



# **Tilapäisten liikennejärjestelyjen digitaalinen valvonta**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Syksy 2024

Tommi Nurmi

Liikenneala, insinööri (AMK)

Tekijä Tommi Nurmi

Työn nimi Tilapäisten liikennejärjestelyjen digitaalinen valvonta

Ohjaaja Oskar Eklöf (HAMK), Samuli Sorjonen (Ramudden Oy)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkasteltiin millaisen kokonaisuuden lait ja ohjeet muodostavat tilapäisten liikennejärjestelyjen taustalle, perustamiseen ja ylläpitoon, sekä miten niiden valvonta toteutetaan. Empiirisessä osuudessa tutkittiin kolmea tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaan suunniteltua digitaalista tuotetta, jotka olivat Akkuvahti, Intellitag ja nopeusnäyttö. Näiden osuuksien pohjalta työn tavoitteena on hahmottaa eheä kokonaisuus digitaalisen- ja fyysisen valvonnan välille, jossa ne täydentävät toisiaan parhaalla mahdollisella tavalla.

Työn toimeksiantaja on Ramudden Oy, jonka eräs kehityksellinen painopiste on digitalisaatio. Digitalisaation avulla yrityksen visiona on luoda työmaista digitaalinen kopio, joka mahdollistaa työmaan etävalvonnan. Etävalvonnan avulla tilapäisten liikennejärjestelyjen puutteista saadaan tietoa viiveettä ja huoltotoimenpiteet voidaan kohdentaa tarpeenmukaiseksi.

Työ toteutettiin Kruunusillat-hankkeen kontekstissa. Työn tulokset tulisivat kuitenkin olla yleistettävissä Suomessa, koska ohjeet perustuvat samoihin velvoittaviin lakeihin. Työssä digitaalisia tuotteita tutkittiin perehtymällä tuoteselosteisiin ja käyttöohjeisiin, sekä työmaille asentamisen ja käytännön toiminnan seuraamisen kautta. Näin tavoitteena oli muodostaa kattava ymmärrys tuotteista.

Suomessa tilapäisten liikennejärjestelyjen kokonaisuus muodostuu useiden eri lakien ja ohjeiden kokonaisuudesta. Niiden kautta syntyy sidosryhmille vaatimus luvittaa, toteuttaa ja ylläpitää järjestelyjä vaadittavan laatutason mukaisesti, mikä muodostaa yhteisvastuullisen veloitteen varmistaa tilapäisten liikennejärjestelyjen turvallisuus. Digitaalisilla tuotteilla voidaan jatkuvasti seurata liikenteenohjauslaitteita ja saada hälytyksiä niiden puutteista. Hälytyksiä aiheuttavat kaatumiset ja akun vaihtotarpeen tunnistaminen. Lisäksi niillä voidaan myös kerätä liikennedatata.

Ehein kokonaisuus digitaalisen- ja fyysisen valvonnan välille voidaan muodostaa maantieteellisesti laajalle alueelle jakautuvalle maan- tai moottoritie työmaalle. Tällaisessa ympäristössä on mahdollista toteuttaa työmaan kokonaisvaltainen etävalvonta. Kokonaisvaltainen etävalvonta yhdistettynä TLJ-mittarin avulla toteutettaviin fyysisiin mittarointeihin muutaman kerran vuodessa luo tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaan kattavan kokonaisuuden, joka vastaa laissa ja ohjeissa vaadittuun ylläpidon laatutasoon paremmin kuin pelkkä fyysinen valvonta. Lisäksi etävalvonnalla pystytään vähentämään yksittäisiin liikenteenohjauslaitteisiin kohdistuvaa fyysistä valvontaa. Vapautuvia resursseja voidaan siirtää seuraamaan järjestelyjen toiminnallisuutta ja hienosäätämistä.

Avainsanat Digitalisaatio, etävalvonta, liikenneturvallisuus, työturvallisuus

Sivut 41 sivua ja liitteitä 8 sivua

Degree Programme in Traffic and Transport Management      Abstract  
Author      Tommi Nurmi      Year 2024  
Subject      Digital Surveillance of Temporary Traffic Arrangements  
Supervisors      Oskar Eklöf (HAMK), Samuli Sorjonen (Ramudden Oy)

---

The theoretical section of this thesis outlines the framework created by laws and regulations for the background, establishment and maintenance of temporary traffic arrangements, as well as examines how surveillance should be organized. The empirical section examines three digital products used for the surveillance of temporary traffic arrangements: Smart Battery, Intellitag and a speed display. The aim of this thesis is to combine the findings of these sections and create a cohesive integration between digital and physical surveillance.

This thesis was commissioned by Ramudden Oy, which focuses on developing its digital operations. Through the use of digital technologies, their vision is to create a digital copy of work site and implement remote surveillance. Remote surveillance enables the immediate detection of flaws and allows maintenance to be carried out only when necessary.

This thesis was conducted within the context of the Crown Bridges project. The results should be applicable across Finland, as regulations are based on same laws nationwide. The research on digital products involved reviewing product data sheets and instructions, along with assembly and observation of practical applications. The aim was to develop a comprehensive understanding of the digital products.

In Finland, temporary traffic arrangements are governed by a combination of various laws and regulations. These regulations require stakeholders to authorize, implement, and maintain temporary traffic arrangements to meet required quality standards. This creates a joint responsibility for safety among all stakeholders involved. Digital products enable continuous surveillance of traffic control devices and provide the possibility to receive alerts for issues such as when a device falls over or there is a need for battery replacement. Additionally, they can collect traffic data.

The most complete integration of digital and physical surveillance can be achieved at work sites located along main roads and highways in geographically extensive areas. In this environment, it is possible to implement comprehensive remote surveillance. When combined with inspections conducted a few times a year using the TLJ measuring tool, this approach creates a thorough system for monitoring temporary traffic arrangements. This system meets the quality standards required by laws and regulations more effectively than relying solely on physical surveillance. Additionally, remote surveillance reduces the need for on-site monitoring of individual traffic control devices, allowing resources to be redirected toward monitoring functionality and implementing improvements.

Keywords      Digitalization, occupational safety, remote surveillance, traffic safety  
Pages      41 pages and appendices 8 pages

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutusta ja valvontaa koskeva lainsäädäntö, ohjeistus ja digitalisaation mahdollisuudet .....	2
2.1	Tausta .....	2
2.2	Lakiperusta .....	2
2.3	Tilapäisten liikennejärjestelyjen perustaminen ja ohjeet .....	4
2.4	Tilapäisten liikennejärjestelyjen ylläpito .....	6
2.5	Valvontakäytännöt .....	7
2.5.1	MVR-mittari .....	7
2.5.2	TLJ-mittari .....	8
2.5.3	Päivittäinen havainnointi .....	10
3	Digitaaliset tuotteet .....	11
3.1	Määritelmä .....	11
3.2	Valmistajat .....	11
3.3	Akkuvahti (Smart Battery) .....	12
3.3.1	Esittely .....	12
3.3.2	Tekniikka .....	15
3.3.3	Web-portaali .....	15
3.3.4	Hyödyntäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä .....	17
3.4	Intellitag .....	17
3.4.1	Esittely .....	17
3.4.2	Tekniikka .....	19
3.4.3	Web-portaali .....	20
3.4.4	Hyödyntäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä .....	22
3.5	Nopeusnäyttö (Viasis Mini) .....	22
3.5.1	Esittely .....	22
3.5.2	Tekniikka .....	23
3.5.3	Hallinta .....	25
3.5.4	Liikennedata .....	26
3.5.5	Hyödyntäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä .....	27
3.6	Analyysimatriisi .....	27
3.7	Digitaalisen valvonnan integroiminen osaksi tilapäisten liikennejärjestelyjen laadunvalvontaa .....	28

3.7.1	Digitaalisten tuotteiden asema tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnassa .....	28
3.7.2	Tilapäisten liikennejärjestelyjen kokonaisuus digitaalisten tuotteiden kanssa .....	29
3.7.3	Digitaalisten tuotteiden kehittämiskohteet .....	30
4	Asiantuntijahaastattelut .....	31
4.1	Haastattelututkimuksen lähtökohdat .....	31
4.2	Haastattelututkimuksen tulokset.....	32
5	Työn tulokset .....	35
6	Yhteenveto.....	37
	Lähteet .....	40

## Kuvat

Kuva 1.	Akkuvahti .....	13
Kuva 2.	Akkuvahdit kiinnitettynä tilapäisiin liikennevaloihin .....	14
Kuva 3.	Kolme Akkuvahdia digitaalisella työmaalla .....	16
Kuva 4.	Intellitag ja asennusteline .....	18
Kuva 5.	Intellitag asennettuna liikennemerkkipylvääseen.....	19
Kuva 6.	Kuusi Intellitagia digitaalisella työmaalla .....	21
Kuva 7.	Viasis Mini .....	23
Kuva 8.	Nopeusnäytön havainnointialue optimaalisessa tilanteessa .....	24
Kuva 9.	Nopeusnäytön symbolit.....	25
Kuva 10.	Raportointityökalu .....	26

## **Liitteet**

- Liite 1. Raportointityökalulla jalostettua liikennedatata
- Liite 2. Analyysimatriisi
- Liite 3. Haastattelurunko
- Liite 4. Aineistonhallintasuunnitelma

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on hahmottaa, miten tilapäiset liikennejärjestelyt tulee toteuttaa, ylläpitää sekä valvoa toteuttamisen jälkeen. Kokonaisuudessa huomioidaan tilapäisten liikennejärjestelyjen taustalla oleva lainsäädäntö ja viranomaisohjeistukset. Näistä rakentuvan teoriaperustan sekä toteutettavien asiantuntijahaastattelujen kautta opinnäytetyössä on tavoitteena analysoida digitaalisten tuotteiden soveltuvuutta osaksi tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa. Näiden pohjalta havainnoituu kokonaiskuva siitä, millainen on eheä kokonaisuus digitaalisen- ja fyysisen valvonnan yhdistämisessä. Tutkimuskysymyksiä on kaksi: millaisen kokonaisuuden lait ja ohjeet muodostavat tilapäisiin liikennejärjestelyihin Suomessa, ja miten digitaalista valvontaa voidaan hyödyntää osana tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa Suomessa.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Ramudden Oy. Ramudden on alun perin Ruotsissa 2005 perustettu yritys, joka on laajentunut kansainväliseksi konserniksi. Ramudden tarjoaa kokonaisvaltaisia työturvallisuusratkaisuja tietöissä, rakennuksilla, tiloissa, rautateillä ja muissa infrastruktuuriprojekteissa. Yrityksen päämääränä on luoda asiakkaiden toimintaympäristöön turvallisuutta, joka täyttää kaikki asetetut vaatimukset. Eräs Ramuddenin kehityksellisistä painopisteistä on digitalisaatio, jossa visiona on luoda digitaalinen kopio työmaasta ja sen avulla mahdollistaa työmaan etävalvonta. (Ramudden, 2023)

Vakituisia liikennejärjestelyjä muutettaessa, esimerkiksi työmaan ja siellä tehtävän työn turvallisuuden varmistamiseksi tienkäyttäjille ja työmaan henkilöstölle, tarvitaan aina luvanvaraisia tilapäisiä liikennejärjestelyjä (PKS-kaupungit, 2024, s. 19). Näiden valvonta Suomessa perustuu useiden eri lakien, viranomaisohjeistusten ja tienpitäjänä toimivien kuntien laatimien ohjeistusten kokonaisuuteen, joiden pohjalta valvontaan on luotu työkaluiksi MVR-mittari ja TLJ-mittari, joiden avulla valvontaa toteutetaan käytännössä. Suomessa ei vielä toistaiseksi ole merkittävästi hyödynnetty teknologian kehittymistä tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnassa ja esimerkiksi Ruotsissa digitaalista valvontaa hyödynnetään merkittävästi enemmän kuin Suomessa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan digitaalisia tuotteita Helsingin kaupungin ohjeiden ja Kruunusillat-hankkeessa toteutuvien käytäntöjen kautta. Tulokset tulisi kuitenkin olla yleistettävissä koskemaan koko Suomea, koska Suomessa ohjeet ja käytännöt perustuvat

samoihin yhteisiin velvoittaviin lakeihin. Tutkittavat digitaaliset tuotteet ovat Akkuvahdi (Smart Battery), Intellitag ja nopeusnäyttö (Viasis Mini).

## **2 Tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutusta ja valvontaa koskeva lainsäädäntö, ohjeistus ja digitalisaation mahdollisuudet**

### **2.1 Tausta**

Työskentely liikenteen seassa on vaaraa aiheuttava tekijä työntekijälle ja tienkäyttäjälle (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 Liite 2; Väylävirasto, 2021, s. 4). Suomessa tiellä tehtävästä työstä syntyneiden riskien minimoimiseksi on säädetty useita lakeja ja annettu viranomaisohjeita, joiden tarkoituksena on velvoittaa työntekijät, työnantajat, urakoitsijat, rakennuttajat, tienpitäjät ja viranomaiset toimimaan näissä määritetyn laatutason mukaisesti.

Tässä luvussa tarkastellaan lainsäädäntöä ja ohjeita, joista tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnan teoriapohja ja valvontakäytännöt rakentuvat. Suomessa ohjeita valvontaan on maanteiden puolesta Väylävirastolla, sekä katujen osalta tienpitäjinä toimivilla kunnilla. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa erityisesti Helsingissä toteutettavassa Kruunusillat-hankkeessa, joten työssä tarkastellaan Helsingissä käytössä olevaa PKS-ohjetta. Tienpitäjien ohjeet perustuvat samoihin velvoittaviin lakeihin ja asetuksiin, joten merkittäviä eroavaisuuksia tienpitäjien ohjeistusten välillä ei tulisi ilmetä ja näin ollen havainnot tulisi olla yleistettävissä Suomessa.

### **2.2 Lakiperusta**

Suomessa tilapäisissä liikennejärjestelyissä velvoittava lakiperusta muotoutuu useiden eri lakien ja asetusten kokonaisuudesta, joka luo erilaisia vaatimuksia kaikille tilapäisten liikennejärjestelyjen osapuolille. Lakiperustan tarkoituksena on velvoittaa kaikki tilapäisten liikennejärjestelyjen osapuolet vastuuseen oman osuutensa turvallisuudesta. Tätä kautta urakan käynnistyessä veloitteet täydentävät toisiaan, minkä johdosta tulisi saavuttaa kokonaisvaltaista turvallisuutta työmaalle.

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä (503/2005 § 3, § 11, § 33) velvoittaa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) huolehtimaan maanteiden säilyttämisestä

yleisen liikenteen tarpeiden ja liikenteellisen merkityksen mukaisessa kunnossa Väyläviraston ohjauksessa. Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (669/1978 § 1, § 3) vaatii tienpitäjinä toimivia kuntia pitämään hallinnoimansa kadut liikenteen tarpeiden mukaisessa tyydyttävässä kunnossa. Näiden lakien pohjalta syntyy tarve työskennellä alueilla, joissa vakituisia liikennejärjestelyjä täytyy korvata tilapäisillä liikennejärjestelyillä turvallisuuden varmistamiseksi. Vastaavan tarpeen voi luoda myös esimerkiksi uuden rakentaminen.

Tilapäisissä liikennejärjestelyissä työturvallisuudesta on pyritty huolehtimaan siten, että niiden parissa toimivilla on tahollaan omat velvoitteensa työturvallisuuden vaalimiseksi. Hallinnollisesta näkökulmasta tieliikennelaki (729/2018 § 71, § 187, § 188) velvoittaa tienpitäjää valvomaan, että hallinnoimillaan teillä on turvalliset olosuhteet liikenteelle ja siellä työskenteleville. Työskentelyn näkökulmasta puolestaan työturvallisuuslaki (738/2002) ja valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) asettaa vaatimuksia teetetävän työn turvallisuudesta rakennuttajalle ja urakoitsijalle.

Tilapäisten liikennejärjestelyjen yhtenä keskeisenä perusteena voidaan pitää tieliikennelaissa säädettyä määritystä työn tekemisestä tiellä. Mahdollisesti liikennettä vaarantavasta työskentelystä tiellä laki vaatii asetettavaksi tielle tarpeelliset liikenteenohjauslaitteet ja siellä liikkuvien työntekijöiden tulee käyttää olosuhteisiin soveltuvia varusteita. Lisäksi olosuhteiden niin edellyttäessä määrätään tie tarvittaessa sulkemaan kokonaan tai osittain. Asetus tieliikenneasetuksen muuttamisesta täydentää määräystä olosuhteisiin perustuvasta tien sulkemisesta kokonaan tai osittain. Asetus velvoittaa työn suorittajan järjestämään suljetulle tielle tai tienosalle määräysten ja säännösten mukaiset sulkulaitteet sekä merkkivalot. (Tieliikennelaki 729/2018 § 188; Asetus tieliikenneasetuksen muuttamisesta 328/1994 § 50)

Suomessa työnantajilla on huolehtimisvelvoite työntekijöiden terveydestä ja turvallisuudesta teettäessään työtä työturvallisuuslain nojalla. Huolehtimisvelvoite vaatii työnantajaa ottamaan huomioon muun muassa työympäristöön ja työolosuhteisiin liittyvät riskit ja näiden riskien hallinnan. Seuraava lainaus on työturvallisuuslaista (738/2002 § 8):

Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Tällöin on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita:

1) vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään;

- 2) vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;
- 3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä; ja
- 4) tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.

Tähän pohjautuen työnantajalla on jatkuva velvollisuus pyrkiä varmistamaan teettämänsä työn turvallisuus hallitsemalla työn riskejä. Työnantaja on myös velvoitettu jatkuvasti tarkkailemaan työympäristöä ja toteutettujen toimenpiteiden vaikuttavuutta työn turvallisuuteen. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 8, § 10)

Liikenne aiheuttaa tilapäisten liikennejärjestelyjen parissa työskenteleville aina vaaratekijän, jonka estäminen tai poistaminen ei ole mahdollista. Tilapäisten liikennejärjestelyjen osalta on näin ollen olennaista, että ne toimivat jatkuvasti tarkoituksenmukaisesti varmistuen turvallisen työskentelyn työmaalla. Lisäksi lakiperustan kautta työnantajille syntyy velvollisuus hyödyntää tekniikan kehittyminen liikenteen seassa tehtävän työn riskienhallinnassa. Digitaalisen valvonnan keinoin tulisi olla mahdollista hallita liikenteen muodostamaa vaaratekijää suoraan ja epäsuorasti tilapäisissä liikennejärjestelyissä. Suora hallinta tarkoittaa jatkuvaa valvontaa tilapäisten liikennejärjestelyjen kunnosta ja toimivuudesta, mikä varmistaa liikennevirtojen tavoitteen mukaisen ohjautumisen työmaalla. Epäsuora hallinta tarkoittaa liikenteen parissa työskentelyn vähentämistä etävalvonnan avulla. Digitaalisella valvonnalla tulisi voida vähentää tilapäisten liikennejärjestelyjen fyysistä valvontaa ja optimoida työmaalla tehtävät liikenteenohjauslaitteiden huoltotoimet tarvepohjaiseksi, minkä avulla vähennetään työntekijöiden altistumista liikenteen luomille riskeille.

### **2.3 Tilapäisten liikennejärjestelyjen perustaminen ja ohjeet**

Edellisessä alaluvussa käsiteltiin milloin tilapäisiä liikennejärjestelyjä pitää käyttää ja mitkä lait muodostavat niille raamit. Tässä alaluvussa tarkastellaan tilapäisten liikennejärjestelyjen perustamista varten tehtyjä ohjeita, jotka sijoittuvat lakiperustan luomien raamien sisään. Ohjeiden avulla on tarkoitus vastata lakiperustan velvoitteisiin käytännössä. Perustamiseen liittyvät ohjeet perustuvat ja osittain ovatkin lakeja, joten niitä tulee noudattaa. Ohjeet täsmentävät keneltä lupa työskentelyyn tulee hakea ja millaisilla perusteilla lupa voidaan myöntää. Ohjeiden avulla rakennuttajan ja urakoitsijan tulisi saada kattava tieto siitä, mitä

tienpitäjä edellyttää hallinnoimallaan alueella tehtävän työn toteuttamisesta. Näin ollen voidaankin sanoa ohjeiden noudattamisen olevan lupaehto työskentelyluvan myöntämiseksi.

Väyläviraston hallinnoimilla maanteilla tilapäisissä liikennejärjestelyissä tulee lupa laitteiden sijoittamiseen tiealueelle hakea ELY-keskukselta. ELY-keskus voi myöntää luvan hakijalle, mikäli laitteet eivät aiheuta vaaraa liikenteelle tai tienpidolle. Laki liikennejärjestelmästä ja maanteista velvoittaa ELY-keskukselta luvan saajan pitämään asetettavat laitteet lupaehtojen mukaisessa kunnossa. Väyläviraston Sulku- ja varoituslaitteet ohje (2018, s. 13) täydentää kyseistä lakia määrittämällä urakoitsijalle tehtävän valvoa sulku- ja varoituslaitteiden täyttävän laatuvaatimukset. Lisäksi ohje vaatii urakoitsijaa korjaamaan viipymättä työmaan aikana syntyvät laatupoikkeamat, joita voi aiheutua esimerkiksi onnettomuuksista tai luonnonolosuhteista. (Laki liikennejärjestelmästä ja maanteista 503/2005 § 42)

Kaduilla ja muilla yleisillä alueilla työskenneltäessä on työstä tehtävä ilmoitus tienpitäjänä toimivalle kunnalle. Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta velvoittaa ilmoitukseen liitettäväksi selvityksen, jossa muun muassa käy ilmi suunnitelma tilapäisistä liikennejärjestelyistä kaikki liikennemuodot huomioon ottaen. Ilmoitukseen pohjautuen kunnalla on mahdollista antaa määräyksiä työn suorittamiseen liittyen, jotka ovat tarpeellisia turvallisuuden ja sujuvan liikenteen varmistamiseksi töiden aikana. Vakavien turvallisuutta vaarantavien laiminlyöntien kohdalla tienpitäjä voi aloittaa korjaavat toimenpiteet viipymättä ja veloittaa kulut laiminlyönnin aiheuttaneelta taholta. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978 § 14 a, § 14 b)

Pääkaupunkiseutuun kuuluvilla kunnilla (Espoo, Helsinki, Kauniainen ja Vantaa) on yhteinen tilapäisiä liikennejärjestelyjä määrittävä PKS-ohje, jota kuntien hallinnoimilla teillä on noudatettava. Ohjeessa veloitetaan yleisille alueille työstä vastaava taho tai urakoitsija tekemään työstä ilmoitus kaupungille, kuten laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (669/1978 § 14 a) määrittää. Mikäli urakoitsija antaa ilmoituksen on kuitenkin huomioitava, että sillä ei voi siirtää laillista vastuutaakkaa pois taholta kenen lukuun työ toteutetaan. PKS-ohjeessa vaaditaan toteuttamaan työt nopeasti ja turvallisesti tarkasti rajattuna, jotta töistä aiheutuva haitta on mahdollisimman vähäistä. (PKS-kaupungit, 2024, s. 4)

Käsittelyt ohjeet muodostavat vaaditun laatutason työskentelylle, jota tienpitäjä edellyttää rakennuttajalta ja urakoitsijalta pohjautuen tienpitäjän oikeuteen koordinoida alueellaan tapahtuvia töitä. Ohjeiden mukaisella toteutuksella tienpitäjä varmistaa omat velvollisuutensa

urakoissa toteutuvaksi lakiperustan edellyttämällä tavalla. Digitaalisen valvonnan mahdollistamalla jatkuvalla etävalvonnalla työmaalla pystytään vastaamaan lupavaatimuksena esitettävään liikenteenohjauslaitteiden jatkuvaan kunnossapitoon koko työmaan ajan paremmin kuin pelkällä fyysisellä valvonnalla. Näin ollen vaatimalla digitaalisen valvonnan hyödyntämistä tilapäisissä liikennejärjestelyissä erityisesti tienpitäjien näkökulmasta on mahdollisuus täyttää omat velvoitteensa merkittävästi aiempaa täsmällisemmin.

## **2.4 Tilapäisten liikennejärjestelyjen ylläpito**

Kun tilapäiset liikennejärjestelyt on perustettu työmaalle ohjeiden määrittämällä tavalla, tulee luvansaajan aloittaa järjestelyjen ylläpito. Ylläpidon tarkoituksena on varmistaa tilapäisten liikennejärjestelyjen säilyminen koko työmaan ajan tarkoituksenmukaisessa lupaehtojen vaatimassa kunnossa. Tilapäisten liikennejärjestelyjen ylläpitoa varten luotujen ohjeiden on tarkoitus vastata lakiperustan kautta syntyviin vaateisiin.

Tieliikennelaki (729/2018 § 188) valvonnan näkökulmasta velvoittaa, että tietyömaalle asetettujen liikenteenohjauslaitteiden tulee koko työmaan keston ajan olla toiminnassa ja asetettu tarkoituksenmukaisella tavalla. Mikäli tämä ehto ei täyty, voidaan olosuhteet luokitella sellaisiksi, joissa tie olisi pidettävä kokonaan tai osittain suljettuna.

Työturvallisuuslain nojalla annettu valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009 § 16, § 18) täydentää tieliikennelaissa säädettyä kohtaa valvonnasta asettamalla tilapäisten liikennejärjestelyjen kunnossapitotarkastukset ja turvallisuusseurannan toteutettavaksi vähintään kerran viikossa, sekä vaatimalla tarkastuksissa todettuja työturvallisuutta vaarantavia vikoja korjattavaksi viipymättä. Kunnossapitotarkastukseen veloitetaan kuuluvaksi muun muassa työmaan ja työkohteiden yleisjärjestys, sekä muut turvallisuuden kannalta merkittävät asiat (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 § 16).

Väylävirasto vaatii heidän hallinnoimillaan teillä rakennustöiden urakoitsijoita nimeämään työmaalle liikennejärjestelyistä vastaavan henkilön. Nimetylle henkilölle syntyy vastuu huolehtia työmaan liikennejärjestelyistä ja havaittujen puutteiden korjaamisesta. Väylävirasto edellyttää työmaan sijainnin mukaan tilapäisten liikennejärjestelyjen tarkastukset tehtäväksi joko päivittäin tai kerran viikossa. Tarkastelutiheyden vaatimus Väylävirastolla on näin ollen vaativampi kuin valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta määrittää.

Väylävirasto mainitsee tarkastustiheyden päättämisen tueksi esimerkiksi ilkvallan todennäköisyyden arvioinnin työmaakohteessa. Lisäksi työmaalle tulee olla nimetty

päivystäjä, joka on vuorokauden ympäri mukaan lukien viikonloput ja pyhäpäivät, valmiina lähtemään työmaalle korjaamaan puutteet tai muuten vaaralliseksi todetut järjestelyt. (Väylävirasto, 2021, ss. 60–61)

Valvonnan näkökulmasta PKS-ohje määrittää samankaltaiset raamit valvonnalle kuin Väyläviraston ohjeet. Ohjeessa vastuutetaan urakoitsija tilapäisistä liikennejärjestelyistä ja urakoitsijan myös tulee nimetä liikenteenohjauslaitteisiin perehtynyt vastuuhenkilö, joka huolehtii tilapäisten liikennejärjestelyjen pysymisestä kunnossa jatkuvasti myös työaikojen ulkopuolella. (PKS-kaupungit, 2024, s. 20)

Ohjeiden noudattaminen toimii työskentelylle luvan saamisen perusteena, joten tienpitäjä vaatii läpikäydyn mukaisesti urakoitsijalta hyvin tarkkaa huolehtimista tilapäisten liikennejärjestelyjen ylläpidosta. Ohjeiden pohjalta voidaan vetää selkeä johtopäätös, että tienpitäjien intressi on tilapäisten liikennejärjestelyjen jatkuva valvonta ja ylläpito. Fyysisellä valvonnalla jatkuvaa valvontaa on haastava ylläpitää rajallisten resurssien vuoksi, joten tässä digitaalisella valvonnalla on selkeästi mahdollista täydentää fyysisen valvonnan puutteita. Digitaalisella valvonnalla nimetyllä työmaan tilapäisistä liikennejärjestelyistä vastaavalla henkilöllä on mahdollisuus toteuttaa etävalvontaa työmaan osalta ja saada hälytyksiä poikkeamista, jonka perusteella hän voi lähteä puutteita ja vikoja korjaamaan.

## **2.5 Valvontakäytännöt**

### **2.5.1 MVR-mittari**

MVR-mittari tarkoittaa maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointia ja kehittämistä. Mittari on alun perin kehitetty 1990-luvun lopussa parantamaan työturvallisuutta, minkä jälkeen mittaria on kehitetty edelleen vastaamaan paremmin työmaiden turvallisuusvaatimuksia. MVR-mittari on hyväksytty metodi käytettäväksi valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta velvoittamiin viikoittaisiin kunnossapitotarkastuksiin, kun siihen osallistuu työnantajan vastuuhenkilö ja työntekijöiden keskuudestaan valitsema edustaja. (INFRA ry & Työterveyslaitos, 2017)

MVR-mittari pyrkii osallistamaan työmaan työntekijät ja työnjohdon parantamaan yhteistä työturvallisuutta tarjoamalla dataa havaituista puutteista ja tunnustusta kunnossa olevista seikoista. Säännöllisesti viikoittain toteutettuna sidosryhmillä on mahdollisuus seurata

työturvallisuuden tasoa työmailla ja pyrkiä pitämään se vaaditulla tasolla. (INFRA ry & Työterveyslaitos, 2017)

Tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa MVR-mittarissa havainnoidaan sen ajo- ja kulkuväylät sarakkeessa. MVR-mittari määrittää ajo- ja kulkuväylien osalta havainnoitavaksi muun muassa seuraavat asiat:

- työmaan vaikutusalueeseen kuuluvat liikenneväylät, jotka tulee havainnoida samalla periaatteella kuin työmaan sisäiset alueet
- havainto jokaisesta liikennemerkestä ja liikenteenohjauslaitteesta samalla tehden havainnot mahdollisesti puuttuvista merkeistä
- lamellit, sulkupylväät ja -kartiot aluekohtaisesti
- työmaatien ja kulkuväylien havainnointi omina alueinaan.

Käytännössä tarkastusta varten työmaa jaetaan alueisiin, jotka havainnoidaan kokonaisuudessaan ennen siirtymistä seuraavaan alueeseen. (INFRA ry & Työterveyslaitos, 2017)

Tilapäisten liikennejärjestelyjen havainnointi jakautuu näin ollen useasti työmailla moniin eri alueisiin. Havainnointi on myös merkittävän työllistävä seikka, koska liikennemerkkejä ja liikenteenohjauslaitteita tietyillä työmailla on usein määrällisesti paljon.

### **2.5.2 TLJ-mittari**

TLJ-mittari on Kruunusillat-allianssin työnaikaisten liikennejärjestelyjen arvioimiseen kehitetty työkalu, jonka kehitystyö aloitettiin 2021. TLJ-mittari on Helsingin kaupungin ohjeistusten ja suunnitteluperusteiden pohjalta kehitetty mittaamaan työnaikaisten liikennejärjestelyjen ohjeistusten mukaisuutta. TLJ-mittarin kehitystyön perustana on ollut huoli työnaikaisten liikennejärjestelyjen puutteellisista ratkaisuista, jotka pahimmissa tapauksissa ovat olleet vaarallisia tienkäyttäjille. Tämän työkalun on tarkoitus edesauttaa erityisesti pidempikestoisten tilapäisten liikennejärjestelyjen seurantaan, johon ei aikaisemmin ole ollut sopivaa työkalua saatavilla. (Jalonen, 2023, s. 24; Pekonen, 2023, s. 2)

Ohjeistuksen mukaisuuden lisäksi TLJ-mittari mittaa työnaikaisten liikennejärjestelyjen oikeellisuutta ja toimivuutta. Mittaus perustuu tila-ajatteluun, jossa kulkumuodoittain muodostetaan putkimainen tila tarkasteltavasta alueesta. Muodostettu putkimainen tila

jaetaan havainnointia varten neljään kategoriaan, joita tarkastellaan käyttäjäluokkoistaisten vaatimusten mukaisesti. Havainnoitavat kategoriat jaotellaan seuraavasti:

- sivusuuntaiset elementit, joihin kuuluvat maassa olevat liikennemerkit ja liikenteenohjauslaitteet
- alapinta eli kulkuväylä
- yläpinta, johon tilapäiset rakenteet ja niihin kiinnitetyt liikennemerkit, sekä käyttäjäryhmien alituskorkeudet
- toiminnallisuus eli risteysten toiminnan havainnointi.

TLJ-mittauksessa kaikista kategorioista havainnoidaan niihin kohdistuvia tilapäisiä liikennejärjestelyjä ja ne arvioidaan oikein / väärin menetelmällä. Mittari huomioi havainnoissa reaali maailmaa siinä mielessä, että jos suunnitelmasta poikkeavia järjestelyjä ilmenee mutta ne on toteutettu oikein ja turvallisesti, ei mittaus niistä rankaise. (Jalonen, 2023, ss. 25–26)

Tämän opinnäytetyöntekijä osallistui TLJ-mittauskierrokseen Kruunusilloilla syyskuussa 2024. Kyseinen mittauskierros keskittyi Hakaniemessä ja sen läheisyydessä sijaitseviin työnaikaisiin liikennejärjestelyihin. Mittauskierrokselle osallistui edustajia sidosryhmistä jotka vastaavat osaltaan työmaan liikennejärjestelystä. Mittauksen suorittaja jakaa tarkasteltavia alueita putkimaisiksi kokonaisuuksi, joista tarkastelukategoria periaatteen mukaisesti tehdään oikein / väärin havaintoja. Havainnoista käydään keskustelua osallistujien kesken, jotta tulokset pysyvät mahdollisimman luotettavina. Isoimmat erot eri tarkastelukertojen välillä tulisikin syntyä miten tarkasteltavat alueet jaetaan putkimaisiksi kokonaisuuksiksi. Tähän vaikuttavat mittajan näkemys ja toteutettavien töiden tilanne. Kierroksella havaintoja pelkästään liikennemerkeistä tehtiin noin 300 kpl ja havaintojen kokonaismäärä oli yli 500 kpl. Aikaa mittauskierrokseen kului noin 5 tuntia johtuen mitattavan alueen laajuudesta ja työnaikaisten liikennejärjestelyjen suuresta määrästä. Selkeänä havaintona kierrokselta nousi erityisesti mittauksen merkitys työnaikaisten liikennejärjestelyjen toimivuuden kannalta. Toimivuutta kierroksella havainnoitiin jatkuvasti ja siitä käytiin dialogia, jonka pohjalta syntyi ideoita korjaavista toimenpiteistä puutteellisilla alueilla.

TLJ-mittarin tarkoitus on toimia pitkäaikaisten työmaiden tilapäisten liikennejärjestelyjen onnistumisen mittarina, mikä tarkoittaa käytännössä mittauksien toteuttamista harvakseltaan noin 1–4 kertaa vuodessa. Kruunusillat-allianssi on toteuttanut käyttöönoton yhteydessä testimittauksia, jotka koostuivat kolmesta eri vaiheesta: aloituspalaveri, mittaukset ja lopetuspalaveri. Testimittauksissa on havaittu, että kohteesta riippuen aikaa mittaukseen

kuluu 25–75 minuuttia. Mittauksiin kuluva aika väheni toisilla mittauskerroilla, kun mittarin käyttö ja mittauskohteet olivat tuttuja mittaukseen osallistuvalla ryhmällä. (Jalonen, 2023, ss. 28–29, 37–39)

TLJ-mittarilla ei näin ollen kyetä vastaamaan välittömään tilapäisten liikennejärjestelyjen korjaustarpeeseen, johtuen esimerkiksi liikennemerkin kaatumisesta törmäyksestä tai ilkkivaltaisesti. Tämän tyyppisten puutteiden havainnointi perustuu työmaalla työskentelevien huomioihin ja ilmoituksiin työnjohdolle. Laajoilla työmailla tilapäisiä järjestelyjä saattaa olla hyvin paljon ja puutteita voi jäädä helposti raportoimatta, mikäli esimerkiksi liikennemerkki sijaitsee aktiivisen työskentelyalueen ulkopuolella. Kuitenkin näiden liikennemerkkien merkitys työmaan turvallisuudelle saattaa olla hyvinkin kriittinen, koska ne voivat esimerkiksi varoittaa tienkäyttäjiä tulevasta työmaasta.

### **2.5.3 Päivittäinen havainnointi**

Kruunusillat-hankkeessa MVR- ja TLJ-mittareiden käyttämisen lisäksi tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa toteutetaan päivittäisillä maastokäynneillä. Tämän opinnäytetyöntekijä osallistui päivittäiselle maastokäynnille elokuussa 2024. Tässä alaluvussa tehdyt huomiot perustuvat kierroksella tehtyihin muistiinpanoihin, asiantuntijoiden kanssa käytyihin keskusteluihin, sekä näistä tehtyihin päätelmiin. Hankkeessa toteutettavat työt jakautuvat suurelle alueelle ja alueen työkohteet edistyvät ja valmistuvat eri vauhdilla toisiinsa verrattuna. Tätä varten Kruunusillat-hankkeen työmaata on jaettu useaan pienempään lohkokon ja tilapäisten liikennejärjestelyjen päivittäistä havainnointia tehdään aina tilapäisiin liikennejärjestelyihin perehtyneiden henkilöiden toimesta lohkokokohtaisesti kävelemällä tarkastettavaksi määritetty lohko läpi.

Päivittäisellä havainnoinnilla on tarkoitus varmistua tilapäisten liikennejärjestelyjen laadukkaasta toteutuksesta jatkuvasti muuttuvassa työ- ja liikenneympäristössä. Päivittäiseen havainnointiin kuuluu tilapäisten liikennejärjestelyjen toiminnallisuuden seuraaminen ja tarvittaessa liikenteelle haasteelliseksi havaittujen seikkojen hienosäätäminen paremman toiminnallisuuden saavuttamiseksi. Havainnointiin kuuluu myös lohkon liikenteenohjauslaitteiden kunnan ja sijainnin silmämääräinen arviointi, sekä muun muassa liikennemerkkipylväiden jalustojen oikea suuntaus. Lähtökokohtaisesti työmaalla suorittavaa työtä toteuttavat henkilöt havainnoivat päivittäin puutteita ja niitä myös korjaavat, mutta tilapäisiin liikennejärjestelyihin perehtyneen henkilön havainnoinnilla todennäköisesti huomataan lakien ja ohjeiden edellyttämiä asioita kokonaisvaltaisemmin. Havaitut puutteet

viestitään tilapäisten liikennejärjestelyjen korjauksesta vastaavalle henkilölle, joka tulee ilmoituksen pohjalta toteuttamaan korjaavat toimenpiteet.

Päivittäiset havainnointikierrokset ovat erinomainen keino vastata lakiperustan luomaan velvoitteeseen tilapäisten liikennejärjestelyjen laadunvalvonnasta. Kruunusillat-hankkeessa on kuitenkin huomioitava työmaan lohkojen suuri määrä – jo yhden lohkon havainnoimiseen voi kulua aikaa tunnista kahteen. Näin ollen päivittäiset kierrokset varaavat merkittävästi resursseja itseensä ja niillä ei pystytä seuraamaan päivätasolla kuin pientä osaa kokonaisuudesta. Digitaalisten tuotteiden mahdollistamalla etävalvonnalla tulisi voida vastata osaltaan paremmin laajemman kokonaisuuden valvontaan pienemmillä resursseilla, mutta esimerkiksi päivittäisten havainnointikierrosten huomioihin tilapäisten liikennejärjestelyjen hienosäätämisen osalta se ei fyysistä valvontaa pysty korvaamaan.

### **3 Digitaaliset tuotteet**

#### **3.1 Määritelmä**

Digitaaliset tuotteet kuuluvat osaksi digitalisaatiota, joka työelämässä tarkoittaa perinteisten analogisten toimintamallien muuttamista ohjelmisto- ja teknologiakeskeisemmäksi.

Digitalisaation avulla yrityksille avautuu mahdollisuuksia tarjota asiakkaalle täysin uudenlaisia ja tehokkaampia palveluja kuin aikaisemmin yhdistelemällä virtuaalisia ja fyysisiä asioita yhdeksi kokonaisuudeksi. (Työ- ja elinkeinoministeriö, n.d.)

Tässä työssä tutkittavat digitaaliset tuotteet Intellitag, Akkuvahdi ja nopeusnäyttö ovat kaikki fyysisiä tuotteita, jotka lähettävät dataa palvelimille ja joita voidaan monitoroida ja osittain jopa hallinnoida web-portaalien kautta. Laitteita voidaan näin ollen pitää osana laajempaa IT-infrastruktuuria, mikä mahdollistaa tilapäisten liikennejärjestelyjen etävalvonnan ja sitä koskevan datan keräämisen. Tuotteiden digitaalisuus perustuu kerätyn datan lähettämiseen web-portaaliin. Web-portaalissa käyttäjän on mahdollista hallita ja käsitellä kerättyä dataa.

#### **3.2 Valmistajat**

Intellitag ja Smart Battery (Akkuvahdi) ovat isobritannialaisen Highway Resource Solutions Ltd. (HRS) yrityksen valmistamia tuotteita. HRS on osa Ramudden Global -konsernia ja se on erikoistunut tilapäisten liikennejärjestelyjen digitaalisiin tuotteisiin. HRS on perustettu vuonna 2011, jolloin Isossa-Britanniassa tapahtui tiellä työskennelleen henkilön kuolemaan

johtanut onnettomuus ja syntyi tarve kehittää työkaluja, jolla vastaavanlaiset onnettomuudet voitaisiin välttää jatkossa. HRS:n tavoitteena on tuottaa teknologiaan pohjautuvia turvallisuusratkaisuja, joilla voidaan vähentää työmaiden onnettomuuksia. Yrityksen visiona on valvoa työmaita digitaalisten tuotteiden avulla, samalla tuottaen dataa asiakkaille ja poistaen työntekijöille aiheutuvat vaarat. (Highway Resource Solutions Ltd., 2024)

Viasis mini (nopeusnäyttö) valmistaja on saksalainen Via Traffic Controlling GmbH. Se on vuonna 1989 perustettu yritys, joka on erikoistunut liikenneturvallisuuteen ja innovatiiviseen liikenneteknologiaan. Yrityksen tuotteita ovat nopeusnäytöt, liikennelaskimet ja tutkat, jotka kaikki keräävät liikennedataa. Yrityksen visio on parantaa tulevaisuuden liikenneturvallisuutta luomalla edellytyksiä vastata tieliikenteen kasvaviin vaatimuksiin myös tulevaisuudessa optimoimalla liikenteen prosesseja. (Via Traffic Controlling GmbH, n.d.)

### **3.3 Akkuvahti (Smart Battery)**

#### **3.3.1 Esittely**

Akkuvahti (Kuva 1) on vuonna 2021 lanseerattu tuote, jonka pääasiallinen tarkoitus on luoda mahdollisuus seurata tilapäisissä liikennejärjestelyissä käytettävien tuotteiden akkujen jännitettä (Ramudden, n.d.). Akkukäyttöisiä tuotteita tilapäisissä liikennejärjestelyissä ovat usein esimerkiksi liikennevalot ja erilaiset varoitusvilkut. Akkuvahti painaa 1,5 kilogrammaa ja sen keltainen runko on valmistettu polyasetaalista. HRS:n tuoteselosteen mukaan laitetta voidaan käyttää  $-10^{\circ}\text{C}$  –  $+40^{\circ}\text{C}$  lämpötiloissa. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

Kuva 1. Akkuvahti (Ramudden Digital, 2024)



Käytännössä työmaalla Ramuddenin käyttöohjeen mukaan akkuvahdit kiinnitetään huolellisesti tarkkailtavaksi valittujen laitteiden akkuihin, minkä jälkeen akkuvahti sijoitetaan siten, että se ei pääse liikkumaan ja on mahdollisimman hyvin suojattu sääolosuhteilta. Akkuvahtia sijoittaessa paikalleen on huomioitava, että esimerkiksi liikennevalon metallinen akkukotelo ei ole soveltuva paikka Akkuvahdille, jotta sen lähettämä signaali toimii moitteettomasti. Kuvassa 2 näkyy tilapäisten liikennevalojen pylväisiin kiinnitetyt Akkuvahdit, jotka aktiivisesti monitoroivat akun jännitettä. (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuva 2. Akkuvahdit kiinnitettyinä tilapäisiin liikennevaloihin



### 3.3.2 Tekniikka

Akkuvahti kytketään tilapäisissä liikennejärjestelyissä käytettävän tuotteen akkuun kiinni rinnakkain itse tuotteen kanssa. Tällä tavoin Akkuvahti saa virtaa ja pystyy seuraamaan jäljellä olevaa akun jännitettä. HRS tuoteselosteessa kerrotaan Akkuvahdissa olevan sisäiset laitteisto- ja ohjelmistovalvontajärjestelmät, jotka varmistavat jatkuvasti laitteen oikean toiminnan aina sen ollessa aktiivisena. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

Akkuvahti hyödyntää satelliittipaikannusta (GNSS) siinä olevan antennin avulla, jolla laitteen sijaintia voidaan seurata 2,5 metrin tarkkuudella. Kerätyn datan siirtäminen web-portaaliin tapahtuu laitteessa olevan moniverkkovierailu SIM-kortin avulla, joka varmistaa laitteen olevan aina yhteydessä parhaaseen saatavilla olevaan LTE-verkkoon ja lähettää datan yrityksen omaan verkkoon yksityisen APN avulla. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

HRS:n tuoteselosteessa kerrotaan Akkuvahdissa olevan myös sisäänrakennettu kiihtyvyyssanturi, jonka aktivoituessa laite hälyttää onnettomuudesta (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2022). Lisäominaisuutena Akkuvahdissa on myös olemassa mahdollisuus kerätä työmailla liikkuvien ajoneuvojen keskinopeuksia (Blom, n.d.).

### 3.3.3 Web-portaali

Akkuvahdin käyttöönotto edellyttää digitaalisen työmaan luomista HRS:n web-portaaliin (Kuva 3). Digitaalisen työmaan luonti tapahtuu rajaamalla työmaan ulkoreunat web-portaalin karttapalvelussa vastaamaan fyysisen työmaan sijaintia. Työmaan luomisen ja Akkuvahdien asentamisen jälkeen Akkuvahdit alkavat välittää web-portaaliin reaaliaikaista dataa tarkkailtavan laitteen akun tilasta, sijainnista ja mahdollisista onnettomuuksista. (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuva 3. Kolme Akkuvahattia digitaalisella työmaalla (Highway Resource Solutions Ltd., 2024)



Web-portaalissa on mahdollista nimetä henkilöt, jotka tarvitsevat poikkeamista syntyvän hälytyksen tiedot. Hälytys aiheutuu, jos akun jännitteen taso laskee niin paljon, että akun vaihtaminen tulee ajankohtaiseksi tai jos laitteen kiihtyvyyssanturi aktivoituu mahdollisen onnettomuustilanteen johdosta. Hälytystilanteessa nimetyt henkilöt saavat ilmoituksen web-portaalissa valittuun sähköpostiosoitteeseen ja puhelinnumeroon (SMS-viesti) välittömästi. Hälytyksestä käy ilmi työmaan nimi, hälytyksen syy ja hälyttävän laitteen tunnistenumero. Saapuvan hälytyksen pohjalta käyttäjä voi tarkistaa laitteen tarkan sijainnin työmaalla web-portaalin karttapalvelun avulla. Web-portaalissa työmaata perustettaessa kannattaa käyttäjän hyödyntää nimeämistoimintoa, mikä auttaa merkittävästi käyttäjää useiden työmaiden valvonnassa yhdenaikaisesti. Tällöin hälytyksen tullessa käyttäjä pystyy heti ohjaamaan huoltotoimenpiteet oikealle työmaalle. (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

### 3.3.4 Hyödyntäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä

Akkuvahdit voivat parantaa tilapäisten liikennejärjestelyjen toimintavarmuutta poistamalla akkujen loppumisen riski laitteista digitaalisen valvonnan avulla. Akkujen varauksen loppuminen luo työmaalle merkittävän riskin, jos esimerkiksi liikennevalot menevät pimeäksi tai pimeällä varoitusvilkut lakkaavat toimimasta ja tienkäyttäjät huomaa työmaaopasteet liian myöhäisessä vaiheessa.

Lisäksi työmaan valmistuttua Akkuvahdien keräämän datan avulla on mahdollisuus saada raportti Akkuvahtien avulla saavutetuista hiilidioksidipäästövähennyksistä. Laskenta perustuu seuraavaan kolmeen aspektiin:

1. varikon ja työmaan etäisyys toisistaan
2. normaalisti käytössä oleva huoltokalusto
3. akkujen vaihtoväli, mikäli Akkuvahdit eivät olisi käytössä.

Näiden tietojen avulla lasketaan akkujen vaihdoista syntyvät hiilidioksidipäästöt, mikäli työmaa hoidettaisiin tavanomaisesti. Akkuvahdeilta saadaan akun vaihtojen toteutunut määrä, josta voidaan laskea syntyneet hiilidioksidipäästöt. Lukujen erotus paljastaa kuinka paljon hiilidioksidipäästöjä työmaan digitaalisella valvonnalla pystyttiin vähentämään turhien akun vaihtojen osalta. (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

## 3.4 Intellitag

### 3.4.1 Esittely

Intellitag (Kuva 4) on tilapäisissä liikennejärjestelyissä käytettäviin tuotteisiin soveltuva digitaalinen seurantalaitte. Intellitag luo itsestään digitaalisen kopion web-portaaliin, jonka kautta sen tilaa on mahdollista seurata lähes reaaliajassa. Tuote lähettää web-portaaliin dataa sijainnistaan, kaatumisista ja laitteessa jäljellä olevasta virrasta. Intellitag on mahdollista kiinnittää mihin tahansa valjottavaksi haluttavaan tilapäisiin liikennejärjestelyihin liittyvään liikenteenohjauslaitteeseen. Esimerkki tavanomaisesta käyttökohteesta on liikennemerkki. (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuva 4. Intellitag ja asennusteline



Intellitag on mitoiltaan 134 x 86 x 44 mm (korkeus x leveys x syvyys) ja se painaa paristojen kanssa ilman asennustelinettä 340 grammaa. Tuote on valmistettu ruiskuvalamalla polykarbonaatista ja sitä ympäröi kuminen tiiviste. HRS:n tuoteselosteen mukaan laitetta voi käyttää  $-20^{\circ}\text{C}$  –  $+50^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Tuotteeseen tulee valita käyttötarkoitukseen soveltuva asennusteline, joka kiinnitetään tuotteeseen hyödyntäen sen takakannesta löytyvää neljää M5 ruuveille soveltuvaa kiinnityspistettä. Kuvassa 4 näkyvä asennusteline on tolppakiinnike, joka on suunniteltu käytettäväksi tuotteen kiinnittämiseen 60 mm ja sitä ohuempiin pylväisiin. Ennen pujottamista paikalleen valittuun pylvääseen tulee tuotetta kevyesti kopauttaa, jolla se saadaan aktivoitua. Tämän jälkeen asennusteline pujotetaan pylvääseen ja se kiristetään tukevasti siihen kiinni

asennustelineessä olevan ruuvin avulla (Kuva 5). (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuva 5. Intellitag asennettuna liikennemerkkipylvääseen



### 3.4.2 Tekniikka

Intellitag on rakenteeltaan hyvin yksinkertainen. Tuote saa käyttämänsä virran neljältä AA litium-tionyylikloridiparistolta, jotka voidaan asettaa paikoilleen ruuvaamalla laitteen takakuoren kuusi ruuvia irti. HRS:n tuoteselosteessa ilmoitetaan laitteen isobritannialaisen version paristojen kestoksi puoli vuotta jatkuvasti aktiivisessa tilassa ollessaan.

Isobritannialainen versio lähettää statuspäivityksen kahden tunnin välein aktiivisessa tilassa ollessaan, kun taas Suomessa käytössä oleva ruotsalainen versio aktiivisena lähettää statuspäivityksen kahdeksan tunnin välein. Näin ollen voidaan olettaa, että paristojen tulisi kestää yli puoli vuotta aktiivisessa käytössä. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

HRS:n tuoteselosteessa kerrotaan jokaiseen Intellitag kuuluvaksi satelliittipaikannus (GNSS), jonka avulla laitteiden sijaintia pystytään seuraamaan kolmen metrin tarkkuudella.

Tuotteeseen kuuluu moniverkkovierailu SIM-kortti, jonka avulla tiedonsiirtoon voidaan hyödyntää saatavilla olevia 2G-verkkoja. 2G-verkkojen käyttämisestä on luovuttu laitteen uudemmissa versioissa siirtymällä käyttämään nykyaikaisempaa LTE-verkkoa. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2022)

Laitteen tuottamat hälytykset kaatumisista perustuvat sisäänrakennettujen kallistus- ja kiihtyvyyssensorien aktivoitumiseen. Laitteen ollessa aktiivisessa tilassa mainitut sensorit tunnistavat 45° muutoksen asennuskulmasta laitteessa, sekä 750 mg putoamiskiihtyvyyden. Sensorien aktivoitumisen perusteella Intellitag lähettää web-portaaliin signaalin luoda hälytys kaatumisesta. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

### **3.4.3 Web-portaali**

Intellitagin käyttöönotto tulee aloittaa luomalla HRS:n web-portaalin karttapalvelussa digitaalinen työmaa vastaamaan fyysisen työmaan sijaintia (Kuva 6). Digitaalisen työmaan luonti tapahtuu rajaamalla työmaan ulkoreunat web-portaalin karttapalvelussa. (Ramudden Oy, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuva 6. Kuusi Intellitaga digitaalisella työmaalla (Highway Resource Solutions Ltd., 2024)



Digitaalisen työmaan ulkopuolella ollessaan Intellitag on passiivisessa tilassa, jossa se lähettää portaaliin statuspäivityksen itsestään kerran vuorokaudessa tai sijainnin muuttuessa tunneittain. Digitaalisella työmaalla ollessaan Intellitag toimii aktiivisessa tilassa, jossa sen kaikki ominaisuudet ovat käytössä. Tämä tarkoittaa hälytyksiä kaatumisesta, sijainnin muuttuessa päivitys 10 minuutin kuluessa, sekä statuspäivityksiä kahdeksan tunnin välein. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Web-portaalissa voi työmaakohtaisesti nimetä hälytyksille vastaanottajat, jotka saavat tiedon hälytyksestä SMS-viestillä ja sähköpostilla. Statuspäivitykset sisältävät tiedot laitteen käynnistyksen ajankohdasta, statuspäivityksen ajankohdan, käynnissäoloajan ja tiedot pariston tilasta. (HRS, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

### 3.4.4 Hyödyntäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä

Tuotteen tarkoituksena on tehostaa työmaiden tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa välittämällä tietoa syntyneistä poikkeamista viipymättä näistä vastuullisille tahoille. Työmaista varoittavista ja siellä sijaitsevilla liikennemerkeillä tulisi kaikilla olla tärkeä ohjaava vaikutus rutinoituneen tienkäyttäjän toimintaan. Puutteet näissä voivat aiheuttaa vaaratilanteita työmailla. Työmaan henkilöstöllä ei välttämättä ole mahdollisuuksia havaita ja raportoida kaikkia puutteita työmaan vaikutusalueella, joista Intellitagin avulla on mahdollista saada tietoa viiveettä.

Intellitag mahdollistaa työmaan liikennejärjestelyjen ajantasaisen kokonaiskuvan seuraamisen kartalla. Tämän kautta tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelija voi seurata, että tuotteet sijaitsevat suunnitellulla paikallaan ilman fyysistä vierailua työmaalla. Web-portaalissa on myös mahdollisuus luoda työmaasta tapahtumaraportti halutulta ajalta. Raportti jakaa valitut päivät kolmeen kahdeksan tunnin jaksoon. Jaksoittain raportissa ilmaistaan vihreällä symbolilla kaiken olevan kunnossa ja punaisella tai oranssilla mikäli Intellitag on luonut hälytyksen jaksossa. Raportissa myös ilmenee mikä Intellitag hälytyksen on luonut sekä selite luodulle hälytykselle.

## 3.5 Nopeusnäyttö (Viasis Mini)

### 3.5.1 Esittely

Viasis Mini (Kuva 7) toimii työnaikaisten liikennejärjestelyjen osana lujittamassa työmaan nopeusrajoitusta. Nopeusnäytön suora hyöty perustuu saapuvan liikenteen nopeuden mittaamiseen ja sen näyttämiseen. Näytöllä näkyvään huomioon ylinopeudesta on tahattomasti ylinopeutta ajavalla ajoneuvon kuljettajalla mahdollisuus reagoida ja hiljentää vauhtiaan vastaamaan nopeusrajoitusta. Nopeusrajoituksen mukaan liikkuvalla kuljettajalle on mahdollisuus lähettää positiivinen signaali, jonka avulla kuljettajalle syntyvä psykologinen vaikutus kannustaa jatkamaan ajamista nopeusrajoituksen mukaisesti.

Kuva 7. Viasis Mini (Trafino Oy, 2023)



Nopeusnäyttö on mitoiltaan 64 x 78,6 x 19 cm (leveys x korkeus x syvyys) toiminta-asennossa. Kuljetettaessa laitteen etulevyn saa taitettua kasaan ja tässä asennossa korkeudeksi jää 48,2 cm. Laitteen paino on 12 kilogrammaa. Valmistajan käyttöohjeen mukaan laitteen tutka toimii virheettömästi -20°C – +70°C lämpötilassa. (Via Traffic Controlling GmbH, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

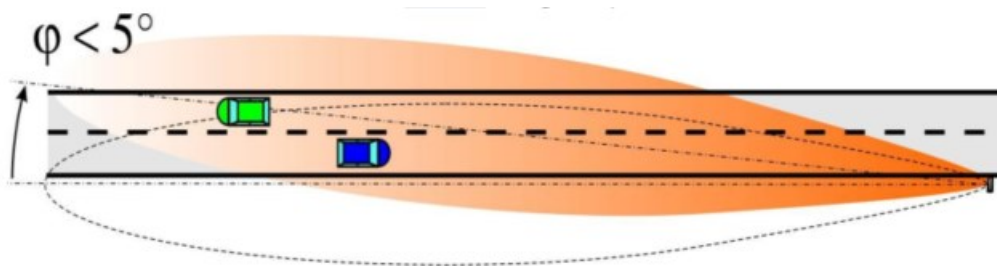
Pelkästään nopeuden näyttäminen työmaalla ei kuitenkaan tee tuotteesta digitaalista tuotetta tässä työssä määritetyin rajauksin, vaan sen hallinnointi ja mahdollisuus tarkastella jokaisesta ohittavasta ajoneuvosta kerättyä liikennedatata web-portaalissa. Nopeusnäyttö tallentaa käyttäjän valinnan mukaan tietoa saapuvasta- ja loittonevasta liikenteestä, tai tarvittaessa molemmista suunnista. Laite tallettaa useita mittauksia ohittavan ajoneuvon nopeudesta, kuitenkin tunnistaen liikennemäärät.

### 3.5.2 Tekniikka

Nopeusnäytön toiminta perustuu sen sisäänrakennettuun tutkaan, joka lähettää ja vastaanottaa jatkuvasti korkean taajuuden radioaaltoja. Tutka pystyy määrittämään liikkuvan kohteen nopeuden Doppler-ilmiön avulla, jossa radioaaltojen taajuudessa tapahtuvan tiheyden muutoksen avulla pystytään määrittämään kohteen nopeus (Joutsenvirta, 2009).

Oikein asennettuna ja esteettömässä ympäristössä tutka pystyy parhaimmillaan seuraamaan ajoneuvoja 120 metrin etäisyydeltä (Kuva 8). Valmistajan käyttöohjeen mukaan mittaustarkkuus on koko mittausalueella  $\pm 2\%$  ja  $\pm 1$  mittausyksikkö. Nopeusnäyttö näyttää uuden mittaustuloksen nopeudesta lähestyvän ajoneuvon kuljettajalle noin 1,5 sekunnin välein tunnistamisesta alkaen. Laite tallentaa kaikki tekemänsä mittaustulokset kattavan datan saamiseksi liikenteestä. (Via Traffic Controlling GmbH, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Kuva 8. Nopeusnäytön havainnointialue optimaalisessa tilanteessa (Via Traffic Controlling GmbH, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Näyttökentässä nopeus tienkäyttäjälle ilmoitetaan 324 mm korkeilla LED-numeroilla. Valmistajan käyttöohjeen mukaan tällä pystytään takaamaan luettavuus yli 100 metrin etäisyydeltä. Näyttökentän edessä on suoja, jonka tarkoituksena on vähentää LED-numeroiden hehkumista, kun ne heijastavat auringonvaloa. Lisäksi laitteesta löytyy myös valoanturi, joka havainnoi ympäristön kirkkautta ja havaintojen pohjalta LED-numeroiden kirkkaus säätyy ympäristöön sopivaksi. Tällä valmistaja pyrkii varmistamaan, että esimerkiksi yöllä tai pilvisellä säällä tienkäyttäjä ei häikäisty LED-numeroiden kirkkauden takia. (Via Traffic Controlling GmbH, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Nopeusnäyttö toimii 12V lyijyhyytelökudalla, jonka kapasiteetti on 22Ah. Toiminta-aika yhdellä latauksella riippuu tehtävien havaintojen määrästä ja sääolosuhteista. Käyttöohjeessa valmistajan esimerkkilaskelma kuvaa akun kestoa seuraavasti – laitteen tehdessä havaintoja 25 % ajasta 16 päivä- ja 8 yötunnin aikana, tulisi 22Ah akun kestää noin kaksi viikkoa. (Via Traffic Controlling GmbH, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

### 3.5.3 Hallinta

Tuotteen hallinnointi tapahtuu Viacloud -pilvipalvelun avulla. Pilvipalvelua voi käyttää internet-selaimella. Pilvipalvelun avulla käyttäjä pystyy hallitsemaan kaikkia nopeusnäyttöjä, joiden käsittelyyn käyttäjälle on annettu oikeudet laitteiden sijainnista riippumatta.

Pilvipalvelun avulla käyttäjän voi seurata laitteen sijaintia kartalla ja tarkkailla akun tilaa. Pilvipalvelussa käyttäjä voi myös asettaa laitteelle erilaisia parametrejä käyttötarkoitukseen sopivaksi. Parametreillä voidaan säätää muun muassa seuraavia asioita:

- pienin ja suurin näytettävä nopeus näytöllä
- missä nopeudessa näytöllä näytettävän nopeuden väri muutetaan vihreästä punaiseksi
- missä nopeudessa näytöllä vilkutetaan tienkäyttäjän nopeutta tehostamaan välitettävää viestiä
- symbolien käyttö välitettävän viestin tehostamiseen (Kuva 9)
- aktiivisen toimintatilan ajastaminen
- kerätäänkö dataa molempiin suuntiin suuntautuvalla liikenteellä vai saapuvalta.

Parametrejä hyödyntämällä voidaan nopeusnäyttö säätää sopivaksi työmaakohtaisiin tarpeisiin. Pilvipalveluun voi laitteelle tehdä useita parametrejä valmiiksi, jos laitetta siirretään työmaalla eri nopeusrajoitusalueella sijaitsevaan paikkaan tai alueen nopeusrajoitusta muutetaan töiden mukaan. Työmaalla on mahdollista myös vaihtaa käytettävää ennalta-asetettua parametriä suoraan laitteen fyysisestä kytkimestä.

Kuva 9. Nopeusnäytön symbolit (Trafino Oy, 2023)



Nopeusnäytön voi yhdistää myös käyttäjän älypuhelimeen Bluetooth-yhteyden avulla. Älypuhelimeen ladattavalla ViaApp -sovelluksella käyttäjä pystyy yhdistettäessä valittuun nopeusnäyttöön muuttamaan tämän parametrejä ja valitsemaan käytettävät parametrit vastaavasti kuten pilvipalvelussa. Lisäksi sovelluksen kautta voi ladata laitteen keräämän raakadatan.

### 3.5.4 Liikennedata

Nopeusnäytön työmaalta keräämästä datasta on mahdollista jalostaa raportointityökalun avulla tilapäisten liikennejärjestelyjen kannalta hyödyllisiä kokonaisuuksia. Raportointityökalun avulla laitteen keräämä raakadata saadaan vietyä kaavio- tai taulukkomuotoiseksi käyttäjän määrittämällä rajauksilla (Kuva 10). Datasta voi esimerkiksi tarkastella tuntikohtaisesti keskinopeuksia tai ylinopeuksia, joiden avulla voidaan arvioida tilapäisten liikennejärjestelyjen toimivuutta (Liite 1). Liikennemäärästä saatavalla tiedolla voidaan seurata sekä arvioida päivä- ja tuntikohtaisesti riskiä, joka työntekijöille muodostuu liikenteestä ja sen avulla ajoittaa vaativat työt hiljaisempiin ajankohtiin. Pilvipalvelussa on lisäksi mahdollisuus konvertoida liikennedatata suoraan Excel -muotoisiksi raporteiksi ilman raportointityökalua, sekä seurata sitä reaaliajassa.

Kuva 10. Raportointityökalu (Via Traffic Controlling GmbH, 2024)

Nopeusnäytön keräämää dataa voidaan käytännössä siirtää viiveettä taulukoitavaksi halutulta aikajaksolta. Näin ollen dataa voisi olla mahdollista hyödyntää esimerkiksi työmaan viikkopalaverissa havainnollistamaan työmaan läpikulkevan liikennevirran nopeuksia ja määriä. Jatkuvalle viikoittaisella seurannalla työmaan keston ajan voidaan saavuttaa turvallisuuden kannalta merkittäviä huomioita. Liikennemäärien tai nopeuksien muuttuminen suuresti viikkotasolla voi paljastaa työmaalla muuttuneen liikennetilanteen. Esimerkiksi tilapäisiä liikennejärjestelyjä mukautettaessa työmaan tarpeisiin voidaan datan perusteella tehdä huomioita uusien järjestelyjen toimivuudesta. Liikennemäärien merkittävät muutokset saattavat kertoa esimerkiksi muiden työmaiden takia liikennevirtojen ohjautumisen tarkasteltavalle työmaalle, jonka johdosta on tärkeää arvioida ovatko järjestelyt riittävän laadukkaat vastaamaan lisääntyneen liikennevirran luomaan riskiin.

### **3.5.5 Hyödyntäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä**

Nopeusnäytön ensisijainen hyöty tilapäisissä liikennejärjestelyissä syntyy sen suorasta vaikutuksesta, eli tienkäyttäjälle tiedottamisesta tämän ylittäessä nopeusrajoituksen. Esimerkiksi rutinoituneelta työmatkalaiselta saattaa jäädä huomioimatta tavanomaisen reittinsä nopeusrajoituksen muuttuminen, mutta paikalle tuotu nopeusnäyttö ja sen antama informaatio saattaa kiinnittää henkilön huomion ja antaa mahdollisuuden korjata virheellinen toiminta kannustamalla siihen annettavien viestien välityksellä.

Digitaalisen valvonnan kannalta nopeusnäytöstä saatava hyöty syntyy kerätyn datan kautta. Dataa analysoimalla on mahdollista todeta liikennemääriä tietyömaalla, sekä niiden nopeuksia. Työmaan läpimenevän liikennevirran nopeudet osaltaan välittävät tietoa tilapäisten liikennejärjestelyjen laadusta. Nopeuksien ollessa tavoitetilaa korkeampia tai hitaampia voidaan tätä pitää indikaattorina tilapäisten liikennejärjestelyjen toiminnallisuuden puutteesta. Esimerkiksi keskimääräisen nopeuden verrattuna nopeusrajoitukseen ollessa toivottua korkeampi on vastuussa olevien henkilöiden hyvä pohtia mahdollisia lisäjärjestelyjä, jolla nopeuksia voitaisiin tiputtaa turvallisen työskentelyn takaamiseksi. Vastaavasti liikenteen nopeuksien ollessa liian alhaiset voidaan päätellä, että tilapäisten liikennejärjestelyjen toiminnallisuus ei ole kunnossa.

## **3.6 Analyysimatriisi**

Analyysimatriisissa (Liite 2) tilapäiset liikennejärjestelyt jaettiin viiteen eri tarkastelukategoriaan. Tarkastelukategoriat ovat tilapäiset liikennemerkkit ja liikennevalot,

varoitusvilkut, sulkulamellit, sekä toiminnallisuus. Valitut tarkastelukategoriat perustuvat tässä opinnäytetyössä tutkittavien digitaalisten tuotteiden mahdollistamiin valvontakeinoihin.

Analyysimatriisissa tarkastellaan kategoriakohtaisesti seuraavat seikat:

- lakien ja ohjeistusten velvoitukset
- tarkastuksien nykykäytäntö
- vikojen ja puutteiden aiheuttamat riskit
- perinteisen valvonnan havainnot
- perinteisen valvonnan haasteet
- digitaalisen valvonnan havainnot
- digitaalisen valvonnan haasteet.

Valittujen seikkojen avulla on tarkoitus muodostaa havainnollistava kokonaisuus lakiperustan vaatimuksista ja valvonnan nykykäytännöistä. Tämän jälkeen analyysimatriisissa tarkastellaan digitaalista- ja perinteistä havainnointia liikennejärjestelyittäin, sekä arvioidaan järjestelyissä esiintyvien puutteiden aiheuttamia riskejä.

Analyysimatriisin tarkoitus on helpottaa tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnan kokonaisuuden hahmottamista. Se toimii myös pohjana yhdessä muun materiaalin kanssa tämän opinnäytetyön seuraavassa alaluvussa, jossa tavoitteena on hahmottaa miten digitaalinen valvonta voitaisiin integroida osaksi tilapäisten liikennejärjestelyjen laadunvalvontaa.

### **3.7 Digitaalisen valvonnan integroiminen osaksi tilapäisten liikennejärjestelyjen laadunvalvontaa**

#### **3.7.1 Digitaalisten tuotteiden asema tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnassa**

Tässä opinnäytetyössä tutkittavien digitaalisten tuotteiden tarkoitus ei ole täydellisesti korvata ihmisen tekemää fyysistä valvontaa, vaan toimia fyysistä valvontaa tukevana tekijänä lisäten työmaiden turvallisuutta siellä työskenteleville ja läpi kulkevalle liikenteelle. Työmailla on PKS-ohjeen (2024, s. 20) mukaan oltava tilapäisistä liikennejärjestelyistä vastuullinen henkilö, jonka täytyy pitää liikennejärjestelyt kunnossa. Pelkällä fyysisellä valvonnalla tilapäisissä liikennejärjestelyissä esiintyvien puutteiden ja vikojen havainnointi viivästyä, mikä saattaa johtaa työmaalla erilaisiin riskitilanteisiin. Digitaalisten tuotteiden avulla saadaan

havaittavista kriittisistä puutteista ja vioista ilmoitus viipymättä vastuulliselle henkilölle ja hänellä on mahdollisuus aloittaa korjaavat toimenpiteet välittömästi.

Luvussa 2 käsitelty laki- ja ohjeperusta velvoittaa järjestämään turvalliset työskentelyolosuhteet ja työnantajaa olemaan perillä teettämänsä työn riskeistä ja jatkuvasti kehittämään turvallisempia olosuhteita muun muassa kehittyvää tekniikka hyödyntäen. Digitaaliset tuotteet kuuluvat osaksi kehittyvää tekniikkaa ja niiden avulla työturvallisuus työmailla kohenee, kun tietoa työmaan tilasta on jatkuvasti saatavilla ilman tarvetta fyysiselle vierailulle työmaalla.

Digitaalisten tuotteiden käytöllä voidaan vähentää turhaa työtä ja lisätä ympäristöystävällisyyttä työmailla. Intellitagin avulla laajoilla työmailla ei tarvitse kiertää tarkastamassa jokaista yksittäistä liikennemerkkiä, vaan liikenteenohjauslaitteiden status voidaan tarkastaa web-portaalista. Seuraamalla akkukäyttöisten laitteiden jäljellä olevaa jännitettä etävalvomalla, akkujen vaihdot voidaan tehdä tarpeen mukaan. Tämä on selkeä parannus nykyiseen tietyin väliajoin tehtäviin vaihtoihin. Työn aikana ilmeni, että työmailla koetaan erityisen haastavaksi akkukäyttöisten tuotteiden akkujen vaihtamisen oikea ajoittaminen. Työmailla tarve liikenteenohjauslaitteen akun vaihtoon saatetaan havaita vasta siinä vaiheessa, kun akun jännite laskee alle minimijännitteen ja laite lakkaa toimimasta. Esimerkiksi tilapäisissä liikennevaloissa kuvattu tilanne on merkittävä turvallisuusriski, koska liikennevirrat lähtevät ohjautumaan ei toivotulla tavalla ja saattavat ajautua konfliktiin toistensa ja työmaalla liikkuvien työntekijöiden kanssa. Akkuvahdilla tämä esiintyvä turvallisuusriski voidaan poistaa, koska Akkuvahdi lähettää hälytyksen ennen minimijännitteeseen laskua ja työmaalla voidaan tähän ilmoitukseen perustuen hoitaa liikenteenohjauslaitteiden akkujen vaihdot.

Näin ollen voidaan pitää perusteltuna digitaalisten tuotteiden tuomista osaksi tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa. Digitaalisilla tuotteilla tilapäisiä liikennejärjestelyjä pystytään valvomaan jatkuvasti. Vastaavanlaista valvontaa ei ole realistista järjestää ihmisen tekemänä.

### **3.7.2 Tilapäisten liikennejärjestelyjen kokonaisuus digitaalisten tuotteiden kanssa**

Urakoitsijan on tärkeää tunnistaa jo urakan suunnitteluvaiheessa tarve pysyvien liikennejärjestelyjen muuttamiseen työskentelyn vuoksi, mikä luo tarpeen tilapäisille liikennejärjestelyille. Tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnitteluun perehtyneen henkilön tulisi tulevaisuudessa suunnitellessaan toteutusta pystyä arvioimaan miltä osin digitaalista

valvontaa voidaan työmaalla hyödyntää. Tämä edellyttää digitaalisen valvonnan yleistymistä työmailla ja tietoisuuden lisääntymistä digitaalisen valvonnan mahdollisuuksista.

Tilapäisiä liikennejärjestelyjä sijoittaessa työmaalle on tärkeää ihmisen fyysisesti todeta seuraavat seikat:

- liikennemerkkit ja sulkulamellit ovat ehjiä ja heijastavia
- liikennevalot ja varoitusvilkut toimivat tarkoitetulla tavalla
- kaikki liikenteenohjauslaitteet jalustoineen on suunnattu ja asennettu ohjeiden mukaan varmistaen esteettömyyden.

Mainittujen seikkojen ollessa puutteellisia aiheuttavat ne työmaalle riskejä, joita digitaalisella valvonnalla ei pystytä havainnoimaan. Fyysisesti on myös hyvä havainnoida työmaalla mahdollisesti sijaitsevien liikennevirtojen risteämiskohtien toiminnallisuutta ja näkemäalueita.

Yllä mainittujen asioiden ollessa kunnossa, voidaan digitaalista valvontaa hyödyntää turvallisen kokonaisuuden varmistamisessa työmaalla osana työmaan valvontakäytäntöjä. Vioista ja puutteista viiveettömällä tiedonsiirrolla työmaan liikennejärjestelyistä vastaavalle taholle saadaan tehostettua nykyisin käytössä olevien valvontakeinojen MVR- ja TLJ-mittarin viiveitä puutteiden havainnoinnissa. Akkukäyttöisten tuotteiden akkujen tilan jatkuva seuraaminen ja hälytys kriittisellä tasolla varmistaa, että tuotteiden virta ei pääse loppumaan kesken käytön.

### **3.7.3 Digitaalisten tuotteiden kehittämiskohteet**

Työn aikana tutkittavissa tuotteissa on havaittu kehityskohteita. Jotta digitaalisten tuotteiden käyttö osana valvontaa yleistyisi Suomessa, tulisi tuotteiden käyttämisestä saada merkittävää hyötyä tai helpotusta nykyisiin valvontakeinoihin nähden. Integroimisen onnistumisen perustana toimii vaivattomuus käyttäjälle, tuotteiden käytön luoma lisäarvo valvontaan ja fyysisen valvontatarpeen vähentäminen.

Intellitagin osalta työssä tutkittavassa ensimmäisessä versiossa hälytys syntyy, kun sensorit tunnistavat liikenteenohjauslaitteen kaatumisen, mutta myös oikean suuntauksen muuttuessa olisi hyödyllistä saada tästä tieto etävalvontaan. Liikenteenohjauslaitteiden osalta on keskeistä, että ne viestivät tarkoitetulle liikennevirrälle haluttua asiaa. Kääntyessään niiden luettavuus tarkoitetusta suunnasta saattaa muodostua mahdottomaksi ja pahimmassa tapauksessa viestitään virheellistä tietoa väärälle liikennevirrälle. Intellitagin

uudemmassa versiossa on kääntymisen seuranta lisätty tuotteeseen. Uudempaa versiota ei ole käytössä tässä työssä. (Ramudden, henkilökohtainen tiedonanto, 2024).

Luvussa 3.3.1 todettiin Akkuvahdin valmistajan ilmoittamaksi käyttölämpötilaksi  $-10^{\circ}\text{C}$  –  $+40^{\circ}\text{C}$ . Suomen talviolosuhteissa on tavanomaista toisinaan lämpötilan laskeminen alle  $-10^{\circ}\text{C}$ , joten tämä saattaa aiheuttaa talvikaudella haasteita Akkuvahdin toimivuudelle. Työn aikana tähän asiaan pyydettiin käyttäjäkokemuksia Ruotsin Ramuddenin Business Development Manager Sebastian Andersonilta. Häneltä tiedusteltiin toimiiko Akkuvahdi alle  $-10^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa, ja jos toimii niin miten pakkasen vaikuttaa laitteeseen. Hänen kokemuksensa mukaan Akkuvahdi toimii ainakin vielä  $-20^{\circ}\text{C}$  –  $-30^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa, mutta siitä suuremmilla pakkasilla toiminnasta ei ole varmuutta ja ainakin toiminta-aika pienenee (Sebastian Andersson, henkilökohtainen tiedonanto, 2024). Andersonin sähköpostiviestin perusteella voidaan olettaa, että Akkuvahdi toimii Suomen talviolosuhteissa pääsääntöisesti moitteettomasti, koska Suomen ja Ruotsin ilmastot ovat samankaltaiset. Alle  $-30^{\circ}\text{C}$  pakkaset ovat kummassakin maassa harvaan asuttua pohjoisinta osaa lukuun ottamatta harvinaisia.

Kaikki tässä työssä tutkittavat tuotteet toimivat eri web-portaaleissa. Nopeusnäytön osalta asia selittyy eri valmistajalla sekä erilaisella käyttötarkoituksella. Yhdistämällä Intellitag ja Akkuvahdi yhteiseen HRS:n web-portaaliin olisi mahdollista muodostaa parempi käyttäjäkokemus, kun tuotteiden valvonta tapahtuisi saman alustan kautta ja sitä kautta olisi helpompi seurata digitaalisen valvonnan muodostamaa kokonaisuutta työmaalla. Yhteinen web-portaali on tällä hetkellä kehityksessä ja siirtyminen siihen tulisi tapahtua vuoden 2025 aikana (Ramudden, henkilökohtainen tiedonanto, 2024). Akkuvahdi ja Intellitag voisivat hyötyä myös älypuhelimien kehitettävästä sovelluksesta. Sovelluksen avulla nyt hälytyksiin käytettävistä SMS-viesteistä voitaisiin päästä eroon korvaamalla ne push-ilmoituksilla, jonka avaamalla käyttäjälle aukeaisi heti tarkat tiedot hälyttävästä laitteesta ja sijainti kartalla. Käyttäjäkokemus muodostuu sovelluksen avulla paremmaksi, kun käyttäjällä on mahdollisuus mobiililaitteellaan hallita ja seurata kokonaisuutta.

## **4 Asiantuntijahaastattelut**

### **4.1 Haastattelututkimuksen lähtökohdat**

Osana opinnäytetyötä toteutettiin asiantuntijahaastatteluja, jossa haastateltavina oli tilapäisten liikennejärjestelyjen parissa toimivia ammattilaisia. Haastateltavien työnkuvaan sisältyy liikennejärjestelyistä vastaamista, työnjohtamista, suunnittelua, valvontaa,

tarkastamista sekä yleisesti laaja-alaista toimintaa tilapäisten liikennejärjestelyjen prosessin eri tehtävissä. Haastateltavat omasivat merkittävää kokemusta Suomessa toteutetuista suurista rakennusprojekteista, kuten Kruunusillat, Raide-Jokeri, Tampereen ratikan ensimmäinen osa ja E18 Hamina – Vaalimaa -hanke. Haastatteluissa tavoitteena oli kerätä tietoa haastateltavien vastuulla olevien työmaiden tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnan nykytilasta, havaintotyypeistä, sekä miten työssä käsiteltävien digitaalisten tuotteiden luomat valvontakeinot koetaan sopiviksi käytäntöön. Haastattelun lajityyppinä toimi puolistrukturoitu haastattelu, jonka runko on liitteessä 3.

Haastatteluista ilmeni luvussa 2.5 käsitellyt valvontakeinot ovat merkittävässä roolissa haastateltavien työmailla. Näiden valvontakeinojen lisäksi haastatteluissa selvisi havaintoja tilapäisistä liikennejärjestelyistä saatavan seuraavin keinoin:

- työmaan yleinen havainnointijärjestelmä
- asukaspalautteet
- suunnittelijakerrokset
- kuntatasolla tiemestarin tarkastukset.

Työmaan yleisessä havainnointijärjestelmässä käsitellään kaikkia työmaahan liittyviä havaintoja ja sinne saattaa tulla havaintoja myös tilapäisistä liikennejärjestelyistä. Asukaspalautteiden kautta syntyy huomioita seikoista, joita ei välttämättä suunnittelussa ole osattu huomioida. Suunnittelijakerroksilla tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelusta vastaavat kiertävät työmaan läpi tarkastaen heidän näkökulmastaan työmaan tilapäiset liikennejärjestelyt. Tiemestari toimii kuntatasolla ja näin ollen hoitaa tienpitäjän puolesta heidän hallinnoimillaan teillä tilapäisten liikennejärjestelyjen toteutuksen valvontaa.

## 4.2 Haastattelututkimuksen tulokset

Yleisimmät puutteet kokemusten mukaan liittyvät työmaan rajauksessa käytettäviin raskassuojauksiin, aitoihin, pysäköintiin, koulureitteihin sekä ristiriitaisiin tiemerkintöihin ja liikennemerkkeihin. Tämän työn näkökulmasta erityisesti liikennemerkkeihin liittyvät puutteet ovat mielenkiintoisia, koska niitä pystytään Intellitagin avulla havainnoimaan.

Liikennemerkkeihin liittyviä havaintotyyppisiä mainittiin seuraavasti:

- väärä korkeus tai sijainti
- väärät merkit, jotka jääneet esimerkiksi edellisistä järjestelyistä

- pyörähtämiset ja väärään suuntaan osoittamiset.

Näistä pyörähtämiset ja väärään suuntaan osoittamiset ovat usein sidonnaisia ilkivaltaan. Liikennemerkkien asentaminen oikealle korkeudelle ja oikeiden merkkien sijoittaminen työmaalle ovat selkeästi fyysisesti valvottavia asioita, mutta sijainnin ja pyörähtämisten havainnoinnissa Intellitag voisi välittää tietoa työnjohtoon. Pyörähtämisen havainnoinnin osalta käytössä tulee olla laitteen uudempi malli, joka pystyy havainnoimaan myös kääntymisen.

Haastateltavat olivat pääosin samaa mieltä, että akuuteista turvallisuuspuutteista saadaan työmailla käytössä olevilla valvontakeinoilla nopeasti tietoa ja niiden korjaaminen pystytään priorisoimaan heti tiedon tullessa. Eräs haastateltava nosti esiin työmailla saattavan esiintyä välinpitämättömyyttä ilmeneviä turvallisuuspuutteita kohtaan. Tällaisilla työmailla havaintoja tehdään, mutta niiden korjaaminen voi jäädä hoitamatta, koska Suomessa on rajalliset keinot puuttua välinpitämättömyyteen. Kuntien oikeutta keskeyttää työnteko turvallisuuspuutteiden johdosta tulisi käyttää nykyistä useammin, jotta tällainen toiminta saataisiin loppumaan ja lisäksi puuttumiseen tulisi saada lisää keinoja. Nopeusrajoituksista piittaamattomuus koettiin riskiksi erityisesti moottori- ja maanteillä, koska kaupunkimaisessa ympäristössä nopeudet ovat lähtökohtaisesti matalia johtuen infrasta ja muusta liikenteestä. Haastatteluista kuitenkin selkeästi ilmeni, että myös kaupunkimaisessa ympäristössä tilapäisten liikennejärjestelyjen suojaustyyppejä valittaessa täytyy jatkuvasti huomioida suunniteltua kovempien nopeuksien riskit.

Työssä tutkittavien digitaalisten tuotteiden hyödyntämisessä työmaiden tilapäisten liikennejärjestelyjen valvonnassa tuli haastateltavilta monia hyödyllisiä huomioita ja ajatuksia. Intellitagin luomat hälytykset liikenteenohjauslaitteiden kaatumisista koettiin hyödyllisiksi maantieteellisesti laajoilla työmaa-alueilla, kuten esimerkiksi moottori- ja maanteillä. Laajoilla työmaa-alueilla valvonnan mainittiin olevan huomattavasti tiivistä työmaata työllistävempää ja etävalvonta liikenteenohjauslaitteiden osalta koettiin positiiviseksi. Kaupunkeihin sijoittuvien työmaiden osalta liikenteenohjauslaitteiden mahdolliset kaatumiset pystytään huomioimaan työntekijöiden toimesta nopeasti ja niitä voidaan käydä nostamassa ylös viipymättä. Lisäksi kaupunkiympäristössä tilapäisiin liikennejärjestelyihin liittyvien liikenteenohjauslaitteiden määrä on lukumäärällisesti niin suuri, että kokonaisvaltaista etävalvontaa ei koettu realistiseksi toteuttaa. Kaupunkeihin sijoittuvilla työmailla Intellitag voisi tuoda valvontaan lisäarvoa havainnoimalla työmaan uloimpia merkkejä ja liikenteenohjauslaitteiden kääntymiä, joka laitteen uudemmassa versiossa on olemassa. Akkuvahdi koettiin haastateltavien keskuudessa pääosin erittäin hyödylliseksi. Eräs haastateltava mainitsi työmaillaan

akkukäyttöisten tuotteiden vaihtotarpeen havaittavan aina vasta silloin kun tuotteet lakkaavat toimimasta. Toinen haastateltava kertoi kokemuksestaan, jossa työmaalla varmuuden vuoksi vaihdettiin akkuja laitteisiin useamman kerran viikossa. Erityisesti moottori- ja maanteillä Akkuvahti olisi hyvä työkalu varmistamaan liikenteenohjauslaitteiden toimivuuden, koska näillä alueilla toimimattomuus aiheuttaa erityisen suuria riskejä. Toisaalta haastatteluissa huomioitiin myös kaupunkimaisessa ympäristössä usein olevan mahdollisuus liittää tuotteet verkkovirtaan ja tätä kautta välttää akkukäyttöisten tuotteiden käyttäminen tilapäisissä liikennejärjestelyissä.

Liikennedataraportin ei koettu juurikaan hyödyttävän tilapäisten liikennejärjestelyjen toiminallisuuden onnistumisen arvioimista töiden käynnistyttyä. Tietona voisi olla kiinnostavaa nähdä miten nopeusrajoituksen muutos vaikuttaa liikenteen nopeuksiin, mutta suoranaista hyötyä siitä ei tunnistettu. Eräs haastateltava mainitsi kokevansa kerätyn tiedon tukevan ennemminkin tilapäisten liikennejärjestelyjen suunnittelua alueelle. Käytännössä siis nopeusnäyttö voisi olla keräämässä dataa ennen tilapäisten liikennejärjestelyjen käynnistymistä ja olla tukemassa niiden mitoittamista oikein perustuen tutkittuun tietoon. Yksi haastateltavista nosti esiin nopeusnäyttöön liittyvänä riskinä, että se saattaa liikennesäännöistä piittaamattomia kuljettajia innostaa ajamaan jopa kovempaa, jotta saavat näytölle mahdollisimman suuren nopeuden. Työssä tutkittavissa nopeusnäytöissä on kuitenkin huomioitu haastateltavan mainitsema riski. Nopeusnäytöt näyttävät liikenteelle nopeuksia vain käyttäjän määrittämään nopeuteen asti, jotta ne eivät kannusta impulsiiviseen toimintaan.

Huomiona yhdessä haastattelussa nousi lisäksi esiin Intellitagin potentiaali materiaalinhallinnassa, joka isoissa projekteissa on erittäin työllistävää. Kiinnittämällä Intellitag valvottavaksi valittuun liikenteenohjauslaitteeseen, se luo mahdollisuuden myös työmaan ulkopuolella seurata varastossa olevia määriä liikenteenohjauslaitteista. Liikenteenohjauslaitteita tosin on yleensä yrityksillä erittäin suuria määriä käsiteltävänä ja nykymuotoisella Intellitagilla ei ole realistista valvoa jokaista näistä, minkä täydellinen materiaalinhallinta vaatisi. Pienemmässä mittakaavassa Intellitag voi luoda hyödyllistä dataa materiaalin määrästä ja sen sijainnista yrityksille. Toisena huomiona Intellitag osalta toivottiin mahdollisuutta mallintaa karttapalveluun kuvallisesti valvottava liikennemerkki. Tämän nähtiin hyödyttävän kommunikointia työnjohdon ja työntekijän välillä, kun työnjohto pystyy välittämään sijainnin lisäksi helposti myös oikean kuvan merkistä. Suomessa käytössä olevat liikennemerkit ovat tulossa uuteen kehitteillä olevaan portaaliin (Ramudden, henkilökohtainen tiedonanto, 2024).

## 5 Työn tulokset

Työn ensimmäinen tutkimuskysymys oli: millaisen kokonaisuuden lait ja ohjeet muodostavat tilapäisiin liikennejärjestelyihin Suomessa. Vastaus ensimmäiseen kysymykseen rakentuu luvun 2 teoriaperustan avulla. Yhtä selkeää kokonaisuutta tähän ei Suomessa ole muodostettu, vaan tilapäisten liikennejärjestelyjen veloitteet rakentuvat useiden eri lakien ja ohjeiden kautta, jotka määrittävät tilapäisten liikennejärjestelyjen eri osapuolille omat vastualueensa. Vastuualueiden kautta osapuolille muodostuu tarve luvittaa, toteuttaa ja valvoa tilapäisiä liikennejärjestelyjä turvallisen työn ja liikkumisen takaamiseksi alueella, jossa vakituisia liikennejärjestelyjä joudutaan muuttamaan. Tienpitäjällä, rakennuttajalla ja urakoitsijalla on omien vastuualueidensa kautta yhteisvastuullinen velvoite varmistaa tilapäisten liikennejärjestelyjen parissa työskentelevien ja niiden vaikutusalueella liikkuvien turvallisuus. Työturvallisuuslain huolehtimisvelvoite edellyttää työturvallisuuden jatkuvaa kehittämistä ottaen huomioon tekniikan kehittymisen, joka luo selkeän perustan tilapäisten liikennejärjestelyjen digitaalisen valvonnan käyttöönotolle ja kehittämiselle Suomessa.

Toinen tutkimuskysymys oli: miten digitaalista valvontaa voidaan hyödyntää osana tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa Suomessa. Vastaus kysymykseen muodostuu työn empiirisessä osuudessa. Digitaalisen valvonnan avulla voidaan täydentää ja osittain parantaa fyysisellä valvonnalla tehtäviä toimenpiteitä, sekä vapauttaa fyysisen valvonnan resursseja yksittäisten liikenteenohjauslaitteiden tarkastelusta laajempaan valvontaan. Digitaalinen valvonta mahdollistaa tiettyjen kriittisten puutteiden havainnoinnin ilman vasteaikaa puutteiden ilmetessä, joka ei ole fyysisin valvontakeinoin realistista saavuttaa. Nykyään työaikojen ulkopuolella tilapäisiä liikennejärjestelyjä ei juurikaan valvota, mutta digitaalisella valvonnalla seuranta saadaan jatkuvasti myös viikonloppuisin ja pyhinä, minkä seurauksena puutteisiin tulisi kyetä reagoimaan nopeasti päivystäjän toimesta. Nykyään käytettävät valvontamittarit edellyttävät jokaisen liikenneohjauslaitteen havainnointia yksittäin, mikä on paljon liikenteenohjauslaitteita sisältävillä työmailla merkittävän työllistävää. Etävalvonnalla mittareiden kautta tehtävää liikenteenohjauslaitteiden fyysistä valvontaa tulisi voida vähentää nykyisestä. Esimerkiksi työmaan viikkotarkastuksissa voisi liikenteenohjauslaitteiden fyysiset tarkastukset toteuttaa kerran tai kaksi kuukaudessa perustuen etävalvonnan raporttiin liikenteenohjauslaitteiden statuksesta.

Eheän kokonaisuuden muodostaminen digitaalisen- ja fyysisen valvonnan välille vaatii ymmärrystä työmaakohtaisesta ympäristöstä. Tässä työssä digitaalista valvontaa tarkasteltiin erityisesti Kruunusillat-hankkeen kontekstissa. Hanketta toteutetaan keskeisellä sijainnilla Helsingissä, joka Suomen mittakaavassa on uniikki ympäristöltään suhteutettuna

liikennemääriin. Ympäristöstä johtuen hankkeessa tarvitaan liikenteenohjauslaitteita määrällisesti merkittävästi enemmän kuin tavanomaisesti. Jokaisen liikenteenohjauslaitteen valvominen digitaalisesti ei tällaisessa ympäristössä ole mielekästä tai tarpeellista, koska työn aikana ilmeni suorittavaa työtä tekevien pystyvän havainnoimaan ja korjaamaan työskentelyalueellaan esiintyviä kriittisiä turvallisuuspuutteita järjestelyissä.

Kaupunkimaisessa ympäristössä on myös usein edellytykset välttää akkujen käyttö tilapäisten liikennejärjestelyjen liikenteenohjauslaitteissa liittämällä ne verkkovirtaan. Digitaalisella valvonnalla voidaan kuitenkin tällaisessakin ympäristössä saavuttaa hyötyjä, koska fyysinen valvonta työmaalla on erittäin työllistävää. Intellitagia voi hyödyntää työmaan aktiivisen työskentelyalueen ulkopuolella sijaitsevien ja turvallisuuden kannalta kriittisten liikenteenohjauslaitteiden valvonnassa. Aktiivisen työskentelyalueen ulkopuolella sijaitsevat merkit ovat usein työmaan kannalta olennaisia varoittaen liikennevirtoja tulevasta työmaasta ja ilmoittaen työmaan nopeusrajoituksen. Tiiviissä kaupunkiympäristössä turvallisuuden näkökulmasta on keskeistä, että saapuva liikennevirta on tietoinen näistä seikoista. Näiden fyysinen havainnointi on työllistävämpää toteuttaa kuin välittömässä työskentelyympäristössä sijaitsevien liikenteenohjauslaitteiden. Kaupunkimaisessa ympäristössä liikennemerkkeihin kohdistuva ilkeä on myös yleistä. Turvallisuuden kannalta kriittisten merkkien kääntelyn havainnointi Intellitagin uudemmalla versiolla tulisi helpottaa tähän puuttumista. Mikäli liikenteenohjauslaitetta ei ole mahdollista liittää verkkovirtaan luo Akkuvahdi turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Akkuvahdilla varmistetaan liikenteenohjauslaitteen toimintavarmuus ja akkujen turhista varmuuden vuoksi tehtävistä vaihdoista päästään eroon. Muutamia kertoja vuodessa järjestettävät TLJ-mittari kierrokset, joissa fyysisesti tarkastetaan kaikki järjestelyt ovat erinomainen keino toteuttaa valvontaa Kruunusillat-hankkeen kokoluokan projektissa, eikä näitä ole syytä korvata digitaalisella valvonnalla. Digitaalinen valvonta tällaisessa ympäristössä voi vapauttaa resursseja viikoittaisesta- ja päivittäisestä valvonnasta toiminnallisuuden havainnointiin ja järjestelyjen hienosäätöön, koska tarvetta yksittäisten liikenteenohjauslaitteiden valvontaan saadaan karsittua.

Tällä hetkellä sopusointuisin kokonaisuus digitaalisen- ja fyysisen valvonnan välille voidaan muodostaa maan- tai moottoritietöyömaalle, joka jakautuu maantieteellisesti laajalle alueelle. Tämän tyyppisellä työmaalla liikenteenohjauslaitteita on määrällisesti vähemmän käytössä kuin kaupungeissa, joten Intellitageilla tulisi pystyä kattamaan prosentuaalisesti suurempi osa työmaan liikenteenohjauslaitteista. Tällaisilla työmailla on myös tyypillisempää turvautua akkukäyttöisiin liikennejärjestelyihin, koska sijainnista riippuen verkkovirtaan laitteiden liittäminen saattaa olla mahdotonta. Näin saadaan muodostettua kokonaisvaltainen etävalvonta ja tilannekuva työmaalta, jonka seurauksena fyysistä valvontaa voidaan siirtää

pois liikenteen muodostamalta vaaravyöhykkeeltä. Tällaisilla työmailla nopeudet ovat korkeampia kuin taajamissa, minkä takia on keskeistä liikenteenohjauslaitteiden jatkuva toiminta ja fyysisen valvonnan minimointi liikenteen seassa. Etävalvonta tällaisella työmaalla mahdollistaa fyysisen valvonnan painopisteen keskittämisen toiminnallisuuden havainnointiin, kun resursseja ei tarvitse käyttää jatkuvasti laajalle levittyvän työmaan jokaisen liikenteenohjauslaitteen havainnointiin. Tämän tyyppisellä työmaalla TLJ-mittarilla toteutettava kokonaisvaltainen tilapäisten liikennejärjestelyjen fyysinen mittarointi muutaman kerran vuoden aikana yhdistettynä jatkuvaan etävalvontaan muodostaa toisiaan tukevan kokonaisuuden, joka täyttää lakiperustassa vaaditun laatutason paremmin kuin pelkkä fyysinen valvonta. Toiminnallisuuden arvioimista tukemassa nopeusnäytöstä tulisi myös olla hyötyä. Nopeusnäytön viestinnän hyödyntäminen aktiivisen työskentelyn aikana työntekijöiden liikkua alueella, tulisi patistaa kuljettajia noudattamaan työmaan nopeusrajoitusta. Mikäli nopeudet eivät tästä huolimatta pysy toivotulla tasolla, voisi nopeusnäytön keräämää dataa työmaan ylinopeuksista hyödyntää esimerkiksi hidasteiden suunnittelussa alueelle tai perusteltaessa poliisille tarvetta kohdentaa heidän resurssiaan kyseisen työmaan liikennevalvontaan.

## 6 Yhteenveto

Työskentely liikenteen seassa on vaaraa aiheuttava tekijä, minkä vuoksi tilapäisiä liikennejärjestelyitä tarvitaan suojaamaan työntekijöitä sekä tienkäyttäjiä. Suomessa tilapäisten liikennejärjestelyjen vaadittu laatutaso muodostuu useiden eri lakien ja viranomaisohjeistusten muodostamasta kokonaisuudesta. Vaalittava laatutaso edellyttää koko työmaan ajan pitämään liikenteenohjauslaitteet toiminnassa ja asetettuna tarkoituksenmukaisella tavalla, ja toteuttamaan kunnossapitotarkastukset työmaalla viikoittain. Tällä hetkellä tilapäisten liikennejärjestelyjen kunnossapidon valvonta toteutetaan MVR- ja TLJ-mittareilla sekä päivittäisellä havainnoinnilla, jotka ovat fyysisesti toteutettavia mittauksia tietyin määräajoin. Turvallisen työskentelyn ja liikkumisen takaamiseksi työmaalla olisi kuitenkin merkittävää, että tilapäisissä liikennejärjestelyissä esiintyvät viat ja puutteet pystyttäisiin korjaamaan viiveettä. Digitaalisen valvonnan avulla työmaita on mahdollista tarkkailla jatkuvasti, sekä ohjata ilmoituksia vioista ja puutteista niistä työmaalla vastaavalle henkilölle heti kun puutteet ilmenevät. Tällä tavoin on mahdollista reagoida vikoihin ja puutteisiin merkittävästi fyysisistä valvontaa nopeammin. Digitaalisella valvonnalla tulisi myös pystyä vapauttamaan liikenteenohjauslaitteiden päivittäiseen- ja viikoittaiseen havainnointiin kuluvia fyysisiä resursseja toiminnallisuuden tarkasteluun ja järjestelyjen hienosäätämiseen.

Työssä tutkittavat digitaaliset tuotteet tuottavat jatkuvaa seurantaan työmaalta ja tekevät mahdolliseksi etävalvonnan. Etävalvonnalla saavutetaan hyötyjä, joita pelkästään fyysisellä havainnoinnilla ei pystytä saavuttamaan. Akkukäyttöisissä tuotteissa akkujen vaihdot voidaan optimoida tarvepohjaiseksi Akkuvahdin tuottaman datan ansiosta ja voidaan varmistua liikenteenohjauslaitteiden akkujen riittävydestä, jotta ne toimivat tarkoituksenmukaisella tavalla. Intellitag luo hälytyksen havaitessaan sen valvoman liikenteenohjauslaitteen kaatumisen, minkä avulla korjaavat toimenpiteet voidaan aloittaa välittömästi. Nopeusnäyttö antaa suoran hyödyn toimimalla työmaan nopeusrajoituksen vahvikkeena ja lisäksi sen avulla voidaan kerätä dataa liikennemääristä ja niiden nopeuksista.

Työmaan tilapäisiä liikennejärjestelyjä perustettaessa on keskeistä, että niiden suunnittelijoilla on riittävä ymmärrys liikenneteknisistä seikoista sekä laki- ja ohjeperustasta, jotka määrittävät suunnitteluun ja toteutukseen vaadittavan laatutason. Tilapäisiä liikennejärjestelyjä sijoitettaessa työmaalle on tärkeää fyysisesti todeta liikenteenohjauslaitteiden olevan tarkoituksenmukaisessa kunnossa ja toimivia. Tämän lisäksi asentajilla tulee olla ymmärrys ohjeiden vaatimuksista liikenteenohjauslaitteiden suuntaamisesta ja asentamisesta jalustoille oikein, jotta tilapäisiä liikennejärjestelyjä asennettaessa ei tapahdu virheitä, joita digitaalisella valvonnalla ei voida huomioida. Laadukkaasti toteutettuihin tilapäisiin liikennejärjestelyihin on mielekästä yhdistää digitaalinen valvonta. Digitaalisella valvonnalla pystytään havainnoimaan tiettyjä vikoja ja puutteita nopeammin kuin fyysisen valvonnan mittareilla, ja sillä voidaan vapauttaa fyysisen valvonnan resursseja yksittäisten liikenteenohjauslaitteiden havainnoinnista laajemman toiminnallisuuden tarkasteluun. Tämän perusteella fyysistä- ja digitaalista valvontaa integroimalla yhdeksi valvontaprosessiksi voidaan saavuttaa turvallisempia työmaita työntekijöille ja tienkäyttäjille.

Ehein kokonaisuus tällä hetkellä digitaalisen- ja fyysisen valvonnan välille voidaan muodostaa maan- ja moottoriteille maantieteellisesti laajalle alueelle sijoituville työmaille. Tällaisessa ympäristössä tulisi pystyä muodostamaan työmaan kokonaisvaltainen etävalvonta. Kokonaisvaltainen etävalvonta yhdistettynä TLJ-mittarilla toteutettavaan kattavaan tilapäisten liikennejärjestelyjen fyysiseen havainnointiin muutaman kerran vuodessa luo toisiaan täydentävän kokonaisuuden. Tällä kokonaisuudella voidaan toteuttaa lakien ja ohjeiden määräyksiä tilapäisten liikennejärjestelyjen ylläpidosta merkittävästi kattavammin kuin pelkällä fyysisellä valvonnalla.

Suomi on edelläkävijä digitalisaation hyödyntämisessä yhteiskunnan eri osa-alueilla, mutta tilapäisissä liikennejärjestelyissä sitä ei toistaiseksi ole hyödynnetty. Työn aikana ilmeni

selkeitä hyötyjä digitaalisten tuotteiden integroimisesta osaksi tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaa, joten sen puolesta yleistyminen työmailla tulisi olla vain ajan kysymys. Tosin yleistyminen vaatii selkeästi tietoisuuden lisääntymistä tuotteista ja niiden mahdollisuuksista työmailla tilapäisten liikennejärjestelyjen parissa toimivien henkilöiden keskuudessa. Työn kuluessa käydyissä keskusteluissa esiintyi toisinaan epäluuloisuutta digitaalisia tuotteita ja niiden mahdollisuuksia kohtaan, mikä osittain varmasti johtui tietämättömyydestä digitaaliseen valvontaan liittyen. Mikäli digitaalinen valvonta onnistutaan integroimaan saumattomaksi osaksi työmaiden valvontaa lähivuosina, voivat hyödyt pidemmällä aikavälillä olla erittäin merkittäviä. Teknologia kehittyy tällä hetkellä jatkuvasti suurin harppauksin, joten voidaan olettaa myös tilapäisten liikennejärjestelyjen valvontaan tarkoitettujen tuotteiden osalta uusia innovaatioita ja kehittymistä tulevina vuosina. Aloittamalla nyt niiden luomien mahdollisuuksien huomioiminen valvonnassa saadaan kehittyvä teknologia integroitua valvontaan kivuttomasti, koska teknologian käyttäminen on ehtinyt muodostumaan tavanomaiseksi prosessiksi osaksi valvontaa.

Tämä opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen toteuttaa, koska aihe on erittäin ajankohtainen ja Suomessa käyttöönotto tuotteiden osalta vasta käynnistymässä. Opinnäytetyön aikana keräsin laaja-alaisesti tietoa aiheeseen liittyen erilaisista lähteistä, joita muun muassa oli lait, ohjeet, tuoteselosteet, käyttöohjeet, käytännön toiminta, työmaavierailut, tilapäisten liikennejärjestelyjen havainnointiin osallistuminen, asiantuntijahaastattelut sekä monet työn aikana käydyt keskustelut. Muodostuneiden lopputulosten tulisi näin ollen olla luotettavia. Tosin muodostetussa sopusointuisimmassa kokonaisuudessa maan- ja moottoritietöyömaalle täytyy huomioida, että käytännön valvontaa tällaisessa ympäristössä ei työn aikana toteutettu, vaan tämä perustuu työn aikana muodostuneeseen ajatukseen tämänhetkisestä parhaasta kokonaisuudesta. Mielenkiintoinen jatkotutkimuskohde voisi olla tällaiseen ympäristöön suunniteltava työmaapilotti, jossa työmaan liikenteenohjauslaitteiden valvonta toteutettaisiin täysin etävalvontana fyysisen valvonnan rinnalla. Tällaisen työmaapilotin avulla tulisi olla arvioitavissa voidaanko maan- ja moottoriteillä tapahtuva liikenteenohjauslaitteiden fyysinen valvonta siirtää etävalvonnan piiriin. Työn kuluessa saatu palaute sidosryhmiltä on ollut rakentavaa ja hyödyllistä, mikä on luonut perustan kattavalle työlle. Oma ammatillinen osaamiseni tästä aihealueesta on kehittynyt saadun palautteen ja työhön paneutumisen ansiosta merkittävästi. Haluankin lämpimästi kiittää kaikkia työn asiantuntijahaastatteluihin, työssä edesauttaneita henkilöitä, sekä sidosryhmiä heidän osallistumisestaan ja avustaan tässä opinnäytetyössä.

## Lähteet

Asetus tieliikenneasetuksen muuttamisesta 328/1994.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940328>

Blom, H. (n.d.). *News: Ramudden*. <https://www.ramuddengroup.com/news/ramudden-goes-digital-for-safer-work-sites/>

Highway Resource Solutions Ltd. (2024). *About Us*.

<https://www.highwayresource.co.uk/about/>

Highway Resource Solutions Ltd. (2024). *My Workzones* [kuvat 3 & 6].

INFRA ry & Työterveyslaitos. (2017). *MVR-mittari*. [https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/01/mvr-mittari\\_fi\\_a5\\_24092017-1\\_web.pdf](https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/01/mvr-mittari_fi_a5_24092017-1_web.pdf)

Jalonen, O. (2023). *Työnaikaisten liikennejärjestelyiden arviointimittarin käyttökelpoisuuden arviointi ja jatkokehitystarpeet* [pro gradu -tutkielma, Aalto-yliopisto].

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202303262596>

Joutsenvirta, A. (2009). *Doppler-ilmio*.

<https://web.uniarts.fi/akustiikka/indexef95.html?id=19&la=fi>

Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780669>

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä 503/2005.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503>

Pekonen, M. (2023). *TLJ-mittarin ohjeistuksen kehittäminen ja käyttöönotto Kruunusillat allianssissa* [opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023061223546>

PKS-kaupungit. (2024). *YLEISTEN ALUEIDEN KÄYTTÖ, TILAPÄISET LIIKENNEJÄRJESTELYT JA KATUTYÖT*.

[https://www.hel.fi/static/hkr/luvat/pks\\_kaivutyoohje.pdf](https://www.hel.fi/static/hkr/luvat/pks_kaivutyoohje.pdf)

Ramudden. (2023). *Tietoa meistä*. <https://www.ramudden.fi/Meista/tietoa-meista/>

Ramudden Digital. (2024). *Products & Services* [kuva 1].

<https://www.ramuddendigital.com/products-and-services/digital-supervision/smart-battery-lid/>

Ramudden. (n.d.). *Digital product: Smart Battery*.

<https://www.ramudden.fi/globalassets/products/fin/smart-battery-english.pdf>

Tieliikennelaki 729/2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729>

Trafino Oy. (2023). *Viasis Mini* [kuvat 7 & 9].

<https://trafinoshop.fi/images/Viasis%20Mini%20nopeusn%C3%A4ytt%C3%B6%20esite%202023-T7270010.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. (n.d.). *Yritysten liiketoiminnan digitalisaatio*.

<https://tem.fi/yritysten-liiketoiminnan-digitalisaatio>

Työturvallisuuslaki 738/2002. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

Via Traffic Controlling GmbH. (n.d.). *About: Via Traffic Controlling*.

<https://www.viatraffic.com/en/company/about-via-traffic-controlling/>

Via Traffic Controlling GmbH. (2024). *Viagraph* [kuva 10].

Väylävirasto. (2018). *Sulku- ja varoituslaitteet*.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo\\_2018-02\\_sulku\\_varoituslaitteet\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-02_sulku_varoituslaitteet_web.pdf)

Väylävirasto. (2021). *Liikenne tietyömaalla - Tienrakennustyömaat*.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2021-11\\_tienrakennustyomaat\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-11_tienrakennustyomaat_web.pdf)

## Liite 1. Raportointityökälulla jalostettua liikennedataa



## Mittausten määrä

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

## Keski- ja maksiminopeus

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

## Nopeusprosenttipiste

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

## Ajoneuvojen määrä

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

## Taulukko

[Tulostaulukko](#)

## Nopeus jako (Pylväs)

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

## Nopeus jako (Kakku)

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

## Nopeus jako (Linjat)

[Kaavio](#)  
[Taulukko](#)

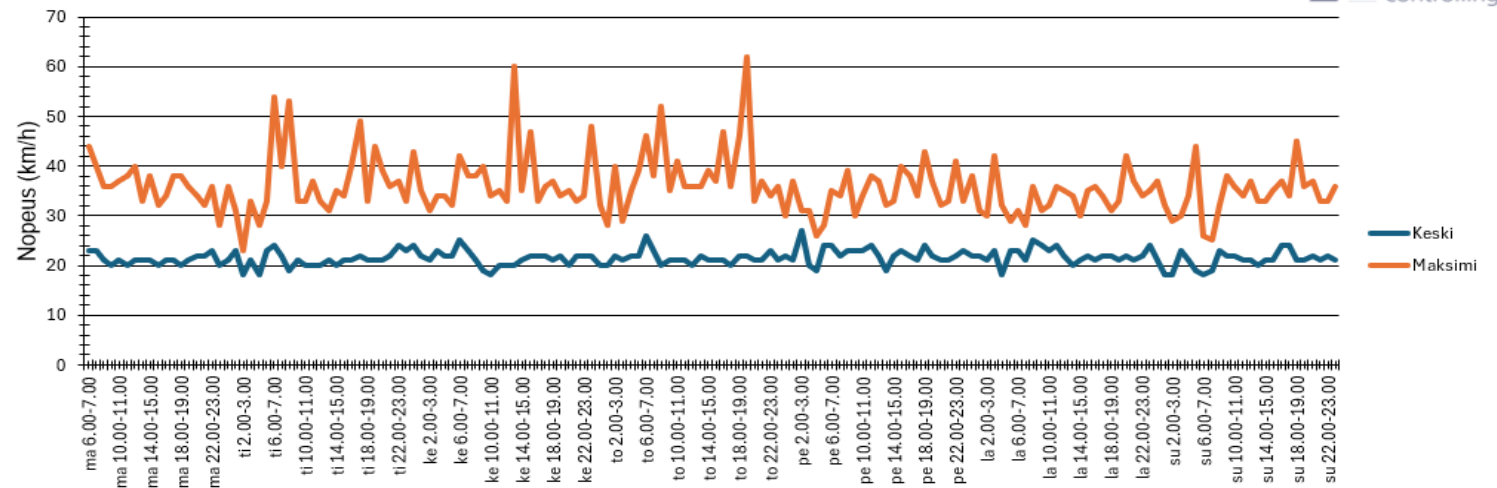
## Nopeus jako (Taulukko)

[Taulukko](#)

## Raakadata

[Taulukko](#)

## Sekvenssi Keski- ja maksiminopeus



Mittausaika		maanantai 17. kesäkuuta 2024,6.00 - maanantai 24. kesäkuuta 2024,0.00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	5,04 %	25882	2289	21	62	27
KVL	339					
KVL	123735					
Mittauksen suunta	Saapuva					
Vastuullinen:	RAMUDDEN NAYTTO 1					
Kommentti:	Dan analysointi oppinäytetyö					
Paikkatieto:						
Saapuvan liikenteen suunta:						
Poistuvan liikenteen suunta:						

## Liite 2. Analyysimatriisi

Tilapäinen liikennejärjestely	Lakien ja ohjeistusten velvoitukset	Tarkastuksien nykykäytäntö	Vikojen ja puutteiden aiheuttamat riskit	Fyysisellä valvonnalla havainnoitavat	Fyysisen valvonnan haasteet	Digitaalinen valvonta hyödyt	Digitaalinen valvonta haasteet
<b>Liikennemerkkit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koko työmaan keston ajan asetettuna tarkoituksenmukaisella tavalla</li> <li>• Havaitut puutteet tulee korjata viipymättä</li> <li>• Väyläviraston ja PKS-ohjeiden mukaan työmaalla tulee olla järjestelyihin nimetty vastuuhenkilö, joka huolehtii valojen kunnosta jatkuvasti. Tarkastustiheys vähintään kerran viikossa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MVR-mittarissa jokaisesta liikennemerkistä havainto tarkastuksen yhteydessä (viikoittain)</li> <li>• TLJ-mittarissa jokaisesta liikennemerkistä havainto tarkastuksen yhteydessä (1–4 kertaa vuodessa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työmaa jää tienkäyttäjältä ennakoimatta</li> <li>• Ylinopeudet</li> <li>• Eksymiset ja siitä seuraava epätietoisuus</li> <li>• Liikenteen toimimattomuus suunnitelulla tavalla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunto</li> <li>• Sijainti</li> <li>• Suuntaus</li> <li>• Tarkoituksenmukaisuus</li> <li>• Havainnot puuttuvista merkeistä</li> <li>• Havainnot ylimääräisistä merkeistä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Havainnointi keskittyy sitä varten suunnattuihin työmaakerroksiin</li> <li>• Työmaakerroksilla havaintoja tehdään myös kunnossa olevista liikennemerkkeistä</li> <li>• Työllistävää ja aikaa vievää, kun merkkejä työmaalla paljon</li> <li>• Liikenteen seassa tehtävät tarkastukset turvallisuusriski</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jatkuva seuranta</li> <li>• Hälytykset kaatumisesta</li> <li>• Sijainti</li> <li>• Web-portaalissa mahdollisuus seurata työmaan merkkien muodostamaa kokonaisuutta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ei havainnoi merkin kunnossa tapahtuvia muutoksia esimerkiksi ilkvallan tai sääolosuhteiden johdosta</li> <li>• Ei havainnoi onko merkki suunnattu liikenteenohjauksellisesti oikein</li> </ul>

Tilapäinen liikennejärjestely	Lakien ja ohjeistusten velvoitukset	Tarkastuksien nykykäytäntö	Vikojen ja puutteiden aiheuttamat riskit	Fyysisellä valvonnalla havainnoitavat	Fyysisen valvonnan haasteet	Digitaalinen valvonta hyödyt	Digitaalinen valvonta haasteet
<b>Liikennevalot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koko työmaan keston ajan toiminnassa ja asetettuna tarkoituksenmukaisella tavalla</li> <li>• Väyläviraston ja PKS-ohjeiden mukaan työmaalla tulee olla järjestelyihin nimetty vastuuhenkilö, joka huolehtii valojen kunnosta jatkuvasti. Tarkastustiheys vähintään kerran viikossa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MVR-mittarissa jokaisesta liikennevalosta havainto tarkastuksen yhteydessä (viikoittain)</li> <li>• TLJ-mittarissa jokaisesta liikennevalosta havainto tarkastuksen yhteydessä (1-4 kertaa vuodessa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liikenteen toimimattomuus suunnitellulla tavalla</li> <li>• Liikennevirtojen yhteentörmäykset, jotka aiheuttavat peruuttelua ja väistelyä</li> <li>• Liikennevirrat pääsevät väärään aikaan työmaan läpi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunto</li> <li>• Sijainti</li> <li>• Toimivuus</li> <li>• Tarpeellisuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akun vaihdot määrääjoin tuottaa turhia vaihtoja ja unohdettaessa toimintavarmuus vaarantuu</li> <li>• Liikenteen seassa tehtävät tarkastukset turvallisuusriski</li> <li>• Havainnointi keskittyy sitä varten suunnattuihin työmaakerroksiin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sijainti</li> <li>• Akun tilan jatkuva seuranta</li> <li>• Hälytykset törmäyksistä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Havainnoi valojen toimivuutta vain akun tilan kannalta.</li> <li>• Ei pysty havainnoimaan liikennevalo-ohjelman toimivuutta</li> </ul>

Tilapäinen liikennejärjestely	Lakien ja ohjeistusten velvoitukset	Tarkastuksien nykykäytäntö	Vikojen ja puutteiden aiheuttamat riskit	Fyysisellä valvonnalla havainnoitavat	Fyysisen valvonnan haasteet	Digitaalinen valvonta hyödyt	Digitaalinen valvonta haasteet
<b>Sulkulamellit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koko työmaan keston ajan asetettuna tarkoituksenmukaisella tavalla</li> <li>• Havaitut puutteet tulee korjata viipymättä</li> <li>• Väyläviraston ja PKS-ohjeiden mukaan työmaalla tulee olla järjestelyihin nimetty vastuuhenkilö, joka huolehtii valojen kunnosta jatkuvasti. Tarkastustiheys vähintään kerran viikossa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MVR-mittarissa sulkulamellit havainnoidaan tarkastuksen yhteydessä alueittain (viikoittain)</li> <li>• TLJ-mittarissa sulkulamellit havainnoidaan yhtenä kokonaisuutena aluekohtaisesti tarkastuksen yhteydessä (1–4 kertaa vuodessa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eksymiset ja siitä seuraava epätietoisuus</li> <li>• Liikenteen toimimattomuus suunnitellulla tavalla</li> <li>• Tienkäyttäjän ajautuminen työkoneiden sekaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunto</li> <li>• Sijainti</li> <li>• Suuntaus</li> <li>• Havainnot puuttuvista lamelleista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liikenteen seassa tehtävät tarkastukset turvallisuusriski</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jatkuva seuranta</li> <li>• Hälytykset kaatumisesta</li> <li>• Sijainti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ei realistista valvoa jokaista yksittäistä lamellia digitaalisesti</li> <li>• Ei havainnoi lamellin kunnossa tapahtuvia muutoksia esimerkiksi ilkvallan tai sääolosuhteiden johdosta</li> <li>• Ei havainnoi onko lamelli suunnattu liikenteenohjauksellisesti oikein</li> </ul>

Tilapäinen liikennejärjestely	Lakien ja ohjeistusten velvoitukset	Tarkastuksien nykykäytäntö	Vikojen ja puutteiden aiheuttamat riskit	Fyysisellä valvonnalla havainnoitavat	Fyysisen valvonnan haasteet	Digitaalinen valvonta hyödyt	Digitaalinen valvonta haasteet
<p><b>Toiminnallisuus</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PKS-ohje toteaa kadunpitäjän velvollisuudeksi huolehtia, että yleisellä alueella tapahtuvat työt eivät haittaa alueen varsinaista käyttötarkoitusta</li> <li>Kunnossapito laki velvoittaa urakoitsijan tuottamaan suunnitelman tilapäisistä liikennejärjestelyistä. Urakoitsijaa sitoo muun muassa valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) valvomaan järjestelyjä ja pitämään ne turvallisina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kunnossapitolaki antaa tienpitäjälle urakoitsijan selvitykseen pohjautuen määräysvallan työn suorittamiseen liittyen liikenteen sujuvuuden, turvallisuuden ja esteettömyyden näkökannasta haitan vähentämiseksi</li> <li>TLJ-mittarissa havainnoidaan toiminnallisuuden onnistumista (1–4 kertaa vuodessa)</li> <li>MVR-mittari havainnoi kulkuteitä omina alueinaan, mutta ei käytännön toiminnallisuutta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toimimaton liikenne, joka voi johtaa tienkäyttäjien riskinottoihin esimerkiksi risteyksissä</li> <li>Infrastruktuurin mahdollistamat ylinopeudet</li> <li>Ruuhkautumisesta johtuva töiden hankaloituminen</li> <li>Liikenteen ohjautuminen ei tarkoitetuille reiteille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liikenteen toimivuuden seuraaminen</li> <li>Puutteiden havaitseminen kokonaisuudessa</li> <li>Liikennevirtojen kohtaamiset risteyksialueilla</li> <li>Esteettömyyden havainnointi</li> <li>Väylien riittävän koon liikenteelle havainnointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liikenteen seassa tehtävät havainnoinnit turvallisuusriski</li> <li>Havainnointi keskittyy sitä varten suunnattuihin työmaakerroksiin</li> <li>Työllistävää ja aikaa vievää</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liikennedatan kerääminen jatkuvasti</li> <li>Datasta pystyy poimimaan käsiteltäväksi halutun ajankohdan tiedot</li> <li>Datasta mahdollista jalostaa tietoja ajoneuvomääristä ja nopeuksista</li> <li>Tukee arviointia toimivuudesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kerättävä data tulee analysoida, josta voidaan tehdä johtopäätöksiä toiminnallisuudesta</li> <li>Analysista ei välttämättä suoraan voi tulkita miksi toiminnallisuus ei ole toivotulla tasolla, vaan vaatii perinteistä seurantaa</li> <li>Ei havainnoi risteyksialueiden toiminnallisuutta</li> </ul>

Tilapäinen liikennejärjestely	Lakien ja ohjeistusten velvoitukset	Tarkastuksien nykykäytäntö	Vikojen ja puutteiden aiheuttamat riskit	Fyysisellä valvonnalla havainnoitavat	Fyysisen valvonnan haasteet	Digitaalinen valvonta hyödyt	Digitaalinen valvonta haasteet
<b>Varoitusvilkut</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koko työmaan keston ajan toiminnassa ja asetettuna tarkoituksenmukaisella tavalla</li> <li>• Väyläviraston ja PKS-ohjeiden mukaan työmaalla tulee olla järjestelyihin nimetty vastuuhenkilö, joka huolehtii valojen kunnosta jatkuvasti. Tarkastustiheys vähintään kerran viikossa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MVR-mittarissa jokaisesta liikenteenohjauslaitteesta havainto tarkastuksen yhteydessä (viikoittain)</li> <li>• TLJ-mittarissa jokaisesta liikenteenohjauslaitteesta havainto tarkastuksen yhteydessä (1–4 kertaa vuodessa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulku- ja varoituslaitteiden huomioimattomuudesta johtuvat äkinäiset jarrutukset ja väistöliikkeet</li> <li>• Mahdolliset törmäykset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunto</li> <li>• Toimivuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akun vaihdot määrääjain tuottaa turhia vaihtoja ja unohdettaessa toimintavarmuus vaarantuu</li> <li>• Liikenteen seassa tehtävät tarkastukset turvallisuusriski</li> <li>• Havainnointi keskittyy sitä varten suunnattuihin työmaakerroksiin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sijainti</li> <li>• Akun tilan jatkuva seuranta</li> <li>• Hälytykset törmäyksistä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Havainnoi vilkkujen toimivuutta vain akun tilan kannalta</li> </ul>

### **Liite 3. Haastattelurunko**

#### **Tausta:**

1. Miten työtehtäväsi liittyvät tilapäisiin liikennejärjestelyihin?
2. Miten tilapäisten liikennejärjestelyiden valvonta on toteutettu tällä hetkellä työmaallanne?

#### **Valvonta:**

3. Minkä tyyppisiä puutteita valvonnan kautta havaitaan tilapäisissä liikennejärjestelyissä?
4. Onnistutaanko nykyisellä valvonnalla mielestäsi reagoimaan riittävän nopeasti puutteisiin turvallisen työmaan varmistamiseksi?
5. Onko työmaan nopeusrajoitusten noudattamatta jättäminen aiheuttanut vaaratilanteita työmaallanne? Kuinka usein?

#### **Digitaalisella valvonnalla havainnointi:**

6. Olisiko työssäsi / työmaallanne hyötyä tilapäisten liikennejärjestelyjen digitaalisesta valvonnasta, jonka avulla työmaalta voidaan saada hälytyksiä esimerkiksi kaatuneista liikenteenohjauslaitteista tai akkukäyttöisten tuotteiden akun vaihtoajankohta saavuttaessa?
7. Hyödyttäisikö työmaalta saatava viikoittainen liikennedataraportti (liikennemäärät ja nopeudet) tilapäisten liikennejärjestelyjen onnistumisen arvioimista?

## **Liite 4. Aineistonhallintasuunnitelma**

### **1. Tutkimusaineiston tallennus ja säilytys**

Tutkimusaineistoa säilytetään salasanalla suojatussa opiskelijan henkilökohtaisessa tietokoneessa. Aineisto varmuuskopioidaan Hämeen ammattikorkeakoulun pilvipalvelimelle.

Mikäli tutkimusaineistoon kuuluu luottamuksellista tai arkaluontoista dataa se säilytetään luottamuksellisella alueella Wihi-palvelussa. Alustavasti tälle ei kuitenkaan ole tarvetta.

Opinnäytetyössä mahdollisesti käytettäviä muiden keräämiä aineistoja käsitellään kunnioittaen aineiston käyttöehtoja ja alkuperä, tekijät ja lähteet ilmoitetaan Hämeen ammattikorkeakoulun lähdeviittausohjeistuksen mukaisesti työstä löytyvässä lähdeluettelossa.

### **2. Henkilötietojen ja arkaluontoisten tietojen käsittely**

Työssä ei alustavasti käsitellä henkilötietoja eikä arkaluontoisia tietoja.

### **3. Opinnäytetyöaineiston omistajuus**

Työstä syntyvät aineistot ja tulokset omistaa toimeksiantaja Ramudden Oy.

### **4. Opinnäytetyöaineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen**

Tutkimusaineistoa ei jatkokäytetä. Opinnäytetyön tekijä on vastuussa aineiston tietoturvalisesta säilyttämisestä vuoden ajan hyväksymispäivästä, jonka jälkeen aineisto hävitetään tietoturvalisesti.