

## Energiatehokkaat menetelmät Arktisessa liikenteessä

Raportti – tiesää

27.8.2021

Virve Karsisto

Projektin aikana tutkittiin edullisten mittalaitteiden käyttökelpoisuutta tiesään havainnoinnissa. IoT (Internet of Things) teknologia mahdollistaa havaintojen entistä kattavamman keräämisen energiatehokkaasti, mutta havaintojen laatua tulee tutkia ennen laajamittaista käyttöönottoa. Alkuvuonna 2020 asennettiin yhteensä noin 100 IoT-laitetta Helsinki-Porvoo moottoritien varrelle ja 5G-testiradalle Sodankylään. Kaikki laitteet mittasivat ilman lämpötilaa ja kosteutta ja osa myös ilman painetta. Laitteet toimivat paristolla ja käyttävät LoRaWan verkkoa. Joitain laitteita asennettiin Kumpulan säähavaintoasemalle ja neljälle tiesääasemalle, jotta niitten mittauksia voitaisiin verrata aseman omiin mittauksiin. Tulosten perusteella IoT-laitteiden ilman lämpötilan mittaukset vastaavat melko hyvin referenssiaseman mittauksia talvella, mutta keväällä ja syksyllä IoT-laitteiden mittaukset ovat päiväsaikaan liian lämpimiä auringon säteilyn vaikutuksesta. Tämän vuoksi testattiin laitteiden asentamista säteilysuojan sisään. Säteilysuojat paransivat lämpötilamittausten laatua merkittävästi, ja niiden käyttö edullisten laitteiden kanssa onkin erittäin suositeltavaa, vaikka ne aiheuttavatkin lisäkustannuksia. Tutkimuksen tuloksia esitellään EMS 2021 konferenssissa syyskuussa.

Havaintojen laadun lisäksi tutkittiin niiden käyttökelpoisuutta tiesään ennustamisessa. Tarkemmat ennusteet ovat tärkeitä energiatehokkuuden kannalta, sillä niiden avulla voidaan esimerkiksi optimoida talvihuoltotoimenpiteet paremmin. Ilmatieteen laitoksella tiesäää ennustetaan sitä varten tehdyn mallin avulla. Ennen tiesääennustuksen tekemistä mallin pintalämpötila pakotetaan viimeiseen havaittuun tienpinnan lämpötilan arvoon. Jos havaintoa ei ole saatavilla, pintalämpötilan arvo interpoloidaan kyseiseen pisteeseen käyttäen ympäröivien asemien arvoja. Tämän vuoksi ilman lämpötilan havainnoista on vain vähän suoraa hyötyä. Tutkimuksessa kuitenkin selvitettiin, voisiko ilman lämpötilan arvoja käyttää parantamaan interpoloituja tienpintalämpötilan arvoja ns. ”universal kriging” menetelmän avulla. Tutkimuksessa käytettiin tiesääasemien pinta- ja ilman lämpötilan mittauksia. Tulosten perusteella ilman lämpötilan käyttö paransi tuloksia keskimäärin syyskuukausina ja myös tammi ja helmikuussa, mutta joului- ja maalikuussa menetelmällä ei ollut parantavaa vaikutusta. Tulokset kuitenkin vaihtelivat asemasta toiseen. Tiesään ennustamisen kannalta olisikin parempi panostaa pintalämpötilan mittauksiin.

Projektin aikana pyrittiin myös eri tavoin kehittämään tiesäämallia. Esimerkiksi tiesäämallin pintalämpötilaennustetta pyrittiin optimoimaan. Tiesäämallissa asfaltti ja sen alapuolinen maakerros on jaettu kerroksiin. Ylin ja ohuin kerros reagoi yleensä liian nopeasti energiatasapainon muutoksiin havaintoihin verrattuna. Esimerkiksi aurinkoisina päivinä lämpötilat ovat liian lämpimiä. Tämän vuoksi pintalämpötilaennuste annetaan kahden ylimmän kerroksen keskiarvona. Tutkimuksessa selvitettiin mikä olisi optimaalisin syvyys pintalämpötilan laskemiseksi eri kuukausina ja vuorokauden aikoina. Tulosten perusteella vaikutti aluksi siltä, että käyttämällä talvelle 2018-2019 määritettyjä optimisyvyyspystyttiin parantamaan tienpintalämpötilaennusteita talvelle 2019-2020. Kävi kuitenkin ilmi, että tämä johtui säteilydatassa olleista virheellisistä arvoista. Korjatulla datalla tulokset eivät parantuneet vuoden 2020 helmikuuta lukuun ottamatta. Lisätutkimusta tarvitaan sen suhteen, voisiko menetelmällä parantaa esimerkiksi asemakohtaisia ennusteita. Tutkimuksesta oli tekeillä myös julkaisu ennen kuin virheelliset säteilyarvot tulivat ilmi. Julkaisu päätettiin kuitenkin perua tulosten merkittävän muuttumisen johdosta.

Projektin aikana alettiin tuottaa myös tiesään todennäköisyysennustetta. Todennäköisyysennusteet tuotetaan parviennustetyyppisesti eli tiesääennuste tehdään useaan kertaan eri säädatoilla.

Tiesäämalli saa tarvittavat sääparametrit kuten ilman lämpötilan ja kosteuden isomman skaalan parviennusteesta, joka tuotetaan MEPS mallilla yhteistyössä Suomen, Ruotsin, Norjan ja Viron ilmatieteen laitosten kanssa. Tienpintalämpötilan todennäköisyysennusteet olivat aluksi liian itsevarmoja, minkä vuoksi ennusteille tehtiin kalibrointia. Kalibrointi perustuu edeltävän 15 vuorokauden havaintoihin ja ennusteisiin. Kalibroinnin avulla parviennusteen hajonta vastaa paremmin ennusteen virhettä, mikä on tärkeä ominaisuus parviennusteilla. Kalibrointi on tarkoitus ottaa operatiiviseen käyttöön syksyllä 2021. Tutkimuksen tuloksia tullaan esittelemään PIARC konferenssissa vuonna 2022.

Tiesäämalli olettaa nykyisellään tien sijaitsevan täysin avoimessa maastossa, eikä ota huomioon esimerkiksi metsän aiheuttamaa varjostusta. Projektin aikana on kehitetty tiesäämallia ottamaan varjostukset ja ympäristön avoimuus huomioon. Paikallishorisonttikulmat tiesääasemapisteisiin on laskettu käyttämällä Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoa. Varjostusten vaikutusta tiesäämallin tuloksiin tulee kuitenkin vielä tutkia ennen käyttöönottoa operatiivisissa ennusteissa.