JAMOKE Loppuraportti

Projekti liittyy Liikenneviraston Automaattiseen tiedontuotannon kokeiluun nimellä Jatkuvatoiminen mobiili kelitieto. Projektin päätavoite oli selvittää kelitiedon keruun kustannustehokkuutta ja pyrkiä vastaamaan kysymykseen, kuinka realistista on jatkuvatoimisen ajantasaisen kelitiedon keruu koko maan kattavasti, sekä selvittää kelitiedon jatkohyödyntämisen mahdollisuuksia. Projekti toteutettiin suunnitelman mukaisesti talvikausina 2016-2017 ja 2017-2018 asentamalla Teconer Oy:n valmistamia optisia keliantureita RCM411 kuuteen Pohjolan Liikenne Oy:n bussiin. Tämä loppuraportti sisältää yhteenvedon kokeilun tärkeimmistä tuloksista ja ehdotuksen jatkotoimista. Liitteissä on yksityiskohtaisempaa tietoa projektista. Näkemykset ovat raportin kirjoittajan omia eivätkä edusta Liikenneviraston kantaa asiaan.

Yhteenveto

Kelitiedolla on oleellinen merkitys laadukkaan talvikunnossapidon kannalta. Myös yleisen kelitiedottamisen ja keliennustamisen on syytä nojautua mitattuihin lähtötietoihin. Tähän tarpeeseen Liikennevirasto on kehittänyt laajan kiinteän tiesääasemaverkon. Tiesääasemat mittaavat hyvin säämuutoksia ja tyydyttävästi aseman kohdalla olevaa keliä. Käytännössä on osoittautunut, että tiesääasemilta mitatut kelitiedot kuvaavat kuitenkin epäluotettavasti kelitilaa asemien väliltä ja voivat myös antaa väärän kuvan kelistä asemankin kohdalta anturitekniikan rajoitteiden vuoksi.

JAMOKE projektisuunnitelma on kuvattu liitteessä PALVELUKUVAUS / PROJEKTISUUN-NITELMAN SISÄLTÖ. Projektissa pyrittiin selvittämään, kuinka hyvin jatkuvatoiminen mobiili kelitieto pystyy täydentämään kelitietoja. Haasteena mobiilin kelitiedon keruussa on riittävän tiheän toistovälin saavuttaminen kohtuukustannuksilla niin, että tietojen ajantasaisuus olisi tyydyttävä. Kelitila voi muuttua puolessa tunnissa oleellisesti. Käytännössä kelitila ei kuitenkaan vaihtele edestakaisin tuntitasolla, joten noin kahden tunnin toistoväli mobiileissa mittauksissa antaa tyydyttävän kuvan kelistä.

Yksi bussi ajaa päivittäin tyypillisesti 500 – 1200 km. Kahden tunnin toistovälillä bussi voi kattaa kelitiedon mittauksen laskennallisesti noin 50 – 100 km matkalta. Tämän projektin suorat muuttuvat kustannukset ovat noin 20 000 € kahdelta vuodelta ja kuudelta bussilta eli vähän alle 2 000 € per bussi vuodessa. Tässä eivät ole mukana kaikki kulut ja esimerkiksi bussiyhtiölle on syytä varata bussikohtainen korvaus vuosihuollosta ja mahdollisista muista pienistä ylläpitotoimista. Arviomme mukaan 3 000 € vuodessa bussia kohden riittää hyvin kattamaan kokonaiskustannukset. Tällöin mobiilin kelitiedon kustannukset olisivat noin 30 – 60 €/km/vuosi kahden tunnin mittausvälillä.

Nykyinen kiinteä tiesääasemaverkko kattaa noin 13 000 km tiestöä. Tiesääasemien ylläpitokustannukset ovat 1.5 M€ ja kuoletuskustannukset mukaan lukien kustannuksia tulee arviolta yli 200 €/km/vuosi. Kiinteiden tiesääasemien etuna on hyvä ajantasaisuus ja mittausten monipuolisuus mutta heikkoutena huono kelitilan luotettavuus ja paikallinen kattavuus. Mobiili kelitieto täydentäisi hyvin näitä puutteita kuitenkaan lisäämättä kustannuksia merkittävästi.

Mobiilin kelitiedon datan laatua on selvitetty aikaisemmin Liikenneviraston toimesta. Tärkeimmät mittaukset ovat kitkakerroin, kelitila, vedenpinnan paksuus ja tienpinnan lämpötila. Kitkakertoimen mittaustarkkuus on alle 0.10 verrattuna jarrutuskitkamittauksiin laskemalla erotuksen keskihajonta. Kitkan suuri erottelukyky mahdollistaa jaottelun kuuteen kitkaluokkaan alueella 0.20 – 0.80. Liikenneviraston Ajokeli Nyt -sivustolla jaotellaan ajokeli kolmeen luokkaan ja hyvin usein lopputulos on harhaanjohtava erityisesti haasteellisissa kelitilanteissa. Tähän verrattuna mobiili kelitieto pystyy kuvaamaan todellista kelitilaa huomattavasti luotettavammin.

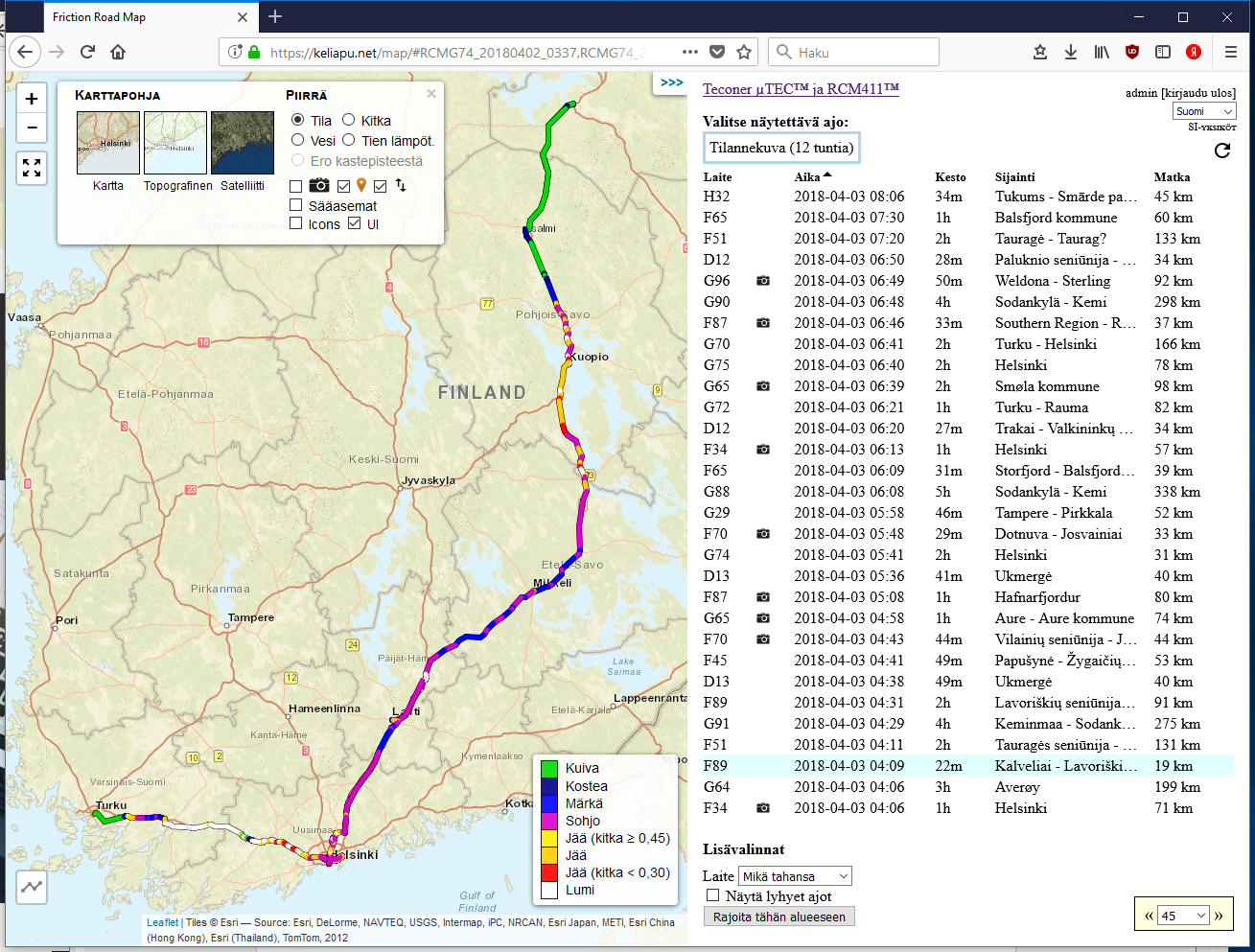
Mobiililla kelitiedolla on useita sovelluskohteita:

* Talvikunnossapidon laadunvalvonta tiestön liukkausseurannassa perustuu lähinnä kitkamittauksiin. Erillisen laadunseurannan tarve vähenisi merkittävästi, jos mobiilia kelitietoa olisi saatavilla riittävän kattavasti. Luotettava kelitieto mahdollistaisi myös tehtyjen kunnossapitotoimenpiteiden onnistumisen seurannan. Nykytilassa toimenpiteiden vaikutusta ei seurata riittävästi, jolloin keli voi jäädä huonoksi, mistä ei usein saada luotettavaa tietoa. Kattava kelitieto parantaisi kunnossapidon laatua opettamalla löytämään oikeat toimintatavat erilaisissa tilanteissa.
* Optisten kelimittausten ja lähiajan sääennusteen perusteella voidaan laskea tarvittava suolamäärä paikkakohtaisesti. Täten kattava mobiili kelitieto mahdollistaisi suolan automaattisen levittämisen optimaalisella suolamäärällä.
* Jatkuvatoimista kelitietoa tarvitaan myös automaattiajamisen tukena ja letka-ajossa.

Optisten keliantureiden ikkunan tulee pysyä puhtaana pitkään huoltokustannusten pitämiseksi kurissa. Projektin kokemusten perusteella busseihin asennettujen antureiden optiikan huoltoväli voi olla jopa vuoden pituinen. Toinen tärkeä tekijä on mahdollisuus tehdä anturin kalibrointia etäyhteydellä. Tällöin antureiden huollosta tulevat kustannukset jäävät hyvin pieniksi. Antureiden elinikä vaikuttaa merkittävästi kuoletuskustannuksiin. Koska antureissa ei ole liikkuvia eikä nopeasti kuluvia osia, arvioitu elinikä voi olla jopa kymmenen vuotta.

Kokeilun tulosaineisto

Projektissa kerättyä kelitietoa voi tarkastella [roadweather.online](http://roadweather.online/) karttakäyttöliittymästä. Tiedot on myös ladattavissa palvelimelta ajokohtaisina csv tiedostoina. Kuvassa 1 on näkymä avoimeen karttakäyttöliittymään. Kuvan kelit ovat toiselta pääsiäispäivältä 2.4.2018. Projektiin kuuluneiden bussien sarjanumerot ovat G70, G71, G72, G73, G74 ja G75.



Kuva 1. Käyttöliittymä [roadweather.online](http://roadweather.online/) (https://keliapu.net/map) palveluun. Kuvassa toisen pääsiäispäivän kelejä 2.4.2018 busseista G70 – G75.

Mittauksia on käytetty Ilmatieteen laitoksen ja Forecan sääennustepalveluiden lähtötietoina. Päivittäistä ajoa on kertynyt keskimäärin 9 tunnin edestä bussia kohden, mistä kertyy pakkaamatonta dataa noin 5 Mb/päivä. Koko aineisto on noin 10 Gb. Tietoja kerätään sekunnin välein ja aineiston sisältö on kuvattu tarkemmin Liitteessä 1, Palvelukuvaus.

Projektista on pidetty seuraavat esitelmät ja julkaisut:

* Tiesääpäivät 2017: T. Haavasoja, [JAMOKE](https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/24052168/JAMOKE+Ties%C3%A4%C3%A4p%C3%A4iv%C3%A4t+07062017.pdf/0f183a62-73d8-48a8-8356-e76324e73e0a) – Jatkuvatoiminen Mobiili Kelimittaus
* Talvitiepäivät 2018: T. Haavasoja, [Kokemuksia mobiilin kelitiedon keruusta busseilla ja rekoilla](https://tapahtumat.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1344/haavasoja.pdf)
* XVth International Winter Road Congress (PIARC Gdansk 2018, Puola), [esitelmä](http://www.teconer.fi/downloads/3-1-Haavasoja.pdf) T. Haavasoja, Using Buses for Road Weather Data Collection, ja [artikkeli](http://www.teconer.fi/downloads/IP0167-Haavasoja-E.pdf) T. Haavasoja ja O. Kärki, Using Buses for Road Weather Data Collection.

Jatkotoimet

Kattavan mobiilin kelitiedon keruu busseilla osoittautui realistiseksi ja järjestelmän ylläpito on kohtuuhintaista.

Jotta hyvä projekti ei jäisi kesken, ehdotamme perustettavaksi pientä työryhmää. Siinä tulisi olla edustus Liikennevirastosta ja tulevasta Väyläyhtiöstä sekä jäseninä muita asiantuntijoita. Työryhmän tehtävänä olisi edistää mobiilin kelitiedon laajempaa käyttöönottoa ja suunnitella jatkotoimia.

Helsingissä, 24.04.2018.

Taisto Haavasoja

JAMOKE projektin vastuullinen johtaja

Teconer Oy

Liitteet:

1. PALVELUKUVAUS/PROJEKTISUUNNITELMAN SISÄLTÖ Menetelmä: Jatkuvatoiminen mobiili kelitieto (JAMOKE)

PALVELUKUVAUS/PROJEKTISUUNNITELMAN SISÄLTÖ

Menetelmä: **Jatkuvatoiminen mobiili kelitieto (JAMOKE)**

1. Menetelmän/kokeilun yleiskuvaus

Kelitietoa voidaan kerätä jatkuvatoimisesti ajoneuvoon asennettavalla anturilla. Mitattavia parametreja ovat tyypillisesti kitkakerroin, tien pinnan tila, vesikerroksen paksuus ja lämpötila. Lisäksi voidaan ottaa kamerakuvia määrävälein, valituista paikoista tai manuaalisesti. Tiedot lähetetään palvelimelle ja ne esitetään karttapohjalla värikoodattuina viivoina, esimerkki <https://keliapu.net/map>.

Kokeilussa etsitään sopiva yhteistyökumppani linja-auto- tai logistiikkaliikennöitsijöistä, joiden autoihin asennetaan riittävästi antureita kattamaan E18 tie välillä Turku-Helsinki-Kotka ja mahdollisesti Pietari. Tavoitteena on saada kyseiselle tieosalle kohtalaisen ajantasainen kelitieto yleiseen jakeluun. Vaihtoehtoisena reittinä tai rinnakkaisena alueena voi olla myös Helsinki-Tampere-Turku alueen päätiet.

**Kokeilun päätavoite on selvittää kelitiedon keruun kustannustehokkuutta ja pyrkiä vastaamaan kysymykseen, kuinka realistista on jatkuvatoimisen ajantasaisen kelitiedon keruu koko maan kattavasti, sekä selvittää kelitiedon jatkohyödyntämisen mahdollisuuksia.**

1. Menetelmän/kokeilun lisäarvo kunnossapidon, väyläomaisuuden hallinnan tai vaikutusten näkökulmasta

Kunnossapidon kannalta kelitiedon keruu on välttämätöntä toimenpiteiden ajoittamiseksi ja laadun seuraamiseksi. Nykyisin käytössä oleva kelitiedon automaattinen keruu perustuu sääasemilta saataviin kelitietoihin. Tämän tietolähteen etuna on ajan suhteen jatkuvatoimisuus ja vastaavasti haasteena rajoittunut paikallisuus. Käytännössä tehdyissä testeissä on havaittu, että **haastavilla talvikeleillä Liikenneviraston nykyisen tiejaksokelin (Ajokeli NYT) antama kuva kelitilanteesta on usein vääristynyt**, koska se perustuu pääasiassa kiinteiltä tiesääasemilta kerättyyn tietoon. Jatkuvatoimisesti kerätty tieto paljastaa kunnossapidon haasteita, jotka voivat jäädä muilla menetelmillä kokonaan havaitsematta.

Lisäarvoa syntyy myös talvihoidon laadunseurannan tehokkuuden kautta.

Ajantasaisella ja koko reitin kattavalla kelitiedolla on merkitystä liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen sekä yksityis- että ammattiliikenteen osalta.

Kelitiedon lisäksi järjestelmällä voidaan kerätä kamerakuvia reitin varrelta. Niiden avulla voidaan seurata myös tiestön kuntoa, esimerkiksi liikennemerkkien lumisuutta, tiemerkintöjen kulumista ja pientareiden kasvillisuutta.

Järjestelmään voidaan myös liittää kiihtyvyysanturiin perustuva routanousujen ja pinta-vaurioiden seuranta.

1. Vuorovaikutus kunnossapidon prosesseihin
   1. miten menetelmä soveltuu ja kytkeytyy nykyisiin kunnossapidon prosesseihin

Menetelmää käytetään jo paikoitellen talvihoidon laadunvalvonnassa sekä urakoitsijoiden aputyökaluna erityisesti suolauksen ajoittamisessa. Mittauksiin perustuvien arvioiden mukaan [1] on mahdollista säästää suolauksessa jopa puolet määrittämällä suolaustarve mitatun kelitiedon perusteella.

Haasteena on riittävän tiheän keruuvälin aikaansaaminen kustannustehokkaasti. Säännöllisesti kulkeviin ajoneuvoihin asennettujen antureiden mittaamana kelitietojen keruu on kustannustehokasta sekä talvihoidon että yleisen kelitiedon osalta.

Mobiilin kelitiedon liittäminen esimerkiksi HARJA-järjestelmään onnistuu kohtuullisella työmäärällä.

* 1. mikä on menetelmällä tuotettavan tiedon pääasiallinen käyttötarkoitus ja kytkentä päivittäisiin, viikoittaisiin, kuukausittaisiin tai vuosittaisiin prosesseihin

Pääasiallinen käyttötarkoitus on ajantasaisen kelitiedon tuottaminen erityisesti talvikeleillä halutulla tieosuudella. Alkutavoitteena ajantasaisuuden suhteen voisi olla muutama tunti. Päivittäistä pidempiaikaisempi seuranta mahdollistaa talvihoidon onnistumisen vertaamisen eri urakoitsijoiden ja alueiden kesken. Mitattuun keliin perustuvien keli-indeksien luonti on myös mahdollista. Kesäkeleillä voidaan seurata lätäköitymistä puutteellisen kallistuksen tai routavajoamien vuoksi. Kamerakuvat ovat hyödyllisiä kaikkina vuodenaikoina päivittäisestä seurannasta vuositasoiseen saakka.

* 1. mikäli kyseessä on erillisinventointi, mihin prosessin vaiheeseen menetelmä kytkeytyy

Kelin nopeiden muutosten vuoksi tehokas keliseuranta on syytä tehdä mahdollisimman jatkuvatoimisena. Erillisinventointina voidaan tehdä satunnaisia laatutarkastuksia. Jos mobiililla kelinseurannalla saavutetaan riittävä ajallinen ja paikallinen kattavuus, erillisinventointina tehdyistä laatutarkastuksista voitaneen luopua.

1. Tekninen kuvaus
   1. menetelmän/kokeilun prosessi tai yleinen kuvaus ja tiedon tuottamistapa

Mobiili kelitieto mitataan ajoneuvoon asennettavalla optisella anturilla. Ajoneuvoiksi valitaan halutulla reitillä säännöllisesti kulkevat linja-autot tai logistiikka-ajoneuvot niin, että saadaan riittävän tasainen jakauma mittauksia päivisin ja mahdollisesti myös yöllä tai aikaisin aamulla.

Optiset anturit tuottavat jatkuvatoimisesti seuraavat tiedot:

* kitkakerroin
* kelitila
* vesipatjan paksuus
* tienpinnan lämpötila

Myöhemmin voidaan lisätä myös kastepisteen mittaus.

Matkapuhelimen sovellus RCM Mobile kerää antureilla mitatut tiedot Bluetoothin välityksellä sekunnin välein tulevina sanomina. Sovellus lisää tietoihin ajan ja GPS koordinaatit sekä muut tiedot, esimerkiksi jarrutuskitkatiedot, muut kiihtyvyystiedot sekä OBD2-lukijalta saadut tiedot. Sovellus näyttää tiedot numeerisesti ja värikoodattuina graafisina viivoina. Tiedot tallennetaan myös puhelimen muistille.

RCM Mobile sovellus ottaa myös valokuvia tuulilasin läpi joko asetetuin väliajoin, annetuin paikkatiedoin tai manuaalisesti valiten.

Mitatut tiedot ja valokuvat lähetetään 15 sekunnin välein palvelimelle osoitteessa <https://keliapu.net>. Palvelimella oleva sovellus näyttää mitatut tiedot ja valokuvat kartalla värikoodattuina viivoina osoitteessa <https://keliapu.net/map>.

* 1. datan käsittelyprosessi

Peruskäyttöistä kelinseurantaa varten karttapalvelu toimii sellaisenaan. Jatkokäsittelyä tarvitaan talvihoidon laadunseurannan tilastollisen analysoinnin ja mahdollisen kuvien käsittelyn osalta infratiedon inventoinnissa. Näitä jälkimmäisiä tehtäviä ei ole tarkoitus varsinaisesti liittää tähän tarjoukseen.

* 1. kuvaus syntyvistä tiedoista, tuotettavien tietolajien lukumäärä

Keliantureilta ja puhelinsovelluksesta tuleva tieto tallennetaan taulukkona, jossa on seuraavat sarakkeet (englanniksi):

Date,Time date and time in the format shown

S1,S2,S3 signal 1, signal 2, and an internal value only for factory use (FU)

Friction                 the value of RCM friction

State                     surface state of RCM, values as in the manual

Ta                           air temperature. If no RTS411 included, then ambient temperature

S7                           FU

Tsurf                      surface temperature with RTS411. If no RTS411 included, this value is S8 (FU) and larger than 100.

S9, S10, S11         FU

Water                   water layer thickness in mm, 0.00 – 3.00 mm

Speed                   speed of vehicle measured by GPS

Direction              direction angle, 0/360 is to north

Latitude               latitude coordinate, degrees

Longitude            longitude coordinate, degrees

Height                   height of location by GPS, meters (not always accurate)

S18,S19                 FU, empty fields, reserved for future use

Friction(uTEC)    measured by braking friction meter, if available

Distance               from the beginning of start, meters

Serial                     serial number of RCM411, like F77.

OBD2 possible data obtained by a Bluetooth OBD2 scanner

Valokuvat ovat tyypillisesti suuruusluokka 100 kt, mutta niiden koko on muutettavissa, jos tarvetta ilmenee.

* 1. menetelmän/kokeilun tuottama tieto sekä tiedon tarkkuus tietolajeittain, tiedon tallentamismahdollisuudet

Optisella kelianturilla RCM411 ja lämpötila-anturilla RTS411 mitattujen tietojen tarkkuudet ovat:

Kitkakerroin Liikenneviraston ja muissa riippumattomissa testeissä havaittu tarkkuus on suuruusluokka 0.10 mitattuna referenssikitkamittarin ja RCM411 kitkalukeman erotusten keskihajontana.

Kelitila Kelitila pyrkii vastaamaan ammattimaisen havainnoitsijan toteamaa kelitilaa. Poikkeuksia voi esiintyä rajatapauksissa kuiva/kostea/märkä tai loska/jää/lumi.

Ilman lämpötila Arvioitu mittaustarkkuus 0.3 °C. Lämpömittarin vasteaika on luokkaa 10 minuuttia, joten nopeita ilman lämpötilan muutoksia ei voi mitata tällä laitteella. Jos anturi on sijoitettu auton perään, siellä oleva ilma lämpenee muutamia asteita normaalia ilman lämpötilaa lämpimämmäksi auton moottorin ja pakokaasujen vuoksi.

Tien lämpötila Arvioitu mittaustarkkuus 0.3 °C, kun mittarin ja kohteen välinen lämpötilaero alle 5 °C. Kalibroitavissa.

Veden paksuus Mittaustarkkuus 0.10 mm välillä 0.00 – 1.00 ja 10 % lukemasta välillä 1.00 – 3.00. Kalibroitavissa.

Kaikki kerätyt tiedot tallennetaan puhelimen muistiin ja palvelimelle. Jos datayhteyttä ei ole jatkuvasti saatavilla, tiedot siirretään palvelimelle datayhteyden aktivoituessa. Tiedon välitetään joko operaattorin palvelun (SIM) tai WLAN-verkon kautta.

* 1. menetelmän/kokeilun toistettavuus erityyppisellä kalustolla

Mobiileilla optisilla antureilla mitattuja kelitietoja voidaan kerätä kaikilla ajoneuvoilla ja toistettavuus on hyvä. Henkilöautoissa mittari sijoitetaan yleensä auton takaosaan joko perävaunun vetokoukkuun tai erillisen takaluukun ovenrakoon sijoitettavan kannattimen avulla. Linja-autoissa paras sijoituspaikka on auton etumaskin takana olevaan tilaan.

Anturi on suojattu roiskeilta suojaputkella, joka on käytännössä osoittautunut tyydyttäväksi ratkaisuksi.

1. Kokeilun kokonaiskustannukset

Kokeilun kustannukset kertyvät pääasiassa laitteistosta ja sen asennuksesta. Yhden laitteen osalta vuosikuoletusarvio on 2000 €/v. Laitteita tarvitaan yhdelle reittivälille suuruusluokkaa 5 – 10 kpl riippuen tavoitellusta reaaliaikaisuuden tasosta. Myös linja-autojen tai logistiikka-autojen huolto ja reitinvaihtojen vaikutus pitää ottaa huomioon.

Anturin käyttökustannukset koostuvat dataliikenteestä sekä laitteiston ylläpidosta ja huollosta. Dataliikenne on halvimmillaan suuruusluokkaa 60 €/v laitteistoa kohden, jos siirretään vain mitattuja anturitietoja sekä ajoittain otettuja valokuvia. Suurin osa ylläpidosta voidaan tehdä etänä, mutta ajoittain voi olla tarvetta käydä varikolla..

Jos yksi auto ajaa keskimäärin päivittäin 500 km, keruukustannukset 200 päivän talvijaksolta ovat 0.02 € per mitattu kilometri. Jos tavoitteeksi otetaan viisi ajoa päivässä samalla tiellä, koko talvijakson keruukustannus on 20 € per tiekilometri, mikä vastaa alle kahden prosentin lisäystä talvihoidon kustannuksiin. Tämä kustannus saataneen takaisin moninkertaisesti talvihoidon tehostumisen ja laadun parannuksen kautta.

1. Tilaajan rahoitustarve kokeiluun: 30 000.00 € (Alv 0%)

Esitetyllä rahoitustarpeella voidaan kattaa 5 laitteiston kuoletuskustannukset kahdelta talvikaudelta (20 000.00 €). Loppusumma käytetään muihin kuluihin, analyyseihin sekä raportointiin, minkä lisäksi Teconer osallistuu omalla kustannuksellaan noin 30 000.00 €:n edestä projektin toteuttamiseen, mikä vastaa 4 kuukauden työpanosta sivukuluineen.

1. Esitys kokeilun aikatauluksi ja ehdotus kokeilun toteutustavaksi

Kokeilu aloitetaan mahdollisimman nopeasti, jotta jo talvikaudella 2016-2017 voidaan kerätä kelitietoa riittävän monesta ajoneuvosta. Mittalaitteiston asennukset voidaan aloittaa jo kesällä 2016, jotta kaikki on valmiina heti kauden alussa syksyllä 2016. Kokeilua jatketaan myös talvikausi 2017-2018.

1. Esitys kokeilun tulosten arvioimisesta ja hyödyntämisestä sekä soveltamismahdollisuudet (esim. mobiili)

Kokeilun tulokset arvioidaan painottamalla kerätyn tiedon luotettavuutta ja hyödyllisyyttä sekä talvihoidon että yleisen kelitiedon osalta ja lisäksi keruun kustannustehokkuutta. Jos kustannus on vain pieni lisä nykyisiin talvihoitokuluihin verrattuna, koko maan kattava mobiili kelitiedon keruu on perusteltua ottaen huomioon siitä saatavat hyödyt.

Kokeilun tulokset pyritään julkaisemaan kansainvälisesti.

1. Yhteystiedot ja yhteyshenkilö

Kokeilun päävastuullinen toteuttaja:

Teconer Oy

Runopolku 1b

00420 Helsinki

puh. 010 583 0020

[www.teconer.fi](file:///C:\Users\Taisto\Backup\Consulting\JAMOKE\www.teconer.fi)

Yhteyshenkilö:

Taisto Haavasoja, Ph.D.(Phys.), CEO

puh. 0405923396

<mailto:taisto.haavasoja@teconer.fi>