

TIIVEYDEN TARKKAILU JYRÄYKSESSÄ
NCC INDUSTRY OY

DIGIPILOTTIRAPORTTI



Tekijä: Marko Olli
6.12.2017

Sisällys

1	JOHDANTO	3
2	HANKKEEN TAVOITTEET JA VAIKUTTAVUUS	4
3	AIKATAULU	4
4	LAITTEISTO.....	5
	4.1 Mittaustarkkuus.....	6
5	PILOTTIKOHDE JA MITTAUSTEN SUORITTAMINEN	6
6	TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI	8
7	YHTEENVETO JA JATKOKEHITYS	11

1 JOHDANTO

Asfalttipäällysteen valmistusprosessi sisältää monia peräkkäisiä työvaiheita, joiden onnistumisesta riippuu päällysteen laatu ja sen pitkäaikaiskestävyys. Yksi tärkeimmistä työvaiheista on tuoreen, tielle levitetyn asfalttimassan tiivistäminen. Tiivistystyö tehdään tiepäällysteillä yleisesti 2-3 jyrää käyttäen, jotka voivat olla joko staattisesti tiivistäviä tai ns. täryjyriä. Tiivistystyössä on keskeistä, että tiivistäminen aloitetaan mahdollisimman pian massan levityksen jälkeen ja että tiivistys toteutetaan tasaisesti edeten ja riittävässä määrin koko päällysteen pinta-alalle. Perinteisillä työtavoilla toimien haasteena on sopivan tiivistystyömäärän löytäminen käytössä olevan asfalttimassan koostumuksen ja valitsevien olosuhteiden perusteella. Mikäli päällystettä tiivistetään liikaa, on vaarana sideaineen pintaan nousu ja päällysteen deformatiivisuuden kasvu elinkaaren aikana. Mikäli päällystettä tiivistetään liian vähän, jää rakenne liian huokoiseksi, mikä mm. heikentää päällysteen kulumiskestävyyttä ja säänkestävyyttä. Sopivan tiivistysmäärän selvittäminen päällystysprosessin aikana riittävän luotettavasti on vaikeaa, koska nykyiset käytössä olevat määrittämenetelmät poranäytetutkimus ja sähkömagneettisia ominaisuuksia mittaava Pavement Quality Indicator- laite (PQI) ovat pistemäisiä mittauksia. Lisäksi niiden tulokset saadaan tehokkaan työnohjauksen näkökulmasta käyttöön viiveellä.

NCC Industryn työmailla on toivottu kehittyneempien menetelmien käyttöönottoa päällysteen tiiveyden määrittämisessä tuotantoprosessin aikana. Menetelmän toivotaan mahdollistavan tiiveydentarkkailu reaaliajassa niin, että oikeasta tiivistystyön määrästä voidaan varmistua heti päällystystyön alusta alkaen ja näin taata paras mahdollinen päällysteen laatu. Lisäksi jatkuvatoimisen tiiveydentarkkailun odotetaan pienentävän tiivistystyössä esiintyvää vaihtelua, mikä tuottaa tasalaatuisempaa päällystettä ja edelleen minimoi sään ja olosuhteiden vaikutuksesta syntyvien päällystevaurioiden määrää. Onnistuessaan menetelmä voi vähentää urakoitsijan takuuvastuiden määrää ja pidentää asfalttipäällysteiden elinkaarta.

Liikenneviraston käynnistämä Digitalisaatiohanke mahdollisti edellä kuvatun mittaus-, ohjaus- ja raportointilaitteiston koekäytön kesällä 2017. Tässä raportissa esitellään NCC Industry Oy:n ELY-keskuksen Tienpäällystysurakassa toteuttaman päällystystyön digitalisaatiota edistävän hankkeen "Tiiveyden tarkkailu jyräyksessä" toteutus pilottikohteen perusteella.

2 HANKKEEN TAVOITTEET JA VAIKUTTAUVUUS

Pilottihankkeella on kaksi päätavoitetta:

1. Työn tasalaatuisuuden varmistaminen jyrän mittaus- ja ohjausjärjestelmää käyttäen
2. Päällysteen tiivistymisen, jyrän ylityskertojen ja päällysteen lämpötilan raportointi asiakkaalle

Hankkeen tarkoituksena on koekäyttää yhden työryhmän jyräkalustoon asennettua, markkinoilta saatavaa laitteistoa, joka mittaa asfaltin tiivistymistä reaaliaikaisesti ns suhteelliseen vastavoimaan perustuen, sekä esittää tiedot päällysteen tiivistymisestä jyrän kuljettajalle ja työnjohdolle. Järjestelmätestauksen tavoitteena on, että jyrän kuljettajan työstä tulee entistä suunnitelmallisempaa, kun havainnollisen karttapohjan ja mitattujen arvojen avulla kyetään havaitsemaan tiivistystä tarvitsevat kohdat päällysteen poikkileikkauksessa työn aikana. Järjestelmän avulla asfaltin tiivistyksestä pyritään myös tuottamaan jatkuvaan mittaukseen perustuva laatudokumentaatio asiakkaalle.

Järjestelmästä saatavia mittaustuloksia pyritään myös vertailemaan nykyisin käytössä olevaan, maatuokalla tehtävään laadunosoitusmenetelmään.

3 AIKATAULU

Pilottiprojektin esivalmistelut aloitettiin keväällä 2017 tiedustelemalla laitevalmistajalta mahdollisuuksia saada testikäyttöön jyrämerkin omaa tiiveyden tarkkailulaitteistoa. Laitteiston käytöstä sovittiin heti pilottiprojektin varmistumisen jälkeen. Varsinaiset laiteasennukset sovittiin tehtäväksi hiukan ennen pilottikohteen toteutusta. Järjestelmän pilotointi suoritettiin 18.9. – 21.9.2017 välisenä aikana Tienpäällystysurakan ELY Etelä 2 2017 kohteella kantatie 51 Pikkala. Pilotointi sisälsi yhden kohteen, joka suoritettiin yötyönä.

4 LAITTEISTO

Levitysryhmän kahteen raskaaseen täryvalssijyrään asennetaan tiiveysmittari, lämpötilaseuranta (kuva 1) ja GPS-paikannus. Näiden lisäksi jyrissä on tablettitietokone tiedostojen keräämistä ja seuranta varten (kuva 2). Anturiasennukset lämpötilan ja tiiveyden tarkkailun osalta oli suoritettu tehdasasennuksena. Nämä asennukset pystytään tekemään myös jälkikäteen laitevalmistajan uuden mallisarjan täryvalssijyriin. Järjestelmän käyttöönotto edellyttää, että työmaalla järjestelmää täydennetään tablettitietokoneella ja paikannuslaitteella jokaiseen jyrään. Näiden asentamiseen kuluu aikaa noin puoli tuntia. Edellä mainittu järjestelmä on merkkikohtainen järjestelmä kyseisen laitevalmistajan jyräin.



Kuva 1. Lämpötila-anturin sijainti jyrässä

Laitteiston keräämät tiedot tallentuvat jyrässä olevaan tablettitietokoneeseen (Kuva 2), josta ne siirretään muistitikulla pc:lle datan tarkempaa analysointia varten. Analysoinnissa pystytään tekemään erinäisiä suodatuksia, esim. jyräyskerrat, lämpötila, suhteellinen tiivistyminen, sekä toistamaan tiivistystyön kulku tietokoneen ruudulla. Lisäksi analyysityökalulla voidaan tarkastella yksittäisen pisteen tietoja kuten esim ylityskerrat ja lämpötila ylityskertojen aikana. Järjestelmän ominaisuuksiin kuuluu myös laatudokumentin tallennus tietokantaan, josta se pystytään tulostamaan jopa vuoden päästä työn suorittamisesta.



Kuva 2. Tablettitietokone

4.1 Mittaustarkkuus

Laitteiston sijainnin määrittäminen perustuu GPS- ja GLONASS-verkon satelliitteihin ja tarkkuus on valmistajan mukaan ± 15 cm. Tarkkuus on paras mahdollinen, mikä voidaan saavuttaa ilman kiinteää tukiasemaa työmaalla. Paikannuksen epätarkkuuteen vaikuttavat katvealueet (esim. kalliot, suuret kasvustot yms.). Lämpötila-anturien mittaustarkkuus valmistajan ilmoituksen perusteella on $\pm 1^\circ$ C. Jyrän tiiveysanturin tarkkuus jäi pilotissa epäselväksi.

5 PILOTTIKOHDE JA MITTAUSTEN SUORITTAMINEN

Pilottikohde sijaitsi Siuntiossa (kuva 3.) kantatiellä 51 Pikkalan kohdalla, ja sen pituus oli noin 1,7 km. Kohteen asfalttilaatuna oli SMA16. Järjestelmää ehdittiin testata vain tällä kyseisellä kohteella aikatauluongelmien vuoksi. Laitevalmistajan edustaja oli mukana pilotoinnin alkuvaiheessa perehdyttämässä ja opastamassa järjestelmän käytössä.

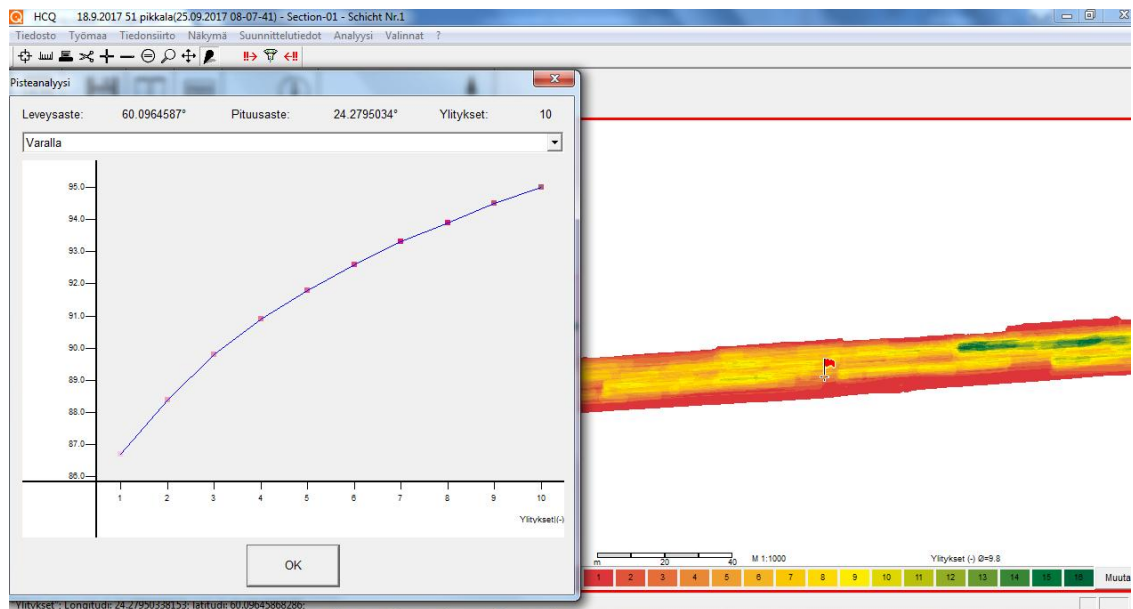


Kuva 3. Kohde kartalla

Lämpötila-anturien havaittiin mittaavan pistemäistä kohdetta, joten esim. saumaa jyrättäessä anturi saattaa näyttää ns. kylmän pinnan lämpötilaa. Järjestelmä mittaa tiivistymistä jyrän valssin koko leveydeltä. Valssi mittaa päällysteen suhteellista vastavoimaa, kun täry on käytössä. Tällöin saadaan suuntaa-antavasti tietoa siitä, tiivistyykö asfaltti enää.

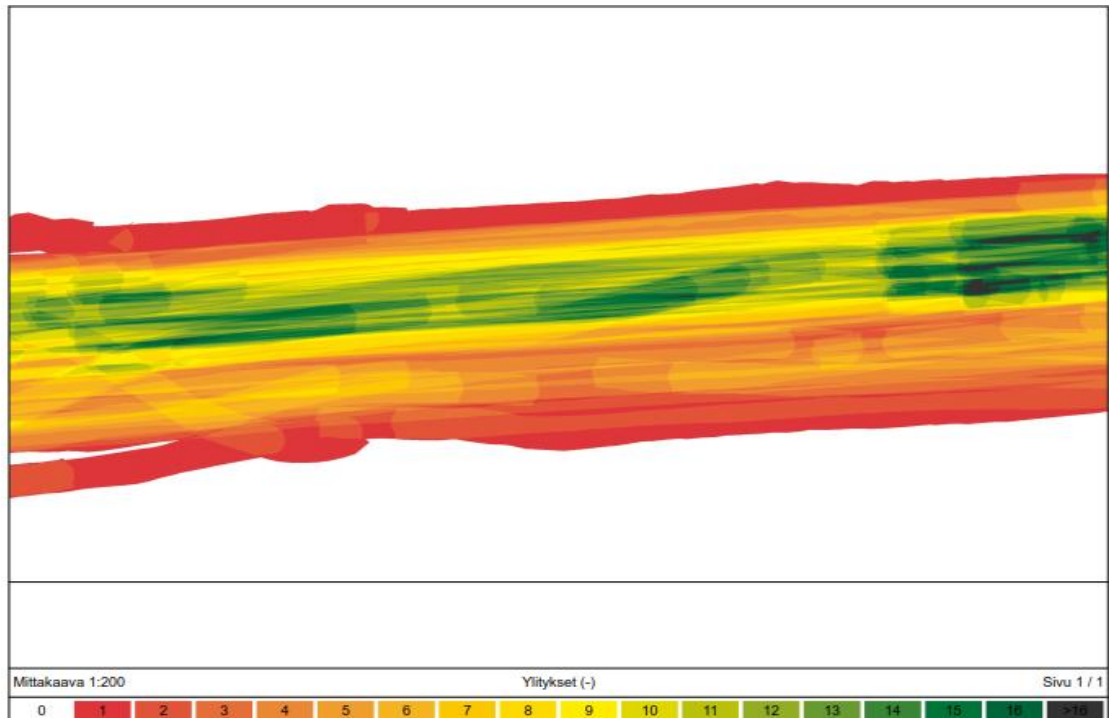
6 TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

Järjestelmän datankeräyslaite keräsi puolen metrin välein keskiarvoistettua tietoa päällysteen lämpötilasta, suhteellisesta tiivistymisestä sekä ylityskerroista aika- ja paikkatiedolla varustettuna. Dataa kertyi tämänkokoiselta kohteelta noin kaksisataatuhatta riviä. Tietoja oli mahdotonta analysoida teksti- tai taulukkomuodossa, joten analysointi tehtiin laitevalmistajan omalla ohjelmistolla (kuva 4). Kuvassa on tarkasteltu esimerkinomaisesti yhden yksittäisen pisteen toteumatietoja eli oikealla puolella ylityskerrat värierokarttana ja vasemmalla ylityskertojen (x-akseli) sekä tiiveyden suhteellinen kehittyminen (y-akseli). Vasemman puolen diagrammista nähdään, että ylityskertojen määrän kasvaessa tiiveyden kasvu hidastuu. Tähän vaikuttaa luonnollisesti myös se, että päällyste jäähtyy ja muuttuu vaikeammin tiivistettäväksi.



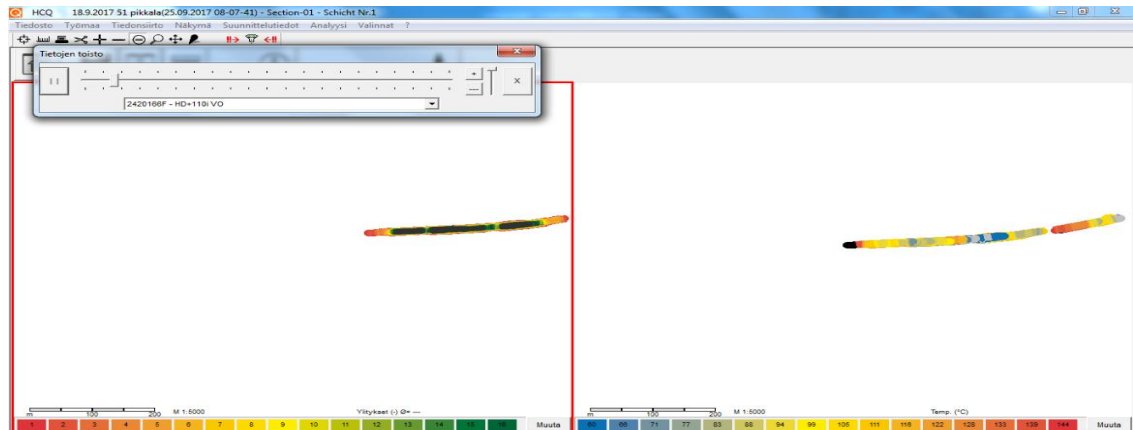
Kuva 4. Ruutukaappaus analysointityökalusta

Laitteen keräämän datan perusteella ylityskertojen (kuva 5.) määrä pilottikohteella on ollut suurelta osin vähintäänkin riittävä, samoin työkoneiden paikannuksen tarkkuus oli riittävän hyvä. Ylityskertoja on laitteen keräämän datan perusteella keskiarvoisesti noin 10 kpl per poikkileikkaus, mutta määrässä on varsin suurta hajontaa kaistan keskiosan ja reunojen välillä. Kaistojen keskiosat ovat tulleet systemaattisesti paremmin tiivistetyiksi kuin reunat.



Kuva 5. Esimerkki pilottikohteelta, ylityskerrat värierokarttana

Kerättyä dataa pystytään myös toistamaan jälkepäin liikkuvana kuvatiedostona, jolloin jyrän liikkeet nähdään ruudulla oikeassa nopeudessa (kuva 6). Kuvan 6 ruutukaappauksessa vasemmalla puolella on esitetty kohteen ylityskerrat ja oikealla puolella päällysteen pintalämpötila.



Kuva 5. Ruutukaappaus videokuvatiedostosta

Hankkeessa oli tarkoitus verrata ohjelmistosta saatuja tuloksia maatumalla tehtyihin tyhjätilamittauksiin, mutta suora vertailu ei ollut käytännön syistä mahdollista. Maatumalla tehtävä tyhjätilamittaus tehdään yhdestä ajourasta, kun taas jyrän tiiveysmittaukset suoritetaan jyrän valssin koko leveydeltä ylityskertakaavioiden mukaisesti. Tulosaineistoista ei siis voida löytää samoja mittauslinjoja tulostasojen vertailua varten. Toinen käytännön syy tulosten suoran vertailun esteenä on mittausmenetelmien eri periaate: maatumalla mitataan päällystekerroksen tiheyden vaihtelua, kun taas jyrän tiiveysmittari mittaa päällysteen tiiveyden suhteellista kehitystä ylityskertojen funktiona.

Epäsuorasti järjestelmän antamaa hyötyä voidaan kuitenkin arvioida vertaamalla pilotti-kohteen maatumalla mitattua tyhjätilan tulostasoa ja varsinkin sen keskihajontaa muiden ELY Etelä 2 2017- urakan kohteiden vastaaviin tunnuslukuihin. Tämän analyysin perusteella pilotti-kohteen tyhjätilan keskihajonta on useimpia muita kohteita suurempi, joten järjestelmän käyttö ei ole näyttänyt parantaneen päällysteen tasalaatuisuutta. Edellä mainittuun vertailutapaan liittyy luonnollisesti paljon epävarmuustekijöitä, joten tehtyyn päätelmään tulee suhtautua varauksella.

7 YHTEENVETO JA JATKOKEHITYS

Pilottihankeessa saavutettiin sille asetetut tavoitteet valtaosin. Tulosten valossa järjestelmän käyttö ei lisännyt päällysteen tiiveyden tasalaatuisuutta, mutta jyrien kuljettajat kuitenkin kokivat hyötynensä järjestelmän tuottamasta informaatiosta. Jos järjestelmän käyttöön varattaisiin pidempi ja laadukkaampi perehdytys, ja jos käytön kestoa jatkettaisiin olennaisesti suuremmaksi, tulisivat järjestelmän hyödyt suurella todennäköisyydellä esiin.

Järjestelmä mittasi päällysteen tiivistymisen, jyrän ylityskerrat ja päällysteen lämpötilan moitteetta, ja tietoja pystyttiin tarkastelemaan ja analysoimaan jälkikäteen laitevalmistajan omalla sovelluksella. Tulosten raportointi tilaajalle jouduttiin toteuttamaan ruutu-kaappauksilla, koska tulosten tarkastelu tapahtui valmistajan suljetussa ohjelmistossa.

Pilotoinnin perusteella voidaan todeta olevan tarve kattavammille lisätutkimuksille tiiveyden tarkkailulaitteiden osalta. Käyttäjät pitivät järjestelmää hyödyllisenä ja käytännön työtä tukevana, mutta sen suorituskyky, oikeat käyttötavat ja saatujen tulosten laatu pitäisi ymmärtää paremmin. Tarvitaan myös paljon jatkotutkimusta mittauslaitteiston antamien tulosten ja perinteisten tiiveysmittausmenetelmien korrelaation selvittämiseksi.