

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Vladislav Zápeca

**Hodnocení rizikovosti úseků dopravních
komunikací v prostředí GIS**

Diplomová práce

2015



K620..... Ústav dopravní telematiky

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Vladislav Zápeca

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy

Název tématu (česky): **Hodnocení rizikovosti úseků dopravních komunikací v prostředí GIS**

Název tématu (anglicky): **Evaluation of the Risk of Transport Communications in the GIS Environment**

Zásady pro vypracování

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

- 1 Popis záměru řešení a upřesnění zdrojových podnětů zaměření práce
- 2 Hodnocení rizikovosti úseků pro práci dopravních policistů
 - 2.1 Nástroje technologie GIS pro liniové vrstvy
 - 2.2 Účelový model dopravních komunikací v prostředí GIS
- 3 Postup řešení hodnocení rizikovosti úseků
 - 3.1 Analýza využitelnosti stávajících dat o komunikacích a jejich atributů
 - 3.2 Návrh účelové struktury atributových tabulek vrstev komunikací
 - 3.3 Návrh metodiky hodnocení rizikovosti úseků nástroji GIS
 - 3.4 Příkladné vyhodnocení rizikovosti úseků ve vybraném území
- 4 Shmutí podstaty navrhované metodiky a doporučení pro aplikaci v praxi

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce


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

Seznam odborné literatury: [1] Butler J. Allison: Designing Geodatabases for Transportation, ARCDATA, s.r.o., Praha, 2008
[2] GIS for Building and Managing Infrastructure, ARCDATA, s.r.o., Praha, 2010
[3] Arctur David: Designing geodatabases: case studies in GIS data modeling, Redlands: ESRI Press, 2004

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Veronika Vičková, CSc.**
Doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **9. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **31. května 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia
a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia




doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravní telematiky



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Vladislav Zápěca
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....9. června 2014

*Souhlas
Hrubeš*

Poděkování

Zde chci poděkovat všem, kteří mi poskytli podporu, vybavení a podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak Ing. Veronice Vlčkové, CSc za odborné vedení a konzultování diplomové práce, své milující ženě za důležité rady a za psychickou podporu po celou dobu studia.

Prohlášení

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

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

V Praze dne 30.května 2015

.....
Bc. Vladislav Zápeca

ČESKÉ VYSOKÉ ÚČENÍ V PRAZE

Fakulta dopravní

Hodnocení rizikovosti úseků dopravních komunikací v prostředí GIS

diplomová práce

květen 2015

Bc. Vladislav Zápeca

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce "Hodnocení rizikovosti úseků dopravních komunikací v prostředí GIS" je analyzovat současný stav hodnocení rizikovosti dopravních komunikací za použití prostředí GIS a následně na základě této analýzy navrhnout možnou úpravu a optimalizaci pro vytvoření úspěšnějšího hodnocení.

ABSTRAKT

The diploma thesis " Evaluation of the risk of transport communications in the GIS environment" is to analyze the current status of the evaluation of the risk level of the transport roads for the use of the environment GIS and subsequently on the basis of this analysis suggest a possible adjustment and optimization to create a more successful evaluation.

KLÍČOVÁ SLOVA

riziko, rizikovost pozemní komunikace, nehoda, bezpečnost, GIS, mapové zobrazení

KLÍČOVÁ SLOVA

risk, risk of road, accident, security, GIS, map view

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. ÚVOD..... | 8 |
| 1.1 Popis záměru řešení a upřesnění zdrojových podnětu zaměření práce..... | 8 |
| 1.2 Upřesnění pojmu riziko..... | 10 |
| 1.2.1 Ohrožení osob..... | 14 |
| 1.2.2 Ohrožení vozidla..... | 15 |
| 1.2.3 Ohrožení nákladu..... | 15 |
| 1.2.4 Ohrožení komunikace..... | 16 |
| 1.2.5 Ohrožení prostředí a ostatní infrastruktury..... | 16 |
| 1.3 Vstupní úvaha (hypotéza)..... | 16 |
| 2. Shrnutí současného způsobu hodnocení rizika a jeho předcházení..... | 17 |
| 2.1. Hodnocení rizikovosti úseků pro práci dopravních policistů..... | 18 |
| 2.1.1. Skupina silničního dohledu (I. skupina)..... | 19 |
| 2.1.2. Skupina dopravních nehod (II. skupina)..... | 20 |
| 2.1.3. Skupina dopravních inženýrů..... | 22 |
| 2.1.4. Dálniční oddělení..... | 23 |
| 2.2. Technická opatření..... | 24 |
| 2.2.1. Opatření ochrany osob..... | 24 |
| 2.2.2. Opatření ochrany nákladu..... | 24 |
| 2.2.3. Opatření ochrany vozidel..... | 25 |
| 2.2.4. Opatření ochrany komunikace..... | 25 |
| 2.2.5. Opatření ochrany prostředí a ostatní infrastruktury..... | 25 |
| 3. Výchozí nástroje hodnocení příčin rizika..... | 26 |
| 3.1. Metody multikriteriální analýzy..... | 26 |
| 3.2. Technologie GIS..... | 27 |
| 3.2.1. Nástroje technologie GIS pro liniové vrstvy..... | 28 |
| 3.2.2. Účelový model dopravních komunikací v prostředí GIS..... | 31 |
| 4. Postup řešení hodnocení rizikovosti úseků..... | 37 |
| 4.1. Analýza využitelnosti stávajících dat o komunikacích a jejich atributů..... | 40 |
| 4.2. Návrh účelové struktury atributových tabulek vrstev komunikací..... | 46 |
| 4.2.1 Vyjeté koleje..... | 46 |
| 4.2.2 Výtluky..... | 46 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.2.3. | Poškozená krajnice | 47 |
| 4.2.4. | Pevná překážka..... | 47 |
| 4.2.5. | Překážka - Billboardy | 47 |
| 4.2.6. | Propustky | 48 |
| 4.2.7. | Stromořadí..... | 48 |
| 4.2.8. | Osvětlení | 48 |
| 4.2.9. | Boční vítr | 49 |
| 4.2.10. | Sloupky velkoformátových značek..... | 49 |
| 4.2.11. | Mosty | 49 |
| 4.2.12. | Ostrá zatáčka..... | 50 |
| 4.2.13. | Zúžení silnice | 50 |
| 4.2.14. | Připojovací pruh | 50 |
| 4.2.15. | Přechod | 51 |
| 4.2.16. | Žel. Přejezd..... | 51 |
| 4.2.17. | Rychlost..... | 51 |
| 4.3. | Návrh metodiky hodnocení rizikovosti úseků nástroj GIS..... | 52 |
| 4.4. | Simulace dat za vybrané území..... | 54 |
| 4.5. | Příkladné vyhodnocení rizikovosti úseků ve vybraném území..... | 56 |
| 5. | Shrnutí podstaty navrhované metodiky a doporučení pro aplikaci v praxi..... | 58 |
| 6. | Použité zdroje | 60 |
| 6.1. | Literatura | 60 |
| 6.2. | Seznam obrázků..... | 62 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- GIS - Geografický Informační Systém
- MV - Ministerstvo vnitra
- PČR - Policie české republiky
- DN - Dopravní nehoda
- HZS - Hasičský záchranný sbor
- RZS - Rychlá záchranná služba
- NDIC - Národní dopravní informační centrum
- JSDI - Jednotný systém dopravních informací
- JDVM - Jednotná dopravní vektorová mapa
- CDV - Centrum dopravního výzkumu
- DZ - Dopravní značka, Dopravní značení

1. ÚVOD

Dlouhodobé diskutované téma jak u nás tak i v Evropě je hledání a řešení kritických míst, naší dopravní infrastruktury v podobě pozemních komunikací. Tato práce má za úkol se poohlédnout mezi jednotlivými již provozovanými řešeními a navrhnout alternativu, která bude mít jiný náhled, perspektivu a funkčnost.

Navrhovaná metoda se opírá o budoucí stav "Může se stát", neotáčí se do minulosti a nehodnotí situace, které se již staly. Nesnaží se náročnými výpočty odhalit budoucí stav a statistiku možného výskytu. Snaží se nám srozumitelně říci, či lépe řečeno zobrazit v mapovém podkladu, rizikové úseky pozemních komunikací na základě dat získaných přímo pro danou lokalitu úseku.

1.1 Popis záměru řešení a upřesnění zdrojových podnětu zaměření práce.

K této práci mě dovedla myšlenka, pocházející z mé pracovní činnosti, která ve většinovém podílu spočívá v pohybu na silničním tělese pozemní komunikace jak motorovým vozidlem, tak po vlastní ose, kde takto tvořím potencionální rizikový prvek.

Pohyb kolem mé osoby při pohybu na tělese pozemní komunikace je značný, a proto i rizikový. Člověk se začíná zabývat vlastní bezpečností až v době, kdy se setká se situací, která byla po stránce rizika tak vysoká, že je rád, že se nic nestalo jemu či někomu jinému.

Proto jsem se začal zajímat, jaké asi může být riziko na pozemní komunikaci typu dálnice v porovnání se silnicí první třídy. Na tuto otázku jsem se snažil najít odpověď především na internetu. Nalezl jsem mapu zobrazující místa dopravních nehod za posledních několik let, autoři ji nazvali Nehodová místa. Pak jsem se pokusil zobrazit místo mnou vyhodnocené pro srovnání na dálnici a místo na silnici první třídy. Výsledkem bylo zobrazení daných míst se záplavou červených puntíků zobrazující dopravní nehody. Dostal jsem data o vážných nehodách, zraněných v jednotlivých souhrnech, ale stále jsem nedostal odpověď na otázku, jak moc rizikové místa to jsou, kde je větší riziko průjezdu. Získal jsem jen data odpovídající dlouhodobým záznamům ze statistik, avšak nikterak uspokojivou odpověď, která by mi něco mohla sdělit, jak rizikové místa to jsou. Obdobně jsem dopadl i u jiných dopravních informačních webů, nebo jednotlivých aplikací.

Napadla mě myšlenka k vytvoření jednotného mapového podkladu v prostředí GIS, který by nám barevně, dle kritérií jednotlivých rizikových prvků, mohl pomoci rozdělit a znázornit rizikovost daných míst.

Vytvořil jsem konceptuální model mého problému, v němž jsem rozdělil pohled na současný stav a následně vypracoval variantu, jak by mohl vypadat model s použitím mého pohledu na úlohu, za předpokladu plně zpracovaného modelu, atributových tabulek pro daný GIS, tak, aby vše fungovalo.

Potom by nebyl problém se zpracováním otázek typu:

- potřebuji využít pozemní komunikaci pro převoz nákladu, chci se vyhnout rizikovým úsekům
- potřebuji na tomto úseku opravit most, je zde riziko, jaké máme zvolit opatření pro bezpečnost a snížení rizikosti.
- potřebujeme naplánovat objížďku, jaké rizika nám hrozí, které prvky nás nejvíce budou ohrožovat.
- mohu zde provádět Bezpečnostní dopravní akci v rámci dohledu nad silničním provozem, co mě zde ohrožuje, jak moc ovlivním dopravu v tomto místě.
- kde máme rizikové prvky naší části dopravní infrastruktury, pro možné odstranění, opravy.

Mám možnost nahlédnout do daných současných zdrojů, zjistit si dle statistik nehodová místa a zkusit si naplánovat mnou požadovanou činnost podle nich.

Riziko dané pro činnost však v sobě uchovává jednotlivé faktory, které nemusí být shodné s faktory, které působily na statistiky pro daná místa v dané události. Přece se nám jen mění podmínky jako stav komunikace, provoz, nástrahy, počasí a mnoho dalších skutečností, které mohou ovlivňovat danou lokalitu pro vznik rizika ve srovnání se statistikami.

Při činnosti pak můžeme jen zhodnotit výsledek, zda se něco stalo, nebo činnost proběhla bez problému. Když činnost proběhne bez problému, je vše v pořádku, ale máme zde i druhou stranu rizika, a to, když se něco stane.

Vznikají nám krizové situace jako dopravní nehody, havárie a srážky. Tyto situace nám takto ohrožují život, zdraví a majetek. Celkově vzato, vznikají škody jak pro jednotlivé účastníky tak i pro samostatný stát.

Navrhovaná metoda je určena pro širší veřejnost i pro státní správu, kde její využití by mohlo pomoci ochránit mnoho lidských životů a majetků.

1.2 Upřesnění pojmu riziko

Prvotním aktem je definovat, co vlastně riziko je.

Definice vychází ze základního pojmu "risk" (riziko) a pojem riziko je spojen pak s pravděpodobností nebo možností škody. Je to vlastně výsledek aktivace určitého nebezpečí, která vyústí v určitý negativní následek, škodu. Je to kvantitativní a kvalitativní vyjádření ohrožení, vyjadřující míru ohrožení, stupeň ohrožení [1].

- tímto pojmem se vyjadřuje pravděpodobnost, že vznikne negativní jev a zároveň i důsledky tohoto jevu
- vyjadřuje, kolikrát se negativní jev vyskytne a co způsobí
- definuje se jako kombinace pravděpodobnosti nežádoucí události a rozsahu, závažnosti možného zranění, škody nebo poškození zdraví

Riziko má vždy dva rozměry :

- pravděpodobnost vzniku nebezpečné situace ohrožení
- závažnost možného následku

Riziko se vždy vztahuje k nějaké vymezené době a k nějakému prostoru, kde probíhají rizikotvorné činnosti a kde může nastat realizace nebezpečí, z nichž rizika plynou. Riziko je tedy obvykle popsáno spojitou nebo nepřetržitou veličinou, která může ve vyšetřovaném prostoru a čase nabývat různých hodnot [1].

Následně je významným pojmem nebezpečí, které je jistou reálnou hrozbou poškození posuzovaného objektu nebo procesu. Jde o :

- nebezpečí nebo nebezpečné činnosti
- podstatou, ale skrytou vlastnost nebo schopnost něčeho (stroje, pracovní činnosti, materiálu), která může zapříčinit vznik škody
- zdroj možného ohrožení nebo škody

Zdroj nebezpečí je schopen aktivovat nebezpečí v konkrétním prostoru a čase [1].

V našem případě pak jde o nebezpečí, které vzniká na pozemních komunikacích ve většinovém podílu při provozu motorových vozidel. Nebezpečí pak vede k vyústění rizika dopravních nehod.

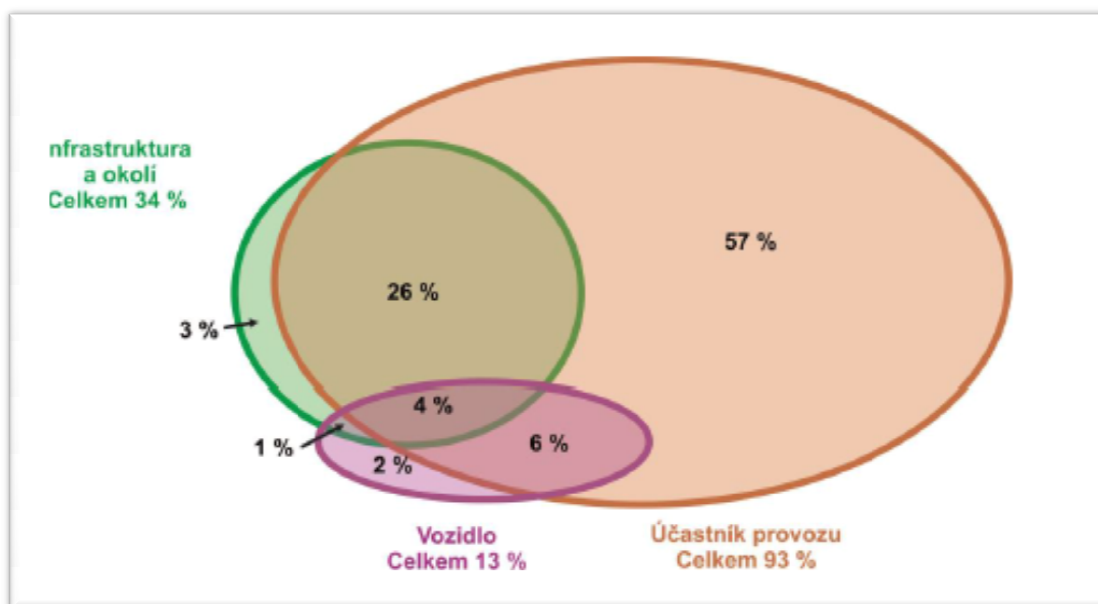
Dle různých metodik je pak rizikové místo na pozemní komunikaci takové, kde je vyšší pravděpodobnost vzniku dopravních nehod (které se ale zatím nemusely stát) [2].

Dopravní nehoda je pak přesně definována v ust. § 47 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích,

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.

Nehodové místo na pozemní komunikaci musí splňovat kritéria nehodové lokality (určitý počet nehod určitého typu za určitou dobu) [5].

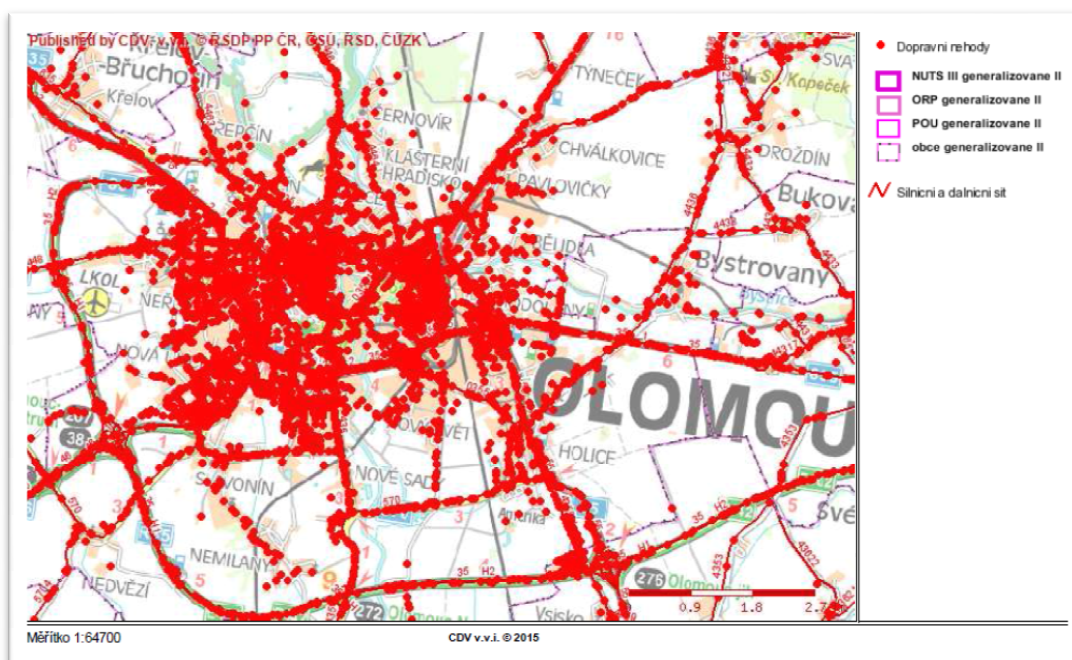
Musíme se však zamyslet nad poznatky o spolupůsobících příčinách dopravních nehod, které již v roce 1980 popsali autoři B. E. Sabey a H. Taylor, [3], aktualizovaná verze grafu organizací PIARC v roce 2004 [4]. Zobrazení na obr. č. 1



Obrázek 1: Faktory podílející se na vzniku dopravních nehod, zdroj: [4]

Tento náhled pak tradičně vychází z přístupu hodnocení bezpečnosti a rizika založeného na výskytu dopravních nehod. Vezmeme-li v úvahu, že nehodová data jsou typickými sekundárními daty, pak takto utříděná data mají své výhody i nevýhody, které nám značně zkreslují riziko, či danou nebezpečnost daného místa. O výhodách zde pak mluvíme jako o plošném a dá se říci poctivém sběru hodnotných dat, ovlivněné jednotlivým zpracováním zaměstnanci PČR.

Obecně platí, že ačkoliv dopravní nehody jsou z globálního hlediska četné, na lokální úrovni jsou pak statisticky vedeny jako málo častý jev. K daný problém nám pomůže pochopit obrázek č. 2, který nám zobrazuje oblast vybranou z mapového podkladu z JDVM (Jednotná dopravní vektorová mapa, CDV a MD ČR), která nám pak zobrazuje nehody v dané lokalitě za několik let.



Obrázek 2: Zobrazení DN v zájmové lokalitě, zdroj: www.maps.jdvm.cz

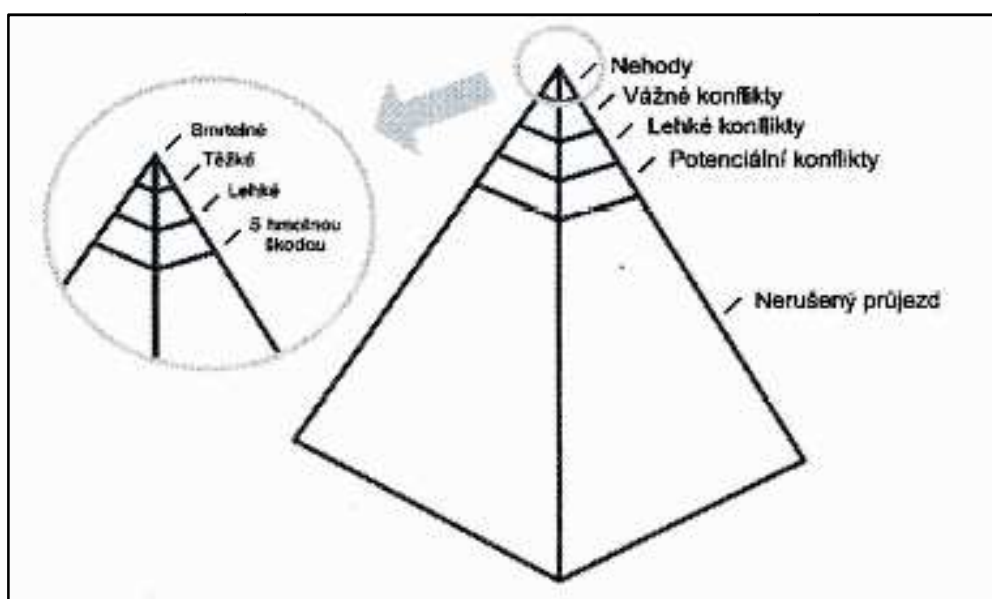
Z obrázku je pak patrné, že silniční síť je zaplněna místy DN, které byly evidovány do statistik a vypadá to, že na našich pozemních komunikacích není snad místo, kde by ještě nebyla dopravní nehoda. To není daleko od pravdy, případě rychlostních komunikací a dálnic v ČR, jsou jednotlivá místa od sebe vzdáleny na metry či stovky metrů.

Na zamyšlení je zde stále mnoho dalších otázek :

- Je opravdu místo kde se stala DN rizikové ?
- Jsou místa kde riziko hrozí a DN se zde nestala ?
- Není více rizika, které nikdo nezaznamenal ?
- Máme ho dle čeho posoudit ?
- Kdo určí, že je zde riziko a jakým způsobem ?

Pokud se budu snažit odpovědět na tyto otázky, dostanu se hlouběji do problému rizikovosti pozemních komunikací. Budou se mi vytvářet další otázky a na ty budu opět hledat odpovědi.

Prvotní zjištění je, že DN jsou jen špička ledovce v problematičnosti rizikovosti. Plně se ztotožňuji s názorem o pyramidě bezpečnosti (obr. č. 3), kterou publikovalo v metodice Centrum dopravního výzkumu. V metodice nazvané Sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů zde experti CDV vytvořili tzv. pyramidu bezpečnosti, která zahrnuje celé spektrum událostí v provozu, a to od nerušených průjezdů přes konflikty a nehody. Zúžování pyramidy naznačuje zvyšování závažnosti události a jejich následků, zároveň však jejich klesající četnost [4].



Obrázek 3: Pyramida bezpečnosti, zdroj: [5].

Z obrázku je pak patrné, že nehody jsou procentuálně zanedbatelné s porovnáním s nerušeným průjezdem. Proto se v této práci zabývám stanovením rizik dané komunikace z pohledu stavu a jednotlivých prvků, které toto riziko nerušeného průjezdu mohou značně ovlivňovat. Při nerušeném průjezdu dochází k ohrožení všech zúčastněných účastníků.

Ohrožení je stav, kdy dochází ke změně bezpečného stavu vlivem vnějšího či vnitřního nebezpečí na nový stav, ve kterém hrozí změna současného stavu do nového. Vlivem ohrožení dochází často u živých organismů ke snaze tuto hrozbu eliminovat [6].

Ohrožení může být jak skutečné, fyzické, ohrožující samotnou existenci bytí, tak i teoretické, které pouze vyvolává pocit strachu a neohrožuje přímo jedince, ale narušuje jeho psychickou pohodu [6].

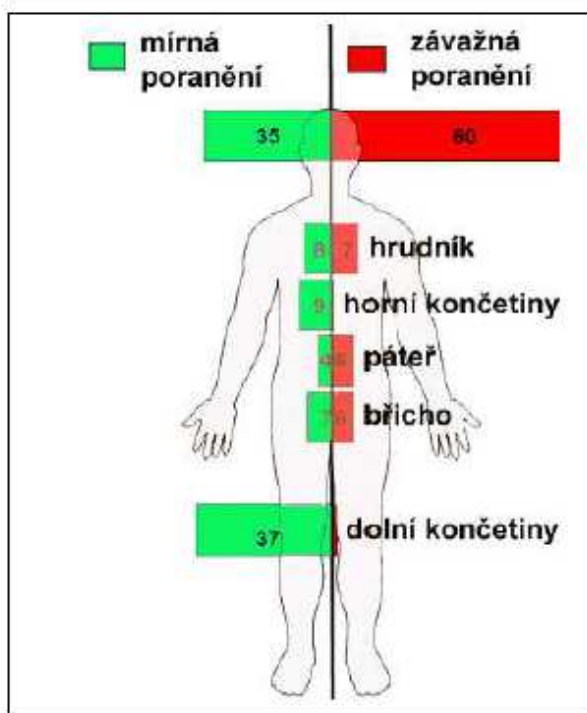
1.2.1 Ohrožení osob

Osoba jako účastník silničního provozu se může vyskytnout v mnoha podobách (řidič, spolujezdec, chodec, cestující MHD, atd.).

Mezi nejvíce ohrožené účastníky silničního provozu řadím chodce. Dle světových statistik každý rok, přijde více než 270 000 chodců o život na silnicích. Mnozí opustí své domovy, a v daný den se již nevrátí. Globálně, je to 22% ze všech dopravních nehod a v některých zemích je tento podíl vyšší než dvě třetiny všech úmrtí v silničním provozu. Miliony chodců jsou smrtelně zraněny, většina z nich má trvalé zdravotní následky.

V České republice bylo dle statistik MD v roce 2013 evidováno 3 243 dopravních nehod za účasti chodce a motorového vozidla. Zranění utrpělo 3 262 osob a usmrceno bylo 159 [7]. V rychlém přepočtu je to každý třetí den, kdy se někdo nevrátí domů. Každý den si tři odnesou zranění a nemilou vzpomínku do budoucna. Tak hovoří statistiky za rok 2013.

Relativní rychlost vozidla vůči chodci je zpravidla z hlediska destruktivních účinků na chodce značná. Při střetu je nejčastější poranění dolních končetin (37 %). Druhým nejčastějším poraněním je poranění hlavy (35 %). Dále jsou zde zraněním vystaveny horní končetiny (9 %), břicho (8 %) a páteř (4 %). Nejzávažnějším poraněním jsou charakterizována poranění hlavy a to z 80 %. Všechny uvedené hodnoty byly zjištěny na základě průzkumu čtyř vyspělých států světa (USA, Japonsko, Austrálie a Německo) [8].



Obrázek 4: Podíl poranění jednotlivých částí těla chodce při srážce s vozidlem, zdroj: [8]

Pokud se budu zabývat ohrožením osob, přímo se podílejících na jízdě motorového vozidla. Statistiky hovoří o 23 655 zranění za rok 2014 při celkových 85 859 dopravních nehodách evidovaných a šetřených PČR[6].

Tyto čísla pak v tabulkových porovnání s předešlými roky mají stagnující charakter. Na zamyšlení jsou pak čísla ze statistik, kdy v porovnání ze Slovenskou republikou máme pětinasobek dopravních nehod za sledovaný rok.

1.2.2 Ohrožení vozidla

Základní prvek pohybu na pozemní komunikaci je vozidlo. V zákoně č. 361/2000 Sb., zákon o silničním provozu, máme rozdělení na základní typy:

- **motorová** vozidlo je nekolejové vozidlo poháněné vlastní pohonnou jednotkou a trolejbus
- **nemotorová** vozidlo je vozidlo pohybující se pomocí lidské nebo zvířecí síly, například jízdní kolo, ruční vozík nebo potahové vozidlo
- **tramvaj** kolejové vozidlo sloužící pro přepravu osob

Při provozu na pozemních komunikacích, dochází ve většinovém podílů k bezpečnému průjezdu, jak nám ukázala pyramida bezpečnosti. Nicméně roce 2014 pak bylo 85 859 průjezdů, které neskončili bezpečně, ale dopravní nehodou. Škoda při DN byla vyčíslena na výši 4 933 mil. korun. V průměru je škoda na jedno zúčastněné vozidlo 57 457,- Kč [7].

Vozidlo je konstruováno jako dopravní prostředek, ale zároveň je kladen zvyšující se důraz na bezpečnost osádky. Objevují se i první vlašťovky v automatizaci dopravních prostředků, pro odstranění největšího rizikového faktoru a to řidiče samostatného (projekty SARTRE, DRIVE C2X, CityMobil2).

1.2.3 Ohrožení nákladu

Silniční nákladní doprava přepraví za rok dle statiky ministerstva dopravy v průměru 353 227 tis tun zboží. Silniční doprava pak tvoří hlavní proud přepravy a to v průměru 78 % z celkové přepravy u nás [7].

Jednotlivé riziko na pozemních komunikacích pak ohrožuje nejen vozidlo jako takové, ale i náklad. V případě že dojde k dopravní nehodě, dochází ve většině případů k znehodnocení nákladu a takto i ke značné škodě na majetku.

Problém je v typu nákladu a v následné možné škodě, ke které může dojít. Přepravují se nebezpečné náklady dle evropské dohody ADR. Při dopravních nehodách těchto vozidel pak dochází k poškození pozemní komunikace a jejího okolí. Ohrožení životního prostředí, nebo ohrožení lidských životů v závislosti na místě DN.

K ohrožení nákladu dochází i ze strany samotného řidiče. Mnoho řidičů opomíjí důkladné upevnění nákladu dle předepsaných norem.

1.2.4 Ohrožení komunikace

Ohrožení komunikace dochází při vzniku dopravní nehody. Dá se hovořit o ohrožením a následném poškozením přímém a nepřímém.

Přímé - k přímému dochází působením fyzikálních sil na komunikaci, vzniklým při dopravní nehodě. Dojde k poškození některých částí vozovky a zařízení (koruna, zemní těleso, svodidlo, dopravní značení, atd.) tak, že poškození vyžaduje opravu.

Nepřímé - vytvořena dopravní nehoda způsobuje dopravní problémy v místě (zácpa, kolony, rizikový průjezd v místě, atd.). Dopravní problémy pak působí na pozemní komunikaci po své stránce a způsobují další škody. Škody vznikají účastníkům provozu, tak i samostatné komunikaci místě a blízkém okolí. Dochází k jejímu poškození zvýšenou dopravou, rizikovými průjezdy)

1.2.5 Ohrožení prostředí a ostatní infrastruktury

Ohrožení prostředí při provozu na pozemní komunikaci je značné. Jednotlivá rizika spojená s motorovými vozidly a jejich kolizemi či nehodami, ovlivňují a ohrožují blízké okolí. Vezmu-li v úvahu působení jedoucího vozidla na prostředí po stránce fyzikální, výsledek je děsivý. Docházím k závěru, že se jedná o nebezpečný předmět, dalo by se říci i zbraň. Ta může bourat, drtit, lámat a brát lidské životy.

Prostředí je ohrožováno jako takové i po dlouhodobé stránce. Hlavně působením škodlivých prvků vznikajících při provozu motorových vozidel. Tyto prvky ovlivňují živočišnou, rostlinnou a geologickou stánku prostředí.

1.3 Vstupní úvaha (hypotéza)

Moje hypotéza v této diplomové práci je, že riziko by nemělo být definováno pouze svým následkem (tj. počtem mrtvých, zraněných, celkové vzniklé škody apod.), ale příčinami, tj. okamžitými hodnotami a vlastnostmi účastníků dopravy, podílejících se na riziku - viz výše upřesnění pojmu riziko.

Proto se zabývám stanovení rizika jako prvku prevenčního, který může pomoci předcházet následkům. Zobrazení rizikovosti v GIS, dle přesně daných pravidel, by napomohlo

Poznámka autora:

O rizikovosti trasy, úseku, místa pozemní komunikace, chci vědět dřív, než se stanu jen následkem a statistickou položkou pro stanovení nehodovosti na pozemní komunikaci.

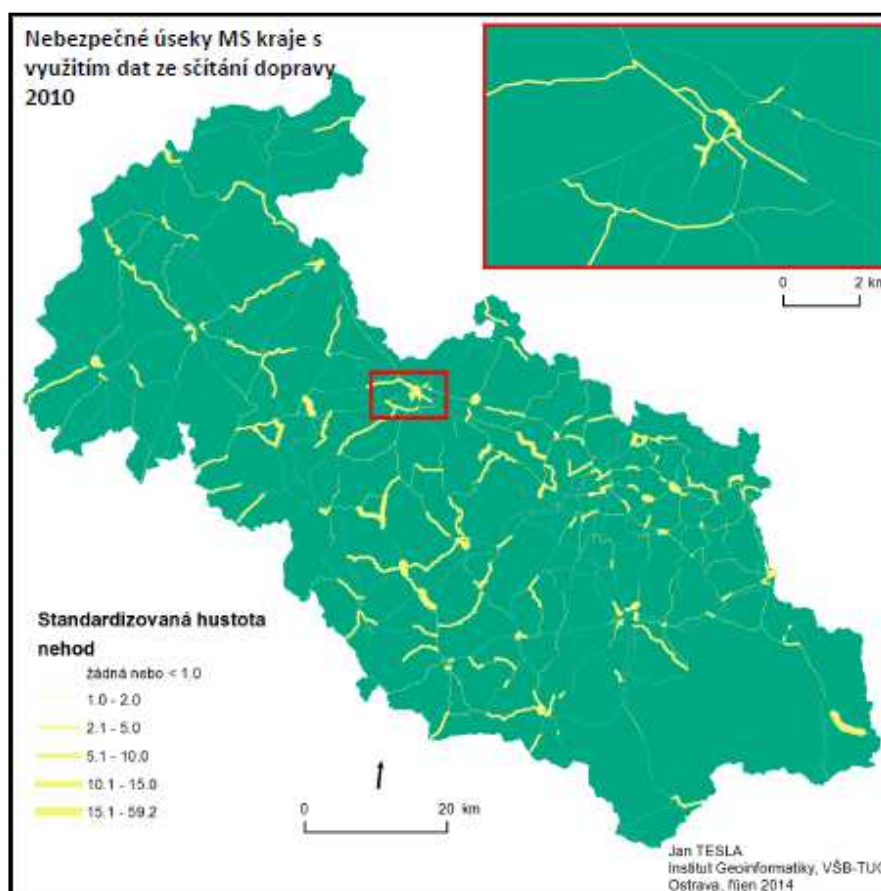
nejen složkám integrovaného systému, ale i ostatním.

2. Shrnutí současného způsobu hodnocení rizika a jeho předcházení

V dnešní době se stanovuje riziko mnoha způsoby. Všechny vycházejí ze základního stavebního prvku a to ze statistik dopravních nehod z dílny PČR. Policie sbírá data potřebná k odlišení jednotlivých nehod pro možnosti eliminace rizik všeho druhu.

Statistická data jako prvek přidávající se do různých metod hodnocení. Všechny metody vychází z následků. Pomocí jednotlivých metod pak složitými výpočty sestavují možné odhady nastávajících následků.

Příkladem mohu uvést velice zajímavý projekt Rizikové úseky silnic z pohledu dopravních nehod, z dílny institutu Geoinformatiky VŠB TU Ostrava, tvůrci Ing. Tesla a Ing. Ivan, Ph.D. Tento projekt se zabývá zpracováním dat o dopravních nehodách z NDIC s následným vyhodnocením. Úspěšně lokalizuje rizikové úseky silnic za použití extenze SANET pro Esri ARC GIS pro hodnocení nehodovosti v ČR. Projekt si klade za cíl kompletní posouzení prostorové distribuce dopravních nehod a jejich shlukování. Využívá prostorovou analýzu konkrétních výskytů DN v silniční síti a stanovení kritických segmentů silniční sítě [9]. Na obrázku č. 5 je zobrazený možný výstup projektu nebezpečných úseku v dané mapové oblasti.



Obrázek 5: Nebezpečné úseky MS kraje, zdroj: [9]

2.1. Hodnocení rizikovosti úseků pro práci dopravních policistů

Dopravní policie je dnes velmi omílanou složkou pro občany ČR, o které slyšíme ve zprávách, televizi, čteme v novinách. Ale málo kdo ví, co vlastně všechno dělají, jak se člení. Co mají na starosti, kde všude je můžeme potkat. Proto si rozdělíme dopravní policisty a pro každou skupinu si rozebereme hodnocení rizikovosti.

Základní rozdělení dopravní policie:

1. Skupina silničního dohledu
2. Skupina dopravních nehod
3. Skupina dopravních inženýrů
4. Specializované útvary - Dálniční oddělení

Každá tato skupina má specifickou pracovní náplň, proto je i zde posouzení rizikovosti úseků pro jejich práci nezbytné a dosti opomíjené. V případě, že by projekt hodnocení rizikovosti jako takový byl reálně a plně vytvořen, přineslo by to pro práci dopravní policie mnoho užitečných informací a ušetřeného času. Vytvořil jsem u každé této skupiny koncept s návrhem vlastních kroků, v rámci využití Checklandovy metodologie měkkých systémů. K názorné ukázce, jak by to mohlo fungovat.

Dopravní policista

Dopravní policista je zaměstnanec MV a jako takový, zaměstnanec státu. Jeho hlavním úkolem je vykonávat dohled nad bezpečností a plynulostí silničního provozu a spolupůsobit při jeho řízení.

Náplní jeho práce je pak kontrola dodržování pravidel silničního provozu, zastavování dopravních prostředků a podílení se na kontrole technického stavu motorových vozidel. Jednoduše řečeno, dohlíží tedy na dodržování ustanovení jednotlivých zákonů týkající se vozidel a provozu po pozemních komunikacích, jako třeba:

- z. č. 361/2000Sb., Zákon o provozu na pozemních komunikacích,
- z. č. 56/2001 Sb., Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích
- z. č. 168/1999 Sb., Zákon o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla
- z. č. 40/2009 Sb., Zákon trestní zákoník
- z. č. 13/1997 Sb., Zákon o pozemních komunikacích

Další činností je pak kontrola úrovně dopravního značení a jeho správnost. Odhaluje dopravní přestupky a zjišťuje jejich pachatele. Řeší dopravní nehody. Patří sem také zjišťování, odhalování a dokumentování trestných činů, spáchaných v souvislosti s porušením pravidel provozu na pozemních komunikacích u trestných činů, na které zákon stanoví trest odnětí svobody, jehož horní hranice nepřevyšuje 3 roky, včetně zkráceného přípravného řízení.

Ke každé z této činnosti je PČR vymezená složka dopravní policie, která se zabývá podrobněji jednotlivými úkoly náplně práce dopravního policisty, tak, aby došlo k zlepšení efektivnosti a profesionalizaci daného problému, a takto odstranění neznalosti hloubky daného problému. Proto můžeme rozdělit dopravní policisty následovně:

2.1.1. Skupina silničního dohledu (I. skupina)

Tito policisté vykonávají službu ve služebním obvodu formou pěších hlídek, nebo ve služebním motorovém vozidle na přesně zadaných pozemních komunikacích. Dobu služby mají nerovnoměrně rozloženou, podle potřeby pracují přes den i v noci. Jejich přímým úkolem je tedy dohled nad silničním provozem a dodržováním zákona řídící provoz na pozemní komunikaci. Odhalují přestupkové jednání účastníků silničního provozu a řeší přestupkové jednání řidičů v blokovém řízení, nebo oznámením do správního řízení. K tomuto výkonu a dohledu používají mnoho specializované techniky, která buď dokumentuje nebo přímo odhaluje přestupky (radar, digitální fotoaparát, kameru...).

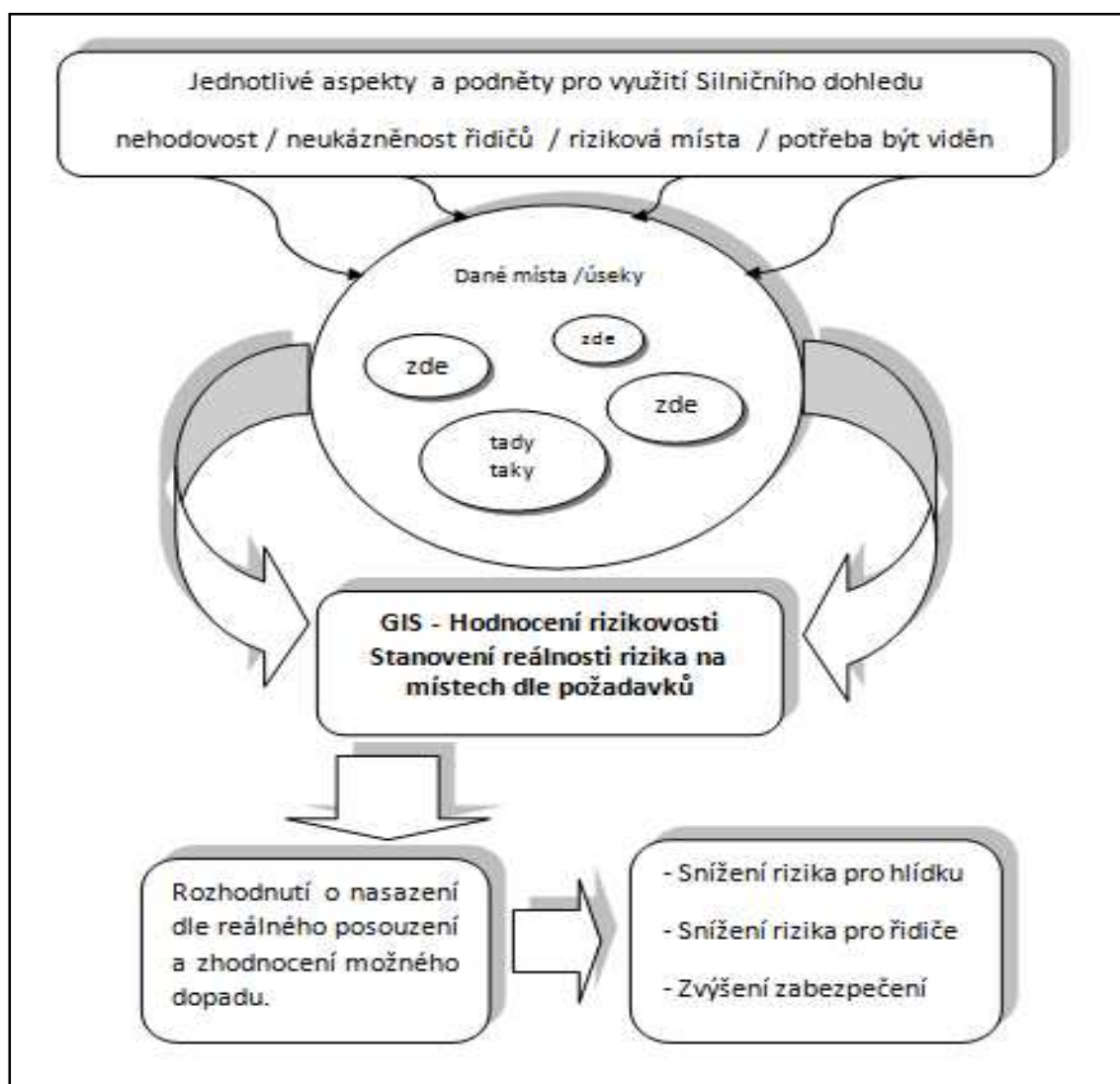
Je patrné, že jejich hlavní činností je pak dohled nad provozem, vykonávání silničních kontrol, při kterých se pohybují na pozemních komunikacích a to na předem stanovených místech a úsecích. Tyto místa a úseky jsou stanoveny na základě mnohých aspektů, které policie obdrží nebo je vyhodnocuje. Není v současné době používány žádný nástroj, který by mohl pomoci vedoucím pracovníkům k zhodnocení rizikovosti daného místa či úseku.

Jediné co se ve velké míře užívá je místní znalost a pak následné připomínky a zhodnocení daného místa. Z tohoto pohledu je již ale pozdě, zhodnocovat co se mohlo stát, nebo co se již stalo. Musíme předcházet riziku a takto zvyšovat bezpečnost nejen policistů, ale i ostatních účastníků silničního provozu. Následné zhodnocení by mohlo mít fatální následky.

Zde je pak prostor pro tento projekt. Stanovení místa pro vykonávání prac. činnosti z pohledu rizikovosti tak, aby se stanovilo místo dle možností reálnosti rizika, ale také s přihlédnutím, co hlídka umístěna na neefektivním a nebezpečném místě může napáchat za škody. Je potřeba riziko snižovat a ne ho ještě zvyšovat. Řidiči jsou značně nervózní při pohledu na fungující hlídku dopravní policie v blízkosti silnice, vykonávající kontroly motorových

vozidel. Je zde zvýšené riziko nepozornosti, a pak následné zvýšení riziko kolizních situací, které často vyústí do dopravních nehod.

Na obrázku č. 6 je pak vytvořen konceptuální model jak by se měl řešit problém s umístěním hlídek na dané stanoviště za použití projektu.



Obrázek 6: Konceptuální model pro skupinu dohledu, zdroj : vlastní tvorba autora

2.1.2. Skupina dopravních nehod (II. skupina)

Jedná se již o specializované pracoviště dopravních policistů, kdy tato skupina se soustředí na vymezené působíště, ve většině případu ohraničení daným okresem města. Zabývá se vyšetřováním dopravních nehod a vyjíždějí k dopravním nehodám, kde provádí zadokumentování dopravní nehody, ohledání místa dopravní nehody a dále pak vede celé šetření, jehož cílem je řádné objasnění příčin a zavinění vzniklé dopravní nehody. Během vyšetřování dopravních nehod také samozřejmě dohlíží na bezpečnost a plynulost silničního provozu. Pracují na pozemních komunikacích v příslušně daném úseku.

Jako již u výše uvedených policistů dopravního dohledu, tak i skupina dopravních nehod tráví většinu pracovní doby na pozemní komunikacích. Jejich činnost je již ale specifikována především na zpracování dopravních nehod. Jejich výjezdy jsou na místa, které nemohou ovlivnit, ale jsou dány okolnostmi vzniku dopravních nehod. Při jejich výkonu pak je reálné nebezpečí a riziko spojené :

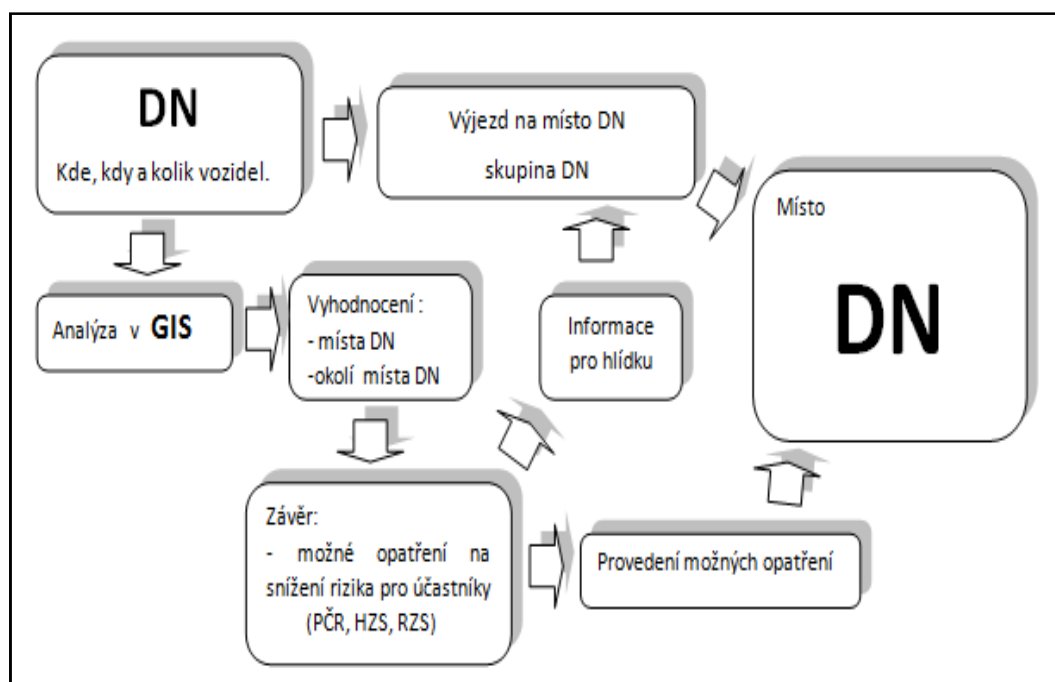
- s provozem na daném místě
- s místem vzniku DN (město, silnice I. třídy, křižovatka, rychlostní komunikace, atd..)
- povětrnostní podmínky (zima, mlha, déšť, noc, den, atd..)

Pro zvýšení jejich bezpečnosti pak není možnost v současné době více udělat. Dané prostředky a podklady nejsou. Opět se vychází jen z místní znalosti jednotlivých policistů.

Možnost využití projektu by hlídce jedoucí na místo mohla pomoci zjistit informace, které by aktuálně poskytla zpět dispečinku, který by tak již dopředu mohl začít provádět opatření ke zvýšení bezpečnosti pro všechny zúčastněné. Zkušenosti a pocity mnoha policistů jsou stejné, mají pocit, že jsou jak na střelnici. Každé projíždějící auto je možné riziko. Jde zde o život.

V případě tohoto projektu je včasná reakce a stanovení rizika důležité, a to i v případě, že není pro danou chvíli užitečná. Vždycky je lépe vědět více než méně.

Na obrázku č.7 je vytvoření názorný konceptuální model pro skupinu dohledu a daného pracovníka, který by takto mohl rozhodovat. Musíme opět přihlédnout na to, jak to může fungovat při úplném zprovoznění projektu.



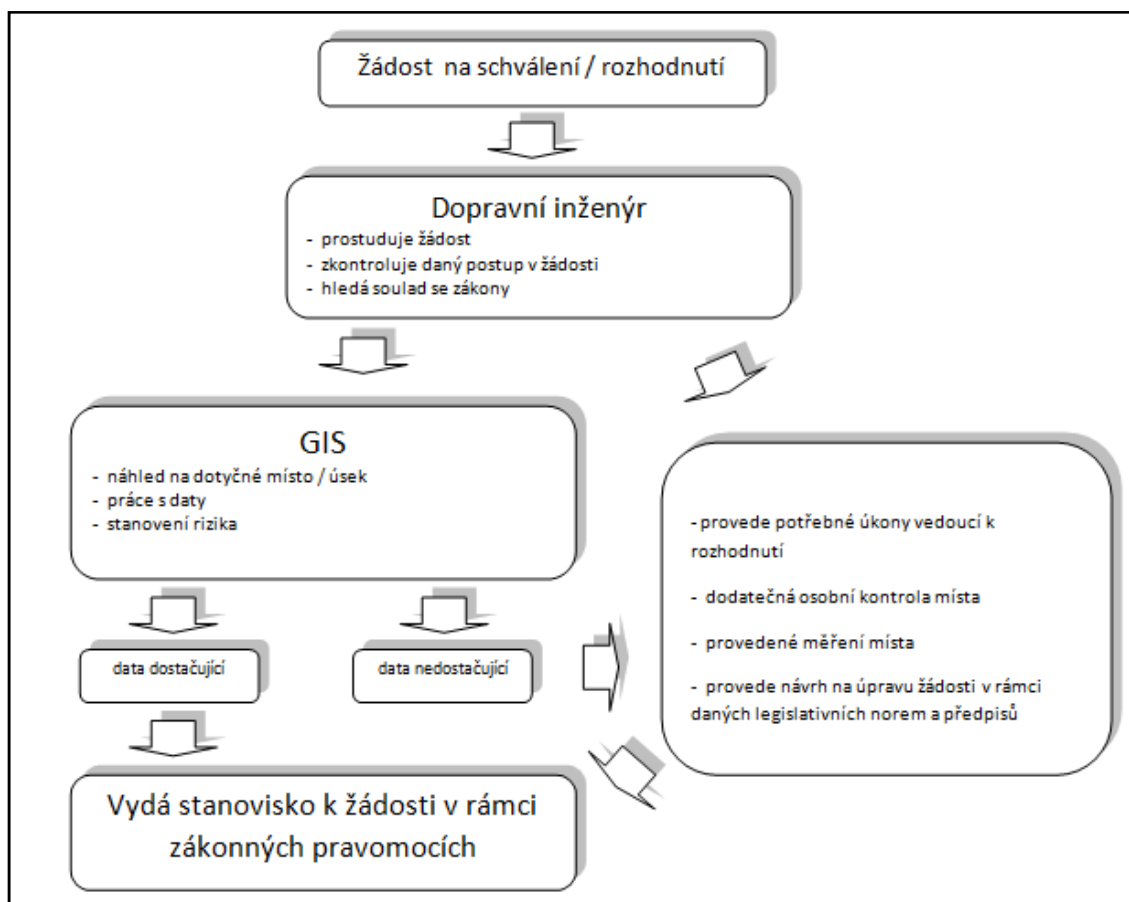
Obrázek 7: Konceptuální model pro skupinu Dopravních nehod, zdroj:vlastní tvorba autora

2.1.3. Skupina dopravních inženýrů

Dopravní inženýři (policisté) zařazení na tomto pracovišti vydávají orgánům státní správy a samosprávy, právníkům nebo fyzickým osobám stanoviska, příp. vyjádření týkající se dopravně-inženýrské problematiky, potřebná pro řízení probíhající v působnosti silničních správních a stavebních úřadů.

Dopravní inženýr se pohybuje na pozemní komunikaci při dohledu nebo při kontrole činnosti jemu příslušející. Jeho pracovní činnost je tak soustředěna převážně do kanceláře. Přesto ovšem potřebuje mít možný přehled o jednotlivých úsecích a místech na pozemních komunikacích. Proto vykonává časté výjezdy na dané místa, aby je mohl jednotlivě zhodnotit, a pak dle platných předpisů a zákonu rozhoduje a vyjadřuje se. Zde je velké místo pro projekt hodnocení rizikovosti úseků tak, aby mohla být část jejich práce urychlena a omezena. Dopravní inženýr nahlédne do systému GIS, zobrazí si patřičné místo a může pracovat s daty. V případě pochybností pak ještě může absolvovat návštěvu daného místa.

Pro tento druh činnosti dopravního inženýra jsem vytvořil konceptuální model pro snadnější představu, jak by to mohlo za daných podmínek fungovat obr. č. 8.



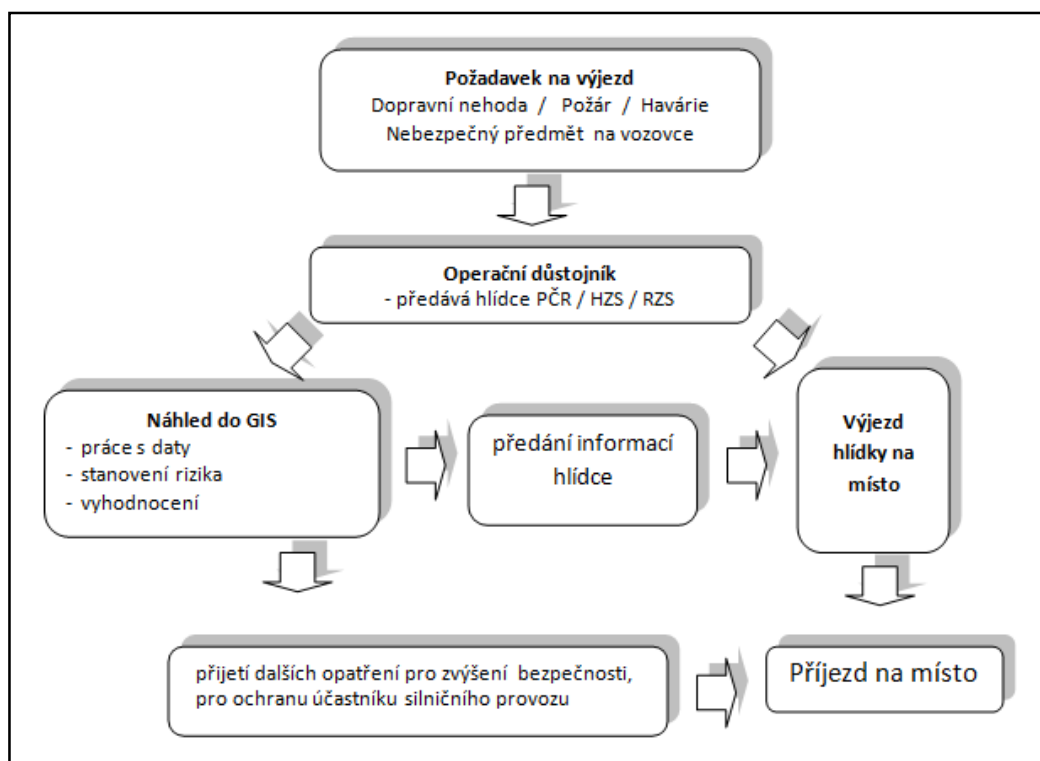
Obrázek 8: Konceptuální model pro Dopravního inženýra, zdroj: vlastní tvorba autora

2.1.4. Dálniční oddělení

Zde je další specifikace asi nejrozsáhlejší činnosti dopravní policie, která rovněž spadá do skupiny dopravních nehod. Je zde ale mnoho dalších povinností a činností, protože dálniční policie je spojení několika oborů policie do jedné složky.

- Zahrnuje práci :
- Silniční dohled (viz. výše)
 - Skupinu dopravních nehod (viz. výše)
 - Pořádkové policie

Jedná se o policisty, kteří zahrnují všechny tyto typové činnosti a musí se v nich orientovat. Jejich revírem je pak dálnice a rychlostní komunikace. Zde provádějí specifické činnosti za použití speciální techniky a zařízení. Těleso pozemní komunikace je velmi rizikové pracoviště s přihlédnutím na okolnosti popisující pro každého známé podmínky provozu na rychlostních komunikacích a dálnicích. Reálné nebezpečí násobené rychlostí vozidel, které se na této komunikaci nacházejí. Zde je využití projektu v plné míře a rozsahu velmi žádané. Je zapotřebí koordinovat několik složek záchranného integrovaného systému na jednom místě a zabezpečit je po stránce co možné největší ochrany. Riziko plyne z provozu, dopravního řešení daného místa, povětrnostních podmínek. Pro daný typ jsem vytvořil konceptuální model pro usnadněný postup viz obr. 9.



Obrázek 9: Konceptuální model pro Dálniční oddělení, zdroj: vlastní tvorba autora

2.2. Technická opatření

2.2.1. Opatření ochrany osob

Pro ochranu osob volně se pohybujících po pozemní komunikaci nebyla zatím vynalezena žádná ochranná pomůcka, která by měla v účinné míře eliminovat újmu zdraví. V mnoha případech se povinně využívají reflexní vesty, a to jako prvek pro zvýšení viditelnosti člověka pro další účastníky silničního provozu.

Přímá technická opatření pro zabezpečení osob na pozemní komunikaci můžeme vidět při práci správce komunikace ŘSD. Používají mnoho metod doplňkového dopravního značení pro práce na silnici a to tak, aby alespoň trochu snížili riziko pro své pracovníky při pohybu po pozemní komunikaci.

Nejčastěji používají tyto prvky a jejich kombinace:

- snížení rychlosti na daném úseku (pojízdné, stálé)
- uzavření jízdního pruhu (pojízdné, stálé), vytýčení jízdního pruhu (kužely)
- označení DZ práce na silnici
- vytvoření pevné tlumící překážky (vozík s DZ)
- reflexní označení pracovníků

Všechny tyto prvky jsou k dispozici pro pracovníky ŘSD, odborné firmy provádějící opravy, ne IZS pro zvládnutí krizové situace v podobě havárie či dopravní nehody.

Největší problém je ale ochrana osob jako jedinců v silniční dopravě. Ať se už jedná o chodce, cyklistu nebo řidiče motorového vozidla. Pro tyto osoby pohybující se na pozemní komunikaci platí obecná pravidla, vycházející se zákona č. 361/2000 Sb., Silniční zákon. Tyto pravidla mají pak za úkol snižovat rizikovost situací, které vznikly na pozemní komunikaci za účasti výše jmenovaných osob.

2.2.2. Opatření ochrany nákladu

Ochrana převáženého nákladu vychází z ČSN EN 12 195-1, ČSN EN 12 195-2, ČSN EN 12 195-3, ČSN EN 12 195-4, které nám přesně vymezují jak, čím, kde a proč zabezpečit náklad. Při řádném dodržování těchto norem můžu říci, že je uděláno vše pro ochranu nákladu. V dnešní době ale převážná část řidičů neví nic o normách a náklad zabezpečují nedostatečně, spíše jen ledabyle na první pohled a pro oko možného kontrolního orgánu. Z vlastní zkušenosti můžu uvést, že 8 z deseti zastavených nákladních vozidel nad 7,5 t, bude mít špatně zajištěný náklad a takto bude vystaven postihu ve formě blokové pokuty za přestupek. Proto je hlavním faktem řádně zajistit náklad.

2.2.3. Opatření ochrany vozidel

Vozidla jako taková nemají prvky na ochranu sebe jako celku. Mají ochranné prvky na zvýšení ochrany cestujících jedoucích v něm. Zde pak hovoříme o pasivních a aktivních bezpečnostních prvcích. Vozidla jsou vytvářena jako dopravní prostředek pro člověka, jeho ochranu a jsou brány jako spotřebitelský prvek.

V případě, že bych měl vytvořit ochranný prvek pro vozidla, musely by se měnit zákony a zpřísnit sankce za jejich porušování. Protože řidič je odpovědný za vozidlo jako takové. Definice vozidla by se dala přetvořit na definice zbraně tak, aby si řidič uvědomil odpovědnost při usednutí za volant svého vozu.

2.2.4. Opatření ochrany komunikace

Komunikaci jako takovou můžeme ochránit zvýšenou kvalitativní činností složek IZS, tak aby nedocházelo ke zbytečným prodlevám při odstraňování dopravních nehod a havárií. Zvýšením dohledu represivních složek a takto usměrněním rostoucího rizika při provozu motorových vozidel by došlo ke snížení DN a havárií. To by mělo také jako důsledek snížení poškození komunikace.

Velký podíl, který má vliv na poškození pozemních komunikací je fakt, že v ČR je v průměru 78% přepravovaného zboží přepravováno silniční dopravou. Velké zatížení silnic pak způsobuje škody na komunikacích i na okolním prostředí. Zde by byla možnost převést část přepravy zboží na železniční dopravu. Znamenalo by to pobídky ze strany státu, aby se železniční doprava stala atraktivnější než silniční.

Ochrana komunikací může nastat i použitím vhodných metod a materiálů na jejich opravy nebo nové výstavby. Ne vždy je oprava provedena v souladu s požadavky daného místa, v závislosti na zatížení a intenzitě dopravy. Následně dochází k častému poškození daných úseků a vznikají nové rizikové prvky na komunikaci.

2.2.5. Opatření ochrany prostředí a ostatní infrastruktury

Ochrana prostředí je prováděna v základním měřítku při výstavbě dopravní infrastruktury. Podoba ochrany je vidět v prvcích napomáhajících jak přímo, tak i nepřímo prostředí. Mluvím zde o zabezpečení silnic ochrannými bariérami, přechody pro zvěř, protihlukové stěny, atd.

Druhým měřítkem jsou opatření ochrany vytvářené na místě vzniku krizových situací. Tyto zajišťují převážně složky IZS a to v podobě kvalitní práce HZS. Jde zde převážně o požáry, uniky provozních kapalin či přepravovaných nebezpečných látek.

3. Výchozí nástroje hodnocení příčin rizika

3.1. Metody multikriteriální analýzy

Nedílnou součástí lidského konání je rozhodování a ne vždy je pak možné přijmout rozhodnutí bez použití matematiky. Jsou to taková rozhodnutí, která respektují určitá kritéria, které jsou často protichůdná a celkové řešení není na první pohled jednoznačné. Pro takovéto řešení složitých úloh používáme vícekriteriální rozhodování. Rozhodnutí je v kontextu vícekriteriální analýzy myšleno, výběr optimální varianty ze souboru variant potenciálně přípustných. Rozhodovatel má určitý postoj a určité preference, proto je i volba tzv. optimální varianty dosti individuálním počinem. Jednotlivý soubor kritérií nám pomáhá vybírat optimální varianty. Proto u vícekriteriálního rozhodování je důležitým krokem objektivní posuzování všech variant, vhodná volba kritérií, stejně jako stanovení vah.

Multikriteriální analýza (MCA) se zabývá hodnocením možných alternativ podle několika kritérií, přičemž alternativa hodnocená podle jednoho kritéria zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle kritéria jiného. Metody vícekriteriálního rozhodování poté řeší konflikty mezi vzájemně protikladnými kritérii. Jde o metodu, která má za cíl shrnout a utřídit informace o variantních projektech. Metoda se skládá ze čtyř navazujících kroků:

Identifikace alternativ a kritérií

Prvním krokem je vždy identifikace vlastních alternativ, mezi kterými se rozhodujeme a kritérií, která budeme chtít do analýzy zahrnout (tj. takových, která nám pomohou při výběru). Pro názornost je vhodné si sepsat alternativy a kritéria do tabulky, která nám později poslouží pro výpočet tak, že alternativy se nachází na řádcích a kritéria ve sloupcích. Pod hlavičku tabulky přidáme ještě jeden řádek na vepsání vah kritérií (viz krok 3) a za poslední sloupec vložíme ještě navíc sloupec pro bodové součty [10].

Ohodnocení (kvantifikace) kritérií

Nejdůležitějším krokem, který rozhoduje o výsledku analýzy, je číselné ohodnocení kritérií. Pokud je již kritérium číselná proměnná (např. cena, vzdálenost, doba aj.), lze využít přímo její hodnotu. Vždy je ale nutné provést transformaci tak, aby lepší varianta byla hodnocena vyšším (příp. nižším, což je méně obvyklé) číslem [10].

Přidělení vah (normalizace)

Jakmile jsou kritéria ohodnocena, je nutné jim přiřadit váhy tak, aby součin ohodnocení kritérií a vah odpovídal významu, který pro nás dané kritérium má. V případě, že jsme v předchozím kroku použili jednoduché (ordinální) očíslování alternativ, vyjadřují váhy vzájemný poměr důležitosti kritérií (v uvedeném příkladu je např. cena dvakrát důležitější

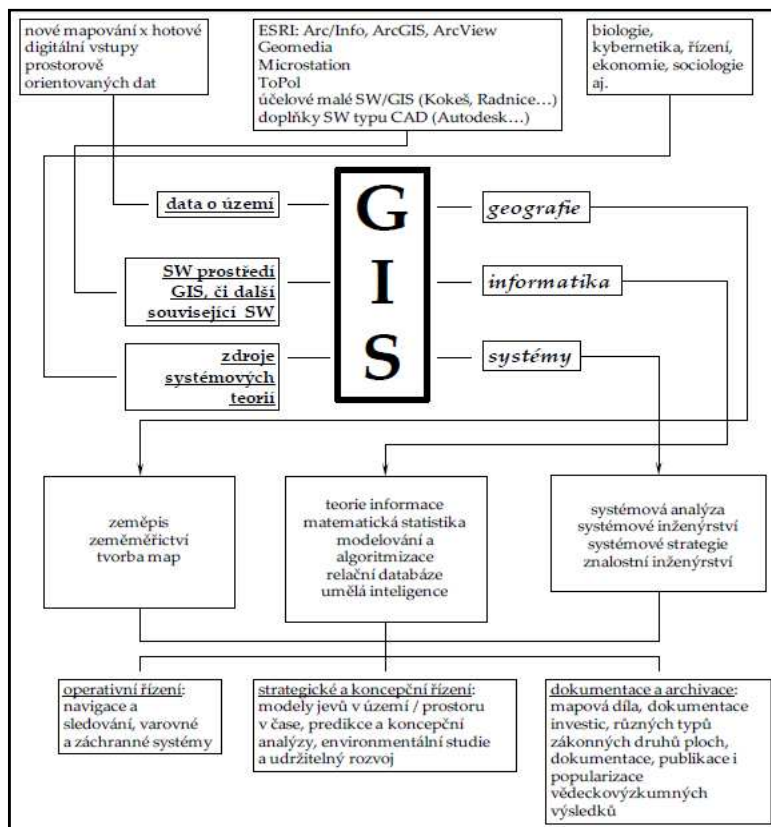
než pohodlí a dovolené). V opačném případě je nutné citlivě volit váhy proměnných tak, aby došlo při vynásobení váhou kritéria k přiblížení hodnot ohodnocení tak, aby se vzájemně ovlivňovaly (např. při posuzování délky výletu v km a převýšení v m bude pravděpodobně váha délky tisíckrát nižší) [10].

Výpočet ohodnocení

Výsledky výhodnosti jednotlivých alternativ na závěr získáme jako součty součinů ohodnocení alternativ v jednotlivých kritériích a vah těchto kritérií [10].

3.2. Technologie GIS

Technologie GIS jako taková vznikla koncem sedmdesátých let 20. století na základě zavádění počítačů a počítačové grafiky do práce architektů, environmentalistů a územních plánovačů. Ve spojení s nástroji relačních databází a s celkovým rozvojem automatizace inženýrských prací postupně rostla jak samotná intenzita využívání těchto počítačových činností, tak extenzivně i další rozvoj čím dál specializovanějších nástrojů. Ty v současné době netvoří jen samostatný inženýrský obor, ale již i více jeho specializovaných podoborů, a to jak v teoretických základech, tak v hardwarovém zajištění i softwarové výbavě [11]. Na obrázku č.10 je patrný konceptuální model, který nám ukazuje velice zjednodušeně použití GIS. Plný popis není v rámci této práce možné provést, v případě zájmu si každý čtenář může vyhledat odbornou literaturu.

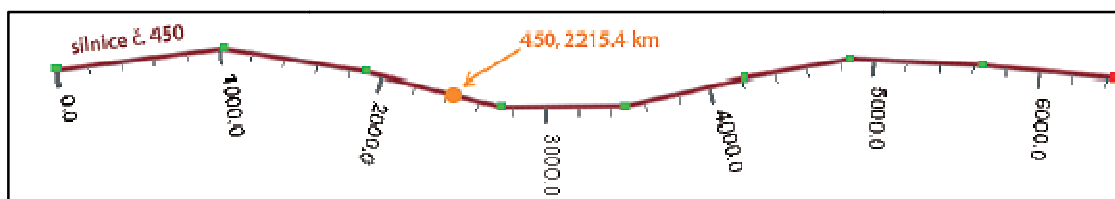


Obrázek 10: Konceptuální model GIS, zdroj: [12]

3.2.1. Nástroje technologie GIS pro liniové vrstvy

Nástrojů pro GIS existuje více. K největším tvůrcům ale patří společnost Esri, která vytvořila systém ArcGIS for desktop. Tento systém umí mnoho zajímavých věcí. Pro tuto práci stojí za zmínku Lineární referencování.

Lineární referencování umožňuje převést si příslušný úsek komunikace do linie, tedy do jednorozměrného prostoru. Na linii si pak zvolím místní bod, který určuje počátek a při pohybu po linii nám pro udání přesné polohy stačí jediná souřadnice (vzdálenost po linii od počátku). Proto se tomuto způsobu lokalizace říká lineární referencování. Souřadnice se pak označuje písmenem M [13].



Obrázek 11: Zobrazení trasy, zdroj: [13].

Na rozdíl od rovinného nebo zeměpisného souřadnicového systému, který existuje nezávisle na datových prvcích a v němž můžeme pomocí souřadnic X a Y vyjádřit polohu kteréhokoliv objektu v ploše i zkoumat vzájemné polohové vztahy různých objektů, je souřadnicový systém M definován vždy jen v rámci jednoho liniového prvku - trasy. Každá trasa má tedy svůj vlastní souřadnicový systém M [13].

Pro udání polohy na trase nemusíme znát souřadnice X a Y daného bodu, stačí znát označení trasy a vzdálenost od počátku. Tím odpadá nutnost zjišťování nebo zaměřování souřadnic. Naopak. Pokud tuto vzdálenost neznáme, můžeme použít k lokalizaci místa na trase i souřadnice X a Y. Výhodou je, že tyto souřadnice nemusí ležet přímo na trase, protože nástroj pro lokalizaci najde nejbližší bod na trase automaticky. Díky tomu můžeme na trase zjišťovat souřadnice X a Y s nižší přesností, což může snížit časové i finanční náklady [13].

Dokonce můžeme zaměřovat události i v případech, kde vlastní trasa je pro měření v terénu z jakýchkoliv důvodů nepřístupná nebo by měření na ní bylo rizikové (mapujeme úseky podemletého břehu řeky, silnici s hustým provozem, apod.). Body na trase můžeme zaměřovat z bezpečných míst v jejím okolí (ale pokud možno ve směru kolmém na trasu). Hlavní výhodou lineárního referencování je, že umožňuje velmi snadno definovat libovolné body a úseky na linii, aniž bych je musel fyzicky dělit nebo jinak zasahovat do její geometrické části [13].

Firma ArcGIS vytvořila nástroj pod názvem Arc Logistics. Tento nástroj pak umožňuje práci s liniovými vrstvami a je tak vhodným řešením pro zpracování tohoto projektu jako zásuvného modulu.

Představení nástroje Arc Logistics.

Je to kompletní řešení pro společnosti zabývající se dopravou a disponující vozovým parkem. Umožňuje optimalizovat nejen svoz a rozvoz zboží, ale i dopravu osob, a tím šetřit Vaše náklady a zároveň přispívat k ochraně životního prostředí [14].

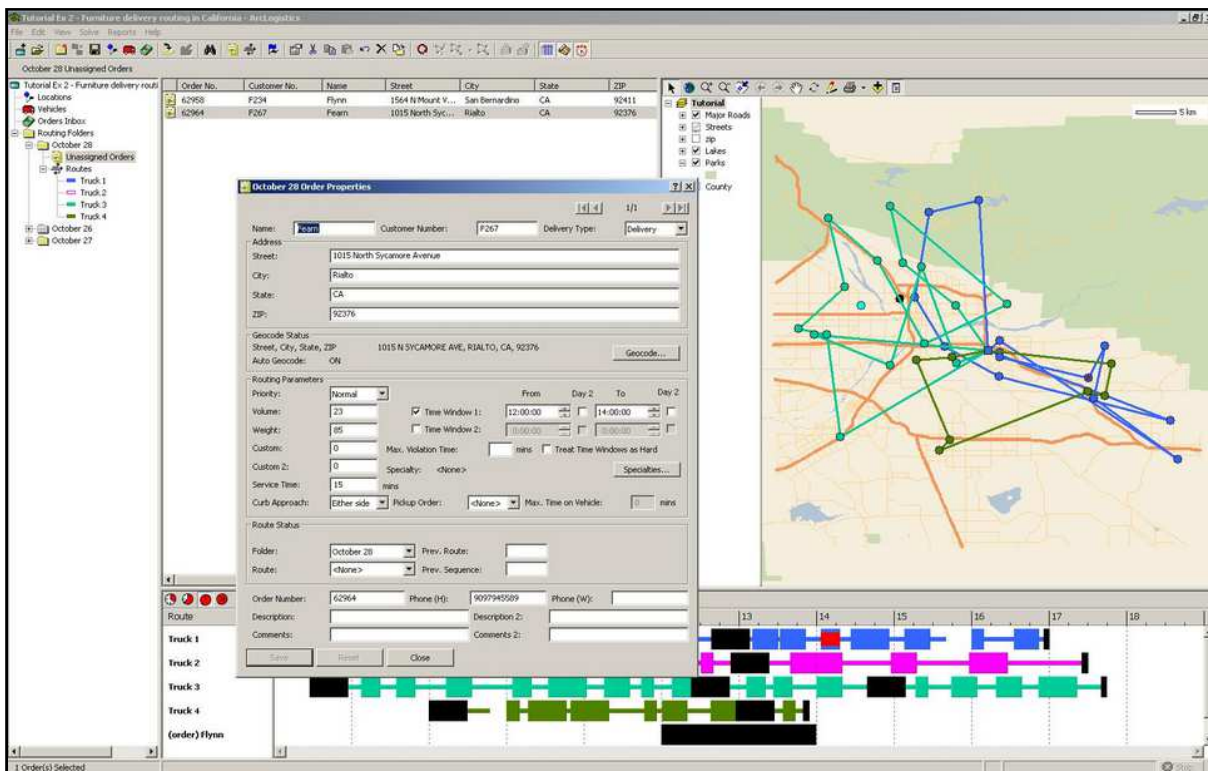
Určením se jedná o firmy zabývající se :

- osobní i nákladní dopravou
- integrovanou veřejnou dopravou
- kurýrními a rozvoznými službami

Tento nástroj umožňuje tyto nejdůležitější operace [14].

- v krátkém časovém úseku vytvořit přehledný rozvozný plán,
- stanovit přiřazení konkrétních vozidel na základě komplexních a vícedimenzionálních obchodních pravidel,
- minimalizovat vzdálenost trasy, ušetřit čas a peníze,
- optimalizovat zdroje na základě zohlednění atributů konkrétních vozů (kapacita vozidla, omezení, speciální výbava atd.),
- definovat přiřazení vozidel určitým zónám,
- optimální řešení dodávek typu pick-up and delivery,
- možnost dynamické optimální změny trasy (last minute objednávky),
- možnost importu objednávek z různých datových zdrojů,
- vytvářet podrobné a přehledné reporty,
- konfigurovat omezení uliční sítě (povolená rychlost, omezení jízdy nákladních vozidel apod.),
- využít vlastní nebo komerčně dostupná data.

Jedná se o funkční systém zprovoznění do posledního bodu, zabývající se plánováním, optimalizací a možnými řešeními v rámci dopravy. V každém jednotlivém úkolu zde můžeme zadávat mnoho popisných údajů, které ovlivňují výpočet optimální trasy viz. obr. č. 12.



Obrázek 12: Ukázka ArcLogistics, zdroj: [14]

Pro konečnou práci uživatele se jedná o velice kvalitně a přehledně zpracovatelnou podobu. V závislosti na potřebách uživatele jsou zde možné úpravy na míru. Nejedná se totiž o uzavřenou aplikaci. Nástroj můžeme rozšířit o ArcLogistics Navigator, který nadstavuje další úroveň plánování a možné úspory nákladů.

Z tohoto hlediska v něm vidím možný základní prvek pro rozvoj dalšího fungování tohoto projektu a implementování zobrazení rizikovosti úseků dopravní komunikace. Při plánování trasy by pak mohlo dojít k dalšímu možnému výběru. Brát v úvahu rizikovost celé trasy nebo jednotlivých úseků.

3.2.2. Účelový model dopravních komunikací v prostředí GIS

V dnešní době se používá mnoho nejrůznějších souborů prostorových dat pro dané projekty a v základu se vychází nejčastěji z datových zdrojů Zeměměřického úřadu, který je garant pro Českou republiku. Tyto podklady jsou pak odkupovány soukromým sektorem, který je dále rozvádí, upravuje a dále s nimi obchoduje jako se svým produktem.

Jako příklad můžeme uvést firmy Garmin, Ceda, Seznam.cz a.s. a mnoho dalších. Lze nalézt mapové podklady vytvořené na základě státních výzkumů a vývoje, které zadávají určitá ministerstva. Pro povahu tohoto projektu připadá Ministerstvo dopravy a Ministerstvo vnitra ČR. Dochází takto k šíření potřebných dat k široké veřejnosti a veřejné správě. Zde představím dva projekty a zhodnotím je z mého pohledu.

Projekt NEHODOVÁ MÍSTA

Tímto projektem se zabývalo Centrum dopravního výzkumu se spoluřešitelem VARS Brno a.s. Tento projekt je zaměřen na řešení bezpečnosti provozu s cílem snížit výskyt dopravních nehod.

Hlavním přínosem projektu:

- Data o nehodových lokalitách dostupná pro využití ve veřejné správě.
- Systémy pro podporu návrhu a sledování účinku operativních a dlouhodobých opatření pro odstranění nehodových lokalit včetně sledování finanční rentability s využitím dalších informací o silniční síti (dopravní intenzity z celostátního sčítání dopravy, pasport, videopasport, data z měření proměnných parametrů) [15].
- Pro účely přesné lokalizace byl vytvořen a zaveden do běžné praxe jednotný postup digitální geografické lokalizace dopravních nehod - všechny výjezdové skupiny PČR (více než 200) jsou vybaveny GPS a nástroji pro lokalizaci dopravních nehod [15].
- K dispozici jsou metodiky (Typologie vybraných nejčastějších typů dopravních nehod, Katalog protinehodových opatření, Metodiky identifikace a řešení míst častých dopravních nehod, Kolizní diagramy) a softwarové prostředky umožňující návrh dlouhodobých (dopravně-inženýrských) opatření [15].

Funkční projekt se skládá ze tří hlavních částí.

Sběr dat o dopravních nehodách - Touto agendou se zabývá Ministerstvo vnitra, které pověřilo PČR, tedy přesně dopravní policii, která sbírá potřebná data o dopravních nehodách. Každé výjezdové vozidlo skupiny dopravních nehod má k dispozici přístroj GPS, kterým zaznamenává přesnou polohu dopravní nehody. Kde samozřejmě nebudeme mluvit

o přesné poloze ale spíše přibližné poloze dopravní nehody. Každá nehoda má svůj děj, ten se neodehrává na přesném místě, nýbrž v určité oblasti či úseku. K připomenutí je taky i přesnost GPS přístrojů, která se pohybuje dle pokrytí satelitní sítě v rozmezí přesnosti +/- 7 až 15 metrů. Další informace, které poskytuje dopravní policie, jsou potřebná statistická data, která jsou přímo odpovědí na vytypované otázky. Tato data nám pak umožňují rozdělovat dopravní nehody dle mnohých aspektů (místa, zavinění, druhu střetu, ovlivnění, věku řidičů, obsahu vozidel, počtu jízdních pruhu na komunikaci, atd.). Poznámka autora - statistika dopravní nehody je noční můrou policisty. Všechna tato data jsou zanesena do systému, který nám následně lokalizuje dopravní nehody na mapě. Jedná se o samostatnou desktopovou aplikaci, která je propojena s celorepublikovým systémem Lotus Notes PČR, do kterého se provádí sběr dat.

Analytická část - Tato část pomocí získaných dat a údajů o dopravních nehodách analyzuje a nachází nehodové lokality na území České republiky, tyto lokality pak mají k dispozici dopravní inženýři a můžou s nimi dále pracovat a vytvářet odborné analýzy. Systém by měl nabídnout i vhodné řešení pro nalezené nehodové lokality a to v podobě protinehodových opatření. V tomto případě se také jedná o desktopovou aplikaci využívající programu ArcMap Editor. Tato aplikace není určena pro širokou veřejnost, ale pouze pro jedno odborné pracoviště, které se stará o zprávu, funkčnost a rozšiřování. Pracuje se na rozšířené verzi, která by umožnila přístup odborné veřejnosti k další možné práci s daty a možnostmi analýz [15].

Prezenční část - Tato část už je známá jednotlivým uživatelům, kteří do ní mohou nahlédnout na veřejně přístupných stránkách <http://infobesi.dopravniinfo.cz>. Zde jsou publikovány potřebné informace o dopravních nehodách a jednotlivých lokalitách. Jedná se tedy o jakýsi samostatný modul celorepublikového webového portálu, který nám zajišťuje poskytování informací. Aplikace obsahuje data o dopravních nehodách a také vrstvu lokalit, které analytická část vyhodnocuje jako nebezpečné [15].

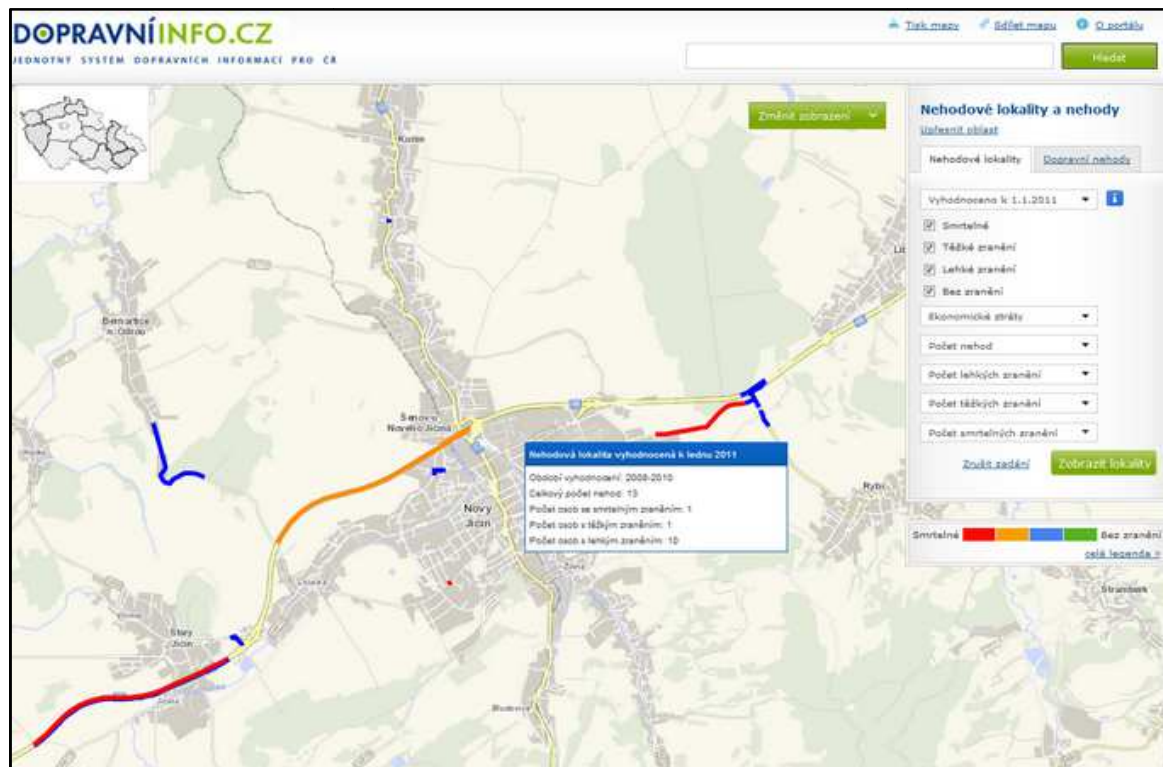
Výběrové nehodové lokality vznikají jednou za rok a to ze záznamů dopravních nehod, které jsou posbírány. Následně je zpracuje speciální program, který stanovuje lokality podle těchto kritérií:

- nejméně 3 nehody s osobními následky za 1 rok nebo
- nejméně 3 nehody s osobními následky stejného typu za 3 roky nebo
- nejméně 5 nehod stejného typu za 1 rok.

Je zde počítáno se vzdálenostmi mezi dopravními nehodami. Ta musí být menší než 250m, aby mohli být nehody sčítány pro jeden rizikový úsek. Dále je zde i vzdálenost pro křižovatky

nehody spojené s ní. Vzdálenost musí být do 125 metrů. Pak se jedná o nehodu posuzující jako nehodu v křižovatce.

Můžeme zde pracovat s oblastmi - silnice, kraj, okres, obec, ulice. Dle těchto kritérií nám pak mapa ukáže výsledek za námi požadované období viz. obr. č. 13.



Obrázek 13:Zobrazení nehodové lokality, zdroj: <http://infobesi.dopravniinfo.cz>

Z obrázku je pak patrné podle barvy, jak k vážným nehodám došlo v daném úseku. Dále je možné si tuto oblast dále rozčleňovat a pracovat s jednotlivými daty z dopravních nehod. Tak abychom měli přesné informace, co se vlastně na daném místě stalo.

Nevýhody této metody z mého pohledu jsou následující.

Celá metoda vychází z již provedených dějů dopravních nehod, které se staly. Jsou to nehody od roku 2008 až po současnost. Nezabývá se příčinami, jen následky dopravních nehod. Dle mého názoru nelze odhadnout přesné místo dopravní nehody, nýbrž jen její oblast za pomoci četností, bodových odhadů a shlukových analýz.

Poznámka autora:

Můj 4 léty syn, při pohledu na vytištěnou mapu viz. obrázek č. XX, se zeptal: " Co jsou ty puntíky tatínku na tom papíře." Já mu složitě vysvětlil, že tam dělaly autíčka BUM.

A jeho odpověď " Tatínku tady nebudeme jezdit."

Takže syn poznal nebezpečný úsek, bez jakékoliv analýzy, počítače programu jen tak pohledem a rozumem dítěte.

Projekt JEDNOTNÁ DOPRAVNÍ VEKTOROVÁ MAPA

Zde uvádím další funkční informační projekt od Ministerstva dopravy, které dalo podnět vypsáním projektu výzkumu a vývoje k zavedení Základní báze geografických dat v dopravě v GIS. Z tohoto projektu pak vznikla Jednotná dopravní vektorová mapa (JDVM), jako jakýsi nástroj synchronizace, optimalizace, sdílení a publikace dat o dopravní infrastruktuře ve vektorovém formátu.

JDVM obsahuje mnoho tematických vrstev týkajících se správného členění ČR (správní celky a sčítací obvody, zdroj ČSÚ) data o silniční, železniční, vnitrozemské vodní a letecké dopravě (zdroj jednotliví správci dopravní infrastruktury) a k tomu doplňující informace ze sčítání silničního (zdroj ŘSD) a železničního (zdroj MD) provozu a v neposlední řadě data o nehodách v silničním provozu (zdroj Policie ČR). Dále jsou v JDVM využívána data o územních systémech ekologické stability, přírodních parcích (zdroj CENIA) a záplavových územích a povodních (zdroj MZe) [16].

Tyto vektorizované vrstvy jsou zobrazované přes státní mapová díla Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). Do tohoto GIS MD mají prozatím přístup pouze registrovaní uživatelé z řad státní a veřejné správy, škol a výzkumu, projekce a správci dopravní infrastruktury.

Pro veřejnost jsou přístupné aplikace:

- Statistické vyhodnocení nehod v mapě
- Tematická mapa nehod
- Tematická mapa intenzit silničního provozu

V těchto aplikacích pak můžeme nalézt nehody s následky na zdraví osob v silničním provozu na síti TEN-T. Nebo můžeme sledovat intenzitu dopravy za poslední léta provozu. Všechny tyto data pak využijeme spíše pro statické operace nebo jako informační data.

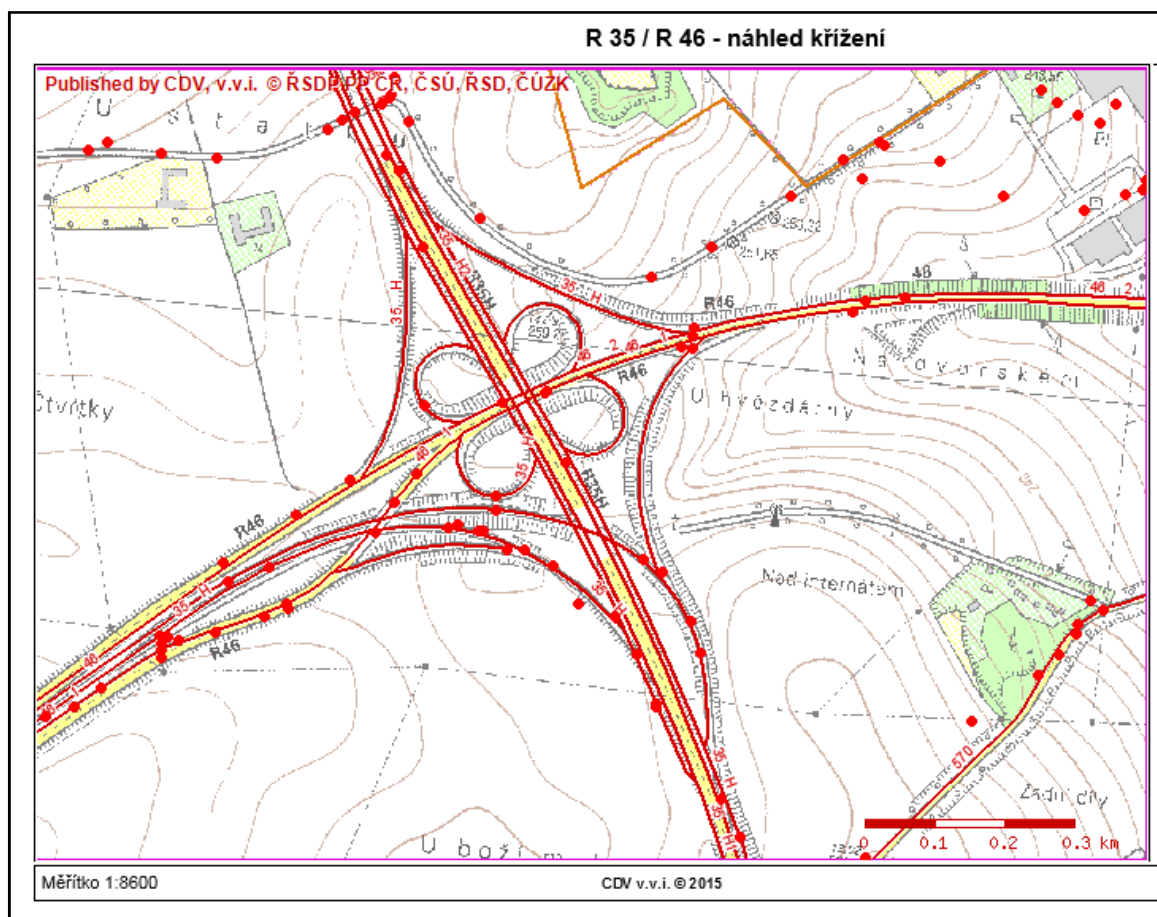
Hlavní funkcí systému je možnost zobrazení výskytu nehod v mapě, a to na základě předem zvoleného výběru kritérií. Tímto kritériem může být čas, následky, příčina nehody, hydrometeorologické okolnosti, alkohol, jízda v jízdnicích pruzích, havárie, srážka s pevnou překážkou, atd. Kritéria si pak můžeme kombinovat podle našich požadavků a zájmů. Ke každé nehodě se zobrazí protokol o nehodě zpracovaný pracovníky Policie ČR, který samozřejmě nezobrazí osobní údaje.

Tento systém se tak stává důležitým zdrojem informací pro orgány veřejné správy, ale také soukromé společnosti pracující s těmito daty. Následně, po vyhodnocení těchto dat důkladnou analýzou prostorových a popisných dat, které tento systém poskytuje, budou moci

zainteresované státní subjekty nebo firmy, přijímat adekvátní opatření ke zvýšení bezpečnosti v provozu na pozemních komunikacích.

Příkladem mohou být starostové obcí. Ti si mohou jednoduchým způsobem zjistit kde, za jakých okolností, a s jakými následky dochází na jejich katastrálním území obce nejčastěji k nehodám. Na základě toho pak mohou investovat do dopravní sítě a odstranit problematické články. Ale také mohou spolupracovat s policií nebo s dalšími zainteresovanými subjekty a společně hledat optimální řešení existujícího problému daného místa či lokality.

System nám pak zjednodušuje způsob vyhodnocování statistických údajů. Jednotliví uživatelé tak nemusí tato cenná data získávat složitým papírováním a dožadováním se příslušných státních subjektů. Ušetřený čas mohou investovat do odstranění příčin dopravní nehodovosti (např. stavební úpravy komunikace, osvětlení, osazení světelnou signalizací, umístění zpomalovacích pruhů aj.). Na obrázku č. 14, pak máme k dispozici snímek křížení R35 a R46 u Olomouce, kde červené tečky nám zobrazují data o DN.



Obrázek 14: Náhled na křížení komunikace R35 / R46, zdroj: JDVM

Případnou analýzou těchto dat z výše uvedeného obrázku dostáváme požadované informace k dopravním nehodám, k správním celkům a silniční síti. Pro názornou ukázkou nám obrázek č. 15, dává informace od DN v oblasti. Celkem 46 za období od 2007 do 2014.

| Dopravní nehody - Dopravní nehody | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------|---------|-------|--|--|-------|
| | | identifikační číslo | datum | den | čas | druh nehody | druh srážky | druh |
| v mapě | Google Street View | 070040070271 | 26.12.2007 | středa | 11:45 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | zezadu | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070506073624 | 13.11.2007 | úterý | 08:20 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070506070589 | 05.03.2007 | pondělí | 06:50 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | z boku | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070506070590 | 05.03.2007 | pondělí | 07:10 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | zezadu | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070506070750 | 19.03.2007 | pondělí | 12:35 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | zezadu | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040080045 | 19.02.2008 | úterý | 15:05 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | boční | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040080119 | 14.05.2008 | středa | 15:10 | jiný druh nehody | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040080154 | 13.06.2008 | pátek | 17:25 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | zezadu | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070506082054 | 04.08.2008 | pondělí | 19:10 | srážka s lesní zvěří | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040080317 | 17.12.2008 | středa | 11:15 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | boční | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040080328 | 29.12.2008 | pondělí | 14:50 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | zezadu | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070506083412 | 14.12.2008 | neděle | 25:60 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | zed, |
| v mapě | Google Street View | 070040090028 | 22.02.2009 | neděle | 13:45 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 070040090088 | 26.06.2009 | pátek | 03:20 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 070040090111 | 05.08.2009 | středa | 03:25 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040090128 | 03.09.2009 | čtvrtek | 18:45 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | boční | nepř |
| v mapě | Google Street View | 070040090145 | 28.10.2009 | středa | 17:00 | srážka s jedoucím nekolajovým vozidlem | boční | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040100038 | 11.03.2010 | čtvrtek | 07:34 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040100186 | 17.12.2010 | pátek | 07:50 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 140040110002 | 05.01.2011 | středa | 22:45 | srážka s lesní zvěří | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040110018 | 05.02.2011 | sobota | 13:10 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 140040110075 | 12.07.2011 | úterý | 13:20 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 140040110105 | 19.09.2011 | pondělí | 07:00 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 140040120012 | 17.01.2012 | úterý | 23:40 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040120031 | 14.02.2012 | úterý | 12:40 | jiný druh nehody | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040120044 | 20.02.2012 | pondělí | 07:25 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040120070 | 24.05.2012 | čtvrtek | 21:00 | srážka s domácím zvířetem | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040120079 | 17.06.2012 | neděle | 07:10 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 140040120083 | 28.06.2012 | čtvrtek | 14:45 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | odra |
| v mapě | Google Street View | 140040120105 | 18.08.2012 | sobota | 09:25 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | odra |
| v mapě | Google Street View | 140040120158 | 22.12.2012 | sobota | 18:20 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040130031 | 22.02.2013 | pátek | 19:20 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | svod |
| v mapě | Google Street View | 140040130084 | 21.06.2013 | pátek | 13:60 | havárie | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040130091 | 03.07.2013 | středa | 06:45 | jiný druh nehody | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | nepř |
| v mapě | Google Street View | 140040130115 | 23.09.2013 | pondělí | 05:06 | srážka s pevnou překážkou | nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel | stron |

Obrázek 15: Výřez náhledu na data o DN u křižení silnice R 35 / R46, zdroj: JDVM

Pokud mohu shrnout JDVM, pak tento systém má značné výhody pro správní celky, které mají možnost pracovat s potřebnými daty pro statistiku nebo získávají data v rovině potřebné pro výkon s ohledem na jejich rychlé získání. Je zde ale nutný předpoklad získat registraci. V současné době je na webu JDVM uváděno 698 registrovaných uživatelů.

Nevýhoda z mého hlediska je, že opět systém nehodnotí žádným způsobem rizikovost daných úseků. Je to jen obsáhlá databáze dat získaných za uplynulá léta z činnosti dopravní policie při zpracování DN.

4. Postup řešení hodnocení rizikovosti úseků

Postup, jak se musí stanovovat rizikové prvky pozemní komunikace v dané oblasti, vychází se základní myšlenky. Co je rizikové a co je kritické pro jednotlivé účastníky na pozemní komunikaci. Vezmu v úvahu metodiku provádění řešení kritických míst na pozemních komunikacích v extravilánu, kterou vytvořilo Centrum dopravního výzkumu v rámci projektu IDEKO.

Mám oficiální seznam kritických prvků na pozemní komunikaci který tvoří celkem 133 rizik, které ztěžují život na pozemní komunikaci. Tato rizika jsou rozdělena do jednotlivých skupin:

- Zemní těleso pozemní komunikace
- Vozovka
- Návrhové parametry pozemní komunikace
- Vybavení pozemní komunikace
- Specifická místa na pozemních komunikacích
- Objekty na pozemních komunikacích
- Uživatel
- Podmínky prostředí

Z tohoto množství jsem si vybral několik rizik. Dále jsem je doplnil o další, která jsem považoval za důležitá pro metodu hodnocení rizikovosti.

Celkem tedy 17 rizik, která jsou z mého pohledu důležitá pro tuto práci. Podrobněji se jimi zabývám v kapitole 4.2 - Návrh účelové struktury atributové tabulky, kde budou stanoveny jednotlivé parametry každého atributu v rozmezí jednotlivé stupnice.

Abychom mohli hodnotit rizikovost úseků nástroji GIS, musíme splnit podmínky provozuschopnosti v GIS. To nám zaručí funkčnost projektu na základě dat, která bude mít GIS k dispozici. To, co potřebujeme, je plnohodnotná atributová tabulka ke každému jednotlivému úseku v podobě chybějících dat. Především však funkční ohodnocení rizikovosti daného úseku, dle kterého se může vypočítat rizikové číslo. Proto musíme začít pěkně od začátku a dostat se postupně až na konečnou fázi hodnocení rizikovosti.

- Důležité kroky:**
- formulace kritérií
 - sběr požadovaných dat
 - výpočet rizikovosti - Zapex
 - import dat do databáze GIS

Sběr dat

V případě, kdy by byl projekt realizován pro celkovou zakázku a někdo by se jím zabýval jako takovým, sběrem dat by byla pověřena firma, která by zpracovala jednotlivé chybějící atributy. Předpoklad je uskutečnění pomocí výjezdového týmu, který musí splňovat základní předpoklady a to mít potřebné proškolení v oblasti sledovaných atributů, k posouzení jejich stavu pro rozlišení mrtvých hodnot. Pro jednotlivé atributy jsou stanoveny základní vlastnosti tak, aby byly rozpoznatelné.

Vybavení výjezdového týmu potřebnou technikou pro okamžitý zápis, pořizování fotodokumentace některých atributových prvků a následná aktualizace jejich stavu. GPS zařízení s popisem dat. Důležité bude také dostatečné zajištění bezpečnosti celého týmu při výkonu sběru. Nesmíme opomenout, že se budou pohybovat po pozemní komunikaci za plného provozu.

Pracovní postup:

1. vytyčení pozemní komunikace, na které bude prováděn sběr dat
2. seznámení se s úseky
3. prvotní kontrola a náhled Street View - Google Maps, v případě zjištění zájmového atributu poznačit do tabulky
4. identifikace začátku a konce úseku; přesné označení
5. sběr dat prováděn v obou směrech na každém úseku; ukládání zjištěných dat do tabulek, pořizování GPS souřadnic; fotodokumentace u proměnných atributů
6. implementace dat GIS

Sběr dat bude v celkovém projektu tou nejnáročnější pracovní činností po stránce času. Při uvedení do provozu by bylo důležité se zabývat sběrem dat v tomto pořadí typů komunikací:

1. rychlostní silnice / dálnice
2. silnice I. třídy
3. silnice II. a III. třídy
4. města / obce

Podstatným úkolem je zprovoznovat projekt postupně. Potřebné je nastavení aktualizace dat v co nejvhodnější periodě. Je zde mnoho proměnných atributů, které přispívají ke zvýšení rizikivosti ale jejich náprava ze strany majitelů pozemních komunikací je docela pravidelná. Následně to platí i opačně, kdy se vytvářejí hodnoty některých atributů v důsledku přetěžování pozemních komunikací. Z tohoto důvodu je zde požadována fotodokumentace a zaměření GPS u proměnných atributů.

Zpracování dat

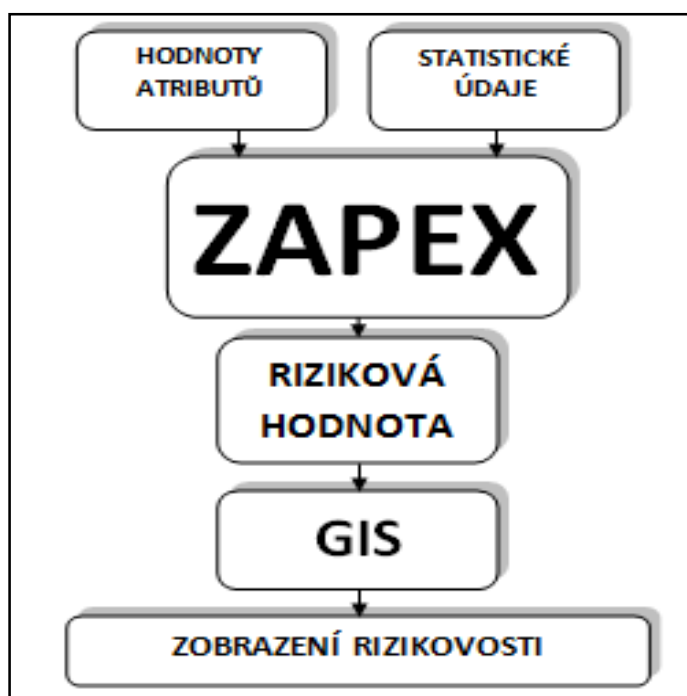
Data jsou nasbírána, oficiálně předána v elektronické podobě. Nastává doba jejich zpracování a převedení do rizikových čísel. Data mají tabulkovou podobu, a proto by byl ke zpracování zvolen program Microsoft Excel, který umožňuje potřebné výpočetní operace.

To nejdůležitější je ohodnocení rizikivosti atributů a to do podoby jednoho magického čísla pro každý úsek komunikace za jasných pravidel. Na tuto potřebnou operaci byla vytvořena metoda názvem ZAPEX.

Rizikové číslo je pro každý úsek komunikace specifické a to v závislosti na počtu atributů a jejich hodnot.

Metoda je vytvořena za pomoci vícekriteriálního vyhodnocování, statistických údajů o DN a výpočtech dalších doplňujících charakteristik ze zadaných atributů u DN.

V případě takto zpracovaných údajů můžeme začít vytvářet metodiku na hodnocení rizikivosti a následně převést data do databáze v GIS.



Obrázek 16: Zpracování rizikivosti, zdroj: vlastní tvorba autora

4.1. Analýza využitelnosti stávajících dat o komunikacích a jejich atributů

Data pro diplomovou práci byly zakoupeny od Zeměřického úřadu a to Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED[®]). V rámci možností studenta jediné finančně dostupná data, se kterými se dá pracovat po stránce obsahu.

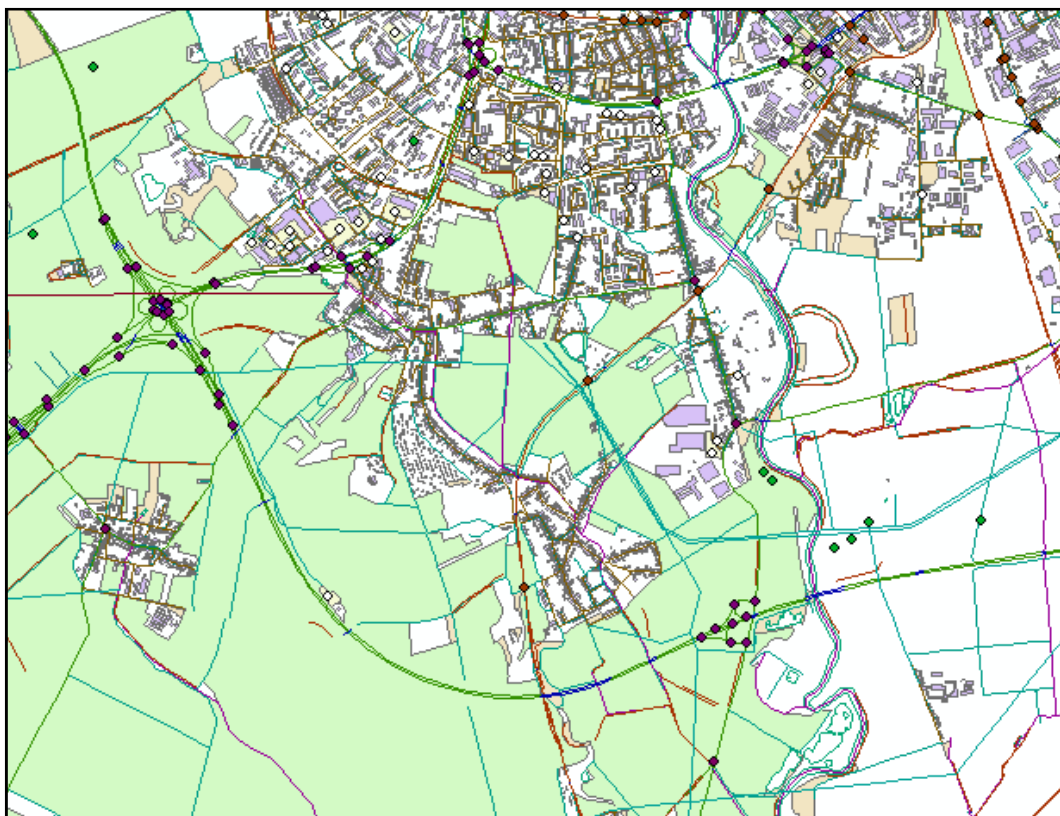
ZABAGED[®] integruje prostorovou složku vektorové grafiky s topologickými relacemi objektů a složku atributovou obsahující popisy a další kvalitativní, kvantitativní informace o jednotlivých geografických objektech. Obsah ZABAGED[®] tvoří 116 základních typů geografických objektů členěných do osmi tematických kategorií a více než 350 typů popisných atributů. Polohopisná část obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu a o prvcích terénního reliéfu. Součástí jsou i vybrané údaje o geodetických bodech na území České republiky.

Základní data jsou rozděleny do 8 kategorií (tříd):

1. Sídla, hospodářské a kulturní objekty
2. Komunikace
3. Rozvodné sítě a produktovody
4. Vodstvo
5. Územní jednotky včetně chráněných území
6. Vegetace a povrch
7. Terénní reliéf
8. Geodetické body

Pro účely DP práce se dále zabýváme jen třídou č. 2. Pro práci jsem zvolil komunikace v Olomouckém kraji a to v okolí města Olomouc. Bylo to provedeno záměrně a to především z důvodu provedení potřebných pozorování na jednotlivých místě pozemní komunikace. Osobní přítomnost je vyžadována, protože mapové podklady neobsahují veškerá potřebná data. Budu se zabývat jednotlivými prvky, které ovlivňují bezpečnost na pozemních komunikacích. V těchto místech mám osobní znalost a dále s přihlédnutím na náklady spojené s pozorováním, nebudou tak vysoké. Mohu zde i využít odbornou pomoc rodiny a kamarádů. Na jednotlivých úsecích pak budou sbírány jednotlivé data do atributové tabulky.

Následující obrázek nám tady ukazuje, jak vypadá finální podklad v plné rozsahu tříd ze ZABAGEDU.



Obrázek 17: Úplný náhled na mapový podklad, zdroj: ZABAGED®

Jak jsem již uvedl budu se zabývat pouze třídou č. 2 Komunikace, která má následující objekty a ty uvádím v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Typy objektů v kategorii Komunikace, zdroj: : ZABAGED®

| Kategorie objektu : 2. Komunikace | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|---------------------|
| Typ objektu | | Typ objektu | | Typ objektu | | Typ objektu | |
| 2.1 | Silnice, dálnice | 2.11 | Železniční přejezd | 2.21 | Stanice metra | 2.31 | Silnice nevidovaná |
| 2.2 | Ulice | 2.12 | Propustek | 2.22 | Lanová dráha, lyžařský | 2.32 | Silnice ve výstavbě |
| 2.3 | Cesta | 2.13 | Přívaz | 2.23 | Stožár lanové dráhy | 2.33 | Areál železniční |
| 2.4 | Pěšina | 2.14 | Tunel | 2.24 | Tramvajová dráha | 2.34 | Heliport |
| 2.5 | Křižovatka | 2.15 | Parkoviště, odpočívka | 2.25 | Letiště | | |
| 2.6 | Křižovatka úrovně | | | 2.26 | Obvod letištní dráhy | | |
| 2.7 | Uzlový bod silniční sítě | 2.17 | Železniční trať | 2.27 | Osa letištní dráhy | | |
| 2.8 | Most | 2.18 | Železniční vlečka | 2.28 | Metro | | |
| 2.9 | Lávka | 2.19 | Kolejiště | 2.29 | Definiční bod náměstí | | |
| 2.10 | Podjezd | 2.20 | Železniční stanice, | 2.30 | Brod | | |

Každý z objektů má vlastní katalogový list a svoje potřebné atributy. Tyto atributy byly sepsány a doplněny pracovníky ZÚ při provádění rozsáhlé digitalizace z jednotlivých mapových podkladů.

Pro DP budu využívat pouze objekt 2.1 Silnice, dálnice a to z důvodu rozsahu a velikosti dat, které budou řešeny. Není možné se zabývat kompletem a to hlavně z nedostatku pracovních sil, času a finančně náročnějšího pozorování. U DP práce budu prezentovat metodiku jak funguje, a další rozvoj bude už na jednotlivých zájemcích pro uvedení do praxe.

Náš zájmový objekt má tedy následující charakter dat v katalogovém listu, který popisuje jeho vlastnost, a data je možné z něj vyčíst.

Typ objektů: 2.01 Silnice, Dálnice

Kód typu objektu: AP001

Definice objektu:

Silnice - silniční komunikace zařazená do silniční sítě, s mimoúrovňovými úrovňovými křižovatkami. Podle významu se dělí na rychlostní komunikace, silnice 1., 2. a 3. třídy.

Dálnice - silniční komunikace zařazená do dálniční sítě, směrově rozdělena s mimoúrovňovým křížením se všemi ostatními komunikacemi.

Geometrické určení objektů: linie - osa silnice, dálnice

Geometrická přesnost: B

Zdroj dat geometrických:

- původní zdroj: - ZM 10, SM 50,
- letecké měřické snímky
- ortofoto,
- LLS, šetření v terénu

Zdroj dat popisných:

- původní zdroj: - SM 50
- ŘSD
- Silniční databanka Ostrava
- Geonames

Atributy zobrazuje následující tabulka č.2.

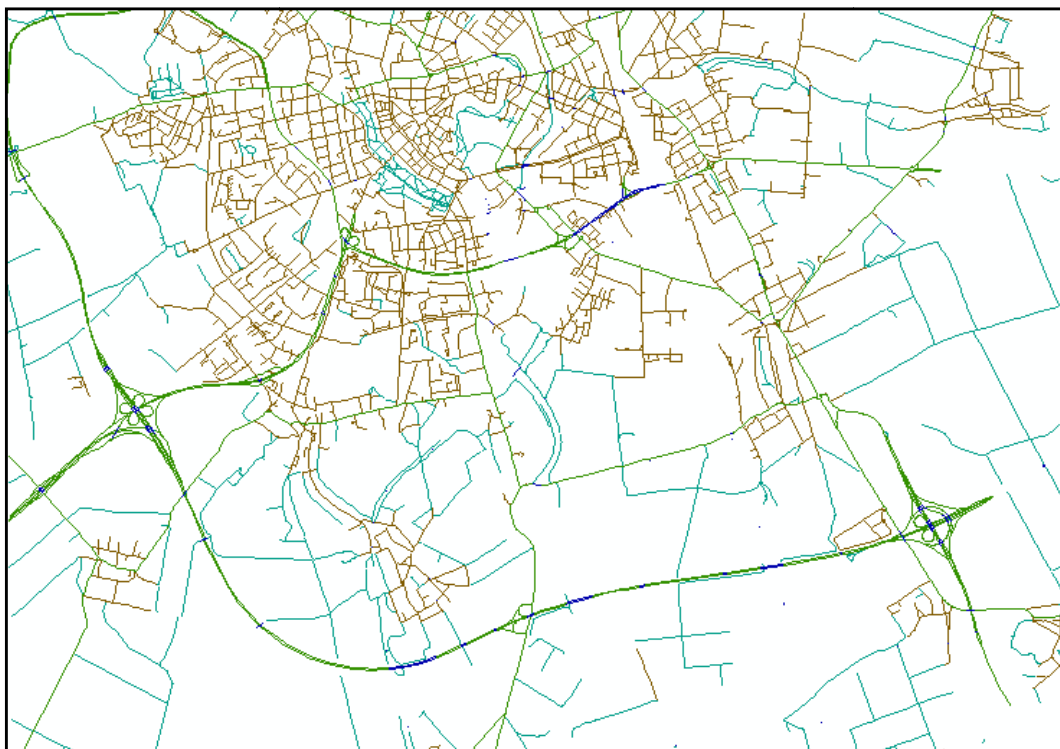
Tabulka 2: Atributy, 2.01 Silnice - Dálnice, zdroj : ZABAGED®

| Název atributu | Datový typ | Předmět atributu | Hodnota atributu | Význam hodnoty atributu (identifikátor) |
|---|-----------------------------|--|--|--|
| SILNICE | VARCHAR2(8) | označení komunikace | axxxxabc | a písmeno u dálnice a rychlostní komunikace, jinak číslice xxxxx číslice nebo mezera. b písmeno nebo mezera c jízdní směr (hodnoty 1,2, mezera) |
| CISLOUSEKU | VARCHAR2(20) | číslo úseku | | číslo počátečního a koncového uzlu úseku |
| PEAZKOM1 | VARCHAR2(8) | peáž 1 | axxxxabc | viz atribut SILNICE |
| PEAZKOM2 | VARCHAR2(8) | peáž 2 | axxxxabc | |
| PEAZKOM3 | VARCHAR2(8) | peáž 3 | axxxxabc | |
| PEAZKOM4 | VARCHAR2(8) | peáž 4 | axxxxabc | |
| KC_TYPSILNICE TYP_SIL_K TYP_SIL_P | VARCHAR2(3) VARCHAR2(50) | třída silnice | D R S1 S2 S3 Dp Dv Rp Rv S1p S1v S2p S2v S3p S3v | dálnice rychlostní komunikace silnice 1. třídy silnice 2. třídy silnice 3. třídy dálnice paprsek dálnice větve rychlostní komunikace paprsek rychlostní komunikace větve silnice 1. třídy paprsek silnice 1. třídy větve silnice 2. třídy paprsek silnice 2. třídy větve silnice 3. třídy paprsek silnice 3. třídy větve |
| JMENO | VARCHAR2(80) | jméno přenesené z databáze geografických jmen (Geonames) | | |
| FID_ZBG | VARCHAR2(40) | jednoznačný identifikátor objektu v ZABAGED® | | |

Z atributů tedy vyčteme jaký má daný úsek identifikátor, označení komunikace, v jakém uzlu začíná a končí, jízdní směr. Problémem je, že zde nelze vyčíst žádného podrobnějšího podkladu o daném úseku, který by mohl přispět k lepšímu hodnocení. Tato data jsou omezena v základu, a proto je zapotřebí nově definovat atributy rizika a dále je doplnit.

Pro názorný náhled je pak na obrázku č. 18, následnou selekcí vyobrazeno, jak vypadá mapový náhled na pozemní komunikaci třídy č.2, a pro účely diplomové práce vybraných objektů, se kterými dále budu pracovat v dané lokalitě.

- Objekty :
- č. 2.1 silnice dálnice
 - 2.2 ulice
 - 2.8 most



Obrázek 18: Náhled mapového podkladu očištěný na silnice, zdroj: ZABAGED®

Podrobnějším rozbohem se dostanu k jednotlivému úseku pozemní komunikace, který je pak označen na obrázku č. 19, na němž je také zachycena atributová tabulka daného úseku.

| Attributes | |
|-----------------|--------------------|
| SilniceDalnice | |
| 486373622547633 | |
| FID | 269 |
| ID | 16020 |
| FID_ZBG | 486373622547633 |
| JMENO | |
| SILNICE | 35 H1 |
| TYP_SIL_K | S1 |
| TYP_SIL_P | silnice 1. třídy |
| CISLOUSEKU | 2422A218052422A227 |
| PEAZKOM1 | |
| PEAZKOM2 | |
| PEAZKOM3 | |
| PEAZKOM4 | |
| fields | 0 |
| pok | <Null> |

FID
Object ID
Null values not allowed

Obrázek 19: Náhled na úsek I 35(km 261-262), zdroj: ZABAGED® - zobrazení: SW ARCMAP

Po celkové analýze stávající atributové tabulky požadované pozemní komunikaci obr. 19, mám k dispozici pouze omezené atributy.

Z těchto atributů není možné vyčíst nic praktického, co by mohlo být použito k ohodnocení rizikovitosti daného úseku pozemní komunikace. Každý laik, který se podívá na obrázek tohoto úseku, určitě řekne, že je zde docela velká zatáčka s velkým úhlem. Pravda, tento úsek komunikace byl vybrán záměrně pro ilustraci, jak nevyhovující data jsou k dispozici a že ani nikdo jiný potřebná data nemá.

V případě, že nahlédnu do projektové dokumentace či dokumentace určené pro Správu silnic a dálnic, mohl bych vyčíst podrobnější informace jako omezení rychlosti, použité dopravní značení k označení nebezpečné zatáčky. Toto vše ale není k dispozici a přístupné pro veřejnost.

Při nahlédnutí do veřejně přístupných systému na internetu se pak dozvim o místu a počtu dopravních nehod za uplynulé roky. Jejich zavinění, zranění škody a statistické data.

Pro názornost obrázek č. 20 ukazuje jak to vidí statistici.



Obrázek 20: Zobrazení I 262 km, směr OV, zdroj: www.maps.jdvm.cz

Na obrázku lze pak vidět data od roku 11/2007 do roku 02/2015, dle statistik CDV, ŘSD, PP ČR, ČÚZK, které hovoří o 30 evidovaných dopravních nehodách. Jde převážně o havárie, které šetřila Policie v rámci své kompetence. O nehodách a haváriích s hranicí škody do 100 tis. Kč nemáme přehled, takže nemůžeme udělat závěr nad počtem DN.

4.2. Návrh účelové struktury atributových tabulek vrstev komunikací

Atributová tabulka bude rozšířena o nových 17 prvků, které budou ovlivňovat rizikovost daného úseku či místa. Prvky byly brány dle aspektu nehodovosti posledních let. Každý prvek má stanovenou hodnotu pro zápis atributové tabulky.

4.2.1. Vyjeté koleje

Vyjeté koleje znesnadňují příčné změny jízdy, snižují komfort a komplikují jízdni manévry. Navíc v nich může dojít k hromadění vody, což zvyšuje riziko aquaplaningu, v zimě namrzání. To je zvláště nebezpečné pro jednostopá vozidla. Jako kritická se uvádí hloubka kolejí v rozmezí 20 – 25 mm.

Cílová skupina nehod – srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem, srážka s pevnou překážkou, srážka s chodcem, havárie (nezvládnutí řízení vozidla) [11].

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 21: Vyjeté koleje, zdroj: [17]

4.2.2. Výtluky

V úseku silnice s výtluky hrozí zaměření pozornosti řidiče na vyhýbání výtlukům na úkor sledování ostatního provozu. Naopak pokud řidič dostatečně nesleduje stav vozovky, může dojít k poškození vozidla (závěsy kol, tlumiče, aj.). Zvýšené riziko hrozí jednostopým vozidlům [11].

Cílová skupina nehod – snížená pozornost řidiče může vyvolat tyto druhy nehod - srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem, srážka s pevnou překážkou, srážka s chodcem, havárie [11].

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 22: Výtluk, zdroj: [18]

4.2.3. Poškozená krajnice

Krajnice je protkána sítí podélných a příčných trhlin, kraje jsou olámané, výtluky v krajnici, náletová zeleň ve zpevněné krajnici, snížený okraj krajnice [11].

Cílová skupina nehod – havárie [11].

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 23: Poškozená krajnice, zdroj:[19]

4.2.4. Pevná překážka

Prostorové umístění horské vpusti nebo kanalizační šachty tvoří pevnou překážku (není řádně zakomponována do terénu, ční více jak 0,4 m nad přilehlý terén) [11].

Cílová skupina nehod – srážka s pevnou překážkou [11].

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 24: Pevná překážka, zdroj: [11].

4.2.5. Překážka - Billboardy

Nesprávné umístění reklamních Billboardů, které svou nosnou konstrukcí vytvářejí na krajnici komunikace pevnou překážku. Tak i faktor odvádění pozornosti řidiče od plně věnování se řízení.

Cílová skupina nehod – havárie (srážka s pevnou překážkou, vyjetí mimo vozovku, ztráta kontroly nad řízením, čelní střet dvou vozidel)

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 25: Překážka -Billboard, zdroj: [20].

4.2.6. Propustky

Kolmé čelo propustku k pozemní komunikaci, pak vytváří pevnou překážku. Absence vedoucích svodidel v místech před propustkem, zabraňující přímému nárazu

Cílová skupina nehod - havárie

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 26: Nevyhovující propustek, zdroj: [21]

4.2.7. Stromořadí

Stromořadí tvořící při povolených rychlostech pevnou překážku, kterou nemůžeme při rychlosti kterou jedeme minout a to převážně z důvodu osazování stromů v nedostatečné vzdálenosti od sebe.

Standardní rozestup sázení stromů byl 10 až 20 metrů. Při rychlosti 50 nebo 90 km/h je pak rychlost za 1 sekundu 13 a 25 m. Stromořadí se mění ve smrtící zeď.

Cílová skupina nehod - havárie.

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 27: Stromořadí, zdroj: [22]

4.2.8. Osvětlení

Kvalitní osvětlení vozovky, v místech možného výskytu pohybu chodců, nebo tvorby překážek, může zvýšit pravděpodobnost zabránění střetu. Zvýšení dohledu jedoucího vozidla nadmíru možného použitého osvětlení je prvkem pro zvýšení bezpečnosti.

Cílová skupina nehod - havárie (srážka s pevnou překážkou, srážka s chodcem)

Atributové hodnoty: **ANO = 0, NE = 1**



Obrázek 28: Osvětlení komunikace, zdroj: [23]

4.2.9. Boční vítr

V místech přechodu z výkopu do násypu, na mostech, na koncích zakrytých úseků (tunely, PHC, lesy, aj.) může dojít k prudkému poryvu bočního větru. Boční vítr také může v zimních měsících znamenat časté závěje na komunikaci [11].

Cílová skupina nehod – havárie, srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem (čelní) [11].

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 29: Otevřená krajina - boční vítr, zdroj: [24]

4.2.10. Sloupky velkoformátových značek

V dnešní době již ubývající ale přesto na našich silnicích se objevující dopravní značení velkých formátu a jejich masivní sloupky (traverzy), tvoří na řadech místech pevnou překážku.

Cílová skupina nehod - srážka s pevnou překážkou.

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 30: Nebezpečné sloupky DZ, zdroj: [10]

4.2.11. Mosty

Mostní konstrukce jsou nebezpečné v mnoha ohledech. První je jejich reakce v zimních měsících na změnu teploty a značná preference na namrzání, v teplotách blízkých k bodu mrazu. Dalším nebezpečným faktorem je nedostatečné pevné zábradlí, kdy hrozí proražení. Následné překonání rozdílné výšky objektů a nerovnoměrnost tvarů povrchu značí riziko.

Cílová skupina nehod - srážka s pevnou překážkou, pád z výšky.

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 31: Proražené zábradlí na mostě, zdroj: [25]

4.2.12. Ostrá zatáčka

Zatáčky o malých poloměrech, neboli v obloucích dochází dosti často k přejíždění vozidel z jednoho jízdního pruhu do druhého. Je to způsobené převážně nepřizpůsobením rychlosti řidičů motorových vozidel a základními fyzikálními vlastnostmi. Tyto situace pak nastávají převážně po dlouhých rovných úsecích, kdy řidič neodhadne rychlost [11].

Cílová skupina nehod - havárie, srážka s pevnou překážkou, srážka jedoucích nekolejových vozidel [11].

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**

4.2.13. Zúžení silnice

Jsou místa na pozemní komunikacích, kde dochází k nečekanému zúžení jízdního pruhu a to buď nečekanou situací v podobě dopravního značení, nebo již takto vybudovaného místa. V tomto místě v případě neznalosti řidiče dochází ke kolizním situacím. V záměru reagovat na zúžení dochází k najetí do proti směrného jízdního pruhu či jen k najetí do souběžného jízdního pruhu.

Cílová skupina nehod - havárie, srážka jedoucích nekolejových vozidel.

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**

4.2.14. Připojovací pruh

Připojovací jízdní pruh, vytváří svou rolí místo kolizním situacím. Značný problém řidičů s odhadnutím rychlosti vozidel jedoucích v hlavním jízdním pruhu. Tvoří se nám kolizní situace vyústěné nedáním přednosti v jízdě a takto omezení a ohrožení.

Cílová skupina nehod - havárie, srážka jedoucích nekolejových vozidel.

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 32:Zatáčka I 35 / 263 km,
zdroj: www.dalnice.com



Obrázek 33: Zúžení silnice,
zdroj: [26]



Obrázek 34: Připojovací pruh,
Zdroj: [27]

4.2.15. Pěchod

Samotný přechod pro chodce v extravilánu tvoří riziko a to především pro chodce. Extrémně vysoké riziko tvoří přechody přes 3 a více jízdních pruhů, které nejsou bez fyzického rozdělení přípustné [11].

Cílová skupina nehod – srážka s chodcem.

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 35: Přechod pro chodce, zdroj: [28]

4.2.16. Žel. Přejezd

Nezabezpečený železniční přejezd je vysoce rizikový. hrozí riziko přehlédnutí přejezdu nebo jeho uvědomění si na poslední chvíli.

Cílová skupina nehod - srážka s vlakem

Atributové hodnoty: **ANO = 1, NE = 0**



Obrázek 36: Železniční přejezd, Zdroj: [29]

4.2.17. Rychlost

Rychlost na pozemních komunikacích je jeden velký problém. Povolená maximální rychlost je brána jako hranice, od které se počítá tolerance, a je tak k ní přistupováno. Zde počítáme s třemi hodnotami udaných v zákoně a to 50 / 90 / 130 km v hodině. Rychlost může za mnoho problému a vzniklých dopravních nehod. Přispívá značnou měrou na škodách u DN a na zranění zúčastněných osob.

Cílová skupina nehod - havárie, srážka jedoucích nekolejových vozidel, srážka s pevnou překážkou, srážka s chodci

Atributové hodnoty: **50 km/h - 0,19**

90 km/h - 0,33

130km/h - 0,48

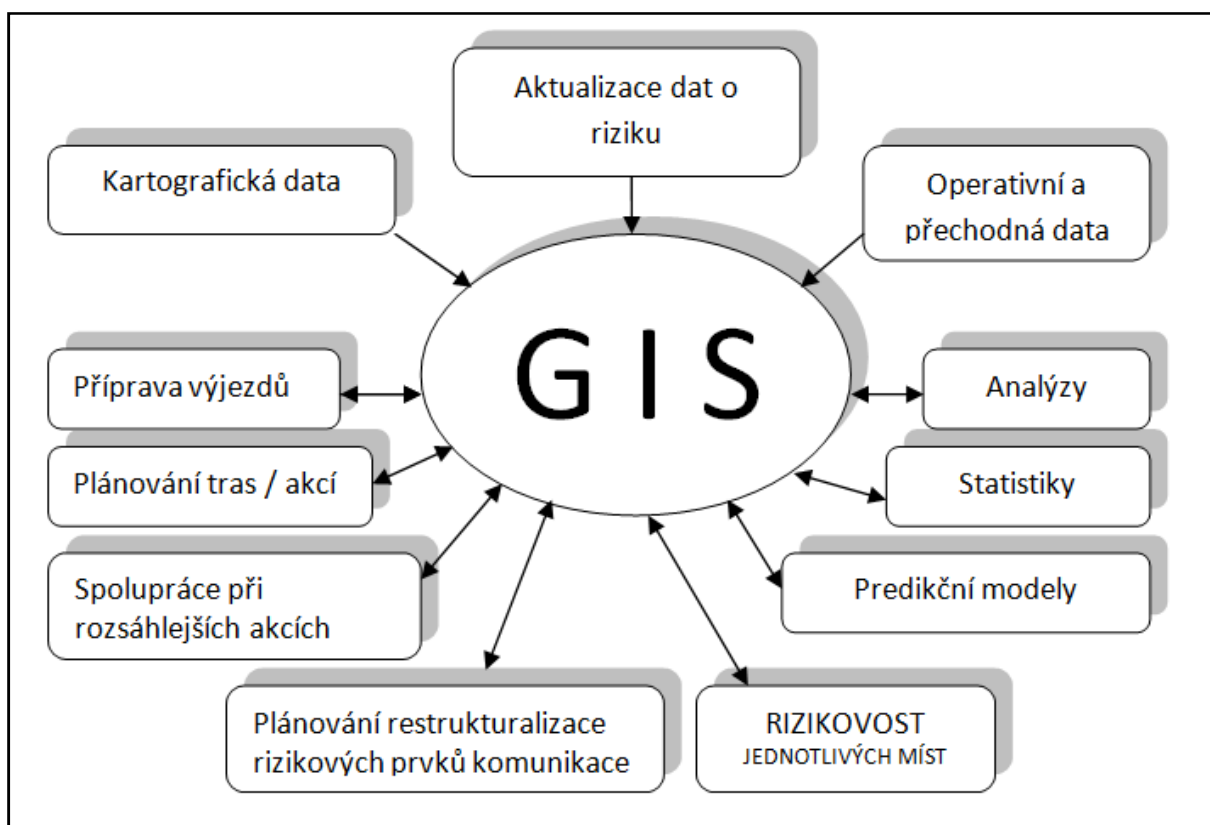


Obrázek 37: Měřič rychlosti, zdroj: [30]

4.3. Návrh metodiky hodnocení rizikivosti úseků nástroji GIS

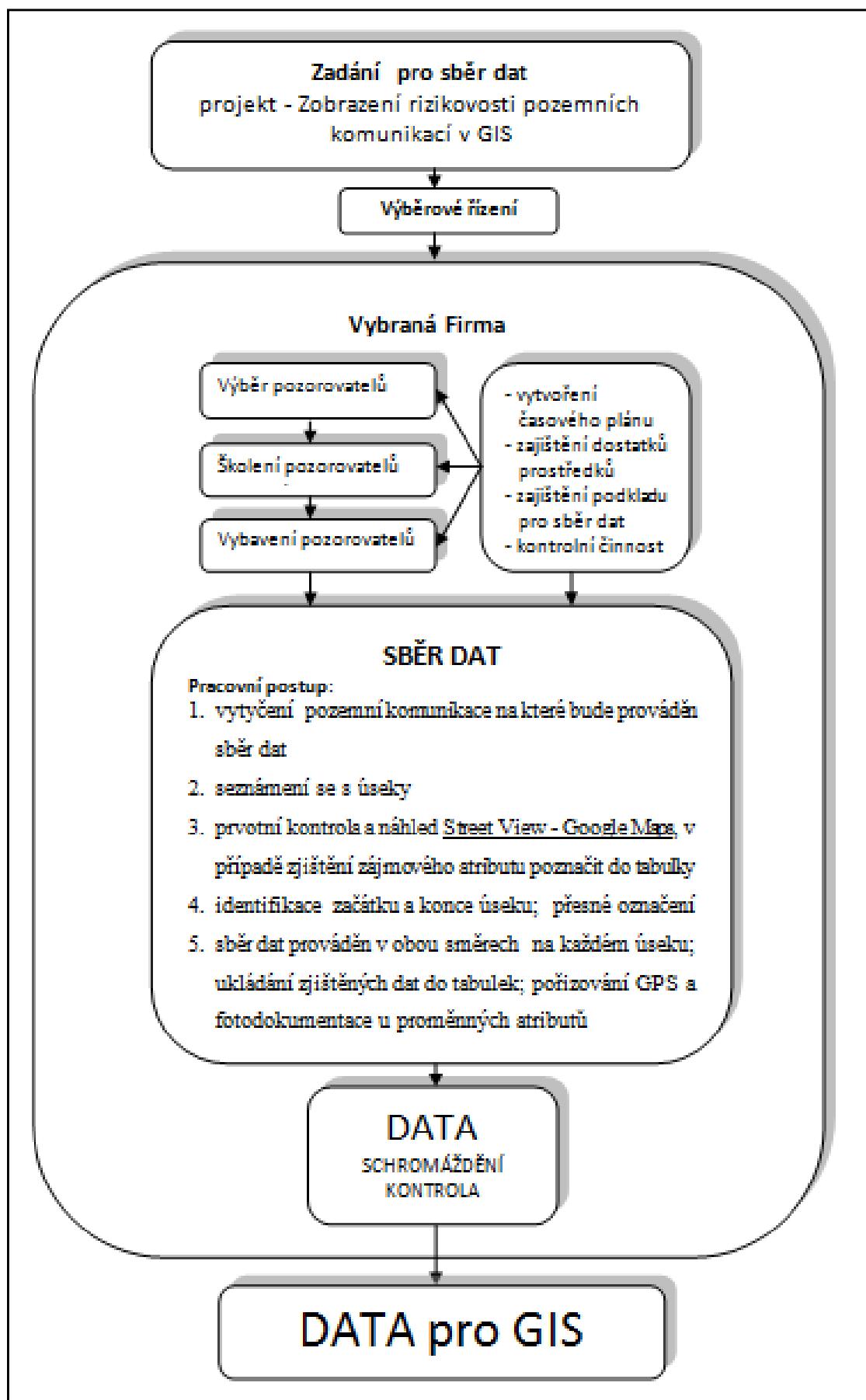
Tento projekt je zaměřen jak pro užívání jednotlivcům, tak pro odborně zaměřené firmy, nebo státní instituce, vše pro usnadnění základní činnosti při stanovení rizikivosti. Proto i následující metodika je vytvářena v základních bodech, které by následně mohli být rozváděny dle potřeby konkrétního uživatele a přizpůsobeny přímo na míru.

Na obrázku č. 38 je pak názorně ukázáno některé možnosti, na co všechno se dá tento projekt využít při plném provozu a jak by měl fungovat. Možnosti jsou četné.



Obrázek 38: Schéma využití GIS v rámci projektu., zdroj: vlastní tvorba autora

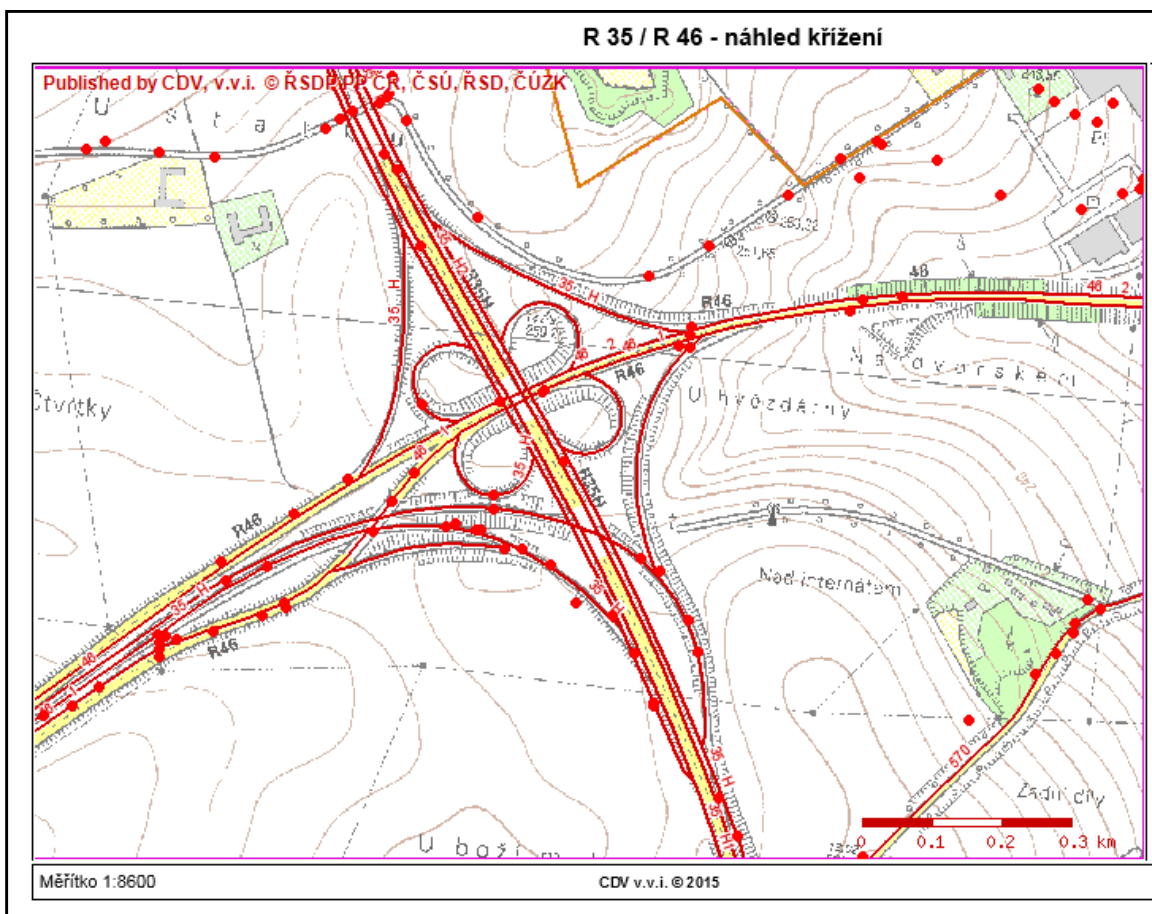
Na základě předchozích kapitol je hlavním prvkem pro funkčnost tohoto projektu, sběr atributových dat. Tato činnost zabere nejvíc času v celém projektu. Koncepce metodiky pro sběr dat je vytvořena na schematickém obrázku č. 39, které zobrazuje jednotlivé základní kroky.



Obrázek 39:Schéma postupu při sběru dat, zdroj: tvorba autora

4.4. Simulace dat za vybrané území

Představená simulace bude provedena na datech z úseku křížení rychlostních komunikací R 35 s R 46, kde se nachází místo častých dopravních nehod obr. č. 40.



Obrázek 40: Náhled na křížení komunikace R35 / R46, zdroj: JDVM

Toto místo bylo vybráno z důvodu zvýšené nehodovosti a proto bude i záměrem ukázat, zda se rizikovost odráží v statistikách nehodovosti. Obrázek č. 40 nám ukazuje DN jako červené tečky. Data byly také upraveny dle rozsahu, aby mohlo dojít k jejich zobrazení v rámci formátu DP a také jejich časovou náročností na sběr.

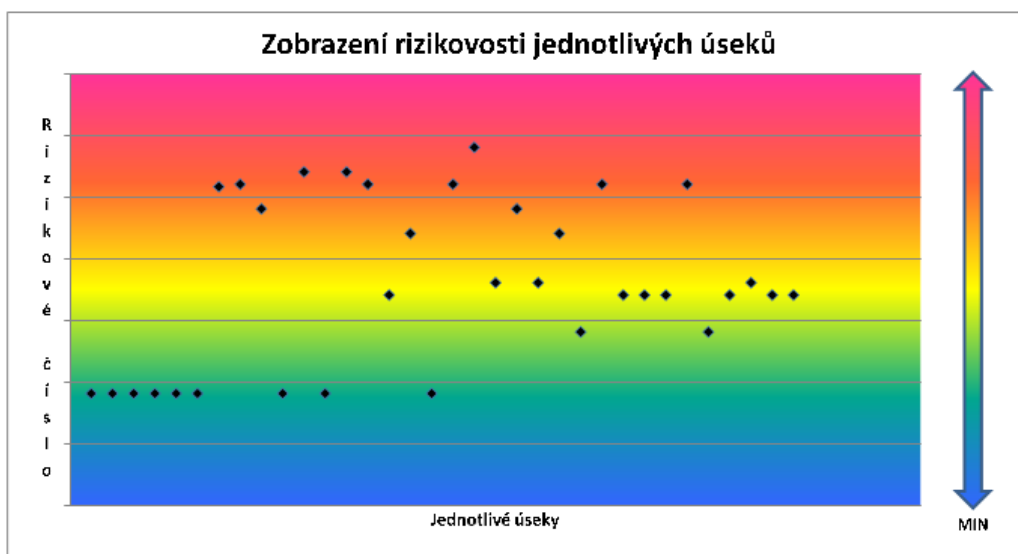
Tabulka č. 3 nám zobrazuje atributovou tabulku daného výřezu těchto komunikací. Je upravena po stránce základních dat, které nejsou zobrazeny. Opět z důvodu formátu DP. Potřebné přidání atributových položek na ohodnocení rizika pak mají přiřazenou svou hodnotu. Poslední sloupec s názvem ZAPEX nám ukazuje rizikové číslo pro daný úsek komunikace.

Tabulka 3: Atributová tabulka vybraného území, zdroj: vlastní tvorba autora

| FID | ID | FID_ZBG | SILNICE | TYP SIL_K | Rych kost | Pre chod | Stromy | Za b ka | Př poj | Z em n | Ko je | Vý duky | Most | Vit r | Kraj nke | Z el p re zd | Pre ka p | Pre ka k | Pro pustky | DZ | Osv tle n | ZAPEX |
|-----|-------|-----------------|---------|--------------|--------------|-------------|--------|---------------|-----------|--------------|----------|------------|------|----------|-------------|--------------------------|----------------|----------------|---------------|----|-----------------|--------|
| 88 | 15964 | 486328122737841 | 46 1 | S1 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 89 | 15966 | 486328223401137 | 46 2 | S1 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 237 | 13457 | 486330303775921 | 46 | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 240 | 13456 | 486330253444273 | 46 | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 249 | 3895 | 486328978375857 | 46 2 | R | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 250 | 2833 | 486329079039153 | 46 1 | R | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 251 | 3060 | 486305842594993 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2592 |
| 252 | 3015 | 486306949891249 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2612 |
| 253 | 3017 | 486307151217841 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2412 |
| 254 | 3016 | 486312100496561 | 46 1 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 255 | 16097 | 486305439941809 | 35 H1 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2712 |
| 256 | 3716 | 486311899169969 | 46 2 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 257 | 16096 | 486304835962033 | 35 H2 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2712 |
| 258 | 4012 | 486311395853489 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2612 |
| 259 | 4011 | 486311949501617 | 46 1 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |
| 260 | 3375 | 486305792263345 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2212 |
| 261 | 3024 | 486305741931697 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0912 |
| 262 | 4013 | 486311446185137 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2612 |
| 263 | 3377 | 486305490273457 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2912 |
| 264 | 15951 | 486305892926641 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1812 |
| 265 | 3378 | 486305389610161 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2412 |
| 273 | 15968 | 486328626054321 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1812 |
| 274 | 3566 | 486311496516785 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2212 |
| 275 | 3376 | 486311546848433 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1412 |
| 276 | 4008 | 486311798506673 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2612 |
| 277 | 4010 | 486311748175025 | 46 2 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |
| 278 | 15952 | 486311999833265 | 46 1 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |
| 279 | 15963 | 486312050164913 | 46 2 | Rp | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |
| 280 | 4009 | 486311597180081 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2612 |
| 281 | 15967 | 486312150828209 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1412 |
| 282 | 3565 | 486311697843377 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |
| 283 | 15965 | 486328273732785 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1812 |
| 284 | 15871 | 486328525391025 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |
| 285 | 16057 | 486328475059377 | 35 H | Rv | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1712 |

4.5. Příkladné vyhodnocení rizikovosti úseků ve vybraném území

Vyhodnocení rizikovosti nám ukazuje obrázek. č. 41, který byl záměrně vytvořen pomocí grafu tak, aby bylo možné porovnat rozdílné rizikové čísla jednotlivých úseků.



Obrázek 41: Zobrazení rizikovosti v grafu, zdroj: vlastní tvorba autora

Jsou zde vidět rozdílové hodnoty v závislosti na hodnotách jednotlivých atributů. Barevná hodnota je pak přiřazována dle vlastního nastavení a požadavků tak, aby docházelo k dostatečnému rozlišení stupňů rizika. Graf byl vytvořen v programu MS Excel pro názornost jednotlivých hodnot. V ArcMap bude tato škála trochu odlišná z důvodu jiného barevného spektra.

Pro výpočet rizikového čísla ZAPEXU byl proveden dle následujícího vzorce.

$$Z = A_H * A_V + B_H * B_V + \dots + N_H * N_V$$

- Z - rizikové číslo
- N_H - hodnoty atributů
- N_V - váhové hodnoty pro každý atribut

Jednotlivé váhy atributů byly pak normovány a představují nezáporné čísla, jejichž součet se

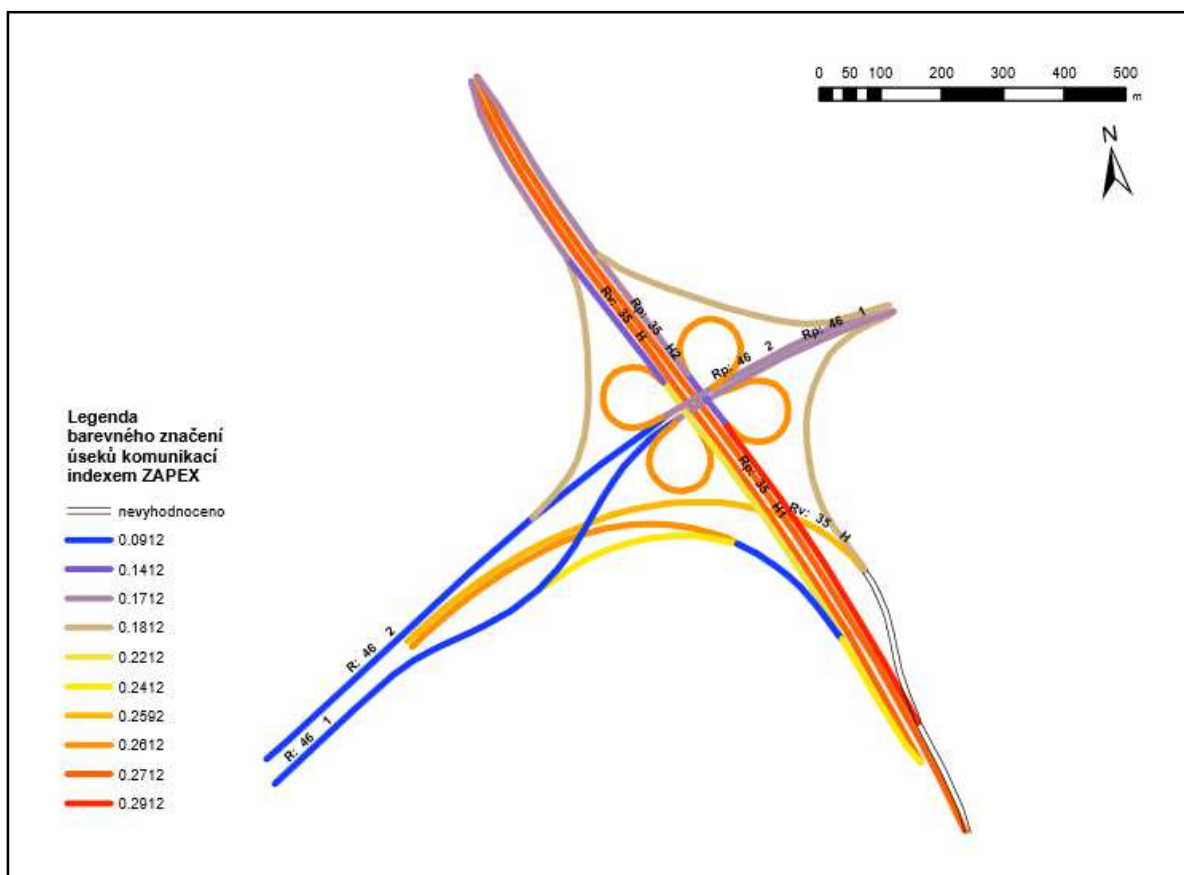
rovná jedné. K výpočtu byl pak použit základní vzorec : $N_v = \frac{V_j}{\sum_{k=1}^n V_k}$

- V_j - váha kritéria
- n - počet všech uvažovaných kritérií (17)
- N_v - normovaná váha jednotlivého atributu

Hodnoty ZAPEXU jsou v rozmezí min. 0,0361 - max. 0,8612

Hodnoty maxima nejsou v běžném uskupení atributů dosažitelné z důvodu kombinace všech rizikových faktorů. Při zobrazování výsledné rizikivosti bude zobrazena rizikovitost jako maxima pro daný výběr, aby mohlo dojít k posouzení rizikovitosti daného výběru a ne, jako celku všech komunikací.

Obrázek č. 42, zobrazuje výsledný podklad s prokreslením rizikivosti dané pozemní komunikací za pomoci GIS.



Obrázek 42: Zobrazení rizikivosti, zdroj: vlastní tvorba autora GIS

Na tomto úseku došlo k získání nejvyššího čísla ZAPEXU v hodnotě 0,2912, který nám následně zobrazí nejrizikovější úsek v tomto výběru v červené barvě. Rizikovitost zde je vytvářena podmínkami a hodnotami jednotlivých zvolených atributů. Takto bude pak zobrazována celá trasa či úsek pro potřeby uživatele.

5. Shrnutí podstaty navrhované metodiky a doporučení pro aplikaci v praxi

Po vytvoření celé metodiky jsem došel k závěru, že tato metodika jako taková je plně funkční a jsem přesvědčen, že je vhodné ji dále rozvíjet.

Předložená metodika ukazuje názorný směr, kam by se mohl upřít pohled při tvorbě jednotlivých projektů v rámci možných způsobů řešení rizikovosti na pozemní komunikaci.

Metodika je koncipována tak, aby se začalo intenzivněji zvažovat, že riziko není určité svým následkem (tj. počtem mrtvých, zraněných, celkové vzniklé škody apod.), ale příčinami, tj. okamžitými hodnotami a vlastnostmi účastníků dopravy, podílejících se na riziku.

Je to cesta preventivního prvku, který může pomoci předcházet následkům. Není to složité, aby jednotlivé zobrazení rizikovosti v GIS dle přesně daných pravidel napomohlo, jak složkám integrovaného záchranného systému, tak i ostatním firmám či jedincům pro nový rozhled v oblasti rizikovosti pozemních komunikací dle jednotlivých faktorů.

Vedoucím motivem práce je, jak jsem již výše uvedl, že: "O rizikovosti trasy, úseku, místa pozemní komunikace, chci vědět dřív, než se stanu jen následkem a statistickou položkou pro stanovení nehodovosti na pozemní komunikaci."

Názorný příklad ukázal slabinu, která způsobuje zkreslení přesnosti rizikovosti daných úseků. Je to zapříčiněno velikostí jednotlivých úseku. Ty jsou nesouměrné po své délce.

Jako návrh na opravu bych zvolil patřičné rozdělení jednotlivých úseku na menší celky a to po 20 metrech. Takto by se docílilo zvýšení přesnosti zobrazení jednotlivých rizik, které hrozí v daných úsecích.

Práce s atributovými hodnotami rizikovosti je možnou volbou, která se může dále rozvíjet a zdokonalovat. Je zde i možnost zpracovávat data nástroji dynamické segmentace lineárního referencování, které GIS nabízí. Touto metodou by došlo k analýze jednotlivých atributů a následné dynamické segmentaci. Jednotlivé rizikové prvky by byly zobrazovány na plánované trase v měřítku své skutečné existence. To by viditelně rozdělilo riziko, které by na trase hrozilo.

Narazil jsem na základní problém, a sice využívání GIS ve státní sféře. V době, kdy máme plně funkční systémy GIS, které umí toliko potřebných operací, se najde mnoho středisek a pracovišť, kde o možnostech práce s GIS nic nevědí. Je zde ale otázka, zda je to ovlivněno zaměstnanci či zaměstnavatelem.

Jak jsem již v práci převedl na konceptuálních modelech pro jednotlivé typy dopravní policie, systém byl značným přínosem pro snížení rizika při práci PČR. Představuji si plně funkční

system na každém pracovišti IZS. Zde by byla sada potřebných dat pro plánování, realizování a vytváření akceschopné pracovní činnosti.

V případě propojení rizikového ZAPEXU s funkčním prostředím Arc Logistics, který je již specificky modelován pro logistické firmy. Záleží pak na jednotlivých dopravcích, kterou z možností upřednostňují pro plánování cesty. Zvolí-li plánování s možností zobrazení rizika a využijí ZAPEXU nebo se tím nezabývají a plánovat cestu bez rizik, jen na účelnost.

V úvahu stojí i zvážení vytvoření ZAPEXU, jako nového modulu přímo pro daný typ zákazníka, který má specifické požadavky na rizikovost pozemních komunikací a potřebuje tyto data pro každodenní práci.

Výsledný modul by mohl být již zjednodušené prostředí zobrazující mapový podklad s plánovačem trasy, nebo jen zobrazování rizik jednotlivých komunikací. V každém případě by koncový uživatel dostal svou porci rizika na pozemní komunikaci, o kterou by jevil dle zadaných parametrů zájem.

Vše je závislé hlavně na tom nejdůležitějším, a to na datech, která tato metodika vyžaduje pro svou správnou činnost. Tato data budou sbírána a zaznamenávána jen za předpokladu, že tento projekt někoho osloví natolik, že najde dostatečný kapitál na zprovoznění.

V práci se nachází mnoho aspektů, které však již překračují rámec této diplomové práce.

6. Použité zdroje

6.1. Literatura

- [1] Procházková Dana: *Analýza a řízení rizik*, Praha, ČVUT 2011, ISBN 978-80-01-04841-2
- [2] Ambros, J., Janoška, Z., Pokorný, P., Striegler, R., Šenk, P., Valentová, V.: *Identifikace kritických míst na pozemních komunikacích v extravilánu*, Brno, CDV 2012
- [3] Sabey B. E. and Taylor H., *The known risks we run: the highway*. Transport and Road Research Laboratory, Supplementary Report 567, Crowthorne, Berks. 1980
- [4] Road Safety Manual, PIARC 2004
- [5] Ambros Jiří, Kocourek Josef :*Metodika sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů*, CDV, Brno, ISBN 978-80-86502-62-5
- [6] Ohrožení: Bezpečnost. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ohro%C5%BEen%C3%AD>
- [7] Kastlová Olga, BRICH Milan: *Ročenka dopravy 2013*, Praha, CDV. ISSN 1801-3090.
- [8] Pokorný Jan: *Bezpečnost a ochrana chodců*, Průvodní text [online]. 2012. Dostupné z WWW: <http://envi.upce.cz/pisprace/ostatni/pokorny:text.pdf>
- [9] Tesla Jan, Ivan Igor: *Rizikové úseky silnic z pohledu dopravních nehod*, Dostupné: http://download.arcdata.cz/konf/2014/prednasky/prezentace/Tesla_VysokaSkolaBanska.pdf
- [10] Korviny Petr: *Teoretické základy vícekritériálního rozhodování*, Dostupné: http://korviny.cz/mca7/soubory/teorie_mca.pdf
- [11] Strigler Radim, FRIČ Jindřich: *Řešení kritických míst na pozemních komunikacích v extravilánu*, 1. vyd. Brno: CDV 2013, . ISSN 9788086502700.
- [12] Vlčková Veronika: *Kudy tudy systémovým inženýrstvím, Kudy kam geoinformačním inženýrstvím, Kudy dál systémovými strategiemi*, Praha, ČVUT, ISBN 978-80-01-05447-5.
- [13] Zemkl Vladimír : *Analýza v 1D*, Arcdata Praha 2013
- [14] ArcLogistics. 2015. ARCDATA PRAHA: Geografické informační systémy [online]. Praha Dostupné z: <http://angel1.symbio.cz/infoglugueDeliverWorking/ViewPage.action?siteNodeId=2139 &languageId=4&contentId=-1>
- [15] Nehodová místa: Dopravní info.cz. *Infobesi.dopravniinfo.cz* [online]. 2010.Dostupné z: <http://infobesi.dopravniinfo.cz/app/Pages/About>
- [16] JEDNOTNÁ DOPRAVNÍ VEKTOROVÁ MAPA: JDVM. MINISTERSTVO DOPRAVY. [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>
- [17] Dostupný na : http://cs.wikipedia.org/wiki/Vyjet%C3%A9_koleje#/media/File:DK1_koleiny.jpg:
- [18] Dostupný na : <http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDtluk>
- [19] Dostupný na : <http://www.velkyrybnik.cz/oprava-cesty-na-vrsovice/d-1136/p1=1009>
- [20] Smrtelně nebezpečné billboardy. 2014. *Kverulant: Obecně prospěšná organizace* [online]. Kladno. Dostupné z: <http://www.kverulant.org/billboardy.html>
- [21] Pasivní bezpečnost pozemních komunikací v souvislosti s čely propustků. [online]. 7.10.2011. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/pasivni-bezpecnost-pozemnich-komunikaci-v-souvislosti-s-cely-propustku/>
- [22] Ministerstvo dopravy chce silničářům usnadnit kácení stromů. *Česka televize* [online]. 15. 1.2012. 2012. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/domaci/160570-ministerstvo-dopravy-chce-silnicarum-usnadnit-kaceni-stromu/>
- [23] Kvalitní osvětlení zachraňuje životy na silnicích. In: *Osvětlení* [online]. 23. 4. 2014. Dostupné z: [tpt://www.osvetle.cz/index.php/filtr/domacnost](http://www.osvetle.cz/index.php/filtr/domacnost)

- [24] Ve větrném oceánu. In: *Zase v trapu* [online]. 2012. vyd. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.zasevtrapu.cz/?p=1455>
- [25] POLÁK, Martin. Žena na namrzlém mostě prorazila zábradlí a spadla s autem do řeky. In: [online]. 2011. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/krimi/250631-zena-na-namrzlem-moste-prorazila-zabradli-a-spadla-s-autem-do-reky.html>
- [26] Zúžení silnice Hlubočepská. In: *Prokopské údolí* [online]. 2011. Dostupné z: http://www.prokopak.cz/?page_id=35
- [27] Nové pojetí dálniční sítě: Pomalým krokem k rychlosti. In: *Svět motoru* [online]. 2013. Dostupné z: <http://svetmotoru.auto.cz/clanek/servis/4369/nove-pojeti-dalnicni-site-pomalym-krokiem-k-rychlosti.html>
- [28] PRŮTAHY SILNIC OBCEMI: Používané stavební prvky. In: *VŠB-TU Ostrava* [online]. 2014. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/ord/prutahy-prvky.htm>
- [29] Železnice dostane peníze na úpravu nepřehledných přejezdů, ty brzdí vlaky. In: VOSTÁREK, Josef. *Idnes* [online]. 2012. vyd. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/modernizace-zeleznicnich-prejezdu-dui/ekonomika.aspx?c=A120719_195902_ekonomika_brm
- [30] Princip chodeckého zpomalovacího semaforu. In: *GEMOS CZ spol, s r.o* [online]. 2014.. Dostupné z: <http://www.dynamickysemafor.cz/princip-chodecky-dynamicky-semafor.php>
- [31] Vlček Jaroslav a kol: *Informační výkon*, ČVUT, Praha 2002, ISBN 8001-02505-5
- [32] Vlček Jaroslav: *Inženýrská informatika*, ČVUT, Praha 1992, ISBN 80-01-01071-6
- [33] Vlček Jaroslav: *Metody SI*, SNTL, Praha 1986
- [34] Vlček Jaroslav: *Systémové inženýrství*, Ó.TJT, Praha 2001, ISBN SO-01-01905-5
- [35] Vlček Jaroslav: *Znalostní inženýrství*, Neural Network World (vyšlo posmrtné), Praha 2002, ISBN SO-90329S-0-2
- [36] Vlčková Veronika: *Geo znalost a geoinformační inženýrství*, GIS na ČVUT, sborník příspěvků, ARCDATA Praha, 2010
- [37] Dobešová Zdena: *Databázové systémy v GIS*, Olomouc: Univerzita Palackého, 2004
- [38] TERPLAN kol, *Moderní matematické disciplíny v územním plánování*, Praha , MVS ČSR
- [39] Butler J. Allison: *Designing Geodatabases for Transportation*, ARCDATA, s.r.o., Praha, 2008
- [40] Arctur David: *Designing geodatabases, case studies in GIS data modeling*, Redlands: ESRI Press,2004
- [41] *GIS for Building and Managing Infrastructure*, ARCDATA, s.r.o., Praha, 2010

6.2. Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Faktory podílející se na vzniku dopravních nehod, zdroj: [4]..... | 11 |
| Obrázek 2: Zobrazení DN v zájmové lokalitě, zdroj: www.maps.jdvm.cz..... | 12 |
| Obrázek 3: Pyramida bezpečnosti, zdroj: [5]. | 13 |
| Obrázek 4: Podíl poranění jednotlivých částí těla chodce při srážce s vozidlem, zdroj: [8]... | 14 |
| Obrázek 5: Nebezpečné úseky MS kraje, zdroj: [9]..... | 17 |
| Obrázek 6: Konceptuální model pro skupinu dohledu, zdroj : vlastní tvorba autora..... | 20 |
| Obrázek 7: Konceptuální model pro skupinu DN, zdroj:vlastní tvorba autora | 21 |
| Obrázek 8: Konceptuální model pro Dopravního inženýra, zdroj: vlastní tvorba autora | 22 |
| Obrázek 9: Konceptuální model pro Dálniční oddělení, zdroj: vlastní tvorba autora | 23 |
| Obrázek 10: Konceptuální model GIS, zdroj: [12] | 27 |
| Obrázek 11: Zobrazení trasy, zdroj: [13]. | 28 |
| Obrázek 12: Ukázka ArcLogistics, zdroj: [14]..... | 30 |
| Obrázek 13: Zobrazení nehodové lokality, zdroj: http://infobesi.dopravniinfo.cz | 33 |
| Obrázek 14: Náhled na křížení komunikace R35 / R46, zdroj: JDVM..... | 35 |
| Obrázek 15: Výřez náhledu na data o DN u křížení silnice R 35 / R46, zdroj: JDVM..... | 36 |
| Obrázek 16: Zpracování rizikovosti, zdroj: vlastní tvorba autora | 39 |
| Obrázek 17: Úplný náhled na mapový podklad, zdroj: ZABAGED®..... | 41 |
| Obrázek 18: Náhled mapového podkladu očištěný na silnici, zdroj: ZABAGED®..... | 44 |
| Obrázek 19: Náhled na úsek I 35(km 261-262),zdroj: ZABAGED® | 44 |
| Obrázek 20: Zobrazení I 262 km, směr OV, zdroj: www.maps.jdvm.cz | 45 |
| Obrázek 21: Vyjeté koleje, zdroj: [17]..... | 46 |
| Obrázek 22: Výtluk, zdroj: [18] | 46 |
| Obrázek 23: Poškozená krajnice, zdroj:[19] | 47 |
| Obrázek 24: Pevná překážka, zdroj: [11]. | 47 |
| Obrázek 25: Překážka -Billboard, zdroj: [20]. | 47 |
| Obrázek 26: Nevyhovující propustek, zdroj: [21] | 48 |
| Obrázek 27: Stromořadí, zdroj: [22] | 48 |
| Obrázek 28: Osvětlení komunikace, zdroj: [23] | 48 |
| Obrázek 29: Otevřená krajina - boční vítr, zdroj: [24] | 49 |
| Obrázek 30: Nebezpečné sloupy DZ, zdroj: [10] | 49 |
| Obrázek 31: Proražené zábradlí na mostě, zdroj: [25] | 49 |
| Obrázek 32: Zatáčka I 35 / 263 km, zdroj: www.dalnice.com | 50 |
| Obrázek 33: Zúžení silnice, zdroj: [26] | 50 |
| Obrázek 34: Připojovací pruh, zdroj: [27] | 50 |
| Obrázek 35: Přechod pro chodce, zdroj: [28] | 51 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 36: Železniční přejezd, zdroj: [29] | 51 |
| Obrázek 37: Měřič rychlosti, zdroj: [30] | 51 |
| Obrázek 38: Schéma využití GIS v rámci projektu, zdroj: vlastní tvorba autora | 52 |
| Obrázek 39: Schéma postupu při sběru dat, zdroj: tvorba autora | 53 |
| Obrázek 40: Náhled na křížení komunikace R35 / R46, zdroj: JDVM | 54 |
| Obrázek 41: Zobrazení rizikovosti v grafu, zdroj: vlastní tvorba autora | 56 |
| Obrázek 42: Zobrazení rizikovosti, zdroj: vlastní tvorba autora GIS | 57 |