

Juhani Hentunen

Tieliikenteen telematiikkaaurakan projektinjohto

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

8.10.2018

Tekijä Otsikko	Juhani Hentunen Tieliikenteen telematiikkaurakan projektinjohto
Sivumäärä Aika	35 sivua 8.10.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	projektipäällikkö Jukka Värri lehtori Markku Inkinen
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Ramboll CM Oy:lle, joka tuottaa palveluita projektinjohto- ja kiinteistökonsultointi -toimialalla. Työn pääasiallisena tavoitteena oli tuottaa dokumentti, joka toimisi materiaalina uuden telematiikan projektinjohtokonsultin perehdytyksessä. Työ koottiin haastattelemalla projektinjohtohenkilöstöä sekä kokemuseräisestä tiedosta, jota saatiin projektinjohtokonsultintehtäviä suorittamalla.</p> <p>Työhön kerättiin yleisesti tietoa liikennetelematiikasta, sen vaikutuksista sekä tutkimuksista aiheeseen liittyen. Muu työ koottiin tiedoista ja tehtävistä, joita projektinjohtokonsultille tulee useimmissa projekteissa vastaan. Lopuksi työhön sisällytettiin lyhyitä kuvauksia eri projekteista.</p> <p>Tuloksena toteutettiin tämä dokumentti, jota voidaan käyttää uuden työntekijän perehdytyksessä. Työssä on myös kerrottu liikennetelematiikasta sekä projektinjohdosta niin, että asiasta kiinnostuneet sekä alan opiskelijat voivat siitä löytää hyödyllistä tietoa.</p>	
Avainsanat	Telematiikka, liikennetelematiikka, projektinjohto, älyliikenne

Author Title	Juhani Hentunen Project Management Duties In Traffic Telematics Projects
Number of Pages Date	35 pages 8 October 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Jukka Värri, Project Manager Markku Inkinen, Senior Lecturer
<p>This study was done for Ramboll CM Oy. Ramboll is a leading international engineering, design and consultancy company. Ramboll CM Oy offers customers services related to construction management and building management. The purpose of this study was to produce a document that could be used as introduction for new project management consultants. The study was compiled from personal experience and interviewing senior consultants.</p> <p>Information and studies about road side telematics were collected to the theory part of the thesis. The rest of the informational content handle different assignments and information that project management consultant usually handle in telematics projects.</p> <p>The result of the study is this document. It can be used as introduction material for project management but also as information material for students and those interested in road side telematics and project management.</p>	
Keywords	Telematics, Road Side Telematics, Project Management, ITS

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Liikennetelematiikka	2
2.1	Liikennetelematiikan sovelluksia	3
2.1.1	Liikenteenohjauslaitteet	3
2.1.2	Pysäköinnin opastus	5
2.1.3	Julkisen liikenteen aikataulu- ja reitityssovellukset	6
3	Liikennetelematiikan vaikutukset	8
4	Telematiikkahanke	11
4.1	Myynti- ja tarjousvaihe	11
4.2	Suunnitteluvaihe	14
4.3	Toteutusvaihe	15
4.3.1	Kokoukset	15
4.3.2	Testaukset ja hyväksynät	17
4.4	Projektin päätös	20
5	Esimerkkiprojektit	22
5.1	Tietunneli	22
5.2	Viihdekeskus Flamingon pysäköinnin opastus	23
5.3	Maastotestit	23
6	Yhteenveto	27
	Lähteet	28

Lyhenteet ja termit

CE-merkintä	CE (ransk. Conformité Européenne) -merkintä osoittaa tuotteen täyttävän EU:n direktiivit ja läpäisseen tarvittavat tarkastukset.
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
FAT	Factory acceptance test. Laitteiston tai järjestelmän tehdastestaukset.
FITS	Finnish R&D Programme on ITS Infrastructures and Services. Suomalainen liikennetelematiikan tutkimusohjelma.
ITS	Intelligent transport system. Älykäs liikenne.
SAT	Site acceptance test. Laitteiston tai järjestelmän testaukset käyttöympäristössä.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition. Valvomo-ohjelmisto.
Sekvenssi	Ohjelmistossa sekvenssi on jakso tai sarja peräkkäin toteutettavia komentoja.
Suosituslaskenta	Liikenteenohjaustekniikka jossa nopeusrajoituksia voidaan muuttaa esim. sää- ja kelitietojen perusteella.
Telematiikka	Paikkatiedon ja langattoman viestinnän yhdistäminen automaatiotekniikan avulla.
T-LOIK	Tieliikenteen ohjauksen integroitu käyttöjärjestelmä

1 Johdanto

Tämä insinööri työ tehdään Ramboll CM Oy:lle, joka on Ramboll Finland Oy:n vuonna 2014 yritysostolla muodostunut tytäryhtiö. Ramboll CM Oy toimittaa kiinteistö- ja infra- sektorille projektijohdon, rakennuttamisen sekä valvonnan palveluita. Suomessa Ramboll toimii 28 paikkakunnalla noin 2 300 asiantuntijan voimin.

Työn tavoitteena on luoda dokumentti, jota voidaan käyttää tieliikenteen telematiikkahankkeiden projektinjohtourakoinnin apuvälineenä, yleisluontoisena ohjeena ja tiedonlähteenä, sekä materiaalina perehdytyksessä. Tarkoitus on tiivistetysti selvittää projektinjohtourakoinnin tärkeimpiä tehtäviä telematiikkahankkeen eri vaiheissa.

Työ perustuu kokemuksiin projekti-insinöörin tehtävistä telematiikkahankkeissa. Työn toteutus tehdään haastattelemalla Ramboll CM Oy:n projektinjohton henkilöitä sekä esittämällä esimerkkiprojekteissa tehtyjä havaintoja yleisimmistä projektinjohtokonsultille kuuluvista asiantuntija- ja valvojatehtävistä telematiikkahankkeissa.

Liikennetelematiikka käsittää telematiikan ratkaisuja tie-, rautatie- ja meriliikenteen sekä ilmailun alalla. Laajuuden rajaamiseksi työssä käsitellään lähinnä tieliikenteen sovelluksia. Työn alussa selitetään, mitä telematiikka on, sekä esitetään esimerkkejä liikennetelematiikasta sekä tutkimuksia liikennetelematiikan vaikutuksista liikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen. Luvussa 4 käsitellään yleisesti tieliikenteen telematiikkahankkeiden kulkua, jota avataan kertomalla tiivistetysti esimerkkiprojekteista luvussa 5.

2 Liikennetelematiikka

Telematiikka on tietotekniikan muoto, jossa käytetään hyväksi langatonta tiedonsiirtotekniikkaa, paikkatietoa ja tietojenkäsittelyä. Liikennetelematiikassa näitä sovelletaan tiedon, kuten liikennenopeuksien ja häiriötietojen tuottamiseen ja sen välittämiseen liikenteen apuna oleville järjestelmille. Liikennetelematiikan tavoitteina on parantaa liikenteen turvallisuutta, tehokkuutta, taloudellisuutta sekä ympäristöystävällisyyttä. Liikennetelematiikan avulla parannetaan joukkoliikenteen sujuvuutta ja palvelutasoa, ja se on myös osana logistiikan palveluiden kehittämisessä. [1, s. 229–230.]

Liikennetelematiikan eri ratkaisuilla on mahdollista hyväksikäyttää jo olemassa olevia väyliä tehokkaammin. Koska telematiikka on myös huomattavasti halvempaa kuin uusien teiden rakentaminen, on se usein hyvä tapa siirtää tai joissain tapauksissa jopa kokonaan korvata suuremmat investoinnit. Ruuhkautuvan tien käyttöä voidaan esimerkiksi tehostaa muuttuvilla nopeusrajoituksilla ja opasteilla, jotka ohjaavat valitsemaan vaihtoehtoisia reittejä tai varoittavat tienkäyttöön vaikuttavista häiriöistä. [1, s. 231; 2, s.6.]

Liikennetelematiikka perustuu infrastruktuurin yhteyteen rakennettuun teknologiaan, joka on valtion, kuntien ja yksityisten toimijoiden ylläpitämää. Sen tehokasta käyttöä edellyttää kuitenkin se, että tien käyttäjillä on päätelaitteet, joilla pystyy vastaanottamaan ja käsittelemään jalostettua liikennedatata kuten kartta- ja säätietoja. On mahdollista, että joistain ajoneuvoihin liittyvistä telemaattisista järjestelmistä tehtäisiin pakollisia säätämällä niiden käytöstä lakeja. Tällaisia järjestelmiä voisivat olla esimerkiksi hätäjärjestelmät, jotka soittavat automaattisesti hätäkeskukseen suuren onnettomuuden sattuessa tai autojen mustat laatikot, joita voitaisiin käyttää apuvälineenä vakuutusmaksujen säätämässä tai tie- ja ruuhkamaksujen keräyksessä. [1, s.232–233; 2, s. 14, 16.]

Käsite älyliikenne (ITS, Intelligent Transport System) tarkoittaa telematiikkaan pohjautuvien teknologioiden käyttöä laajamittaisesti kaiken liikenteen ja liikenneinfrastruktuurin hyväksi. Liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi toukokuussa 2009 kansallisen älyliikenteen strategian jonka pohjalta valtioneuvosto teki periaatepäätöksen keväällä 2010. Maailman ensimmäinen kaikki kulkumuodot kattava kansallinen älyliikennestrategia paljastettiin myös Euroopan komission älyliikennepalkinnolla syksyllä 2010. Strategiaa visioitiin vuonna 2020 Suomen liikennejärjestelmän kuuluvan maailman edistyneimpiin ja tehokkaimpiin. Tähän tavoitteeseen pääsemiseen strategiaan on asetettu painopisteet

joita ovat liikenteen ympäristöystävällisyys, turvallisuus, sujuvuus, logistiikan tehokkuus ja älyliikenteen viennin kehittäminen sekä liikennejärjestelmän uudelleen suunnittelu. Strategiaa päivitettiin vuonna 2013 vastaamaan aiemman strategian saavutettuja tuloksia. [3, s. 9, 10–11, 19–21; 4.]

2.1 Liikennetelematiikan sovelluksia

Tässä luvussa kerrotaan joistain liikennetelematiikan sovelluksista, jotta esimerkein voidaan avata liikennetelematiikan sisältöä ja kattavuutta. Pisimpään liikennetelematiikkaa on käytetty liikenteenohjauksen käytössä. Teknologian kehitys on kuitenkin avannut tiedon vastaanottamisen ja hyväksikäytön erilaisilla mobiililaitteilla siten, että telematiikan laitteiden keräämät tiedot voidaan tuoda helposti kaikkien käyttöön. Suurin osa näistä järjestelmistä pohjautuu kuitenkin edelleen infrastruktuurin yhteyteen rakennetuista sovelluksista, jotka tuottavat ja käsittelevät tietoa. [1. s. 230.]

2.1.1 Liikenteenohjauslaitteet

Tavalliselle tienkäyttäjälle näkyvimpiä liikennetelematiikan sovelluksia ovat erilaiset liikenteenohjauslaitteet kuten liikennevalot, muuttuvat opaste-, varoitus- ja rajoitusmerkit, sekä muut liikenteen ohjauslaitteet kuten kaistaopasteet ja liikennepuomit. Nämä laitteet toimivat pääosin automaattisesti mutta niitä voidaan myös ohjata käsin tieliikennekeskuksista. Käyttöjärjestelmiin ohjelmoidaan yleensä myös ehdottavia kehoitteita, joilla laitteet toimivat puoliautomaattisesti. Tällöin liikennekeskuksen päivystäjä tekee päätökset tietokoneen ehdotuksen ja kameroiden kuvien perusteella. Automaattista toimintaa varten laitteet keräävät tietoa mm. tiesääasemilta, liikenteen automaattisista mittauspisteistä, tutkalaitteilta ja kameroilta. [5; 2, s. 3–5; 6, s. 57–60.]

Muuttuvat kielto- ja rajoitusmerkit ovat opasteita joita on yleisimmin käytetty muuttuvina nopeusrajoitusmerkkeinä. Niillä pystytään muuttamaan voimassa olevaa nopeusrajoitusta esimerkiksi keliolosuhteiden tai ruuhkan takia. Muuttuva nopeusrajoitus ei voi näyttää suurempaa arvoa, kuin tien korkein sallittu nopeusrajoitus on. Esimerkiksi tiealueella, jossa suurin sallittu nopeus on 80km/h, ei opastetta voi ohjata näyttämään arvoa 100 vaan poikkeustilanteessa näytettävä nopeusrajoitus on normaalinopeutta alhaisempi. Muuttuvalla varoitusmerkillä, kuten kuvassa 1, jotka sijoitetaan nopeusrajoitusmerkkien yhteyteen, voidaan tielläliikkuja varoittaa liukkaasta tiestä, tietöistä, liikenneruuhkista tai

yleisemmin merkillä ”muu vaara”. Normaalitilanteessa varoitusmerkki on pimeänä. Näiden järjestelmien tavoitteena on vähentää onnettomuuksia ja lieventää niiden vaikutuksia. [2, s. 4–5; 7, s. 59–60; 8 s. 9.]



Kuva 1. Muuttuva nopeusrajoitusmerkki. Nopeusrajoitukset muuttuvat automaattisesti mm. sään mukaan.

Liikenteenohjauslaitteiden suunnittelusta, sijoittelusta ja käytöstä on olemassa liikenneviraston ohjeet liikenneviraston verkkosivuilla (<https://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/ohjeet>). Tieliikenteen telematiikkahankkeissa tärkeitä ohjeita ovat mm.

- liikennevalosuunnittelu LIVASU
- vaihtuvien opasteiden käyttö
- tiealueen puomien laatuvaatimukset.

Nämä ohjeet koskevat sitovasti vain Liikenneviraston kohteita, mutta niitä käytetään yleisesti myös kaupunkialueiden tunneleiden ja liikennevalojen suunnittelussa. Ohjeisiin tutustuminen on projektinjohdolle kannattavaa, koska niihin palataan projektien aikana usein.

2.1.2 Pysäköinnin opastus

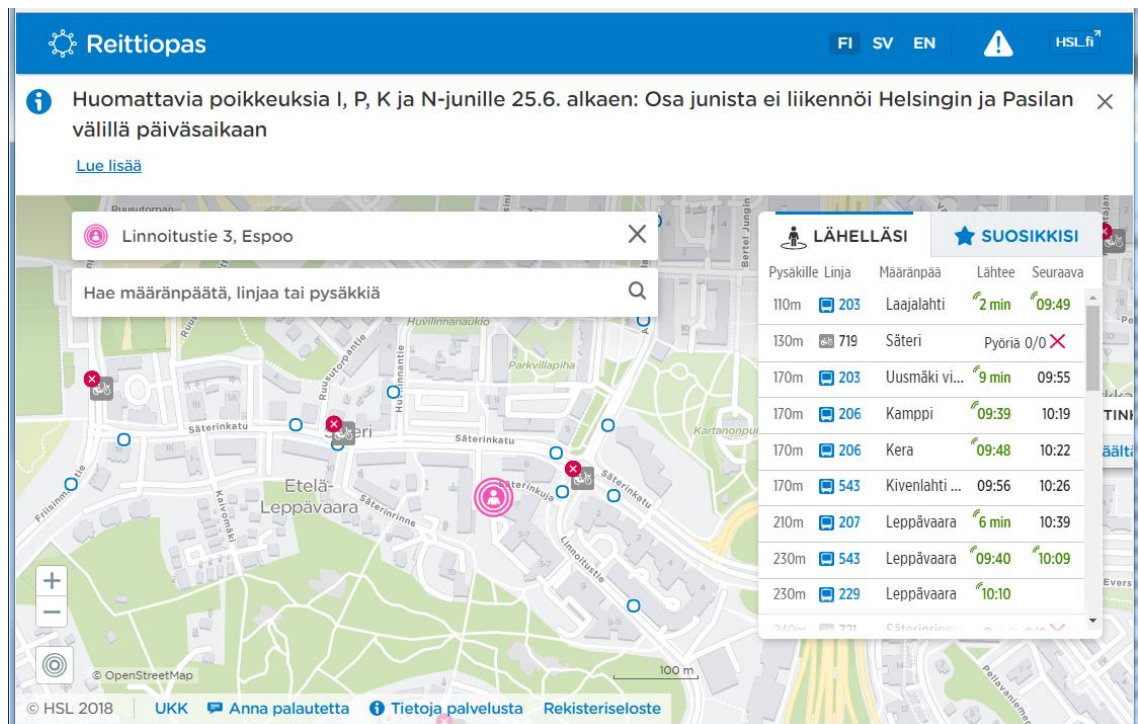
On arvioitu, että kaupunkien liikenteestä 10–40 prosenttia koostuu parkkipaikkaa etsivistä ajoneuvoista. Pysäköinnin opastusjärjestelmillä voidaan antaa asiakkaille ajantasaista tietoa pysäköintialueiden tarjonnasta joko vaihtuvilla opasteilla katuverkolla tai suoraan asiakkaan päätelaitteeseen. Järjestelmät vaihtelevat yhden pysäköintialueen tilanteesta kertovista pienistä järjestelmistä, kuten kuvassa 2, useita parkkihalleja kattaviin kokonaisuuksiin. Hallien hallinnoijat pystyvät järjestelmien avulla kerätä tietoa hallien käyttöasteista, vähentää ruuhkia ja niillä voidaan parantaa hallien palvelutasoa. Kuljettajille opastus antaa mahdollisuuden suunnitella kulkemista tehokkaammin. [9, s. 11–12; 7, s. 53–54.]



Kuva 2. Pysäköintihallin sisäänkäynnillä oleva muuttuva opaste kertoo vapaiden paikkojen määrän kerroskohtaisesti.

2.1.3 Julkisen liikenteen aikataulu- ja reitityssovellukset

Joukkoliikenteellä on käytössä useita sovelluksia jotka pystyvät ketjuttamaan matkoja useiden eri julkisen liikenteen kulkuneuvojen välillä käyttäjän valitsemalla reitillä. Sovellukset ovat erityisen hyviä satunnaisille käyttäjille mutta muutkin käyttäjät saavat palveluista arvokasta tietoa [2, s. 20]. Nämä palvelut käyttävät hyväkseen paikkatietoja, paikkatietokantoja sekä tietoa liikenteen sujuvuudesta reitin varrella tuodakseen käyttäjälle tietoja matkasta. Tällainen sovellus on esimerkiksi kuvan 3. Digitransit-palvelu, joka on Helsingin seutuliikenteen ja Liikenneviraston kehittämä reititystuote (<https://digitransit.fi>). Digitransit-palvelua käyttävät useiden kaupunkien joukkoliikenteen reitityssovellukset. Näissä palveluissa pystytään välittämään ajantasaisten aikataulujen ja reittitietojen lisäksi myös mahdollisia häiriötietoja. Useissa sovelluksissa pystyy myös seuraamaan kulkuneuvoja kartalla reaaliajassa. Käytössä on myös muita ajoneuvojen seurantajärjestelmiä jotka eivät liity julkiseen liikenteeseen mutta voivat muuten auttaa reittien suunnittelussa ja kulkuvälineen valinnassa. Vantaan karttapalvelussa voi talvella seurata esimerkiksi lumiaurojen kulkua ja siten selvittää aurausten tilanne halutulla alueella.



Kuva 3. Pääkaupunkiseudun julkisen liikenteen reittitietosovellus reittiopas.fi.

Joukkoliikenteen pysyvät aikataulutiedot eivät välttämättä pidä paikkaansa koska ruuhkat tai muut liikenteen häiriöt voivat haitata kulkuvälineen saapumisaikaa. Aikataulunäytöt, kuten kuvan 4 näyttö, linja-auto- ja raitiovaunupysäkeillä sekä junalaitureilla kertovat matkustajille reaaliaikaisesti seuraavan ajoneuvon saapumisajan. Ne perustuvat ajoneuvojen lähettämään sijaintitietoon ja arvioon kuljettavan etäisyyden vaatimasta matkajasta. Matkustajalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa julkisen kulkuneuvon saapumiseen, joten ajantasaisen tiedon välittäminen asiakkaille parantaa palvelutasoa vähentämällä koettua epävarmuutta. [10. s. 10, 21.]



Kuva 4. Lähiliikenteen linja-autojen aikataulunäyttö. Näytön avulla matkustajat saavat ajankoh- taista tietoa ajoneuvon saapumisesta.

3 Liikennetelematiikan vaikutukset

Liikennetelematiikan vaikutuksia, hyötyjä ja haittoja liikenteeseen on tutkittu laajalti ja monista eri näkökulmista. Seuraavissa luvuissa on lyhyesti kerrottu joistain tutkimuksista.

Liikennevirasto tutki kaupunkiympäristöissä käytettävien nopeusnäyttöjen vaikutuksia ajonopeuksiin vuonna 2018. Tutkimuksessa mitattiin ajoneuvojen nopeuksia nopeusnäyttöjen kohdalla ja noin 50 metriä niiden jälkeen. Alueilla suoritettiin kontrollimittauksia myös ennen näyttöjen asentamista sekä näyttöjen ollessa sammutettuina. Tuloksissa havaittiin kaikkien ajoneuvojen keskinopeuksien laskevan näyttötaulujen kohdalla, minkä lisäksi nopeuserot ajoneuvojen välillä pienenevät. Lievää ylinopeutta ajavien määrä pieneni 11–23 % ja yli 10 km/h ylinopeutta ajavien määrä väheni 17–19 %. Mira Linnan (2018) ELY-keskukselle tekemässä tutkimuksessa havaittiin keskinopeuksien aleneman myös pysyvän noin 2 km/h alhaisempana vielä 400 metriä näyttötaulun jälkeen. Kuvan 5 vastaavilla näytöillä on todettu olevan hyviä vaikutuksia liikenneturvallisuuteen vilkkaiden risteysten yhteydessä ja erityisesti alueilla joilla liikkuu paljon lapsia. [11; 6.]



Kuva 5. Esimerkkikuva nopeusnäyttötaulusta. Taulu näyttää eri väreillä mitattavan ajoneuvon nopeuden sekä nopeuden mukaan vaihtuvan hymiön joka toimii palautteena ajonopeudesta.

Liikenneinformaation vaikutusta ajokäyttäytymiseen tutkittiin Tampereella vuosina 2009–2010 tehdyssä selvityksessä. Tammikuussa 2009 otettiin Tampereen seudulla käyttöön liikennettä tarkkaileva informaatiojärjestelmä, joka koostui kymmenestä muuttuvaa sisältöä näyttävästä opastetaulusta. Opasteiden tarkoitus oli ohjata keskustaan suuntautuvaa liikennettä tarvittaessa vaihtoehtoiselle reitille mahdollisten häiriöiden haitatessa liikennettä pääteillä. Selvityksessä havaittiin häiriöistä tiedotettaessa liikennemäärien kasvavan vaihtoehtoisilla reiteillä parhaimmillaan 56 %. Selvityksen yhteydessä tehdyssä kyselyssä häiriöstä ilmoittaminen ohjasi 10–30 % vastanneita vaihtoehtoisille reiteille ja 45% vastanneista ilmoitti alentaneensa ajonopeutta varoitettaessa liukkaasta ajokelistä. [12.]

Norjassa Trondheimissa vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin tiedotusopasteiden vaikutusta ajokäyttäytymiseen, ajoaikoihin sekä tienkäytön turvallisuuteen. Tutkimus tehtiin suorittamalla kyselyitä, ajosimulaatioita sekä nopeusmittauksia. Tutkimukseen liitetyissä kuudessa tiedotusopasteessa näytettiin ajoaikoja kohteisiin sekä häiriötiedotteita. Kyselyihin vastanneista noin puolet piti ajoaika-arvioita turhina ja valtaosa, noin 80% vastanneista, toivoi opasteissa näytettävän niiden sijaan parempia häiriötiedotteita ja ruuhkavaroituksia. Mitattuihin ajoaikoihin opasteilla ei vaikuttanut olevan vaikutusta, eikä onnettomuusriskien pienenemistä havaittu. Näiden todettiin mahdollisesti johtuvan tutkimusasettelusta ja ruuhkavaroitusten toimimattomuudesta. Kehitysehdotuksiksi mainittiin opasteiden parempi näkyvyys, viestien selkeyttäminen ja sisällön parantaminen. [13, s. 12, 5–12.]

Muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutuksia liikennevirtoihin ja matka-aikoihin on tutkittu useissa tutkimuksissa eri maissa. Tutkimusten tulokset ovat olleet hyvin yhteneväisiä keskenään, vaikka olosuhteet ja kulttuurit ovat tutkimuskohteiden välillä erilaiset. Havaintojen mukaan muuttuvilla nopeusrajoituksilla pystytään säätämään liikennevirtoja ja näin vähentämään haitariefektin syntymistä ja ruuhkia. Tämän on todettu alentavan polttoaineen kulutusta ja parantavan ilmanlaatua. Keskinopeuden alenema on todettu useissa tutkimuksissa olevan nopeudella 80km/h huomattavampi kuin nopeudella 100km/h. Näiden tutkimusten yhteydessä tehdyissä kyselyissä on kysytty kuljettajien suhtautumista muuttuviin nopeusrajoituksiin. Kyselyissä noin 90% vastaajista on pitänyt muuttuvia nopeusrajoituksia tarpeellisina ja suunnilleen yhtä suuri osa on vastannut asetettujen nopeuksien olleen oikein säädetyjä. Näitä havaintoja on esitetty kuvan 6. kuvaajassa. [14; 15; 16; 17.]

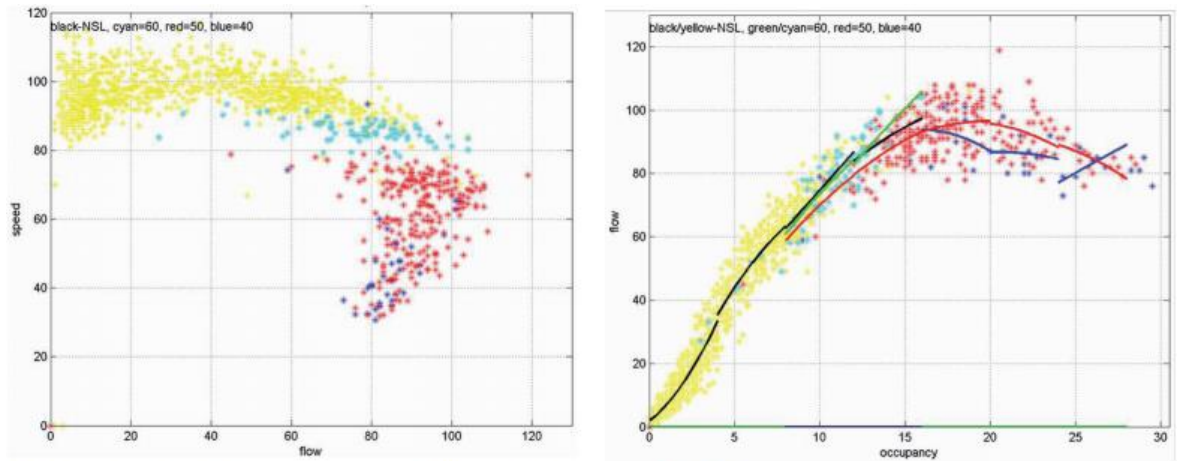


Figure 1 - M42 study mandatory speed limits - speed flow diagram and flow occupancy diagrams

Kuva 6. Nopeuden ja liikennevirran mittaustulokset Englannissa M42-moottoritieellä 2006. Kuvaajissa on havaittavissa tien käytettävyyden ja liikennevirran parantuvan muuttuvien nopeusrajoitusten alueella. Kuvissa on myös havaittavissa muissa tutkimuksissa yhteneväinen tulos jonka mukaan nopeusrajoitusalueella 50mph (80km/h) on nähtävissä parhaat tulokset liikennevirrassa (kuvaajassa punaisella). [14.]

FITS (Finnish R&D Programme on ITS Infrastructures and Services) – Suomalainen liikennetelematiikan tutkimusohjelma toimi vuodesta 2001 vuoteen 2004. Ohjelman pääpainopisteenä (noin 2/3-osa koko ohjelman budjetista) oli kehittää matkustajainformaatiota ja liikenteen tiedotuspalveluita. Ohjelma tuotti lukuisia tutkimuksia ja selvityksiä, joista useimmat on luettavissa osoitteessa http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/loppuraportti/fits_files/fits_kirjallisuus.htm. Tutkimusten lisäksi ohjelma tuotti konkreettisia palveluita sekä julkisen liikenteen palveluihin että yksityisen ja kaupallisen liikenteen käyttöön.

4 Telematiikkahanke

Projektin sujuva läpivienti on useiden eri tekijöiden tuotosta ja yhteistyötä monien sidosryhmien välillä. Ennen kuin katukuvassa on nähtävissä merkkejä rakennustöistä, on projektin eteen tehty paljon esityötä suunnittelun, myynnin, kilpailutuksen ja lupa-asioiden kanssa. Tässä luvussa käydään läpi yleisimpiä telematiikkaurakkaan liittyviä projektinjohtokonsultin tehtäviä ja niihin liittyviä asioita.

Sujuvaa projektinhallintaa edesauttaa kokonaisuuden hahmottaminen ja projektin jakaminen osavaiheisiin. Jokainen projekti käy läpi ainakin jossain määrin seuraavat vaiheet:

- myynti ja tarjous
- suunnittelu
- toteutus
- päätös.

Tämä jako on lähinnä suuntaa antava ja sen tarkoitus on selkeyttää prosessia. Usein nämä vaiheet kulkevat päällekkäin koska alustavaa suunnittelua tehdään jo tarjousvaiheessa ja sitä jatketaan jossain määrin läpi koko toteutuksen. Urakan päätös on myös suuri ja aikaa vievä prosessi jossa on tekijöitä jotka kannattaa aloittaa hyvissä ajoin, jotta vältetään viivästyksiltä.

4.1 Myynti- ja tarjousvaihe

Asiakkaalta saadun tarjouspyynnön ja lähtötietojen mukaan aletaan suunnittelemaan projektiin tarvittavia resursseja ja tehtäväsisältöä sekä kartoitetaan urakan mahdolliset uhat ja hyödyt. Resurssit muodostuvat usein useiden eri alojen asiantuntijoista. Tarjous muodostuu, kun projektitiimi on tehnyt arvion urakan vaatimista tehtävistä ja niiden kestoista. Kun projekti on näin jaettu osatehtäviin, lasketaan niiden vaatimien tuntien ja resurssien hinnoilla projektille budjetti, jota tarjotaan asiakkaalle.

Telematiikkaurakassa projektinjohton näkökulmasta yleisiä tarjouksessa mainittavia tehtäviä ovat esimerkiksi:

- järjestelmätoimittajien kilpailutus ja hankinta

- viranomaislupien hankinta
- työmaakokoukset
- työmaavalvonta
- laitehyväksynät
- testaukset
- turvallisuuskoordinaattorin tehtävät
- urakan vastaanotto.

Näiden tehtävien vaatimat ajat ovat urakkakohtaisia, eikä niihin ole olemassa ohjeistusta vaan arviot tehdään lähinnä aiempien kokemusten pohjalta. Tuntimäärien arviot tulee tehdä mahdollisimman tarkoiksi, jotta budjetti saadaan muodostettua siten, että tarjous voitetaan mutta myöhemmin ei tarvitse tehdä muutoksia tai uusia sopimuksia lisätöistä.

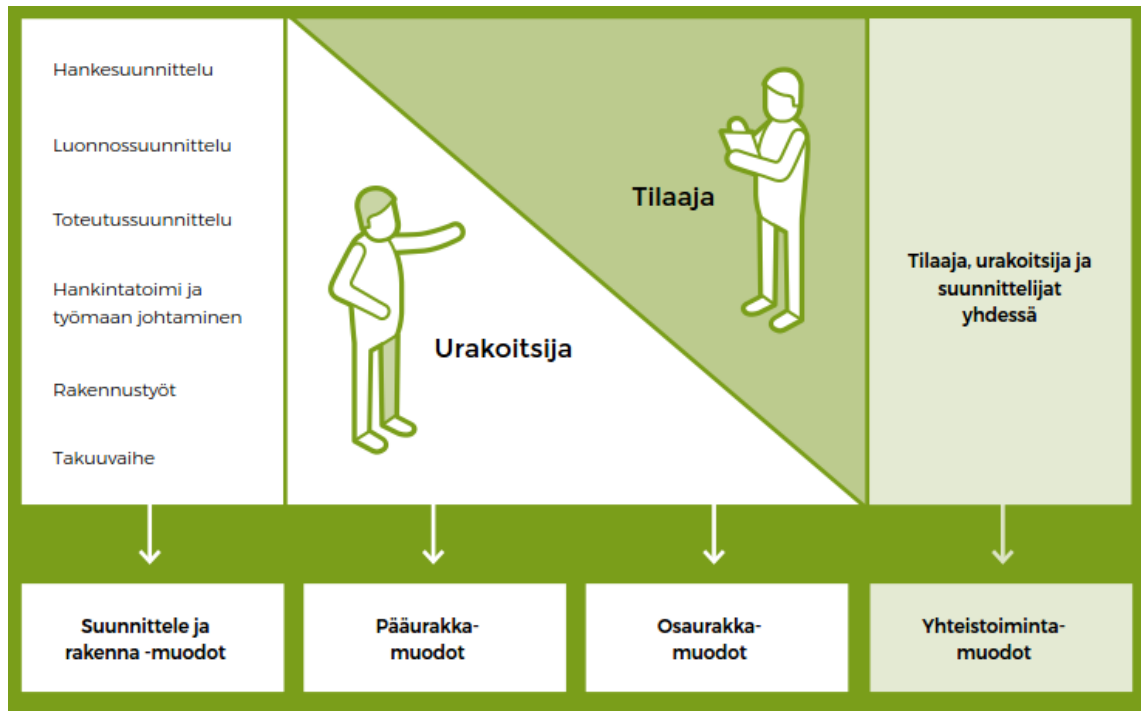
Hankkeen toteutusmuodot ja sopimukset

Hankkeen toteutusmuoto riippuu tilaajan osaamisen määrästä ja halusta osallistua toteutukseen. Osajon määrät eri toteutusmuodoissa on nähtävissä kuvassa 7. Nämä vaikuttavat rakennushankkeen sisäiseen organisaatioon, tiedonkulkuun sekä projektinjohtokonsultin tehtävänkuvaan. [18.]

Suunnittele ja rakenna -mallissa pääurakoitsija hoitaa hankkeen suunnittelun sekä rakennuttamisen. Useimmiten tilaajalla on olemassa vain luonnostason suunnitelma, jota lähdetään jalostamaan ja kehittämään ennen toteutusta. Mallia on kutsuttu myös avaimet käteen -urakoinniksi, koska siinä tilaajan vastuu on urakkamuodoista vähäisin. [28; 18.]

Perinteiset *pääurakkamuodot* ovat kokonaisurakka ja jaettu urakka. Kokonaisurakassa tilaaja vastaa suunnitelmista ja pääurakoitsija koko toteutuksesta. Jaetussa urakassa rakennuttaja pilkkoo hankkeen osiin ja kilpailuttaa urakan osavaiheet pääurakan rinnakkaisiksi sivu-urakoiksi. [19; 18.]

Osaurakkamuotoja ovat projektinjohtourakointi sekä projektinjohtopalvelu. Pj-mallit (projektinjohto) sopivat urakoille joilla on kiireinen aikataulu koska hankkeiden suunnittelu voidaan usein tehdä rinnan toteutuksen kanssa. Pj-palvelussa projektinjohtokonsultille sisältyy yleensä vain työmaan valvontatehtäviä. Pj-urakkaan sisältyy myös hankinnat sekä joissain tapauksissa myös suunnittelua. [19; 18.]



Kuva 7. Toteutusmuodot ja urakoitsija/tilaaja vastuunjaon suhde. [20.]

Allianssimalli on viime vuosina yleistynyt rakentamisen *yhteistoimintamuoto*. Perinteisiin urakkamuotoihin verrattuna allianssimallissa kaikki osapuolet tekevät yhteistyötä hankkeen eteen. Allianssi -mallissa osapuolet vastaavat yhdessä hankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta ja täten myös riskit ja hyödyt on jaettu yhdessä. Allianssihankeissa tyypillistä on työskentely yhteisissä tiloissa kaikkien urakoitsijoiden kesken. Allianssimalli ei ole yleensä kannattava alle 50 miljoonan euron urakoissa. [19; 18.]

Joitain tehtäviä voidaan myös tehdä *puitesopimuksen* alaisena. Puitesopimus on vapaa-
muotoinen sopimus, jossa on kerrottu vakioehdot sopijaosapuolten välillä. Sitä käytetään tarvittaessa pohjana muille sopimuksille mutta sen perusteella voidaan tehdä joitain tehtäviä ja näin välttyä jatkuvalta uusien sopimusten kirjoittamiselta. [21.]

4.2 Suunnitteluvaihe

Kun tarjouskilpailu on voitettu, voidaan aloittaa projektin vaatimien suunnitelmien luonti. Suunnitelmat luodaan lähtötietojen pohjalta mutta niitä on hyvä selvittää vielä asiakkaan kanssa käytävässä aloituspalaverissa. Suunnitteluvaiheessa projektinjohtokonsultin rooli on olla lähinnä suunnittelun tukena sekä yhteydenpitäjänä eri osapuolten välillä.

Rakentamiseen liittyvät luvat ja selvitykset

Rakentamiseen liittyvien lupa-asioiden hoito on yleinen tehtävä telematiikkaurakan hoidossa. Joitain lupa-asioita ja tiedusteluita voi periaatteessa antaa myös suoraan urakoitsijan hoidettavaksi, mutta tiedon keskittämisen ja järjestelmällisyyden takia tämä ei aina kannata. Rakennusluvista on määrätty maankäyttö- ja rakennuslain luvussa 18.

Sijoitettaessa laitteita, kuten opasteita ja niiden vaatimia sähkö- ja tietoliikennekaapeleita, on niitä varten haettava *sijoitusluvat*. Luvan antaja on joko alueen ELY-keskus tai kaupunkialueella kyseisen kaupungin rakennusvirasto. Sijoituslupaa varten tarvitaan työkartat sekä usein myös liikenteenohjaussuunnitelma. Jotkin kunnat edellyttävät aloituskatselmusta ennen sijoitusluvan myöntämistä.

Kaivuilmoituksella tai *-luvalla* ilmoitetaan yleisellä alueella tehtävästä kaivutyöstä. Sitä edellytetään ennen kaivutöihin ryhtymistä. Kuntien käytännöt ilmoituksen tekemisessä vaihtelevat. Joissain kunnissa riittää ilmoitus viikkoa ennen kaivutöiden tarkoitettua alkamista mutta jotkin kunnat edellyttävät ilmoittamaan töistä jopa kolme viikkoa aiemmin.

Ennen kaivutöiden aloittamista on tehtävä *johtoselvitys*, jotta vältetään kalliilta vahingoilta. Selvityksellä saa kaivualueelta kartat maanalaisista rakenteista sekä tarvittaessa ne käydään merkitsemässä maastoon. Pitkäkestoisissa työmaissa on huomioitava, että tiedustelut ovat yleensä voimassa vain kaksi viikkoa, jonka jälkeen ne on uusittava.

Yllä mainittujen lupien lisäksi kunnilla voi olla omia sääntöjä ja käytäntöjä rakennushankkeisiin liittyen. Kunnan rakennusvirastosta kannattaa ajoissa selvittää mahdolliset poikkeukset.

4.3 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheen määritelmä riippuu hankkeen sopimuksessa esitetystä tehtäväsisälöstä tai pääurakan tilanteesta. Usein toteutusvaiheen voidaan kuitenkin katsoa alkavan jo hankkeen alussa rinnan suunnitteluvaiheen kanssa, vaikka varsinaisia telematiikkatöitä ei vielä aloitettaisikaan.

Hankkeiden toteutuksen alku on telematiikkatöiden kannalta tapauskohtaista. Kohteissa joissa rakennetaan täysin uutta, esimerkiksi tunnelia tai parkkihallia, ei telematiikkatöitä pystytä aloittamaan kunnolla ennen rakenteiden valmistumista. Suunnittelua ja alustavia töitä tehdään jo rakennusprojektin alussa ja jatketaan rinnan työmaatoteutuksen kanssa. Saneerauskohteissa ja työmailla, joilla ei tarvitse odottaa uusien rakenteiden valmistumista käynnistyvät työt huomattavasti nopeammin. Rakennusvaiheen alkaessa on hyvä varmistua seuraavista asioista:

- Kaikki suunnitelmat on ajantasaiset ja niissä on otettu huomioon mahdolliset rakenteelliset muutokset, joita rakennustöissä on tehty.
- Maanalaiset rakenteet kuten kaapelit sekä vesi ja kaasujohdot on kartoitettu, eikä niistä aiheudu haittaa.
- Urakoitsijalla on tiedossa laitteistojen arvioidut toimitusajat.
- Asennettavien laitteiden sähkönsyöttö ja tietoliikenneasiat on suunniteltu.
- Aikataulut on suunniteltu. [22.]

Toteutuksen alettua on aikataulun ja töiden edistymisen seuranta tärkeää. Aikataulut tehdään yhdessä urakoitsijan ja tilaajan kanssa ja sen pitävyyttä seurataan valvomalla jatkuvasti töiden edistymistä. Tiiviillä yhteydenpidolla pidetään huolta siitä, että kaikkiin avoimiin kysymyksiin ja ongelmiin etsitään aktiivisesti ratkaisuja.

4.3.1 Kokoukset

Kokousten pääasiallinen tarkoitus on mahdollistaa sujuva yhteistyö toimijoiden välillä. Jokaisella urakalla on pakolliset aloituskokoukset sekä työmaakokoukset, joiden sisältö on yleensä hyvin kaavanmukaista. Näiden lisäksi järjestetään tarpeen mukaan syvemmin aiheisiin keskittyneitä palavereja, joissa käydään läpi tiettyjä työvaiheita tai urakan osia. Virallisemmista kokouksista pidetään pöytäkirjaa mutta muista kokouksista pidetään useimmiten vain muistiota. Kokouksen jälkeen pöytäkirja tai muistio lähetetään

osallistujille kommentoitavaksi ja hyväksyttäväksi. Hyväksytetty asiakirja tallennetaan projektin yhteisiin tiedostoihin.

Aloituskokouksessa käydään läpi hankkeen sisältö ja lähtötiedot. Aloituskokous toimii tilaisuutena, jossa koko projektitiimi esittäytyy tilaajalle, ja siinä käydään yhteisesti läpi hankkeen yhteiset asiat kuten tavoitteet ja alustavat suunnitelmat. Aloituskokouksessa sovitaan jatkoa koskevat asiat kuten yhteydenpitomenettelyt sekä kokouskäytännöt. [23, s. 12.]

Työmaakokouksia järjestetään säännöllisesti. Niissä käydään läpi tilannetta sekä edellisen kokouksen avoimeksi jääneitä asioita. Työmaakokouksiin osallistuu yleensä kaikkien urakoitsijoiden edustajia, joten kokouksessa käydään yleisesti läpi kaikki työmaata koskevat asiat. [24; 23, s.18.]

Projektinjohdon tärkeimpiä tehtäviä on yhteydenpito, ja se korostuu myös puhuttaessa kokouksista. Kokoukset vievät aikaa ja ovat usein kalliita verrattuna niistä saavutettuun hyötyyn. Turhia kokouksia voidaan välttää pitämällä hyvä kontakti urakoitsijoihin ja tilaajaan, jotta pystytään tarkkailemaan aikataulujen pitävyyttä ja huolehtimaan mahdollisesti esiintyvistä ongelmista. Hyvä käytäntö on pitää sovittujen kokousten välillä huolta edellisen palaverimuistion asioiden kulusta ja puuttua ongelmiin heti niiden ilmetessä. On väärin odottaa seuraavaan palaveriin asti, jotta voi esittää huomioita asioista ja pahimmillaan viivästyttää töiden edistymistä. On hyvä myös muistaa, että jos jotain on puhelimitse sovittu, kannattaa asiasta vaihtaa vielä sähköpostiviestit, jotta asia on olemassa kirjallisessa muodossa.

Työmaakatselmukset ja valvonta

Työmaalla suoritetaan katselmuksia ohjelman mukaisesti suunniteltuna mutta myös tarpeen vaatiessa. Katselmuksissa varmistetaan töiden vaatimustenmukainen laatu ja menetelmät sekä tarvittaessa otetaan kantaa tarvittaviin toimenpiteisiin. Kierroksella käydään läpi tehtyjä töitä sekä urakoitsijan esittämiä havaintoja.

Hankkeissa joissa suoritetaan työmaavalvontaa, tehdään urakan alussa valvontasuunnitelma. Valvontasuunnitelma sisältää urakan perustiedot sekä valvonnan tehtävät ja niiden suorittajat. Valvontasuunnitelman tärkeimpiä osia ovat yleisvalvonta, ajallinen valvonta, hankinnat ja talous sekä raportointi ja suunnitelmien tarkastus. [18.]

Työmaan yleisvalvontaa on valvoa työmaan siisteyttä ja turvallisuutta, varmistaa että tarvittavat luvat ovat kunnossa, pitää yhteyttä yhteyshenkilöiden välillä sekä valvoa ja hyväksyä urakoitsijan työmaapäiväkirja. Työmaapäiväkirjaan urakoitsija kirjaa päivittäisen edistymisen sekä mahdolliset huomiot. [18.]

Ajallisella valvonnalla varmistetaan, että rakentaminen etenee aikataulussa ja valmistuu sovitusti. Ajan hallinnan näkökulmasta haastavimpia asioita on esimerkiksi materiaalien toimitusajat ja vastaavat seikat joihin ei suoraan voida vaikuttaa. Valvojan tulee myös varmistaa eri urakoitsijoiden töiden porrastusta, mikäli sellaiselle on tarvetta. [18.]

Hankintojen ja talouden valvonta tarkoittaa lähinnä hankinta- ja kilpailutuspaperien tarkastusta sekä urakoitsijoiden laskutuksen ja maksuerien hyväksymistä. Valmiit työt tarkastetaan ja dokumentoidaan jotta voidaan hyväksyä tehdyt työt laskutukseen. [18.]

Turvallisuuskoordinaattorin tehtävät

Turvallisuuskoordinaattori on rakennuttajan rakennushankkeeseen nimeämää tehtävistään vastuullista edustajaa, joka huolehtii rakennuttajalle säädetyistä velvoitteista (Valtioneuvoston asetus 205/2009 2§). Valtioneuvoston asetuksessa on määritelty turvallisuuskoordinaattorin tehtävät joita ovat mm. valvoa työturvallisuutta, laatia turvallisuusasiakirjat, valvoa että suunnittelijoilla on tiedossa riskitekijät, koordinoida eri osapuolten välistä turvallista toimintaa sekä valvoa henkilötunnusteiden käyttöä. [25; 6.]

4.3.2 Testaukset ja hyväksynät

Järjestelmien testauksilla tarkastetaan, että ne toimivat suunnitellulla tavalla, turvallisesti ja luotettavasti ja varmistetaan että suunniteltu toimintamalli on turvallinen ennen niiden käyttöönottoa. Testeissä ollaan läsnä tilaajan edustajana asiantuntijaroolissa. Testauksissa käydään läpi järjestelmän toiminnot eri tilanteissa. Järjestelmän toimittaja tekee testaussuunnitelman, jonka mukaan testit suoritetaan. Testaussuunnitelma tulee hyväksyttäväksi tilaajalla ennen testejä. Normaaliutilassa testataan laitteiden yhteyksien ja toimintojen toimivan laatuvaatimusten mukaisesti. Laitteiden toiminta poikkeustilanteissa kuten sähkö- tai tietoliikennekatkoksesta testataan aiheuttamalla niille kyseisiä vikoja. Testien yhteydessä todetaan laitteiden hallittu sammuminen sekä palautuminen. [22.]

FAT-testeissä (Factory Acceptance Test, Tehdastestaus) varmistetaan järjestelmän osien toimivuus sekä laatu- että teknisten vaatimusten täytyminen esimerkiksi simuloimalla. Testejä varten laitteisto kootaan täydellisenä toimittajan omaan testustilaan sisältäen vähintään yhden jokaista laitetyyppiä sekä kaikki niihin liittyvät osajärjestelmät. Tehdastesteissä toimitaan käyttöönottotarkastajana dokumentoiden tarkastetut kohteet sekä niiden toiminnot. [26, 22.]

SAT-testeissä (Site Acceptance Test, Hyväksymistestaus) käytetään valmista järjestelmää sen lopullisessa käyttöympäristössä tai mahdollisimman todenmukaisessa ympäristössä. Testauksissa varmistetaan järjestelmän laadusta ja siitä että sille asetetut kriteerit täyttyvät. Usein SAT-testeissä järjestelmää käyttää sen loppukäyttäjät. [26.]

Yhteiskoekäytössä järjestelmän kaikki toiminnot koekäytetään olosuhteiden ja toimintojen vastatessa lopullista tilannetta. Yhteiskoekäyttö tehdään valmiilla käyttöjärjestelmällä ja maastossa havainnoidaan laitteiden toiminnat. Järjestelmän laitteet, jotka vaativat maastosta herätteitä, testataan käyttämällä niitä normaalisti. Laitteille aiheutetaan myös vikatilanteita, joilla varmistetaan niiden itsediagnostiikan toiminta sekä järjestelmän palautuminen vioista. Yhteiskoekäyttö on urakoitsijavetoinen mutta testaussuunnitelmat hyväksytetään tilaajalla. [22.]

Palo- ja pelastusharjoitukset järjestetään tietunneleissa, kun kaikki oleelliset järjestelmät ovat valmiina. Pelastusharjoituksen koordinoi alueen pelastuslaitos. Harjoitusten tarkoitus on varmistaa, että jokainen hälytystoimintaan osallistuva taho hallitsee tunnelin pelastustoiminnan perusteet ja toiminnan hälytystilanteessa.

Käyttöönottotarkastus pidetään, kun yhteiskoekäyttö on suoritettu hyväksytysti. Käyttöönottotarkastus on tilaajavetoinen tilaisuus, jossa käydään usein pistokoeluontoisesti järjestelmän osat varmistaen, että ne täyttävät vaatimukset. Urakoitsija vastaa käyttöönottotarkastuksen käytännön järjestelyistä. Joissain tapauksissa käyttöönottotarkastus voidaan tehdä myös ilman käytännön testauksia. Etenkin mikäli yhteiskoekäytössä ei ole havaittu huomioita jotka vaativat korjauksia. [22.]

Toiminnan varmistus- ja säätöjakso alkaa, kun järjestelmä on kokonaisuudessaan käytössä. Säätöjaksen kesto on yleensä kuusi kuukautta. Tänä aikana säädetään järjestelmän toimintoja kuten keliohjaus- ja liikenteenmittausparametrejä. Urakoitsija hoitaa vian etsinnän ja vikojen korjaamiset säätöjaksen aikana.

Testausten vaatimat toimenpiteet vaihtelevat tilanteen ja ympäristön mukaan. Esimerkiksi pysäköinnin opastuksen tai matkustajaliikenteen tiedotenäyttöjen testit voidaan tehdä ilman suuria järjestelyitä tai häiriöitä käyttäjille tai ympäristölle. Tieliikenteen järjestelmissä taas testit aiheuttavat yleensä hyvilläänkin järjestelyillä jonkinlaista haittaa liikenteelle. Testit tehdään usein yöllä, liikenne ohjataan kiertoreiteille tai liikenne pysäytetään hetkittäin.

Laitehyväksynät tehdään tapauskohtaisesti. Käytännössä laitehyväksyntöjä ei tarvitse tehdä, jos käytettävät laitteet on yleisessä käytössä eikä niihin ole tullut muutoksia. Uusista laitteista tulee löytyä CE-merkinnät sekä niiden toimivuus on tarkastettava. Tilaaja tekee laitteiden lopullisen hyväksynnän. [22.]

Vastaanottotarkastus pidetään, kun järjestelmä on ollut käytössä ennalta määritellyn säätöjakson ajan. Usein säätöjakso kestää noin kuusi kuukautta. Järjestelmän toimittaja toimittaa vastaanottotarkastukseen dokumentit kaikista säätöjakson aikana tehdyistä muutoksista ja korjauksista sekä niiden pohjalta tehdyistä muutoksista aiempiin dokumentteihin. Vastaanottotarkastuksella toimittaja osoittaa järjestelmän täyttävän sille asetetut vaatimukset.

4.4 Projektin päätös

Loppudokumentaation tarkoitus on osoittaa tilaajalle järjestelmän laadun olevan sille asetettujen vaatimusten mukainen sekä mahdollistaa järjestelmän käyttö ja ylläpito. Loppudokumentaation aineisto käsittää useimmiten

- urakan suunnitelmat
- valmiin järjestelmän suunnitelmien punakynäversiot
- järjestelmän laitteiden CE-todistukset (Conformité Européenne)
- järjestelmän laitteiden ja ohjelmien käyttö- ja huolto-ohjeet
- testausten tulokset
- metatiedot oleellisista laitteista.

Loppudokumentaation tarkastuksen tarkkuuteen ohjeistetaan urakan työselostuksessa. Yleisesti voidaan kuitenkin noudattaa samoja periaatteita. Suunnitelmista tarkastetaan, että ne on merkitty loppudokumenteiksi eivätkä ne sisällä revisiomerkkejä. Pilkkuntarkkaa viilaamista ei tässä vaiheessa enää edellytetä koska suunnitelmat on aiemmin hyväksytty tarkastajalla. Suunnitelmien punakynäversiot tarkastetaan rinnakkain loppudokumenttien kanssa, jotta voidaan varmistua siitä, että punakynien korjaukset on viety lopulliseen piirustukseen.

CE-todistusten avulla voidaan osoittaa järjestelmän laitteiden täyttävän niille asetetut laatuvaatimukset sekä niiden soveltuvuus vaadittuun käyttöön.

Järjestelmän toimittaja tuottaa loppudokumentaatioon jokaisesta laitteesta huolto- ja käyttöohjeet. Ohjeiden tulisi olla sellaiset, että asiantunteva ammattihenkilö voi huoltaa järjestelmän osia perehtymättä aiemmin kohteeseen. Tarkastusten ja huoltotoimenpiteiden varalta on laadittava laiteryhmäkohtaiset huoltokortit sekä koko järjestelmän kattava huoltosuunnitelma, joiden avulla laitteita voidaan helposti huoltaa. Huoltokorteissa kerrotaan mm. huoltotoimenpiteet ja huoltovälit. Käyttöohjeilla koulutetun henkilökunnan täytyy pystyä toimimaan niin järjestelmän normaalitilanteissa, kuin poikkeustilanteissa.

Loppudokumentaatioon kuuluu myös materiaalit, joilla järjestetään käyttö- ja huoltohenkilökunnan perehdytys järjestelmään. [22.]

Ohjausjärjestelmän testauksiin liittyviä dokumentteja ovat viimeisimmän testausjärjestelyn, yleensä yhteiskoekäytön tai käyttöönottotarkastuksen, testauspöytäkirja. Tulevia järjestelmätestauksia varten tarvitaan myös tyhjä testauspöytäkirja. Kaikista laitekokonaisuuksista urakoitsija toimittaa loppudokumentaatioon asennustarkastuksen tulokset sekä tiedot valmistajan tarkastuksesta. Tietoliikennejärjestelmästä urakoitsija toimittaa myös kuitumittauspöytäkirjat.

Metatietolomakkeet toimitetaan liikenteen mittalaitteista, tiesääasemista sekä liikennekameroista. Metatiedoissa kerrotaan laitteen yksilöivät tunnuksot, niiden sijainnit, tietoliikennetyypit sekä laitteisiin liittyvät muut laitteet, anturit sekä niiden sijainnit.

5 Esimerkkiprojektit

Tässä luvussa kerrotaan joistain esimerkkiprojekteista ja niihin liittyvistä tehtävistä. Useimmat liikennetelematiikan projektit ovat pitkäkestoisia, joten tässä esitetyt hankkeet ovat kirjoitushetkellä eri vaiheissa. Osaan projekteista liityttiin kesken hankkeen toteutuksen.

5.1 Tietunneli

Turun Kupittaaan alueella rakenteilla olevan tietunnelin rakenteellisessa valmistumisessa oli tapahtunut viivästyksiä alkuvuonna 2018. Tunnelin telematiikkatöitä päästiin toteuttamaan huhti – toukokuun vaihteessa. Hankkeeseen tutustuminen alkoi lukemalla läpi tunnelin ohjauspolitiikan sekä turvallisuusasiakirjan. Nämä dokumentit ohjaavat tietunnelin toteutusta, joten niihin palattiin usein projektin kuluessa. Urakoitsijoiden ja tilaajan kysymyksiin vastattiin usein näiden dokumenttien perusteella sekä tutkimalla suunnitelmien piirustuksia.

Työmaakäynneillä kierrettiin kohdetta tilaajan ja urakoitsijan kanssa. Kierroksilla tehtiin havaintoja tehdyistä töistä sekä mahdollisista ongelmakohtista. Urakoitsijalla oli usein parannusehdotuksia suunnitelmiin. Näitä ehdotuksia verrattiin ohjeisiin ja standardeihin sekä niistä konsultoitiin suunnittelijoita. Ilmiselvät parannukset, kuten kaapelireittien vähäiset muutokset rakenteellisten esteiden takia, pystyttiin hyväksymään suoraan. Tällaisista muutoksista urakoitsija toimittaa loppudokumentaatiota varten ns. punakynäversiot mutta niitä ei tarvitse erikseen kierrättää suunnittelijoilla hyväksyttävänä.

Huomionarvoisa havainto tästä projektista oli se, kuinka pitkät toimitusajat joissain laitteissa on. Muuttuvat opasteet tehdään tilauksesta, eikä niillä ei ole kotimaisia toimittajia. Tästä syystä kyseiset laitteet on hyvä tilata heti, kun se on suunnitelmien kannalta mahdollista.

Telematiikkatyöt tunnelissa ovat kirjoitushetkellä kesken. Aikataulun mukaan ne saadaan valmiiksi joulukuussa 2018.

5.2 Viihdekeskus Flamingon pysäköinnin opastus

Flamingo on Vantaalla toimiva viihdekeskus, jonka tiloissa toimii elokuvateatteri, ravintola, viihdepalveluita sekä hotelli. Hotelliin valmistuu vuoden 2018 lopulla noin 200 huoneen laajennus joka nostaa hotellin huonemäärän Suomen suurimmaksi. Tästä syystä viihdekeskuksen jo ääri rajoilla toimivaan pysäköintihalliin tilattiin pysäköinnin opastus.

Tilaaajalle tarjottiin aluksi hankkeeseen liittyviä esisuunnitelluita kuten parhaan opasteratkaisun valinta, järjestelmätoimittajien kilpailutus ja hankinta sekä rakentamiseen liittyvien viranomaislupien hankinta. Rakennuttamisen ja valvonnan palvelut päätettiin tarjota uudella sopimuksella, kun projektin vaatimat esityöt ja kilpailutus olisi saatu päätökseen.

Tilaaajalla oli tarjouspyyntövaiheessa opastesuunnitelma, jota sopimuksen mukaan jalostettiin toimivammaksi. Opastesuunnitelmassa oli sijoitettu useita muuttuvia (TILAA/TÄYNNÄ) opasteita viihdekeskukseen johtavien teiden varsille. Aloituspalaverissa tilaaajalle ehdotettiin, että niitä karsittaisiin yhteen opasteeseen, joka sijoitettaisiin viihdekeskukseen johtavalle tielle. Muut opasteet toteutettaisiin staattisina kilpinä. Tätä perusteltiin sillä, että kaukana kohteesta on turha mainostaa hallin olevan täynnä, koska tilanne voi muuttua nopeasti. Tällä myös säästyttäisiin kalliilta ja aikaa vieviltä kaivutöiltä.

Opasteita varten haettiin kaupungilta sijoitusluvut kadunvarteen asennettaville kylteille sekä kaivulupa parkkihallin liittymään sijoitettavan muuttuvan opasteen asennukseen.

Projekti on kirjoitushetkellä kesken ja sen oletetaan valmistuvan vuoden 2019 alussa.

5.3 Maastotestit

Ennen järjestelmien käyttöönottoa sekä saneerausten tai päivitysten yhteydessä on varmistettava järjestelmän laitteiden ja ohjelmistojen toiminnallisuus. Toiminnan varmistus suoritetaan testaamalla toiminnot käytännössä ja etäohjauksella. Testeissä joissa operoidaan alueellisen liikennekeskuksen valvomalla alueella, on testinaikainen operatiivinen vastuu liikennekeskuksella, josta toimintaa ohjataan.

Muuttuvien nopeusrajoitusten järjestelmäpäivitys

E12- ja E63-teillä päivitettiin muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöjärjestelmää. Tampereen liikennekeskus käytti järjestelmää aiemmin SCADA:n (supervisory control and data acquisition) kautta mutta päivityksen jälkeen toiminnot siirrettiin ohjattavaksi T-LOIK:n (tieliikenteen ohjauksen integroitu käyttöjärjestelmä) kautta. Järjestelmän toimivuus testattiin maastotestein. Kuvassa 8. on nähtävissä testausjärjestelyt. Merkit oli peitetty peittolevyillä, joita testauksia varten raotettiin, jotta pystyttiin varmistamaan merkkien näytämät ja näin varmistamaan ohjausten toimivuus. Nopeusrajoitusten kaikki sallitut näytämät todettiin toimiviksi. Sama toistettiin varoitusmerkkien piktogrammeille. Osalle merkeistä tehtiin sähkö- ja tietoliikennekatko, jonka jälkeen tarkkailtiin niiden palautumista vikatiloista. Vilkasliikenteisen moottoritien takia testit pyrittiin pitämään lyhyinä liikenteelle aiheutuneen haitan ja riskien minimoimiseksi.



Kuva 8. Muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien järjestelmäpäivityksen maastotestaukset E63-tiellä Tampereella 28.6.2018.

Tietunnelien järjestelmäpäivitykset

Liikenneviraston tietunneleiden järjestelmien päivitysten yhteydessä toimitaan tilaajan edustajana tarkkailemassa tilannetta ja havainnoimassa ohjausten toimintoja. Testit suoritetaan järjestelmätoimittajan tekemän testaussuunnitelman mukaisesti. Testaussuunnitelmassa on yleensä kirjattu testattavaksi tärkeimmät toiminnot jokaiselta laitteelta sekä pistokokeilla muita toimintoja. Tarvittaessa toimitaan liikennekeskuksen ohjeiden

mukaisesti, kun testataan tunnelin toimintoja. Maastopartiossa tarkastetaan myös silmämääräisesti teknisten järjestelmien liikenne- ja henkilöturvallisuuteen liittyvät osat ja rakenteet. Testauskäytännöt riippuvat tunnelin sijainnista, rakenteesta ja liikenteen määrästä. Tarvittaessa liikenne ohjataan kiertoreitille ja tunneli suljetaan liikennejärjestelyin. Joissain tapauksissa, missä tunnelin sulkeminen ei ole mahdollista, tehdään testaukset usein yöllä, jolloin liikenne on vähäisempää. Tällöinkin liikenne joudutaan pysäyttämään ajoittain sulkusekvenssien testauksen sekä palotestien ajaksi.

Vuosaaren tunnelin järjestelmäpäivityksen yhteydessä testattiin automaattisen häiriöhavaintojärjestelmän toimintaa ajamalla tunnelissa väärään suuntaan, ajamalla alinopeutta sekä pysäyttämällä ajoneuvo tunnelin keskelle. Tunnelissa aiheutettiin palohälytyksiä etäohjauksella ja aktivoimalla hälyttimet palopainikkeista. Muuten testien aikana toimittiin yhteydenpitäjänä toisen maastopartion ja liikennekeskuksen välillä sekä tehtiin havainnot liikenteenhallinnan toiminnoista. Kuvan 9. mukaisesti tunneli oli suljettu testien ajaksi liikenteeltä.



Kuva 9. Vuosaaren tunnelin testaukset 18.5.2018. Tunneli oli suljettu ja liikenne ohjattu kiertoreitille.

Espoon Hiidenkallion tunnelin järjestelmäpäivityksen aikana valvottiin päivitysten asentamista. Tunnelia ei voitu sulkea päivitysten tai testien ajaksi, joten testit tehtiin öisin.

Päivitysten jälkeen tunnelin toiminnot testattiin, jolloin toimittiin maastopartiossa. Tehtäviin kuului yhteydenpito muiden maastopartioiden sekä liikennekeskuksen välillä ja liikenteen pysäyttämisen koordinointi palotestien ajaksi.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia dokumentti, joka toimisi yleisluontoisena kuvauksena niistä tehtävistä mitä projektinjohtokonsultille telematiikkahankkeissa ja soveltuvasti myös muissa sähkö- ja automaatioprojekteissa voidaan antaa. Työn oli myös tarkoitus avata liikennetelematiikan käsitettä sekä toimia perehdytyksen tukena uusille työntekijöille.

Tavoitteena oli, että lukija saa tästä työstä pohjan projektinjohtotehtävien suorittamiseen. Pääpaino tällaisissa tehtävissä on kuitenkin aina itse tekemisessä, koska teknisiä manuaaleja tai yksi yhteen opaskirjoja on vaikea tuottaa tehtävistä, joissa ollaan enimmäkseen tekemisissä muiden ihmisten kanssa. Konsultin tekninen osaaminen tulee esiin projekteissa esiintyvien ongelmien ratkaisemisessa sekä teknisten asiakirjojen tarkastamisessa.

Tärkeimpiä asioita joita projektinjohtokonsultin tulee muistaa ovat yhteydenpito, dokumentointi ja järjestelmällisyys. Yhteydenpitoa tilaajaan ja urakoitsijoihin on pidettävä yllä säännöllisesti. Näin vältetään yllätyksiltä mutta samalla vahvistetaan asiakassuhteita sekä toimijoiden keskinäistä luottamusta. Dokumentoinnilla tarkoitetaan sitä, että tehdyistä töistä ja sovitusta asioista pyritään jättämään kirjallinen jälki. Puhelimitse sovitun asiaan on vaikeampi palata kuin sähköpostitse käytyyn keskusteluun. Järjestelmällisyys taas sisältyy kaikkeen tekemiseen. Projektien aikataulujen lisäksi on pidettävä huolta omasta kalenterista sekä papereista.

Työ on pääasiallisesti tuotettu konsultin tehtävissä saaduista kokemuksista erilaisissa projekteissa. Yleistä osuutta varten tutkittiin vastaavia opinnäytetöitä, liikennetelematiikan tutkimuksia sekä alan ohjeita ja säädöksiä yleisesti. Projektinjohtotehtäviin yleisesti liittyvistä asioista, sekä erityisesti telematiikkahankkeisiin liittyvistä tehtävistä, saatiin tietoa Ramboll CM Oy:n projektipäälliköitä ja kollegoja haastatteleamalla.

Lähteet

- 1 Kallberg, Harri; Kalenoja, Hanna & Rantala Jarkko. 2005. Tietotekniikka muuttaa liikennettä – Liikenteen telematiikka ja älykäs liikenne. Osa II, Teoksessa Kasvio Antti, Inkinen Tommi ja Liikala Hanna. Tietoyhteiskunta – Myytit ja todellisuus. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy. Juvenes Print
- 2 Tiehallinto. 2004. Telematiikan 20 ratkaisukeinoja. Verkkoaineisto <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/liikenteenhallinta/hairionhallinta/telematiikan_20_ratkaisukeinoja_totaaliraportti_040421_lvm.pdf> Luettu 20.6.2018
- 3 Pursiainen, Harri. 2009. Kansallinen älyliikenteen strategia – Selvitysmiehen ehdotus. Liikenne- ja viestintäministeriön Ohjelmia ja strategioita 5/2009. Helsinki. Edita Prima Oy.
- 4 Liikenne- ja viestintäministeriö. 2013. Kohti uutta liikennepolitiikkaa – Älyä liikenteeseen ja viisautta liikkujille. Ohjelmia ja strategioita 1/2013. Verkkoaineisto <<https://www.lvm.fi/documents/20181/799943/%C3%84ly%C3%A4+liikenteeseen+ja+viisautta+liikkujille+Toisen+sukupolven+alystrategia/c939f45a-dbf7-4032-8735-a7e869524c6f?version=1.0>> Luettu 6.7.2018
- 5 Lassi Marko. 2014. LED-opasteen etäsammutus. Opinnäytetyö. Theseus.
- 6 Linna, Mira. 2018. Nopeusnäyttötaulujen vaikutus ajonopeuksiin. Opinnäytetyö. Theseus.
- 7 Salonen, Noora. 2012. Liikenneverkkojen välityskyvyn parantaminen älyliikenteen keinoin. Diplomityö. Aaltodoc -tietokanta.
- 8 Schirokoff, Anna; Rämä, Pirkko. 2005. Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa. Edita Publishing Oy.
- 9 Hanttu, Petri. 2011. Ajantasaisen pysäköinninopastusjärjestelmän suunnittelu. Opinnäytetyö. Theseus
- 10 Tiehallinto. 2009. Vaihtuvien opasteiden käyttö – suunnitteluvaiheen ohjaus. Verkkoaineisto <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100065-v-09-vaihtuvien_opasteiden_kaytto.pdf> Luettu 4.7.2018.
- 11 Malin, Fanny; Luoma, Juha; Peltola, Harri & Silla, Anni. 2018. Nopeusnäyttöjen nopeusvaikutukset kaupunkiympäristössä. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 8/2018.
- 12 Manelius, Leena. 2010. Liikenneinformaation vaikutus ajokäyttäytymiseen. Tampereen seudun informaatiojärjestelmä. Verkkoaineisto <http://www.tut.fi/verne/aineisto/temp_allijulkaisuja201005.pdf> ÄLLI-Julkaisuja 5/2010. Luettu 2.7.2018

- 13 Høye, Alena; Sørensen, Michael; Elvik, Rune; Akhtar, Juned; Nævestad, Tor-Olav & Vaa, Truls. 2011. Evaluation of variable message signs in Trondheim. Verkkoaineisto <<https://www.toi.no/getfile.php/1317731/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2011/1153-2011/1153-2011-sum.pdf>> Luettu 4.7.2018
- 14 McCabe, Keith & Riley, Andy. 2006. A flexible approach to motorway control. Verkkoaineisto <<http://www.atkinsglobal.com/~media/Files/A/Atkins-Global/Attachments/sectors/roads/library-docs/technical-journal-3/a-flexible-approach-to-motorway-control.pdf>> Luettu 4.7.2018
- 15 Papageorgiou, Markos; Kosmatopoulos, Elias & Papamichail, Ioannis. 2008. Effects of Variable Speed Limits on Motorway Traffic Flow. Verkkoaineisto <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.560.4122&rep=rep1&type=pdf>> Luettu 5.7.2018
- 16 Rämä, Pirkko. 2001. Effects of weather-controlled variable message signing on driver behaviour. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). Espoo. Otamedia Oy.
- 17 Hautala, Raine & Nygård Magnus. Effects of weather-controlled variable message signing in Finland. Verkkoaineisto: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/impacts/VMS_effectsFI_f2529.pdf> Luettu 5.7.2018
- 18 Lindholm, Kim. Projektipäällikkö, Ramboll CM Oy. Espoo. Haastattelu 13.7.2018.
- 19 Kiiras, Juhani. Toteutusmuodon valinta ”Tehtävätarjotin ja toteutusmuotokorit”. Verkkoaineisto: <[https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK010702\\$46\\$pdf/RK010702.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A47RK010702$46$pdf/RK010702.pdf)> Luettu 13.7.2018.
- 20 Karhu, Juhani & Keinänen, Jyrki. Opas toteutusmuodon valintaan rakennushankkeessa. A-Insinöörit.
- 21 Puitesopimus. Mikä se on ja mihin tarkoitukseen se kannattaa laatia? Verkkoaineisto: <<https://lindblad.fi/puitesopimus/>> Luettu 12.7.2018.
- 22 Värri, Jukka. Projektipäällikkö, Ramboll CM Oy. Espoo. Haastattelut 20.6.2018-30.7.2018.
- 23 Heikkilä, Marko. 2013. Uuden aloittavan projektinohitajan ohje projektinhoidosta. Opinnäytetyö. Theseus.
- 24 Työmaakokouksen muistilista. Verkkoaineisto: <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/5222/tyomaakokouksen_muistilista.htm> Luettu 12.7.2018.

- 25 Työturvallisuuskeskus. 2014. Rakennuttajan ja turvallisuuskoordinaattorin tehtävät rakennushankkeessa. Verkkoaineisto: <https://ttk.fi/files/4650/Rakennuttajan_ja_turvallisuuskoordinaattorin_tehtavat_rakennushankkeessa.pdf> Luettu 9.7.2018>.
- 26 Validation online.net. Verkkoaineisto: <<https://www.validation-online.net/FAT-or-SAT.html>> Luettu 12.7.2018.