	Počty a pravděpodobnost vzniku nebezpečí DN.....	29
Tabulka 7	Stanovení rizika vzniku nebezpečí při DN.....	30
Tabulka 8	Souhrnný výstup (TerEx).....	33
Tabulka 9	Nezbytná evakuace (TerEx)	34
Tabulka 10	Oblast možného výbuch (TerEx)	34
Tabulka 11	Ohrožení výbuchem (TerEx).....	35
Tabulka 12	Nezbytná evakuace / dávka (TerEx)	35
Tabulka 13	Časové závislosti (TerEx)	36
Tabulka 14	PNH dotazník	46

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 TerEx – představení programu
- P2 PNH - dotazník

PŘÍLOHA P1: TEREX



Co nabízí?

- Obsáhlá databáze chemických látek
– lze rozšířit dle přání zákazníka.
- Možnost rychlého rozhodnutí v případě krize
– vyhodnocení možného ohrožení.
- Modelování – simulace krizových situací,
vhodné pro plánování, výuku a cvičení.

Pro koho je určen?

- Podnikům.
- Institucím.
- Samosprávám a státním orgánům.
- Složkám IZS.

Okamžité vyhodnocení dopadů úniků nebezpečných chemických a otravných látek nebo nástražného výbušného systému

- Snadné zadávání vstupů a jednoduše interpretovatelné výstupy.
- Kombinace odhadu následků průmyslových havárií, výbuchů nebo působení otravných látek.
- Databáze nebezpečných látek včetně charakteristik, popisu, zásad první pomoci, způsobu dekontaminace apod.
- Integrovaný mapový modul pro zobrazení výsledků modelování včetně popisu.
- Možný export dat ve formátech xls, txt, CAP atd.
- Vícejazyčné prostředí (čeština, slovenština, angličtina, lotyština, litevština) včetně přípravy pro doplnění dalších jazykových mutací.
- Konzervativní způsob modelování.
- Výsledky modelování i s minimem vstupních údajů.

TEREX ve výzkumu

TEREX byl významnou součástí výzkumného projektu č. 1 H-PK2/35 „Ověření modelu šíření a účinků ohrožujících událostí“ – SPREAD, který měl za cíl ověřit model šíření prachových částic, resp. aerosolů, jako nosičů toxických, radioaktivních či biologických informací.



Většina modelovacích SW pracuje převážně s haváriemi, naším cílem však bylo vytvořit matematický model následků teroristického útoku tzv. „špinavou bombou“. Unikátní součástí tohoto projektu bylo ověření modelu pomocí praktických terénních testů, kterými byl výsledný matematický model upřesňován.

Tento výzkumný projekt byl spolufinancován Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR.



TSOFT s.a.
Novodvorská 1010/14
142 01 Praha 4 – Lhotka

+420 232 208 735
info@tsoft.cz
www.tsoft.cz

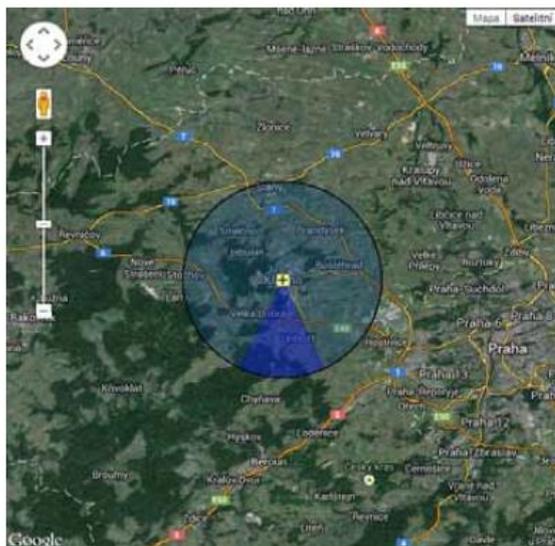
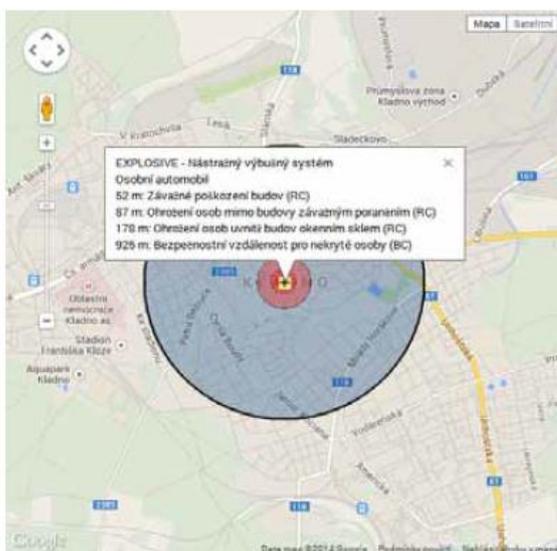
TEREX

Okamžité vyhodnocení dopadů úniků nebezpečných chemických a otravných látek nebo nástražného výbušného systému

TEREX tvoří následující moduly:

Nebezpečné chemické látky:

- Modely typu TOXI – dosah a tvar oblaku dle koncentrace toxické látky.
- Modely typu UVCE – působnost vzdušné rázové vlny, vyvolávající detonace směsi látky se vzduchem.
- Model PLUME – déletrvající únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku.
- Model PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.
- Modely typu FLASH FIRE – velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou (efekt Flash Fire, Jet Fire, Pool Fire).



Výbušné systémy:

- Model typu EXPLOSIVE – možné dopady detonace výbušných systémů, založených na kondenzované fázi, použité s cílem ohrožení okolí detonace.

Otravné látky:

- SPREAD – modul, který vyhodnocuje havarijní a toxický dosah aerosolů, které jsou uvedeny do vzduchu (rozprášeny) výbuchem a mohou být nosičem CBRN látek.
- SPREAD Explosive – modul, který porovnává havarijní dosah nástražného výbušného systému a vyhodnocení modelu SPREAD.
- Model POISON – šíření oblaku vzniklého rozptýlením otravné látky na určité území (dle rozlohy území, typu látky, způsobu rozptýlení, sekundárního odparu).



T-SOFT a.s.
Novodvorská 1010/14
142 01 Praha 4 – Lhotka

+420 222 268 738
info@tsoft.cz
www.tsoft.cz

PŘÍLOHA P2: DOTAZÍK PNH

Tabulka 14 PNH dotazník

Níže uvedeným kategoriím přiřaďte bodovou hodnotu v rámci nabízené stupnice.			
	Pravděpodobnosti vzniku a existence nebezpečí	Možné následky ohrožení	Názor hodnotitelů
	Nahodilá 1 Nepravděpodobná 2 Pravděpodobná 3 Velmi pravděpodobná 4 Trvalá 5	Poškození zdraví bez pracovní neschopnosti 1 Absenční úraz (s pracovní neschopností) 2 Vážnější úraz vyžadující hospitalizaci 3 Těžký úraz a úraz s trvalými následky 4 Smrtelný úraz 5	Zanedbatelný vliv na míru nebezpečí a ohrožení 1 Malý vliv na míru nebezpečí a ohrožení 2 Vetší, zanedbatelný vliv na míru ohrožení a nebezpečí 3 Velký a významný vliv na míru ohrožení a nebezpečí 4 Více významných a nepříznivých vlivu na závažnost a následky ohrožení a nebezpečí 5
dopravní nehoda s následkem smrti, při úmyslném zavinění			
dopravní nehoda s následkem smrti, při nahodilém zavinění			
dopravní nehoda se zraněním			
dopravní nehoda bez zranění			