



Vaaratilanteiden ilmoittamisen ja raportoinnin kehittäminen maantiekuljetuksissa

Mikael Sallinen, Pekka Kuikka, Juha Hämäläinen, Tuomo Kujala

Vaaratilanteiden ilmoittamisen ja raportoinnin kehittäminen maantiekuljetuksissa

Mikael Sallinen (Agora Center, Jyväskylän yliopisto, Työterveyslaitos),
Pekka Kuikka (Työterveyslaitos),
Juha Hämäläinen ja Tuomo Kujala (Agora Center, Jyväskylän yliopisto)

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
Trafiksäkerhetsverket Trafi
Helsinki Helsingfors 2013

ISBN
ISSN

ALKUSANAT

Tämä hanke perustuu yhteistyöhön Jyväskylän yliopiston ja Työterveyslaitoksen väliseen yhteistyöhön ammattimaisen tieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi. Kiitämme lämpimästi Trafín asiantuntijoista koostunutta hankkeen ohjausryhmää rakentavista kommentteista. Ohjausryhmään kuuluivat johtava asiantuntija Inkeri Parkkari, johtava asiantuntija Sanna Ström, asiantuntija Marke Lahtinen, yksikön päällikkö Ville Autero sekä johtava asiantuntija Jussi Kiuru. Kiitämme myös Jyväskylän aikuisopiston liikenneopettaja Sasu Salmista ja koulutuspäällikkö Pekka Maltamoja hyvästä yhteistyöstä vaaratilannejärjestelmän keilussa.

Kirjoittajat

FÖRORD

Detta projekt är baserat på ett samarbete mellan Jyväskylä universitet och Arbetshälsoinstitutet för att förbättra säkerhet i professionella vägtransporter. Varmt tack till Trafis mentorgrupp för konstruktiva kommentarer. Mentorgruppen bestod av ledande specialist Inkeri Parkkari, ledande specialist Sanna Ström, specialist Marke Lahtinen, avdelningschef Ville Autero samt ledande specialist Jussi Kiuru. Vi vill även tacka Jyväskyläs vuxenutbildnings trafiklärare Sasu Salminen samt utbildningschef Pekka Maltamo för gott samarbete i testning av system för risksituationer.

Författare

FOREWORD

This project is built on collaboration between the University of Jyväskylä and The Finnish Institute of Occupational Health, aiming at improving safety in the road transport sector. We would like to warmly thank the representatives of Trafi who participated in the steering group of the project for their constructive comments. The members of the steering group were chief specialist Inkeri Parkkari, chief specialist Sanna Ström, specialist Marke Lahtinen, head of unit Ville Autero, and chief specialist Jussi Kiuru. We also thank educator Sasu Salminen and head of training Pekka Maltamo from the Jyväskylä Institute of Adult Education for a good collaboration in testing the incident reporting system developed in this project.

Kirjoittajat

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Sammanfattning

Abstract

1	Johdanto	1
1.1	<i>Ammattimaisen maantieliikenteen turvallisuus</i>	1
1.2	<i>Vaaratilannejärjestelmät</i>	1
1.3	<i>Tutkimuksen tavoite</i>	2
2	Järjestelmän toiminnallinen kuvaus	3
2.1	<i>Vaaratilanteen määrittäminen</i>	3
2.2	<i>Ilmoituspäätös</i>	4
2.3	<i>Ilmoituksen tekeminen</i>	4
3	Järjestelmän tekninen kuvaus	6
3.1	<i>Käytetty laitteisto</i>	6
3.2	<i>Puhelimen paikannus</i>	6
3.3	<i>Älypuhelimeen koottava kuvamateriaali</i>	7
3.4	<i>Aineiston keräämisen laukaiseva tapahtuma</i>	8
3.5	<i>Vaaratilanteen merkitseminen</i>	9
3.6	<i>Datan koko ja sen lähettäminen palvelimelle</i>	10
3.7	<i>Vaaratilanneilmoituksen täydentäminen</i>	11
3.8	<i>Vaaratilannetiedon kokoaminen ja esittäminen</i>	12
4	Käyttökokemukset	15
5	Päätelmät ja suositukset	16
6	Lähdeluettelo	19

TIIVISTELMÄ

Tavoite

Tämän hankkeen tavoitteena oli arvioida mahdollisuuksia kehittää mobiili, ICT-teknologiaan perustuva vaaratilannejärjestelmä ammattimaiseen tieliikenteeseen. Täsmällisenä tavoitteena oli selvittää tekniset ratkaisuvaihtoehdot, joiden avulla a) kuljettajan on mahdollista tehdä ilmoitus ajossa ja sen ulkopuolella esiintyvistä työn vaaratilanteista ja b) kuljetusyritysten ja eri työ- ja liikenneturvallisuusalan toimijoiden on mahdollista hyödyntää vaaratilanneilmoituksia.

Tulokset

Päätulos oli, että nykyistä ICT-teknologiaa hyödyntäen on mahdollista kehittää melko edullinen ammattikuljettajan työhön soveltuva mobiili vaaratilannejärjestelmä. Järjestelmä voisi perustua kolmeen osaan: a) langattomaan Bluetooth-painikkeeseen, jolla vaaratilanneilmoituksen voi tehdä myös ajon aikana, b) älypuhelinsovellukseen, joka vastaanottaa tiedon vaaratilanteesta ja jonka avulla ilmoitukseen liittyviä tietoja voi täydentää, sekä c) palvelinsovellukseen, jolle älypuhelin lähettää vaaratilanneilmoituksen ja jonka avulla tallentunutta ilmoitusta voidaan käsitellä.

Jatkokehitystarpeet

Jotta ICT-teknologiaan perustuvasta vaaratilannejärjestelmästä saataisiin ammattimaiseen tieliikenteeseen implementoitava versio, on oleellista luoda järjestelmästä toimiva ja osoittaa tutkimuksella sen turvallisuutta parantavat vaikutukset.

SAMMANFATTNING

Syfte

Syfte med detta projekt var att uppskatta möjligheter för utveckling av ett mobilt system för risksituationer i professionell vägtransport, baserat på ICT-teknologi. Det specifika målet var att kartlägga de tekniska lösningsalternativen som möjliggör a) för föraren att anmäla risksituationer både under och utanför arbetspasset och b) för transportföretagen och andra verksamheter inom arbets- och transportsäkerhet att utnyttja anmälningar gällande risksituationer.

Resultat

Huvudresultatet visar att användning av den moderna ICT-teknologin möjliggör utveckling av ett relativt billigt system för anmälan av risksituationer anpassad för yrkeschaufförer. Systemet skulle kunna baseras på tre delar: a) en trådlös Bluetooth-knapp för anmälan av risksituationer även under arbetspasset b) smartphoneanpassning som tar emot information om en risksituation och som möjliggör komplettering av uppgifter kring anmälan c) operatörsanpassning som tar emot anmälan av en smartphone och som möjliggör handläggning av anmälan.

Behov för vidareutveckling

För att system för risksituationer baserat på ICT-teknologi ska bli en version som implementeras i professionella vägtransporter så är det viktigt att skapa ett fungerande system och att visa dess förbättrade effekt på säkerhet genom vidare studier.

ABSTRACT

Aim

Our aim was to assess possibilities to develop mobile incident reporting system based on ICT-technology for the road transport sector. Our specific aims were to clarify technical solutions through which a) the professional driver could report on near misses and minor incidents while driving and performing other tasks and b) road transport companies and various occupational and traffic safety professionals could utilize near miss / incident data.

Results

We found that it is possible to develop a relatively affordable mobile incident reporting system based on ICT-solutions for the road transport sector. The system could be composed of three main components: a) a wireless Bluetooth button through which the driver could send a notification of a near miss / minor incident even while driving, b) a smartphone and a smartphone application that receives the notification and provides a menu-based possibility to add information to the notification, and c) a server application for storing and processing the near miss / incident notifications.

Future directions

To develop an ICT-based incident reporting system that could be implemented in the field of road transport it is essential to pilot the system's functionality in this particular context and produce research knowledge on its safety effects.

1 Johdanto

1.1 Ammattimaisen maantieliikenteen turvallisuus

Ammattimainen maantieliikenne on Suomen kannalta elintärkeä toimiala. Toimialan yritykset vastaavat 90 %:sta Suomen tavaraliikenteestä. Ala työllistää noin 70 000 tavarankuljettajaa, 15 000 linja-autonkuljettajaa ja 17 000 taksinkuljettajaa.

Ammattimainen maantieliikenne on myös turvallisuuskriittinen ja tapaturma-altis toimiala. Yleisimmillä tapaturmariskin tunnusluvuilla arvioituna tieliikennetyö on yksi Suomen vaarallisimmista toimialoista (Tilastokeskus 2011). Suurin osa työtapa-
turmista tapahtuu purku- ja lastaustilanteissa, mutta tien päälläkin tapaturmia sattuu. Vuosina 2010–2012 raskaan liikenteen onnettomuuksissa kuoli keskimäärin 100 (37 % kaikista tieliikenteessä kuolleista) ja loukkaantui 780 ihmistä vuosittain (10 % kaikista tieliikenteessä kuolleista) (Liikenneturva 2013). Suurin osa kuolemista (83 %) ja loukkaantumisista (59 %) tapahtui taajamien ulkopuolella. Noin 75 %:ssa moottoriajoneuvojen kuolonkolareista, joissa yhtenä osallisena oli raskas ajoneuvo, pääasiallinen aiheuttaja (A-osallinen) oli muu kuin raskaan liikenteen kuljettaja (Laapotti & Peräaho 2011). Taajamien kuolemaan johtaneissa raskaan ajoneuvon ja pyöräilijän tai jalankulkijan onnettomuuksissa raskaan ajoneuvon kuljettaja on pääasiallinen aiheuttaja noin puolessa tapauksista. Lähes kaikki ammattikuljettajan kuolemaan johtaneet työtapaturmat (5–10/vuosi) sattuvat liikenteessä.

1.2 Vaaratilannejärjestelmät

Useilla muilla turvallisuuskriittisillä toimialoilla, joissa työtapaturman riski on huomattavasti alhaisempia kuin maantiekuljetuksissa, on laajalti käytössä vaaratilanteiden ilmoittamiseen ja hallintaan tarkoitettu *vaaratilannejärjestelmä*. Tällaisia aloja ovat Suomessa erityisesti ilmailu-, meri- ja raideliikenne, eri teollisuuden haarat sekä terveydenhuolto. Ammattimaisesta maantieliikenteestä puuttuu alalle kehitetty vaaratilannejärjestelmä.

Vaaratilanteiden ilmoittamiseen ja hallintaan tarkoitettun vaaratilannejärjestelmän taustalla on niin sanottu jäävuorimalli, jonka mukaan yhtä vakavaa tapaturmaa kohden esiintyy huomattavasti enemmän lieviä loukkaantumisia ja läheltä piti -tilanteita, joissa loukkaantumisilta vältytään (Heinrich 1959; Heinrich ym. 1980). Heinrichin (1959) esittämän ja melko yleisesti hyväksytyn arvion mukaan alle 1 % tilanteista on vakavia tapaturmia, noin 10 % lieviä tapaturmia ja noin 90 % läheltä piti -tilanteita. Toimivan vaaratilannejärjestelmän kehittämisen ja sen onnistuneen implementoinnin myötä myös muiden kuin vakavien tapaturmien raportoinnista, tutkimisesta, korjaavien toimenpiteiden toteuttamisesta ja niiden seurannasta tulee systemaattista. Näiden lievempien tilanteiden raportointi ja hallinta ennaltaehkäisee vakavia tapaturmia, koska lievempien tapahtumien taustalla on usein samoja tekijöitä kuin vakavissa tapaturmissa (Gambino & Mallon 1991; March ym. 1991; Wright & der Schaaf 2004; Wua ym. 2010).

Vaaratilannejärjestelmä on keskeinen osa työpaikan turvallisuusjohtamista ja turvallisuusilmapiiriä sekä laajemmin turvallisuuskulttuuria (Cooper 1998; Gnoni ym. 2013; Kjellén 2000). Tämä osaltaan selittää tuloksia, joiden mukaan vaaratilannejärjestelmän käyttö on yhteydessä parantuneeseen työturvallisuuteen (Jones ym. 1999;

Johnson 2002; Lander ym. 2011; Laitinen 1982; Laitinen ym. 2009; Nielsen ym. 2006).

Vaaratilannejärjestelmän käyttöön liittyy myös ”sudenkuoppia”. Yksi yleisimmistä on ilmoitusten tekemättä jättäminen, mihin puolestaan vaikuttaa moni tekijä, kuten johdon sitoutumattomuus menettelyn käyttöön, ilmoituksen tekemisen kokeminen työläänä ja aikaa vievänä, pelko ilmoituksen johtamisesta itseän tai kollegoihin kohdistuvista rankaisutoimista, ilmoittamisen kokeminen turhana ja vaaratilanteiden kokeminen luonnollisina osana työpäivää (Barach & Small 2000; Clarke 1998; Kousgaard ym. 2012; Nielsen ym. 2006). On myös mahdollista, ettei yksittäisen vaaratilanteen riskejä arvioida niin suuriksi, että tilanteesta kannattaisi ilmoittaa (Laitinen 1984). Edellä mainitun perusteella voidaan sanoa, ettei vaaratilannejärjestelmän käyttöönotto automaattisesti paranna työturvallisuutta.

Vaaratilannejärjestelmän käyttäjäystävällisyys on tärkeä tekijä sen kannalta, että järjestelmän johtaa turvallisuuden paranemiseen. Tämä on havaittu esimerkiksi silloin, kun ilmailuun kehitettyjä vaaratilannejärjestelmiä on pyritty hyödyntämään terveydenhuollossa: se, mikä toimii ilmailussa, ei välttämättä toimi terveydenhuollossa (Vincent 2007). Ammattimaisessa tieliikenteessä vaaratilannejärjestelmän soveltamisessa on otettava huomioon monta kuljettajan työn erityispiirrettä, kuten työn liikkuvuus, työn tekeminen pääosin yleisessä liikenteessä ja kuljetuksen tilaajan tiiloissa sekä kovasta kilpailusta johtuvat tiukat aikataulut.

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tämä hanke on ensimmäinen osa kokonaisuutta, jossa tavoitteena on parantaa merkittävästi maatiekuljetusten työ- ja liikenneturvallisuutta. Tavoitteen saavuttamiseksi luodaan toimialalle hyvin soveltuva ja turvallisuutta edistävä vaaratilannejärjestelmä.

Tämän kokonaishankkeen ensimmäisen osan tavoitteena oli arvioida mahdollisuuksia kehittää mobiili, ICT-teknologiaa hyödyntävä vaaratilannejärjestelmä maantielikenteen ammattilaisille. Täsmällisenä tavoitteena oli selvittää tekniset ratkaisuvaihtoehdot, joiden avulla

- a) kuljettajan on mahdollista tehdä ilmoitus myös ajon ajona aikana esiintyvistä vaaratilanteista
- b) on mahdollisuus hyödyntää eri toimijoiden tarpeista käsin kuljettajien tekemiä vaaratilanneilmoituksia.

Teknisten ratkaisuvaihtoehtojen selvittämisen lisäksi hankkeessa testattiin teknisesti eri vaihtoehtojen toimivuutta sekä koekäytettiin raskaissa ajoneuvoissa tässä hankkeessa kehitettyä mobiiliin vaaratilannejärjestelmän prototyyppiä.

2 Järjestelmän toiminnallinen kuvaus

Koska hankkeen tavoitteena oli selvittää teknisiä ratkaisuja, joiden avulla vaaratilanneilmoituksia on vaivatonta *tehdä* ja *hyödyntää* ammattimaisessa tieliikenteessä, pyrimme tarkastelemaan vaaratilannejärjestelmää kokonaisuutena, jossa jokainen ratkaisu tukee molempia tavoitteita. Hyödyntämisen suhteen asetimme vaaratilannejärjestelmälle seuraavat tekniset vaatimukset:

- a) Vaaratilanteet on mahdollista luokitella yhdenmukaisesti, jolloin eri aineistot ovat tältä osin vertailukelpoisia ja yhdistettävissä laajemmiksi kokonaisuuksiksi.
- b) Yksittäisiä vaaratilanneilmoituksia ja niistä koostuvia laajempia aineistoja on mahdollista tallentaa ja siirtää tietoturvallisesti.
- c) Vaaratilanneilmoituksista ja niiden perusteella toteutetuista toimenpiteistä on mahdollista antaa palautetta yksittäisille kuljettajille ja yrityksille.
- d) Kuljetusyritysten on mahdollista kommunikoida keskenään sähköisesti esimerkiksi hyvien turvallisuusratkaisujen levittämiseksi.
- e) Kuljettajan on mahdollista raportoida vaaratilanneilmoitusta tehdessään, kenen työ- ja/tai liikenneturvallisuudesta vastaavan tahon tulisi ensisijaisesti toteuttaa toimenpiteitä ko. vaaratilanteen ennaltaehkäisemiseksi. Myöhemmin nämä tiedot on mahdollista lähettää kootusti ilmoitetulle toimijoille.

Lisäksi tietoteknisten ratkaisujen tulee tehdä mahdolliseksi esimerkiksi puolueettomalle tutkimuslaitokselle tuottaa määräajoin raportti vaaratilanteista ja niiden ratkaisuista eri hyödyntäjätahoille. Tämä raportti perustuisi kuljettajien ja heidän työnantajien vapaaehtoisesti luovuttamaan aineistoon.

2.1 Vaaratilanteen määrittäminen

Vaaratilanteen määrittelyyn ei ole kaikkien hyväksymää vakiintunutta käytäntöä. Yleensä vaaratilanteella tarkoitetaan epätavallista tai poikkeavaa tapahtumaa, jota seurasi tai olisi voinut seurata henkilö-, ympäristö- tai aineellinen vahinko tai meneillään olleen toiminnan merkittävä keskeytyminen (Morrison ym. 2004). Sellaista vaaratilannetta, jossa vahinkoa ei sattunut, mutta olisi voinut sattua, kutsutaan usein läheltä piti – tilanteeksi. Vaaratilanteet, joissa poikkeava tapahtuma johti vahinkoon, voidaan luokitella vahingon vakavuusasteen perusteella esimerkiksi lieväksi, vakavaksi tai kriittiseksi vaaratilanteeksi.

Toinen tärkeä vaaratilanteen määrittelyyn liittyvä seikka on se, kuka käytännössä määrittelee tapahtuman vaaratilanteeksi. Kun henkilöt itse määrittävät heille sattuneet epätavalliset tai poikkeavat tapahtumat vaaratilanteiksi, on todennäköistä, että tulkinnoista, ohjeistuksesta ja motivaatiosta johtuen ilmoittamisessa on merkittäviä yksilöiden välisiä eroja. Silloin kun vaaratilanteiden määrittely tehdään jälkikäteen keskitetysti esimerkiksi työtapaturmailmoituksiin perustuen, on aineisto tasalaatuisempaa, mutta toisaalta läheltä piti -tapahtumat jäävät analyysin ulkopuolelle.

Vaaratilanneilmoituksia tarkasteltaessa on tärkeä pitää mielessä aineistoon liittyvät rajoitukset. Aineisto ei useinkaan anna todellista kuvaa esimerkiksi piti –tapahtumien esiintyvyydestä tai siitä, kenelle niitä erityisesti sattuu.

2.2 Ilmoituspääätös

Tässä hankkeessa vaaratilanteesta ilmoittaminen päätettiin jättää yksin kuljettajan päätettäväksi. Toinen vaihtoehto olisi ollut ajoneuvon kiihtyvyyksien muutoksiin perustuva automaattinen vaaratilannetiedon kokoaminen. Älypuhelimien kiihtyvyyssensoreiden tuottamalle datalle on mahdollista laatia laskennallisia rajoja, joiden ylittyminen voi toimia vaaratilanteesta ilmoittamisen perustana. Automaattisesta datan keruusta kuitenkin luovuttiin, koska vastuu ilmoittamisesta haluttiin säilyttää kuljettajalla. Tällainen menettely on myös työsuojelulain hengen mukaista, jossa työntekijällä on vastuu ilmoittaa työnantajalle työn vaaratekijöistä. Lisäksi kiihtyvyyksiin perustuva datan kerääminen miellettiin käytännössä ongelmalliseksi, koska palvelimelle todennäköisesti tallentuisi paljon tapahtumia, joissa ei varsinaista vaaratilannetta ollut. Tällöin kuljettajan tai jonkun muun olisi erotettava aiheettomat ilmoitukset aiheellisista. Myös aiemmat tutkimushavainnot eri toimialoilta siitä, että vaaratilanteiden ilmoittamisen on hyvä perustua vapaaehtoisuuteen, tukevat em. ratkaisua.

2.3 Ilmoituksen tekeminen

Kehitetyssä järjestelmässä kuljettaja ilmoittaa erillistä kuvaketta (ajossa bluetoothia hyödyntävää painiketta) painamalla havaitsemansa vaaratilanteen. Napin painalluksen jälkeen älypuhelimien ladattu sovellus lähettää ilmoituksen internet-palvelimelle. Palvelimella tieto vaaratilanteesta tallentuu suojattuun kuljettajakohtaiseen kansioon. Yhdellä napin painalluksella kuljettajakohtaiseen kansioon tallentuvat seuraavat tiedot vaaratilanteesta:

- päivämäärä, kellonaika, ajoneuvon nopeus, kulkusuunta perustuen älypuhelimien GPS-paikannukseen
- kiihtyvyys kulkusuuntaan ja sivusuuntaan sekä pystysuuntaan perustuen älypuhelimien kiihtyvyyssantureihin
- videotallenne tilanteesta (esim. 90 s ennen ja 30 s jälkeen napin painalluksen) älypuhelimien kameraan ja puskurimuistiin perustuen

Lisäksi kehitettyyn ohjelmistoon on mahdollista liittää automaattinen tiedonkeruu vallinneesta säätilasta Ilmatieteen laitoksen avoimen säädatan perusteella.

Järjestelmä jää bluetooth-painikkeesta painamisen jälkeen odottamaan täydentävää tietoa kuljettajalta. Kuljettaja voi tehdä täydennyksen tauon alussa tai myöhemmin työtehtävän loputtua. Kuljettaja voi myös keskustella ilmoittamastaan vaaratilanteesta yrityksen turvallisuusvastaavan kanssa ja täydentää ilmoitustaan tämän keskustelun perusteella. Ilmoituksen täydennysvaiheessa vain kuljettajalla ja yrityksen turvallisuusvastaavalla on pääsy tehtyyn ilmoitukseen. Kuljettaja voi ennen täydennystä myös peruuttaa ilmoituksen, jolloin kaikki data häviää.

Ilmoitusta täydennetään älypuhelimella tai suojatussa internet-yhteydessä olevalla tietokoneella. Kuljettajalla on tällöin käytössään palvelimelle jo tallentuneet tiedot. Nämä tiedot toimivat muistin apuna, kun kuljettaja arvioi jälkikäteen esimerkiksi seuraavia asioita:

- ketkä olivat osallisia vaaratilanteessa (valikon avulla)
- mitä olisi voinut tapahtua tai tapahtui (valikon avulla ja kirjoitus vapaaseen kenttään tai puheviesti)

- mikä oli vaaratilanteen pääasiallinen aiheuttaja (valikon avulla ja kirjoitus vapaaseen kenttää tai puheviesti).

Kuljettajalla säilyy ilmoituksen täydentämisen jälkeenkin mahdollisuus muokata oman tunnuksensa alla olevien tapahtumien vapaata kuvausta ja valikkopohjaisia tietoja. Kun vaarailmoitus on täydennetty ja se on käsitelty, se on mahdollista tallentaa anonyymisti ja poistaa samalla puhe- ja/tai kuvadata palvelimelta.

Periaatteessa yksi keino ilmoituksen tekemiseksi olisi muuttaa kuljettajan antama puheilmoitus puheentunnistuksen avulla suoraan tekstiksi. Tällä hetkellä puheentunnistuksen teknologia ei kuitenkaan ole sillä tasolla, että ratkaisu olisi käytännössä toimiva. Teknologian kehittyessä tämäkin vaihtoehto on varteenotettava.

Vaaratilanneilmoitusten valikkojen sisällöt perustuvat liikenneonnettomuuksien tutkinnassa ja työtapaturmatilastoinnissa käytettäviin luokitteluihin. Valikkojen sisällöt ovat helposti muokattavissa esimerkiksi yrityksen joitain erityisiä tarpeita varten. Toisaalta, jos tavoitteena on yhdistää eri kuljetusyritysten yhteiseen käyttöön luovutettavaa tietoa laajemmiksi aineistoiksi, niin yritysten tuottama tieto vaaratilanteista on hyvä olla ainakin joiltain osin yhdenmukaista. Yritysten tuottaman tiedon yhdenmukaisuus puolestaan edellyttää, että ne käyttävät ainakin osittain samanlaisia menetelmiä jo vaaratilanteen ilmoitusvaiheessa.

3 Järjestelmän tekninen kuvaus

3.1 Käytetty laitteisto

Hankkeessa käytettiin Samsung Galaxy S3 ja Samsung Xcover 2 älypuhelimia vaaratilanneilmoitusten antamiseen ja ilmoitukseen automaattisesti kytkeytyvien tietojen keräämiseen (esimerkiksi aika- ja paikkatieto sekä videokuva). Molemmat puhelimet perustuvat Android-käyttöjärjestelmään ja ovat hinnaltaan järkeviä kyseiseen käyttötarkoitukseen.

Projektissa testattiin useita eri telinevaihtoehtoja. Parhaaksi tällä hetkellä markkinoilla olevaksi todettiin Nokian varmistama cr-123 -autoteline (kuva 1). Teline on rakenteelta tukeva, helposti säädettävissä, ja se pysyy luotettavasti ikkunassa imukupillaan. Telineen voi kiinnittää myös liimalla auton kojelautaan. Telineessä puhelimen kamera ei jää telineen taakse, vaan sillä pystyy kuvaamaan menosuuntaan auton tuulilasin läpi. Lisäksi erikokoiset testipuhelimet pysyvät siinä luotettavasti paikallaan.



Kuva: Nokia

Kuva 1. Testeissä käytetty autoteline Nokia cr-123. (Kuvan lähde: http://www.insmat.fi/en/products//product/130-9134_autoteline-nokia-cr-123-universal)

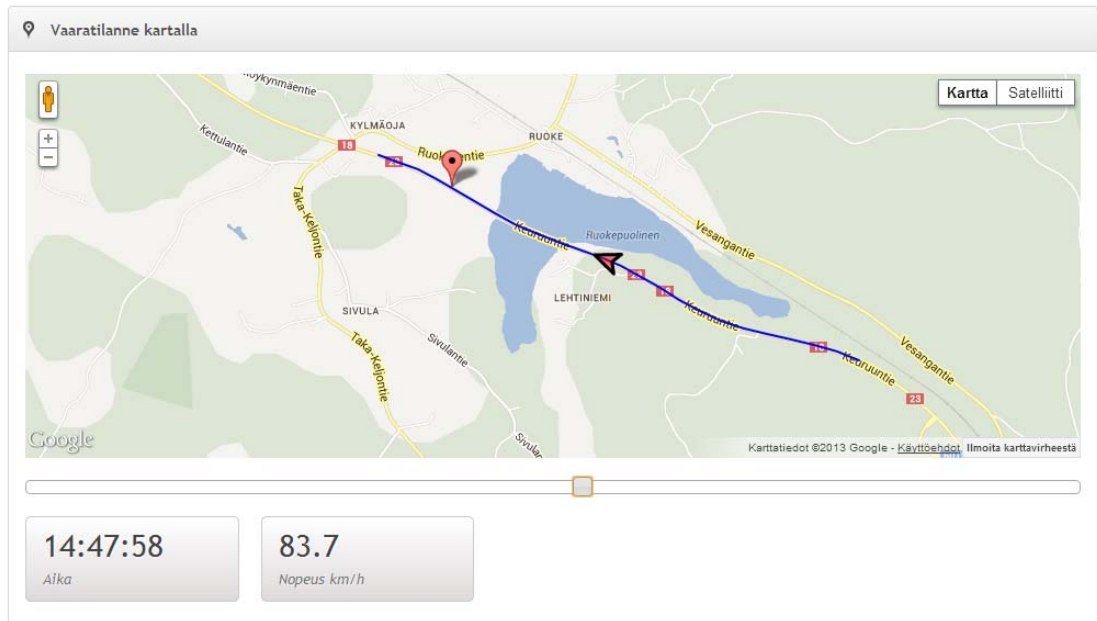
3.2 Puhelimen paikannus

Satelliitteihin perustuva GPS-paikannusteknologia on ollut matkapuhelimeissa käytössä jo niin kauan, että se toimii hyvin ja on luotettavaa. Kaikissa nykyaikaisissa puhelimeissa on käytössä avustettu satelliittipaikannus eli A-GPS, jonka avulla puhelin saadaan paikannettua alustavasti jo muutamissa sekunnissa ja tarkka paikkakin hyvin nopeasti. Pelkän GPS:n tarkkuus on noin kahdeksan metrin luokkaa. (Wikipedia 2013a).

Uusimmissa älypuhelimissa on tuki GPS-satelliittien lisäksi Venäjän omistamalle GLONASS-satelliittijärjestelmälle. Hyödyntämällä näitä kahta järjestelmää paikannuksen tarkkuus on huomattavasti parempi kuin pelkästään GPS-järjestelmää käyttämällä. Tarkkuus voi olla niinkin hyvä, kuin kaksi metriä (Jacobowitz 2011). Molemmat tässä hankkeessa käytetyistä puhelimista tukivat jo tätä kahden satelliittipaikannuksen hyödyntämistä.

Kehitetyssä sovelluksessa paikkatiedotdataa luetaan puhelimelta sen vakioasetuksilla. Uusi paikka saadaan tällöin talteen noin sekunnin välein, mikä riittää hyvin reitin

piirtämiseksi kartalle ja tilanteen tarkasteluun. Lisäksi GPS antaa liikkeen rintamasuunnan ja sen hetkisen nopeuden (kuva 2).



Kuva 2. Palvelimella paikkatietodatasta tuotetaan kartalle kuvaus tilanteesta. Tilanne voidaan jälkeenpäin käydä läpi sekunti sekunnilta kartan alla olevan liukurin avulla.

GPS-signaalia tallennetaan palvelimelle lähettämistä varten sovelluksessa tällä hetkellä 100 riviä kerrallaan, mikä vastaa vajaata 2 minuuttia. Tietoa voidaan tallentaa esimerkiksi 1,5 minuuttia ennen ilmoitusnapin painallusta ja 0,5 minuuttia sen jälkeen. Paikkatietodatan määrä voidaan tarvittaessa moninkertaistaa ilman, että sen siirrossa tai esittämisessä tulee ongelmia.

Vaikka ongelmia paikkatietodatassa ei sovelluksen testauksessa ilmennyt, niin täysin luotettavaa paikkatietodataa ei ole. Katvealueet, kuten tunnelit tai korkeiden kerrostalojen välit, joissa ei ole näkyvyyttä taivaalle, voivat aiheuttavat häiriötä signaalille. Tällöin GPS-piiri voi tulkita auton paikan, nopeuden ja rintamasuunnan väärin. Tämän takia nopeus- ja suuntatiedosta ei voida automaattisesti tulkita vaaratilanteita.

3.3 Älypuhelimien koottava kuvamateriaali

Puhelimella saatavien kuvien ja videoiden laatu on kehittynyt nopeasti viime vuosiin. Nykyisin kaikki myynnissä olevat älypuhelimet äänittävät vaaratilanteen katselun kannalta tarpeeksi hyvälaatuista videokuvaa. Puhelimet myös pakkaavat videon, joten videotiedostojen koot eivät ole liian suuria. Parhaimmat puhelimet yltyvät jopa teräväpiirtovideoiden tarkkuuteen ja niissä on pakkausmetodeja, joiden ansiosta kuvan laatu säilyy erinomaisena. Ongelmaksi muodostuu enemminkin videoiden toisto myöhemmin palvelinpuolella. Selainvalmistajat eivät ole vielä saaneet sovittua videoformaattia, joka toimisi kaikissa selaimissa ja mobiililaitteissa. Nyt näyttää kuitenkin siltä, että HTML5:n suosittu avoimen lähdekoodin WebM-formaatti nousee yhteiseksi standardiksi ja ratkaisisi ongelman (Wikipedia 2013b).

Selaimien rajoitusten takia kehittämässämme sovelluksessa päädyttiin käyttämään WebM-formaatin sijasta H264-pakattua MPEG4-videota. Pakkausmetodi ei ole kuvan laadun suhteen optimaalinen (kuva 3), mutta todettiin tarpeeksi hyväksi tarkoi-

tukseen. Nämä videot toimivat suoraan kaikissa muissa paitsi Firefox-selaimissa. Videon pystyy katsomaan myös testilaitteina käytettyjen Android-puhelimien selaimissa. Firefox-tukikin saataisiin mukaan käyttämällä jotain Flash-pohjaista video-soitinta tai konvertoimalla video palvelimella toiseen formaattiin.



Kuva 3. Kuvankaappaus videosta sadekeilillä. Vasemmassa kuvassa näkyy videon pakkauksen aiheuttama ajoittainen rakeisuus.

H264-pakatun MPEG4-videon, jonka resoluutio on 640x480 pikseliä ja kesto yksi minuutti, koko on noin 2,6 MB. Jokaisesta kaksi minuuttia kestävästä vaaratilanteen tallennuksesta palvelimelle siirretään siis yli 5 MB videota. Käytännössä sovellus tallentaa minuutin jaksoja jatkuvasti, joista vanhemmat poistetaan puhelimesta.

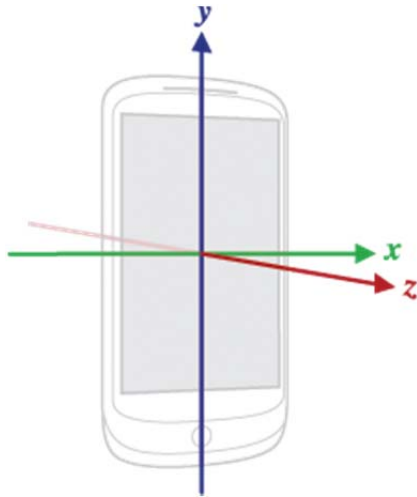
Videotiedoston koko ei ole ongelma, mikäli puhelimessa on käytössä kiinteähintainen datansiirto ja siirtäminen tapahtuu vähintään 3G-matkapuhelinverkon alueella. Syrjemmässä, jossa on käytössä vain GPRS-datasiirto, ei näin isojen tiedostojen siirtäminen ole käytännössä mahdollista. Tällöin järjestelmän on hyvä jäädä odottamaan parempaa yhteyttä ja lähettää videot vasta sitten eteenpäin.

Sovelluksessa on myös erillinen näppäin, jonka avulla kuljettaja voi ottaa valokuvan esimerkiksi vaarallisesta lastauspaikasta. Kuva liitetään automaattisesti ilmoitukseen.

Hämärä, sadekeili tai esimerkiksi vastaan paistava aurinko häiritsevät videokuvaa. Järjestelmän teknisessä testauksessa ei kuitenkaan tullut vastaan tilannetta, jolloin video olisi ollut käyttökelvottoman huono. Pimeällä ei kesäisen ajankohdan takia päästy kuitenkaan testaamaan.

3.4 Aineiston keräämisen laukaiseva tapahtuma

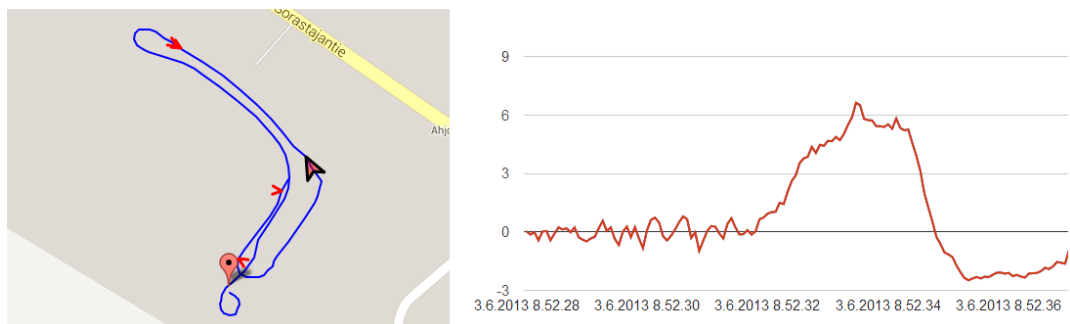
Jo projektin alussa suoritetuissa teknisissä testeissä huomattiin, että nykyaikaisten puhelimen liikesensorit saattavat olla riittävän nopeita ja tarkkoja vaaratilanteisiin liittyvien kiihtyvyyksien havaitsemiseen. Kiihtyvyydet kaikille kolmelle lineaariselle akselille saadaan suoraan puhelimen ohjelmistosta. Ne on myös mahdollista laskea jälkikäteen kiihtyvyyssantureilla ja gyroskoopilla kerätystä datasta (kuva 4).



Kuva 4. Lineaarisen kiihtyvyyden akselit. (Kuvan lähde: <http://blog.contus.com/how-to-measure-acceleration-in-smartphones-using-accelerometer>)

Kehitetty sovellus kerää liikesensoridataa samalta ajalta kuin paikkatietoakin. Sovelluksen keräämää dataa voidaan visualisoida palvelimella. Tällöin vaaratilanteissa esiintyneet kiihtyvyydet, jotka johtuivat esimerkiksi voimakkaasta kaarroksesta tai jarrutuksesta, on helppo havaita (kuva 5).

Ennen kehittämämme mobiilin vaaratilannejärjestelmän prototyypin koekäyttöä raskaan liikenteen ajoneuvoissa tutkimusryhmämme testasi liikesensoreita ajamalla henkilöautolla suljetuilla alueilla ja tekemällä voimakkaita käännöksiä sekä jarrutuksia. Yksi tuloksista on esitetty kuvassa 5. Henkilöautolla saadut tulokset eivät kuitenkaan ole suoraan yleistettävissä raskaaseen liikenteeseen. Raskaissa ajoneuvoissa kerätyn tiedon luotettavuuteen vaikuttavat sekä auton jousitus että hyteissä oleva oma iskunvaimennus. Varsinaisen testauksen aikana raskaan liikenteen ajoneuvoille ei sattunut tilanteita, missä voimakkaita kiihtyvyyksiä olisi esiintynyt.



Kuva 5. Liikesensorien tallentamista arvoista palvelinsovellus etsii raja-arvot rikkovia kiihtyvyyksiä ja piirtää ne kartalla olevalle reitille. Nuolen suunta kuvaa kiihtyvyyden suuntaa. Oikealla näkyy voimakas jarrutus kuvaajana.

3.5 Vaaratilanteen merkitseminen

Kehittämässämme sovelluksen prototyypissä vaaratilanteen voi merkitä kahdella tavalla: a) painamalla puhelimen sovelluksessa olevaa painiketta (kuva 6) tai b) painamalla tarkoitusta varten hankittua langatonta bluetooth-painiketta (kuva 7). Paras tarkoitukseen sopiva bluetooth-painike, Zomm Wireless Leash, jouduttiin tilaamaan Yhdysvalloista (zomm.com). Vastaavia painikkeita on kuitenkin tulossa myös muilta valmistajilta. Käytännössä erillinen näppäin on välttämätön. Ajoneuvon ikkunalle

kiinnitetty puhelin on liian kaukana kuljettajasta, ja vaikka näppäin ruudulla on iso, sitä ei löydy tasaiselta ruudulta kääntämättä katsetta siihen. Erillisellä painikkeella ilmoituksen voi tehdä turvallisesti kääntämättä katsetta tiestä. Teknisissä testeissä painike toimi erinomaisesti. Teknisesti on mahdollista tehdä ilmoitus myös autossa valmiina olevalla Bluetooth-autosarjajärjestelmällä. Tällöin älypuhelin ohjelmoidaan vastaanottamaan jotakin tämän autosarjajärjestelmän painikkeen lähettämistä signaaleista.



Kuva 6. Android-sovelluksen etusivu.



Kuva: zomm.com



Kuva 7. Zommin bluetooth-painike. Oikeanpuoleisessa kuvassa painike on kiinnitetty ohjaamon aurinkolippaan.

3.6 Datan koko ja sen lähettäminen palvelimelle

Tällä hetkellä videodata rajoittaa aikaa, joka ennen ja jälkeen vaaratilanteen on mahdollista tallentaa ja lähettää palvelimelle. Tämä aika on noin kaksi minuuttia. Kerättävän video- ja muun datan ajoitus bluetooth-painikkeen painamiseen on mahdollista valita (esim. 1,5 min ennen ja 0,5 min jälkeen painikkeen painamisen). Paikkatieto ja liikesensoridataa on mahdollista kerätä myös huomattavasti pidemmältä ajalta. Kaiken kerättävissä olevan datan tallentaminen kahden minuutin ajalta tuottaa reilun 5 MB kokoisen tiedoston. Käytännössä järjestelmä voidaan rakentaa esimerkiksi niin, että puhelin lähettää palvelimelle ensin paikkatieto- ja liikesensoridatan, jotka ovat vain kymmeniä kilotavuja, ja vasta sen jälkeen videodatan. Näin tilanteesta saadaan mahdollisimman paljon tietoa talteen, vaikka videoiden siirto keskeytyisikin.

3.7 Vaaratilanneilmoituksen täydentäminen

Valikkopohjainen sovellus

Kehitetty sovellus avaa vaaratilanteen jälkeen automaattisesti lyhyen ja selkeän monivalintakyselyn, jolla tapahtunutta tilannetta pyritään luokittelemaan (kuva 8). Ideana on, että kuljettaja täyttäisi kyselyn, kun hän tilanteen jälkeen seuraavan kerran pysähtyy.

Kuva 8. Kehitettyyn sovellukseen vaaratilanteen jälkeen avautuva kolmevaiheinen kysely. Kysyttäviä kohtia sekä niiden lukumäärää ja sisältöjä on helppo muokata. Tämä kuva on vain esimerkki, mitä tietoja kuljettaja voisi halutessaan täydentää vaaratilanteesta.

Puhelin hakee kyselyn aina palvelimelta, joten sen muokkaaminen on mahdollista ilman puhelimen ohjelmiston päivitystä. Kysely voi teknisesti olla myös esimerkiksi yrityskohtainen.

Täydennys tekstikuvauksena

Kyselyn lopussa on myös tekstikenttä, johon voi kirjoittaa vapaamuotoisen kuvauksen. Kyselyä ei ole pakko täyttää älypuhelimella lepatauon aikana, vaan samaan kyselyyn on mahdollista vastata myöhemmin selaimella esimerkiksi kuljetusyrityksessä. Järjestelmä ei tällä hetkellä muistuta kyselyn täyttämisestä, mutta se olisi teknisesti mahdollista toteuttaa esimerkiksi seuraamalla paikkatiedosta, milloin auto pysähtyy riittävän pitkäksi ajaksi.

Täydennys puheilmoituksena

Puhelimien käyttöjärjestelmistä vain Android tukee suomenkielisen puheen kääntämistä tekstiksi suoraan käyttöjärjestelmällä. Teknisissä testeissä ominaisuus toimi kuitenkin epävarmasti. Virheitä tuli etenkin autossa, jossa on taustamelua häiritsevässä puheen äänitystä. Suurin osa käytetyistä puheentunnistussovelluksista toimiikin niin, että puhe äänitetään päätelaitteessa, ja se lähetetään palvelimelle tunnistusta varten. Esimerkiksi suomalainen Lingsoft Oy myy tällaisia palveluja, ja niitä on käytössä esimerkiksi sairaaloissa. Lingsoftin järjestelmä ei kuitenkaan toimi riittävän luotettavasti tällaisessa ympäristössä, vaan heidän henkilöstönsä pitäisi

automaattisen tunnistuksen jälkeen vielä tarkastaa tekstit (Reiman 2013). Tässä projektissa tätä järjestelyä ei ryhdytty testaamaan.

Teknisesti olisi mahdollista äänittää puhetta vaaratilanteessa tai sen jälkeen ja lähettää puhe palvelimelle äänitiedostona myöhempää kuuntelua varten. Äänitetty puhe toimisi siten muistamisen tukena, kun tilannetta täydennetään palvelimella.

Automaattisesti täydentyvä säätieto

Valtion avoimen tiedon ohjelman (VM 2013) mukaisesti valtion tai valtiomisteisten yritysten tuottamaa tietoa pyritään avaamaan hyödyntäjien käytettäväksi. Liikenneviraston Digitraffic-palvelukokonaisuus tarjoaa liikenteen sujuvuustietoa sekä ajantasaiset tiedot n. 350 tiesääasemalta (Infotripla 2013). Palveluun pitää rekisteröityä täyttämällä hyödyntäjäsopimus, mutta sen käyttö on ilmaista. Palvelusta on teknisesti mahdollista hakea automaattisesti vaaratilannetta lähimmän tiesääaseman tietoja esimerkiksi tien liukkaudesta, näkyvyydestä ja lämpötilasta. Mahdollista olisi noutaa myös viimeisin kelikameran ottama kuvatiedosto kohteesta. Rajoitteena tiedolle on kuitenkin tiesääasemien pieni lukumäärä. Erityisesti Pohjois-Suomessa ne ovat harvassa.

Ilmatieteenlaitos avasi kesällä 2013 myös avoimen datan palvelun (Ilmatieteenlaitos 2013). Avoimeen dataan kuuluu reaaliaikaisten säähavaintojen lisäksi esimerkiksi tutkakuvat, historiatietoa ja ennusteita. Palvelun kautta on teknisesti mahdollista hakea paikan perusteella vallitseva säätila lähimmältä säähavaintoasemalta.

Molempien palvelujen tekninen toimivuus testattiin ja rajapintoihin tutustuttiin. Molemmat järjestelmät käyttävät web-rajapintoja XML protokollan avustuksella. Web-rajapintojen varsinaista hyödyntämistä ei kuitenkaan testattu tämän projektin puitteissa testattu.

3.8 Vaaratilannetiedon kokoaminen ja esittäminen

Vaaratilanneilmoitus poistuu puhelimen muistista välittömästi sen jälkeen, kun ilmoitus on lähetetty palvelimelle. Prototyypin rakentamista varten hankittiin Linux palvelintila ja MySql-tietokanta. Itse palvelinohjelmisto rakennettiin PHP-ohjelmointikielen (<http://php.net/>) Codeigniter-ohjelmistokehitystä (<http://ellislab.com/codeigniter>) hyödyntäen. Ohjelmistokehitys mahdollistaa nopeamman kehityksen lisäksi esimerkiksi tietoturvalliset tietokantayhteydet. Järjestelmän käyttöliittymän toteuttamista nopeuttamaan hankittiin valmis grafiikkamalli Themeforest-palvelusta (<http://themeforest.net>). Järjestelmä rakennettiin siten, että se on myöhemmin helposti siirrettävissä muulle palvelimelle tai käyttämään eri tietokantaa.

Vaaratilanteen lähettäjä tunnistetaan puhelimen yksilöllisellä IMEI-koodilla. Sama koodi on yhdistetty palvelimelle yhteen käyttäjään, ja palvelinsovellukseen kirjautu- taankin käyttäjän henkilökohtaisella tunnuksella ja salasanalla. Vakioasetuksena on, että vain käyttäjä itse näkee omat vaaratilanteensa. Käyttäjä voi sitten itse halutes- saan jakaa tilanteen järjestelmään luodulle ryhmälle, jolloin ryhmän jäsenet näkevät tilanteen. Ryhmä voi olla yhtä hyvin kuljetusyhtiön henkilöstö, pelkkä turvallisuus- asioista vastaava henkilöstö kuin useamman kuljetusyhtiön yhteisö. Myöhemmin järjestelmään on mahdollista rakentaa lisää käyttöoikeustasoja, jolloin yrityksessä nimetty käyttäjä voi nähdä oman yrityksensä henkilöstön tilanteet myös suoraan.

Palvelinsovelluksen sivulla käyttäjä voi tarkastella ja täydentää ilmoituksen tietoja (kuva 9).

Vaaratilanneilmoitus

Edellinen tilanne

←

2013-07-18

07:50:06

Lähiaikoina

→

Seuraava tilanne

Vaaratilanteen luokitus

Tapahtuman tiedot

Tapahtunapaikka

Valtie 2, 31470 Somero, Suomi

Koordinaatti

60.6405588, 21.8864081

Käyttäjä

Sasu Salminen

Viimeksi muokattu

Käsitellyn tila (muuta painamalla)

Käsitelty

Vaaratilanteen jakaminen

Jaettu ryhmille:

Roadmanship hanke

Valitse ryhmä

Jaa tilanne

Poista vaaratilanne

Poista

Tekstikuvaus:

Tiealueella työskentely. Työntekijä käveli selin tulevaa liikennettä kohti, kaveri ei varmistanut omaa turvallisuutta tulevaa liikennettä ajatellen. Raskasajoneuvo tarvitsee koko oman kaistan turvalliseen kulkemiseen.

Tallenna

Kysymykset ja vastaukset

Oliko vaaratilanteessa mukana?

Jalankulkija

Kyllä

Mitä meinasi tapahtua?

Törmäys samassa suunnassa

Kyllä

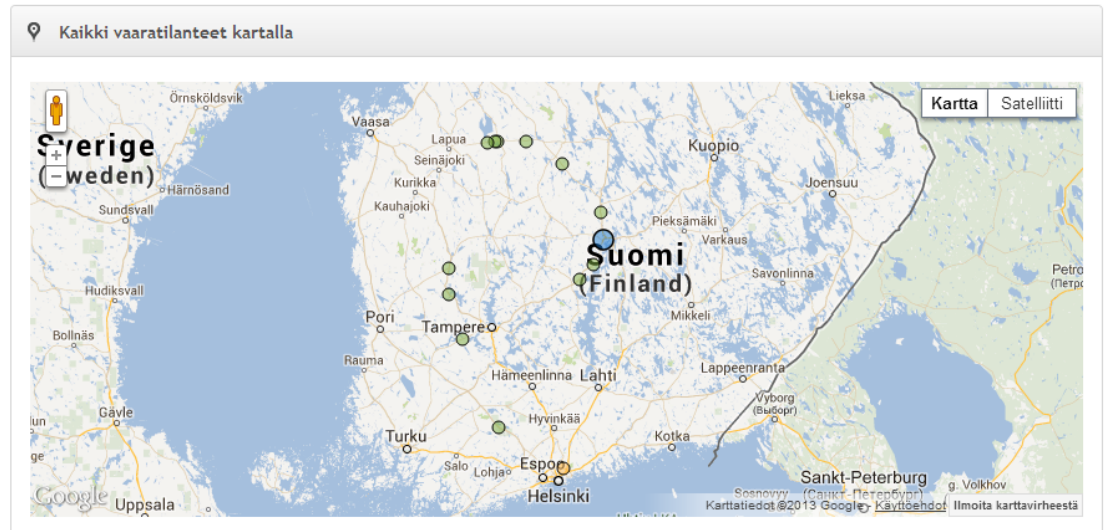
• Huokkaa

Kuva 9. Vaaratilanneilmoituksesta kertovan sivun yläosa. Alaspäin vierittämällä tulee esiin kartta (kuva 1), videotiedostot (kuva 2) ja liikesensorien datan kuvaaja.

Karttapalveluna päädyttiin käyttämään Google Maps -palvelua lähinnä sen monipuolisen ja helppokäyttöisen rajapinnan takia. Kehitetyssä sovelluksessa karttaa voidaan käyttää kaikkien tilanteiden esittämiseen (kuva 10) sekä yksittäisen tilanteen etenemisen tarkasteluun (kuva 2). Lisäksi karttapalvelusta saadaan haettua tarkka osoite puhelimesta saaduille paikkakoordinaateille. Pienimuotoisessa käytössä eli silloin, kun käyttäjiltä ei veloiteta käyttömaksuja, palvelu on ilmainen. Kuitenkin laajemmassa käytössä, ja mikäli siirrytään maksujen keräämiseen, on hankittava tuotteen yrityslicenssi. Google itse ei ole julkistanut hintojaan, mutta ilmeisesti hinnat ovat luokkaa alkaen 10.000\$/vuosi (Leach 2011). Hyvänä vaihtoehtona on OpenStreetMap-palvelu, jonka kartat ovat avoimen datan projektina ilmaisia myös kaupallisessa käytössä (OpenStreetMap 2011). Tämän palvelun käyttöönottoon on todennäköisesti varattava enemmän henkilöresursseja, eivätkä kartat ole välttämättä aivan samalla tasolla kuin Googlella.

Vaaratilanneilmoituksia

1 Uutta	1 Käsittely kesken	12 Käsiteltyä	14 Yhteensä
------------	-----------------------	------------------	----------------



Kuva 10. Testikuljettajan ilmoittamat vaaratilanteet näkyvät kartalla. Eri värit kuvaavat tilanteen käsittelyn tilaa.

Kaikki tiedot vaaratilanteista tallentuvat sellaisenaan järjestelmän tietokantaan, kuten myös tietoa luokittelevien kyselyiden tulokset ja vapaamuotoiset kuvaukset. Kerätyvästä tiedosta on siis mahdollista hakea tietoa tapahtumista esimerkiksi ajan, paikan, tapahtuman luonteen tai käyttäjän määrittelemän tärkeyden perusteella. Alla olevassa kuvassa näytetään esimerkki taulukkomuotoisesta vaaratilanneilmoitusten esittämisestä (kuva 11). Ilmoituksia voidaan järjestellä ja suodattaa taulukossa eri parametrien perusteella. Varsinaisia raportointityökaluja ei projektissa toteutettu.

Ilmoitukset

Etsi:

	Aika	Paikka	Koordinaatit	Tärkeys	Käsittelyn tila
 Avaa	2013-07-18 13:16:45	Helsinki, Suomi	60.28226334,25.03121813	Ei määritelty	Käsitellyssä
 Avaa	2013-07-18 07:50:06	Somero, Suomi	60.64055888,23.88690381	Lähiaina	Käsitelty
 Avaa	2013-07-16 20:26:53	Nokia, Suomi	61.39964873,23.25655988	Ei määritelty	Käsitelty
 Avaa	2013-07-16 17:46:16	42100 Jämsä, Suomi	61.90032261,25.30417985	Ei määritelty	Käsitelty
 Avaa	2013-07-16 17:31:02	Jyväskylä, Suomi	62.02006784,25.56239616	Seurattava	Käsitelty
 Avaa	2013-07-12 14:41:23	41180 Laukaa, Suomi	62.45203054,25.67504891	Välittömästi	Käsitelty
 Avaa	2013-07-12 11:58:43	43700 Kyyjärvi, Suomi	63.0289841,24.35830043	Välittömästi	Käsitelty
 Avaa	2013-07-12 11:38:54	Alajärvi, Suomi	63.02939053,23.85362957	Seurattava	Käsitelty
 Avaa	2013-07-11 22:09:34	39700 Parkano, Suomi	61.98706306,23.0120896	Välittömästi	Käsitelty
 Avaa	2013-07-11 21:50:17	Ikaalinen, Suomi	61.77462989,23.00861291	Ei määritelty	Käsitelty

1 - 10 yht. 14

AlkuEdellinen12SeuraavaLoppu

Kuva 11. Vaaratilanneilmoitukset taulukoituna. Ilmoituksia voidaan ryhmitellä helposti eri parametrien mukaan.

4 Käyttökokemukset

Kehitetty järjestelmä oli kahdella testikokoonpanolla (taulukko 1) testauksessa yhteistyössä Jyväskylän Aikuisopiston (JAO) kanssa heinäkuun 2013 aikana. Toinen kokoonpano oli JAO:n opettajalla mukana, kun hän oli kesätoissa kuljetusyrityksessä, ja toinen oli mukana ajo-opetuksessa JAO:n Oulun toimipisteessä. Käytössä oli vain yksi bluetooth-näppäin, joten Oulussa opettajana toiminut henkilö laukaisi tahtuman puhelimen näytöltä.

Taulukko 1. Vaaratilannejärjestelmän koekäytössä käytetyt laitteet ja niiden kokoonpanot.

	Kokoonpano 1	Kokoonpano 2
puhelin	Samsung Galaxy S3 (414€)	Samsung Xcover 2 (300€)
autoteline	Nokia cr-123 (34€)	Nokia cr-123 (34€)
autolaturi	24V yhteensopiva, 2 metrin johto (15€)	24V yhteensopiva, 2 metrin johto (15€)
bluetooth painike	Zomm (postimaksuineen n. 100\$ = 75€ Usa:sta)	

Kehitettyä vaaratilannejärjestelmää ehdittiin koekäyttää siten, että yllä mainitut kaksi kuljetusalan opettajaa ja ammattikuljettajaa kokeilivat sitä työssään. Järjestelmä toimi teknisesti odotetulla tavalla. Kuljettajat kokivat Bluetooth-painikkeen käyttämisen helpoksi, data siirtyi palvelimelle ja ilmoitusten jälkikäteinen täydentäminen sai tukea saatavilla olevasta kuva- ja karttadatasta.

Videon tarkoitus järjestelmässä on toimia muistin tukena, kun kuljettaja ja / tai kuljetusyrityksen henkilö täydentää ilmoitusta palvelimella. Tähän tarkoitukseen videoiden laatu ja pituus riittivät testikuljettajien mielestä mainiosti. Videon avulla tilanne palautui helposti mieleen pidemminkin ajan kuluttua.

Käytännössä hankalaksi koettiin se, että älypuhelimta ei voinut mahdollisen varkauksen takia jättää ajoneuvoon ajon päätyttyä. Puhelimen uudelleen asentaminen ja käynnistäminen unohtuivat helposti ennen seuraavan ajovuoron alkua. Lisäksi ajatus taukojen aikaisesta ilmoituksen täydentämisestä ei aina toiminut, koska lyhyet tauot käytettiin mielellään kokonaan virkistykseen.

Koekäytössä nousi esille myös kysymys kuvauskielloista, joita esimerkiksi tuotantolaitoksilla on. Periaatteessa olisi tarvetta kytkeä kamera pois päältä tällaisten tuotantolaitosten tehdasalueelle mentäessä. Ratkaistavaksi jää, voitaisiinko kuitenkin kuvaus jättää päälle, koska järjestelmä ei talleta kuvadataa pysyvästi (kuvadata poistuu minuutin välein). Kuvauskiellon asia joudutaan ratkaisemaan myös silloin, jos kuljettaja haluaa ilmoittaa jonkin lastaus- tai purkutilanteen vaaroista. Riskinä voi olla kuljetussopimuksen katkaiseminen, jos kuljettajan tulkitaan rikkovan annettua kuvauskieltoa. Tämän vuoksi voi olla aiheellista, että kuljetusyritys ja tilaaja sopivat kirjallisesti kuvauksen sallimisesta.

5 Päätelmät ja suositukset

Tämän hankkeen perusteella voidaan sanoa, että teknisesti on mahdollista toteuttaa ammattikuljettajan työhön hyvin soveltuva vaaratilanteiden ilmoitusjärjestelmä joka perustuu moderneihin ICT-ratkaisuihin. Kokeilu antaa hyvän pohjan jatkotyölle, jonka tavoitteena on tuottaa käyttäjäystävällinen ja turvallisuutta edistävä vaaratilannejärjestelmä ammattimaiseen tieliikenteeseen ja implementoida se laajalti suomalaisiin maantiekuljetusyrityksiin.

Jatkon kannalta oleellinen havainto oli myös se, että toimiva vaaratilannejärjestelmä ei näyttäisi edellyttävän mittavia investointeja. Voidaan arvioida, että muutaman vuoden kuluttua vaadittava teknologia ja laitteet yhteen ajoneuvoon maksavat 200–300 euroa. Tämä on tärkeää erityisesti siksi, että suurin osa maantiekuljetuksia hoitavista yrityksistä on kooltaan pieniä, eikä niillä ole intressiä tai mahdollisuuksia mitaviin investointeihin.

Tämän hankkeen perusteella voidaan esittää kahdenlaisia suosituksia ammattimaiseen tieliikenteeseen tarkoitettusta mobiilista vaaratilanteiden ilmoitus- ja hallintajärjestelmästä. Osa suosituksista liittyy järjestelmän toimivuuden kehittämiseen ja osa järjestelmän käytöstä koituvien hyötyjen selvittämiseen.

Suosituksat järjestelmän toimivuuden kehittämiseksi

Oleellista ICT-teknologiaan perustuvan vaaratilannejärjestelmän kehittämisessä on mahdollisuus testata ja kehittää järjestelmän käytettävyyttä, luottamuksellisuutta, käyttövarmuutta sekä tietoturvallisuutta. Näiden seikkojen lisäksi voidaan muiden toimialojen kokemuksiin perustuen sanoa, että ammattimaiseen tieliikenteeseen tarkoitettujen vaaratilannejärjestelmien on suositeltavaa perustua vapaa-ehtoisuuteen (Barach & Small 2000; Jansman ym. 2011). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kuljettaja päättää vaaratilanneilmoituksen tekemisestä.

Ammattimaiseen tieliikenteeseen tarkoitettun ja ICT-teknologiaan perustuvan vaaratilanteiden ilmoitus- ja hallintajärjestelmän käytettävyyttä ei ole tähän mennessä luotettavasti tutkittu. Seuraavaksi onkin tärkeä testata

- a) kuinka nopeasti eri toimijat ja erityisesti kuljettajat oppivat järjestelmää käyttämään,
- b) kuinka nopeasti ilmoituksen voi antaa ja täydentää käytön oppimisen jälkeen,
- c) kuinka hyvin järjestelmän käytön muistaa tauon jälkeen,
- d) kuinka paljon virheellistä tietoa järjestelmän käyttö tuottaa ja kuinka helposti virheet voi korjata ja
- d) kuinka miellyttäväksi eri toimijat järjestelmän käytön kokevat.

Käytettävyyden testaus koskee sekä ilmoituksen antamista eri tilanteissa (esim. ajossa tai lastauksen yhteydessä) sekä erityisesti ilmoituksen täydentämistä valikkopohjaisen kyselyn avulla. Jälkimmäisessä on tärkeää tutkia, miten selviä eri vaihtoehtot ovat ja miten hyvin ne vastaavat kuljettajan työn vaaratilanteita.

Edellä mainitut käytettävyyden osatekijät vaikuttavat osaltaan siihen, kuinka korkea kynnys esimerkiksi ilmoituksen tekemiseen on. Jos käyttö on vaivalloista ja aikaa

vievää, kuljettajat todennäköisesti jättävät ilmoituksia tekemättä pelkästään sen vuoksi, ettei heillä ole siihen aikaa. Ammattimaisessa maantieliikenteessä käytettävyyden merkitystä korostaa työssä koettu kova aikapaine.

Vaaratilannejärjestelmän *luottamuksellisuuden* kehittämisessä on olennaista, ettei ilmoitukseen yhdisty *pysyvästi* tietoa ilmoittajan henkilöllisyydestä. Tässä hankkeessa kehitetyssä järjestelmässä henkilötietojen poistaminen on mahdollista. Luottamuksellisuus ei kuitenkaan välttämättä toteudu sillä, että järjestelmä poistaa henkilötiedot (esim. nimen). Tunnistaminen saattaa olla mahdollista myös aika- ja paikkatietoon perustuen. Näiden tietojen muuntaminen tarkkuuteen, joka estää tunnistamisen, mutta ei häivyttä ilmoituksen hyödyntäjien kannalta olennaista tietoa, on kehittämisen kohden jatkossa.

ICT-teknologiaan perustuvan vaaratilanteen ilmoitus- ja hallintajärjestelmän käyttövarmuutta ammattimaisessa tieliikenteessä ei ole vielä testattu. *Käyttövarmuudella* tarkoitetaan yleensä kolmea asiaa: toimintavarmuutta (kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto määrätyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson), kunnossapidettävyyttä (kohteen kyky olla pidettävissä tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon) sekä kunnossapitovarmuutta (kunnossapito-organisaation kyky suorittaa vaadittu toiminto vaaditussa ajassa tai ajanhetkellä).

Tämän hankkeen yhteydessä kehitetyssä järjestelmässä kehitettävää on edelleen tiedon luotettavassa siirtymisessä puhelimelta palvelimelle. Katvealueet, joissa älypuhelin ei kykene lähettämään ilmoitusta palvelimelle tai GPS-piiri voi tulkita ajoneuvon sijainnin väärin, voivat aiheuttaa ongelmia toimintavarmuuden suhteen. Yksi ratkaisu tähän ongelmaan voisi olla ilmoituksen tallentuminen puhelimen muistiin. Kun ajoneuvo sitten siirtyy pois katvealueelta, puhelin lähettää tallennetun ilmoituksen automaattisesti palvelimelle ja poistaa ilmoituksen muististaan.

Toinen tärkeä kysymys käyttövarmuuden suhteen on järjestelmän kunnossapidettavuus. ICT-teknologiaan perustuvat järjestelmä edellyttää, että jokin taho ottaa vastuun esimerkiksi ohjelmistojen päivityksistä ja auttaa teknisten ongelmien ratkaisussa. Nämä kysymykset ovat vielä auki, eikä järjestelmää voi ottaa laajasti käyttöön, ennen kuin ne on ratkaistu.

Tietoturvallisuus on olennainen osa ICT-teknologiaan perustuvaa vaaratilanteiden ilmoitus- ja hallintajärjestelmää. Tietoturvallisuudella tarkoitetaan yleensä tietojen, palvelujen ja järjestelmien sekä tietoliikenteen suojaamista. Kysymys on tässä yhteydessä oleellinen, koska ilmoituksiin liittyvien henkilö- ja yritystietojen lisäksi vaaratilanteet sinänsä saattavat sisältää salassa pidettävää tietoa. Täysin aukotonta järjestelmää ei internetin avoimen luonteen takia ole mahdollista luoda.

Tässä hankkeessa kehitetyn järjestelmän (älypuhelinohjelmisto ja internet-palvelu) tietoturva on perustasolla. Tietojen urkinta tai tuhoaminen ei onnistu nytkään helposti, mutta palvelun turvatasoa on mahdollista nostaa kohtuullisen helposti. Jatkossa puhelimeen tallennettu vaaratilannetietoa hyvä säilyttää ja lähettää palvelimelle salattuna. Tiedonsiirtoon puhelimen ja palvelimen välillä on mahdollista käyttää salatua HTTPS-yhteyttä. Lisäksi internet-palvelu voidaan sijoittaa tietoturvasertifioidun palveluntarjoajan palvelimelle. Tällöin voidaan luottaa siihen, että palvelimen fyysinen turvallisuus on kunnossa sekä palvelinohjelmistojen tietoturvapäivitykset ovat ajan tasalla. Tietoturvasta huolehtiminen on kuitenkin jatkuva prosessi. Ohjelmistoa ylläpitävän tahon on seurattava tilanteen kehittymistä ja tehtävä aina tarvittaessa päivityksiä sekä mobiili- että palvelinpuolen ohjelmistoihin.

Tietoturvallisuuden lisäksi tietosuojaan liittyvät kysymykset ovat myös jatkossa selvittävää. Tietosuojakysymykset liittyvät sekä vaaratilanneilmoituksista koostuvan tietokannan ylläpitämiseen että vastaantulevista ajoneuvoista ja muista tiellä liikkujista koostuvan kuvamateriaalin keräämiseen.

Suositukseset järjestelmän hyötyjen selvittämiseksi

Kun mobiilista vaaratilanteiden ilmoitus- ja hallintajärjestelmästä on kehitetty toimiva, on oleellista selvittää sen turvallisuusvaikutukset, ennen kuin järjestelmää ryhdytään ottamaan laajempaan käyttöön.

Turvallisuusvaikutusten selvittämisessä on tärkeää, että selvitys perustuu luotettavaan tutkimukseen. Tällöin keskeisessä asemassa ovat käytetty tutkimusasetelma, kerättävän aineiston koko, valitut tulostuuttajat sekä tulosten oikea tulkinta. Lähtökohtana voidaan pitää sitä, että jo ilmoitusten runsas tekeminen on yhteydessä turvallisuuden paranemiseen. Ilmoitusten tekeminen nimittäin yleensä tyrehtyy, jos ne eivät johda tilanteen paranemiseen.

Toinen tärkeä indikaattori hyödyille on järjestelmän käytön vaikutukset yrityksen turvallisuusilmapiiriin. Turvallisuusilmapiiri koostuu siitä, miten yksilöt havaitsevat työympäristössään menettelytavat, käytännöt ja käyttäytymisen, jotka ilmentävät turvallisuuden priorisointia suhteessa muihin tavoitteisiin (Griffin & Neal 2000; Morrow ym. 2010). Turvallisuusilmapiirin arvioinnin etuja ovat tarkoitukseseen kehitetty ja hyväksi havaittu mittausmenetelmä (Kines ym. 2011) sekä aiemmissa tutkimuksissa havaitut turvallisuusilmapiirin yhteydet työpaikan turvallisuutta edistäviin käytäntöihin, turvallisuussäädösten noudattamiseen, työtapaturmien esiintymiseen ja turvallisuuskäyttäytymiseen (Bosak ym. 2013; Cooper & Philips 2004; Clarke 2006; Goldenhar ym. 2003; Zohar 1980).

Turvallisuushyötyjen tutkimuksessa on tärkeää myös se, että järjestelmän käytöstä koituvia mahdollisia hyötyjä seurataan useamman vuoden ajan ja että hyötyjä arvioivat kaikki osapuolet, kuten kuljettajat, yritysten turvallisuudesta vastaavat henkilöt, linjaesimiehet ja toimitusjohtajat sekä liikenneturvallisuudesta vastaavat viranomaiset. Vaaratilanneilmoituksista ja niiden perusteella suoritetuista ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä kertyy oletettavasti materiaalia myös kuljettajien koulutukseen

Kaikkiaan voidaan sanoa, että käytännössä toimivaksi ja turvallisuutta parantavaksi osoitettu vaaratilannejärjestelmä luo vahvan perustan sen laajalle käyttöönotolle ammattimaisessa tieliikenteessä. Järjestelmän aktiivinen ja laajalle levinnyt käyttö puolestaan tekee mahdolliseksi parantaa työ- ja liikenneturvallisuutta yksittäisten työpaikkojen lisäksi kansallisella tasolla.

6 Lähdeluettelo

- Barach P, Small SD. 2000. Reporting and preventing medical mishaps: lessons from non-medical near miss reporting systems. *BMJ*, 18, 759-763.
- Bosak J, Coetsee WJ, Cullinane SJ. 2013. Safety climate dimensions as predictors for risk behavior. *Accid Anal Prev.*, 55, 256-264.
- Clarke S. 1998. Organizational factors affecting the incident reporting of train drivers. *Work & Stress*, 12, 6-16.
- Clarke S. 2006. The relationship between safety climate and safety performance: a meta-analytic review. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11, 315-327.
- Cooper D. 1998. *Improving Safety Culture. A Practical Guide*. Chichester, John Wiley & Sons. 298 s.
- Cooper MD, Phillips RA. 2004. Exploratory analysis of the safety climate and safety behavior relationship. *Journal of Safety Research*, 35, 497-512.
- Gambino R, Mallon O. 1991. Near misses — an untapped database to find root causes. *Lab Report*. 1991;13:41-44
- Goldenhar LM, Williams LJ, Swanson NG. 2003. Modelling relationships between job stressors and injury and near-miss outcomes for construction labourers. *Work Stress* 17, 218-240.
- Gnoni M, Andriulo S, Maggio G, Nardone P. 2013. "Lean occupational" safety: An application for a Near-miss Management System design. *Safety Science*, 53, 96-104.
- Griffin MA, Neal A. 2000. Perceptions of safety at work: a framework for linking safety climate to safety performance, knowledge and motivation. *Journal of Occupational Health Psychology*, 5, 347-358.
- Heinrich HW. 1959. *Industrial Accident Prevention*. McGRAW HILL Book Company.
- Heinrich H, Petersen D, Roos N. 1980. *Industrial accident prevention*. McGraw-Hill (New York, USA).
- Ilmatieteenlaitos. 2013. <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>. [viitattu 10.06.2013]
- Infotripla. 2013. <http://www.infotripla.fi/digitraffic>. [viitattu 10.06.2013]
- Jacobowitz PJ. 2011. GPS and GLONASS: "Dual-core" Location For Your Phone. *OnQ Blog* 15.12.2011. <http://www.qualcomm.com/media/blog/2011/12/15/gps-and-glonass-dual-core-location-your-phone>.
- Jansma JD, Wagner C, ten Kate RW, Bijnen AB. 2011. Effects on incident reporting after educating residents in patient safety: a controlled study. *BMC Health Services Research*, 11, 335.
- Jones S, Kirchsteiger C, Bjerke W. 1999. The importance of near miss reporting to further improve safety performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12, 59-67.
- Johnson C. 2002. Software tools to support incident reporting in safety critical systems. *Safety Science*, 40, 765-780.
- Kines P, Lappalainen J, Mikkelsen KL, Olsen E, Pousette A, Tharaldsen J, Tómasson K, Törner M. 2011. Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50): A new tool for diagnosing occupational safety climate. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41, 634-646.
- Kjellén U. 2000. *Prevention of Accidents Through Experience Feedback*. Taylor & Francis, London.

- Kousgaard MB, Joensen AS, Thorsen T. 2012. Reasons for not reporting patient safety incidents in general practice: a qualitative study. *Scand J Prim Health Care*, 30, 199-205.
- Laapotti L, Peräaho M. 2011. Ammattiliikenteen kuolonkolarit ja niiden riskitekijät. *Trafin julkaisuja* 10/2011.
- Lander L, Eisen E, Stentz T, Spanjer K, Wendland B, Perry M. 2011. Near-Miss Reporting System as an Occupational Injury Preventive Intervention in Manufacturing. *American Journal of Industrial Medicine*, 54, 40-48.
- Laitinen H. 1982. Reporting non-injury accidents: a tool in accident prevention. *Journal of Occupational Accidents*, 4, 275-280.
- Laitinen H. 1984. Estimation of potential seriousness of accidents and near-accidents. *Journal of Occupational Accidents*, 6, 167-174.
- Laitinen H, Vuorinen M, Simola A. 2009. Työturvallisuuden ja -terveyden johtaminen. *Tietosanoma*, 494 s.
- Leach A. 2011. Google Maps API now costs \$4 per 1,000 requests. Devs will have to cough up. (http://www.theregister.co.uk/2011/10/27/google_maps_api_no_longer_free).
- Liikenneturva. 2013. Onnettomuudet, joissa raskas ajoneuvo on osallisena. Tilastokatsaus.
- March JG, Sproull LS, Tamuz M. 1991. Learning from Samples of One or Fewer. *Organization Science*, 2, 1-13.
- Morrison LM. 2004. Best practices in incident investigation in the chemical process industries with examples from the industry sector and specifically from Nova Chemicals. *Journal of Hazardous Materials*, 111, 161-166.
- Morrow SL, McGonagle AK, Dove-Steinkamp ML, Walker CT, Marmet M, Barnes-Farrell JL. 2010. Relationships between psychological safety climate facets and safety behavior in the rail industry: a dominance analysis. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1460-1467.
- Nielsen KJ, Carstensen O, Rasmussen K. 2006. The prevention of occupational injuries in two industrial plants using an incident reporting scheme. *J Safety Res.*, 37, 479-486.
- OpenStreetMap. 2011. Cost of Commercial use. <https://help.openstreetmap.org/questions/3440/cost-of-commercial-use>. [viitattu 07.08.2013]
- Reiman J. 2013. Suullinen tiedonanto 11.06.2013.
- Tilastokeskus. 2011. Työtapaturmat 2009.
- Vincent C. 2007. Incident reporting and patient safety. *BMJ*, 334, 51.
- VM. 2013. https://www.vm.fi/vm/fi/05_hankkeet/02381_avoin_tieto.
- Wikipedia 2013a. GPS. <http://fi.wikipedia.org/wiki/GPS>. [viitattu 05.08.2013]
- Wikipedia 2013b. HTML5 video. http://en.wikipedia.org/wiki/HTML5_video [viitattu 05.08.2013]
- Wright L, van der Schaaf, T. 2004. Accident versus near miss causation: a critical review of the literature, an empirical test in the UK railway domain, and their implications for other sectors. *J Hazardous Materials*, 111, 105-110.
- Wua W, Gibbb AGF, Lia Q. 2010. Accident precursors and near misses on construction sites: An investigative tool to derive information from accident databases. *Safety Science*, 48, 845-858.

Zohar D. 1980. Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65, 96-102.