

**PÄÄLLYSTYSPROSESSIN POLTTOAINEENKULUTUKSEN REAALIAIKAINEN MITTAUS  
NCC INDUSTRY OY**

**LOPPURAPORTTI**

**Liik  
enne  
vira  
sto**

**NCC** 

Tekijä: Marko Olli  
31.10.2018

## Sisällys

1	Johdanto .....	3
2	Hankkeen tavoitteet ja aikataulu .....	3
3	Mittausjärjestelmä .....	3
4	Laadunvarmistus .....	5
5	Automaattinen päästölaskentaraaportti reaaliajassa .....	5
6	Yhteenveto ja jatkokehitys .....	7

## 1 Johdanto

Urakoitsijoilla oli kesällä 2018 ELY-keskusten tienpäälystysurakoissa mahdollisuus toteuttaa päälystystöiden digitalisaatiota edistäviä kokeiluja, joiden rahoitukseen Liikennevirasto osallistui. Tässä raportissa esitellään NCC Industry Oy:n toteuttaman hankkeen "Päälystysprosessin polttoaineenkulutuksen reaaliaikainen raportointi" tulokset pilottikohteen perusteella.

Projektissa testattiin päälystysprosessissa käytetyn polttoaineen automaattista mittaustekniikkaa ja reaaliaikaista raportointia. Tavoitteena oli selvittää, miten pilottihankkeessa kehitetty teknologia voisi soveltua jatkossa päälysteiden hiilijalanjäljen laskentaan.

Hanke rajattiin käsittämään asfalttimassan valmistusprosessi asfalttiasemalla, massan kuljetaminen kohteelle ja päälysteen levittämisen sekä tiivistämisen työvaiheet. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin mm. asfaltin raaka-aineiden tuotannossa ja kuljetuksessa syntyvät päästöt sekä muu työmaakalusto kuten huoltoauto.

## 2 Hankkeen tavoitteet ja aikataulu

Hankkeen tavoitteena oli mitata reaaliaikaisesti käytetyn polttoaineen kulutustietoja asfalttiasemalta, työkoneista sekä kuljetuskalustosta. Tavoitteena oli siirtää nämä tiedot reaaliaikaisesti ulkoisen toimittajan palvelimelle, josta niitä pystytään seuraamaan ja koostamaan raporteiksi. Tietoja voidaan rajata ja hakea monilla eri hakuehdoilla (esim. työkone, aika, kohde) palvelimelta myös jälkikäteen. Tavoitteena oli myös koostaa päästöraportti kohteesta.

Hanke toteutettiin vuoden 2018 aikana DHJ KAS ELY ET1 urakan 1026 Mommilantie kohteella. Työmaan kesto päälystykseen osalta oli noin 2 viikkoa ja se koostui noin 9 km pitkstä päälystettävästä tieosuudesta. Keskimääräinen ajomatka asemalta työmaalle oli noin 50 km.

## 3 Mittausjärjestelmä

Mittausjärjestelmä koostui kahdesta erillisestä järjestelmästä; Järjestelmä 1 mittasi kuljetuskaluston ja levitystyöhön käytettävän kaluston polttoaineen kulutuksen CAN-väyläisillä sekä virtausmittarein varustetuilla päätelaitteilla. Järjestelmä 2 mittasi asfalttiaseman polttoöljyn kulutuksen virtausmittareilla sekä sähkönkulutuksen. Järjestelmä 2 myös koosti kuljetuksen ja levitystyön kulutustiedot järjestelmäänsä kokonaispäästölaskentaa varten. Järjestelmä 2 haki tiedot järjestelmä 1:stä koontia varten. Kuvassa 1. on havainnollistettu kuinka päästölaskentajärjestelmä käytännössä toimi.



Kuva 1. Mittausjärjestelmän prosessikaavio

Kuvassa 2. on päätelaite, jota käytettiin levitys- ja kuljetuskalustossa. Laite mittasi kulutustietoja jatkuvasti koneen käydessä. Kulutustiedot siirtyivät päästölaskentajärjestelmässä automaattisesti kohteelle, kun päätelaitteessa painettiin kohteen 1026 Mommilantie – nappula päälle.



Kuva 2. Päätelaite, jota käytettiin levitys- ja kuljetuskalustossa

## 4 Laadunvarmistus

Mittalaitteiden tulosten oikeellisuus testattiin perinteisin menetelmin eri käyttökohteissa. Kuljetus- ja levityskaluston polttoaineen kulutusta seurattiin tankkauspäiväkirjalla, johon kerättiin tankatut litrat ja käyttötunnit tai ajetut kilometrit. Näitä tietoja vertailtiin mittalaitteista saatuihin arvoihin. Asfalttiaseman polttoaineen kulutus tarkistettiin asemalle tuoduista polttoöljykuljetuksien kuormakirjoista sekä asfalttiaseman automaatiojärjestelmästä.

CAN-väyläisille mittalaitteille levitys- ja kuljetuskalustossa ei suoritettu erillisiä kalibrointeja vaan ne mittasivat laitteen vakioasetuksilla. Tämän vuoksi auto- ja konekohtaiset erot saattoivat nousta yli 10%:iin verrattuna polttoainepistoolista saatuihin arvoihin. Laitteisiin on mahdollista suorittaa kalibrointi tankkauksien yhteydessä, mutta tämä toimenpide vaatii pidemmän käyttöjakson.

Kuljetuskaluston keskimääräinen ero manuaalisen tiedonkeruun ja automaattisen järjestelmän osalta oli noin 8 %. Siten, että automaattinen mittaussysteemi näytti vähemmän. Tähän eroon voi olla monia syitä, kuten päätelaitteen oikea käyttö (painettava nappulaa tiedonsiirron aloitusta varten), tankkausajankohdan ja kilometrimäärän oikein merkkäminen päiväkirjalle tai mittalaitteen luonnollinen virhe ilman kalibrointia.

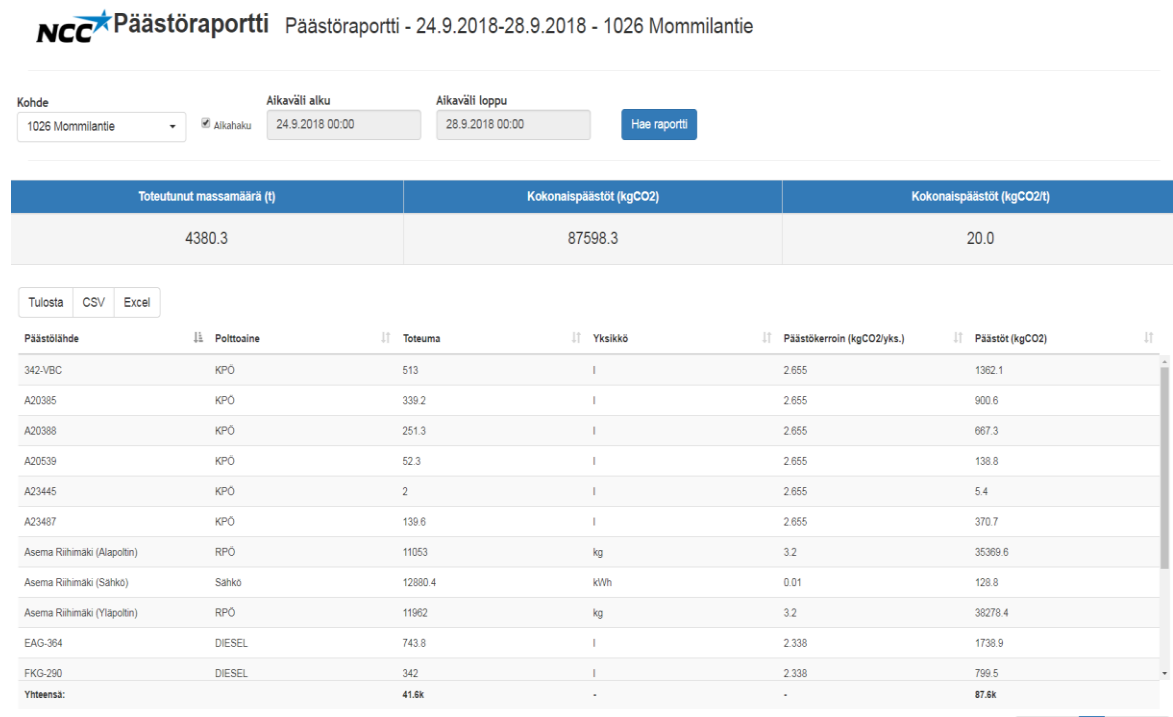
Työkoneissa manuaalisen tiedonkeruun ja automaattisen mittauksen ero oli keskimäärin noin 15 prosenttia. Suurempi ero syntyy siitä, että laitteisto on suunniteltu mittaamaan kuorma-autojen kulutusta eikä sitä ole optimoitu työkoneisiin yhtä hyvin. Myös työkoneisiin liittyen laadunvarmennuksen ongelmana on tarkan kirjanpidon suorittaminen työmaolosuhteissa sekä polttoainepistoolin mittaustarkkuus. Laitteiston pitempiaikainen käyttö ja sitä kautta saatava kalibrointi tarkentaisivat kulutuksen mittaamista.

Asfalttiaseman polttoöljyn kulutuksen mittaaminen suoritettiin virtausmittareilla. Mittarit toimivat valmistajan mukaan 0,5 %:n tarkkuudella. Mittareiden tarkkuus on varmistettu laitetoimittajan kalibroinnilla. Asfalttiaseman sähkökulutuksen mittaaminen suoritettiin aseman sähkömittarilla. Sähkökulutuksen laadunvarmistus suoritettiin vertaamalla mittarin tulosta sähköyhtiön raportoimiin sähkökulutuksiin.

## 5 Automaattinen päästölaskentareportti reaaliajassa

Kokonaispäästöraportin laskenta suoritettiin reaaliaikaisesti järjestelmä 2:n tietokannassa. Päästölähteen kokonaiskulutus kasvoi jatkuvasti, kun kohde oli valittuna mitattavan päästölähteen päätelaitteessa (asema, levitys tai kuljetus). Kohteen valinnalla kulutustiedot saatiin siis automaattisesti siirrettyä kohteen (1026 Mommilantie) tietoihin.

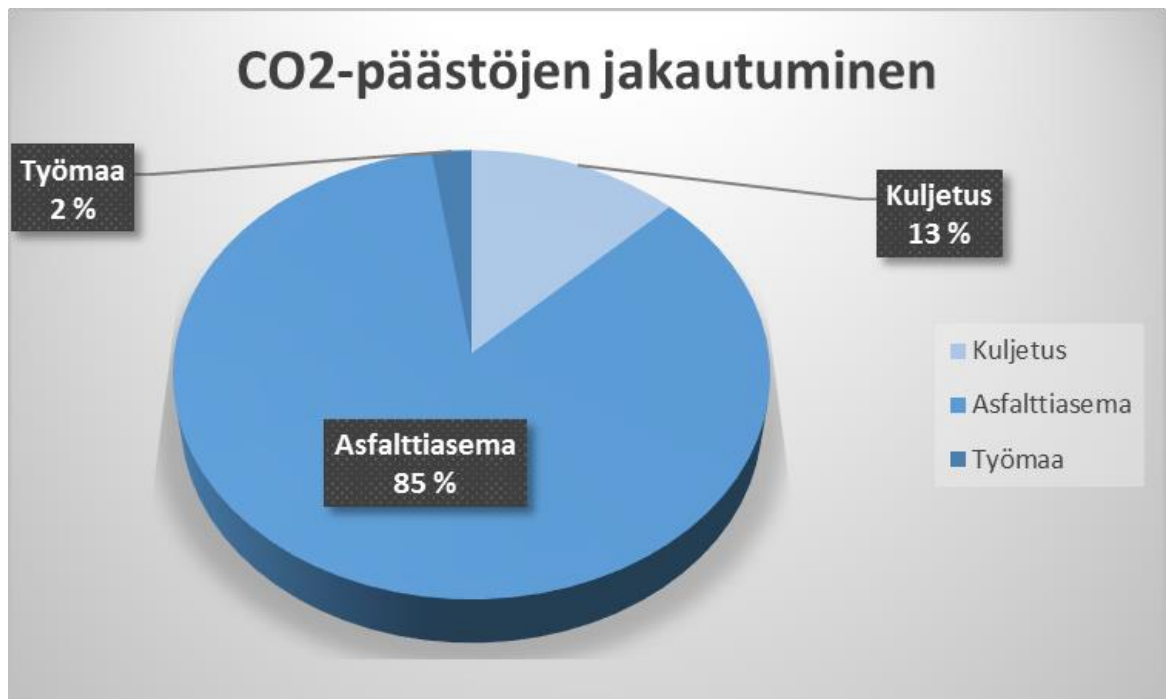
Kuvassa 3. on verkkopalvelussa oleva päästöraportti kohteen kokonaispäästöistä 4 päivän ajalta. Raportti koosti toteutuneen massamäärän (t), kokonaispäästöt (kgCO<sub>2</sub>) ja kokonaispäästöt (kgCO<sub>2</sub>/t). Raportista pystyi myös katsomaan reaaliajassa eriteltyinä asema-, työkone- ja autokohtaisesti päästöjen kertymän kohteelle tai ajanjaksolle.



Kuva 3. Automaattinen päästölaskentaraaportti

Päästölaskenta toimi laskukaavalla  $\text{kulutettu polttoaine (yks.)} \times \text{päästökerroin (kgCO}_2\text{/yks.)} = \text{päästö (kgCO}_2\text{)}$ . Päästökertoimet on otettu Tilastokeskuksen polttoaineluokitukselta, joka on luotettava tiedonlähde mittausjärjestelmälle. Järjestelmän päästökertoimet ovat aina näkyvissä raportilla ja niitä pystytään muuttamaan esimerkiksi tilaajan pyynnöstä.

Kuvassa 4. on CO<sub>2</sub>-päästöjen jakautuminen pilottikohteen osalta. Kuvasta voidaan päätellä, että asfalttiasema on suurin päästölähte päällysteen tuotantoprosessissa. Asfalttiaseman osuus on tässä tarkastelussa melko suuri, koska kiviaineksen ja bitumin tuotanto sekä kuljetukset olivat rajattu mittausten ulkopuolelle.



Kuva 4. CO<sub>2</sub>-päästöjen jakautuminen pilottikohteella

Pilotissa mitatut päästölähteet:

- Asfalttiasema
  - Sähkönkulutus
  - Polttimien polttoöljynkulutus (eroteltuna ylä- ja alapoltin)
  - Kauhakuormaajan polttoaineenkulutus
- Kuljetuskalusto
  - Autojen polttoaineenkulutus, rekisterinumeroittain raportilla
- Työmaa
  - Levittimien polttoaineenkulutus (2 kpl)
  - Jyrien polttoaineenkulutus (3 kpl)

Päästökertoimet (kgCO<sub>2</sub>/yks):

- Sähkö 0,01 (tuulivoimalla tuotettua)
- Kevyt polttoöljy 2,655
- Raskas polttoöljy 3,2
- Diesel 2,338

## 6 Yhteenveto ja jatkokehitys

Koonti- ja raportointijärjestelmä kehitettiin melko nopealla aikataululla heinä-syyskuu välisenä aikana käytännössä tyhjästä, koska valmiita paketteja ei ollut saatavilla. Erillisiä järjestelmiä oli hankkeessa käytössä kaksi, joiden tiedonsiirto piti räätälöidä tätä projektia varten, jotta kokonaispäästöraportti saatiin luotua automaattisesti eri päästölähteistä. Laitteistot eivät ole nopeasti siirrettävissä koneesta tai autosta toiseen, vaan vaativat joka kerta erillistä asennustyötä. Tässä pilotissa käytettyjen päätelaitteiden asennuksiin ja käytön varmistamiseen kuului aikaa noin kaksi viikkoa sisältäen työryhmän ja kuljetuskaluston kuskien perehdytyksen.

Laitteistot asennettiin vain pilottikohteella työskenteleviin koneisiin ja autoihin. Tämä aiheuttaa sen, että mittausjärjestelmän ylläpito oli ainakin tässä tilanteessa hankalaa, koska mahdolliset konerikot ja kuljetuskaluston muutokset vaikuttaisivat tuloksiin. Laitetoimittaja oli ”hälytysvalmiudessa”, että pystyttiin varmistamaan mittauksien onnistuminen riittävällä tasolla. Varsinkin kuljetuskaluston laitteistojen asennukset olivat hankala sovittaa normaalin tuotannon yhteyteen. Uusien laitteiden asennusten lisäksi päätelaitteiden määrittelyt tuli tehdä myös tietokantoihin, jotta automaattinen kohdekohtainen päästöraportointi olisi mahdollista.

Kyseisessä DHJ KAS ELY ET1 – urakassa oli vaatimuksena manuaalinen päästölähteiden kulutustietojen kerääminen ja niistä raportoiminen tilaajalle. Manuaalista datan keräystä käytettiin laadunvarmennusmenetelmänä automaattisen järjestelmän toiminnan seuraamista varten. Automaattinen järjestelmä toimi suhteellisen luotettavasti pois lukien muutamat laitteistot (yksi kuljetuskaluston laite 3 päivää ja yksi levitystyön laite 2 päivää), joissa oli toimintahäiriöitä. Kuljetuskaluston laitteen häiriöt johtuivat autossa olevista sähköongelmista, jonka vuoksi laite ei kerännyt eikä lähettänyt mittaustietoja palvelimelle. Levitystyön ongelmat johtuivat siitä, että työmaalle oli erehdyksessä kuljetettu väärä jyrä, jossa ei ollut mittalaitteita. Toisena päivänä jyrän mittalaitteen tiedonsiirto ei toiminut laitteen määrittelyssä ilmenneen ongelman vuoksi. Puuttuvat tiedot on lisätty kokonaispäästöraportin pohjalta tehtyyn manuaaliseen laskelmaan keskiarvoistamalla kyseisen laitteen päästö muilta onnistuneilta päiviltä. Puuttuneet tiedot nostivat kokonaispäästömäärää 0,077 kgCO<sub>2</sub>/t. Tämä vastaa kokonaispäästömäärässä 0,4 %:a, jolla on päästöraportin osalta lähes merkityksetön vaikutus lopputulokseen ottaen huomioon mittauksien epävarmuudet.

Digitaalinen reaaliaikainen mittaus on nopeaa, tarkkaa ja läpinäkyvää ja sen avulla pystytään vähentämään manuaalisen työn määrää sekä vähentämään virhemahdollisuuksia merkittävästi. Laajemmassa käytössä mittalaitteiden ja järjestelmien kalibrointiin ja tarkastukseen tulisi laatia yhteisesti sovittu malli, ja sen avulla suorittaa ulkopuolista valvontaa esimerkiksi pistokokein.