



VČASNÉ VAROVÁNÍ PRO ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI SILNIČNÍ DOPRAVY

Autoreferát disertační práce

Studijní program: P6209 – Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: 6209V003 – Ekonomická informatika

Autor práce: **Ing. David Kubát, PAED. ING. IGIP**

Školitel: doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.

Disertační práce byla vypracována v prezenční formě doktorského studia na katedře informatiky Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci.

Uchazeč: Ing. David Kubát, ING. PAED. IGIP
Ekonomická fakulta Technické univerzity v Liberci
Katedra informatiky
Voroněžská 13
461 17 Liberec 1

Školitel: doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.
Ekonomická fakulta Technické univerzity v Liberci
Katedra informatiky
Voroněžská 13
461 17 Liberec 1

Autoreferát byl rozeslán dne:

Obhajoba disertační práce se koná dne 25. 05. 2017 před komisí na Ekonomické fakultě Technické univerzity v Liberci, Voroněžská 13, Liberec 1 v zasedací místnosti děkanátu Ekonomické fakulty.

S disertační prací je možno se seznámit na katedře informatiky Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci.

prof. RNDr. Peter Mikulecký, PhD.

předseda oborové rady

DSP Ekonomická informatika

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou disertační práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé disertační práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li disertační práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Disertační práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé disertační práce a konzultantem. Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Anotace a klíčová slova

Předkládaná disertační práce se zaměřuje na problematiku včasného varování v silniční dopravě. Hlavním cílem všech telematických aplikací i této práce je včasná distribuce informací k řidiči. Telematické systémy zahrnují různé projekty od povinného zavedení systému eCall přes testovací běh různých projektů včasného varování až po koncepty počítající s umělou inteligencí. Budoucnost ukáže ekonomickou návratnost těchto systémů, avšak jejich přínos je nesporný, jak ukazují dosavadní publikované výsledky.

Snahou této práce je přispět ke zvýšení bezpečnosti silniční dopravy formou prevence. Základem práce je zjištění a popsání aktuální situace v oblasti varování v případě mimořádných situací v silniční dopravě pomocí studia dostupných zdrojů. Porovnáním současného stavu a aktuálních technologických možností bylo dosaženo závěru, že je možné navrhnout zlepšení poskytující rychlejší přenos varovných informací směrem k řidiči.

S ohledem na výše uvedené jsou v práci řešeny následující tři cíle:

1. Analyzovat současný stav včasného varování v dopravě v případě mimořádných událostí.
2. Navrhnout řešení s ohledem na technologickou dostupnost, ekonomickou návratnost a minimální zpoždění při doručení varování řidiči.
3. Prokázat realizovatelnost řešení pomocí ekonomické analýzy.

Klíčová slova: Včasné varování, eCall, Radio-HELP, WAZE, FCD, Connected Car, SMS zprávy, Mapa dopravních podmínek, HD Radio

Annotation and keywords

This Ph. D. thesis focuses on the issue of early warning in the road transport. The main objective of telematics applications and this work is to facilitate timely traffic information to drivers. Telematics systems include a variety of projects from the mandatory implementation of eCall through a test run of various projects for early warning to the concepts based on artificial intelligence. The future will prove the economic benefits of these systems, but their added value is undeniable, as shown by existing experience.

The aim of this work is to improve road safety by means of prevention. The basis of the work is to identify and to describe the current situation in the warning field in case of emergencies in the road transport through a research of literature. By comparing the current situation and the current technological possibilities, it was concluded that it is possible to design an improvement providing faster transmission of warning information to a driver.

In view of the foregoing, the work deals with the following three objectives:

1. To analyze the current state of early warning traffic in case of emergencies;
2. To propose a solution with regard to the technology available, economical return and minimal delays in receiving the warning by a driver;
3. To demonstrate meaningfulness of proposed solutions by an economic analysis.

Keywords: Early warning, eCall, Radio-HELP, WAZE, FCD, Connected Car, SMS messages, Map of Traffic Conditions, HD Radio

Annotation et le mots clés

Cette thèse se concentre sur le sujet du système de préalerte dans le transport routier. L'objectif principal des applications télématiques, et de cette thèse est de faciliter des informations de circulation en temps opportun aux conducteurs. Les systèmes télématiques comprennent une variété de projets, de la mise en œuvre obligatoire de eCall, à une série de tests de différents projets du système de préalerte, mais aussi des concepts basés sur l'intelligence artificielle. L'avenir va prouver les avantages économiques de ces systèmes, mais leur valeur ajoutée est indéniable, comme en témoigne l'expérience existante.

Le but de cete thèse est d'améliorer la sécurité routière par la prévention. Le fondement de la thèse est d'identifier et de décrire la situation actuelle dans le domaine du système de préalerte en cas d'urgence dans le transport routier en recherchant de la littérature. En comparant la situation actuelle et les possibilités technologiques actuelles, on a conclu qu'il est possible de concevoir une amélioration fournissant une transmission de l'information d'avertissement plus rapide au conducteur.

Compte tenu de ce qui précède, la thèse traite les trois buts suivants:

1. Décrire l'état actuel du système de préalerte dans le transport routier en cas d'urgence.
2. Proposer une solution en ce qui concerne la technologie disponible la mise en œuvre économique et les retards minimes dans la réception d'un avertissement au conducteur.
3. Démontrer la signification des solutions proposées par une analyse économique.

Mots clés: préalerte, eCall, Radio-HELP, WAZE, FCD, Connected Car, messages SMS, HD Radio

Obsah

SEZNAM ZKRATEK	8
ÚVOD	9
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	11
1.1 STÁVAJÍCÍ ŘEŠENÍ A PROJEKTY	11
1.2 PRŮZKUM VNÍMÁNÍ TELEMATICKÝCH APLIKACÍ UŽIVATELI.....	12
2 CÍLE PRÁCE	14
3 POUŽITÉ METODY	14
4 NÁVRH ŘEŠENÍ	15
4.1 RADIO HELP	16
4.2 VAROVNÉ SMS ZPRÁVY.....	18
4.2.1 <i>Vymezení oblasti a rozesílání zpráv</i>	19
4.2.2 <i>Formát zpráv a jejich zpracování</i>	20
4.2.3 <i>Aktivace a zobrazení varování</i>	22
4.3 MAPA DOPRAVNÍCH PODMÍNEK A CONNECTED CAR	22
4.3.1 <i>Mapa dopravních podmínek</i>	22
4.3.2 <i>Rozhraní</i>	23
4.4 SWOT ANALÝZA	24
4.5 EKONOMICKÉ HLEDISKO.....	25
ZÁVĚR	27
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	29

Seznam zkratek

CDV Centrum dopravního výzkumu

C2C Car to Car

FCD Floating Car/Cellular Data

IoT Internet of Things

NDIC Národní dopravní informační centrum

OBU On Board Unit

RDS-TMC Radio Data System - Traffic Message Channel

Úvod

Navzdory faktu, že se trvale zvyšuje pasivní i aktivní bezpečnost vyráběných automobilů, jsou dopravní nehody každý rok zodpovědné za ztráty tisíců lidských životů. Významný podíl na lepších bezpečnostních parametrech vozidel má integrace a využití pokročilých informačních technologií. Týká se to komunikačních systémů a postupného zavádění inteligentních dopravních systémů s cílem zvýšit bezpečnost silničního provozu. Očekává se, že komunikace mezi vozidly bude schopna poskytnout řidičům více informací o jejich okolí, což jim umožní činit lepší rozhodnutí, která následně povedou ke zvýšení bezpečnosti. Některé automobily již dnes nabízejí kromě navigace také systém detekce nehod, radary, kamery a podobné prostředky. Technologický obor zabývající se kombinací přenosu a zpracování dat se zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky se nazývá telematika (kombinace slov: telekomunikace a informatika).

Hlavním cílem všech telematických aplikací i této práce je včasná doprava užitečných a zejména varovných informací k řidiči. Telematické systémy zahrnují různé projekty od povinného zavedení systému eCall přes testovací běh různých projektů včasného varování až po koncepty počítající s umělou inteligencí. Tyto projekty jsou v různé fázi rozpracovanosti od konceptů až po experimentální testy.

Tato práce přináší v první řadě srovnání a analýzu již publikovaných řešení, ukazuje jejich silné a slabé stránky a vazby na ostatní varovné systémy. Dále se věnuje rozsáhlé problematice bezpečnosti v oblasti Connected Car, jejíž součástí je i rozsáhlá rešerše norem a standardů používaných při vývoji a návrhu palubních jednotek komunikujících s infrastrukturou a také pro komunikaci vozidel navzájem, tedy bez páteřní sítě.

Během prezentace průběžných výsledků autora na konferencích se vyskytly četné dotazy na to, jak tyto nové technologie přijímají uživatelé. Na tomto základě bylo přikročeno k průzkumu úrovně akceptování vybraných „citlivých“ aspektů navrhovaných řešení formou dotazníkového šetření. Podrobněji zkoumáno bylo zejména vnímání bezpečnosti uživatelských dat v telematických a mobilních aplikacích.

S využitím vědeckých přístupů disertační práce přistupuje k vybraným aspektům bezpečnosti silniční dopravy, přičemž její ambicí je přispět ke zvýšení bezpečnosti silniční

dopravy formou prevence. Toho je dosaženo uplatněním systémových přístupů a metod pro zvýšení bezpečnosti silniční dopravy. Práce se okrajově zabývá rozvojem a možnostmi využití dále vysvětleného konceptu systému Radio-HELP, založeného na adresném broadcastingu a nuceném příjmu pro oblast silniční dopravy. Technologie broadcastingu umožňuje přenos zvukové či obrazové informace prostřednictvím jiného média, typicky rozhlasového vysílání. U tohoto systému však snahy o další kroky k realizaci narážejí na nutnost legislativních změn, jejichž realizace je v dohledném časovém horizontu nereálná. Proto se práce zaměřuje především na oblasti, ve kterých je zlepšení možné díky dynamickému rozvoji digitálních komunikací a mobilních systémů.

Doktorská disertační práce rozpracovává řešení založené na rozesílání neadresných SMS zpráv. V rámci návrhu tohoto konceptu a s využitím systémového přístupu byl vytvořen UML model příkladů použití a aktérů, který slouží k identifikaci slabin současného řešení. Mezi ty patří například nedostupnost některých informačních kanálů na některých typech komunikací nebo zpoždění. Tyto nedostatky byly vzaty v úvahu při návrhu řešení nového, které dosahuje minimálního zpoždění při doručení varovné zprávy a vysokého počtu uživatelů, ke kterým se varovná zpráva dostane. Nevýhodou tohoto řešení je však skutečnost, že varovnou zprávu obdrží i nezúčastněné subjekty, jako např. občané bydlící podél dopravních komunikací, přičemž je diskutována i možná eliminace tohoto stavu.

Teoretickým, avšak i prakticky využitelným výstupem doktorské disertační práce je návrh konceptuálního modelu systému pro tvorbu dopravní „mapy“, zobrazující dopravní podmínky v blízkém okolí vozidla a umožňující předávání těchto informací řidičům dalších automobilů mířících do dané oblasti. Toho je dosaženo pomocí technologie Connected Car, která se uplatňuje u stále vyššího počtu nových vozidel. Poslední dva zmíněné koncepty jsou následně porovnány SWOT analýzou.

Součástí práce je také vyhodnocení ekonomických hledisek navržených konceptů. Toto vyhodnocení je provedeno na základě aktuálních údajů od Centra dopravního výzkumu a Policie ČR a pomocí dvou možných modelových scénářů.

1 Analýza současného stavu

Tato kapitola práce se věnuje analýze stávající situace v oblasti včasného varování v silniční dopravě. Jsou zde uvedena řešení popsána v odborné literatuře, projekty, u kterých proběhly pilotní testy a také řešení již používaná. Další část této kapitoly je zaměřená na oblast Connected Car, což je technologie, která je stále rozšířenější (GSMA, 2013). V poslední části kapitoly je popsáno provedené dotazníkové šetření na téma „Obavy uživatelů telematických aplikací“ a jeho výsledky.

1.1 Stávající řešení a projekty

Jednou z metod, jak předcházet dopravním nehodám, je použití různých senzorů ve vozidle. Testovány byly různé kombinace senzorů (He, 2013). Například, pokud se vyskytne mlha, je možné pomocí laserového senzoru detekovat vzdálenost překážky nebo vozidla ve směru jízdy a skutečnou vzdálenost následně dopočítat mikroprocesorem. Pokud je skutečná vzdálenost menší, než bezpečná, spustí se zvuková a světelná signalizace.

Další projekty jsou zaměřené na analýzu dopravních dat, systém eCall, technologii Floating Car Data, mobilní aplikace a kooperativní systémy. Také byla provedena rešerše oblasti přenosových technologií jakožto nezbytného prostředku komunikace

V další kapitole se práce zabývá historií technologie Connected Car, spojitostí s IoT a současnou situací, tj. jaké služby pod službou Connected Car pracují, jak je toto řešení koncipováno na uživatelské a technologické úrovni a také jaká jsou bezpečnostní rizika z tohoto trendu plynoucí.

Internet věcí označuje propojení téměř neomezeného množství nejrůznějších objektů – věcí – prostřednictvím internetu. Jedná se tedy o síť vysokého počtu objektů sestávající z čidel, senzorů, přenosových a jiných zařízení, které sbírají údaje, komunikují mezi sebou, vyhodnocují shromážděné údaje a na základě jejich vyhodnocení mohou samostatně jednat bez aktivního zásahu člověka. Internet věcí je možné použít v mnoha oblastech a jednou z nich je i silniční doprava.

1.2 Průzkum vnímání telematických aplikací uživateli

K dotazníkovému šetření bylo přistoupeno na základě připomínek a reakcí na konferencích, kde byly prezentovány průběžné výsledky autora této práce. Z těchto ohlasů vyplynulo, že telematické aplikace, resp. eCall nejsou bezvýhradně přijímané a mají i své odpůrce (Kubát, 2013). Ti jako důvody svého postoje uváděli špatnou komunikaci systému eCall směrem k veřejnosti, možná bezpečnostní rizika – např. sledování osob, udělování pokut za rychlou jízdu apod. Bylo tedy zapotřebí objasnit, v jakých oblastech panují obavy, aby bylo možno stanovit potřebné podmínky pro zlepšení situace.

Celkový počet navrácených validních dotazníků byl 210. V prvním kroku byly vytvořeny skupiny uživatelů se stejnými vybranými charakteristikami. 74,3 % respondentů vlastní automobil, 73,1 % majitelů automobilů vlastní chytrý telefon a 68,4 % z nich ho používá pro navigaci (celkem 73 uživatelů). Lidé nepoužívající chytrý mobilní telefon pro navigaci mají následující důvody: 58,3 % má plnohodnotnou navigaci, 13,9 % používá papírové mapy, 25 % nepotřebuje navigaci a 2,8 % má jiné důvody.

Na otázku, zda by byli ochotni nechat si instalovat eCall do stávajících automobilů odpovědělo 52,2 % respondentů záporně. Dalších 10,1 % by tuto možnost uvítalo při ceně do 8000 Kč a 40,6 % při ceně pod 4000 Kč. Částku vyšší než 8000 Kč by nebyl ochoten zaplatit žádný respondent.

Obavy ze zneužití dat při používání mobilního telefonu

V dalším kroku se práce snaží zjistit více o obavách uživatelů. Z celkového počtu 210 respondentů se 25,7 % obávalo zneužití informací. Jedním z cílů této práce je zjistit, na čem jsou tyto obavy závislé. Zda je to pohlaví, příjem domácnosti, věk, nebo vzdělání. Respondenti nebyli o možném zneužití informací informováni (pokud se tedy obávali, tak již před započítáním průzkumu). Tato otázka byla otevřená.

Byla stanovena nulová hypotéza tvrdící, že neexistuje závislost obav na sledované vlastnosti (pohlaví, věk atp.). Pro výpočet byl použit Pearsonův kontingenční koeficient, který nabývá hodnot od nuly do jedné, přičemž hodnoty 1 nemůže být dosaženo. Výpočty ukázaly, že závislosti jsou velmi slabé nebo žádné. Nejsilnější je závislost na vzdělání a nejslabší na pohlaví. Stanovenou hypotézu tedy nezamítáme.

Druhá hypotéza se zaměřuje na celkový počet uživatelů mající obavy ze zneužití dat při používání mobilních telefonů. Hypotéza tvrdí, že obavy má maximálně 10 % všech uživatelů. Šetření prokázalo, že obavy má větší množství uživatelů. 26,5 % uživatelů se obává zneužití sledování polohy, 23,5 % zneužití v oblasti marketingu. Na základě provedeného průzkumu nezamítáme navrženou hypotézu.

Obavy uživatelů ze zavedení systému eCall

Další otázkou bylo: *“Proč se obáváte zavedení systému eCall od roku 2015?”* Otázka byla opět otevřená a odpovědi podobné, jako u předchozí otázky. Odpovědi spadaly do dvou hlavních skupin – zneužití obecně (Velký bratr, nedůvěra v český státní aparát apod.) a trvalé sledování polohy vozidla.

V této oblasti byla stanovena hypotéza tvrdící, že maximálně 25 % respondentů bude mít obavy z povinného zavedení systému eCall a s ním souvisejících výše uvedených obávaných hrozeb. Výsledky šetření ukázaly, že i v této oblasti mají respondenti obavy. Celých 34,6 % se obává zneužití bez bližší specifikace a 32,1 % má obavy ze sledování polohy. Nezamítáme tedy uvedenou hypotézu.

Zajímavá je skutečnost, že někteří lidé používají sociální sítě a jejich data jsou tedy snadno dostupná, ale obávají se zneužití dat o své poloze. Jde sice o odlišná data, ale přesto by veřejnost o nových technologiích měla být informována správně a úplně. Na druhou stranu je zbytečně vytvářena atmosféra vedoucí k nepochopení reality a zabraňující efektivnější obraně obyvatelstva snižováním nebezpečí v silničním provozu.

Na základě provedeného průzkumu lze říci, že obava ze zneužití dat není způsobena jen neinformovaností. Tyto obavy nelze tedy jednoduše odmítnout jako iracionální a je potřeba pokusit se navrhnout řešení, které by umožnilo kontrolu software a podobně (např. open source).

2 Cíle práce

Základem práce je analýza aktuální situace v oblasti varování v případě mimořádných situací v silniční dopravě pomocí studia literatury. Tyto informace slouží pro další orientaci v problematice a jsou analyzovány v kapitole 2.1 a 2.2 disertační práce. Porovnáním současného stavu a aktuálních technologických možností bylo dosaženo závěru, že je možné navrhnout zlepšení poskytující rychlejší přenos varovných informací směrem k řidiči v porovnání s aktuálně používanými metodami.

Hlavním cílem doktorské práce je rozšířit úroveň poznání v uvedené oblasti za použití adekvátních vědeckých metod a na jejich základě přinést nová řešení. Ta jsou navržena s ohledem na technologickou dostupnost, ekonomickou návratnost a minimální zpoždění při doručení varování řidiči.

Hlavního cíle bylo dosaženo pomocí dílčích cílů. Jedním z nich je analýza současného stavu včasného varování v dopravě v případě mimořádných událostí na základě studia odborné literatury. Druhým dílčím cílem je zpracování ekonomického hlediska navržených řešení, které je v příslušných kapitolách rozebráno a také vyčísleno.

3 Použité metody

V oblasti včasného varování v dopravě výzkum vycházel z rešerší sekundárních zdrojů a již provedených průzkumů, zaměřených na včasné doručení správných informací řidiči blížícímu se k místu dopravní nehody. Byla provedena explorace a komparace jednotlivých metod a tomto základě bylo přistoupeno k návrhu nových řešení s ohledem na využití již používaných technologií, efektivitu šíření potřebných informací a ekonomickou návratnost.

V části práce zjišťující postoje uživatelů k novým technologiím byl použit strukturovaný dotazník, jehož výstupy byly následně analyzovány a byla navržena opatření mající za cíl minimalizovat nepodložené obavy. U vlastního řešení byla použita metoda syntézy, modelování (UML) a také systémové přístupy s ohledem na specifickou oblast použití a potřeb jejích potenciálních uživatelů. Navržené koncepty byly dále vyhodnoceny měkkými metrikami (SWOT analýzou).

4 Návrh řešení

Další výzkum je rozpracován dvěma směry. Na základě využití vědeckých metod bylo přistoupeno k definování současných systémů bezpečnosti silniční dopravy a hledání možností vylepšení.

Jednou z možností je využití stávající a používané technologie a přinesení zlepšení v podobě kombinace s dalšími datovými kanály. Jde hlavně o digitální rozhlasové vysílání, které může nést zakódované informace. Možná je kombinace s neadresnými SMS zprávami nesoucími poziční kód. Zpráva v příslušném formátu by spustila v případě souladu polohy ze zprávy s polohou vozidla požadovanou akci – varování. Toto řešení by bylo relativně ekonomicky nenáročné a spočívalo by v softwarové modifikaci za použití mobilních zařízení jako varovacích jednotek. Tento koncept vyžaduje mobilní zařízení schopné zahájit předvolenou akci na základě specifické skupiny znaků obsažených v SMS zprávě. Budoucí práce má nastínit, jakou by měla mít takováto zpráva podobu. Možná úskalí mohou spočívat v zatížení sítě v případě zaslání těchto SMS zpráv všem zařízením s aktivní SIM kartou v dané oblasti.

Druhým rozpracovaným konceptem je tzv. Mapa dopravních podmínek založená na snímačích ve vozidlech. Automobily jsou čím dál „chytřejší“ a jejich řídicí jednotky by mohly poskytnout data nejen řidiči příslušného vozidla, ale také ostatním řidičům, blížícím se k místu vzniku dopravního problému. C2C technologie umožní komunikaci s vozidly v bezprostřední blízkosti, ale kritická může být taková vzdálenost, ve které už nedochází ke komunikaci C2C, ale řidiči ještě neobdrží informaci prostřednictvím NDIC. Mohlo by jít např. o zasílání výstupů z brzd (ABS) a dalších čidel již implementovaných ve vozidlech do centrálního registru a zasílání těchto informací dalším řidičům, blížícím se do dané oblasti. Použití tohoto systému by doplňovalo systém eCall v době, kdy nevzniká žádná krizová událost typu dopravní nehody.

Pro využití Mapy dopravních podmínek je nutné implementování tzv. Internetu věcí (Internet of Things – IoT) v podobě tzv. Connected Cars, znamenající použití IoT v automobilové dopravě. Technologie Connected Cars je stále rozšířenější a mobilní sítě

jsou rychlejší a dostupnější. „Chytrá“ vozidla by mohla sama sledovat stav prostředí v okolí (např. na základě výše zmíněné mapy dopravních podmínek) a reagovat na ně.

Navržená řešení pro zvýšení bezpečnosti by se dala rozdělit na řešení okamžitě uplatnitelná a na ta, která ke svému úspěšnému provozu potřebují změnu či větší rozšíření používané technologie.

4.1 Radio HELP

Toto řešení spadá do druhé výše zmíněné kategorie. Řešení systému Radio-Help je založené na současném využití technologie přijímače analogového vysílání se superpozicí digitálních dat (formát HD RADIO či DRM) nebo plně digitálního vysílání s možností pozičního vymezení prostřednictvím geografických koordinát. V současnosti je tato technologie úspěšně používána v mnoha dalších zemích a jejím prostřednictvím v současnosti vysílá 78 % amerických rozhlasových stanic, což je více než 3500 stanic. Díky použití tohoto způsobu modulace je možné kromě samotného digitálního a analogového rozhlasového vysílání přenášet ještě řadu dalších informací, jako např. informace o programu, dopravní informace či vymezení polohy dedikovaného příjemce.

Součástí vysílané relace systému Rádio-HELP je využití pozičních kódů pro vymezení oblastí nuceného příjmu, tj. kam je vysílání směřováno. Vzhledem k rozvoji technologií by nemělo být technicky náročné využití mobilních telefonů pro tyto účely.

K lepší distribuci dopravních informací by mohlo napomoci využití rádiového dopravního terminálu, jako nadstavby systému eCall. Rádiový dopravní terminál představuje rozhlasový přijímač, přijímající signál z výhradního komunikačního kanálu. V praxi by tak bylo možné automatizovaně informovat účastníky silničního provozu dle jejich aktuální pozice a směru jízdy o nebezpečí, ke kterému se blíží, a to prakticky okamžitě. Uvažujeme-li získávání dat pro výstražné relace ze systému e-Call, v případě jeho významného rozšíření by se mohlo jednat o velmi efektivní adresný varovný systém.

Jeho princip spočívá v plné automatizaci vygenerování a přenosu všech podstatných informací o dopravní nehodě vozidlům pohybujícím se v její blízkosti. Proces varování je iniciován havarovaným vozidlem, které vyše bezprostředně po nehodě prostřednictvím systému eCall informace o nehodě včetně přesné polohy nehody. Informaci přijme

ústředna Systému, která ihned vygeneruje datovou a/nebo hlasovou informaci o nehodě včetně pozičního kódu místa nehody a prostřednictvím rádiové relace ji odešle do přijímačů systému.

Přijímače systému (mobilní telefony, navigační přístroje) musí být vybaveny komparátorem pozičního kódu nehody s pozičními daty, která generuje poziční systém přijímače. Pokud komparátor vyhodnotí, že poziční kód nehody odpovídá pozičnímu kódu přijímače a pohyb vozidla bude vyhodnocen jako směřující k místu nehody, dojde k aktivaci nuceného příjmu datové a/nebo hlasové relace. V praxi je tak možno automatizovaně informovat účastníky silničního provozu o nebezpečí dle jejich aktuální pozice a směru jízdy, a to prakticky okamžitě.

Další možností zlepšení je kombinace s aplikací WAZE (příp. jinou podobnou aplikací). WAZE je tzv. sociální navigace, tj. kromě navigace umožňuje vzájemnou komunikaci jejích uživatelů. Řidič ovšem dle platné legislativy manipulovat s mobilním telefonem za jízdy nesmí a záleží tedy na tom, zda je spuštěná aplikace považována za navigaci či nikoliv. Pokud by musel řidič nejprve zastavit a až pak dopravní událost zadat, byla by rychlost ohlášení nehody srovnatelná s informacemi ze serveru dopravniinfo.cz spravovaného Ředitelstvím silnic a dálnic.

Uživatelé WAZE však nezískávají zprávy jen od ostatních uživatelů, ale také z Národního dopravní informačního centra (NDIC). Avšak opačný tok – z WAZE do NDIC – není možný. Hlášení o dopravních problémech jsou ověřována dalšími řidiči, ale ani tak nejsou považována NDIC za spolehlivý zdroj.

V případě, že by byly informace správně ověřeny, mohly by být zpracovány systémem Radio-HELP okamžitě, aniž by došlo ke zpoždění. Implementace WAZE by byla účinná i v případech dopravních problémů, které nejsou život ohrožující. V těchto případech eCall není aktivován a řidiči nejsou povinni informovat NDIC o problému.

Začlenění aplikace WAZE či jiné podobné aplikace do systému včasného varování by bylo jistě užitečné. I pokud by se zavedlo předání zprávy až po trojím nahlášení od uživatelů, stále by to bylo rychlejší, než cesta policejní či hasičské jednotky na místo nehody kvůli ověření. V případě tohoto začlenění nejde o překážky technické, ale spíše administrativní.

Větší rozšíření „chytrých telefonů“ a zlepšení pokrytí mobilním internetem by mohlo implementaci usnadnit.

Řešení počítající s dalšími dostupnými technologiemi jsou nastíněna v dalších částech této práce. Zakódovanou informaci může zprostředkovat např. digitální rádio. Také je možná kombinace s neadresnou SMS zprávou nesoucí poziční kód. V zásadě je tato metoda shodná s metodou Radio-HELP, kde je místo odeslání SMS varování šířeno prostřednictvím rádiového systému.

4.2 Varovné SMS zprávy

Před tvorbou konceptu využívajícího varovné SMS zprávy bylo stávající řešení namodelováno pomocí UML (Unified Modeling Language). Aktéry jsou na vstupu jednotka eCall nebo svědek nehody. Dále Národní dopravní informační centrum, do jehož kompetence spadají aktéři RDS-TMC, WEB a informační tabule. Pro zjednodušení diagramu byli použiti pouze tito tři. Posledním aktérem je řidič přijímající varování.

V případech, kdy je vozidlo daleko od místa nehody, je čas na standardní metody varování. Naopak, pokud je vozidlo velmi blízko, může samo komunikovat přímo s vozidly nacházející se v kritické oblasti (komunikace C2C). A v situaci, kdy vozidlo není v dosahu jiného vozidla, se kterým by mohlo komunikovat a zároveň je ve vzdálenosti, která již neumožňuje včasné varování pomocí používaných metod, mohlo by se uplatnit varování prostřednictvím SMS zpráv.

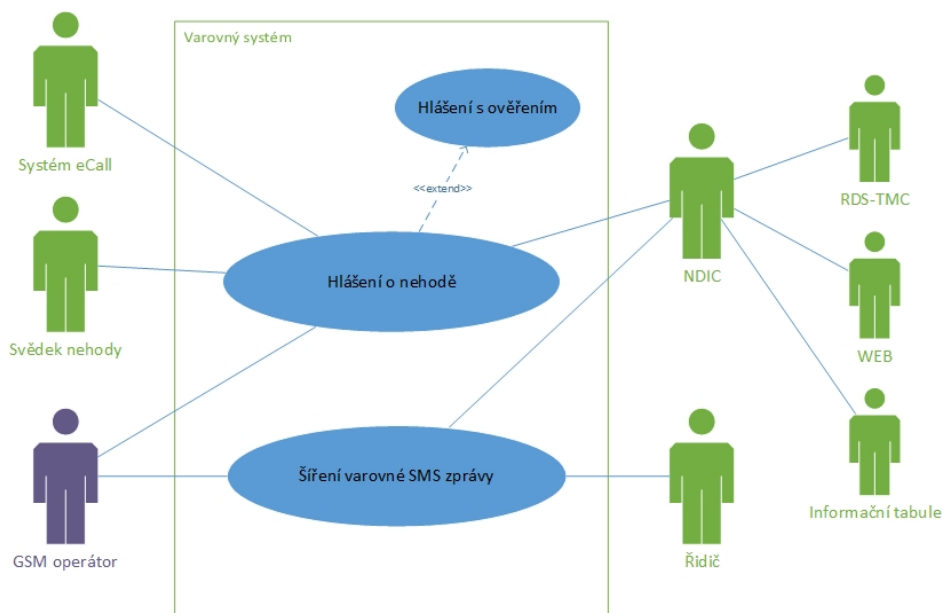
Informování pomocí SMS zpráv má výhodu v již implementované technologii pro jejich příjem (mobilní telefony). Je ovšem nutné rozpracovat způsob, jakým bude varování přijato a zobrazováno. Funkci systému je možné rozdělit do několika segmentů. Těmi jsou: vymezení kritické oblasti, formát zprávy, odeslání zprávy, příjem a zpracování zprávy a aktivace varování.

Národní dopravní informační centrum by definovalo oblasti příjmu neadresných sms zpráv tak, aby mělo přístup ke všem vozidlům v okolí. Nejedná se o místo vzniku mimořádné události, ale o oblast, ve které se v daném okamžiku pohybují vozidla potenciálně směřující k místu nehody. Nicméně v praxi nemůže být zacílení neadresnou SMS zprávou natolik přesné a zprávy tedy budou odeslány do celé oblasti, tzn. včetně místa nehody.

Z pohledu NDIC jde tedy o anonymní odeslání do okolí dané oblasti a z pohledu operátora jde o zaslání na specifická ID zařízení v dosahu BTS stanic.

Do UML diagramu přibývá nový aktér a to GSM operátor. Ten je asociován s příklady použití Hlášení o nehodě a Šíření varovné SMS zprávy. Operátor přijímá zprávu o oblasti s mimořádnou událostí a posílá neadresnou varovnou SMS zprávu na všechny aktivní SIM karty v této oblasti se vyskytující. Původní varovné kanály zůstávají aktivní, ale přibude varování pomocí SMS zprávy, které s sebou nese nežádoucí zpoždění. UML diagram pro situaci po implementaci navrženého řešení je zobrazen na obrázku č. 1.

Obrázek 1: UML diagram - návrh řešení



Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.1 Vymezení oblasti a rozesílání zpráv

Zpráv přijímaných mobilními telefony existuje více typů. Níže je uveden výčet těch nejpoužívanějších. Potřebám neadresného varování vyhovuje pouze poslední typ – neadresné SMS zprávy.

Standardní sms

Služba krátkých textových zpráv (zkratka SMS z anglického Short Message Service) je název pro službu dostupnou na většině mobilních telefonů. Zprávu lze posílat mezi

mobilními telefony, jinými zařízeními, na pevné telefony nebo přes internet. V Evropě se často jako SMS označuje i samotná krátká textová zpráva a je tak označována i v této práci (SMS, SMS zpráva). Zde jsou uvedeny pouze typy zpráv s předpokládaným využitím v řešeném konceptu.

Silent SMS

Nebo také "stealth SMS" a "stealth ping", se používají k lokalizaci osoby. Tento typ zprávy se neobjeví na displeji, ani neaktivuje upozornění na zprávu. Jejich hlavním posláním je poskytovat speciální služby operátora sítě jakéhokoli mobilního telefonu. Pro výstražné účely by jej bylo možné využít pro zjištění polohy příjemce bez jeho vyrušení, ale z hlediska přijímání uživateli to není vhodný způsob a pravděpodobně by nebyl kladně přijímán. Avšak použití tohoto typu zpráv by mohlo přispět k řešení nežádoucího příjmu varovných zpráv, jak je popsáno v kapitole 3.3.3 disertační práce.

Neadresné SMS zprávy

Tento typ zpráv umožňuje odeslat SMS zprávu všem zařízením s aktivní SIM kartou v dosahu. Jelikož se zařízení aktivně přihlašuje do sítě operátora, daná BTS stanice eviduje aktuálně přihlášené aktivní SIM karty. Je tedy technologicky možné přístroje s aktivní SIM kartou obeslat neadresnou SMS zprávou, která může být v daném zařízení dále zpracována.

4.2.2 Formát zpráv a jejich zpracování

Několik prvních znaků zprávy by při použití tohoto řešení sloužilo k identifikaci zprávy jako zprávy varovné. Následovaly by geografické koordináty místa mimořádné události. Volitelně by mohlo být nadefinováno několik skupin varování (dopravní nehoda, řetězová dopravní nehoda, ztížené dopravní podmínky jako např. náledí apod. nebo typ „ostatní“). Tato doplňková informace není nezbytně nutná, avšak vzhledem k možné délce SMS zprávy by bylo vhodné ji využít.

SMS zpráva ve vhodném formátu (obsahující specifickou sadu znaků) zahájí požadovanou akci - varování - v případě souladu pozice ve zprávě s polohou vozidla. Toto řešení by bylo relativně levné a zahrnovalo by úpravu softwaru a používání mobilních zařízení jako

varovných jednotek. Poloha vozidla by byla určena pomocí mobilní sítě. Přesnost by závisela na hustotě vysílačů BTS, od jednotek kilometrů po desítky metrů.

Pokud jde o výše zmíněnou úpravu software, mohou nastat dva případy podle typu mobilního telefonu. V případě, že jde o mobilní telefon bez operačního systému, by byla nutná úprava jeho firmware, což vyžaduje spolupráci s výrobcí. Avšak většina celosvětově prodávaných mobilních telefonů je vybavena operačním systémem (Android, iOS, Windows nebo Blackberry) a pouze 0,2% zařízení je bez operačního systému (Gartner, 2016). U těchto telefonů postačí ke zprovoznění funkčnosti nainstalování aplikace, která by obsluhovala přicházející SMS zprávy. Tato aplikace by samozřejmě musela projít schvalovacím procesem, aby se dostala do seznamu aplikací, které lze nainstalovat, ale přesto jde o mnohem jednodušší proces, než je změna firmware. V České republice je penetrace chytrými telefony nižší, ale neustále se zvyšuje s tím, jak staré mobilní telefony dosluhují a jsou nahrazovány novými – chytrými.

Tato koncepce vyžaduje mobilní přístroj schopný zahájit předem definovanou akci na základě specifických skupin znaků obsažených v SMS zprávě. Možná úskalí mohou spočívat v zatížení sítě při odesílání SMS zpráv do všech zařízení s aktivní SIM kartou v dané oblasti. Výhodami jsou jednoduché řešení a skutečnost, že aktivní SIM karty se vyskytují téměř ve všech vozidlech. Nevýhody jsou obdobné jako u systému Radio-HELP, tedy nedostupnost signálu mobilních operátorů v některých místech. Ale tato místa, kde by navíc byla silniční síť, se téměř nevyskytují.

Nevýhodou tohoto řešení je nemožnost vyloučit z příjmu varovné zprávy další osoby. A to jak spolujezdce, tak i stálé obyvatele dané oblasti. V případě spolujezdce by se mohlo stát, že varování v jednom vozidle obdrží řidič a tři spolujezdci. Tomu by se dalo předejít tak, že by se v aplikaci obsluhující příchozí SMS zprávy nastavilo, zda je daná osoba řidič či nikoliv. Ovšem pravděpodobnost, že tak budou všichni pasažéři vždy činit, je velmi nízká.

Problémem by také mohla být situace, kdy si stálý obyvatel dané lokality žádnou aplikaci na zpracování varovných zpráv nenainstaluje a varovnou SMS zprávu tedy obdrží přímo formou SMS. Pokud by tito obyvatelé nebyli v jinou dobu zároveň řidiči, nemuseli by se o zprávu vůbec starat, ale mohla by je rušit. Pokud by tito lidé řidiči jindy byli, mohla by aplikace přecházet do režimu zobrazení varování pouze po spárování s tagem ve vozidle,

např. pomocí technologií Bluetooth nebo NFC. Tato problematika bude předmětem dalšího výzkumu.

4.2.3 Aktivace a zobrazení varování

Možnosti zobrazování informací ve vozidle jsou v současné době na vysoké úrovni. Kromě tradičních metod jako je infopanel na středové konzoli, případně na palubní desce, jsou stále běžnější výsuvné či HUD (Head Up Display) displeje (Prasanth, 2016). Nejpoužívanější metodou by bylo zobrazení nebo spuštění zprávy pomocí mobilního telefonu, který varovnou SMS zprávu přijal. Zvukové upozornění by mohlo být přizpůsobeno hladině hluku ve vozidle. Problematika vlastního zobrazení upozornění je v práci podrobněji rozpracována. Příkladem může být řešení firmy Škoda Auto, a.s., která pomocí řešení SmartLink umožňuje snadné propojení mobilního telefonu s infotainmentem vozidla.

4.3 Mapa dopravních podmínek a Connected Car

Metoda varování rozpracovaná v této kapitole by mohla být efektivně zkombinována s technologií Connected Car a přispět tak ke zlepšení situace v oblasti včasného varování. Komunikace vozidel některých značek se servery již probíhá a z technického hlediska zde nejsou žádné překážky. Jak již bylo dříve nastíněno, překážky by mohly nastat spíše administrativního rázu.

4.3.1 Mapa dopravních podmínek

Jelikož jsou automobily „chytřejší“ než kdy dříve, měla by existovat snaha začlenit jejich "inteligenci" do systému předcházení dopravním nehodám. V současnosti jsou údaje z některých snímačů zpracovány automaticky bez vědomí řidiče. Řidič si může všimnout změny, ale v těchto situacích není čas pro lidskou reakci a vůz reaguje autonomně. Tato situace nastává například při prudkém brzdění a snaze zabránit smyku. Kromě okamžitého prospěchu ve formě bezpečnosti cestujících ve vozidle by tato data mohla být použita k vytvoření mapy dopravních podmínek dané oblasti. To by umožnilo sdílení informací ostatním vozidlům a v případě neobvyklých hodnot anonymní zaslání na centrální server.

Konkrétně by mohlo jít o výstupy z brzdých systémů (ABS), údaje o smyku na kluzké silnici, informace o špatné viditelnosti poskytnuté kamerami ve vozidle nebo výstup z dešťových čidel. Tento systém by mohl za pomoci dalšího kanálu doplnit systém eCall v době, kdy nevznikla žádná mimořádná událost typu dopravní nehody.

Server pro tuto službu potřebný by spravovalo Národní dopravní informační centrum, které by tak mělo kompletní dopravní informace, které by mohlo předat dál vhodnými kanály. Prostřednictvím NDIC serveru by pak byla data za pomoci vhodného algoritmu poslána vozidlům blížícím se k místu s problematickými dopravními podmínkami. Jelikož nejsou všechna vozidla stejně technologicky vybavena, je potřeba diverzifikovat šíření informací.

Jak je popsáno v práci, kooperativní systémy umožňují vozidlům komunikovat spolu navzájem, popřípadě s jednotkami mimo vozidla. Navrhovaný systém se skládá z jednotky ve vozidle (OBU) a serveru. Další možnosti závisí na tom, zda bude využita stávající nebo nová infrastruktura. Pokud by vozidlo disponovalo infotainmentem a řidič by aktivně využíval navigaci, bylo by možné zjistit, zda místo mimořádné události leží na plánované trase a pokud by tomu tak nebylo, varování nezobrazovat a řidiče tak zbytečně nerozptylovat.

Aby mohl navržený systém poskytovat potřebné informace, musí být odolný proti výpadkům napájení. Výpadek může nastat na straně vozidla, ale vzhledem k jeho energetické soběstačnosti je to nepravděpodobné. Stejně tak je málo pravděpodobný výpadek na straně operátora. Mohla by však nastat situace, kdy v případě hrozícího přetížení BTS stanice dojde k úpravě priorit a mobilní síť bude dostupná pouze pro složky IZS. V tom případě by bylo vhodné při implementaci řešení zajistit, aby i tento varovný systém dostal výjimku a nedošlo tak k ohrožení bezpečnosti účastníků silničního provozu.

4.3.2 Rozhraní

Ač by teoreticky řidič neměl být ničím odváděn od vlastního řízení, v praxi je to jinak. Ať už je důvodem jeho rozptylování rozhovor se spolujezdcem, poslech hudby, navigační informace či jiné audiovizuální zdroje vjemů, k rozptylování dochází téměř vždy. Zobrazení varování navrhovaného systému by se tedy nemělo za každou cenu snažit nerozptylovat řidiče. Spíše by mělo být vhodně zakomponováno do již fungujícího

infotainmentu vozidla, na který je řidič zvyklý a bude ho tedy v případě varování rozptylovat méně, než např. oddělená výstražná jednotka.

Při návrhu je třeba se vyhnout nadměrné složitosti ovládání, vhodně rozmístit tlačítka s ohledem na dosažitelnost z místa řidiče a řídit se směrnicemi pro vývoj aplikací vydávanými softwarovými společnostmi jako je Google či Apple (Young a Zhang, 2015).

Varování nemusí být samozřejmě jen audiovizuální, ale může být i haptické, např. vibrace volantů. Ovšem je třeba brát v potaz nastavení vozidel různých značek, aby nemohlo dojít k záměně varování za např. upozornění o nechtěné změně jízdního pruhu. Nabízí se také zapojení umělé inteligence, která se začíná ve vozidlech objevovat a mohla by vhodně nastavit varování s ohledem na např. rychlost, hluk ve vozidle, denní dobu a podobně.

4.4 SWOT analýza

Jako metrika pro porovnání navržených konceptů byla vybrána SWOT analýza. Její pomocí byly analyzovány silné a slabé stránky, hrozby a příležitosti obou řešení a tato řešení byla následně porovnána.

V rámci vypracování SWOT analýzy pomocí vah a hodnocení bylo autorem zjištěno, že toto řešení je vhodné. Silné stránky převažují nad slabými. Mezi silné stránky patří využití stávající infrastruktury a jednoduchost obsluhy a mezi slabé stránky pak nutnost administrativních opatření, změny firmware u starších telefonů a nutnost instalace aplikace do chytrých telefonů. Oproti tomu mezi příležitostmi patří zlepšení situace v oblasti varování a postupná penetrace chytrými telefony, což snižuje nutnost změny firmware zmíněnou mezi slabými stránkami. Dalšími hrozbami jsou obavy ze zneužití a varování dalších osob ve vozidle. Také jsou uvedeny oblasti bez signálu, ale takové oblasti, ve kterých by zároveň vedla komunikace, se již téměř nevyskytují. Hrozby tedy nejsou příliš závažné.

V případě řešení počítajícím s Mapou dopravních podmínek zůstávají výhody jednoduché uživatelské obsluhy a odpadá nevýhoda v podobě řešení zobrazení varování z mobilního telefonu v případě absence propojení telefonu s infotainmentem vozidla. Slabými stránkami jsou opět nutnost administrativních opatření (zavedení standardů apod.) a také použitelnost pouze pro vozidla vybavená technologií Connected Car. Tato skutečnost může být zároveň příležitostí vzhledem k stále větší penetraci trhu touto technologií a také hrozbou v případě, že nebude mít tato penetrace rychlý průběh.

4.5 Ekonomické hledisko

Jak bylo již uvedeno v příslušných kapitolách, metoda varování pomocí SMS zpráv a metoda varování pomocí mapy dopravních podmínek spolu s řešením Connected Car jsou založené na již existujících a používaných technologiích. U prvního jmenovaného konceptu by pro uvedení do praxe bylo potřeba spíše administrativní a právní ošetření příslušných procesů, než vysoké investice. U druhé metody (Mapy dopravních podmínek) výše uvedené zcela neplatí, jelikož penetrace technologií Connected Car není v současné době dostatečná pro efektivní varování. Zastoupení těchto vozidel se bude zvyšovat v čase, avšak náklady neponese stát, ale jednotlivci v rámci nákupu nových automobilů. Stát ovšem může jednotlivce motivovat a informovat. Další nákladovou položkou by byly IT náklady spojené s provozem Mapy dopravních podmínek.

Proměnné informační tabule jsou spolu s informacemi z RDS-TMC nejaktuálnějšími zdroji dopravních informací poskytovanými NDIC. Aktuálností se jim mohou rovnat pouze informace z aplikace WAZE. Vyčíslení nákladů na pořízení většího množství těchto tabulí se ve své diplomové práci věnovala Bajtalonová (2013). Autorka uvádí, že při instalaci jedné informační tabule na každých 10 kilometrech dálnice a rychlostní silnice by náklady přesahovaly jednu miliardu korun. Z rizikové mapy organizace EuroRAP (Eurorap, 2009) však vyplývá, že dálnice jsou nejbezpečnějším typem komunikací. Bajtalonová (2013) dále uvádí, že při instalaci informačních tabulí na silnice nižších tříd by se při hustotě jedna tabule na 30 km náklady na jejich pořízení a údržbu vyšplhaly na stovky miliard korun.

Podle Centra dopravního výzkumu (CDV, 2012), které používá aktualizovanou metodiku výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích s rozdělením ztrát podle druhů nehod na nehody s usmrcením, nehody s těžkým zraněním, nehody s lehkým zraněním a nehody s hmotnou škodou bez zranění, lze náklady spojené s dopravními nehodami rozčlenit do dvou hlavních skupin - na náklady přímé a nepřímé.

Mezi nejvýznamnější ztráty podle Centra dopravního výzkumu patří ztráty na produkci a sociální výdaje, které sestávají například z různých druhů důchodů – invalidního, sirotčího apod. Pro rok 2015 platily následující hodnoty ztrát:

- ztráta v důsledku usmrcení 1 osoby 20 790 000 Kč,

- ztráta v důsledku těžkého zranění 1 osoby 5 033 600 Kč,
- ztráta v důsledku lehkého zranění 1 osoby 649 800 Kč,
- bez zdravotních následků s hmotnou škodou na 1 nehodu 344 900 Kč.

Nejaktuálnější hodnoty o dopravních nehodách jsou dostupné pro rok 2015, ve kterém bylo podle šetření policie (Observatoř bezpečnosti silničního provozu, 2016) vyšetřeno 93 067 dopravních nehod, což představuje o 7 208 případů více než v roce 2014. Statistiky byly následující:

- přímo u dopravních nehod nebo do druhého dne zemřelo 660 osob,
- dalších 77 osob zemřelo do 30 dnů poté,
- těžké zranění utrpělo 2 463 osob,
- lehce se zranilo 24 426 osob,
- počet nehod s hmotnou škodou vzrostl na celkových 71 506.

Kromě vyčíslení ztráty v důsledku lehkého zranění se všechny částky zvýšily. Podle odhadů dopravní policie byla přímo na místě nehody, kupříkladu na havarovaných vozidlech, způsobena hmotná škoda ve výši 5,439 miliard korun. Celková škoda se vyšplhala na 68,254 mld. Kč.

Aby bylo možné porovnat ekonomický přínos sníženého počtu dopravních nehod, je nutné zjistit, o kolik by se jejich počet zavedením navrženého řešení snížil. Ne všem dopravním nehodám lze zavedením varovného systému předejít. Odborníci na silniční dopravu odhadují, že zhruba u 30 % z celkového počtu dopravních nehod by ale ke zlepšení situace došlo. Jelikož lze obtížně odhadnout pokles nehodovosti po zavedení jednoho či druhého systému, bude počítáno se dvěma dosažitelnými scénáři. Optimistický scénář bude počítat se snížením o pět procent a pesimistický s poklesem o 2,5 procenta.

Výpočet vychází z celkové škody uvedené v přechozí kapitole. Snížení o 2,5 procenta by představovalo ekonomickou úsporu 1 706 360 525 Kč a snížení o pět procent úsporu 3 412 721 050 Kč.

Závěr

Stávající technologie používané pro varování v silniční dopravě mají některé nevýhody. Některé pro svou implementaci vyžadují nákladnou infrastrukturu, jiné nedosahují dostatečně krátké doby uplynulé od vzniku mimořádné události po zobrazení varování řidiči a další jsou zase špatně přijímány laickou veřejností, jak dokazuje výzkum úrovně akceptování vybraných „citlivých“ aspektů navrhovaných řešení provedený v rámci této práce.

V práci se zabývám problematikou, která je v současné době vysoce aktuální, přičemž se snažím volit originální přístupy jak z hlediska použitých vědeckých metodologií, tak i možného praktického využití. Za použití vědeckých metod jsem vytvořil koncept řešení kombinující technologii Radio-HELP s aplikací WAZE, který by rozhodně přinesl zkrácení doby přenosu varovné zprávy, ale jeho zavedení v krátkodobém horizontu je nepřilíš reálné, neboť vyžaduje přijetí významných strategických rozhodnutí včetně legislativních úprav. Na základě rešerší jsem přistoupil k návrhu řešení, která jsou založena aktuálních technologiích, nejsou ekonomicky náročná a není u nich riziko podobných překážek, jako u výše zmíněné metody.

Doktorská disertační práce rozpracovává řešení založené na použití SMS zpráv a díky skutečnosti, že je tato technologie rozšířená, by si jeho implementace nevyžádala vysoké technologické investice. Další výhodou je skutečnost, že lidé tento typ zpráv znají a nehrozí zde riziko odmítání z důvodu neznalosti, jako tomu je např. u systému eCall.

Tento koncept nemá ovšem pouze kladné stránky. Přestože navržená metoda umožňuje nejrychlejší přenos informací mezi ohlášením nehody a oznámením nehody, její nevýhodou je nemožnost vyloučit nezúčastněné osoby z neadresného zaslání SMS zprávy. Práce diskutuje možné způsoby eliminace tohoto aspektu a tato problematika bude předmětem dalšího výzkumu.

Další rozpracovaný koncept zahrnuje použití technologie Connected Car, což je technologie, kterou disponuje většina nových vozidel a v budoucnu se dá počítat s jejím ještě větším rozšířením. Tento koncept je založen na skutečnosti, že automobily mohou komunikovat navzájem mezi sebou a také s páteří sítí. Toto řešení zahrnuje vytvoření tzv.

Mapy dopravních podmínek, která by zprostředkovala informace navzájem mezi vozidly. A to nikoliv přímo pomocí technologií k tomu určených (např. DSRC), neboť ne vždy jsou vozidla navzájem ve vzdálenosti vhodné pro přenos dat. Tuto technologii je možné použít také, ale hlavní myšlenkou je zasílání na centrální server, který by je zpracoval a dále rozesílal do příslušných oblastí dalších vozidlům.

Z hlediska praktičnosti lze v současné době za vhodnější považovat řešení pomocí varovných SMS zpráv, jelikož penetrace trhu mobilními telefony schopnými přijímat textové zprávy je větší, než podíl vozidel s technologií Connected Car. V budoucnu by se však tento poměr mohl obrátit ve prospěch druhého řešení, které nabízí např. širší možnosti zobrazení varování v rámci infotainmentu vozidla.

Přínos v podobě konkrétních čísel je zpracován v kapitole 3.6. Základem jsou historická data o dopravních nehodách, údaje o nákladech na jednotlivé typy zranění či úmrtí a za pomoci dvou scénářů je vypočtena možná finanční úspora. Ztráty v důsledku dopravních nehod nejsou samozřejmě jen ekonomické, jak je i naznačeno v příslušné kapitole, avšak pro ekonomické ztráty existují vhodné podklady a proto jsou rozpracovány pouze ty.

Vědeckým přínosem této práce je uplatnění systémových přístupů a metod pro zvýšení bezpečnosti dopravy. Konkrétní metody jsou uvedeny v kapitole č. 3. Na základě těchto postupů jsem navrhl zde popsaná konceptuální řešení.

Vytyčené cíle jsem řešil pomocí uvedených vědeckých metod a dosažené výsledky detailně popsal. Na základě představených výsledků lze konstatovat, že cíle práce byly splněny. K dosažení přispěla také rozsáhlá literární rešerše, na jejímž základě a porovnáním jednotlivých metod jsem za pomoci systémového přístupu navrhl konceptuální modely možných řešení. Tyto modely jsem dále porovnal a vyhodnotil.

V závěrečné části práce jsem zpracoval ekonomické hledisko zachycující ekonomický efekt jednotlivých řešení na základě možných scénářů. Přínos byl zhodnocen na základě nejaktuálnějších dostupných údajů od Police ČR a Centra dopravního výzkumu.

Další výzkum se bude věnovat odstranění slabých stránek varování pomocí SMS zpráv a také k podrobnějšímu návrhu řešení Mapy dopravních podmínek.

Seznam použité literatury

BAJTALONOVÁ, J. *Ekonomické aspekty informačního systému včasného varování v případě vybraných dopravních situací*. Liberec, 2013. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, katedra informatiky

CDV. *Ztráty z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích za rok 2010* | Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [online]. [vid.. 08.02.2017]. Dostupné z: <http://www.cdv.cz/ztraty-z-dopravni-nehodovosti-na-pozemnich-komunikacich-za-rok-2010/>

ČAP. *Výroční zpráva ČAP 2015* [online]. Česká asociace pojišťoven [vid. 2016-11-15] Dostupné z: <http://www.cap.cz/images/o-nas/vyrocni-zpravy/2015.pdf>

Eurorap. *Riziková mapa ČR* [online] 2009 [vid. 201-01-20] Dostupné z: http://data.idnes.cz/soubory/automoto/28A141111_MBB_006_EURORAP_CZ_MAPA_2_C.PDF

FRERE, P. E. M. *Smart Road Restraint Systems (Smart RRS): integrating sensing technology into crash barriers*. [online] 2012. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6489874>

Gartner. *Gartner Says Five of Top 10 Worldwide Mobile Phone Vendors Increased Sales in Second Quarter of 2016*. [online]. 2016 [vid. 2017-03-05] Dostupné z: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3415117>

GSMA - Connected Car Forecast: Global Connected Car Market to Grow Threefold Within Five Years. [online] 2013 [vid. 2015-06-12] Dostupné z: http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2013/06/cl_ma_forecast_06_13.pdf

KUBÁT, D. – Chytré telefony a systém eCall v dopravě (výsledky průzkumu), 2013. Dostupné online na <http://33299.vyplnto.cz>.

Observatoř bezpečnosti silničního provozu. *Dopravní nehody nás v roce 2015 stály 68 miliard, zemřelo 737 osob*. [online] 2016 Observatoř bezpečnosti silničního provozu. [vid.

09.01.2017]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/dopravni-nehody-nas-v-roce-2015-staly-68-miliard-zemrelo-737-osob/>

PRASANTH, R., DESHMUKH, A. A., VIGNESH, B., and R. JANANI. *An HUD for connected car for maintenance and emergency intimation*. 2016 In *Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), IEEE International Conference on* (pp. 1989-1991). IEEE.

Shereen A. M. Ahmed, Sharifah H. S. Ariffin a Norsheila Faisal. *Overview of Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE) Protocols and Standards*. Indian Journal of Science and Technology [online]. 2013 [vid. 5.10.2016]. Dostupné z: <http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/viewFile/34355/27974>

YOUNG, R. a J. ZHANG. *Safe interaction for drivers: A review of driver distraction guidelines and design implications*. SAE Technical Paper, 2015.

Vlastní publikace související s tématem

LAMR, M., SKRBEK, J. a D. KUBÁT. *New Approaches to Smart Solutions for Eliminating Car Accidents. Proceedings of the 12th International Conference Liberec Economic Forum 2015*. 1. vyd. Liberec: Vysokoškolský podnik, spol. s.r.o., 2015. S. 392 – 401. ISBN 978-80-7494-225-9.

SEMERÁDOVÁ, T., WEINLICH, P. a D. KUBÁT. Citizen-centered Emergency Communication Systems: Emphasizing the Role of Individuals in Crisis Response. *IDIMT 2014: Networking Societies – Cooperation and Conflict*. 1. vyd. Linz: TRAUNER Druck GmbH and Co KG, 2014. S. 221 – 228. ISBN 978-3-99033-340-2.

KUBÁT, D., WEINLICH, P. a T. SEMERÁDOVÁ. *Concept of an Early Warning in Traffic and Its Data Security Aspects. IBIMA 2014: Crafting Global Competitive Economies: 2020 Vision Strategic Planning & Smart Implementation*. 1. vyd. Milano: International Business Information Management Association (IBIMA), 2014. S. 1595 – 1603. ISBN 978-0-9860419-3-8.

KUBÁT, D., WEINLICH, P. a T. SEMERÁDOVÁ. *Data Security Concerns of Future Ecall Users. IDIMT 2014 – Networking Societies – Cooperation and Conflict*. 1. vyd. Linz: Johannes Kepler Universität, 2014. S. 21 – 27. ISBN 9783990333402.

WEINLICH, P., KUBÁT, D. a T. SEMERÁDOVÁ. *Design of an Early Warning Mobile Application. Idimt 2014*. 1. vyd. Linz: Trauner Druck GmbH and Co KG, 2014. S. 37 – 43. ISBN 978-3-99033-340-2.

SEMERÁDOVÁ, T., WEINLICH, P. a D. KUBÁT. *Managing Crisis Communication During Disasters: a Virtual Team Approach. IBIMA 2014: Crafting Global Competitive Economies: 2020 Vision Strategic Planning & Smart Implementation*. 1. vyd. Milano: International Business Information Management Association (IBIMA), 2014. S. 1629 – 1632. ISBN 978-0-9860419-3-8.

ŽIŽKA, T. a D. KUBÁT. Šíření varovných zpráv s využitím šifrování. *IMEA 2014 – 14. mezinárodní konference pro doktorandy a vědecké pracovníky se zaměřením na informatiku, management, ekonomii a veřejnou zprávu*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014. S. 264 – 270. ISBN 9788074941061.

WEINLICH, P., KUBÁT, D. a T. SEMERÁDOVÁ The Role of Audio in Digital Marketing. *Sborník příspěvků Mezinárodní konference: Liberecké informatické fórum 2014*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014. S. 128 – 132. ISBN 978-80-7494-148-1.

KUBÁT, D. Alternative Ways of Early Warning in Traffic Using Mobile Devices. *System Approaches*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2013. S. 82 – 88. ISBN 978-80-245-1982-1.

KUBÁT, D. Social GPS Applications as an Instrument of Early Warning in Traffic. *IDIMT 2013 – Information Technology, Human Values, Innovation and Economy*. 1. vyd. Linz: Johannes Kepler Universität, 2013. S. 31 – 37. ISBN 9783990330838.

KUBÁT, D. Using Smartphones as an Instrument of Early Warning and Emergency Localization. *International Conference on Information Technology 2013*. 1. vyd. Paris: World Academy of Science, Engineering and Technology, 2013. S. 25 – 27. ISSN 2010-3778.

SKRBK, J., aj. Ambient Traffic Services Based on the use of Agile Warning and Notification System Radio-Help. *AMBIENT 2012 – The Second International Conference on Ambient Computing, Applications, Services and Technologies*. 1. vyd. Barcelona: International Academy, Research, and Industry Association, 2012. S. 7 – 11. ISBN 9781612082356.

SKRBK, J., KUBÁT, D., KVÍZ, J. a T. ŽIŽKA. Distributing Emergency Traffic Information. *IDIMT 2012 – ICT Support for Complex Systems*. 1. vyd. Linz: Johannes Kepler Universität, 2012. S. 33 – 39. ISBN 9783990330227.

KUBÁT, D. a T. ŽIŽKA. Early Warning in Traffic: Current and Novel Approaches and Methods. In: Soliman, K., ed. *28th International Business-Information-Management-Association* 1. vyd. Seville. s. 1682-16