

Opinnäytetyö (AMK)

Koneautomaatio

2019

Lasse Välimaa

# SELVITYS KONEDATAN HYÖDYNTÄMISESTÄ SANDVIKIN TURUN- TEHTAALLA



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Koneautomaatio

2019 | 18 sivua

Lasse Välimaa

# SELVITYS KONEDATAN HYÖDYNTÄMISESTÄ SANDVIK TURUN TEHTAALLA

Tämän opinnäytetyön tavoite oli kartoittaa konetietojen automatisointia Sandvik Turun tehtaalla. Opinnäytetyössä selvitettiin voiko automatisointi korvata manuaalisesti täytettäviä konetietoja. Työssä selvitettiin myös muita mahdollisia hyötyjä datankeruuseen liittyen. Tämän lisäksi keskusteltiin datankeruusta yleisellä tasolla.

Työssä pystytettiin datankeruupalvelin, jonne kerättiin tuotannossa olevista kaivoskoneista (lastareista ja dumppereista) dataa. Työssä haastattelin eri Sandvikin osastoja liittyen datankeruuseen ja sen hyötyihin. Haastattelujen perusteella tehtiin kooste mahdollisista hyödyistä ja haitoista datankeruuseen liittyen.

Työssä selvisi, että datankeruulla on paljon potentiaalia mutta tämän hetkinen datankäyttötyökalu ei ole sopiva tehtaan tarkoituksia varten. Datankeruuta voitaisiin jo tehdä ja varastoida dataa valmiiksi siihen asti, että on luotu tehtaan tarpeisiin soveltuva raportointijärjestelmä, kuten tehtaan omat Power BI raportit tms.

## ASIASANAT:

Datankeruu, kyselytutkimus, dokumentointi

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Machine automation

2019 | number of pages 18

Lasse Välimaa

## STUDY ON AUTOMATION OF MANUAL MACHINE INFORMATION AT SANDVIK TURKU FACTORY

The purpose of this thesis was to map machine data automation at Sandvik Turku plant site. The thesis determined whether automation can replace manually collected machine data. Other potential benefits related to data collection were also explored. In addition, there is a section about data collection in general.

A data collection server was set up to collect data from mining equipment (loaders and dumpers). This paper interviewed various departments in Sandvik for data collection and its benefits. The interviews were used to compile a summary of the potential benefits and disadvantages of data collection in Sandvik Turku site.

The thesis revealed that data collection has a lot of potential, but the current data reporting tool is not suitable for factory usage. Data collection could already be done and the data stored ready for custom factory reports that might be built in the future, for example Power BI or such.

### KEYWORDS:

Data collection, survey, documentation

# SISÄLTÖ

<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
1.1 Työn tausta	1
1.2 Työn tavoite	1
1.3 Tavoitellut tulokset	1
<b>KUVAUS SANDVIKISTA</b>	<b>2</b>
2.1 Yrityksen historiaa	2
2.2 Sandvik Mining and Rock Technology	2
2.3 Sandvik Turun tehdas	3
2.4 My Sandvik ja OptiMine	3
<b>DATANKERUU</b>	<b>5</b>
3.1 Digitaalinen murros	5
3.2 Industry 4.0	5
3.3 IOT	6
<b>TIEDONKERUU JA OHJAUSJÄRJESTELMÄT</b>	<b>7</b>
4.1 Tiedonkeruu kaivoskoneissa	7
4.2 Koneenohjausjärjestelmä (VCM)	7
4.3 CAN-väylä	7
4.4 Sensoridata	8
4.5 OptiMine Monitoring	8
4.6 Kuvaus rakennettavasta järjestelmästä	9
<b>KYSELYTUTKIMUS TIEDONKERUUN AUTOMATISOINNISTA</b>	<b>10</b>
4.7 Esikysely	10
4.8 Haastattelut	10
4.8.1 Haastattelu Takuukäsittely	11
4.8.2 Haastattelu Tekninen tuotetuki	12
4.8.3 Haastattelu Laatu-osasto	13
4.8.4 Haastattelu koeajo-osasto	14
<b>SIGNAALIT</b>	<b>15</b>
5.1 OptiMine-raportit	15
5.2 Vertailu	15

5.3 Tulokset	16
<b>TULOKSET JA LOPPUPÄÄTELMÄT</b>	<b>17</b>
6.1 Haastattelut	17
6.2 Toimintasuositus	17
<b>LÄHTEET</b>	<b>18</b>
<b>KUVAT</b>	
Kuva 1. CAN-väylä ajoneuvossa (gsat www-sivut, 2017)	8
Kuva 2. Havainnollistus rakennettavasta järjestelmästä	9
<b>TAULUKOT</b>	
Taulukko 1. Testipöytään kirjattavat signaalit (loppupään kokoonpano).	15
Taulukko 2. Testipöytäkirjaan kirjattavat signaalit (koeajo).	16

# JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Työ saatiin toimeksiantona Sandvik Mining and Construction Oy:ltä Turun toimipisteestä. Työ liittyy datankeruuseen ja sen käyttöön Sandvikin Turun tehtaalla. Työ rajattiin niin, että se sisältää datankeruupalvelimen pystytyksen ja kyselytutkimuksen toteuttamisen sekä vertailulistan OptiMineen mahdollisesti lisättävistä signaaleista, jotta manuaalisesti kerättävistä tiedoista voitaisiin luopua.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää koneesta saatavan datan hyödyntämistä Sandvik Turun tehtaalla. Työssä halutaan pystyttää OptiMine-palvelin niin, että koneet alkavat lähettää sinne dataa. OptiMinesta saatavalla datalla halutaan selvittää, että onko siitä hyötyä ja mitä siitä mahdollisesti puuttuu, jotta se voisi korvata manuaalisesti kerättäviä tietoja ja tuoda muuta lisäarvoa tehtaan toimintaan. Työssä halutaan myös haastatella eri osastoja liittyen datankeruuseen Turun yksikössä. Tämän lisäksi halutaan tietää, että mitä kaikkea dataa saadaan OptiMinesta ja mitä sinne mahdollisesti halutaan lisätä.

## 1.3 Tavoitellut tulokset

Automaattisesti saatavia tietoja voitaisiin hyödyntää niin, että tuotannossa työskentelevien työn määrä vähenisi ja inhimillisten kirjausvirheiden määrä vähenisi. Asennus ja testaustyölle jäisi enemmän aikaa, sillä manuaalisesti kirjattavat tiedot saataisiin korvattua suoraan koneelta saatavalla datalla. Muutkin kuin tuotannossa työskentelevät voisivat hyötyä saadusta datasta ja käyttää tätä dataa hyödyksi esimerkiksi laadun seurannassa ja suunnittelussa.

## KUVAUS SANDVIKISTA

Sandvik AB -konserni on huipputeknologian ja maailmanlaajuisen monimuotoisen osaamisen henkilöstö, jolla on noin 42 000 työntekijää. Sandvik AB -konserni on perustettu vuonna 1862. Tämän hetkinen liikevaihto on noin 100 miljardia ruotsin kruunua.

Sandvikin toiminta perustuu ainutlaatuiseseen materiaalitekнологia-asiantuntemukseen, laaja-alaiseen tuntemukseen teollisuusprosesseista ja asiakasyhteistyöhön. Tämä yhdistelmä yhdessä jatkuvien investointien kanssa tutkimukseen ja kehitykseen on mahdollistanut maailman johtavan aseman saavuttamisen seuraavilla aloilla:

- Työkaluja ja järjestelmiä teolliseen metallin leikkaamiseen.
- Koneita, kalustoa, palveluja ja teknisiä ratkaisuja kaivos- ja urakointiteollisuuksille.
- Edistyksellisiä ruostumattomia teräksiä ja erikoisseosmateriaaleja sekä tuotteita teolliseen lämpökäsittelyyn.

Sandvikin toiminta on organisoitu kolmeen (3) liiketoiminta alueeseen, jotka vastaavat tutkimus -ja kehitystoiminnasta, tuotannosta ja tuotteiden myynnistä sekä palveluista. (Sandvik Groupin www-sivut 2019a)

### 2.1 Yrityksen historiaa

Yrityksen perusti vuonna 1862 Göran Fredrik Göransson, joka oli ensimmäisenä maailmassa onnistunut käyttämään Bessemerin menetelmää terästuotannossa teollisessa mittakaavassa. Varhaisessa vaiheessa toiminta keskittyi korkeaan laatuun ja lisäarvoon, investointeihin T&K (Tutkimus ja kehitys) puolelle, läheisiin kontakteihin asiakkaiden kanssa sekä vientiin. Tämä on strategia, joka on pysynyt muuttumattomana vuosien varrella

Jo 1860-luvulla tuotevalikoima sisälsi poraterästä kallioporaukseen. Yhtiön listaus Tukholman pörssiin tapahtui vuonna 1901. Ruostumattoman teräksen valmistus alkoi vuonna 1921 ja sementoitu karbidi 1942. Karbidituotteiden valmistus alkoi 1950-luvulla Gimossa, Ruotsissa.

Vuonna 1972 yhtiön nimi muutettiin Sandvik AB:ksi, ja vuonna 1984 otettiin käyttöön uudenlainen organisaatio emoyhtiön ja erillisten liiketoiminta-alueiden kanssa.

Yhtiö on jatkuvasti kehittänyt valikoimaansa mukaan lukien uudet teknologiat. Orgaanisen kasvun lisäksi Sandvikin laajeneminen on myös tehnyt useita yritysostoja vuosien varrella. Yksi esimerkki on Tamrock, suomalainen kivikaivukoneiden valmistaja. (Sandvik Groupin www-sivut 2019b)

### 2.2 Sandvik Mining and Rock Technology

SMRT eli Sandvik Mining and Rock Technology on johtava kaivos- ja rakennusteollisuuden laitteiden toimittaja. Tämän lisäksi työkalut, huolto ja tekniset ratkaisut kuuluvat

SMRT:n toimintaan. SMRT tarjoaa myös ratkaisuja ja ymmärrystä monessa eri käyttökohteessa kuten, louhinnassa, kierrätyksessä, räjäytyksessä, tunneloinnissa, maa- ja vesirakennuksessa. SMRT tarjoaa suurimman arvon tehokkuudessa, laadussa, turvallisuudessa, joustavuudessa ja taloudessa. SMRT:n suurin vahvuus on asiakkaiden kanssa yhteistyöskentely. SMRT on mukana asiakkaiden kaivoksissa ja avolouhoksissa ympäri maailmaa. SMRT koostuu yhdeksästä eri divisioonasta:

- Maanalainen poraus ja tunnelointi
- Mekaaninen leikkaus
- Pintaporaus ja etsintä
- Pintajalustaporat
- Kiviporat ja teknologia
- Kuormaus ja kuljetus
- Kivityökalut
- Murskaus ja seulonta
- Osat ja palvelut

Kuormaus ja kuljetus eli Load & Haul (L&H) on yksi SMRT:n divisioonista. L&H on yksi maailman johtavista loadereiden ja dumppereiden valmistajista. Laaja valikoima sisältää monia eri kokoisia koneita eri käyttötarkoituksiin. Valikoima sisältää myös akku- ja sähkökäyttöisiä koneita. Koneet on suunniteltu turvallisiksi, tuottaviksi ja käyttövarmoiksi. Jatkuva kehitys digitaalisissa ratkaisuissa on maailman huippuluokkaa. (Sandvik rockteknologyn www-sivut 2019)

### 2.3 Sandvik Turun tehdas

Sandvik Turun tehdas sijaitsee Turun Runosmäessä, Vahdontie 19. Tehtaalla on henkilöstöä noin 550 henkilöä. Turun tehdas keskittyy lastareiden ja dumppereiden valmistukseen, sekä kaikkeen muuhun L&H divisioonan toimintaan. Pieni määrä L&H koneita valmistetaan myös Kiinassa ja Etelä-Afrikassa mutta Turun tehtaalta käsin hoidetaan koko L&H divisioonan liiketoiminta. Automaation päätoimipiste on Tampereella, jossa Rock Drills & Technologies divisioonan alla toimiva liiketoimintayksikkö Automation vastaa AutoMine ja OptiMine järjestelmäkehityksestä.

### 2.4 My Sandvik ja OptiMine

Sandvik on kehittänyt valikoiman digitaalisia palveluratkaisuja, jotka tarjoavat asiakkaille syvällisen kuvan heidän ”kytketyistä” Sandvik-laitteista, jotta he voivat digitalisoida toimintaansa. Nämä digitaaliset palvelut ovat yhdistelmä palveluita, analytiikkaa, ohjelmistoja ja laitteistoja.

My Sandvik Insight ja My Sandvik Productivity ovat kaksi My Sandvik Digital Service Solution -tarjontaa.



My Sandvik Insight tarjoaa tietoja konelaivueen käytöstä, mukaan lukien tietoa huollon suunnittelusta. Pintaporauksissa se sisältää paikannuspaikan ja palvelun indikaattorit.

My Sandvik Productivity on räätälöity tietyille konelaivuetypeille ja sovelluksille. Se tarjoaa raportteja tuottavuudesta Sandvikin valmistamille lastaajille, kuormaajille, kaivosporille ja pintaporille. Kaikki My Sandvik Insight palvelut kuuluvat myös Productivity-pakettiin. Productivity sisältää myös signaaliraportit ja täydelliset hälytyssignaalit koneiden toimintahäiriöistä tai väärinkäytöksistä. My Sandvik Productivity on mahdollista integroida OptiMine-palvelimen osaksi asiakkaan OptiMine-järjestelmää. (Sandvik intranet)

OptiMine on Sandvikin oma analysointi- ja prosessien optimointipaketti, joka tarjoaa kokoelman digitaalisia ratkaisuja, sekä Sandvikin palveluja kaivostoiminnan tehostamiseksi. OptiMine sopii kaikkiin maanalaisiin kaivoskoneisiin ja koko liikkuvaan kalustoon, mukaan lukien muut OEM-laitteet (Original equipment manufacturer). Mahdollistaa maanalaisen toiminnan läpinäkyvyyden ja mahdollistaa asiantuntijoiden tukeman kaivosprosessin tehokkuuden yhteisen kehittämisen. (Sandvik intranet)

# DATANKERUU

## 3.1 Digitaalinen murros

Kyky kerätä ja analysoida tietoja tehokkaasti on yhä tärkeämpää yrityksille. Yritykset keräävät, tutkivat, käsittelevät ja rakentavat raportteja suurista tietomääristä. Perinteisesti ne ovat ottaneet käyttöön postitutkimuksia, puhelinhaastatteluja, ovelta ovelle - haastatteluja tiedonkeruumenetelminä. Käynnissä olevan digitalisoinnin myötä nämä menettelyt ovat vanhanaikaisia.

Digitaalinen murros muuttaa monia liiketoimintoja suurella nopeudella ja suuri määrä manuaalisesti toteutettuja prosesseja on nyt saavutettu digitaalisia menetelmiä käyttäen. Teknologialla on ollut merkittävä vaikutus tietotutkimuksen lähestymiseen, ja se on antanut tutkijoille uusia työkaluja, jotka ovat muuttaneet ja parantaneet tiedonkeruuta ja analysointia. Muutoksen vauhti edellyttää, että yritykset pystyvät reagoimaan nopeasti ja sopeutumaan muuttuviin asiakkaiden vaatimuksiin ja markkinaolosuhteisiin.

Yritykset yrittävät aina maksimoida resurssit, optimoida toimintaansa ja tehdä yrityksistään kannattavampia. Tämän saavuttamiseksi heidän on löydettävä tehokkaita menetelmiä tietojen keräämiseksi ja muuttamiseksi käyttökelpoiseksi tiedoksi. Johtajien on ymmärrettävä suuria määriä tietoja oikeiden päätösten tekemiseksi. Digitaalista tiedonkeruumenetelmää käyttäen he voivat saada tuloksia nopeammin ja tarkemmin kuin manuaalisesta tietojenkäsittelystä. (DataScopen www-sivut 2018)

## 3.2 Industry 4.0

Industry 4.0, eli neljäs teollinen vallankumous tarkoittaa perinteisen valmistus- ja teollisuuskäytäntöjen asteittaista yhdistämistä teknologisen maailman kanssa. Tehtaat tulevat jatkuvasti kasvattamaan automaatiota ja itsemonitorointia. Koneilla on mahdollisuus analysoida ja kommunikoida keskenään. Tämä mahdollistaa yrityksille paljon sulavamman tuotannon.

Industry 4.0 keskiössä on älytehtaat, jotka käyttävät hyväksi informaatio ja kommunikointiteknologiaa tuotantolinjan kehityksessä. Automaatio ja digitalisointi nousevat huomattavasti korkeammalle tasolle. Tämä tarkoittaa itsekonfiguroituvia ja itseoptimoituvia koneita. Älytehtaat saavuttavat huomattavasti paremman kustannustehokkuuden ja laadukkaammat tuotteet tai palvelut.

Industry 4.0 kuvaa automaatiota ja tiedonvaihtoa tuotantoteknologiassa ja prosesseissa, jotka sisältävät kyberfysikaalisia järjestelmiä (CPS), esineiden internet (IoT) ja teollisten esineiden internet (IIOT)

### 3.3 IOT

Internet of Thingsillä (IoT) eli teollisella internetillä tarkoitetaan maailmanlaajuista megatrendiä, jossa fyysiset laitteet liitetään antureilla ja sensoreilla verkkoon. Verkkoon liitetyt laitteet pystyvät aistimaan ympäristöään, viestimään ja toimimaan käsittelemänsä tiedon perusteella älykkäästi.

Ilmiön edistymistä siivittää lisääntynyt tietojenkäsittelyn teho, tietoverkkojen nopeus, anturitekniikan saatavuus, sekä teknologian hinnan merkittävä lasku. Teollisen internetin lisäarvo perustuu lisääntyneeseen tietoon ja suunnitelmallisuuteen. Verkkoon liitettyjen laitteiden tuottamaa tietoa jalostamalla toimintaa voidaan ennakoida ja tehostaa työvaiheita automatisoimalla.

Teollinen internet mahdollistaa kokonaan uudenlaisten liiketoimintamallien ja kilpailukykyisten palvelujen syntymisen. Teolliseen internetiin ladataan Suomessa suuria odotuksia: sen esimerkiksi odotetaan mullistavan koko teollisuuden kentän tuotannosta toimintomalleihin. Ennusteiden mukaan teolliseen internetiin panostaminen voi tuoda Suomeen 12 miljardin euron suuruiset investoinnit ja jopa 48000 työpaikkaa. (Itewikin www-sivut 2019)

# TIEDONKERUU JA OHJAUSJÄRJESTELMÄT

## 4.1 Tiedonkeruu kaivoskoneissa

Mitä enemmän tietoja kaivosyrittäjä pystyy seuraamaan, sitä enemmän tietoa se saa tuottavuudesta ja sitä paremmin se pystyy hallitsemaan hankkeitaan ja prosessejaan. Teknologian kehittyessä koneista saadaan yhä enemmän dataa. Tämä data sisältää esimerkiksi koneiden määrän, koneiden paikan ja tiedon koneiden tuottamasta sensoridatasta.

Koneilla, jotka voivat kommunikoida käyttäjän kanssa, on paljon potentiaalisia etuja. ”Älykkäät” laitteet voivat vähentää kustannuksia, maksimoida käytettävyyden ja lisätä tuotantoa. Ne voivat myös luoda houkuttelevamman vuorovaikutuksen käyttäjän ja laitteen välillä. Käyttäjän ja laitteen välillä voi olla kaksisuuntaista vuorovaikutusta, jolloin käyttäjä voi tehdä yhteistyötä koneen kanssa ja tehdä enemmän lyhyemmässä ajassa, vähemmällä riskillä. (conexpoconagin www-sivut 2019)

## 4.2 Koneenohjausjärjestelmä (VCM)

VCM eli koneenohjausjärjestelmä koostuu viidestä ohjausmoduulista sekä näytöstä. VCM valvoo koneen toimintoja ja kerää informaatiota toimintaparametreista. VCM antaa reaaliaikaista informaatiota laitteen operoijalle näyttölaitteelta. Varoitukset ja hälytykset ponnahtavat näytölle, mikäli järjestelmä havaitsee jotakin epänormaalia toimintaa olosuhteissa tai parametreissa. Vaihtoehtoja on helppo lisätä ja poistaa.

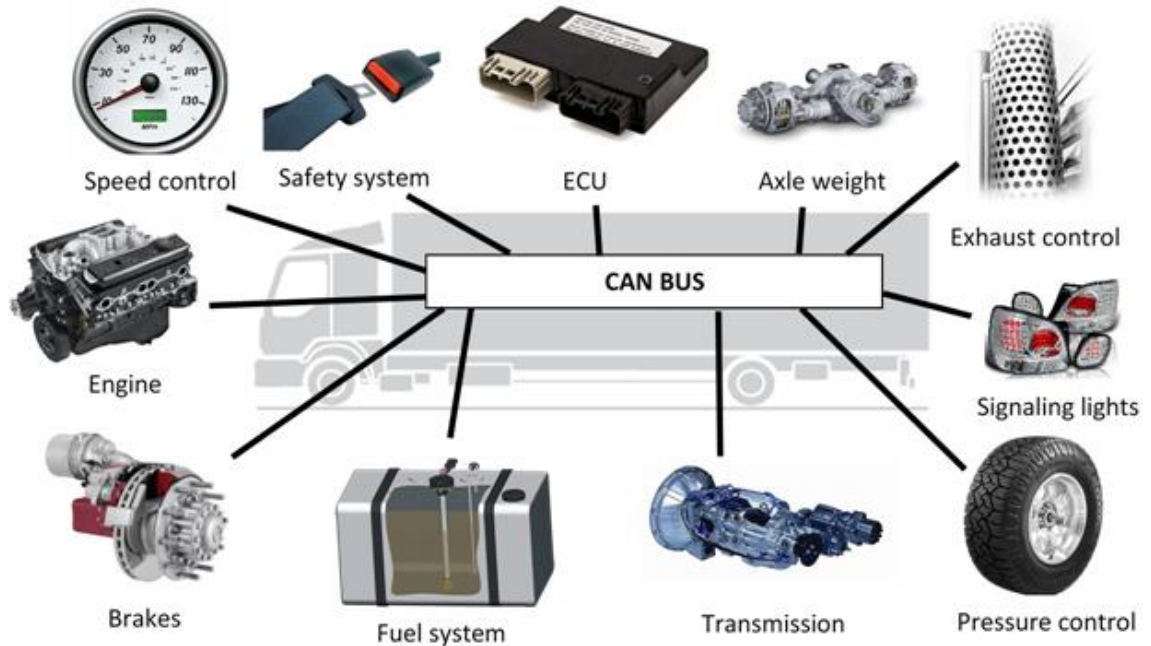
VCM hyödyt:

- Luotettavuus
  - Tarjoaa reaaliaikaista informaatiota
  - Mahdollistaa ennakoivan toiminnan
  - Vähentää seisokkeja
- Käyttäjäystävällisyys
  - Helppo navigointi
  - Helppo konediagnostiikka ja vianetsintä
  - Yleisnäyttö kaikille parametreille

## 4.3 CAN-väylä

CAN-väylä (Controller Area Network) on automaatiotietokoneiden väylä, jota käytetään erilaisissa teollisuuskoneissa. CAN-väylät voivat koostua useista mikrokontrollerimoduuleista, jotka kommunikoivat keskenään turvallisen, tehokkaan ja jatkuvan toiminnan varmistamiseksi, kuten kuvassa 1. Moduulit kommunikoivat keskenään väylällä. Jokaisella moduulilla on oma sanomatunniste, sanomatunnisteen perusteella moduuli päättää, että kuuluuko viesti myös sille. Kuvassa 1 on esimerkki CAN-väylän käyttökohteesta. Myös

Sandvikin laitteet käyttävät CAN-väylää. Laitteissa kaikki moduulit, sensorit ja näyttö on liitetty samaan CAN-väylään.



Kuva 1. CAN-väylä ajoneuvossa (gsatin www-sivut 2017)

#### 4.4 Sensoridata

Sensoridata tuotetaan anturien avulla, ja niitä kutsutaan usein esineiden internetiksi. Se kattaa kaiken älynäytöstäsi sykkeen mittaamisesta rakennukseen, jossa on ulkoiset anturit, jotka mittaavat säätä.

Sandvikin koneet ovat täynnä erilaisia sensoreita, jotka kertovat kaiken koneen toiminnasta kuten järjestelmän paineet ja lämpötilat sekä muut kriittiset tiedot koneen toiminnan kannalta. Kaikki sensorit ovat yhteydessä CAN-väylään, josta ne taas on yhteydessä koneen VCM-järjestelmään.

Toistaiseksi anturitietoja on käytetty pääasiassa prosessien optimointiin. Esimerkiksi lentoyhtiö AirAsia säästi 30-50 miljoonaa dollaria käyttämällä antureita ja tekniikkaa vähentääkseen käyttökustannuksia sekä lisäämään lentokoneiden käyttöä. Mittaamalla, mitä tapahtuu niiden ympärillä, koneet voivat tehdä älykkäitä muutoksia tuottavuuden lisäämiseksi ja varoittaa ihmisiä, kun he tarvitsevat huoltoa. (Importin www-sivut 2015)

#### 4.5 OptiMine Monitoring

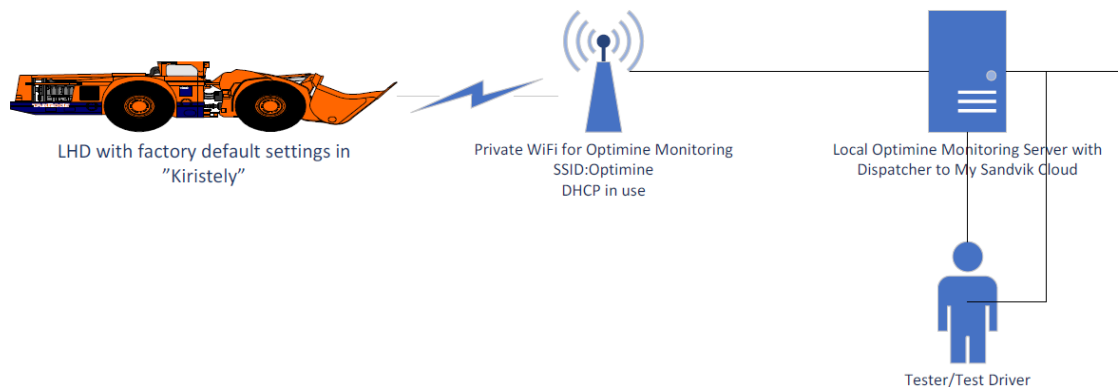
Optimine Monitoring päivittää laitetiedot automaattisesti reaaliajassa. OptiMine moduuli takaa jatkuvan ajan tasalla olevan tiedon Sandvik-laivastosi (kaivoskone kanta)

tilanteesta ja tuottavuudesta. Data esitetään selkeästi ja intuitiivisesti tosiasioihin perustuvien päätösten tueksi. Data voidaan myös integroida muihin kaivos IT-järjestelmiin.

- Tarkkaile laitteiden kuntoa verkossa ja toimi nopeasti ongelmien korjaamiseksi tai välttämiseksi
- Tunnista laitteiden väärinkäyttö tai koulutustarpeet.
- Paranna ennustettua huoltosuunnittelua kunnonvalvonnalla.
- Ymmärrä laitteiden käyttöasteen hyödyntämistä ja paranna tuottavuutta. (Sandvik intranet)

#### 4.6 Kuvaus rakennettavasta järjestelmästä

Kuvassa 2 havainnollistetaan, että miten rakennettava järjestelmä toimii. Koneissa on valmiiksi asennettuna Sandvik Knowledge Box, joka kerää koneesta tietoja (lämpötiloja, paineita yms.), joka asetetaan lähettämään paikalliselle OptiMine-palvelimelle dataa. Palvelin vastaanottaa koneelta dataa, jonka jälkeen käyttäjä pääsee katsomaan sitä omalta laitteeltaan, joka on liitetty verkkoon.



Kuva 2. Havainnollistus rakennettavasta järjestelmästä

Palvelimen pystytyksen jälkeen valittiin koneet, joista kerätään dataa. Valikoidut laitteet datankeruu pilottia varten olivat: L917DXXX, L917DXXX, T951DXXX, T963DXXX, T963DXXX, T963DXXX, T963DXXX, T951DXXX. Koneet on valittu niin, että ne tulisivat järjestyksessä valmiiksi muutamien viikkojen aikana.

# KYSELYTUTKIMUS TIEDONKERUUN AUTOMATISOINNISTA

## 4.7 Esikysely

Esikysely ennen projektin käynnistämistä tapahtui koeajossa, jossa haastattelin muutamaa koeajajaa. Kysely oli hyvin vapaamuotoinen liittyen koneesta saatavaan dataan. Jokainen Turun yksikössä valmistettu kone koeajetaan ja testataan koeajajien toimesta. Ilmaan nousi muutamia hyviä pohdintoja ja mietteitä mahdollisista eduista mitä voidaan tuoda keräämällä dataa, sekä sen tuomista hyödyistä työn helpotukseen.

Suurimmat kiinnostuksen kohteet liittyivät paine ja lämpötila-arvoihin. Paine ja lämpötila arvoja voidaan tutkia, mikäli koneeseen tulee joku vikatila. Koneen ollessa viallinen, epämääräinen ääni tai käynti ovat yleensä yhteydessä niin lämpötilaan, kuin paineeseen, sekä tietenkin moottorin arvoihin. Nämä kaikki tiedot voidaan kaivaa esille koneen lähettämästä datapaketista. Toinen ilmi tullut mielenkiinto liittyi koneen käyttäytymiseen eri vaihteilla. Datasta saadaan kaivettua esille, että miten arvot muuttuvat eri vaihteilla. Tämä on hyödyllistä tietoa, mikäli datasta löydetään jotakin poikkeamia vaihteiden toimintaan.

Osa koeajajista kiinnosti koneiden väärinkäyttö, esimerkiksi talvella kovilla pakkasilla koneen käynnistäminen kylmänä ja sen käyttäminen kovilla kierroksilla ennen, kuin kone on lämmennyt. Koneen datasta saadaan esille nämä tiedot kaivamalla koneen datasta ulkolämpötilan, moottorin lämpötilan, sekä kierrosten määrän.

## 4.8 Haastattelut

Haastateltaviksi osastoiksi on valittu

- Takuukäsittely

Takuukäsittely valittiin haastatteluun, sillä oletuksena on, että koneista saadulla datalla voisi olla hyötyä, mikäli asiakkaalla menee jokin osa koneesta rikki takuuajan sisällä.

- Laatu-osasto

Laatu-osasto valittiin haastatteluun koska kaikki koneista saatavat arvot liittyvät laatuun ja laadun seurantaan.

- Tekninen tuotetuki

Tekninen tuotetuki (tunnetaan myös nimellä Torotech) valittiin haastatteluun, sillä he ovat tukena asiakkaille, mikäli asiakkaalla ilmenee ongelmia tai kysymyksiä.

- Koeajo

Koeajo valittiin haastatteluun, sillä heillä voisi olla käyttöä datalle vianhaussa. Tämän lisäksi osan manuaalisesti kerättävistä konetiedoista voisi automatisoida.

Jokaiseen haastatteluun on tehty erikseen kyselylomake, jonka avulla haastattelu on käyty läpi. Kaikissa haastatteluissa on käytetty erilaisia kysymyksiä, jotka liittyisivät eniten osaston toimintaan. Haastatteluissa ei ole vain keskitytty kysymyksiin vaan kysymykset ovat lähinnä olleet ohjenuorana keskustelun etenemistä varten. Jokaisessa haastattelussa käytiin keskustelua kaikkeen datankeruuseen liittyen ja siihen, että miten se voisi auttaa kyseistä osastoa. Kaikki haastattelut tehtiin anonyymisti.

Datankeruu järjestelmät kuten OptiMine ja My Sandvik on suunniteltu asiakkaan käyttöön, ei koneiden valmistukseen ja testaukseen. Näissä haastatteluissa käydään keskustelua datankeruun mahdollisuuksista koneiden tuotanto ympäristössä.

#### 4.8.1 Haastattelu Takuukäsittely

Kyselytutkimuksessa haastattelin takuukäsittelyä, sekä esittelin datankeruujärjestelmää. Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että tämän hetkiselällä datankeruujärjestelmällä ei ole käyttöä takuupuolen asioissa, siitä huolimatta mielenkiintoa ja kysymyksiä heräsi. Kiinnostusta herätti datankeruun mahdolliset tulevaisuudessa saamat hyödyt. Datankeruu järjestelmä on suunniteltu asiakkaille kaivoksiin joten saadaksesen siitä hyödyn tehtaalla tulee sitä muokata jotenkin tehtaan tarkoituksiin.

OptiMine -käyttöliittymästä puuttuu tällä hetkellä toiminto, jossa pystytään lisäämään arvoille raja-arvoja. Raja-arvojen avulla voitaisiin tarkistaa kaikki koneen aikana tapahtuneet arvojen ylitykset. Takuu osaston tekemät ”Feedback” raportit voisivat hyödyntää tätä lisämateriaalina. Ehdotuksena tuli, että annettujen raja-arvojen ylittyessä tai alittuessa näkyisivät saadut arvot punaisella tekstillä.

Toinen takuupuolta kiinnostava asia oli koneen säätövaiheesta saatava data, vaikka tämä ei niinkään koske takuupuolta. OptiMine järjestelmää ei ole suunniteltu antamaan dataa jatkuvana syöttönä reaaliaikaisesti vaan datan siirto tapahtuu viiden minuutin välein. Säätövaiheessa 5 minuutin päivitysnopeus on liian harva, sillä arvot muuttuvat nopeasti säädettäessä. Tähän tarkoitukseen olisi sopivampi hetkellisesti reaaliaikainen tiedonsiirto, joka antaisi jatkuvana syöttönä data-arvoja. Näistä arvoista voitaisiin piirtää graafi ja tutkia tarkemmin koneen säädön aikana tapahtumia arvojen muutoksia. Saadaksesen datasta kaikki hyödyt irti tulee selvittää, että voiko nykyisen datankeruujärjestelmän saada päivittämään tietoja reaaliaikaisesti tai lähes reaaliaikaisesti.



Alkuperäisen ideana mietin, että olisiko takuupuolella mahdollisesti hyötyä siitä, että nähtäisiin koneen tuotantovaiheessa tiettyjen arvojen normeista poikkeavat arvot, mikäli asiakkaalla menee joku osa rikki tai koneen vikaantuessa voitaisiin tarkistaa tuotannon aikana saatu data ja katsoa, että onko mahdollisesti jokin kohde antanut normeista poikkeavia arvoja. Tämä ei kuitenkaan ole takuupuolen kannalta hyödyllistä, sillä suurin osa hajonneista osista ei ole Sandvikin vaan alihankkijoiden toimittamia. Hajonneet osat reklamoidaan Sandvikin kautta eteenpäin alihankkijoille, joten datan hyödyntäminen tässä kohtaa ei tuo lisäarvoa, ellei tahdo erikseen jakaa dataa eteenpäin alihankkijoille.

#### 4.8.2 Haastattelu Tekninen tuotetuki

Kiinnostavinta olisi yleinen paineiden ja lämpötilojen tarkkailu erilaisissa kuormitustilanteissa. Stall-testi arvot, sekä ulkolämpötila tulisi olla mukana kaikissa mittauksissa. Stall testissä selvitetään koneen osien yhteensopivuus ja toiminta. Koneita ajetaan jarruja vasten, nostetaan puomia, käännellään ym. tällä testataan, että toimiiko kaikki kuten pitää. Tässä testissä usein huomataan, mikäli laitteessa on jokin, joka ei toimi niin kuin sen pitäisi.

Datan kerääminen on helppoa, mutta sen prosessoiminen ja tutkiminen vaatii omat työkalut ja osaavan henkilön. Tehtaan näkökulmasta ajatellen datalle pitäisi rakentaa systeemi, joka palvelee tehtaan tarkoituksia. Datan keruu voitaisiin toteuttaa käyttäen Optimine -järjestelmää, mutta hyödyntää vain sen SQL -tietokantaa, jolloin käyttäen esim. Power BI raportointityökalua, voitaisiin siihen toteuttaa tehtaan tarkoituksia varten omat graffit sekä mittauservoille raja-arvot.

OptiMine-järjestelmään pitäisi luoda erillinen testausfunktio, jossa valitut arvot voitaisiin kerätä erikseen määritetyllä päivitysnopeudella toisin sanoen kerätä reaaliaikaisesti. Jokaiselle testille voitaisiin erikseen määritellä näytteenottoväli ja vaaditut näytteet. Vaihteiden toimintaa testatessa ei riitä, että saadaan paine arvot minuutin välein, vaan päivitysnopeuden pitää olla millisekuntien luokkaa. Luomalla erilaisia testausmalleja saadaan kaikista testeistä vain tarvittava data talteen. Tämä vähentää tallennuskuormitusta, sekä helpottaa datan lukua ja prosessointia, sillä testien kannalta turha data on jätetty keräämättä.

Tällä hetkellä kaikissa koneissa ei ole ulkolämpötila-anturia. Haastattelussa tuli ilmi, että jokaisessa koneessa tulisi olla kyseinen anturi. Tämän anturin avulla voidaan selvittää koneen toimintaa ulkolämpötilan ollessa alhainen, sekä selvittää koneiden mahdollista kaltoinkohtelua. Ulkolämpötilan ja koneen öljyjen lämmön ollessa alhaalla ei saa konetta käyttäjä kovilla kierroksilla, sillä öljyn viskositeetti on kylmänä paljon paksumpaa ja osat murtuvat helpommin.

Moottorin, vaihdelaatikon ja vaihteiden testaamisessa tulisi olla anturit vaihteiden yksilöllisen toiminnan ja moottorin toiminnan tutkimiseen. Esimerkiksi napamittaus erikseen jokaiseen napaan. Yksilöllisellä napamittauksella voidaan selvittää pakan laahaamista. Lämpöantureiden lisääminen useampiin paikkoihin kertoo, mikäli jokin kohta ei toimi normaalisti ja tuottaa sen vuoksi lämpöä. Moottorin kiihtyvyyttä tutkiessa tulee näytteenottotaajuuden olla tarpeeksi pieni.

Luomalla suuri datagalleria kaikille koneille voidaan tarkastella koneiden mediaani arvot ja luoda näiden perusteella triggeri, joka ilmoittaa mikäli joku kone poikkeaa arvoista. Tämän perusteella voidaan suoraan katsoa, että koneessa on jotain kummallista ja käynnistää tarvittavat korjaustoimenpiteet. Toistuvia hälytyksiä ja ongelmia päästään parantamaan, kun selviää, että mitkä hälytykset häiritsevät useimmiten. Myös ”turhiin” hälytyksiin päästään kiinnittämään huomiota ja niitä voidaan karsia. Asiakkaan päässä tulevat oudot hälytykset voidaan katsoa ja tarkistaa, että onko niitä jo mahdollisesti ollut koeajon aikana, mikäli on ollut niin voidaan selvittää, että miten ne on korjattu ja välittää tämä tieto asiakkaalle.

Datasta voitaisiin luoda yhtenäinen koeajotilasto, josta nähdään ongelmat ja viat koneityypeittäin. Esimerkiksi listoille nousisivat viimeaikaiset filttäreiden tukkeutumiset. Tämän avulla eri osastoissa työskentelevät pääset näkemään ongelmat, jotka aiheuttavat tuotannolle ongelmia.

#### 4.8.3 Haastattelu Laatu-osasto

Laatu-osaston haastattelussa selvisi, että voisi olla mielenkiintoista verrata datasta keskenään koneen käyttötunteja ja kuormitusastetta. Näitä vertaamalla voidaan selvittää, että onko koneen testaus ollut todellakin tehokasta. Koneiden testausaika on niin lyhyt, että se aika tulee käyttää tehokkaasti koneen käyttämiseen. Tehokkaalla käytöllä tulevat mahdolliset viat helpommin esille jo tehtaalla. Tämä parantaa tuotteen laatua asiakkaan päässä, sekä vähentää takuukustannuksia. Kiinnostavimpina asioina myös laadun kannalta nousi esille paineet ja lämpötilat.

Datan varastointi kiinnostaa myös laatua. Varastoimalla data esimerkiksi Optiminen omaan SQL-tietokantaan, voidaan näiden tietojen käsittelyyn luoda omia Power BI -raportteja, jonka avulla voitaisiin seurata pitkältä aikaväliltä koneiden kuntoa, esimerkiksi hälytysraporttien avulla. Hälytysilmoitusten ollessa matalalla tiedetään, että koneessa on ollut normaalia vähemmän puutteita ja vikoja.

Koneista myös mitataan myös erilaisia liikenopeuksia, jotka tällä hetkellä tehdään sekuntikellolla. Sekuntikelloa käyttämällä saattaa tulla aikaan suuriakin heittoja käyttäjävirheistä. Esimerkiksi puominnostotestissä toisella kädellä laitetaan sekuntikello päälle ja toisella kädellä ohjataan koneen ohjaamosta puomi ylös. Tässä testissä menee vain muutamia sekunteja ja testin raja-arvot ovat sekunnin kymmenyksien sisällä. Tälläisessä testissä on riski, että käyttäjä muokkaa arvonsa raja-arvojen sisälle, jotta saa testin menemään läpi.

Yhtenä asiana nousi esille testausdokumenttien digitalisointi. Silloin, kun koneesta saatava data alkaa olla tarpeeksi luotettavaa niin voidaan siirtyä osasta manuaalisesti mitattavasta ja kirjattavasta arvosta digitaaliseen ja automaattiseen dokumentointiin. Järjestelmien luotettavuus on kuitenkin vielä kyseenalaista ja kaikki ei ole halukkaita siirtämään automaattiseen datan keräykseen.

Digitalisoinnin mukana tulee myös riskejä. Jos tulevaisuudessa aletaan dokumentoida kaikki sähköisesti niin mitä sitten, kun järjestelmät kaatuvat. Ennen kuin siirrytään automatisoituun datankeräykseen tulee se olla todella luotettavalla tasolla.

Myös käyttäjäystävällisyys nousi esille. Mikäli tehtaan tarkoituksia varten luodaan joku datankeruu järjestelmä niin sen pitää olla helppokäyttöinen. Varsinkin tehtaalla pitkään työskennelleet ovat yleensä ”vanhan” toimintatavan kannattajia, sillä se on tähänkin asti toiminut hyvin.

#### 4.8.4 Haastattelu koeajo-osasto

Koeajossa haastattelulla selvitettiin, että olisiko datankeruu hyötyä korvaamaan käsin kerättäviä tietoja koneelta, sekä selvittää, että onko datankeruu hyötyä koeajossa. Suurin hyöty datankeruu koeajossa olisi vikojen etsintä. Datasta voitaisiin katsoa arvot ennen vioittumista ja tästä selvittää, että missä vikatilanne on tapahtunut.

Koneiden näytöltä kerätään joitakin tietoja, kuten paineet ja moottorin kierrosluku. Näitä näytöltä luettavia arvoja voisi korvata datankeruualla mutta haastattelussa selvisi, että tämän automatisoiminen ei juurikaan säästäisi aikaa. Useita arvoja verrataan koneen näytöltä myös ulkoisiin mittareihin. Käyttämällä samaan aikaan ulkoisia mittareita ja koneen sisäisiä antureita saadaan samalla selvitettyä, että ovatko mittarien arvot yhtä suuret, kuin koneen. Tämän avulla voidaan todeta koneen antureiden olevan kunnossa ja näyttävän oikeita arvoja.

Oletettavasti arvojen automaattinen kirjaus ei juurikaan nopeutuisi datankeruuun avulla, sillä koeajajat joutuvat joka tapauksessa käydä katsomassa näytöltä koneen arvot, koska nykyiset testit vaativat arvon kirjaamista tietyssä tilanteessa ja arvojen muutos on nähtävä reaaliaikaisesti. Koeajossa oltiin sitä mieltä, että datankeruu on hyvä lähinnä koneiden arvojen jälkikatseluun, mikäli sellaista tilannetta tarvitaan.

# SIGNAALIT

## 5.1 OptiMine-raportit

Optimine-raportti on OptiMinen generoima raportti koneen signaaleista. Raportista näkee tiettyjä koneen signaaleja ja arvoja. OptiMine raporttiin tulee myös koneen hälytykset, ilmoitukset ym.. Kaikkia koneen signaaleja ei kuitenkaan tule OptiMine-raporttiin.

Opinnäytetyössä selvitettiin myös, että mitä signaaleja OptiMine-raporttiin halutaan lisätä. Tarkoituksena oli katsoa, että mitä kaikkea laitteen VCM näytöltä otetaan ylös laitteen testauksessa. Tämän jälkeen kerätään lista OptiMineen lisättävistä signaaleista, joita katsotaan laitteen VCM näytöltä. OptiMine-raportti ei tällä hetkellä sisällä kaikkia signaaleja, mitä sinne olisi mahdollista lisätä.

## 5.2 Vertailu

Koneiden testauksen aikana otetaan arvoja VCM näytöltä ja nämä arvot lisätään koneen testipöytäkirjaan. Näissä taulukoissa (taulukot 1 ja 2) on listattu kaikki VCM näytöltä kerättävät testipöytäkirjaan kirjattavat signaalit. Tällä hetkellä OptiMinen luomasta raportista ei saada kaikkia samoja arvoja, kuten taulukoista 1 ja 2 voidaan todeta. Samat arvot voisi myös lukea OptiMinen luomasta raportista, mikäli ne sinne lisättäisiin. Alla olevan taulukon perusteella (taulukko 1 ja 2) voidaan todeta, että OptiMinen luomassa raportissa ei ole läheskään kaikkia arvoja mitkä kirjataan ylös testipöytäkirjaan.

Taulukko 1. Testipöytäkirjaan kirjattavat signaalit (loppupään kokoonpano).

(Sensuroitu)

Taulukko 2. Testipöytäkirjaan kirjattavat signaalit (koeajo).

(Sensuroitu)

### 5.3 Tulokset

Tämän hetkiselä OptiMine-raportilla ei tehdä mitään koeajossa sillä siitä puuttuu arvoja, nämä arvot otetaan VCM näytöltä. Jos kaikki VCM:äلتä kerättävät signaalit lisättäisiin OptiMine-raporttiin niin sillä voisi olla enemmän käyttöä koeajovaiheessa. Ainakin taulukon 1 ja 2 signaalit tulisi lisätä OptiMinen signaali listalle.

# TULOKSET JA LOPPUPÄÄTELMÄT

## 6.1 Haastattelut

Koneen tärkeimmät anturitiedot liittyvät paineeseen ja lämpöön, myös muutamia lämpöantureita halutaan koneeseen lisää. Ulkolämpötila-anturi sekä napalämpömittaus olisi hyvä lisäys kaikkiin koneisiin. Ulkolämpötila tiedolla voidaan selvittää koneen normaalia käyttäytymistä kylmässä ympäristössä ja yksittäisellä napalämpömittauksella voidaan katsoa, että miten moottori toimii.

Suurin osa on sitä mieltä, että datankeruussa on potentiaalia mutta tämän hetkinen OptiMine-järjestelmä ei sovi tehtaan tarkoituksia varten ilman modifiointia. Koeajosta saatavaa dataa varastoimalla SQL -tietokantaan voidaan selvittää koneiden trendiä vikojen, laadun, yms. suhteen.

## 6.2 Toimintasuositus

Laitteesta kerättäviin tietoihin tulisi lisätä ainakin taulukon 1 ja 2 signaalit. OptiMineen tulisi harkita lisäominaisuuksia kuten min/max -arvot, sekä spesiaaliraportteja ajastusti missä olisi vain tietyt arvot. Järkevin vaihtoehto olisi käyttää OptiMine-palvelinta ja SQL-tietokantaa mutta luoda tehtaalte omat Power BI -raportit, jotka poimivat SQL -tietokannasta tiedot ja raportoivat ne käyttäjille. Power BI pystytään laittamaan omia raja-arvoja, poikkeamia yms. Tehtaan tarkoituksia varten sopisikin paremmin suoraan Power BI, sillä OptiMine on suunniteltu enemmän asiakkaiden käyttöön ja vaatisi paljon lisäominaisuuksia, jotta se sopisi tehtaan tarkoituksia varten.

## LÄHTEET

Sandvik Groupin www-sivut 2019a. Viitattu 19.06.2019. <https://www.home.sandvik/en/about-us/our-company/>.

Sandvik Groupin www-sivut 2019b. Viitattu 21.06.2019. <https://www.home.sandvik/en/about-us/our-company/history/>

Sandvik rocktechnology www-sivut 2019. Viitattu 28.06.2019. <https://www.rocktechnology.sandvik/en/about-us/>

DataScopen www-sivut 2018. *Benefits of using digital forms for data collection*. Viitattu 03.07.2019. <https://www.mydatascope.com/blog/en/2018/03/01/benefits-of-using-digital-forms-for-data-collection/>

Itewikin www-sivut 2019. *IoT ja Teollinen internet*. Viitattu 14.07.2019. <https://www.itewiki.fi/opas/iot-ja-teollinen-internet/>

Conexpoconagin www-sivut 2019. *How to Manage Construction Equipment Data*. Viitattu 20.07.2019. <https://www.conexpoconagg.com/news/how-to-manage-construction-equipment-data/>

Gsatin www-sivut 2017. *Universal CANbus solution remotely monitors vehicles and heavy machinery of all types*. Viitattu 27.07.2019. <https://www.gsat.us/solutions/universal-canbus-solution-remotely-monitors-vehicles-and-heavy-machinery-all-types>

Importin www-sivut 2015. *What is data, and why is it important*. Viitattu 06.08.2019. <https://www.import.io/post/what-is-data-and-why-is-it-important/>