

Automaattisen tiedontuotannon kokeilu: Instrumentoitu ajoneuvolaivasto

Projektin loppuraportti 4/2018

Ari Tuononen, Arto Niskanen, Jaakko Laine

Sisällysluettelo

Taustatietoa.....	3
Menetelmät.....	4
Tulokset.....	5
Mitatut tiekilometrit kokeilun aikana.....	5
Tiestön kunto.....	6
Tien pintakerros ja liukkaus.....	9
Tiestön liukkaus viikoittain.....	14
Kattavuus.....	17
Lämpötilamittaukset.....	19
Asiakashyödyt.....	20
Lopuksi.....	22

Taustatietoa

Raportissa käsitellään RoadCloud:in Liikennevirastolle toteuttamaa automaattisen tiedontuotannon kokeiluprojektia, jossa 3.11.2016 – 30.4.2018 välisenä aikana kerättiin ajoneuvolaivastolla tietoa muun muassa tienpinnan liukkaudesta ja tiestön kunnosta lähinnä pääkaupunkiseudun alueella. Ajoneuvolaivastona toimivat alueella liikkuvat taksit.

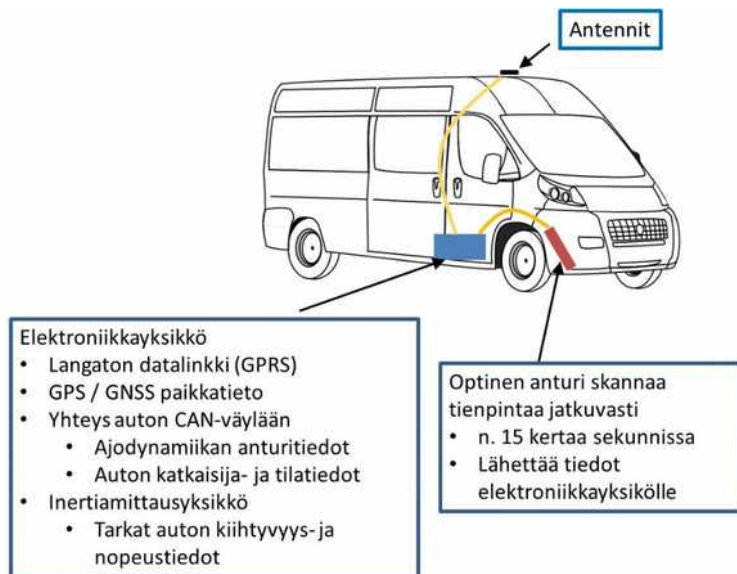
Ensimmäisen talven (2016-2017) osalta kerätyn datan määrää vähensi muun muassa tammikuussa suoritettu tietokantavaihdos, joka aiheutti katkoksen tiedonkeruuseen. Lisäksi yksi autoista oli poissa ajosta helmikuussa pitkähkön ajanjakson liikenneonnettomuuden vuoksi. Ajoneuvojen määrää ei kasvatettu alkuperäisen suunnitelman mukaisesti heti alkutalvesta, sillä yhteistyöyritys vaihtoi ajoneuvokalustoaan maaliskuussa, joten laitteiston asennuksia ei ollut järkevää toteuttaa vaihtoon meneviin autoihin. Talvelle 2017-2018 saatiin aikaiseksi **erittäin hyvä kattavuus pk-seudun alueelle** sekä asiakaspohja on laajentunut kaupunkiasiakkaaseen ja myös yksityisen sektorin maksavia asiakkaita on saatu palvelun tilaajaksi.

Projektista on aiemmin julkaistu väliraportit sekä kesä- että talvidatan osalta. Tämä raportti keskittyy talven 2017-2018 datoihin, josta onkin nostettavissa monia mielenkiintoisia ilmiöitä sekä havaintoja.

Menetelmät

Projektissa esitellään tuloksia instrumentoidun ajoneuvolaivaston käytöstä pilvipohjaisen tieinformaation tuotannossa. Ajoneuvolaivastosta kerätty data kerätään keskitetysti ja jalostetaan monipuoliseksi informaatioksi eri toimijoille.

RoadCloud Oy kerää dataa ajoneuvoihin jälkiasennetuilla järjestelmillä. Järjestelmä sisältää tienpintaa mittaavan optisen anturin, 6-akselisen inertiamittausyksikön (IMU), CAN-väylä lukijan, GPS/GNSS:n sekä GPRS-modeemin. IMU mittaa ajoneuvon pitkittäis-, sivuttais- ja pystykiehtyvyyden sekä pysty-, kallistus- ja nyökkäyskiertonopeuden. Käytettävä anturi tarjoaa monia etuja verrattaessa vastaaviin mittauksiin matkapuhelimella, kuten anturin parempi kiinnitys, anturin lukemat eivät ole yhtä herkkiä esim. lämpötilalle ja datat ovat tahdistettu CAN-väylän ja optisen tieanturin kanssa.



Kuva 1 Esimerkki ajoneuvon instrumentoinnista.

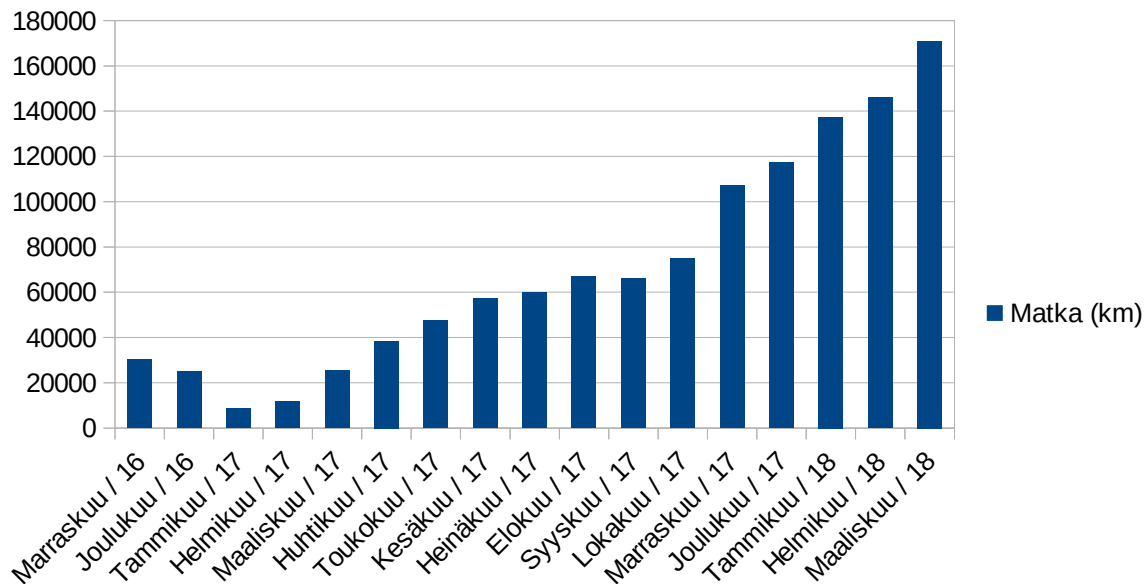
Kukin ajoneuvo lähettää datapaketin kerran sekunnissa RoadCloudin pilvipalvelimeen, jossa se tallennetaan tietokantaan. Näistä mittauksista jalostetaan tilastollisin datafuusiomenetelmin informaatiota asiakkaille sekä ajoneuvolaivasto-kumppaneille.

Mikään tuotettava tietolaji ei vaadi mitään toimenpiteitä kuljettajalta tai autossa olijoilta. Autossa ei myöskään ole mitään käyttöliittymää järjestelmän käyttöön: järjestelmä menee automaattisesti päälle virtalukon herätevirrasta.

Tulokset

Mitatut tiekilometrit kokeilun aikana

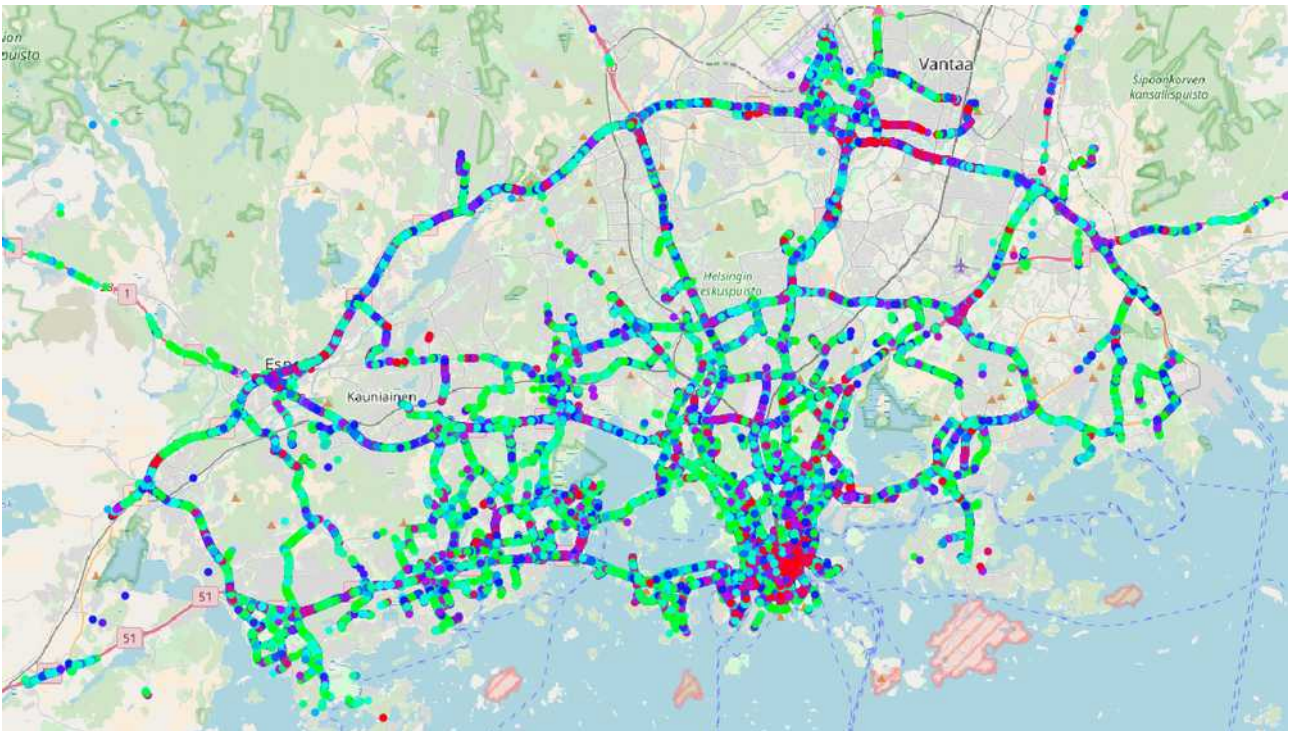
Kokeilun aikana maaliskuun 2018 loppuun mennessä mitattiin yhteensä 1 189 808 km tietä pääasiassa pääkaupunkiseudun alueelta, eli projektin kunniahimoisena tavoitteena ollut 1 miljoona kilometriä ylittyi selvästi. Kilometrien kertymään vaikuttivat eniten mittaustietokannan vaihto tammikuussa ja helmikuussa 2017, sekä uudet asennukset huhtikuussa 2017 ja marraskuussa 2017. Uusien asennuksien vaikutus näkyy mitatuissa kilometreissä viiveellä, koska yhteistyöyritys ei ottanut kaikkia asennettuja autoja välittömästi ajoon. Maaliskuussa kattavuus oli jo 170 tuhatta kilometriä kuukaudessa. Myös datan saatavuus aamuöisin on ollut pääosin hyvää, tuoden täten tärkeää lisätietoa tien liukkauden torjuntaa hallinnoiville tahoille. Mitatut kilometrit kuukausittain voidaan nähdä kuvassa 2.



Kuva 2: Mitatut kilometrit kuussa kokeilun aikana

Tiestön kunto

RoadCloud:in ajoneuvolaivasto mittaa liikkuaan jatkuvasti tiestön kuntoa perustuen ajoneuvon rungon heilahteluihin ajon aikana. Koska mittaukset tehdään ajoneuvon rungosta, ne kuvaavat tien pinnan epätasaisuuksien vaikutuksia yli ajavaan ajoneuvoon. Yleiskuva tiestön kunnosta syyskuussa 2017 löytyy kuvasta 3.



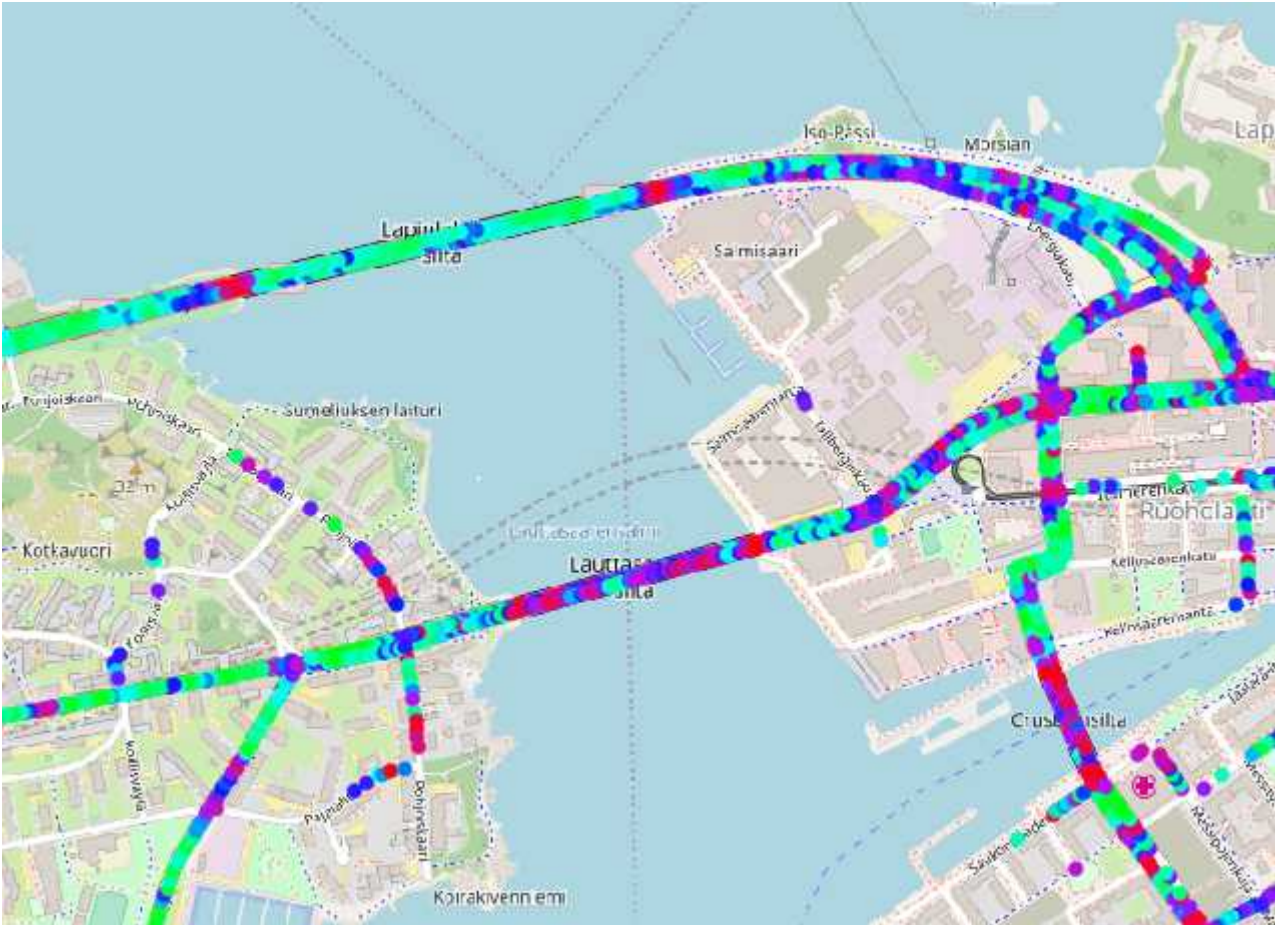
Kuva 3: Tien pinnan kunto syyskuussa 2017. (Hyvä = Vihreä, Keskitaso = Sininen, Huono = Punainen)

Tien kuntoa voidaan tarkastella joko absoluuttisarvoina tai muutostietona verrattuna edelliseen ajanhetkeen samalla tieosuudella. Absoluuttisten arvojen avulla voidaan **helposti vertailla eri tieosuuksia keskenään** ja löytää kohtia, joissa pinnoite on vaurioitunut. Absoluuttiset mittaukset voivat toimia hyödyllisenä referenssitietona ja keinona nopean tilannekuvan muodostamiseen tiestön alueesta myös silloin kun tien käyttäjiltä saadaan palautetta jonkin tieosuuden kunnosta.



Kuva 4: Tien kunnan muutos kesäkuun ja syyskuun välissä 2017. (Parannus = Vihreä, Ei muutosta = Sininen, Laskenut = Punainen)

Muutostietoa voidaan käyttää tiestön kunnan kehityksen seurantaan ja muodostuvien ongelmakohtien havaitsemiseen sekä ennen kaikkea **hälytysten luomiseen urakoitsijoille**. Muutostieto on erityisen hyödyllistä kunnan kehityksen tarkkailuun osuuksilla, joilla on luonnostaan ”huono tienkunto”, kuten mukulakivikadut sekä hidastetöyssyt.



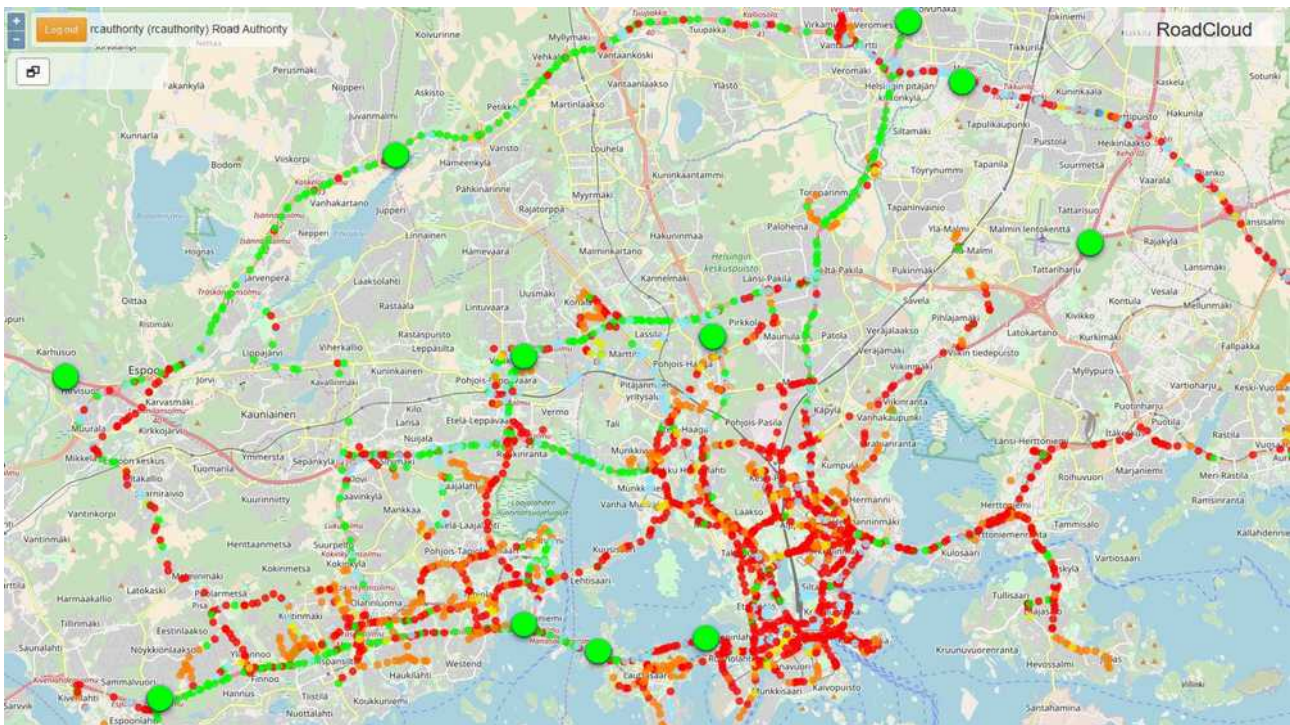
Kuva 5: Lähikuvista voidaan tehdä yksityiskohtaista vertailua tien pätkän alueiden välillä tai eri teiden välillä.

Tien kuntotietoa voidaan käyttää myös vikapaikkojen tarkkaan paikallistamiseen. Kuvassa 5 näkyy selvä ero Lapinlahden sillan ja vanhemman Lauttasaaren sillan välillä. Uudelta sillalta voidaan myös helposti erottaa sillan saumojen vaikutus yli ajaviin autoihin. Kuvasta näkyy hyvin myös kaupunkitieverkoston nopeasti ja paikallisesti vaihtuva kunto.

Tien pintakerros ja liukkaus

Tien kunnan lisäksi kokeilun aikana mitattiin optisella mittarilla tien pinnan lumisuutta, jäisyyttä, vetisyyttä ja liukkautta. Yhdistämällä optisiin mittauksiin tietoa ajoneuvon väylästä voidaan liukkausmittausten tarkkuutta parantaa. Ajoneuvon väylästä saadaan liukkauden määrittämiseen eniten apua vetoluistoneston tai lukkiutumattomien jarrujen aktivoituessa. Tämä menetelmään pohjimmiltaan perustuu auton renkaiden pyörimisnopeusanturien mittauksiin.

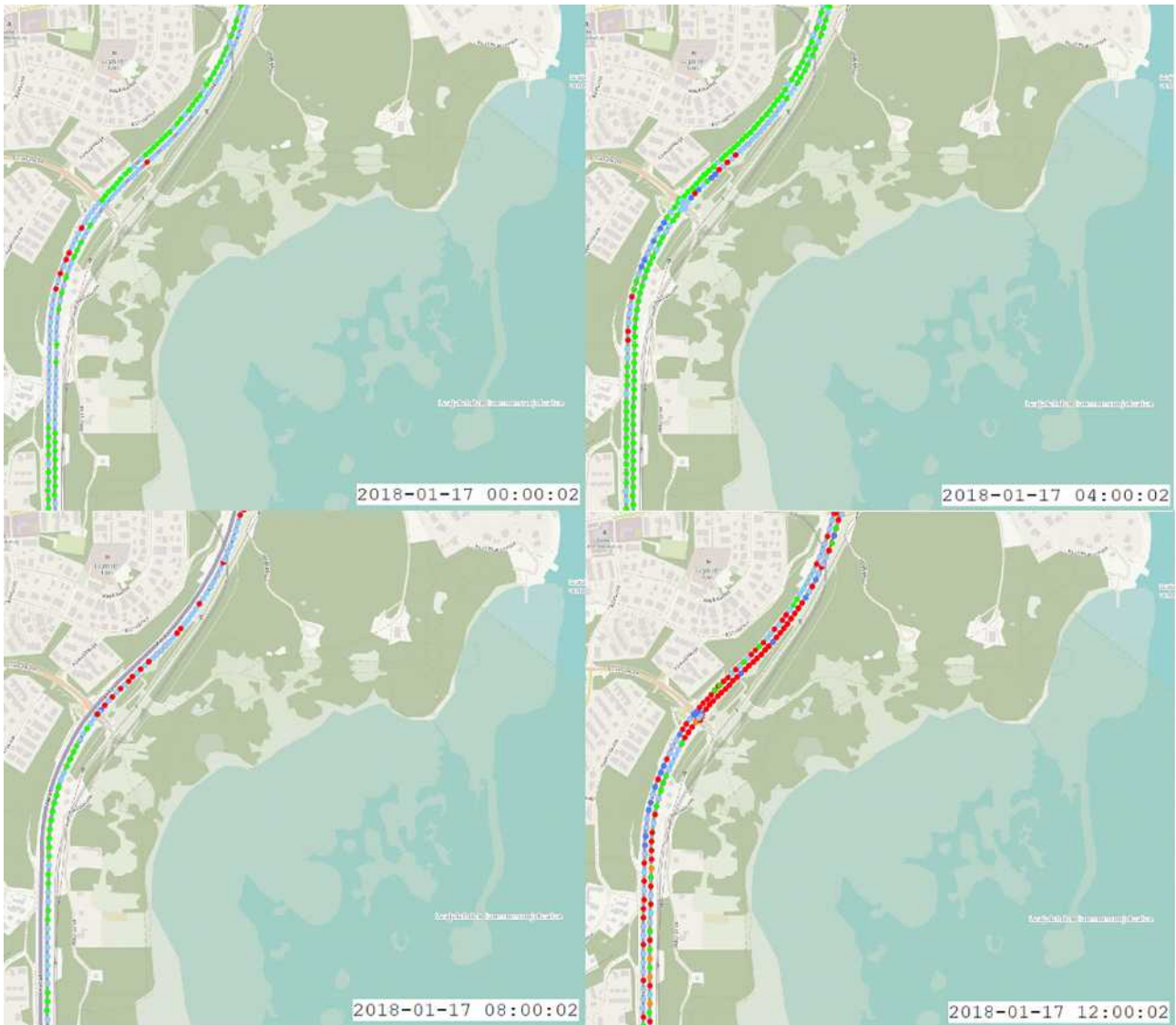
RoadCloud:n ratkaisu sisältää siis sekä optisen tienpinnan mittauksen sekä auton dynamiikkaan pohjautuvan kitkakerroinmittauksen. Menetelmän ehdoton etu on optisen anturin kyky tunnistaa esim. märkä tie, jonka kitka on vielä lähes normaali, mutta jonka yhdessä säännusteen avulla voidaan todeta jäätyvän lähiaikoina ja siten suolaustoimet ehditään suorittamaan ajoissa sekä pienemmällä suolamäärällä. Toisaalta suora kitkamittaus tarjoaa todelliset toteutuneet kitkakertoimet.



Kuva 6: RoadCloud:n mobiilimittausten tuottama tilannekuva verrattuna tiesääasemien tuottamaan tilannekuvaan pääkaupunkiseudulla (26.2.2018). Tiesääasemien lukemat on merkattu kuvaan isoilla ympyröillä. (Kuiva = Vihreä, Lumi = Oranssi, Loska = Keltainen, Jää = Punainen)

Ajoneuvosta tehtävien mittausten avulla saadaan paljon aikaisempaa tarkempi yleiskuva tien pinnan olosuhteista, kuten kuvasta 6 voidaan huomata. Tiesääasemien perusteella ajokeliä voitaisiin luulla moitteettomaksi samalla kun mobiilimittaukset paljastavat, että merkittävä osa pääteistä on jäässä ja suurin osa matalammasta tieverkosta on kokonaan jään tai lumen peitossa.

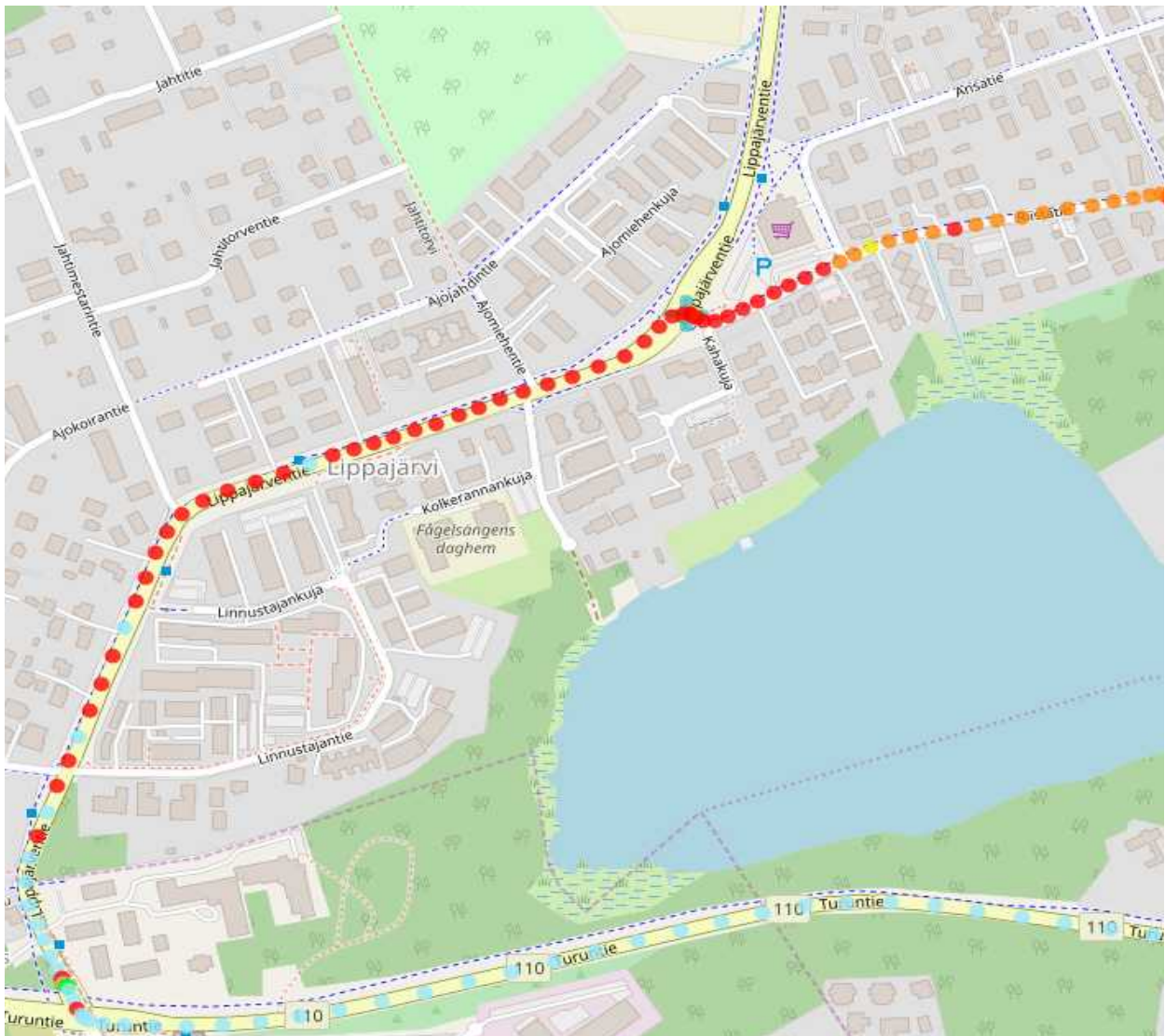
Huomion arvoista on, että tiesääasemien ja mobiilimittausten lukemat vastaavat paria poikkeusta lukuun ottamatta hyvin toisiaan samalla alueella. Tiesääasemien mittauksista näyttää muodostuvan todellisuutta parempi yleiskuva, koska ne on sijoitettu pääväylille, jotka kuivuvat liikenteen vaikutuksesta muuta ympäristöä nopeammin ja joilla on muuta tiestöä korkeampi hoitoluokka. Tiesääasemien harvan sijoittelun takia myös päätieverkon osittainen jäätyminen jää huomaamatta. Mobiilimittausten tarkkuuteen ei päästä vaikka tiesääasemien määrä pk-seudulla tuplattaisiin.



**Kuva 7: Tien pintakerroksen kehitys lumisateen alkaessa Turvesuontie:n ja Kehä I:n risteyksessä.
(Kuiva = Vihreä, Vesi = Sininen, Jää = Punainen)**

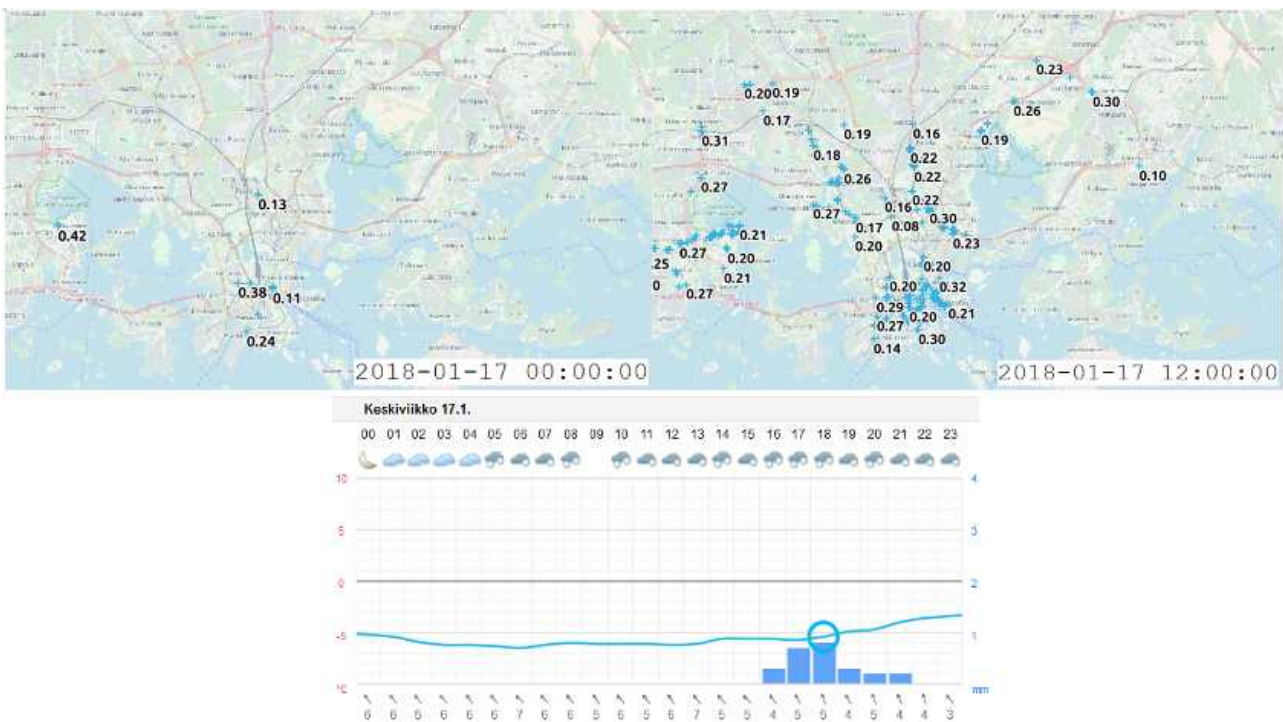
Kerättyä dataa käyttämällä voidaan tutkia myös paikallisia ajokelin ilmiöitä (Kuva 7). Ennen lumisateen alkua klo 00 - 08 tie on pääosin kuivaa, mutta Turvesuontieltä Kehä I:lle liikenteen mukana kulkeutuva kosteus tulee hyvin näkyville oikean yläkulman kuvassa. Lumisateen alettua klo 8.00 jälkeen ensimmäisenä jäätyy ennestään kostea tien osuus ja lopulta koko lähialue. Tämä esimerkki kuvastaa hyvin kuinka mobiilidata auttaa löytämään hankalia ja kenties paikallisesti toistuvia tiesääilmiöitä.

Yhdessä ennusteiden sekä kehittyneiden hälytysten kanssa liikenneturvallisuutta sekä sujuvuutta pystytään parantamaan kustannuksien kasvamatta. Esimerkissä kuvattua yksityiskohtaista tietoa tilanteen kehittymisestä voidaan käyttää myös toimenpiteiden vaikuttavuuden analysointiin ja tätä kautta lisätiedon ja osaamisen kartuttamiseen. Oltaisiinko esimerkiksi tien jäätyminen voitu tässä tilanteessa estää suolaamalla Kehä I ennen lumisateen alkua?



Kuva 8: Mobiilimittauksilla voidaan nähdä tien pinnan olosuhteiden erot päätteiden ja sivuteiden välillä. Liukkaudesta saadaan lisätietoa myös vetoluistoneston aktivoitua, kuten kuvassa Lippajärventien ja Kahakujan risteyksessä. (Sininen = Kosteä, Punainen = Jää, Oranssi = Lumi, Keltainen = Loska, Vetoluistonesto = +)

Mobiilimittauksilla voidaan löytää liukkautta myös alemmalta tieverkolta. Kuvasta 8 nähdään, että Lippajärventien ollessa jäinen paremmin suolattu Turuntie säilyy kosteana suolan ansiosta. Autojen mukana Turuntieltä kulkeutuneen suolan vaikutus voidaan nähdä Turuntien ja Lippajärventien risteyksessä sulana alueena. Lippajärventien liukkaudesta löytyy tässä lisätodisteena vetoluistoneston aktivoituminen Kahakujan ja Lippajärventien risteyksessä. Mentäessä edelleen vähemmän liikennöidylle tieverkolle tien pinta vaihtuu loskan kautta lumiseksi (oranssi, oikea yläkulma)



Kuva 9: Vetoluistoneston aktivoitumiset päivän aikana (17.1.2018) ja aktivoitumisen aikana lasketut kitkakertoimet. Vasemmalla ylhäällä aktivoitumiset klo 00:00 – 11:59 ja oikealla ylhäällä aktivoitumiset 12:00 – 23:59

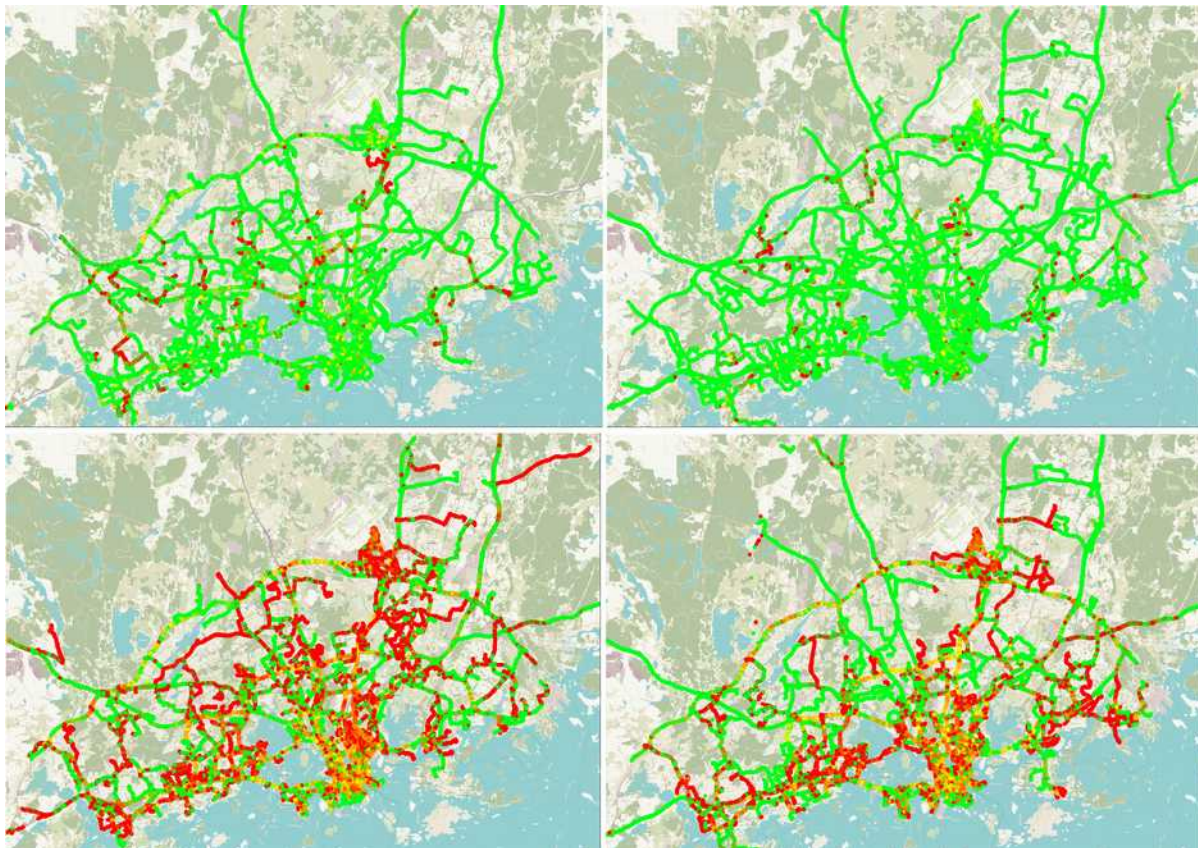
Vetoluistoneston aktivoituessa voidaan auton kiihtyvyyksistä laskea autolle toteutunut kitkakerroin luistotapahtuman aikana. Lumisateen vaikutus liukkauteen voidaan nähdä selvästi vetoluistoneston aktivoitumisten lisääntymisenä, kuten kuvasta 9 käy ilmi. Samalla voidaan huomata, että luistotapahtumat sijoittuvat lähes täysin päätieverkon ulkopuolelle. Päätieverkon kitkaa arvioitaessa ei siis voida luottaa pelkästään luistonestojärjestelmän aktivoitumisiin liukkaallakaan kelillä, koska havaintoja saadaan aivan liian harvoin. Lisäksi ne kertovat jo alentuneesta kitkasta, jolloin liukkauden torjunnan kannalta ollaan auttamatta myöhässä.

Tiestön liukkaus viikoittain



Kuva 10: Liukkauden esittämiseen käytetty väriskaala. Vasemmalla 0% havainnoista liukasta ja oikealla 100% havainnoista liukasta. (Vihreä 0%, Keltainen 10%, Oranssi 25%, Punainen >50%.

Tieosuuden liukkaita valitun ajanjakson aikana voidaan kuvata laskemalla kuinka usein kuluneen ajanjakson aikana tieosuuden kitkakerroin oli alle valitun raja-arvon. Jos esimerkiksi valitaan rajakitkaksi kitkakerroin 0,35 ja tarkastelujaksoksi yksi viikko, voidaan laskea monessako prosentissa tehdyistä mittauksista, kitka oli tätä arvoa huonompi. Tästä laskentatapaa käyttäen saadaan kuvaajia, joista voidaan tarkastella tien tilastollista liukkaita tämän jakson aikana. Kaikissa tämän osion kuvissa on käytetty kitkakertoimen raja-arvona lukemaa 0,35 ja väriskaalana kuvan 10 väriskaalaa. Alla on esitettyä viikoittainen liukkaus tammikuulta 2018 kuvassa 11.



Kuva 11: Tiestön viikoittainen prosentuaalinen liukkaus havainnoista viikolta 1 (vasen yläkulma) viikolle 4 (oikea alakulma).

Kuvasta 11 voidaan nähdä kuinka liukkauden olosuhteiden esiintyminen vaihteli mitatulla tiestöllä viikoittain. Viikot 3 ja 4 olivat selvästi ensimmäistä ja toista viikkoa liukkaammat.

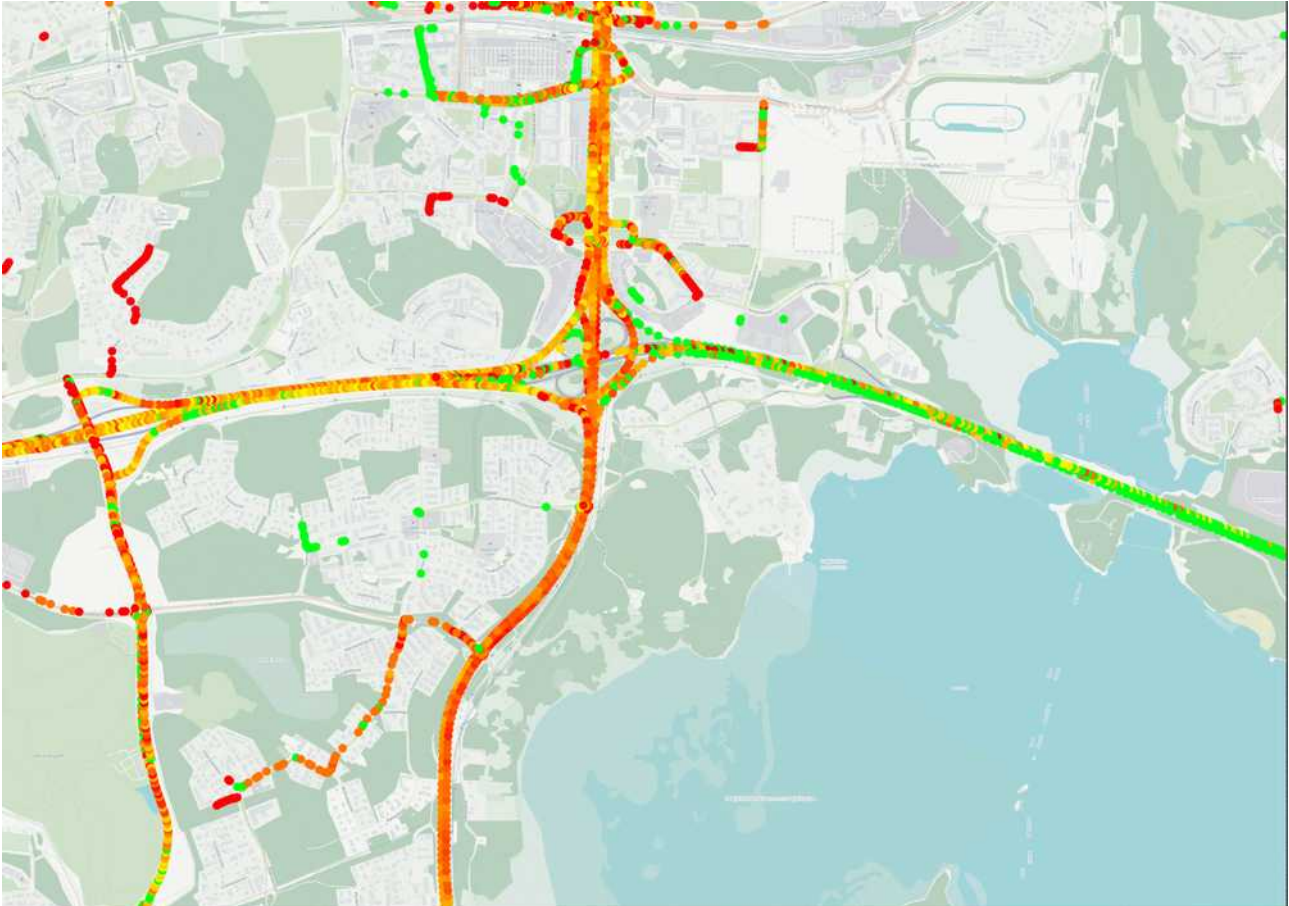


Kuva 12: Liukkaiden olosuhteiden (kitka < 0,35) osuus mittauksista (2018 vk3).

Lähikuvasta voidaan hahmottaa liukkauden esiintymisaluet, kuten kuvasta 12 voidaan nähdä. Pienemmällä teillä viikoittaisten ajokertojen alhainen lukumäärä tekee liukkauservioista keskiarvoa heikosti kuvaavia, mutta pääväylillä mittauksia kertyy viikon aikana kymmenistä jopa satoihin ja liukkauserviotkin ovat tällöin kuvaavia.

Vertaamalla Kehä I:n pohjoisosaa Kehä I:n länsireunaan voidaan huomata selvä ero liukkauden esiintymisessä. Kehä I:n pohjoisosissa keltaisen vaihtelu keltaisen ja oranssin välillä tarkoittaa, että kitkakerroin oli 10 – 25% ajasta huonompi kuin 0.35, kun taas länsiosassa vaihtelu oranssin ja punaisen tarkoittaa, että kitkaraja alitettiin 25 – 50% ajasta. Toisaalta voidaan huomata, että Länsiväylällä liukkautta esiintyi Kehä I:tä vähemmän. Korkeaa liukkaiden olosuhteiden esiintymistä tammikuun loppupuoliskolla selittävät lumisateiden aiheuttama teiden jäätyminen erityisesti viikolla 3, sekä ensimmäisiä viikkoja alhaisempi ilman lämpötila. Kuvassa 7 esitetään esimerkkitapaus

lumisateen aiheuttamasta jäätymisestä viikolla 3 ja kuvasta 9 voi tarkastella vetoluiston eston aktivoitumisia samana päivänä, sekä näistä laskettuja kitkakertoimia.



Kuva 13: Lähikuva Kehä I:n ja Turvesuontien risteyksestä.

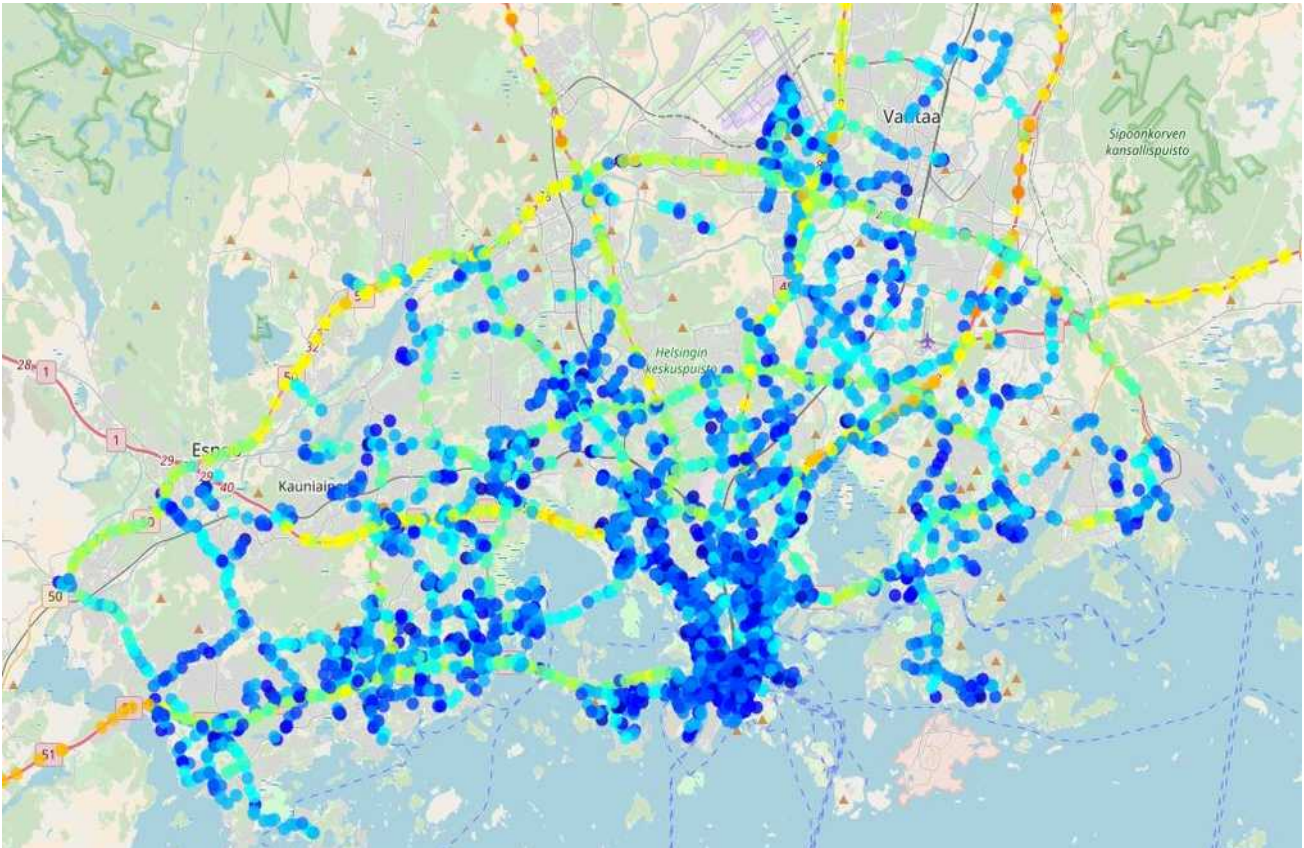
Kuvasta 13 voidaan tutkia tarkemmin Kehä I:n länsireunaa. Erityisesti Turvesuontien risteyksen ympäristössä voidaan havaita muuta kehää punaisempi ja täten myös liukkaampi alue. Turvesuontien ympäristössä liukkaus johtuu todennäköisesti kuvassa 7 esitetystä ilmiöstä. Osuus on ongelmallinen erityisesti raskaalle kalustolle, koska liukkaimmalla, pohjoiseen johtavalla kaistalla ajetaan ylämäkeen. Lisäksi mäessä on liikennevalot.

Kehä I:llä voidaan huomata esiintyneen selvästi enemmän liukkautta, kuin Turunväylän Kehä I:n länsipuolisella osuudella. Turunväylä idänpuoleiselta osuudelta ei viikolla 3 löydetty juurikaan liukkautta johtuen alhaisesta mittausmäärästä tällä osuudella.

RoadCloud:n web-sovelluksesta voi tällä hetkellä tarkastella vain ajantasaista tilannekuvaa, mutta on mahdollista jatkossa lisätä tuki datahistorian tarkasteluun.

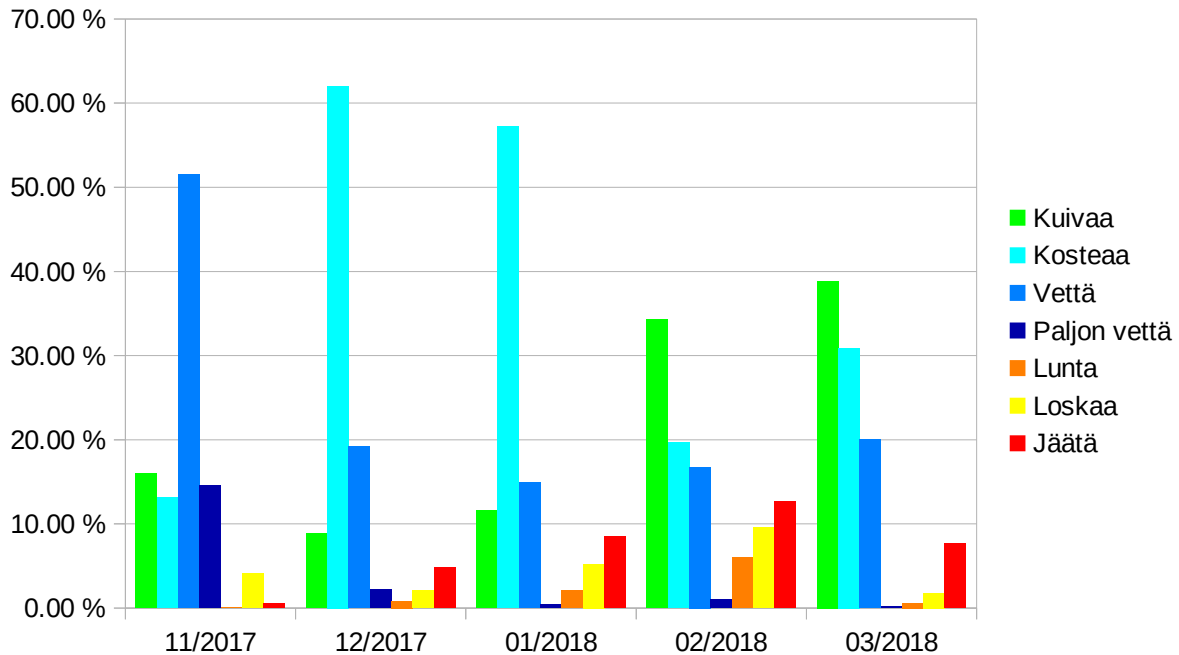
Varsinaiset isommat analyysit datahistoriaan kannattaa kuitenkin tehdä esimerkiksi paikkatieto-ohjelmilla kuten QGIS tai ARCGIS. Lisäksi on mahdollista sisällyttää datatoimituksiin tietyt, kenties toistuvat, data-analyysit, joidenka tulokset RoadCloud toimittaa tilaajalle.

Kattavuus



Kuva 14: 48 tunnin kattavuus kokeilujakson lopussa, väri on tieverkon nopeus.

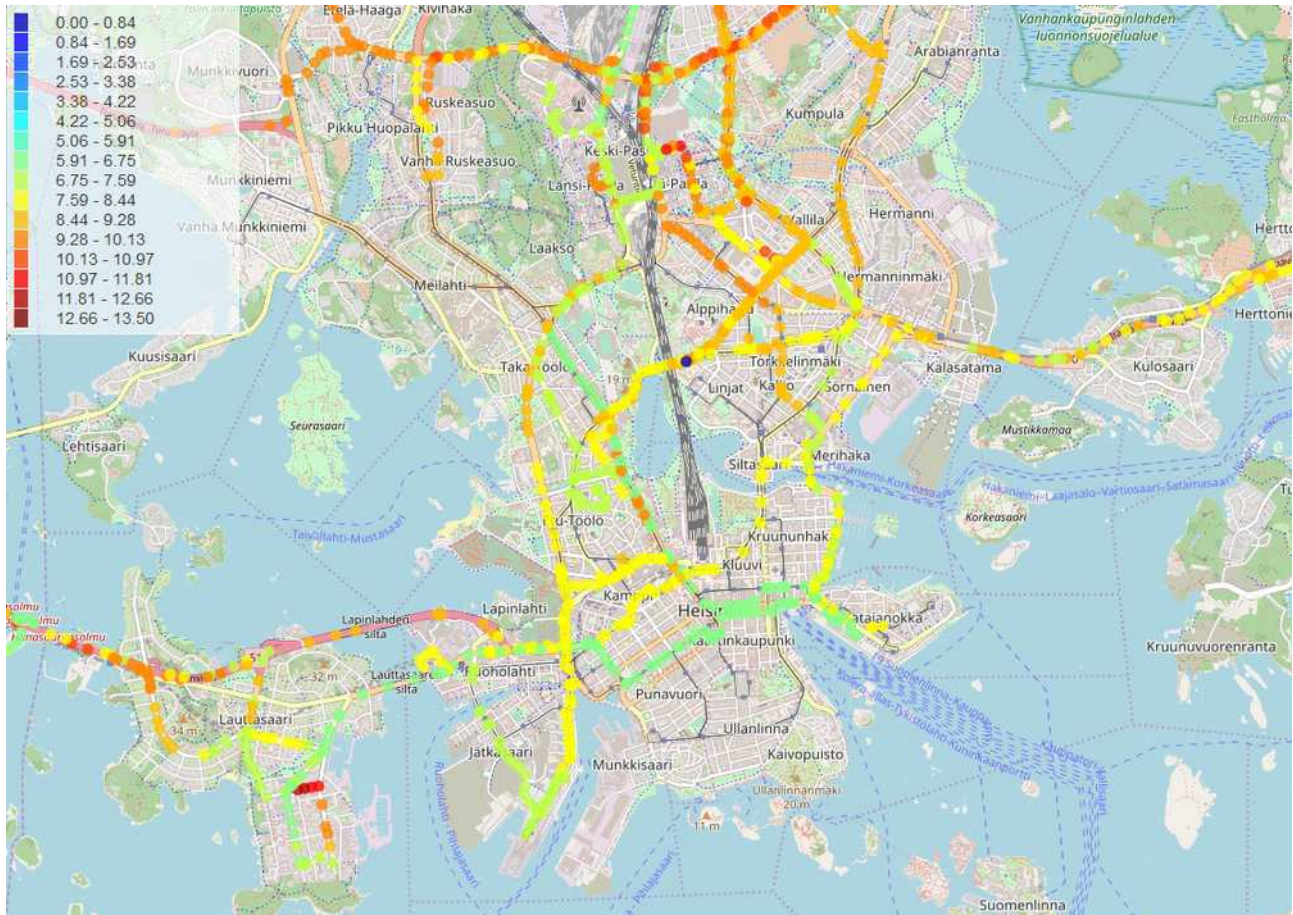
Mittausten kattavuus lisääntyi kokeilujakson aikana uusien laiteasennusten myötä. Paras kattavuus tehdyillä laiteasennuksilla saavutettiin kehäteillä, Tuusulanväylällä ja Helsingin keskustassa, mutta myös muut pääväylät katettiin melko hyvin Kehä III:n sisäpuoliselta osuudelta. Kattavuutta saatiin myös matalammalle tieverkolle, mutta päivittäistä vaihtelua on enemmän matalamman verkon kattavuudessa.



Kuva 15: Mitattujen olosuhteiden osuus kaikista mittauksista talvikaudella 2017-2018

Kuvassa 15 on esitetty mitattujen tieolosuhteiden osuus kaikista mittauksista kuukausittain talvikaudelta 2017 - 2018. Lunta, loskaa ja jäätä esiintyi eniten tammikuussa ja helmikuussa 2018, mutta talviolosuhteet tunnetusti jatkuivat pitkälle maaliskuuhun, jolloin tosin kuivan tien osuus (40%) nousi huomattavasti vaikkapa tammikuuhun verrattuna. Kun kaikki märän tien luokat summataan, huomataan että talvikuukausina pk-seudun tieverkko on enimmäkseen märkä.

Lämpötilamittaukset



Kuva 16: Lämpötilamittauksia ajoneuvoista Helsingin keskustassa

Ajoneuvon väylästä voidaan kerätä luistotapahtumien lisäksi talteen myös esimerkiksi lämpötilatietoa. Ajoneuvosta mitattu lämpötilatieto voi olla hyödyllistä erityisesti tiesääennusteissa, koska ilman lämpötilan mittaus saadaan läheltä tien pintaa. Erona suoraan infrapunan mittaukseen perustuvaan lämpötilamittaukseen on että ilman lämpötila on mitattavissa tarkasti myös tienpinnan ollessa jäinen. Tekemällä mittauksia liikkuvista ajoneuvoista voidaan päästä käsiksi hyvinkin paikallisiin eroihin lämpötiloissa. Yksittäiset ja pistemäiset korkeat lämpötilalukemat johtuvat auton seisomisesta, jolloin auton moottori lämmittää myös anturia. Autojen liikkuessa tämä virhe poistuu.

Asiakashyödyt

Projektin aikana pyrittiin tunnistamaan uuden datan käyttöönotosta eri asiakasryhmille koituvia hyötyjä. Hyötyjä pyrittiin löytämään sekä yksityiseltä että julkiselta sektorilta. Hyötyjen laskeminen euromääräisiksi säästöiksi on toistaiseksi vaikeaa, mutta on selvää että hyötyajoneuvojen mobiilimittauksilla voidaan talvihoidossa päästä miljoonien säästöihin vuodessa lyhyessäkin ajassa. Säästöjen suhteen haaste on se, että tarkempi informaatio voi myös lisätä toimenpiteiden tarvetta, mutta lopullinen hyöty (ja koko tienhoidon tarkoituskin) onkin tarjota laadukas ja turvallinen tie tienkäyttäjälle. Jo muutaman vakavan liikenneonnettomuuden kustannuksilla saataisiin Suomeen kattava mobiilimittausverkosto, joka hyödyttäisi myös muuta liikennealan ekosysteemiä. Lisäksi raskaan liikenteen sujuvuuden varmistaminen eri keliolosuhteissa vahvistaa elinkeinoelämän kilpailukykyä, mutta näidenkin euromääräisiä hyötyä on vaikea arvioida luotettavasti.

- Tienhuollon urakoitsijat:
 - Toiminnan tehostaminen:
 - Vähentynyt tarve käydä toteamassa tien kunto erillisellä käynnillä, säästöt saavutettavissa nopeastikin.
 - Mahdollisuus optimoida ja oikea-aikaistaa suolan ja hiekan käyttöä
 - Mahdollisuus optimoida kaluston käyttöä paremman tilannekuvan avulla
 - Parantunut laatu (sekä tien kunto että toiminta)
 - Mahdollisuus välttää turhia toimenpiteitä varovaisuuden vuoksi, korostunut erityisesti kaupunkiasiakkaiden kanssa käydyissä keskusteluissa.
 - Parantunut mahdollisuus arvioida tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta
 - Parantunut kyky kehittää toimintaa mittaustietoa apuna käyttäen
- Tien omistaja:
 - Parantunut kyky valvoa urakoitsijoiden toimintaa ja toiminnan tuloksellisuutta
 - Mahdollisuus yhteisen tienhuollon mittariston käyttöön tilaajan ja urakoitsijan välillä
- Tiellä liikkujat:
 - Parantunut liikenneturvallisuus sekä sujuvuus tehokkaampien ja tarkempien huoltotoimenpiteiden seurauksena.

- Mahdollisuus ennakoiviin ja reaaliaikaisiin varoituksiin kuljettajille hankalissa ajo-olosuhteissa
- Liikennetietotoimijat:
 - Mahdollisuus uusien ja tarkempien tietojen toimittamiseen suoraan autoihin mm. RDS/TMC -kanavan kautta
- MAAS -toimijat, liikennepalveluiden tuottajat ja autojen yhteiskäyttö:
 - Toimijoilla tarve entistä tarkemmille matka-aikatiedoille, joihin voimme tarjota lisädataa olemassa olevien ratkaisuiden lisäksi. Tieverkon pisteiden välinen matka-aikatieto ei ole tarpeeksi tiheää, mobiilimittauksilla voidaan tarjota ajantasainen nopeustieto muutaman metrin välein ja siten laskea tarkka nopeus mille tahansa reitille.
- Teiden kunnossapitoon liittyvien toiminnanohjausjärjestelmien toimittajat:
 - Integroimalla data nykyisiin toiminnanohjausjärjestelmiin voitaisiin tehokkaasti realisoida mobiilimittausten hyödyt teiden kunnossapidossa. Integroimalla nykyisiin järjestelmiin vältetään kalliita tietojärjestelmä uudistuksia.
- Säätidon- ja palveluiden tuottajat:
 - Tietoa tien pinnan tilasta ja paikallista lämpötilatietoa voidaan hyödyntää tarkempien (tie)sääennusteiden tuottamiseen
 - Keskipitkällä aikavälillä mahdollisuus vähentää maltillisesti pistekohtaisia tiesääasemia
- Ajoneuvoteollisuus:
 - Aktiivisten turvajärjestelmien kehitystyössä ja toiminnassa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää tarkkaa ja paikallista tietoa tien liukkaudesta ja muista olosuhteista
 - Tarkemmat ennusteet jäljellä olevasta ajomatkasta sähköautoihin
 - Kosteus ja tielle kertynyt vesi lisäävät vierinvastusta ja täten lyhentävät matkaa, joka jäljellä olevalla energialla voidaan kulkea.
 - Tietoa tien paikallisesta kosteudesta voidaan hyödyntää parempiin ennusteisiin ja varoituksiin, jos energia ei riitä määränpäähän asti
- Vakuutusyhtiöt:
 - Täsmävaroituksia asiakkaille haastavista ajo-olosuhteista sekä hinnoittelu tiesään haastavuuden mukaan
- Liikenneturvallisuustutkimus ja päätöksenteko:

- Tarkkojen kelitietojen ja onnettomuustietokantojen yhdistäminen parempien tilastollisten analyysien tekemiseksi
- Tarkempaa dataa muun muassa talvirenkaiden käyttöaikojen arviointiin
- Tarkempaa dataa teiden hoitoluokkien määrittämisen pohjaksi

Lopuksi

Loppuyhteenvetona ja tärkeimpinä tuloksina projektin ajalta esiteltiin tienpinnan luokittelu ja kitkan mittaus optisella anturilla, sekä tien kunnon mittaus perustuen ajoneuvon dynamiikkaan. Mitattua dataa analysoitiin esimerkkien ja tilastollisen analyysin keinoin. Lisäksi esiteltiin visualisaatioita, joita voitaisiin hyödyntää esimerkiksi tien kunnon seurantaan tai talvitienhoidon onnistumisen arviointiin viikoittaisella tai kuukausittaisella tasolla. Lisäksi näytettiin, että datan avulla voidaan löytää ilmiöitä, jotka selittävät paikallisesti toistuvia ongelmia tien talvikunnossapidossa.

Mittaavan ajoneuvolaivaston kattavuus parani loppupalvesta 2017 ja koko projektin aikana mitattiin kokonaisuudessaan reilusti yli miljoona kilometriä. Projektissa päästiin osoittamaan kuinka jo noin 5-10 tuhannen kilometrin päivittäisellä kattavuudella päästään kiinni ajantasaiseen ja paikallisesti tarkkaa kelitietoon.