



Metsätehon raportti 244
21.12.2017

Tilannekuva ja automatisoitu tiedontuotanto metsäsektorin kuljetuksista

Pirjo Venäläinen
Antti Raatevaara
Ilari Pihlajisto
Markus Melander
Petri Hienonen
Jarmo Hämäläinen
Markus Strandström

ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)

METSÄTEHO OY
Vernissakatu 1
01300 Vantaa

www.metsateho.fi

Tilannekuva ja automatisoitu tiedontuotanto metsäsektorin kuljetuksista

Pirjo Venäläinen
Antti Raatevaara
Ilari Pihlajisto
Markus Melander
Petri Hienonen
Jarmo Hämäläinen
Markus Strandström

ISSN 1796-2374 (Verkkójulkaisu)

© Metsäteho Oy

TIIVISTELMÄ.....	3
1 JOHDANTO.....	4
1.1 Pilotin tausta ja tavoitteet.....	4
1.2 Pilotin toteutusvaiheet ja toteuttajat	5
2 PILOTIN TIEDONKERUUN JA -JAKAMISEN VAIHEET JA MENETELMÄT.....	7
2.1 Tiedonkeruu	7
2.1.1 Tietotyypit.....	7
2.1.2 Tiedonkeruun menetelmät ja laitteisto	7
2.2 Tiedon siirto ja säilyttäminen.....	9
2.3 Tiedon validointi ja analysointi	9
2.4 Tiedon esittäminen ja haku karttakäyttöliittymän kautta	13
3 PILOTIN AIKANA KERÄTTY JA ANALYSOITU TIETO	17
3.1 Pilotissa analysoidun tiedon kuvaus ja arviointi	17
3.2 Yhteenveto	31
4 TIETOJEN HYÖDYNNETTÄVYYS TOIMIJOIDEN PROSESSEISSA.....	35
4.1 Tietojen hyödyntäminen Liikenneviraston ja ELY-keskusten tienpidon prosesseissa	35
4.2 Tietojen hyödyntäminen metsäsektorin tienpitoon ja kuljetuksiin liittyvissä prosesseissa	37
4.3 Muut toimijat	39
4.4 Yhteenveto tietotarpeista	39
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET	41
LÄHTEET.....	44

TIIVISTELMÄ

Liikenneviraston, Metsäteho Oy:n ja Vionice Oy:n pilotissa testattiin automaattista tiestötiedon keruuta ja tiestön olosuhteiden ja kunnan ajantasaisen tilannekuvan esittämistä. Pilotin tavoitteena oli kehittää uudenlaisia tiedonkeruumenetelmiä tiestön täsmäkunnossapidon ja samalla metsäsektorin kuljetusten suunnittelun tueksi.

Tiestötiedon keruu toteutettiin 20 matkapuhelimella, jotka oli kiinnitetty puutavarayhdistelmien ja metsäsektorin toimihenkilöiden ajoneuvojen tuulilaseihin. Viominer-sovelluksen avulla puhelimet keräsivät tiestöstä video- ja anturidataa ja välittivät sen käsiteltäväksi konenäkö- ja sensorianalyysillä. Analyysitulokset esitettiin karttakäyttöliittymässä.

Pilotissa kerättiin tietoa tiestön keliolosuhteista (lumisuus, jäisyys, märkyys, lumi- ja vesisade), kelirikko-tilanteesta, tiestön yleiskunnosta ja heitoista sekä liikennemerkeistä. Kerätyn ja analysoidun tiedon hyödynnettävyyttä liikenneviranomaisten prosesseissa ja metsäsektorin kuljetuksissa arvioitiin ohjausryhmän työpajoissa ja pilottiorganisaatioiden haastatteluissa.

Kelitetöiden keräämistä ja konenäkökoulutusta helpotti se, että keliaineistoa oli saatavissa kattavasti eri alueilta ja ajankohdilta. Jatkokehitystarpeita on konenäön koulutuksessa eri talvihoitoluokkien tarpeisiin. Konenäkötuloksia on tarpeen ainakin konenäkömallin koulutusvaiheessa täydentää muilla tavoin kerätyillä kelitiedoilla (esim. lämpötilatieto ja muut ajoneuvon CAN-välätiedot). Joukkoistettu tiedonkeruu varsinkin alemmalla tieverkolla, jolla tiesääsemaverkko puuttuu, tuo herätteitä talvikunnossapidon täsmäsuunnittelulle. Tiedontuotannon tulee kuitenkin olla hyvin laajaa, jotta ajantasaista kelitietoa syntyy tarpeeksi.

Kelirikko-tilanteesta kerättiin sekä video- että anturidataa. Aineistoa ei lievän kelirikko-tilanteen takia syntynyt pilotin aikana tarpeeksi. Uudet työkalut nopeasti vaihtelevan kelirikko-tilanteen havainnollistamiseksi sekä valtion alemmalla tieverkolla että yksityistieverkolla ovat kuitenkin tarpeellisia.

Anturidatan pohjalta muodostettiin yleisarvio tieverkon kunnosta 20 metrin välein. Kuntoarvolle on tarpeen laatia omat asteikot tieluokittain. Anturidata toimii hyvin myös pistemäisten kunto-ongelmien (heitot, kuopat, kivet) herätteenä. Anturidataa täydentävä kuva-aineisto auttaa tilanteen ja tarvittavien toimenpiteiden arvioinnissa.

Joukkoistettu tiestötiedon keruu osoittautui pilotin aikana toimivaksi ja jo lyhyelläkin aikajänteellä käyttöönotettavaksi ratkaisuksi. Pilotin jatkotoimenpidetarpeiksi tunnistettiin mm. 1) kerätyn tiestötiedon integrointi tienpidon ja kuljetussuunnittelun järjestelmiin, 2) eri lähteistä joukkoistettua tiestötietoa yhdistävän palvelualustan pilotointi ja 3) joukkoistamalla kerätyn tiedon pelisääntöjen ja liiketoimintamallien kehittäminen.

1 JOHDANTO

1.1 Pilotin tausta ja tavoitteet

Yleisen ja yksityisen tieverkon ylläpito kohtaa samantyyppisiä haasteita. Tieinfrastruktuuri vanhenee ja on varsinkin syrjäisemmillä seuduilla hyvin eri-ikäistä. Resurssit tiestön ylläpitoon vähenevät. Tarve tiestön yhtenäisen laatutason varmistamiselle lisääntyy liikennesektorin uudelleenorganisoiduessa. Ilmastonmuutos tuo yhä enemmän haasteita tiestön kunnolle.

Valtion alemman ja yksityistieverkon kuntoinventoinnin ja kunnossapidon laadunvalvonnan resurssit ovat rajalliset ja pystyvät kattamaan vain pienen osan tieverkkoa. Tiestön alueurakointia koskevat inventoinnit ovat murroksessa. Urakkaa edeltävistä laajoista ja kattavista varuste- ja laiteinventoinneista ollaan luopumassa. Inventoinnit ovat siirtymässä urakoitsijoiden tehtäväksi urakoiden aikana. Tiestön tilaa inventoidaan laajasti ja määrämuotoisesti lähinnä päällystetyllä tieverkolla. Soratieverkolla inventoidaan lähinnä keväisin runkokelirikon laajuus.

Suomen metsäsektori käyttää vuosittain noin 40 milj. m³ kotimaista puuta. Puusta 18 % toimitetaan tuotantolaitokselle junilla tai aluksilla, mutta silloinkin kuljetukseen sisältyy keskimäärin 50 km:n alkukuljetusmatka tiestöllä. Puutavaran autokuljetussuorite vuosittain on noin 4 000 milj. m³ km ja kustannukset yli 300 milj. €. (Strandström 2017).

Puunhankinta käsittää vuosittain hyvin suuren osan maan tieverkkoa. Suurin osa kuljetuksista lähtee yksityistieverkolta, jolloin myös alempaa tieverkkoa käytetään laajasti. Toisaalta kuljetusten tarkka lähtöpaikka vaihtelee jatkuvasti, mikä tuo haasteita varsinkin tiestön talvikunnossapidon kannalta. Kelirikko ja muut tiestön kuntopuutteet aiheuttavat metsäteollisuuden kuljetuksille mittavat lisäkustannukset¹.

Alemman ja yksityistieverkon kuntoinventoinnin ja kunnossapidon laadunvalvonnan resurssit ovat rajalliset ja pystyvät kattamaan vain pienen osan tieverkkoa. Tiestön alueurakointia koskevat inventoinnit ovat murroksessa. Urakkaa edeltävistä laajoista ja kattavista varuste- ja laiteinventoinneista ollaan luopumassa. Inventoinnit ovat siirtymässä urakoitsijoiden tehtäväksi urakoiden aikana. Tiestön tilaa inventoidaan laajasti ja määrämuotoisesti lähinnä päällystetyllä tieverkolla. Soratieverkolla inventoidaan lähinnä keväisin runkokelirikon laajuus.

Uudenlaiset tiedonkeruumenetelmät ja -prosessit ovat tarpeen inventoinnin kattavuuden ja kustannustehokkuuden parantamiseksi. Automaattisen tiedonkeruun, mobiilin tiedonsiirron ja avoimiin rajapintoihin perustuvan tiedonjakamisen kehittyessä tienpitoa tukevaa paikallista ja ajantasaista informaatiota pystytään tuottamaan yhä kattavammin ja edullisemmin. Joukkoistettu tiestö- ja olosuhdetietojenkeruu ja ko. tietojen avoin jakaminen eri toimijoille luovat uudenlaisia mahdollisuuksia ajantasaisen tilannekuvan luomiseen. Tämä puolestaan mahdollistaa tiedon hyödyntämistä tien kunnossapidon että metsäsektorin kuljetusten täsmäsuunnittelussa muuttuvien olosuhdeiden mukaisesti. Ajantasaisen tiestötiedon avulla voidaan parantaa liikenneturvallisuutta ja vähentää raskaan liikenteen aiheuttamia tiestövaurioita. Avoimesti jaettu tieto mahdollistaa myös uudenlaisten kaupallisten tietoa jalostavien palveluiden kehittämisen.

Tässä raportissa kuvattu pilotti toteutettiin osana Liikenneviraston hanketta ”Automaattisen tiedon tuotannon kokeilut tieverkon ennakoivassa kunnonhallinnassa ja rataverkon kunnan hallinnassa sekä liikenne- ja liikkumistietojen tuottamisessa” ja sen osahanketta 3 ”Kunnonhallinta ja

¹ PTT:n (Holm ym. 2015) arvion mukaan tiestön kuntopuutteet lisäävät metsäsektorin puukuljetusten kustannuksia 7 %.

tiestötietojen ylläpitojärjestelmän kehittäminen”. Pilotin tavoitteena oli 1) testata ja arvioida automaattisen tiedontuotannon menetelmiä tiestön kunnan ja olosuhteiden arvioinnissa sekä tilannekuvan luomisessa ja 2) tunnistaa mitä hyötyä saavutetaan metsäsektorin ammattilaisten joukkoistamalla muodostetun ajantasaisen tilannekuvan kautta sektorin kuljetuksien suunnittelulle sekä teiden kunnossapidon ja tienhoidon prosesseille. Pilotti kohdennettiin koskemaan valtion sorateita, joiden kunto on erityisen tärkeä kotimaan puukuljetuksille. Pilotissa kokeillut tiedonkeruumenetelmät ovat sovellettavissa myös yksityistieverkolle, jonka kunto ja olosuhteet vaihtelevat yleistä sorateieverkkoakin enemmän.

1.2 Pilotin toteutusvaiheet ja toteuttajat

Pilotissa metsäsektorin ajoneuvoihin kiinnitettiin matkapuhelimia, jotka keräsivät automaattisesti videodataa tiestöstä ja sen olosuhteista sekä anturidataa ajoneuvon liikkeistä. Lisäksi kuljettajat täydensivät tiedonkeruuta havaintopainikkeelta ja siihen liitettyllä ääniraportilla. Syntyneitä dataa jatkojalostettiin sekä jaettiin karttakäyttöliittymän kautta projektin osallistujille (Liikenneviraston, ELY-keskusten, metsäsektorin ja kuljetusyritysten edustajat). Kokeiltua menetelmää ja sen synnyttämää tietoa arvioitiin liikenneviranomaisten ja metsäsektorin eri prosessien näkökulmasta.

Pilotti toteutettiin seuraavissa vaiheissa:

1. Tiedonkeruusuunnitelman laatiminen ja tiedonkeruun valmistelu
2. Käyttöliittymäyhteyksien luominen palvelimelle
3. Automaattisen ja sitä täydentävän manuaalisen tiedonkeruun toteutus
4. Konenäköaineiston kerääminen ja koulutus
5. Syntyneen tiedon validointi
6. Videodatan jatkojalostaminen konenäköalgoritmeilla ja anturidatan signaalikäsittely
7. Datan esittäminen karttakäyttöliittymässä
8. Tietomateriaalin ja tiedonkäsittelyprosessin hyödyntämismahdollisuuksien arviointi ohjausryhmän työpajoissa ja pilottiorganisaatioiden haastatteluissa
9. Johtopäätösten ja toimenpidesuosituksen laatiminen.

Pilotin toteutuksesta vastasivat Metsäteho Oy (Pirjo Venäläinen, Antti Raatevaara, Jarmo Hämäläinen ja Markus Strandström) ja Vionice Oy (Ilari Pihlajisto, Markus Melander ja Petri Hienonen). Hankkeen ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Otto Kärki Liikennevirastosta. Muita ohjausryhmän jäseniä olivat Liikenneviraston Anu Kruth, Hanna-Mari Miettinen, Pekka Ovaska ja Tuomas Toivonen, Keski-Suomen ELY-keskuksen Marja Bäck, Timo Hyvönen, Petri Inkinen, Marja Laavisto, Hannu Onkila, Kai Paavola, Vesa Partanen ja Satu Pekkanen, Lapin ELY-keskuksen Tiina Salmi, Pohjois-Savon ELY-keskuksen Janne Lappalainen, Metsä Groupin Peter Pekkola ja Hannu Pirinen, Metsähallitus Metsätalous Oy:n Ari Siekinen, Metsäteollisuus ry:n Outi Nietola, Stora Enso Oyj:n Miika Näsi ja UPM-Kymmene Oyj:n Janne Kukkura. Joissakin kokouksissa käsiteltiin myös erillistä LogForce-pilottia, jolloin ohjausryhmään osallistuivat myös Trimble Forestryn Timo Mulju tai Kari Peltonen.

Tiedonkeruun toteuttivat kuljettajat ja toimihenkilöt pääosin metsäsektorin organisaatioissa: Aatto Silventoinen Oy, Autoyhtymä Valtonen Ky, Carement Oy, East-Team Oy / Kuljetus Kainulainen Oyj, Metsäkiito Oy, Jouko Peltoniemi Oy, Kuljetus Harri Väärälä Oy, Kuljetusliike O Malinen Oy, Kuljetus Saarivirta Oy, Markku Häyrinen Ky, Metsä Group, Metsähallitus Metsätalous Oy, Metsä-Multia Oy, Orpe Kuljetus Oy, P&A Trans Oy, Teuvo Kettunen Ky, Toiminimi P. Junnola, UPM-Kymmene Oy ja Veljekset Hannonen Oy. Lisäksi hankkeessa hyödynnettiin mm. Metsähallituksen toimittamaa kuva-aineistoa.

Pilotin toteuttajat kiittävät lämpimästi pilotin ohjausryhmään, tiedonkeruuseen ja lähtöaineiston toimittamiseen osallistuneita organisaatioita.

2 PILOTIN TIEDONKERUUN JA -JAKAMISEN VAIHEET JA MENETELMÄT

Tässä luvussa on kuvattu ja arvioitu pilotin toteutuksessa käytettyjä tiedon keruun, käsittelyn ja jakamisen menetelmiä sekä pilotin aikana syntyneitä kokemuksia ja ajatuksia niiden kehitystarpeista. Tiedonkeruu ja käsittely koostui seuraavista vaiheista:

1. tiedonkeruu matkapuhelimilla ja langattomilla napeilla
2. tiedonsiirto puhelimesta ja säilyttäminen palvelimella
3. tiedon validointi ja analysointi
4. tiedon esittäminen karttakäyttöliittymässä.

2.1 Tiedonkeruu

2.1.1 Tietotyypit

Pilotin aikana kerätyt tiestöä ja tiestön olosuhteita kuvaavat tietotyypit (taulukko 1) valittiin Liikenneviraston laatimasta tietotyyppilistasta niin, että

1. niiden arvioitiin soveltuvan parhaiten pilotissa kokeiltaviin tiedonkeruumenetelmiin ja
2. niiden merkitys oli tunnistettu tärkeäksi myös metsäsektorin kuljetuksille mm. Forest Big Data -hankkeessa (Venäläinen ym. 2016).

Taulukko 1. Pilotin aikana kerätyt ja analysoidut tietotyypit.

Kelitieto	Kelirikko (S)
Luminen/sohjoinen tie / peitossa / Lunta paljon	Pintakelirikko
Jäinen/märkä tie	Runkokelirikko
Lumisade/Vesisade	
Höylän jäljet lumessa	Maa- ja pintakivet (S)
Liikennemerkkit	Heitot
Kelirikko	Tien kunto (S)
Painorajoitus	Pölyävyys (S)*
	Muut tiestötiedot*

S = soratiet

*Kyseisiä tietotyyppiejä ei analysoitu konenäöllä tai anturidata-analyysillä, mutta ko. tietotyyppien analysointimahdollisuuksia konenäöllä tai anturidata-analyysillä arvioitiin pilotin ja Vionice Oy:n muiden projektien kokemusten pohjalta

Koska alemman tieverkon merkitys on suuri metsäsektorin kuljetuksille, pilotissa haluttiin korostaa tiedonkeruuta sorateillä. Kukin tietotyyppi on kuvattu tarkemmin luvussa 3.

2.1.2 Tiedonkeruun menetelmät ja laitteisto

Kokeilun aikana koottiin seuraavilla menetelmillä kerättyä dataa:

- ajoneuvojen tuulilaseihin kiinnitetyillä matkapuhelimilla automaattisesti kerättyä videodataa ja sen sijaintidataa
- matkapuhelimella automaattisesti kerättyä anturidataa ajoneuvon liikkeistä ja sen sijaintidataa
- ajoneuvojen kuljettajien langattomilla painikkeilla raporttoimien tilanteiden sijaintidataa
- ajoneuvojen kuljettajien tuottamaa audioraporttidataa.

Kokeilussa tietoa tiestöstä ja sen olosuhteista kerättiin 20 **pilottipuhelimen** avulla. Pilottiajoneuvojen tuulilaseihin sijoitettiin tiedonkeruuta varten älypuhelin (Samsung Galaxy S7), johon oli asennettu Viominer-tiedonkeruuhjelma (kuva 1). Pilottipuhelimia varten toimitettiin myös telineet puhelinten tuulilasikiinnitystä varten, normaalia suuremmat muistikortit sekä normaalia pidemmät puhelimen latauspuihat, jotta puhelinta pystyi lataamaan aina tiedonkeruun yhteydessä. Jatkuva

tiedonkeruuta varten ajoneuvoissa onkin hyvä olla erillinen tiedonkeräyslaite, joka voi olla matkapuhelimen sijasta olla kamerakin, joka on varusteltu 4G-yhteydellä ja antureilla. Pysyvä keruulaite voidaan sijoitella ajoneuvossa huomaamattomammin ja niin, että kuvausasento pysyy hyvänä. Sa-tunnaisempaan tiedonkeruuseen kuvaajan oma matkapuhelin on kustannustehokkain ratkaisu.



Kuva 1. Tuulilasiin kiinnitetty matkapuhelin kuvaustilanteessa sekä rattiin kiinnitetty langaton painike (Kuva: Vionice Oy).

Kuljettajat käynnistivät tiedonkeruusovelluksen ajon alkaessa ja lopettivat sen ajon päättyessä tai taukojen yhteydessä. Kuljettajille toimitettiin kuvausohjeet, joita täydennettiin pilotin aikana nousseiden kysymysten mukaan. Pilottikuljettajia ohjeistettiin myös kuvauskieltoalueista (tehdas-alueet, yksityispihat ja puolustusvoimien alueet). Lisäksi karttaliittymään määriteltiin kuvauskielto-alueiden sijainnit (metsäsektorin tuotantolaitokset, puolustusvoimien (2016) kuvauskieltoalueet sekä pilottiyritysten itse nimeämät muut kohteet). Jatkokehitystarpeena on yksityispiha-alueiden automaattinen tunnistaminen.

Video- ja anturidatan keruu puhelimilla sujui pilotin aikana pääosin hyvin. Tiedonkeruun käynnistyminen ja sammuminen automaattisesti auton liikkeellä olon mukaan helpottaisi kuljettajan työtä sekä vähentäisi pysähdysten yhteydessä turhaan syntyvää aineistoa. Kuljettajalla tulisi kuitenkin olla mahdollisuus estää kuvaaminen tai tarvittaessa poistaa jo kuvattu aineisto esimerkiksi edelliseltä tunnilta.

Pilottiajoneuvoihin jaettiin myös Flicin **langattomat painikkeet**, joiden avulla kuljettajia ohjeistettiin pilotin eri vaiheissa raportoimaan pilotin kannalta kiinnostavista kohteista tai tilanteista. Aina kun kuljettaja käytti painiketta, palvelimen karttaliittymään päätyi merkintä ko. tien kohtaan ja samalla hetkellä kuvattuun videodataan. Painikemerkinnät ja niihin liittyvä kuva- ja audiodata säilytettiin koko pilotin ajan.

Painikkeiden toimimista seurattiin lähinnä pilotin alussa, jolloin ongelmia ei havaittu. Painikkeen haasteena oli se, että sillä pystyi raportoimaan vain kahdella tavalla (lyhyt tai pitkä painallus). Enemmän painallusvaihtoehtoja ja paremman kiinnitystavan mahdollistaa esimerkiksi Satechin medianappi tai ajoneuvotietokoneessa näkyvät, ajankohtien mukaan muuttuvat virtuaaliset napit. Pilotin kuvadatasta ei pystynyt aina arvioimaan, minkä takia nappia oli painettu, joten painallusta tarkentava audioviesti nähtiin tärkeäksi (varsinkin siinä vaiheessa, kun konenäkö ei vielä tunnista tilannetta).

Kuljettajilla oli mahdollisuus täydentää painikkeen käyttöä **audioviesteillä**. Puheella annetut tilan-havainnot kulkivat kyseisellä hetkellä tallennetun videodatan mukana karttaliittymään ja olivat

siellä kuunneltavissa. Äänihavainnon tarkoitus oli helpottaa havainnon tarkastelijaa tunnistamaan tilanne, mistä kuljettaja on raportoinut painikkeella.

Pilottipuhelimet **sijoitettiin** puuhuollon ajoneuvoihin (puutavarayhdistelmiin, metsäkoneiden lavettiautoon ja alemmalla tieverkolla liikkuvien metsäsektorin toimihenkilöiden henkilöautoihin) sekä lyhyemmäksi ajaksi myös aura-autoon ja kelirikkoinventoijan autoon. Pilottipuhelimia jouduttiin siirtämään jonkin verran raskaista ajoneuvoista henkilöautoihin, kun pilotissa päätettiin kelirikkotiedon keräämisestä. Tietoa keränneet ajoneuvot liikennöivät pääosin Lapin, Pohjois-Pohjanmaan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen, Kaakkois-Suomen ja Satakunnan ELY-keskusten alueella. Pilottidatan keruu alkoi joulukuussa 2016 ja päättyi marraskuussa 2017. Laajalla maantieteellisellä keräysalueella ja pitkällä pilottiajalla varmistettiin moninaiset keli- ja kuvausolosuhteet pilotin aikana.

2.2 Tiedon siirto ja säilyttäminen

Viominer-ohjelman ollessa päällä se **välitti** automaattisesti matkapuhelimen ottamaa video- ja anturidataa palvelimelle. Tiedonsiirtotekniikkana oli WLAN-varmennettu mobiiliyhteys. Tiedot, jotka eivät välittyneet mobiiliverkossa, siirtyivät viimeistään puhelimen päätyessä WLANin piiriin. Tiedonsiirrossa pilottikuljettajat havaitsivat jonkin verran ongelmia. Ongelmat liittyivät pääosin suuriin datamääriin, ja Vionice Oy onkin parhaillaan kehittämässä datan pakkaustapaa. Nopeimmillaan videodata ja konenäkötulokset olivat katsottavissa karttakäyttöliittymästä minuutteja kuvamisen jälkeen. Mahdolliset viiveet aineiston latautumisessa johtuivat palvelimen kapasiteettirajoituksesta, joka on ratkaistavissa palvelutarpeen mukaisella kapasiteetin lisäyksellä.

Kerätty tieto **säilytettiin** palvelimella kokeiluhankkeen ajan. Videodatan osalta säilytettiin lähtökohtaisesti tuorein kuva tiestön kummankin ajosuunnan osalta. Lumiaikaan olisi tarpeen olla saatavilla myös viimeisin lumettoman ajan kuva. Palvelimelle säilytettiin myös kaikki ne kuvat, joihin liittyi kuljettajien painike- tai audiodhavaintoja tai annotoijan suoraan käyttöliittymään tekemiä merkintöjä. Konenäkö- ja anturidata-analyysien tulokset säilytettiin koko hankkeen ajan. Säilytettävän tiedon tuoreuteen ja kattavuuteen liittyviä tarpeita on käsitelty luvun 4.4 yhteydessä.

2.3 Tiedon validointi ja analysointi

Tietotyyppikohtainen tiedon **validointi** toteutettiin pilotin aikana seuraavasti:

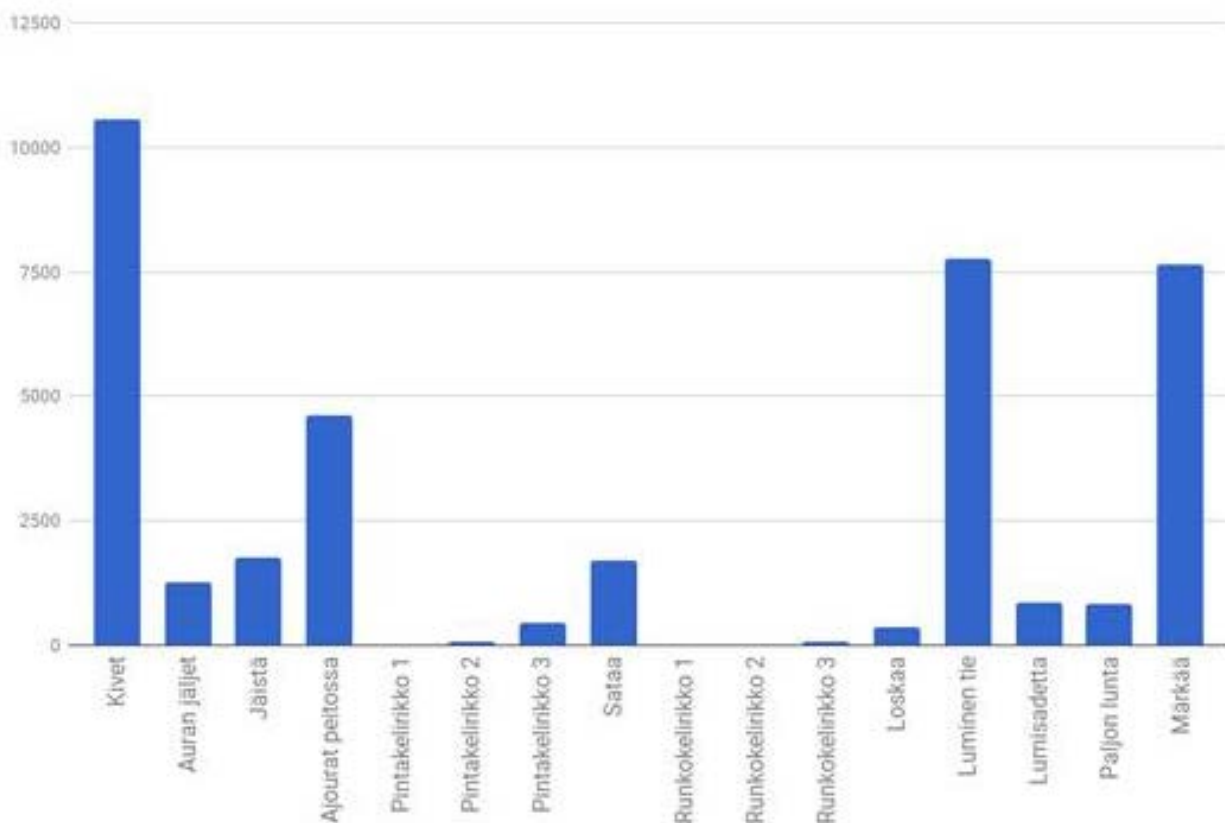
1. Opetusaineisto
 - Metsäteho kävi tietotyyppikohtaisesti kootun opetusaineiston lävitse niin, että se vastasi tietotyyppikohtaisia kuvauksia (Liikenneviraston ohjeet).
 - Varsinkin epäselvistä tilanteista Metsäteho kävi keskusteluita ohjausryhmän kanssa oikeintulkinnan varmistamiseksi.
2. Video- ja anturidata
 - Metsäteho seurasi tiedon tallentumista eri pilottiajoneuvoista.
 - Vionice seurasi GPS-signaalin tarkkuutta (joka oli noin 10 metrin sisällä).
 - Metsäteho ja Vionice arvioivat kerätyn datan kattavuutta tilaneluokittain. Tiedonkeruuseen tehtiin joitakin muutoksia riittävän kattavuuden varmistamiseksi.
3. Konenäkökäsitelty videodata ja siitä analysoitu sijaintikohtainen informaatio
 - Annotoija teki silmämääräisen arvion konenäön tekemistä selvistä virhetulkinnoista. Virheet ilmoitettiin järjestelmälle, jolloin sen konenäköosaaminen kehittyi. Samalla tunnistettiin mahdollisen lisäopetusaineiston tarve.
 - Ohjausryhmän työpajoissa käytiin lävitse konenäköalgoritmin analysoiman videodatan esimerkkiaineistoa.

- Pilotin päättyessä tehtiin vielä loppuarvio konenäkökäsittelyn luotettavuudesta tietotyypeittäin.
4. Langattoman painikkeen data
 - Varmistettiin tiedon syntyminen ja siirtyminen karttakäyttöliittymään.
 - Arvioitiin dataa konenäön opettamisen tukemisen kannalta.
 - Arvioitiin kuljettajahavaintojen onnistunut havainnointi kuva-aineistosta.
 5. Audiodata
 - Arvioitiin audiodatan tekninen laatu ja viestisisältöjen tulkittavuus.
 - Arvioitiin dataa konenäön opettamisen tukemisen kannalta.
 6. Anturidata
 - Verrattiin anturidataa kyseisellä hetkellä kuvattuun videodataan mm. anturidatamallin kehitysvaiheessa väärin havaintojen poistamiseksi.

Eri tietotyyppisiä koskevana **konenäön opetusaineistona** käytettiin pääosin itse pilotissa kerätyn kuva-aineiston lisäksi Metsähallituksen teistä jo aiemmin kerättyä kuva-aineistoa. Myös yksityis-tiestöltä kuvattua aineistoa arvioitiin valtion sorateita koskevien ohjeiden mukaisesti. Opetusaineiston annotointia varten laadittiin käsikirjat, joissa hyödynnettiin Liikenneviraston (2014, 2015a, 2015b) ja Tiehallinnon (2005, 2008b, 2009) ohjeiden kuvasarjoja sekä ohjausryhmän arviointeja erilaisista tiestötilanteista. Käsikirjat ovatkin tärkeässä roolissa siinä, että konenäköä pystyvät eri henkilötkin opettamaan samoin periaattein.

Varsinkin kelitilanteista syntyi riittävästi opetusaineistoa, koska sitä syntyi koko pilotin ajan (kuva 2). Pistemäisistä ja tiettyyn ajankohtaan painottuneista tilanteista (kelirikko, pölyäminen) opetusaineisto jäi vajaaksi. Yksi luokka vaatii yleensä noin 1 000 eri kuvaa.

Annotointien määrä



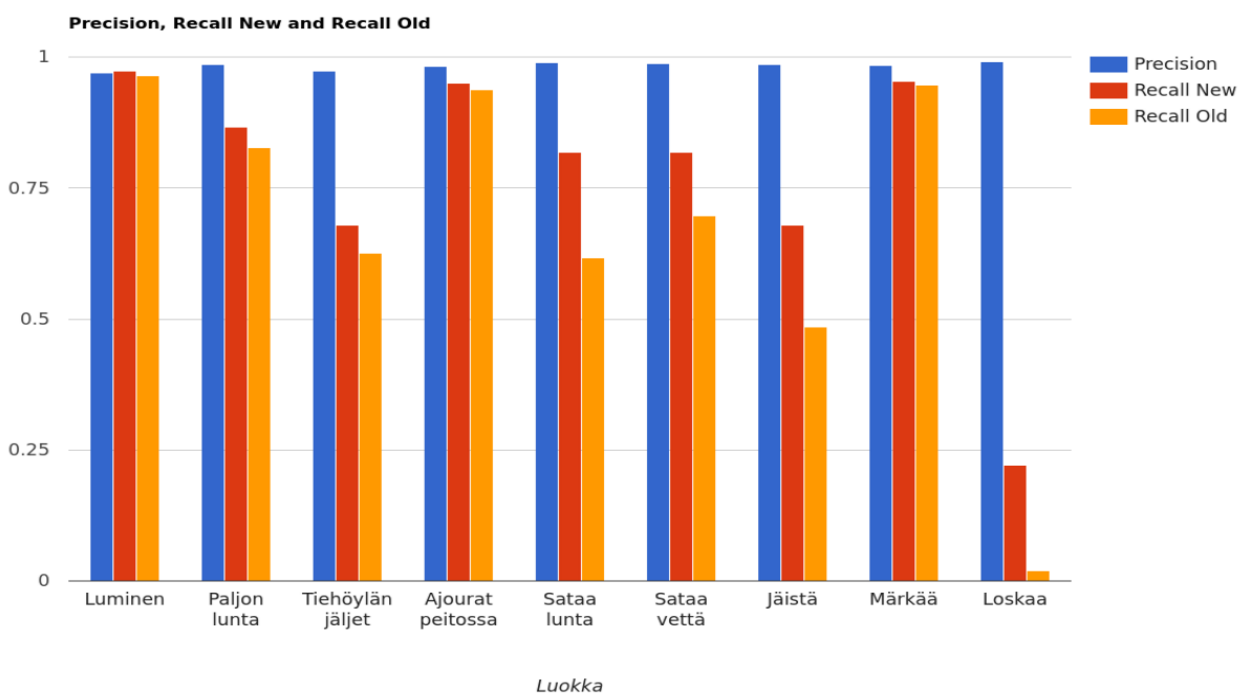
Kuva 2. Projektin aikana kertyneet tietotyyppikohtaiset annotaatiot. Koulutusaineisto pyrittiin valitsemaan niin, että luokat olisivat paremmassa tasapainossa. "Kivet"-luokan annotaatiot kohdistuivat niin homogeeniseen kuva-aineistoon, että siitä voitiin käyttää koulutuksessa vain murto-osa.

Pilotin aikana syntyneet videodatat ajettiin palvelimella jatkuvasti **konenäköalgoritmien** läpi ja niistä skannattiin opetusaineiston perusteella opittuja tiestön ongelmakohtia. Kuva-analysoinnissa tuotettiin tilastollisesti kattava tilanteen johtopäätös, joka kuvattiin informaationa käyttöliittymään. Tämän jälkeen videoaineisto, jota ei ollut tarpeen säilyttää opetusaineistona tai joihin ei liittynyt kuljettajan tai annotoijan merkintöjä, poistettiin palvelimelta säilyttäen viimeinen ajo tietyn kriteerein.

Pilotin aikana käsiteltiin monia tietotyyppettä, joten yksittäisen tietotyypin konenäkökoulutus tai anturidata-analyysi oli rajallista. Pilotin tavoitteena olikin saada vasta alustava käsitys konenäkö- ja anturidata-analyysin mahdollisuuksista eikä niinkään loppuun asti kehitettyjä analyysimalleja. Pilotin aikana kuitenkin varmistuttiin siitä, että erilaiset olosuhteet ovat konenäkölle opettavissa, kun opetusaineisto on tarpeeksi laaja.

Mallien kehittäminen onnistuu helposti silloin, kun analysoitavaa tietoa syntyy laajasti tieverkolla (esim. lumi- ja sadealueet). Pistemäisistä kohdista (esim. runkokelirikko) riittävän aineiston saaminen on haastavampaa ja vaatii mallien kehitysvaiheessa tiedonkeruun kohdistamista todennäköisille ongelma-alueille. Pistemäiset kohteet vaativat myös hyvin tiheää kuvien konenäkökäsittelyä, joka puolestaan hankaloittaa esim. konenäkötulosten visualisointia. Tiheä kuvaaminen ja konenäkökäsittely eivät ole tarpeen teiden ollessa lumen peitossa. Tiettyjen pistemäisten tietotyyppien (esim. kuopat) anturidata tuo lisäherätteen tietyn kohdan kiinnostavuudesta ja kuvadatan tarkastelutarpeesta.

Koulutetun konenäkömallin tulosten arvioinnissa käytettiin kahta eri mittaria - precision (tarkkuus) ja recall (Kuvat 3 ja 4). Precision kertoo, kuinka usein konenäkömalli antaa satunnaisesti valitun kuvan kohdalla tietotyypille saman tuloksen kuin ihminen. Recall kertoo kuinka usein konenäkö antaa positiivisen tuloksen (olosuhde toteutuu) tietotyypille silloin, kun ihminenkin on antanut positiivisen tuloksen. Koska suurimmassa osassa kuvista mikään tietotyyppi ei toteudu, precision-arvo nousi yksinkertaisillakin konenäkömalleilla lähelle 100 %:a ja recall osoittautui mallin ja data-setin kehityksen kannalta hyödyllisemmäksi mittariksi.

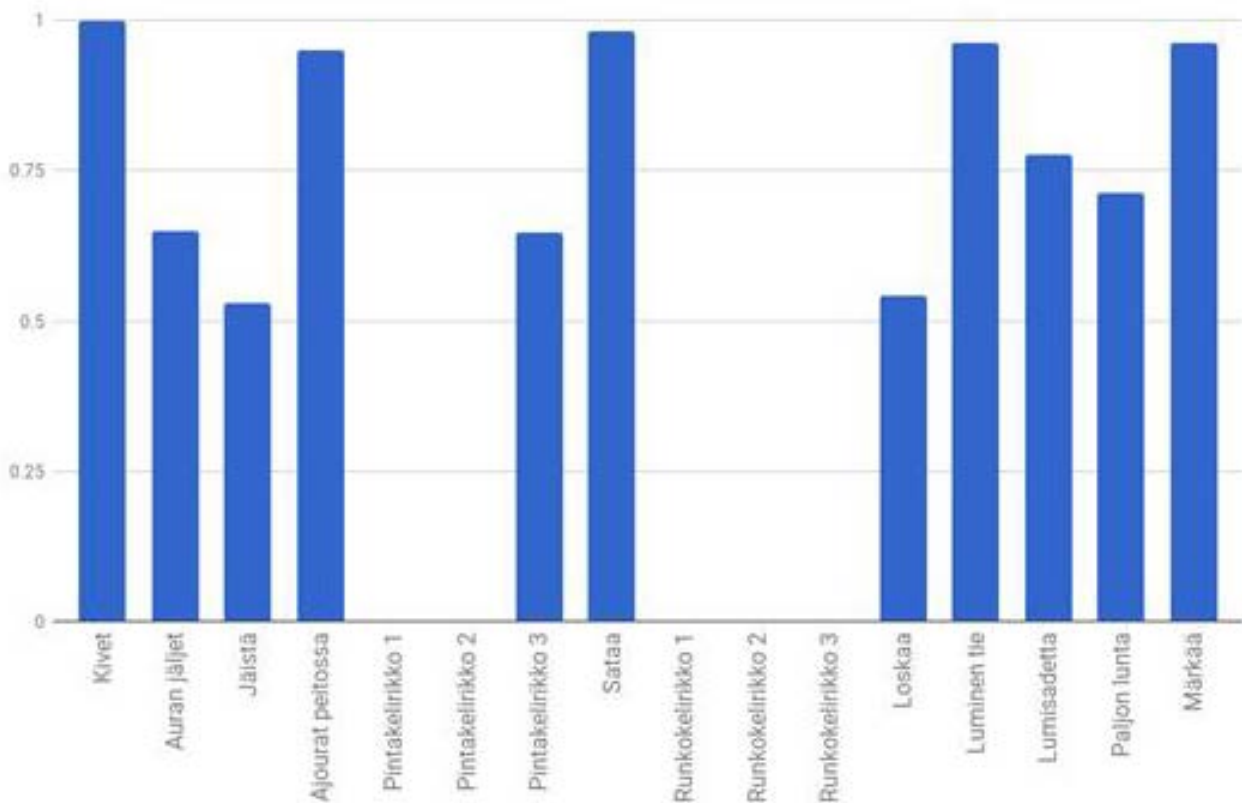


Kuva 3. Lumisen kauden konenäkömallin tarkkuus ja recall validointidatasetillä tietotyypeittäin 07.04.2017.

Recall Old: edellisen konenäkömallin recall. Koulutusdataa oli 8 000 kuvaa.

Recall New: uuden konenäkömallin recall. Koulutusdataa oli 16 000 kuvaa.

Konenäköhavaintojen tarkkuus



Kuva 4. Konenäköhavaintojen tarkkuus testisellä kaikilla projektin aikana annotoiduilla tietotyypeillä 15.11.2017.

Testisettiä poimittiin jokaista tietotyyppiä varten 100 konenäkömallin tekemää havaintoa, poislukien "Kivet", josta löytyi vain 3 kuvaa, "Pintakelirikko 3", josta löytyi 17 kuvaa, ja "Pintakelirikko 2", "Pintakelirikko 3", "Runkokelirikko 1", "Runkokelirikko 2" ja "Runkokelirikko 3", joista ei tehty lainkaan havaintoja.

Testipuhelimet tallensivat kuvaamisen yhteydessä gyroskooppi- ja kiihtyvyyssensoridataa. Tästä datasta johdettiin tiedot tien kunnosta ja paikallisista heitoista. Tiedoista pyrittiin ensin poistamaan kohina ja sen jälkeen erittelemään tilastollisesti eri kuntoluokat.

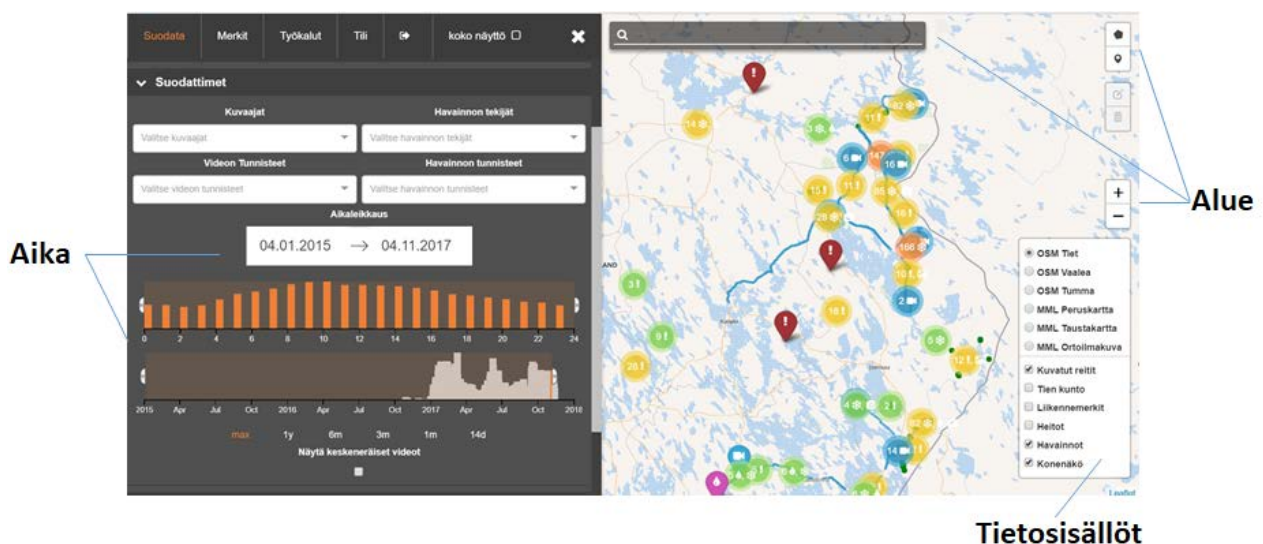
Niiden tietotyyppien osalta, joilla tunnistustarkkuus jäi heikoksi, havaittiin taulukon 2 mukaiset ongelmat.

Taulukko 2. Konenäön tunnistustarkkuuden ongelmat ja niiden ratkaisut

Ongelma	Ratkaisu
Koulutuksessa käytettyjen kuvien resoluutio oli liian pieni tietotyypin (esim. auran jäljet) havaitsemiseen.	Kuvien resoluutiota kasvatettiin riittävästi.
Valittu konenäköarkkitehtuuri ei oppinut tekemään riittävän hyviä yleistyksiä monimutkaisesta koulutusdatasta.	Vaihdettiin monimutkaisempaan konenäköarkkitehtuuriin.
Satunnaisesti valitusta kuva-aineistosta löytyi ko. tietotyypin osalta liian vähän kuvia (esim. loskainen tie).	Kuva-aineistoa kartutettiin automaattisesti kuljettajan tekemien havaintojen ja karttakäyttöliittymään tehtyjen havaintojen kautta.
Pelkästä kuvasta ei aina voi päätellä ko. tietotyyppiä ja/tai tietotyyppi menee helposti sekaisin toisen tietotyypin kanssa (esim. jäinen ja märkä tie).	Tarve käyttää koulutuksen syötteenä myös esim. lämpötilatietoa (ei toteutettu tämän projektin puitteissa).

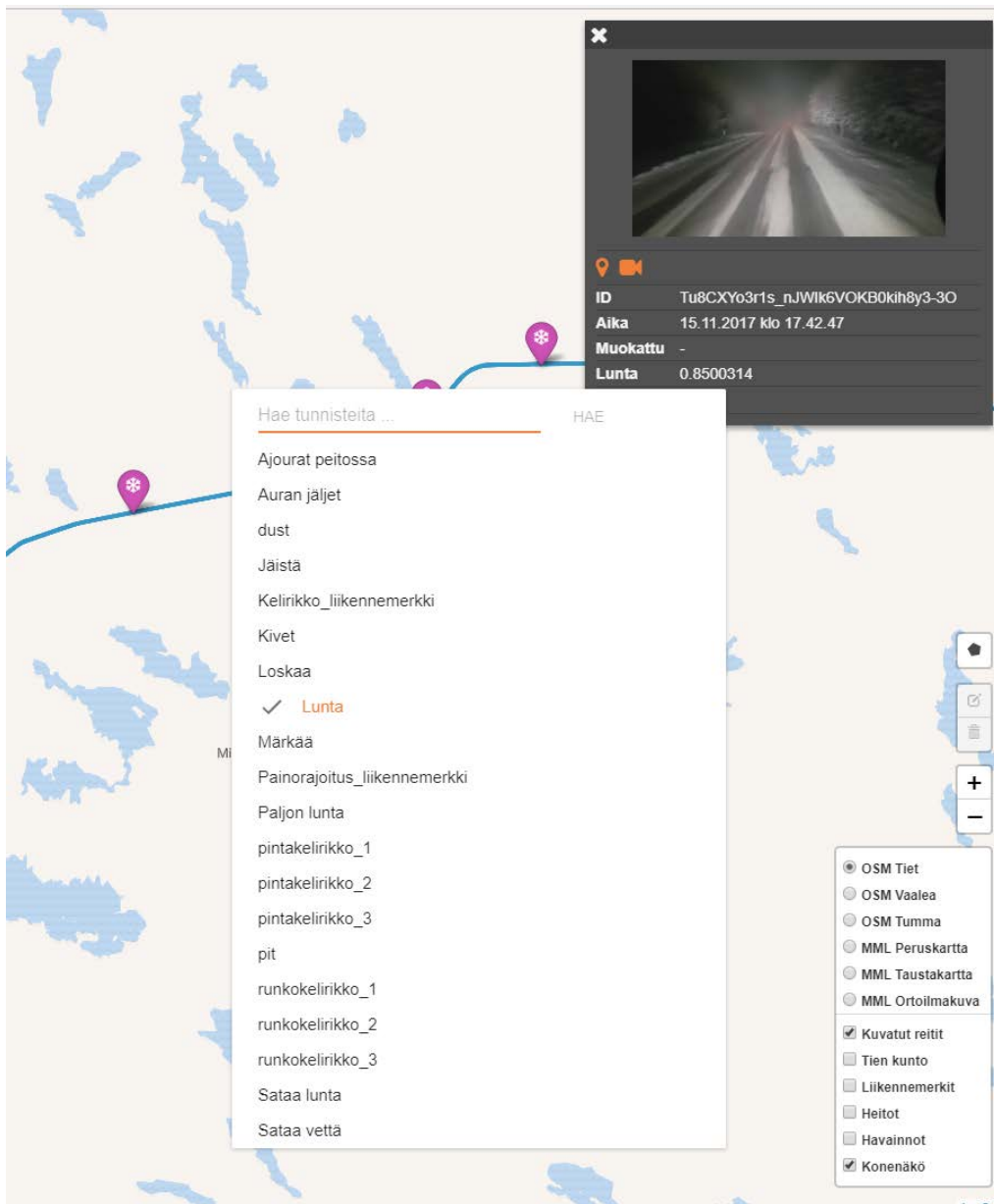
2.4 Tiedon esittäminen ja haku karttakäyttöliittymän kautta

Pilotin osallistujilla (ohjausryhmä ja pilottirytykset) oli Viominerin karttakäyttöliittymän kautta pääsy pilotin aikana syntyneeseen videoaineistoon, kuljettajien tekemiin painike- ja audioraportteihin, konenäön tekemiin tulkintoihin, tunnistettuihin liikennemerkeihin sekä anturidatasta tehtyihin tulkintoihin tiestön kunnosta ja heitoista (kuva 5). Karttaliittymässä oli mahdollisuus suodattaa syntynyttä aineistoa mm. ajankohdan ja alueen suhteen sekä korjata konenäön tekemiä virhetulkintoja.



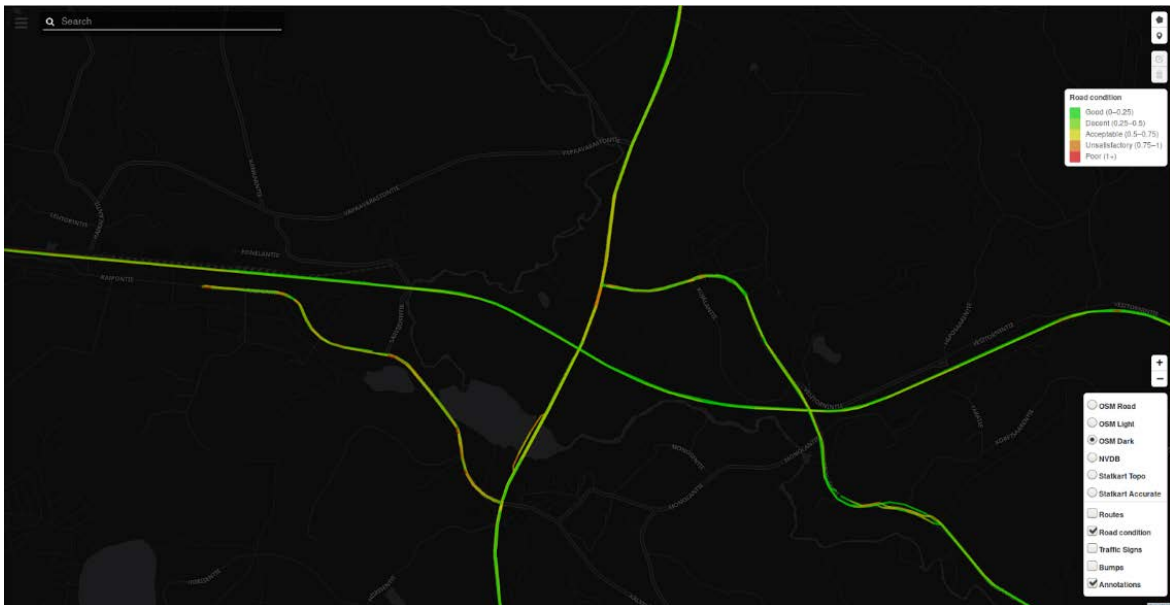
Kuva 5. Esimerkki Viominerin karttakäyttöliittymän kautta esitettävästä kuvadatasta ja analysointituloksista.

Kutakin **konenäköhavaintoa** oli mahdollisuus korjata suoraan karttakäyttöliittymässä (kuva 6). Pilotin aikana kaikille konenäön havaitsemille tietotyypeille ei luotu omaa symbolia, vaan ne esitettiin pelkillä huutomerkeillä. Tämä hankaloitti tietotyyppikohtaista tilannekuvan arviointia.

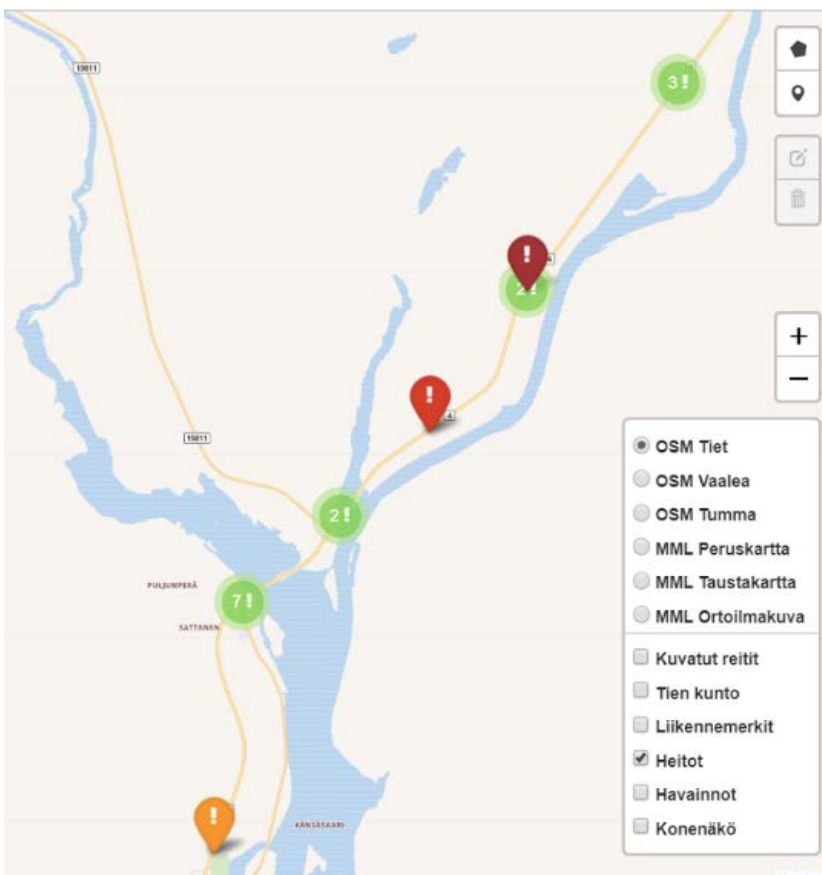


Kuva 6. Esimerkki karttakäyttöliittymän yksittäisestä konenäköhavainnosta.

Anturidatan pohjalta laadittu **tiestön kuntoarvo** luotiin 20 metrin välein ja esitettiin karttakäyttöliittymässä keskiarvona GPS-pisteiden välillä (kuva 7). Metriviäli on vapaasti valittavissa. Myös matkapuhelimen anturitiedon perusteella kerätyt **heitot** esitettiin karttakäyttöliittymässä omalla tasollaan (kuva 8).

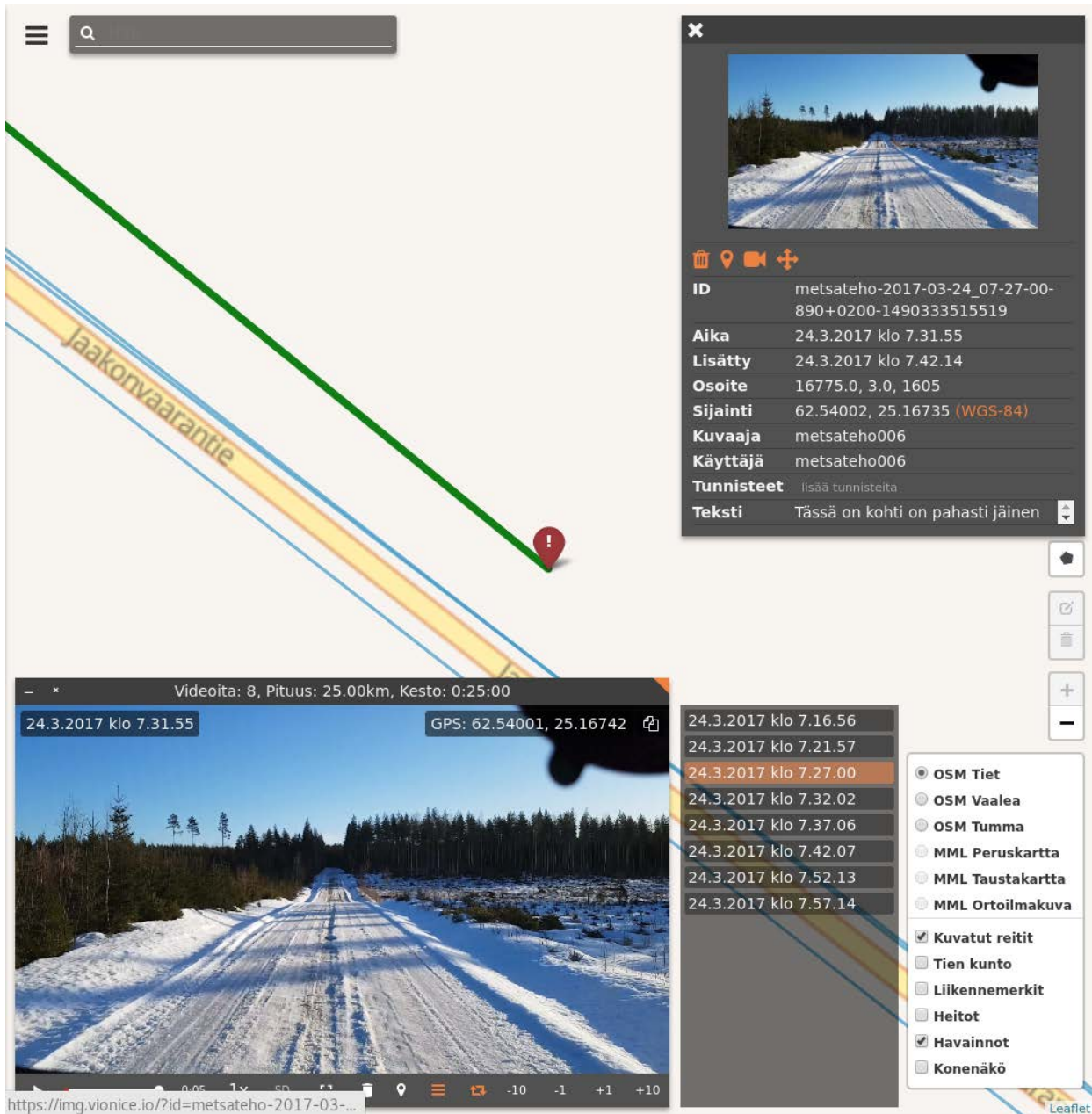


Kuva 7. Esimerkki tien kunto -arvon värikoodauksesta karttakäyttöliittymässä.



Kuva 8. Esimerkki heittojen esittämisestä karttakäyttöliittymässä.

Kuljettajien **äänihavainnot** tallentuivat karttakäyttöliittymään tallennushetken videon yhteyteen. Pilotin aikana kokeiltiin myös ääniraporttien automaattista litterointia (kuva 9), joka toimii varsinkin lyhyiden viestien osalta hyvin.



Kuva 9. Esimerkki ääniviestin litteroinnista. Tunnistettu teksti: "Tässä on kohti on pahasti jäinen tie".

Pilotin osallistujille toimitettiin **karttakäyttöliittymän** käyttöohjeet. Ohjausryhmän työpajoissa tuotiin esille tarpeita käyttöliittymän hakutoimintojen (esim. kuntakohtainen haku) ja toimenpidekynnyksen ylittymisestä hälyttävien toimintojen kehittämiseksi. Käyttöliittymän sijasta tai sen rinnalle olisi tarpeen myös integroida analyysituloksia esimerkiksi talvihoidon urakoitsijoiden järjestelmiin. Pilotin kuljetusyritysten haastatteluissa taas tuotiin esille, että tietojen hyödyntäminen erillisistä karttapalveluista ei olisi todennäköisesti. Syntyvä tieto tulisi integroida muihin palveluihin (esim. kuljetusten ohjausjärjestelmät ja internetin sääpalvelut).

3 PILOTIN AIKANA KERÄTTY JA ANALYSOITU TIETO

3.1 Pilotissa analysoidun tiedon kuvaus ja arviointi

Pilotin aikana kerättiin ja analysoitiin tiestöä ja sen olosuhteita koskevaa tietoa neljässä vaiheessa:

1. tiestön kelitieto
2. tiestön kelirikkoa, kivisyyttä ja pölyävyyttä kuvaava tieto sekä liikennemerkit kelirikko- ja painorajoituksista
3. tiestön kuntotieto
4. valitut muut tiestötiedot.

Luvussa 3.1 arvioidaan sitä, miten hyvin pilotin aikana onnistuttiin keräämään aineistoa eri tietotyypeistä ja luomaan niistä konenäkötulkinnot ja anturidata-analyytit. Luvussa 3.2 on esitetty yhteenveto pilotin aikana kootusta ja analysoidusta tiedosta. Luvussa 4 arvioidaan konenäöllä ja anturidata-analyyysillä käsiteltyjen tiestötietojen hyödynnettävyyttä liikenneviranomaisien ja metsäsektorin prosesseissa.

I-vaihe: Tiestön kelitieto

Kelitietona kerättiin tietoa tiestön lumisuudesta, jäisyydestä, märkydestä ja sateesta sekä aurauksen höylänjäljistä. Kelitieto kerättiin videodatan avulla ja analysoitiin konenäön avulla. Lisäksi pilottikuljettajat raportoivat langattomalla napilla ongelmallisista keliolosuhteista.

Luminen tie (ajourilla tai muuten, myös pieni sohjomäärä)

Tie tulkittiin lumiseksi, kun lunta oli ajokaistalla vähintään 50 cm:n leveydeltä. Vähäistä lumimäärää vain ajourien välissä tai keskiviivalla ei laskettu mukaan. Pilotin aikana saatiin runsaasti lumikuvia, joten konenäkö saatiin koulutettua hyvin lumisuuden havaitsemiseen. Lumisen kauden kuvilla koulutettu konenäkömalli tulkitsi kesäaikaan myös kuivia ja vaaleita teitä virheellisesti lumisiksi. Virhetulkinnot saatiin lähes kokonaan eliminoitua lisäämällä koulutusaineistoon lumettoman kauden kuvia.

Ajourat peitossa

Lumikuvista eriteltiin vielä tilanne, jossa ajourat ovat kokonaan joko lumen, sohjon tai jään peitossa (vettä ei tässä huomioitu). Kesäaikaan havaittiin vastaavia virheitä kuin edellä lumisen tien osalta (konenäkömalli tulkitsi vaaleita tien osia lumeksi).

Lunta tiellä paljon (häiritsee ajoa)

Koska pilotin painopisteenä oli alempi tieverkko, tie tulkittiin liian lumiseksi, kun talvihoitoluokan III aurasuunnitus ylittyy (tiellä on vähintään 10 cm lunta tai 5 cm sohjoa) (Liikennevirasto 2015b). Irtolunta ja lumipolannetta ei pyritty erottelemaan toisistaan, mutta talvikunnossapidon toimenpiteiden kannalta niiden erottelu on tarpeellista. Kuvien annotointi perustui lumen määrän silmä määräiseen arviointiin, mutta konenäkötuloksia ei korjattu lumimäärän mukaan, jollei kyseessä ollut selvä virhe. Lumen määrän arviointi oli jo annotointivaiheessa vaikeaa tai jopa mahdotonta, mikäli lumessa ei ollut ajojälkiä, joista lumen syvyyttä olisi voinut arvioida. Pilottiyritysten haastatteluissa mainittiin, että karttaliittymän videoaineisto ei aina anna oikeaa kuvaa tiestön lumisuudesta. Liian lumimäärän havaitsemisessa voisikin tuoda lisätietoa ajoneuvotietokoneista syntyvä tieto ja liian sohjon havaitsemisessa anturidatasta havaittava sivuttaisheilunta. Jatkossa konenäkömallin koulutuksessa voidaan kiinnittää enemmän huomioita paljon lunta -luokan koulutukseen, jotta malli oppii ymmärtämään oikeasti häiritsevän olosuhteen.

Jäinen tie

Tie tulkittiin jäiseksi, kun ajoradalla oli osittainkin jäätä tai jääpolannetta. Erilaisten jäisyystilanteiden erottelu olisi tarpeen, koska niillä on selvästi erilaiset kitka-arvot (Liikennevirasto 2015b). Annotoinnissa tien havaitseminen pelkän kuvan perusteella jäiseksi oli tietyissä tilanteissa haastavaa. Lämpötilatieto auttaisi erottelemaan lumettomana aikana jäiset ja märät tiet. Myös hyperspektrikamera, joka pystyy erottelemaan paremmin valon eri aallonpituuksia, voisi olla kiinnostava testattava jäisyyden luotettavammassa havaitsemisessa. Tien jäisyyden arvioinnin tarkkuutta voitaisiin kehittää myös siten, että mallin luomisessa hyödynnetään vertailutietoa tiestön kitkamittauksista, tiesääsemistä tai ajoneuvon CAN-väylästä.

Märkä tie

Annotoinnissa tie merkittiin märäksi, kun se oli joko kokonaan tai osittain ajoratojen kohdalta märkä. Osittainkin märkyys nähtiin kiinnostavaksi liukkauden torjunnan kannalta, jos märkyystieto yhdistetään sääennusteeseen. Näin tieto jäätyvistä olosuhteista tukisi päätöksentekoa liukkaudentorjuntaan liittyen.

Uusi asfalttipinta, tielle osuvat varjot sekä tiestön paikkauskohdat antoivat jonkin verran vääriä konenäkötuloksia tien märkydestä. Myös annotoijalla oli vaikeuksia tulkita pelkän kuvan perusteella märkyystilannetta. Konenäön lisäkouluttamisella tulosten oikeellisuutta on kuitenkin mahdollisuus parantaa.

Lumi- tai vesisade

Voimakkaat lumi- ja vesisateet olivat helposti annotoijan tunnistettavissa. Sateen pystyi havaitsemaan paitsi varsinaisesta sateesta, myös esimerkiksi tielle tulleista lätäköistä, tuulilasien märkydestä tai pyyhkijänsulasta tuulilasilla. Vesisateella katu- ja muut valot muuttuvat epätarkoiksi. Merkittäväkään vesisade ei aina erotu kuvista, joten sadetilanteen havainnoitiin voisi lisäksi hyödyntää tuulilasien vesisadeanturiritietoa. Varsinkin pakastuvan lämpötilan yhteydessä lieväkin vesisade on kiinnostava tieto.

Myös lievemmat lumisateet voivat jäädä konenäöltä havaitsematta, mutta lumisateen osalta kiinnostavaa onkin lähinnä selvästi havaittava sade.

Höylän jäljet lumessa

Tiessä näkyvät höylän jäljet ovat yhtenä kriteerinä talvihoidon laadunseurannassa. Konenäkö onnistui tunnistamaan höylän jälkiä. Virhetuloksia tuovat kuitenkin liike-epäterävydestä johtuvat juovat kuvissa. Konenäkö tunnisti myös melko vanhoja, tien osittain peittäviä höylän jälkiä. Tarvittaessa ko. kuvat ovat rajattavissa pois kuvien aikarajausta hyödyntämällä.

Kuljettajien langattomalla napilla tehdyt havainnot

Ykkösvaiheen aikana pilottikuljettajia ohjeistettiin painamaan langatonta nappia näissä tilanteissa:

- merkittävä* tien lumisuus
- merkittävä* tien jäisyys
- merkittävä* tien märkyys (esim. sateella).

*Merkittävä painikkeella raportoitava tilanne:

- 1) vaikuttaa ajamiseen (esim. tarve hidastaa selvästi ajonopeutta, noudattaa erityistä varovaisuutta tai käyttää kiertotietä, liikkeellepääsemisvaikeudet)
- 2) tarve auraukselle tai liukkauden torjunnalle tai
- 3) ajomukavuus selkeästi heikkenee (esim. tärinä, auton heilahdukset).

Kuljettajat tekivätkin pilotin aikana eniten havaintoja nimenomaan kelitiedon keruuvaiheen aikana (kuva 10). Ohjausryhmässä arvioitiin, että nappihavaintojen kuva-aineisto ei ole aina riittävä ties-

tön tilanteen arvioimiseksi, vaan lisäksi on tarpeen saada myös kuljettajan sanallinen kuvaus tilanteesta. Pahimmissa kohdissa (esim. jäiset kohdat) kuljettajalla ei kuitenkaan ole mahdollisuutta antaa havaintoa juuri oikeassa kohdassa.



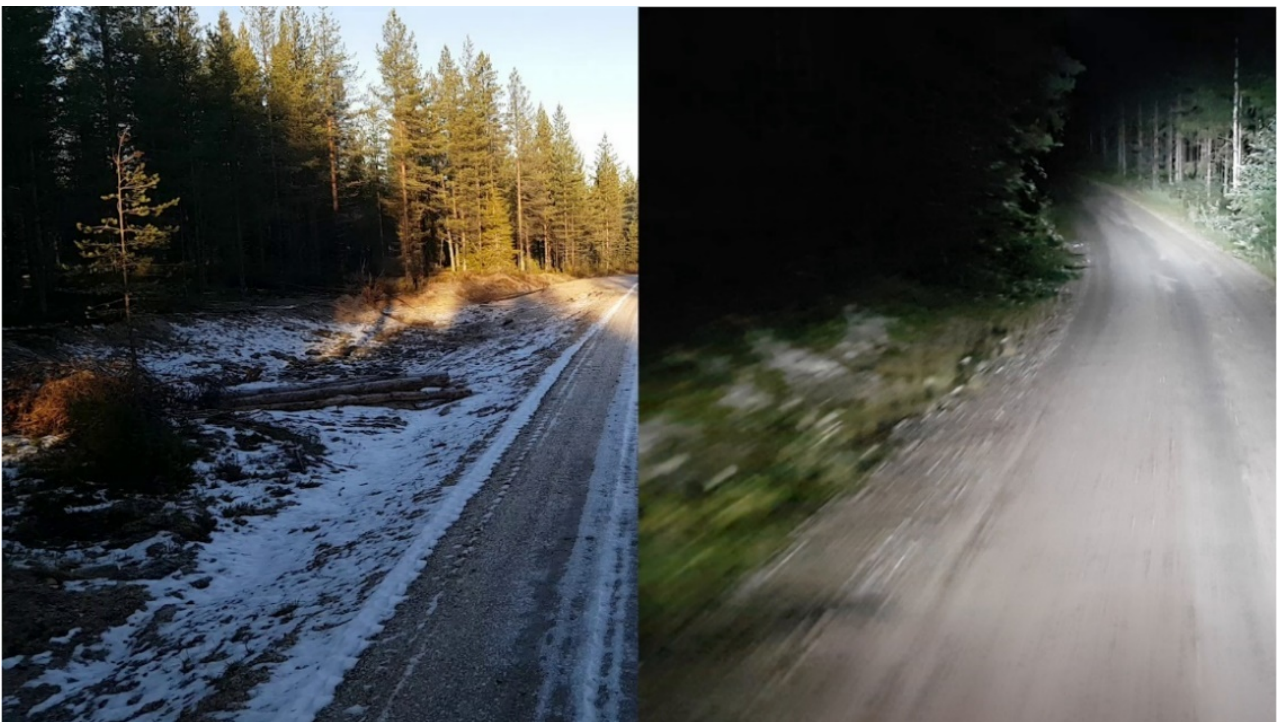
Kuva 10. Kuljettajien tekemät havainnot pilotin kelivaiheessa (23.12.2016–30.3.2017).

Yhteenveto kelitiedoista

Uutta kelitietoa kertyi koko pilotin ajan, joten sen osalta saatiin hyvin laaja pilottiaineisto ja paljon konenäkötulintoja. Osin konenäön lisäkouluttaminen on kuitenkin tarpeen (kuvat 11–13).



Kuva 11. Vasemmalla esimerkki onnistuneesta "höylän jäljet" -havainnosta ja oikealla virhetunnistus.



Kuva 12. Vasemmalla esimerkki onnistuneesta "jäinen tie" -havainnosta ja oikealla virhetunnistus, jossa vaalea soratie tulkittiin jäiseksi.



Kuva 13. Vasemmalla esimerkki onnistuneesta "loskainen tie" -havainnosta ja oikealla virhetunnistus.

II- ja III-vaihe: Kelirikko

Kelirikkoa havainnoitiin pilotin aikana video- ja anturidatan sekä kuljettajien painonapilla antamien havaintojen avulla. Videolta pyrittiin havaitsemaan eri pinta- ja runkokelirikkoluokat: Erittäin paha (1), Paha (2) ja Lievä (3) (Tiehallinto 2007 ja 2008a). Keväälle 2017 ennustettiin pahaa kelirikko-kautta, mutta kylmän kevään takia kelirikko jäi kuitenkin lyhyeksi. Kattavamman kelirikkoaineiston saamiseksi pilottipuhelimia olisi pitänyt olla sijoitettuna enemmän henkilöautoihin, joilla on mahdollisuus ajaa myös painorajoitetuilla kelirikkoteillä.

Eri kelirikkoluokkien erottelu (sekä erottaminen muuten pehmenneitä teistä) oli **kuvien** annotoinnissa haastavaa. Konenäön riittävä kouluttaminen vaatii huomattavasti lisää kelirikkotilanteiden kuva-aineistoa. Yksi pilottipuhelimista sijoitettiin runkokelirikkoinventoijan autoon, jolloin ko. reitiltä oli saatavissa myös runkokelirikkoinventoinnin tulokset vertailuaineistoksi. Reitti, jolle oli merkitty runkokelirikkoa, näkyi myös "tien kunto" -karttakerroksella kauttaaltaan huonona tai vähintään heikkona, ja suuria yksittäisiä heittoja oli havaittu kiihtyvyyssanturidatasta noin 20 metrin välein. Eli runkokelirikkoinventointi korreloi vahvasti kiihtyvyyssanturidatan kanssa.

Pilotissa oli tavoitteena tunnistaa **anturidatan** avulla pahat ja erittäin pahat kelirikot yhtenä luokkana. Pahimpia kelirikkoluokkia oli kuitenkin pilottiaineistossa sen verran vähän, että niitä ei ole voitu luotettavasti tunnistaa pelkällä anturidatalla. Kelirikkotilanteet ovat kuitenkin anturidatalla tunnistettavissa, varsinkin kun anturidata vielä verifioidaan konenäkötuloksilla. Varsinkin lievistä kelirikoista dataa syntyy nopeammin.

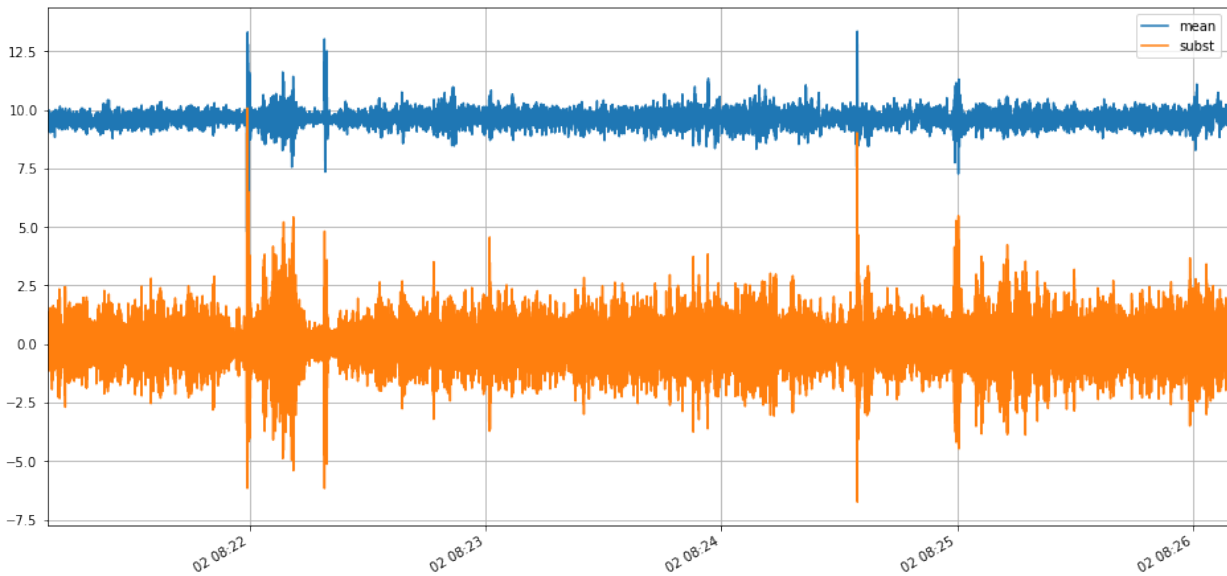
Anturidatan kelirikkoarvot on kalibroitu niin, että ne osaavat ottaa huomioon henkilö- ja raskaat ajoneuvot. Raskaan ajoneuvon kori ja renkaat eivät välttämättä reagoi pienempiin tien ongelmiin, kuten ns. nimismiehen kiharoihin, ajaessaan soratiellä. Henkilöautojen renkaat ja massa reagoivat helpommin pienempiin puutteisiin kuten yksittäisiin töyssyihin tai kelirikosta johtuvaan sivuttaisiirrymään.

Kuvassa 14 on esitetty sekä konenäön (vasen yläkulma) että anturidata-analyysin (oikea yläkulma) raakatuloksia samasta kohdasta: pintakelirikon luokan 3 todennäköisyys on suuri (0,672), mutta anturidata ei viittaa mihinkään tavallisesta poikkeavaan. Kun sekä **konenäkö-** että **anturidata** informoivat ongelmasta samassa kohteessa, ongelman todennäköisyys on selvästi luotettavampaa ja myös ongelman syy (ja siten mahdollinen toimenpidetarve) on nopeammin selvitettävissä.



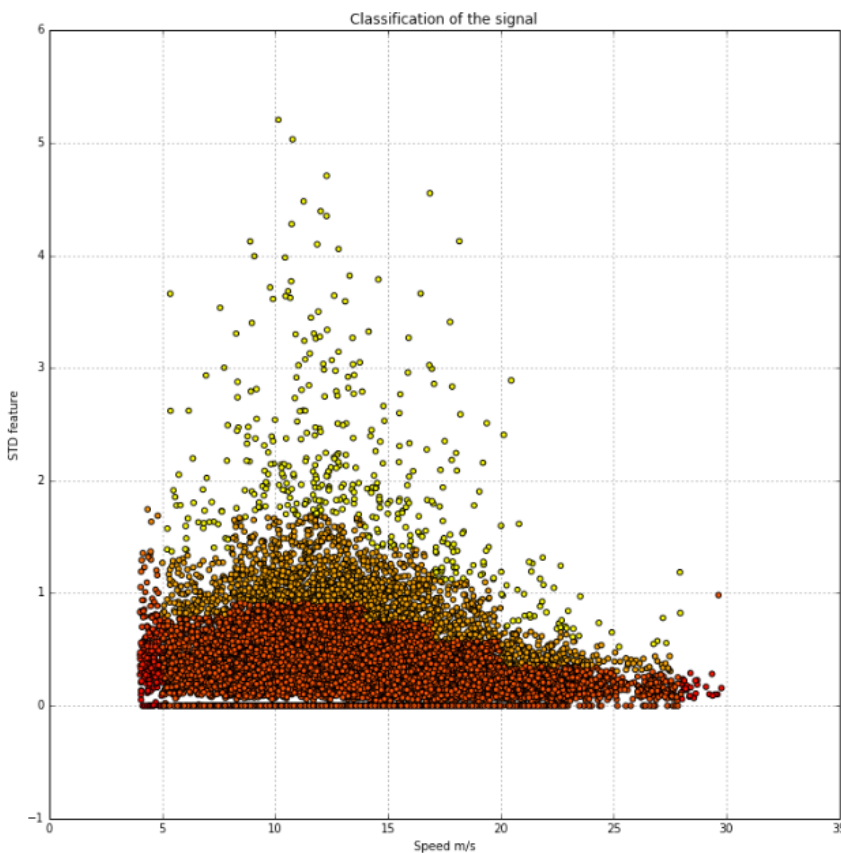
Kuva 14. Esimerkki kelirikon konenäkö-tunnistamisen tilanteesta. Vasemmalla olevat eri kelirikko-luokat ovat luokittimelle koulutettujen eri kelirikkoluokkien arvoja. Oikealla ylhäällä näkyvät raakatutana matkapuhelimen eri sensoritiedot.

Kuvassa 15 y-akseli kuvaa kiihtyvyyttä m/s^2 ja x-akseli aikaa sekunneissa. Kuvassa näkyvät selvästi ajoneuvoon kohdistuvat yksittäiset heilahdukset (6 terävää ja kaksi pidempiaikaista ja vahvempaa), jotka poikkeavat trendistä. Merkittävät heilahdukset havaitaan automaattisesti signaalista koneoppimista hyödyntäen ja yleisestä trendistä päätellään yleiskunto. Data on normitettu kuvaajassa x-, y- ja z-akseleiden yli. Sinisellä esitettyssä datassa on mukana painovoima ja oranssilla esitettyssä datassa painovoiman vaikutus on poistettu.



Kuva 15. Esimerkki keräystä kiihtyvyydatasta ja sen arvioinnista.

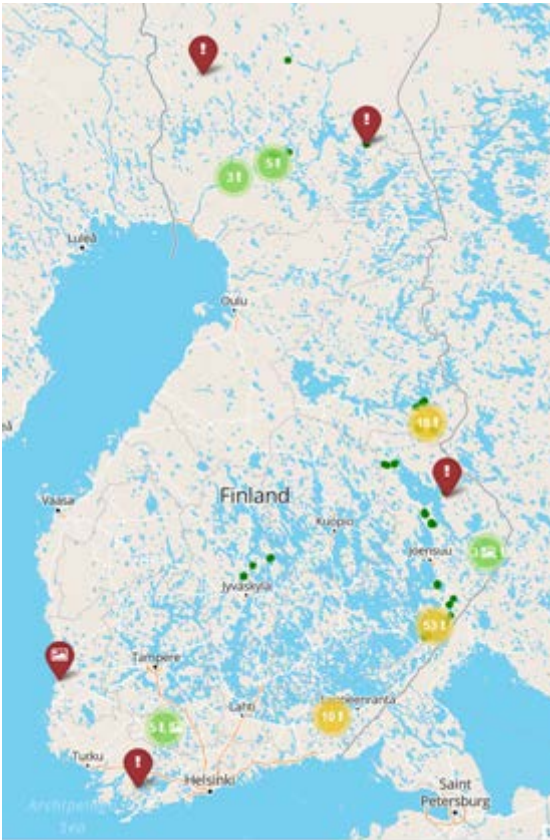
Kuvassa 16 on esitetty tietyn ajoneuvotyypin mukaan yleistettyjen mittausten luokittelu, joka on nopeuden perusteella jaettu kolmeen eri kuntoluokkaan. Jokainen piste kuvaa 5 metrin mitausväliä ja väri kuntoluokkaa, johon mittaustuloksen on päätelty kuuluvan. Kuvassa y-akseli kuvaa yleisesti yhdistettyjä ominaisuuksia (merkittävimmät tekijät), jonka perusteella päätös tehdään. Kuvan otos on otettu yksittäisen ajoneuvon datasta.



Kuva 16. Esimerkki tietyn ajoneuvon yleistettyjen mittausten luokittelusta nopeuden perusteella (punainen = normaali, oranssi = kohtuullinen ja keltainen = heikko). Kuljettajien painonapilla tehdyt havainnot.

Edellä mainituista syistä pilottikuljettajat antoivat melko vähän kelirikkohavaintoja **langattomalla napilla** (kuva 17). Kuljettajia ohjeistettiin painamaan nappia seuraavissa tilanteissa:

- pinta- ja runkokelirikko
- orastava kelirikko
- kelirikosta tiedottavat liikennemerkkit.



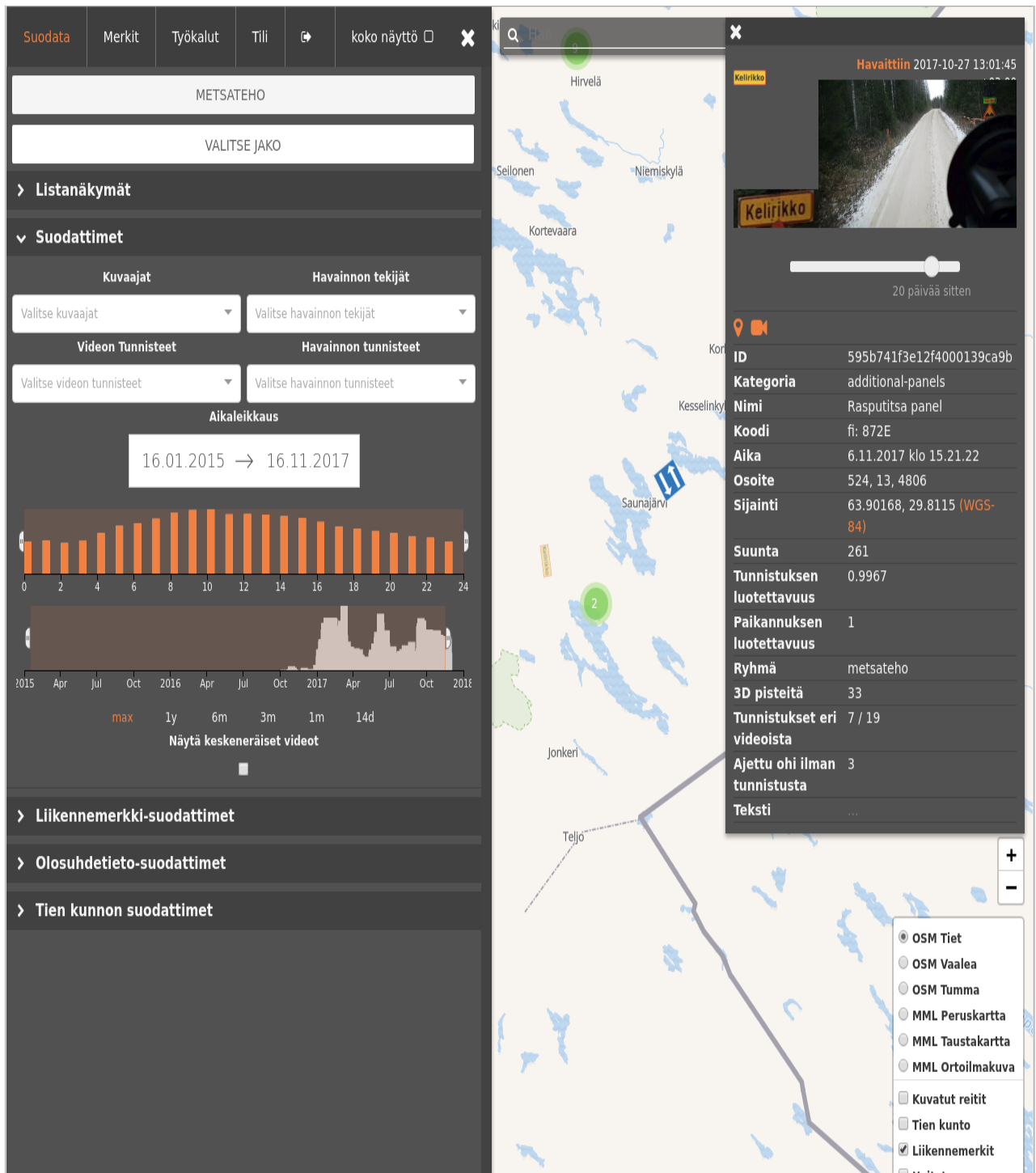
Kuva 17. Kuljettajien kelirikkovaiheessa antamat havainnot (3.4.–21.6.2017).

Sinällään kuljettajien antamat kelirikkohavainnot ovat hyvä tiedonkeruutapa konenäön koulutusvaiheessa. Kuljettaja saattaa virheellisesti pitää muistakin syistä pehmennyttä tietä kelirikkona, mutta havainnot myös niistä ovat tärkeitä konenäön kouluttamista varten.

II-vaihe: Liikennemerkkit, kivet, pölyävyys

Liikennemerkkit (kelirikko ja painorajoitukset)

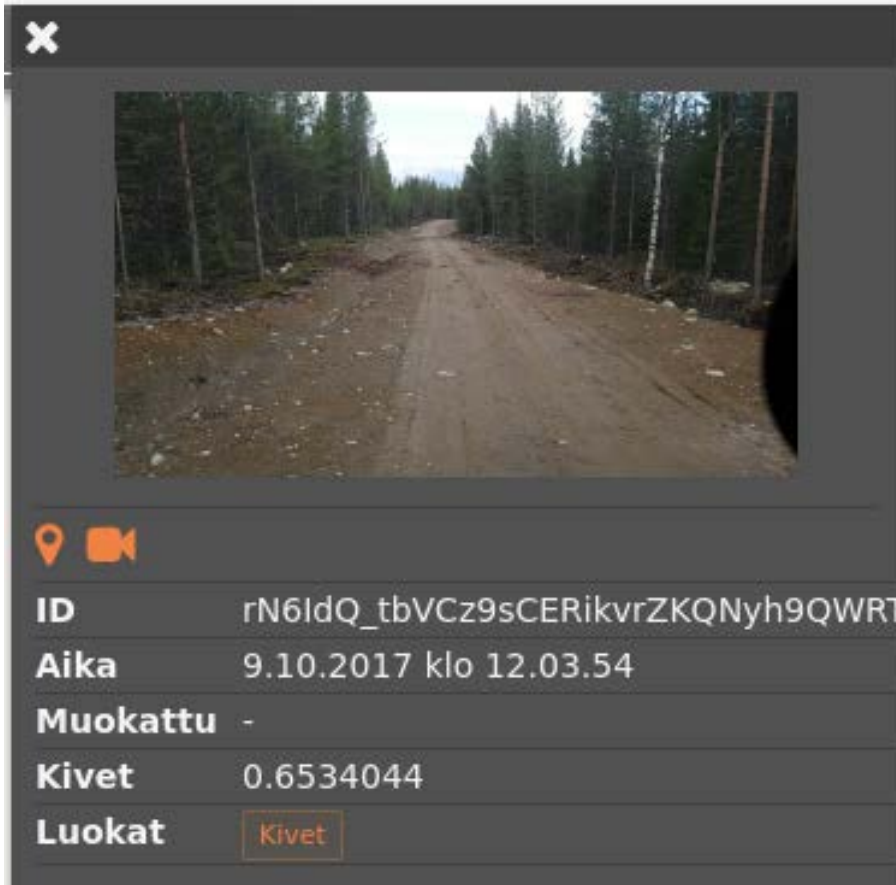
Vionice Oy on toteuttanut erillisessä Liikenneviraston hankkeessa liikennemerkkien tunnistamista konenäöllä (kohteiden havaitseminen, luokittelu ja paikantaminen kartalla). Tähän pilottiin valittiin kelirikosta varoitettava lisäkilpi sekä painorajoitus (kuva 18). Eri painorajoitustyyppisiä ei tunnistettu vielä pilotin aikana, mutta Vionicella on käynnissä niiden tekstilukuun perustuvan ratkaisun kehittäminen. Liikennemerkkit ovat konenäön tunnistettavissa aina silloin, kun ne ovat ihmissilminkin tunnistettavissa tietyksi liikennemerkiksi (esimerkiksi merkin osittain peittämä lumi ei estä konenäköntunnistamista). Kelirikkoarvoitusten ja muuttuvien painorajoitusten osalta ollaan kiinnostuneita myös liikennemerkkien muutostiedosta, johon on jo tekninen ratkaisu.



Kuva 18. Esimerkki tunnistettujen liikennemerkkien esittämisestä kartalla.

Maa- ja pintakivet

Liikenneviraston (2015a) ohjeen mukaan yli 3 cm korkeat ja muut liikennettä haittaavat maakivet on poistettava tasaustyön yhteydessä ja viimeistään viikon kuluttua. Annotoija arvioi tiellä olevien kiven kokoa silmämääräisesti kohdistuen arvion vain lähellä ajoneuvoa oleviin kiviin. Konenäön koulutusta varten isojen kiven kuvia saatiin havaittua paljon yksityistieverkolta. Konenäölle juuri tietyinkokoisten kiven tunnistaminen oli haasteellista (kuva 19). Mahdollisesti kiven luotettava tunnistaminen vaatisi jopa erilaisen konenäköarkkitehtuurin.



Kuva 19. Esimerkki kiven tunnistamisesta konenäöllä.

Pölyävyys

Sorateiden pölyisyyden arvioimista varten kerättiin kuva-aineistoa (esimerkkejä kuvassa 20), mutta sille ei tehty konenäköanalyysia. Pölyisyyden kuvaamista varten pilottipuhelimia siirrettiin kuorma-autoista henkilöautoihin, jolloin pilottipuhelimen pystyi asentamaan kuvaamaan auton takalasista taaksepäin. Taaksepäin kuvatusta aineistosta oli osin vaikea arvioida tarkkaa pölyisyysluokkaa, joten samaan aikaan tulisi olla vertailuaineistoa myös ohjeen (Liikennevirasto 2014) mukaisesti toisen auton perässä kuvatusta kuva-aineistosta. Näin saataisiin laadittua annotointiohjeisto ja riittävä konenäkökoulutus myös takalasista kuvatulle pölykuva-aineistolle.

Pölyävyysluokan kuvauksessa ajoneuvon nopeus tulee olla 60 km/h. Pilotissa ei tarkasteltu erikseen ajoneuvon nopeutta kuvien annotoinnin yhteydessä, mutta matkapuhelimesta syntyvä nopeustieto on kuitenkin helposti yhdistettävissä pölyävyyskuviin. Konenäöllä tulkittaisiin ainoastaan ne pölyävyystulokset, jotka on kuvattu ohjeen mukaisella nopeudella. Rungas pölyävyys on tarpeen tunnistaa varsinkin asutuksen ja viljelysten yhteydessä, ja ko. alueet voitaisiin tunnistaa esimerkiksi paikkatiedon avulla.

Rungas pölyävyys on todennäköisesti tunnistettavissa konenäön avulla. Pölyinen auton takalasi ja siihen osuva auringonvalo saattavat tuoda alussa virrehavaintoja (kuva 20, oikean ylänurkan kuva). Pölyävyystulosten arvioinnissa tulee ottaa huomioon kuvaustilanteet, joissa tie on ollut märkä. Pölyn leviäminen tiealueen ulkopuolelle näkyy parhaiten pidemmillä suorilla (kuva 20, vasemman alakulman kuva).



Kuva 20. Esimerkkikuvia sorateiden pölyävyydestä takalasista kuvattuna.

IIIA-vaihe: Tien kuntotieto ja heitot

Vionice Oy oli toteuttanut aikaisemmassa hankkeessaan matkapuhelimen anturidataan perustuvan **kuntoluokittelun** Etelä-Karjalan alueen valtion tiestölle (päällystetyt ja ei-päällystetyt tiet). Luokittelu antaa suhteellisen vertailuluvun tiestön keskivertaiseen tilanteeseen verrattuna. Samaa luokittelua hyödynnettiin myös tämän pilotin aikana (esimerkki tiestön kuntoluokka-arvoista kuvassa 7). Malli erottelee eri tieluokat ajonopeuksien perusteella. Mikäli vastaavaa luokittelua haluttaisiin käyttää myös yksityisteillä, tulisi sille laatia oma luokittelutaso. Vertailuaineisto tulisi luonnollisesti laajentaa Etelä-Karjalasta koskemaan koko Suomea.

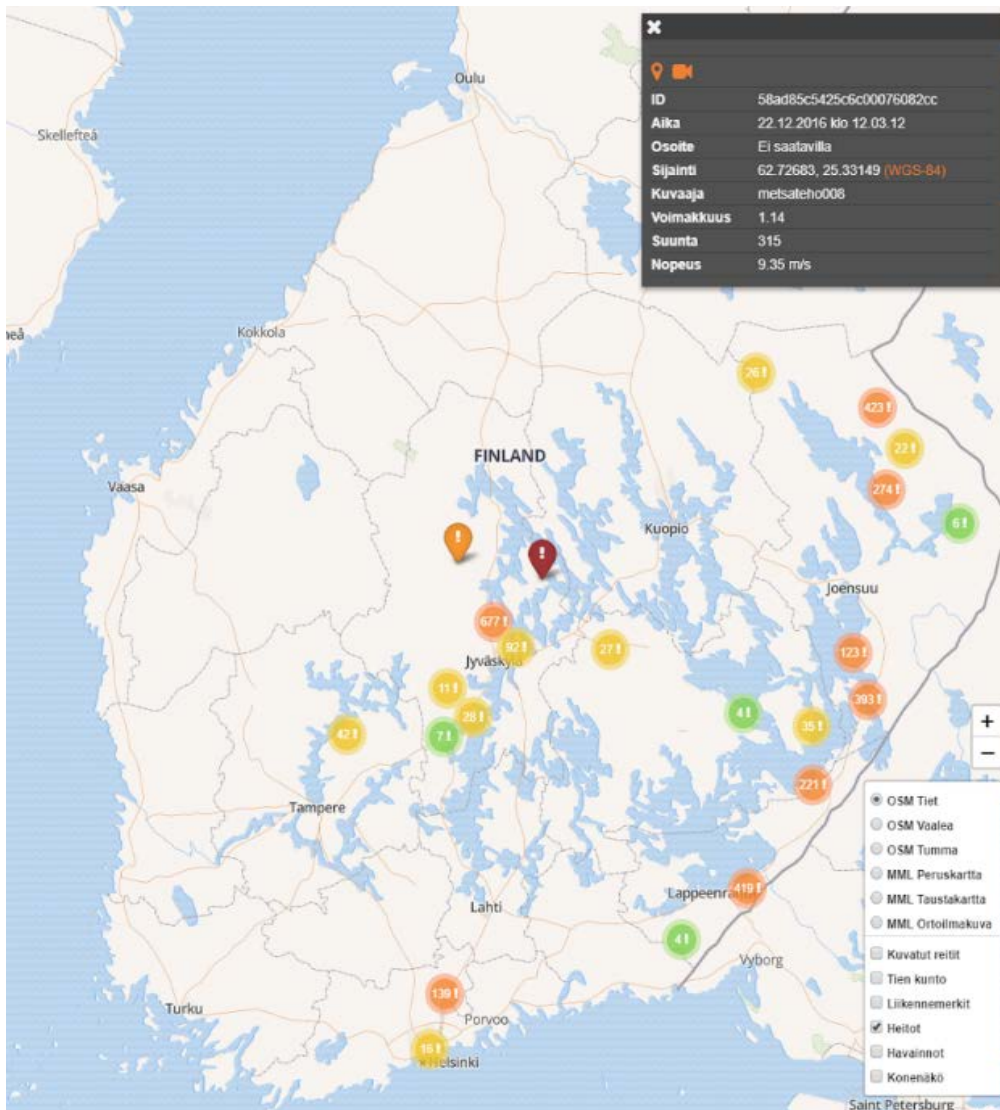
Sorateiden kuntotieto on normalisoitavissa erikseen valtion sorateille ja yksityisteille. Arvioitava tieosuuden pituus oli pilotissa 20 m, mutta pituus on vapaasti valittavissa muuksikin. Kuntotieto esitettiin karttaliittymässä GPS-pisteiden väliin mukaan. Kuntoarvotiedot ovat linkitettävissä tietosuhteisiin ja niistä voidaan tulostaa määrämuotoisia raportteja. Kuntotiedon yhdistäminen kohteiden konenäkötuloksiin auttaa ongelmien syiden ja tarvittavien toimenpiteiden määrittämisessä. Tuloksista laskettavat tunnusluvut (esimerkiksi huonon kuntoarvon saaneiden teiden osuus tietyn alueen tiestöstä) nousi yhtenä ohjausryhmän jatkokehittämisideana.

Liikenneviraston Tierekisterissä on määritelty seuraavat palvelutasomittauslukemat kuorma-auton kiihtyvyyksille: 1) Kuorma-auton korin pysty-/sivuheilahdus/nyökkimiskiihtyvyys sekä 2) Kuorma-auton kokonaiskiihtyvyys (RMS). Kyseiset tiedot olisivat saatavissa myös matkapuhelimen anturidatasta.

Matkapuhelimen anturidatasta muodostetut **heitot** ovat merkittäviä hetkellisiä poikkeamia kiihtyvyyssarvossa. Pituusheitto tarkoittaa ajoneuvon äkillistä heilahdusta tien pituussuunnassa tien pinnan muodonmuutoksesta johtuen (esim. painuma tiessä rummun tai muun rakennemuutoksen vuoksi tai epätasaisuus sillan alku- tai loppukohdassa). Sivuttaisheitto kuvaa tien sivuttaissuunnassa tapahtuvaa äkillistä muutosta tien pinnassa (esimerkiksi tien oikean puolen painuma). Sivuttaisheitto heilauttaa ajoneuvoa rajusti sivulle päin. (Tiehallinto 2005).

Kuvassa 21 on esitetty osa projektin aikana havaituista heitoista. Heitot ovat sekä päällystetyiltä että päällystämättömiltä teiltä. Heittojen erilaiset arvot kuvaavat heittojen suhteellista voimak-

kuutta niin että 5 on voimakkain. Kuorma-autot toimivat suuren massansa takia hyvin suurempien rakenteellisista syistä johtuvien heittojen kuten tien painumien havaitsemiseen, kun taas pienemmät autot reagoivat pienempiin ongelmiin kuten siltojen saumoihin helpommin. Tiukat mutkat aiheuttavat jonkin verran virhearvoja heitoissa.



Kuva 21. Pilotin aikana havaitut heitot ja esimerkki yksittäisestä heitosta.

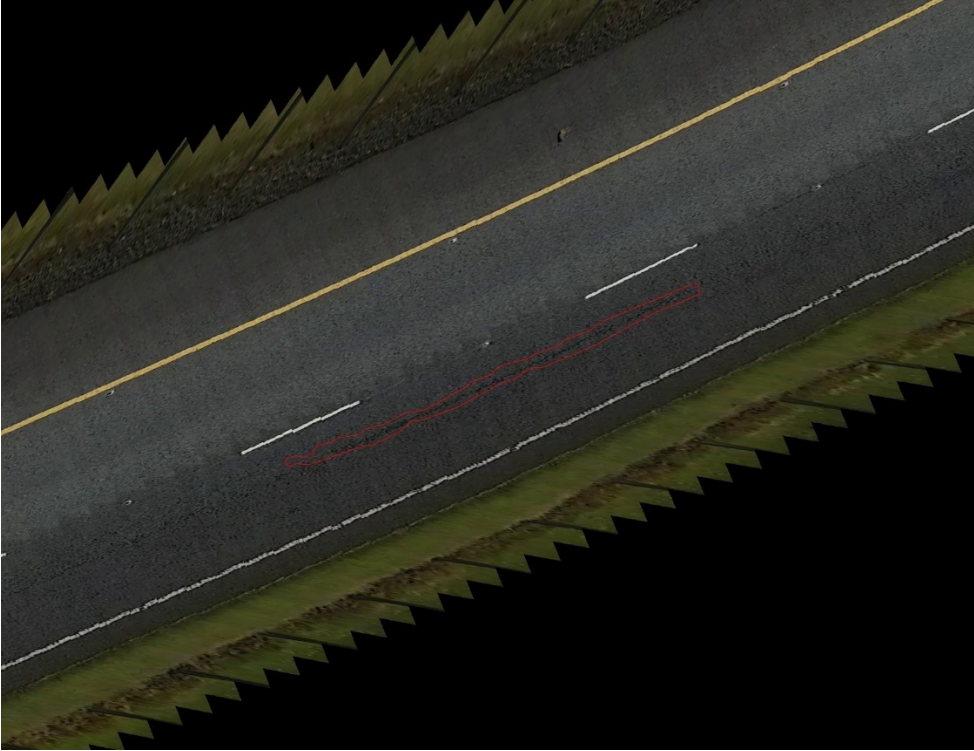
IIIB-vaihe: Muut tiestötiedot

Pilotin loppuksi Vionice Oy arvioi konenäkö- tai anturidata-analyysin hyödynnettävyyttä valittujen muiden tiestötietojen osalta. Ko. tietojen analysointia ei toteutettu, vaan arviointi perustui Vionicen kokemuksiin tämän ja muiden hankkeiden pohjalta. Arvion mukaan videodatan perusteella tehty konenäkö-tulkinta sopisi useidenkin tiestön kuntotilanteiden tunnistamiseen, mikäli ko. tilanne on tulkittavissa ihmissilminkin oikein (taulukko 3).

Taulukko 3. Arvio konenäkötulkinna ja anturidata-analyysin hyödyntämisestä valittujen tiestötietojen tulkinnassa.

TIETOTYYPPI	ARVIO KONENÄÖN JA/TAI ANTURIDATA-ANALYYSIN HYÖDYNTÄMISESTÄ
Siltoihin ja niiden varusteisiin liittyvät puutteet	Esim. Liikenneviraston vuositarkastuslomakkeen mukaisista tarkastuskohteista konenäöllä ovat tunnistettavissa selvästi kameraan näkyvät ja selvästi huonossa kunnossa olevat kohdat (esim. selvästi huonokuntoinen päällyste tai siltakaide tai sammunut valaisin). Osa tarkastuskohteista vaatisi testaamista.
Irtonaisuus (S)	Heikoimmat kuntoarvot (varsinkin yhtenä luokkana) ovat helposti opettavissa konenäölle. Kunkin kuntoarvon erottelu toisistaan vaatii huomattavasti laajempaa opetusaineistoa. Anturidatan tuoman lisäarvon arviointi vaatisi testaamista.
Kaltevuus (S)	Tunnistettavissa helpoiten matkapuhelimen gyroskoopilla, mutta ainakin selvästi suurissa kaltevuustasoissa myös konenäöllä.
Reunapalteet (S)	Tunnistettavissa konenäön avulla.
Lätäköityminen (S)	Tunnistettavissa konenäön avulla.
Tasaisuus (S)	Merkittävässä roolissa erikseen tarkasteltavassa Tien kunto -mittarissa. Konenäön avulla voidaan tarkentaa epätasaisuuksien syitä ja toimenpidetarpeita.
Kuopat (S) (Osana myös Tasaisuus -tietotyyppiä)	Yksittäistenkin isojen kuoppien sijainneista saadaan vihjetietoa anturidatasta (kuoppaan ajaminen tai kuopan kiertäminen). Konenäön avulla voidaan verifioida anturidatan tilanne ja tunnistaa yksinkin suurimmat kuopat.
Vesakoituminen (S)	Valtion teillä haasteena ovat useat hoitoluokat ja niiden tarkat vaatimukset. Aivan tien varressa sijaitseva vesakoituminen on tunnistettavissa konenäöllä (kauempana tiestä sijaitsevat vesakot eivät välttämättä näy kuvissa). Viheralueiden konenäkö-tunnistamista on pilotoitu Liikenneviraston (2016) aiemmassa hankkeessa.

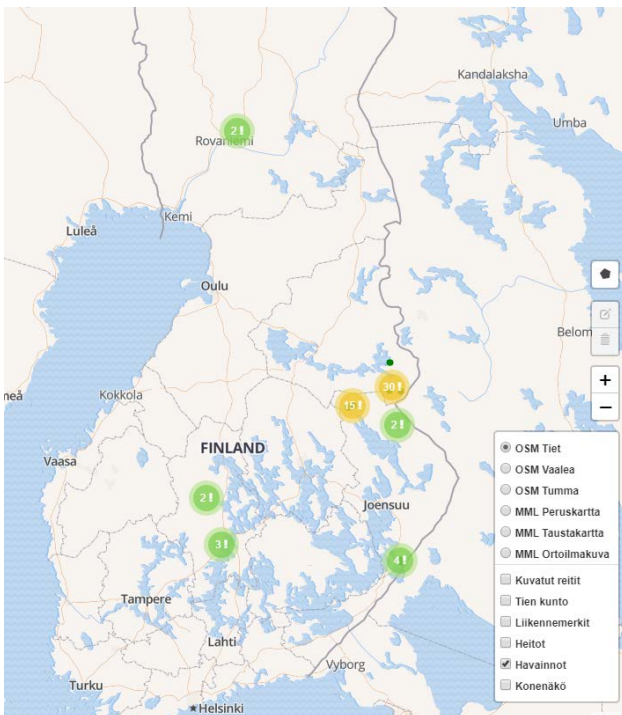
Anturidataa voi hyödyntää esim. tien kaltevuuden ja kuoppaisuuden havaitsemisessa. Näissäkin tilanteissa konenäkö-tulkinta auttaa tilanteen verifiointissa. Konenäön semanttisen segmentoinnin ja 3D-rekonstruktioiden laatimisen avulla voidaan tunnistaa automaattisesti myös korkeuteen liittyviä tilanteita (esim. sillan korkeuden muutokset siltatyömaan etenemisen mukaisesti). Tulevaisuudessa joitakin tietotyyppiä, joita voidaan selkeästi lokalisoida kuvista (esim. kivet ja halkeamat), voidaan visualisoida ortokuvamuodossa omana karttatiilikerroksenaan (kuva 22).



Kuva 22. Viominer-videosta luotu ortokuva, johon on visualisoitu halkeaman tunnistus. Halkeama on tunnistettu useista eri kuvista semanttisen segmentoinnin avulla.

Kuljettajien painonapilla tekemät havainnot

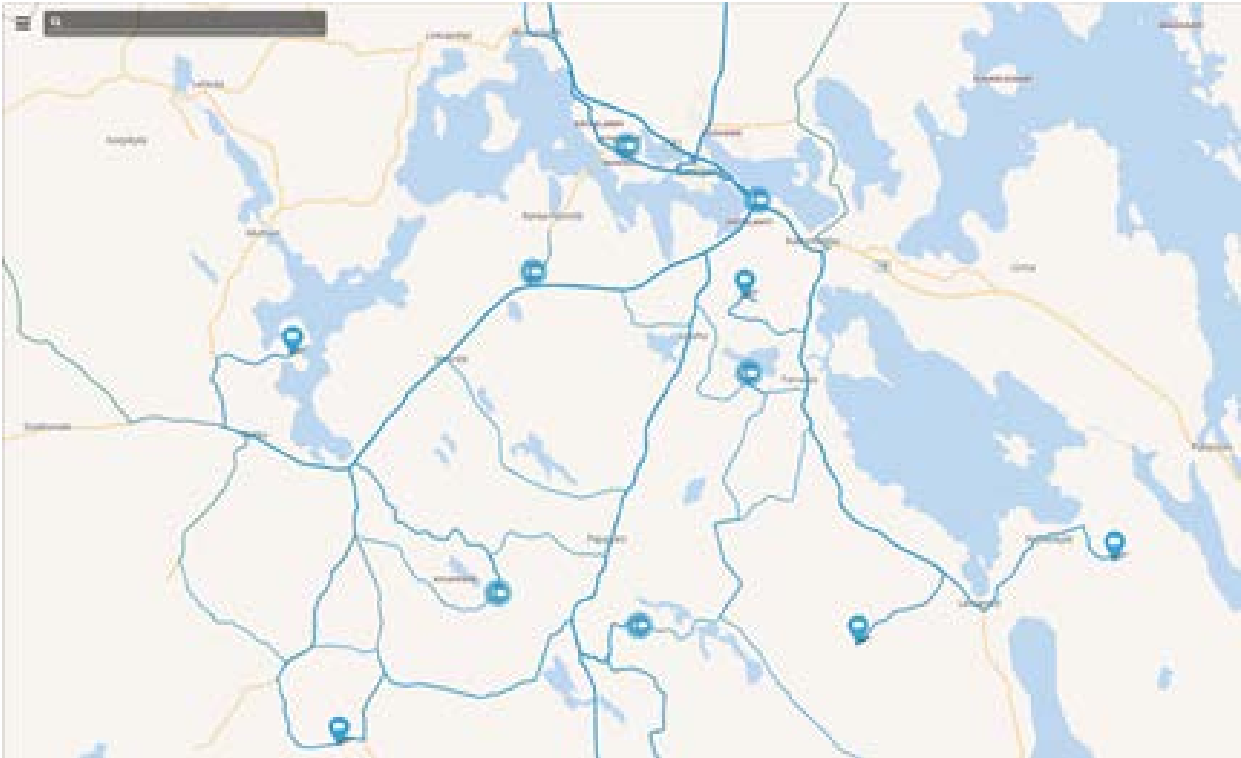
Pilotin III-vaiheessa kuljettajia ohjeistettiin painamaan langatonta nappia, kun soratiestöllä on este, ajonopeutta joutuu hidastamaan selvästi, ajoneuvo heiluu tai tärisee merkittävästi tai esim. tiessä olevan kuopan joutuu kiertämään. Havaintoja annettiin reilut 50 kpl (kuva 23).



Kuva 23. Kuljettajien antamat havainnot pilotin III-vaiheessa (1.9.–16.11.2017).

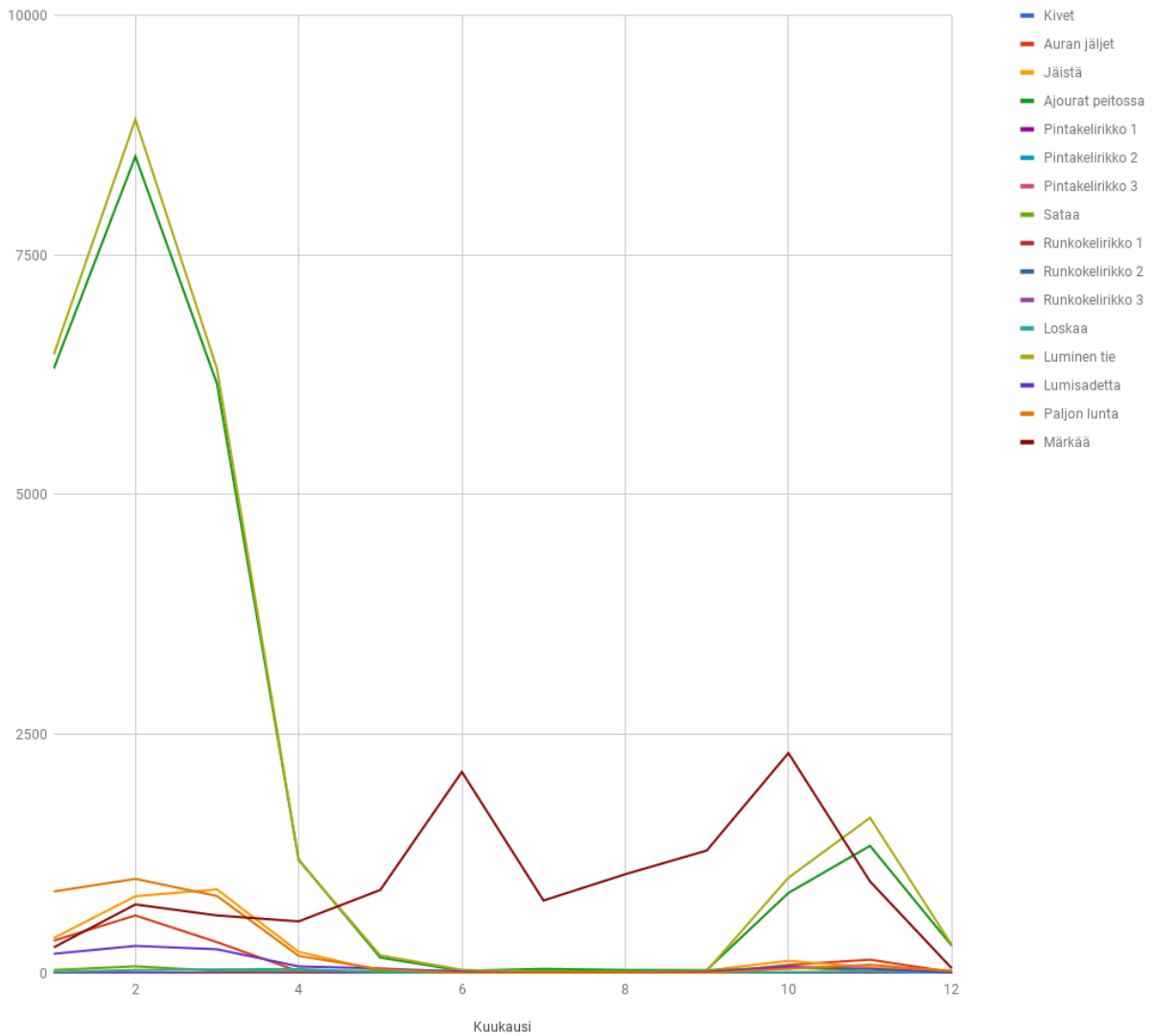
3.2 Yhteenveto

Pilotin pitkän toteutusajan takia **video- ja anturidataa** saatiin kerättyä hyvin laajasti tieverkon eri osista. Pilotin lopussa videomateriaalia oli 289 000 kilometriltä, joka vastaa noin 7 200 tuntia videota. Tiedonkeruun kattavuuden kannalta metsäsektorin toimijat sopivat hyvin alemman tieverkon tiedonkeruuseen, koska puukuljetusten lähtöalueet vaihtuvat jatkuvasti (esimerkki tiedonkeruun alueellisesta kattavuudesta kuvassa 24). Toisaalta tästä syystä muutostietoa tai ajantasaista tietoa juuri tietyltä alueelta on hankalampi saada. Tiestön eri tilanteiden konenäköhavaintoja syntyi useita tuhansia (kuva 25).



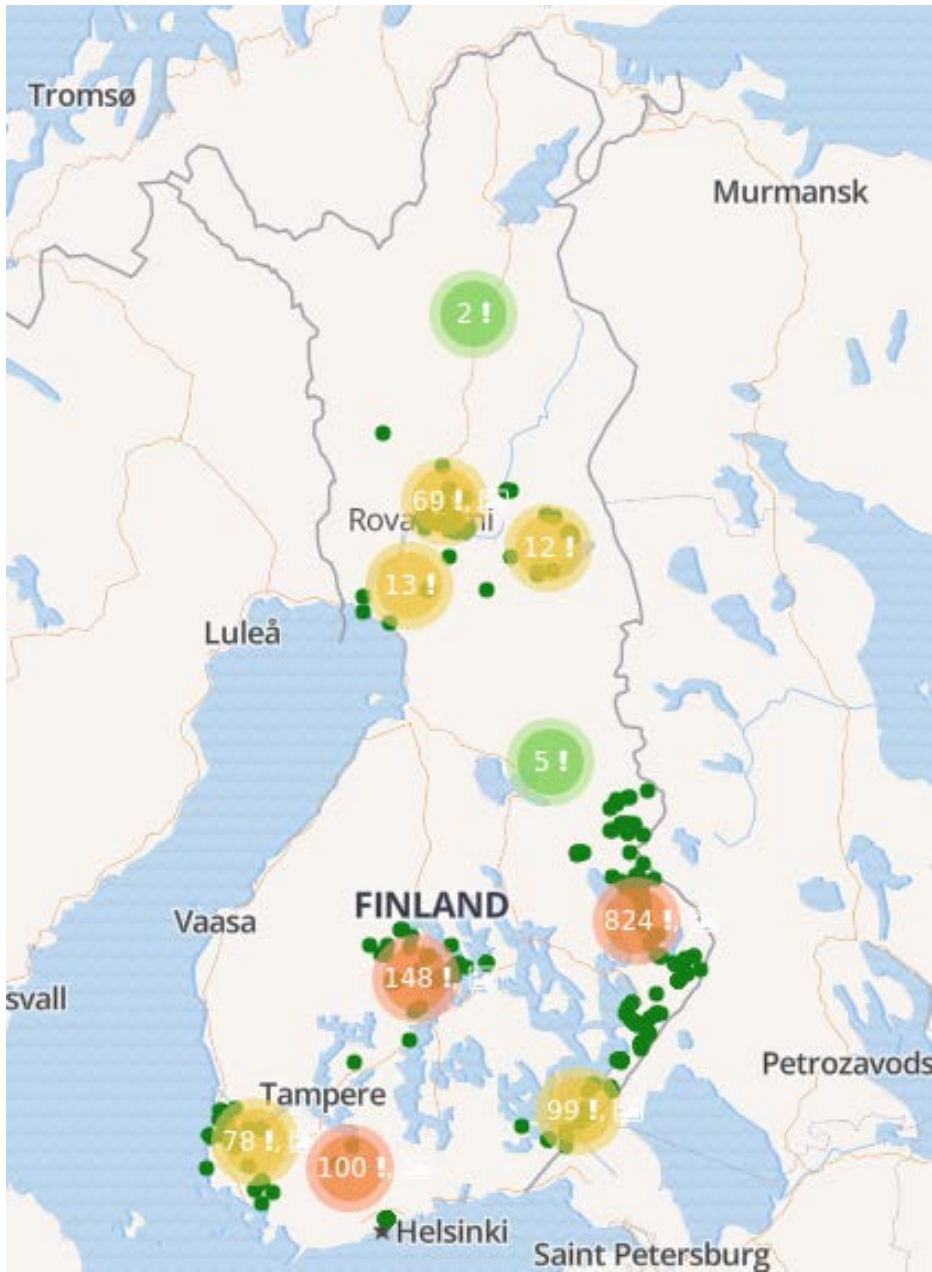
Kuva 24. Esimerkki aineiston paikallisesta kattavuudesta (siniset viivat).

Konenäköhavainnot kuukausittain



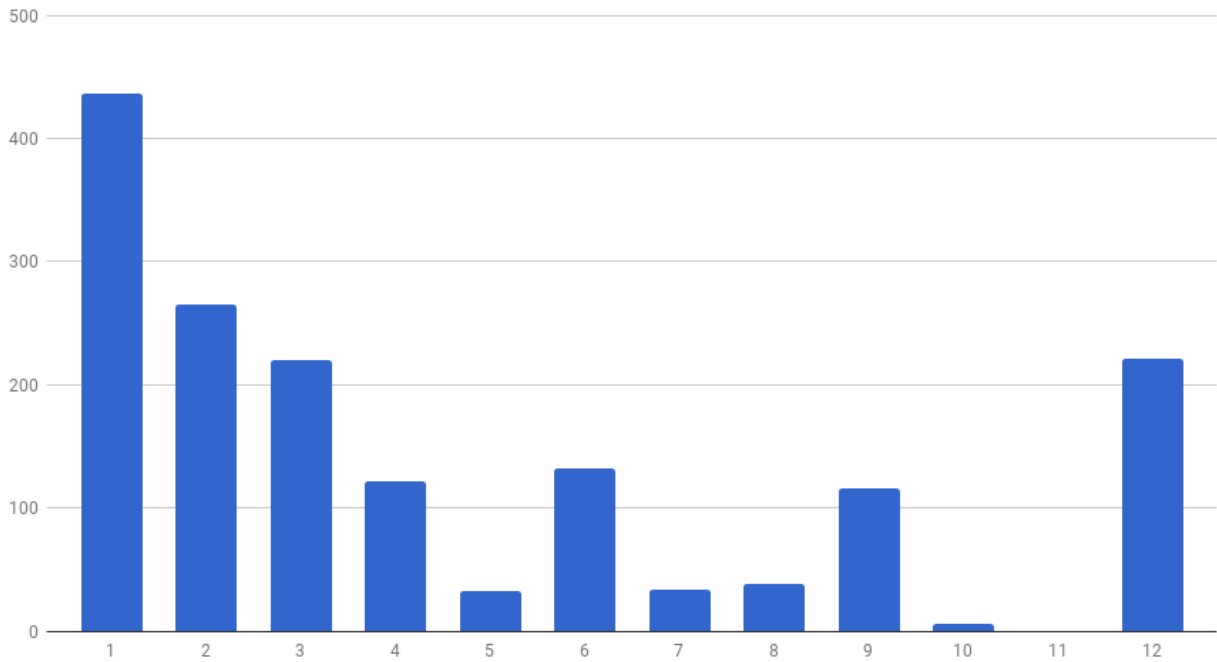
Kuva 25. Pilotin aikana syntyneet konenäköhavainnot. Kesällä tuli jonkin verran virheellisiä lumisuushavaintoja vaaleasta ja kuivasta tiestä.

Pilotin aikana kuljettajat antoivat noin 1 600 **havaintoa langattomalla napilla** (kuva 26). Havaintojen lukumäärä vaihteli paljon pilotin eri vaiheissa (kuva 27). Kelivaiheessa (joulu-maaliskuu) havaintoja annettiin varsinkin tiedonkeruun alkuvaiheessa, jolloin todennäköisesti olosuhteetkin olivat todennäköisesti eri puolilla Suomea hankalat. Kelirikkovaiheessa (huhti-kesäkuu) havaintoja saatiin varsinkin kesäkuun aikana. III-vaiheessa (syys-marraskuu) havaintoja saatiin varsinkin ensimmäisen kuukauden aikana. Havaintojen määrä vaihteli paljon myös pilottiajoneuvoittain. Aktiivisimmista ajoneuvoista annettiin satoja havaintoja, passiivisimmista joitakin kappaleita.



Kuva 26. Kuljettajien havainnot koko pilotin ajalta.

Kuljettajan havaintojen määrä kuukausittain



Kuva 27. Eri kuukausina tehtyjen kuljettajahavaintojen kuukausittainen määrä projektin aikana.

Pilottikuljettajat antoivat nappihavaintoja täydentäviä **äänihavaintoja** aika harvakseltaan. Kuljettajat saattaisivatkin antaa ääniviestejä helpommin silloin, kun on tiedossa, ettei ääntä sellaisenaan tallenneta vaan se litteroidaan tekstiksi. Litterointia testattiin pilotissa vain yksittäisillä esimerkeillä, mutta lyhyiden viestien osalta puheentunnistus toimii jo hyvin. Äänihavaintojen antamista varten voidaan harkita valmiita lyhyitä malliviestejä hyödyntäen Liikenneviraston kelikoodeja. Toisaalta kuljettajilla voi olla tarve tarkentaa esimerkiksi ongelmatilanteen sijaintia, koska vaikeimmissa tilanteissa raportoinnin pystyy tekemään vasta tilanteen ohimentyä.

4 TIETOJEN HYÖDYNNETTÄVYYS TOIMIJOIDEN PROSESSEISSA

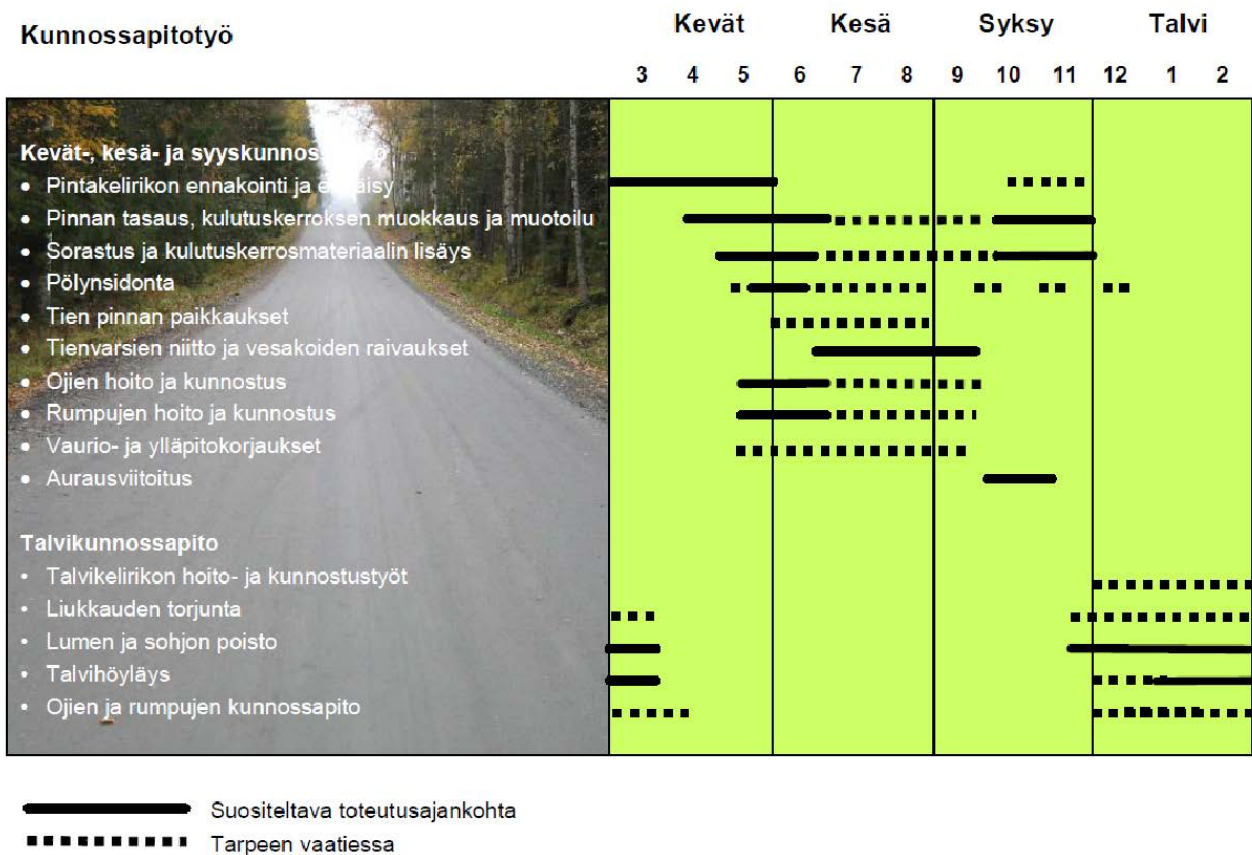
Pilotin aikana pidetyissä ohjausryhmän työpajoissa sekä pilottiorganisaatioiden haastatteluissa arvioitiin kerättyjen ja analysoitujen tiestötietojen hyödynnettävyyttä sekä liikenneviranomaisten että metsäsektorin ja sen kuljetusten prosesseissa. Lisäksi ko. toimijat ja raportin laatijat tunnisti-
vat tarpeita uusille tietotyypeille, joihin tässä pilotissa käytetyt menetelmät saattaisivat soveltua.

4.1 Tietojen hyödyntäminen Liikenneviraston ja ELY-keskusten tienpidon prosesseissa

Pilotin työpajoissa ja haastatteluissa video- ja anturidatan soveltuvuutta arvioitiin Liikenneviraston ja ELY-keskusten seuraavien toimintojen kannalta:

1. sorateiden kelirikon etenemisen seuranta
2. alemman tieverkon talvikunnossapidon tarve
3. talvikunnossapidon laadunseuranta
4. muut tiedot.

Kuvassa 28 on esitetty sorateiden kunnossapidon ajankohtia. Ko. toimenpiteiden suunnittelua varten tiestön tiedonkeruun tulee olla toteutettuna ennen toimenpiteiden käynnistämistä. Laadunseuranta tukevaa tiedonkeruuta puolestaan tulee tehdä heti kunnossapidon toteutuksen jälkeen.



Kuva 28. Suositukset sorateiden kunnossapitotöiden ajankohdista (Liikennevirasto 2014).

Sorateiden kelirikko

Vuonna 2016 valtion teillä oli vajaat 1 300 kilometriä kelirikosta johtuvia painorajoituksia, joista 85 % kohdistui sorateille (Liikennevirasto 2017). Tällä hetkellä kelirikon etenemistä seurataan kelirikoinventointien avulla, jotka eivät kuitenkaan pysty kattamaan kuin pienen osan valtion tieverkosta. Tilanteen nopean muuttumisen vuoksi inventointeja on vaikea kohdistaa juuri oikeille alueille. Alkavan kelirikon tunnistamiseen ja kelirikon etenemiseen onkin tarpeen kehittää uusia ratkaisuita, joista joukkoistettu tiedonkeruu on yksi mahdollisuus. Kelirikkotilanteen seuranta on tärkeää paitsi kelirikkorajoitusten asettamista ja poistamista varten myös kunnostustoimenpiteiden suunnittelua varten. Koska pilotin aikana saatiin vain vähän havaintoja kelirikosta, pilotissa syntyneitä kelirikkotuloksia ei pystytty tarkemmin arvioimaan.

Alemman tieverkon talvikunnossapito

Talvikunnossapidon kannalta Liikennevirasto ja ELY-keskukset näkivät keskeisenä tietotarpeena toimenpidekynnyksen (lumen auraus ja liukkauden torjunta) ylittymisen alemmalla tieverkolla. Nyt herätteet talvikunnossapidon toimenpiteisiin syntyvät pääosin sääennusteiden ja kelikeskusten sääseurannan avulla. Alemmalta tieverkolta puuttuvat kuitenkin mm. tiesääasemat ja kelikamerat. Lisäksi hoitourakoitsijat tekevät omaa tilanneseurantaa ja hyödyntävät tienkäyttäjien puhelinalautetta. Joukkoistamalla tuotettu tilannetieto helpottaisi tilanteen seurantaa ja parantaisi sen kattavuutta alemmalla tieverkolla. Ongelmakohtista toimitettu videoaineisto, kuljettajan audioraportti ja konenäkötlukinta auttavat urakoitsijaa arvioimaan tilannetta ja tarvittavia toimenpiteitä. Varsinkin objektiivisesti tuotettu data talvihoidon tilasta on toivottua.

Videoaineiston ja konenäkötlukinnan rinnalla voitaisiin hyödyntää myös mm.:

- ajoneuvojen keräämää lämpötilatietoa (mm. jäisen ja märän tien erottelu)
- sääennusteita (esim. sohjokuvien yhdistäminen tietoon pakastuvasta lämpötilasta)
- puhelinten keräämää anturidataa
- tiesääasemien keräämää dataa
- ajoneuvotietokoneiden tai älyrenkaiden synnyttämä data mm. tien liukkaudesta.

Talvikunnossapidon laadunseuranta

Liikennevirasto ja ELY-keskukset toteuttavat talvikunnossapidon laadunseurantaa, johon on luonnollisesti käytettävissä vain rajalliset resurssit. Koska eri talvihoitoluokilla on omat lumen senttimäärät talvihoidon toimenpidekynnyksenä, konenäön kouluttaminen kaikkiin eri tasoihin vie aikansa. Helpommin konenäölle on koulutettavissa selvät ääripäät, jotka voisivat toimia herätteenä joko suoriin päätöksiin talvihoidon toimenpiteistä tai tarvearviointikäyntien suunnitteluun.

Lumen aurauksesta jäävät höylän jäljet ovat yksi tapa seurata talvikunnossapidon laatua. Jälkien syntyminen on järkevintä todentaa heti aurauksen jälkeen, joten varteenotettavana vaihtoehtona on aurausyrityksen itse suorittama kuvaus aurausjäljestä.

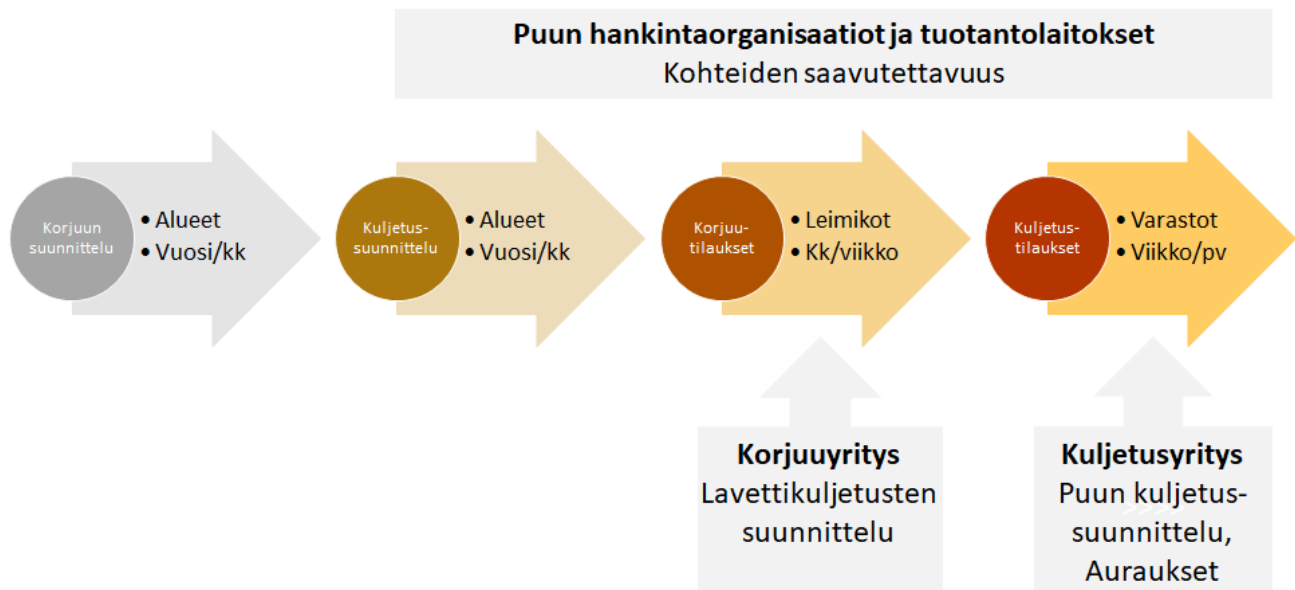
Muut esille nousseet tietotarpeet

Tiestön yleiskunnon arviota on tarpeen jatkokehittää niin, että eri tieluokille on omat arviointiskaalat. Varsinkin alemmalla tieverkolla anturidatasta saadut herätteet tiestön pistemäisistä ongelmista nopeuttavat tilanteiden havainnointia ja toimenpiteiden käynnistämistä. Ongelmatilanteiden raportointi- ja suodatusmenetelmien kehittäminen on tarpeen, jotta tietoa saadaan vain toimenpiteitä vaativista tilanteista.

Pilotin aikaisissa keskusteluissa nousi esille myös monia muita valtion sorateihin ja niiden kunnossapitoon liittyviä tietotarpeita (taulukko 4 luvussa 4.4).

4.2 Tietojen hyödyntäminen metsäsektorin tienpitoon ja kuljetuksiin liittyvissä prosesseissa

Korjuu- ja varastokohteiden saavutettavuustiedot ovat tarpeen puun hankintaorganisaatioiden ja tuotantolaitosten kuljetussuunnittelussa (kuva 29). Tällöin tiedon aikajänne on kuukausista noin viikkoon. Korjuun ja kuljetuksen ajankohdan lähestyessä saavutettavuustieto on tarpeen myös korjuu- ja kuljetusyrityksille ja aikajänne tarkentuu päiviin ja jopa tunteihin. Tällä hetkellä yksityisteiden ajantasainen kunto arvioidaan usein erillisten kenttäkäyntien yhteydessä, mikä on luonnollisesti henkilöresursseja kuluttavaa.



Kuva 29. Tiestö- ja kuljetusten olosuhdetietojen hyödyntäminen metsäsektorin prosesseissa.

Pilottiin osallistuneet **Metsähallitus ja metsäyhtiöt** arvioivat omalta kannaltaan kerättyjen tietojen hyödynnettävyyttä varsinkin seuraavista näkökulmista:

1. yksityisten sorateiden kunnan osalta vastaavat tiedot kuin edellä on esitetty valtion sorateiden osalta
2. yleisten ja yksityisteiden kelirikko
3. yksityisteiden talvikunnossapidon tilanne
4. muut tietotarpeet.

Yksityisten sorateiden kunto

Metsähallituksella ja metsäyhtiöillä on omia teitä, joiden kunnossapidosta ne vastaavat. Lisäksi metsäyhtiöt joutuvat arvioimaan käyttämiensä muiden yksityisteiden kuntoa puukuljetuksia ennen ja niiden jälkeen sekä tarvittaessa korvaamaan tien rikkoutumisesta johtuvia kustannuksia. Yksityisteiden kunto vaihtelee huomattavasti eikä kuntotietoja ole saatavilla. Joukkoistettu ja mahdollisimman objektiivinen lisätieto yksityisteiden kunnosta auttaisi metsäsektoria puukuljetusten suunnittelussa sekä yksityistiekuntia tiestön kunnan ylläpidossa. Tietosisällöllisesti tarpeet ovat vastaavat kuin valtion teiden osalta, mutta toimenpidekynnykset eivät ole yhtä tiukat.

Yleisten ja yksityisteiden kelirikko

Kelirikosta johtuvat painorajoitukset aiheuttavat merkittäviä kustannuksia puuhuollolle, kun puun korjuuta ja kuljetuksia joudutaan kohdistamaan kelirikkoaikojen ulkopuolelle. Yksityisteiden kelirikoista puuttuvat vastaavat ennusteet kuin nyt Ilmatieteen laitos laatii valtion tieverkolle. Lisäksi painorajoitusten asettamiseen yksityistieverkolla on vaihtelevia käytäntöjä eikä ajantasaisista pai-

norajoituksista ole koottua tietoa. Kelirikkotilanteesta tarvitaan ajantasaista ja objektiivista tietoa tukemaan painorajoitusten asettamista ja puukuljetusten suunnittelua.

Automaattinen kelirikkorajoitusten tunnistaminen ja tiedon jakaminen kuljetusten suunnittelujärjestelmiin on tarpeen, mikäli tietoa ei saada muuten koottua keskitetysti. Myös kuntien katu- ja siltaverkon painorajoitusten liikennemerkitunnistamiselle on tarvetta, koska niistäkään ei ole Digiroadissa täysin ajantasaista tietoa.

Yksityisteiden talvikunnossapidon tilanne

Yksityisteiden talvikunnossapitovastuut vaihtelevat paljon riippuen mm. tien pysyvistä asutuksesta ja tien kunnostamiseen saadusta julkisesta rahoituksesta. Ajantasainen, jaettu tieto myös yksityisteiden talvikunnossapidon tilanteesta voisi vähentää kunnossapidon järjestelyihin tarvittavia resursseja. Kuva-aineiston lisäksi tai sijasta riittävä tieto voi olla myös pelkkä tieto viimeisimmän talvikunnossapidon toimenpiteen ajoittumisesta (vrt. Liikenneviraston talvikunnossapidon seuranta²).

Muut esille nousseet tietotarpeet

Yksityisteillä on paljon puukuljetuksiin ja teiden kunnossapitoon liittyviä tietotarpeita, joita tunnistetaan myös parhaillaan käynnissä olevassa maa- ja metsätalousministeriön (MMM) biotalouden tietietojärjestelmää koskevassa hankkeessa. Näitä ovat muuttuvien tietojen osalta mm. metsäteiden kantavuus eri ajankohtina sekä siltojen ja ojien kunto.

Pilottiin osallistuneita **metsäsektorin kuljetusyrittäjiä** haastateltiin näiden tiestöön ja tiestön kuntoon liittyneistä tietotarpeista. Näissä korostuivat:

1. talvikunnossapidon tilanne
2. kelirikkotilanne
3. muut tietotarpeet.

Talvikunnossapidon tilanne

Kuljetusyrittäjät kertoivat mielellään tuottavan tietoa tiestön olosuhteista varsinkin tiestön talvikunnossapidon osalta, koska siinä nähtiin paljon kehittämistarpeita sekä yleisellä että yksityistieverkolla. Olosuhteissa voi olla merkittäviä eroja pienelläkin alueella, joten kuva-aineiston toivotaan nopeuttavan reagointiaikaa ja auttavan juuri oikeanlaisten hoitotoimenpiteiden kohdentamista. Langattoman napin käyttö nähtiin helppona tapana korvata puhelinsoitot Tienkäyttäjän linjaan, varsinkin kun painalluksen yhteydessä syntyy sijainti- ja kuvatieto tilanteesta. Kuljettajat eivät uskoneet hyödyntävänsä itse karttakäyttöliittymään syntyvää ajantasaista olosuhdetietoa. Vaihtoehtoisten kuljetusreittien käyttö on harvoin mahdollista huonoissakaan olosuhteissa. Karttakäyttöliittymä voisi kuitenkin sopia esimerkiksi yksityisteiden auraustilanteen seurantaan, koska kuljettajat sopivat aurauksista osin itse. Tieto selvästi kuljetuksia hankaloittavista ja estävistä tilanteista (esim. lukittu puomi tai tulva) voitaisiin integroida sääennusteisiin tai puutavarayhdistelmien ohjausjärjestelmiin (tilannehälytykset kuljettajan todennäköisellä reitillä). Pahimmista tilanteista ajoneuvot voisivat varoittaa toisiaan suoraan (vehicle-to-vehicle communication).

Kelirikkotilanne

Vaikka metsäyhtiöt pyrkivät välttämään kelirikkorajoitusten takana olevien varastojen osoittamista kuljetusyrittäjille, kelirikkotilanne voi elää niin nopeasti, että kuljettajillekin ajantasainen tieto kelirikkorajoituksista on tarpeen.

² Talvikunnossapidon ajantasainen tilanne Liikennetilanne-palvelussa:

<http://liikennetilanne.liikennevirasto.fi/?checkedLayers=13>

Liikenneviraston BIFI-pilotissa (Nevalainen 2016) testattiin toimintamallia, jossa anturoidut postiautot välittivät ajantasaista soratien kelirikotilannetietoa. Tietoa olisi käytetty ns. virtuaalisten kelirikkorajoitusten hallintaan (esimerkiksi pakkasyön jälkeen asiointi olisi soratiellä sallittu, mutta ei enää iltapäivällä tien pehmenettyä).

Muut tietotarpeet

Haastatteluissa nousi yhtenä kuvaustarpeena esille myös erilaiset onnettomuus- ja vahinkotilanteet sekä läheltä piti -tilanteet, joiden selvittämiseen ajoneuvon kuva-aineisto toimisi objektiivisena näyttönä. Osa kuljetusyrityksistä olikin jo hankkinut tai hankkimassa kojelautakameraa tähän tarpeeseen. Ko. tilanteissa syntyvän kuva-aineiston säilyttämiseen tulisi todennäköisesti kehittää muusta tiestötiedonkeruusta poikkeava ratkaisu. Esimerkiksi kuljetusten yhteydessä syntyneiden yksityisteiden vaurioiden seuranta edellyttäisi ns. nauhoitusominaisuutta, jotta eri ajankohtien tiestökuvat olisivat tallessa ja vertailtavissa.

Vaikka tiestön kesäajan kunto-ongelmat eivät nousseet haastatteluissa juurikaan esille, kuljetusyrityksillä lienee kiinnostusta raportoida myös niiden osalta pahimmista tilanteita. Hyvin huonokuntoiset tiet lisäävät ajoneuvojen kulumis- ja vaurioriskejä ja jopa polttoaineen kulutusta.

4.3 Muut toimijat

Tässä pilotissa tiestötiedon tuotantoa ja hyödyntämistä yksityissektorilla on tarkasteltu vain metsäsektorin ja sen kuljetusten näkökulmasta. Alemmalla ja yksityistieverkolla liikkuu säännöllisesti myös monien muiden sektoreiden kuljetuksia (mm. posti³, maitoautot⁴ ja koulukuljetukset) sekä paikallisia asukkaita. Teiden kunnossapidon urakoitsijat, yksityistiekuntien edustajat ja yksityisteiden rakentamiseen liittyvät toimijat ovat potentiaalinen joukko ammattimaiseen tiedonkeräämiseen ja hyödyntämiseen. Satunnaisempia liikkujia ovat mm. pelastustoimi ja vapaa-ajan liikkijat (marjastajat ja metsästäjät). Harvaankin asutuilla alueilla on siis laaja tiestötiedon potentiaalinen kerääjä- ja hyödyntäjäjoukko, jota yhdistää huoli tiestön kunnosta.

4.4 Yhteenveto tietotarpeista

Taulukkoon 4 on koottu yhteenveto tienpidon ja kuljetusten tarpeista muuttuville tiestötiedoille (keli, tien kunto yms.) varsinkin sorateiden ja puukuljetusten näkökulmasta. Tietotarpeita on koottu tämän pilotin, Forest Big Data -hankkeen ja MMM:n tietietojärjestelmähankkeen yhteydessä. Taulukkoon on myös tunnistettu kullekin tietotyypille soveltuvia joukkoistetun tiedonkeruun menetelmiä ja tarvittavia täydentäviä dataa. Kuva- ja videodatan ei tarvitse aina olla konenäkökäsittelyä, vaan tilanteen tulkittamiseen riittää usein tavallinen kuva-aineisto. Konenäkö auttaa kuitenkin mahdollisesti kiinnostavien kohteiden havaitsemisessa kuvavirrasta, vaikka sen tulkinta ei olisikaan täysin oikea.

³ Postin autoilla tehty tiestötiedon keruupilotti: <https://www.liikennevirasto.fi/-/liikennevirasto-ja-posti-keravat-tietoa-kelirikosta-pirkanmaalla#.Wg1W-0qWZaQ>

⁴ Maitoautoilla tehty tiestötiedon keruupilotti: <https://www.liikennevirasto.fi/-/tien-kunto-selviaa-maitoautosta#.Wg1V90qWZaQ>

Taulukko 4. Tienpitoon ja metsäsektorin kuljetuksiin liittyviä tietotarpeita ja niiden mahdollisia joukkoistetun tiedonkeruun menetelmiä.

Tienpidon ja kuljetusten* tietotarpeita	
Onnettomuuspaikan keli 📷	Pölyisyys 📷
Este tiellä* 📷 📷 (nopeus)	Kuopat 📷 📷
Renkaan alla pettänyt tien kohta 📷 + 📷	Siltojen kunto-ongelmat (näkyvät) 📷
Merkittävä liukkaus* 📷 📷 🗣️	Tierumpujen huono kunto 📷 (nopeus)
Liika jää, lumi, loska 📷 📷 🗣️	Reunapalle 📷
Märkä ja sumuinen tie 📷 📷 + ☑️ (lämpötila)	Vesakot 📷
Kelirikko* 📷 📷 📷	Riittämättömät/suuret tien pinnan kaltevuudet 📷
Höylän jäljet 📷	Kulutuskerroksen riittämätön määrä ja kunto 📷 📷
Liikennemerkkit (muuttuvat painorajoitukset)* 📷	Sivu- tai laskuojien huono kunto 📷
Pinta- ja maakivet 📷 📷	📷 kuva- tai videodata
Kuljetuksista syntyneet tievauriot* 📷	📷 matkapuhelimen anturidata tai asentoestimaatti
Urat, painumat, savisilmäkkeet 📷 + 📷	🗣️ ääniviesti, muu kuljettajahavainto
	📷 ajoneuvon tuottama data
	☑️ tilasto- tai ennustedata

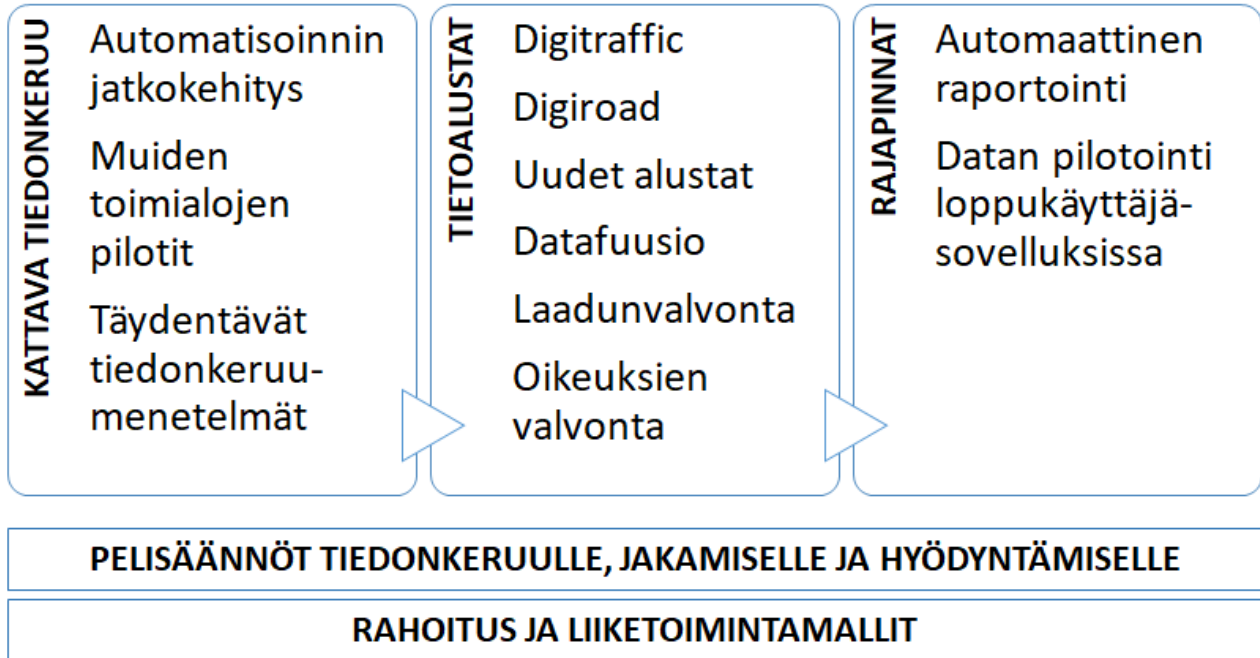
Tietotarpeet on esitetty taulukossa aikakriittisyysjärjestyksessä. Esimerkiksi tieto onnettomuustilanteen kelistä tulisi olla juuri kyseiseltä ajankohdalta. Vesakoitumisen osalta puolestaan selvästi vanhempikin tieto on käyttökelpoinen. Liian tiheä tiedonkeruu ja -välitys nostaa datankäsittelyn kustannuksia. Toisaalta silloin, kun vain tuoreille kuville on käyttöä (esimerkiksi talvikunnossapidon kannalta), vanhempaa kuva- tai analyysiaineistoa ei ole tarpeen säilyttää. Kuljettajien varoittaminen lyhytkestoista tilanteista (esim. iso eläin tiellä) voidaan hoitaa myös suoraan ajoneuvojen välisenä tiedonvaihtona.

Aikakriittisyys luo vaatimuksia myös tiedonkeruun tiheydelle ja kattavuudelle; tuoretta tietoa saadaan vain, jos tiedonkeruu on tarpeeksi kattavaa. Kun joukkoistettu tiedonkeruu luo lähinnä muuta tiedonkeruuta (esimerkiksi tienkäyttäjien palaute talvikunnossapidosta) täydentävää vihjetietoa, tiedonkeruun ei tarvitse olla kattavaa. Joissakin tapauksissa joukkoistetun tiedonkeruun tulee olla laajasti käytössä, jotta sitä hyödyntävä palvelu kannattaa perustaa (esim. kelivaroitukset kuljettajille tai tilannekuva kelirikon etenemisestä).

Taulukkoon on tunnistettu vain muuttuvaluonteisia tiestö- ja olosuhdetietoja. Varsinkin yksityisten osalta joukkoistettu tiedonkeruu voisi hyödyntää myös pysyväluonteisen tiestötiedon keruuta (esim. tien leveys, metsäteiden käänköpaikat, pysyvät painorajoitukset, lukitut puomit).

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Tässä luvussa arvioidaan pilotin onnistumista suhteessa sille asetettuihin tavoitteisiin. Lisäksi luvussa on tunnistettu useita toimenpiteitä (kuva 30), joilla kehitetään paitsi pilotissa kokeiltua tiedonkeruu- ja käsittelytapaa myös yleisemmin joukkoistamisella kerätyn tiestö- ja olosuhdedatan hyödyntämistä liikenne- ja metsäsektorin sekä muiden toimijoiden prosesseissa.



Kuva 30. Toimenpidetarpeita tiestö- ja olosuhdetiedon keruuseen, yhdistämiseen ja jakamiseen.

Tässä raportissa kuvatun pilotin yhtenä tavoitteena oli kokeilla mahdollisimman **automaattista tiedonkeruutapaa** tiestöstä, jolloin tiedonkeruuajoneuvon kuljettaja voi keskittyä itse ajamiseen. Automaattisuudella tavoitellaan paitsi liikenneturvallisuutta myös kuljettajien positiivista suhtautumista tiedonkeruuseen. Automaattinen tiedonkeruu mahdollistaa myös ei-ammattilaisen tuotaman datan objektiivisuuden, koska se ei perustu tiedonkerääjien subjektiivisiin arvioihin tilanteesta.

Tiedonkeruu onnistui pilotin aikana pääosin hyvin, mutta tiedonkeruun automaattisuutta on tarpeen edelleen kehittää. Tiedonkeruun tulisi käynnistyä ja sammua automaattisesti auton liikkumisen mukaan. Pilottiorganisaatioiden *kuvausongelmat* liittyivät eniten satunnaisiin tiedonsiirto-ongelmiin, johon välitettävän datan erilainen pakkaustapa on yksi ratkaisu. Tiedonkerääjien ohjeistus ja tuki ongelmatilanteissa on tärkeää, jotta tiedonkeruu pysyy aktiivisena.

Pilotissa kokeiltiin kuljettajien havaintojen keruuta *langattomilla napeilla*. Napin käyttö on helppoa ja turvallista, ja pilottikuljettajat hyödynsivätkin sitä aktiivisesti. Napin haasteena on se, ettei sillä voi kerralla viestiä kuin korkeintaan muutamasta tilanteesta, jotka täytyy olla ennalta tarkkaan määriteltyjä. Vaihtoehtona fyysiselle napille onkin esim. virtuaalinen nappi, jossa on muutama vuodenajan tai kelin mukaan vaihtuva vaihtoehto. Mikäli nappihavaintoja käytetään jatkossa tienkäyttäjäpalautteen jatkuvaan keräämiseen, on tarpeen kehittää ratkaisu, jolla palautteen antaja saa tiedon palautteen vastaanottamisesta.

Pilotin ohjausryhmässä pidettiin myös *kuljettajien antamia ääniviestejä* tärkeinä, koska nappihavainto yhdessä kuvankaan kanssa ei aina tuonut esille napin painamissyytä. Ääniviestejä kuljettajat antoivat hyvin vähän, koska ne koettiin todennäköisesti liian henkilökohtaisina. Pilotin aikana kokeiltiin onnistuneesti ääniviestien automaattista litterointia tekstiksi. Ääniviestien antamiseen saatetaan suhtautua positiivisemmin, kun niiden käyttötapaa tuodaan kuljettajille selvemmin esille.

Pilotin aikana *keruulaitteena* käytettiin matkapuhelinta, jonka sijasta edullisempi ratkaisu on datayhteydellä ja anturilla varustettu kamera. Jatkuvalle tiedonkeruulle on hyvä olla ajoneuvossa erillinen tiedonkeruulaite. Viominer on jo nyt ladattavissa vapaasti ja siten periaatteessa satunnaisten tiedonkerääjien (esimerkiksi vapaa-ajan liikkujat) käytettävissä, mutta ko. tiedonkeruun hyödyntäminen vaatii ohjeistuksen kehittämistä.

Pilotin toisena tavoitteena oli **ajantasaisen tilannekuvan** luominen sorateiden kunnosta ja keliolosuhteista. Myös tässä automaattisuus ja objektiivisuus olivat tärkeässä roolissa. Videodatasta tulokittiin automaattisesti *konenäön* avulla erilaisia tilanteita (keli, kelirikko ja tien kunto) ja konenäön tulokset esitettiin automaattisesti karttakäyttöliittymässä. Pilotin aikana oli rajatut resurssit konenäkökouluttamiseen, joten riittävän luotettavuuden saavuttaminen vaatii kouluttamisen jatkamista.

Pilotissa kokeiltiin tien kunnan arvioinnissa videon lisäksi *kiihtyvyystiedon* yhdistämistä kuvapohjaiseen analyysiin. Hypoteesinä oli, että eri menetelmillä kerätty tieto olisi komplementaarista ja näin tukisi kokonaisarvion oikeellisuutta. Tiettyjen ongelmien kuten soratien yleiskunnon tai pintakelirikon havaitseminen kiihtyvyys anturin keräämästä tiedosta on suoraviivaista, kun taas osa tietotyypeistä kuten pintakivet tai montut hyötyvät videosta tehtävästä arviosta.

Uusin kuvadata siirtyi karttakäyttöliittymään jopa minuuteissa, joten esitetty aineisto oli parhailaan hyvin ajantasaista. Aineiston keruu tulee kuitenkin olla hyvin kattavaa, jotta aineisto kaikin puolin olisi ajantasaista. Ajantasaisuus on kriittisintä kelitiedoissa, jonka joukkoistettuun tiedonkeruuseen on kiinnostusta monellakin sektorilla.

Eri toimijoilla on tarve hyödyntää konenäkö- ja anturidatatuloksia omissa järjestelmissään, joten *rajapintojen* ja datafuusion ratkaisuiden kehittäminen on yksi tärkeistä jatkotoimenpiteistä. Pilotissa käytössä ollut *karttakäyttöliittymä* sopii projektityyppiin tarkasteluihin ja toimijoille, joilla ei ole omia järjestelmiä (esim. yksityisteiden aurausurakoitsijat). Karttaliittymän hakutoimintoja toivottiin jatkokehitettävän. Pilotissa tunnistettiin tarpeita myös *muiden tiedonkeruumenetelmien* hyödyntämiseen konenäkö- ja anturidatan rinnalla, jolloin käsitys ko. tilanteesta on vielä luotettavampi. Videodata ilman konenäkökäsittelyäkin on arvokasta lisäaineistoa muilla menetelmillä kerätyille tuloksille, koska sen avulla voidaan vähintään arvioida toimenpidetarpeen kiireellisyyttä.

Pilotin toteutushetkellä Liikennevirastolla tai muillakaan toimijoilla ei ole valmista yleisessä käytössä olevaa *alustaratkaisua*, jonne joukkoistamisella kerätty tiestö ja olosuhdedata tai siitä tehdyt analyysiaineistot voisi koota eri toimijoiden käyttöön. Sekä Liikenneviraston että metsäsektorin tavoitteena on mahdollisimman avoin ratkaisu tiestö- ja olosuhdetiedon kokoamiseen ja jakamiseen. Yhtenä jatkotoimenpiteenä suositellaankin alustaratkaisun pilottia (esimerkiksi yhteistyössä maa- ja metsätalousministeriössä käynnissä olevan yksityisteiden tietietojärjestelmähankkeen kanssa).

Edellä kuvattu alusta on tarpeen myös eri tavoin syntyvän datan laadunvarmistukseen ja dataa koskevien oikeuksien hallintaan. Koko tiedonkeruu- ja hyödyntämisprosessiin on tärkeää määrittää *yhteiset pelisäännöt* mm. tiedon omistajuuteen ja tietosuojaan liittyvistä kysymyksistä. Myös pilotissa kokeiltu tiedon keruu- ja jakotapa edellyttää *tietosuojakysymysten* jatkokehittämistä tiedonkeruuta suorittavien henkilöiden ja kuviin osuvien muiden henkilöiden ja yksityisalueiden osalta. Tiedonkerääjillä voisi olla esimerkiksi mahdollisuus poistaa jo kuvattua materiaalia.

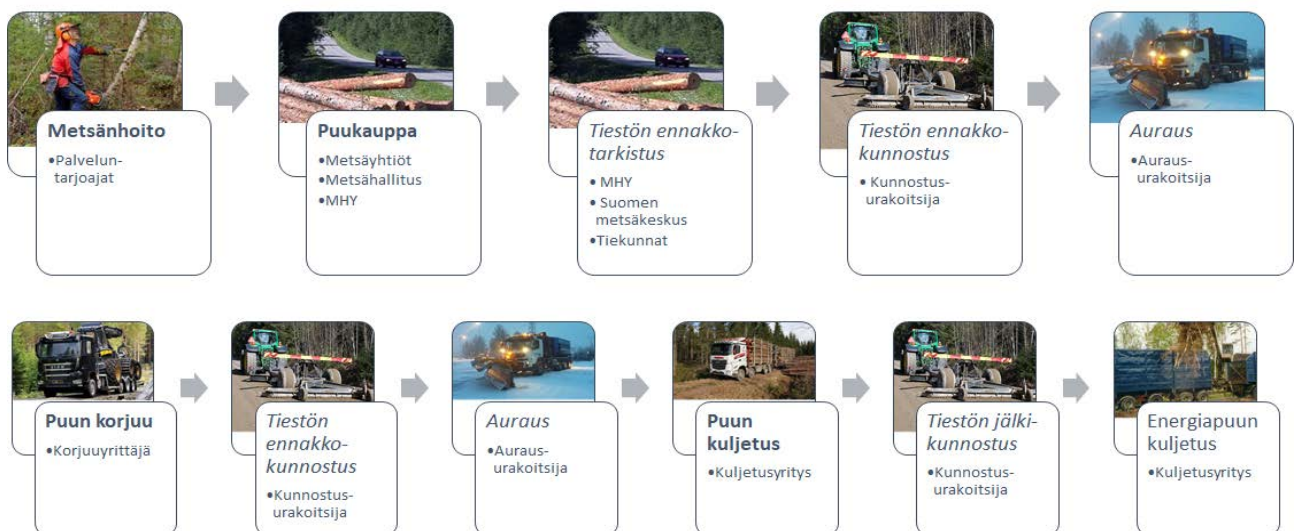
Sekä Liikenneviraston että metsäsektorin tavoitteena on, että tiestöä ja ajo-olosuhteita koskevaa dataa syntyisi mahdollisimman paljon osana jo olemassa olevia prosesseja, jolloin syntyvä data olisi maksutta ja mahdollisimman avoimesti eri toimijoiden käytössä. Tiedon keruussa, välityksessä, käsittelyssä ja jakamisessa syntyy kuitenkin kustannuksia, joiden erilaisia *rahoittamismalleja* tulee tunnistaa laajasti. Myös kaupalliset datantuotannot ja dataa jatkojalostavat sovellukset tulee sisäl-

tää osaksi kehittämiskokonaisuutta, koska ne osaltaan varmistavat tiedontuotannon kattavuuden, luotettavuuden ja kerättävän datan hyödyllisyyden.

Pilotissa testattiin **joukkoistettua** tiedonkeruuta hyödyntäen pääosin metsäsektorin erilaisia kuljettajia. Vaikka pilotin aikana käytössä oli vain 20 pilottipuhelinta, pilottiaineistoa syntyi hyvin laajalta alueelta. Metsäsektorin toimijat sopivatkin hyvin joukkoistettuun tiestö- ja olosuhdetiedon keräämiseen, koska:

- Metsäyhtiöiden puunhankinta kattaa koko Suomen, ja puun käytön kasvun myötä kattavuus on edelleen laajentumassa. Tällöin datan keruu kohdentuu laajasti myös alemmalle tieverkolle ja yksityistiestölle.
- Puukuljetuksia tehdään ympäri vuorokauden, joten myös dataa syntyy ympäri vuorokauden viikonloppuisinkin ja pyhinä.
- Metsäsektorin toimijat asioivat samassa leimikkokohteessa eri vaiheissa (kuva 31), joten myös tiestön muutostietoa on mahdollisuus kerätä.
- Olosuhdetiedon kerääminen ja käyttäminen on metsäsektorille itselleen tärkeää, koska pelkästään kelirikko tuo puuhuollolle mittavat vuosittaiset lisäkustannukset.
- Joukkoistettu tiedonkeruu tiestöstä ja kuljetusolosuhteista nähdään metsäsektorilla välttämättömänä, koska varsinkin yksityistieiden osalta tiedonkeruu muilla menetelmillä ei ole tarpeeksi ajantasaista tai yksityiskohtaista. Tämän takia metsäsektorin eri toimijat joutuvat tekemään erillisiä kenttäkäyntejä yksityistieiden tiestöolosuhteiden tarkastelemiseksi.

Toisaalta metsäsektorin liikumiskohteet varsinkin yksityistieverkolla vaihtuvat jatkuvasti, joten yksittäisen tien näkökulmasta tiedonkeruuta on tarpeen olla muidenkin toimijoiden osalta.



Kuva 31. Potentiaalisia tiestötietojen tuottajia ja käyttäjiä puunhankintaketjun eri vaiheissa (Kuvat: Maaseudun Tulevaisuus, Metsälehti, Metsäteho Oy, Sisu Auto, Urakointiutiset, YLE).

LÄHTEET

Holm, P., Hietala, J. & Härmälä, V. 2015. Liikenneverkko ja kansantalous - Suomi–Ruotsi vertailua. Saatavissa: <http://www.ptt.fi/media/wp/rap249.pdf>. [Viitattu 20.11.2017].

Liikennevirasto. 2014. Sorateiden kunnossapito. Liikenneviraston ohjeita 01/2014. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf. [Viitattu 27.11.2016].

Liikennevirasto. 2015a. Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit 30.1.2015. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/mt_hoidon_tuotekortit_2015_web.pdf. [Viitattu 27.11.2016].

Liikennevirasto. 2015b. Maanteiden talvihoito, Laatuvaatimukset, moniste 30.1.2015. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/mt_talvihoito_2015_web.pdf. [Viitattu 27.11.2016].

Liikennevirasto. 2016. Konenäkö ja automatisoitu tiedon tuottaminen viheralueista - Inventointipilotti 2016. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 55/2016. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2016-55_konenako_automatisoitu_web.pdf. [Viitattu 16.11.2017].

Liikennevirasto. 2017. Painorajoitukset 2016 2004. [Excel-taulukko. Toimitettu sähköpostilla.]

Liikennevirasto. Sillan vuositarkastuslomake. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/sillat/julkaisut/sillan_vuositarkastuslomake.doc. [Viitattu 16.11.2017].

Nevalainen, N. 2016. BIFI-projektin laajennus - sorateiden pintakelirikon tunnistaminen. Julkaisematon raportti.

Puolustusvoimat. 2016. Ilmakuvausrajoitusalueet 8.4.2016. Saatavissa: <http://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2015517/PEVIESTOS-ilmakuvausrajoitusalueet-kartta-2012-20160413/201b3a50-cf3f-494d-acf2-76229b2667ee?t=1460535908899>. [Viitattu 2.12.2016].

Strandström, M. 2017. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2016. Metsätehon tulosalvosarja 1a/2017. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2017_01a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2016.pdf. [Viitattu 20.11.2017].

Tiehallinto. 2005. Palvelutasomittausten uusien tunnuslukujen käyttöönotto ja hyödyntäminen. Tiehallinnon selvityksiä 50/2005. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/voh/Projektit_julkaisut/julkaisu_Palvelutasomittausten_uudet_tunnusluvut.pdf. [Viitattu 28.11.2016].

Tiehallinto. 2007. Kelirikkoteiden liikenteen rajoittaminen. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200047-v-kelirikkoteiden_liikenteen_rajoittaminen.pdf. [Viitattu 28.11.2016].

Tiehallinto. 2008a. Pintakelirikkoselvitys. Tiehallinnon selvityksiä 12/2008. Saatavissa: <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf2/3201092-v-pintakelirikkoselvitys.pdf>. [Viitattu 16.11.2017].

Tiehallinto. 2008b. Sorateiden pintakunnon määrittäminen. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200055-v-08sorateiden_pintakunnon_maarittaminen.pdf. [Viitattu 28.11.2016].

Tiehallinto. 2009. Siltojen vuositarkistusohje. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/sillat/julkaisut/siltojen_vt_ohje_2009.pdf. [Viitattu 28.11.2016].

Venäläinen, P., Hämäläinen, J. & Räsänen, T. 2016. Tiestödatan nykytila, visio ja toimenpideohjelma - Forest Big Data -hankkeen osaraportti. Metsätehon raportti 239. Saatavissa: <http://www.metsateho.fi/tiestodatan-nykytila-visio-ja-toimenpideohjelma-forest-big-data-hankkeen-osaraportti/>. [Viitattu 28.11.2016].