

Tiedonkeruun kehittäminen maanalaisissa poralaitteissa

Petri Koski

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Automaatiotekniikka

KOSKI, PETRI:

Tiedonkeruun kehittäminen maanalaisissa poralaitteissa

Opinnäytetyö 35 sivua
Toukokuu 2020

Tiedonkeruu on nykyisessä digitalisoituvassa teollisuudessa erittäin tärkeässä osassa, kun halutaan saada entistä tarkempaa ja tosiasioihin perustuvaa dataa laitteiden ja prosessien toiminnasta. Tämän datan avulla yritykset pystyvät tekemään oikeita ratkaisuja oikeaan aikaan.

Tämä tutkimustyö tehtiin Sandvik Mining and Constructionille. Sandvik on Tampereella toimiva poralaitteiden valmistaja, joka on panostanut paljon voimavaroja maanalaisen kaivostoiminnan kehittämiseen ja optimointiin yhdessä asiakkaidensa kanssa.

Tiedonkeruun avulla saadaan reaaliaikaista tietoa laitteiden ja louhintaprosessin tapahtumista. Kaivokset nykyaikaistuvat kiihtyvällä vauhdilla, mikä edesauttaa tiedon saantia maan alta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miksi tutkimuksen kohteena olleista DD422i- ja DD422iE-poralaitteista vain 27 prosenttia oli My Sandvik FDM -tiedonkeruuseen yhteydessä. Haastavaa poralaitteiden tiedonkeruusta tekee se, että asiakkaiden kaivosympäristöt ja niiden infrastruktuurit ovat hyvin vaihtelevia. Tutkimuksessa tutustuttiin kahteen eri Sandvikin tiedonkeruusovellukseen My Sandvikiin, joka on laitteille suunnattu sovellus ja Optimiin, joka on kaivosprosessiin suunnattu sovellus.

Koska Sandvik on maailmanlaajuinen toimija, niin laitteetkin sijaitsevat ympäri maapalloa. Tästä syystä selvitystyötä, joka vaati kontaktia lähelle asiakasta, tehtiin sähköpostin välityksellä. Sandvikin paikallisten edustajien antama tieto oli ensisijaisen tärkeää oikean tilannekuvan selvityksessä. Ongelmat olivat tekniikkaan, sopimukseen, asiakkaan tarpeisiin ja sovellustarjontaan liittyviä. Suuri osa näistä oli sovelluksiin liittyviä, joten oli tärkeää tutustua paremmin Sandvikin asiakkaille tarjoamiin sovelluksiin.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että tiedonkeruu hyötyisi yhtenäisestä taustaorganisaatiosta. Yhteistyötä tulisi tehdä lisäksi enemmän laitteiden teknisen tuen kanssa, koska heillä on laitteista kattava yleistuntemus ja vahva kokemus käyttöympäristöistä sekä hyvät kontaktit paikallisiin Sandvikin edustajiin. Tekniisiin ongelmiin auttaisi suuresti yksiselitteisten asennusohjeiden teko.

Asiasanat: tiedonkeruu, poralaitteet, kaivokset, asiakassovellukset

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

KOSKI, PETRI:
Developing Data Collection in Underground Drill Rigs

Bachelor's thesis 35 pages
May 2020

Data collection has an important role in present-day digitalizing industry, where growing demand for precise and fact-based information on equipment and process is needed. With this data companies can make right decisions at the right time. This thesis study was conducted for Sandvik Mining and Construction. Sandvik manufactures drill rigs in Tampere, Finland and has invested considerable efforts developing and optimizing mining businesses together with its customers.

Data collection provides real-time information about status of equipment and mining process. Mines are being modernized with accelerating speed, which is helping data collection. The purpose of the study was to gather information about why only 27 per cent of DD422i and DD422iE drill rigs included in this study were connected to My Sandvik FDM data collection. A challenging aspect of data collection in underground mining was that customers had very different levels of infrastructures and environments in their mines. Two different Sandvik data collection applications were studied in this thesis, namely My Sandvik, which is targeted for equipment and Optimine, which is targeted for mining processes.

Sandvik is a global company therefore the machines are also located around the world. For this reason, the research which involved contacting customer base was carried out by emails. The information provided by a local Sandvik representative was of great importance to form the correct analysis of the situation. Issues were based on technics, contracts, customer needs and application offerings. Most of the cases were related to applications, so a further study on applications Sandvik is offering to customers was needed.

Based on the results it can be concluded that data collection would benefit from having one unified organization behind it. Cooperation with drill rig technical support would help also, because they have comprehensive understanding of the machines, working environment and good contacts with local Sandvik representatives. Creating straightforward installation instructions would help greatly with technical issues.

Key words: data collection, drill rigs, mines, customer applications

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 1.1 | Sandvik Mining and Rock Technology | 8 |
| 2 | DIGITAALINEN KAIVOSTEOLLISUUS | 9 |
| 2.1 | Sandvikin digitaalinen strategia | 9 |
| 2.2 | Digitaalisentarjonnan kehukset | 10 |
| 2.3 | Digitaalisentarjonnan suunnitelma | 12 |
| 3 | TIEDONKERUUVÄYLÄT | 13 |
| 3.1 | Tiedonkeruuväylät Sandvikilla | 14 |
| 3.2 | My Sandvik Digital Service Solutions | 15 |
| 3.2.1 | My Fleet | 16 |
| 3.2.2 | Insight | 16 |
| 3.2.3 | Productivity | 17 |
| 3.3 | Optimine | 20 |
| 3.3.1 | Analytics | 21 |
| 3.3.2 | Monitoring | 22 |
| 3.3.3 | Drill Plan Visualizer | 22 |
| 3.3.4 | Location Tracking | 23 |
| 3.3.5 | Scheduler | 23 |
| 3.3.6 | Task Management | 24 |
| 3.3.7 | 3D Mine Visualizer | 24 |
| 4 | TILANTEEN SELVITYS | 25 |
| 4.1 | Aktiivisten laitteiden kartoitus | 25 |
| 4.2 | Tiedustelu etulinjasta | 26 |
| 4.2.1 | Yhteys- ja tekniset ongelmat | 27 |
| 4.2.2 | Sopimus tilanteet | 29 |
| 4.2.3 | Optimine | 30 |
| 4.2.4 | Muut tilanteet | 31 |
| 5 | POHDINTA | 32 |
| | LÄHTEET | 34 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|----------|--|
| IoT | Internet of Things |
| M2M | Machine to machine |
| FDM | Fleet Data Monitoring |
| DD | Drilling Development |
| DT | Drifting and Tunneling |
| DL | Drilling Longhole |
| DS | Drilling Stabilize |
| iSURE | Intelligent Sandvik Underground Rock Excavation |
| MWD | Measuring While Drilling |
| IREDES | International Rock Excavation Data Exchange Standard |
| Bedrock | DD422i ja DT922i laitteiden suunnittelunimi |
| SICA | Sandvik Integrated Control Architecture |
| UGD | Underground Drilling |
| BUA | Business Unit Automation |
| P&S | Parts & Services |
| ICS | Integrated Control System |
| SMART | Sandvik Mining and Rock Technology |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| DCU | Data Collection Unit |
| FTP | File Transfer Protocol |
| APAC | Asia-Pacific |
| MAC | Media Access Control |
| UTC-aika | Universal Time Code, universaaliaika |

1 JOHDANTO

Industry 4.0 on nimitys yhdistelmästä, jota käytetään perinteisen valmistuksen, teollisten toimintamallien ja -tapojen käytöstä viimeisimmän älykkään teknologian kanssa. Pääsääntöisesti nimitys kohdistuu suuren mittakaavan koneesta koneeseen (M2M) ja Internet of Things (IoT) käyttöihin, joilla mahdollistetaan liisääntynyt automaatio, parantunut kommunikointi ja monitorointi sekä älykkäät koneet, jotka voivat analysoida ja diagnosoida ongelmia ilman ihmisen väliintuloa. (Moore, 2019)

Uusi teollinen vallankumous älykkäiden koneiden käytöllä muuttaa sitä, miten laitevalmistajat suunnittelevat ja toimivat nyt ja tulevaisuudessa. Pysyäkseen kilpailukykyisenä ja kannattavana pitää tuotantolaitosten ja laitteiden olla älykkäämpiä: paremmin yhdistettynä verkkoon, tehokkaampia, joustavampia ja turvallisempia. (Beudert, Juergensen & Weiland, 2018)

Maailmalla näkemys Industrial Internet of Thingsista (IIoT) on sellainen, jossa älykkäät ja toisiinsa yhdistetyt laitteet, joiden älykkäiden ominaisuuksien taso vaihtelee yksinkertaisesta tunnistamisesta ja aktivoinnista aina kontrollointiin, optimointiin ja täysautomatisoituun toimintaan saakka, voivat toimia osana suurempaa järjestelmää. Nämä järjestelmät perustuvat avoimeen ja standardoituun internet- ja pilvitekniikkaan. Tekniikat mahdollistavat turvatuun yhteyden laitteisiin ja tietoon, jotta suurta dataa ja analytiikkaa sekä mobiili teknologioita voidaan hyödyntää parantamaan yritysarvoa. (Beudert, Juergensen & Weiland, 2018)

Tämän päivän kaivosteollisuus ei poikkea muusta teollisesta tuotannosta muutoin kuin, että se tulee hieman jäljessä. Viime aikoina kaivosyhtiötkin ovat alkaneet tehostamaan tuotannon kaikkia vaiheita. Enää ei voida malmia louhia miten sattuu, vaan pitää pystyä tehokkaasti louhimaan arvokas malmi ilman turhaa sivukiveä, joka lisää kustannuksia. Tehokkuuteen liittyy vahvasti käytettävän kaluston kunnon ja suorituskyvyn tarkkailu laitteista saatavan datan avulla. Kun nähdään laitteiden käyttöasteet, voidaan laitteiden työkuormaa jakaa tasaisemmin. Ennakoinnilla pystytään välttämään yllättäviä katkoksia tuotannossa, kun tiedetään huollon ajankohta tarkemmin ja vältytään yllättäviltä laiterikoilta.

Sandvik tarjoaa tähän erilaisia ratkaisuja, joista yksi on My Sandvikin Fleet Data Monitoring. Tällä sovelluksella pyritään keräämään loppukäyttäjälle arvokasta tietoa kaluston tilasta. Huoltoja pystytään näin ennakoimaan ja tuotannon suunnittelu helpottuu ja tehostuu.

Yhtä tärkeää on myös tiedonkeruusta saatavan datan käyttö Sandvikilla. Asiakkaan koneista saatava tieto pyritään kokoamaan ja tämän tiedon avulla löytämään heikkoja kohtia laitteista. Ympäri maailman olevien laitteiden tiedonkeruun avulla pyritään löytämään ennustettavia kaavoja laitteiden komponenttien elinkaarista. Tiedonsaanti on tärkeää uusien laitteiden kehitystyössä ja olemassa olevien mallien jatkojalostuksessa.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Fleet Data Monitoring -tiedonkeruun (FDM) ongelmia. Tiedonkeruuta voidaan saada monista eri tuotemalleista, mutta tutkimuksessa syvennyttiin DD422i ja DD422iE -poralaitemallien tiedonkeruu ongelmiin. Syy miksi tutkimus keskittyy vain näihin tuotemalleihin on, että näistä laitemalleista saatavan tiedon määrä on moninkertainen perus poralaitemalleihin verrattuna. Näiden mallien tiedonkeruulla voitaisiin saada tarkasti räätälöityjä tietopaketteja niitä tarvitseville tahoille niin asiakkaalla kuin Sandvikin sisälläkin. Tutkimusta pyrittiin rajaamaan myös siksi, että aihepiiri voi hyvinkin äkkiä laajentua niin ettei siitä saa enää järkevää kokonaisuutta. Ongelmien syyt pyrittiin selvittämään, olivat ne sitten teknisiä tai muista lähtökohdista peräisin olevia. Ongelmakohtien selvittyä niihin voidaan helpommin kohdentaa mahdollisia korjaavia toimenpiteitä.

1.1 Sandvik Mining and Rock Technology

Sandvik on yli 150 vuotta pyrkinyt tekemään kaikista kehittyneimpiä tekniikan ratkaisuja. Aina ensimmäisistä terästuotteista tämän päivän kattavaan laitevalikoimaan. Sandvik on aina pyrkinyt lisäämään asiakkaidensa liiketoiminnan arvoa (Sandvik, 2020).

Sandvik Mining and Rock Technologyssa oli vuonna 2019 noin 14200 työntekijää. SMART on jaettu useaan divisioonaan. Näitä ovat Underground Drilling, joka pitää sisällään maanalaiset porauslaitteet. Surface Drilling & Exploration, johon kuuluu pintaporaus laitteet ja tutkimusporaus laitteet. Rotary Drilling, johon kuuluu suurien maanpäällisten räjäytettävien reikien poraaminen. Rock Tools, joka pitää sisällään porauskaluston, kuten porauskanget ja porakruunut. Load & Haul eli kuormaus- ja kuljetuslaitteet. Mechanical Cuttin, mekaaniset louhintamenetelmät. Crushing and Screening, murskaus ja seulonta. Rock drills and Technologies, porakoneet ja porausta tukeva teknologia. Parts & Services, varaosa- ja tukipalvelut. Viimeisenä Global Sales eli myynti. Tämän kaiken lisäksi Sandvik tarjoaa ratkaisuja ja tietoa laajaan valikoimaan sovelluksia kuten kierrätys, tunnelirakentaminen, räjäytys, louhinta, yhdyskuntarakentaminen ja railoporaus. (Sandvik, 2020)

Sandvikin Tampereen tehdas sijaitsee Myllypurossa (kuva 1). Tehtaalla kokoonpannaan lähes kaikki niin sanotusti älykkäät laitteet, joihin kuuluu tutkimuksen kohteena olleet DD422i- ja DD422iE-laitteet. Tehtaalta löytyy ainutlaatuinen testikaivos, missä laitteet päästään testaamaan realistisissa olosuhteissa. Kaivoksessa voidaan lisäksi tehdä tuotekehitystä, jolloin prototyyppilaitteiden testit onnistuvat suljetussa ja aidossa ympäristössä.



KUVA 1. Tampereen toimipiste. (Sandvik. 2020)

2 DIGITAALINEN KAIVOSTEOLLISUUS

Riippumatta siitä, missä teollisuudenalalla on töissä tai mikä on kiinnostuksen kohde, on varmasti kuullut, miten ”data” muuttaa maailmaamme. Se voi liittyä tautien hoitoon keskittyvään tutkimukseen, yrityksen liikevaihdon parantamiseen, rakennuksien tehokkuuden kehittämiseen tai kohdennettuihin mainoksiin. (Import.io, 2018)

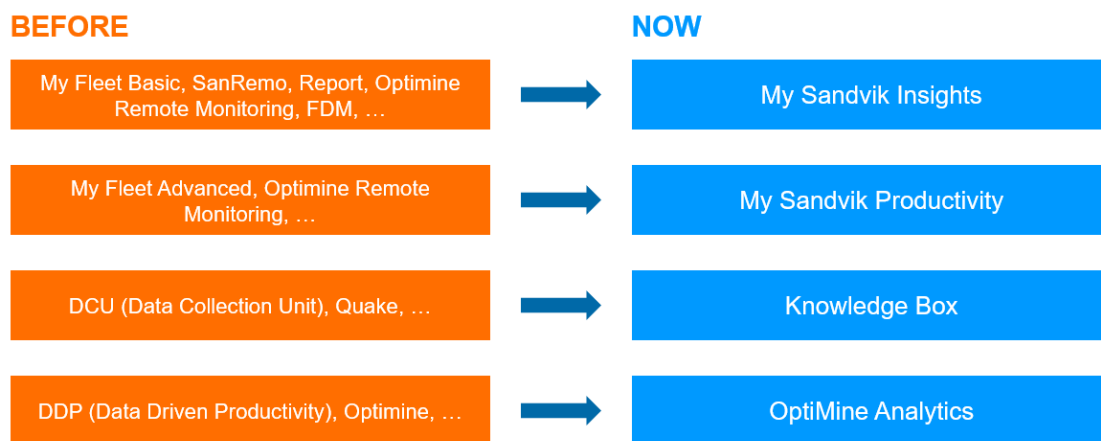
Yleisesti ottaen data on vain synonyymi informaatiolle. Tietokone maailmassa data kuitenkin viittaa informaatioon, joka on koneiden luettavissa. Dataa on montaa eri tyyppiä, mutta mikä liittyy vahvasti teollisuuteen ja laitteisiin on anturidata. Tällä usein viitataan Internet of Thingsiin (IoT). Se kattaa kaiken älykelloista, jotka mittaavat sykettä, aina taloihin, jotka mittaavat ulkolämpötilaa lämmönsäätöä varten. Tähän asti antureista saatavaa dataa on pääosin käytetty optimoimaan prosesseja. Mittaamalla mitä laitteissa tapahtuu, laitteet voivat tehdä älykkäitä muutoksia tuottavuuden parannukseen ja hälyttää henkilöstöä kun on tarve huollolle. (Import.io, 2018)

Tiedonkeruu on prosessi, jossa data kerätään ja mitataan. Kaikki tämä pitää tehdä ennen kuin tutkimustyö ja vastauksien hakeminen voidaan aloittaa. Tiedonkeruu tehdään yleisesti tietokoneohjelmilla ja keräystapoja, strategioita ja tekniikoita on paljon erilaisia. Suurin osa tiedosta on elektronista dataa, jonka määrä on hyvinkin suuri. Tiedonkeruun analysointi, opiskelu ja tutkiminen on liiketoiminnalle tai liikkeenjohdolle työkalu, jolla saadaan tehtyä faktoihin perustuvia päätöksiä. (Import.io, 2018)

2.1 Sandvikin digitaalinen strategia

Sandvikilla julkaistiin vuonna 2017 strategiapäivitys koskien tulevaisuuden suunnitelmia digitaalisesta tarjonnasta. Tällöin tehtiin muutoksia tarjonnassa olevien tuotteiden nimeämiseen (kuva 2). Tällä muutoksella saatiin yhtenäistettyä tarjontaa ja sidottua tuotteita tiettyjen tuotenimien alle. Asiakkaiden kasvava kiinnostus oman tuotannon optimointiin on edesauttanut sitä, että Sandvikilla ol-

laan kehitetty ja kehitetään edelleen älykkäämpiä laitteita. Nämä älykkäät laitteet ja niissä olevat komponentit mahdollistavan, että yhä enemmän tiedetään mitä laitteissa tapahtuu milläkin hetkellä. Sandvikin visio on olla paikalla jo ennen kuin laite on vikaantunut (Sandvik, 2017).



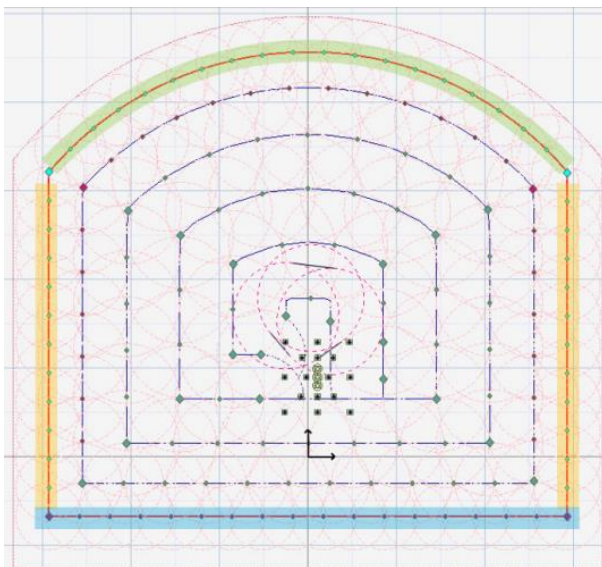
KUVA 2. Nimeämispäivitys (Sandvik, 2017)

2.2 Digitaalisentarjonnan kehykset

Sandvikin digitaalisentarjonnan kehykset pitävät sisällään autonomiset laitteet ja toiminnot, verkkoon yhdistetyt laitteet sekä prosessien analysoinnin ja optimoinnin (Sandvik, 2017). Nämä kehykset voidaan havaita uusissa tuotenimissäkin, joissa nämä kohdat tulevat esille.

Autonomisilla laitteilla ja toiminnoilla tarkoitetaan itsenäisesti toimivia laitteita ja laitteiden etäkäyttöä. Lisäksi älykkään porauskaluston kehitys kuuluu tähän alueeseen. Kysyntä laitteita kohtaan, jotka pystyvät itsenäisesti poraamaan ilman operaattoria, on kasvavaa. Tämän mahdollistaa esimerkiksi DD-porauslaitteissa hyvin tehdyt porauskaaviot oikeanlaisine poraussekvensseineen (kuva 3) ja optimaalisilla reikämäärillä sekä reikien sijoittelulla. Sandvikin iSure-ohjelmalla voidaan porauksesta kerättyjen tietojen avulla optimoida kaaviot halutun kaltaiseksi. Halu autonomisille laitteille asiakaskunnassa perustuu niin turvallisuuteen kuin prosessien tehostamiseen. Turvallisuudessa on kyse siitä, että ihmisiä ei tarvitse tarpeettomasti altistaa kaivoksien vaarallisille alueille. Etäoperoinnilla voidaan työt tehdä turvallisesti toimisto-olosuhteissa. Tuotannon tehostamisessa on kyse esimerkiksi vuoronvaihtojen aikaisesta automaattisesta porauksesta,

jolloin operaattori voi jättää poralaitteen itsenäisesti poraamaan reikiä siihen asti, kunnes seuraavan vuoron operaattori jatkaa työtä.



KUVA 3. Porauskaavio iSure-ohjelmassa (Sandvik, 2019)

Verkkoon yhdistetyillä laitteilla tarkoitetaan laitteita, joista voidaan langattomaan verkkoon kytkettynä kerätä ja siirtää dataa. Tämän datan avulla voidaan rakentaa visuaalinen kuva asiakkaan laitekannan tilasta. Langattomasti tehtävällä tiedonsiirrolla voidaan helposti seurata eri laitteiden tilannetta ja siirtää esimerkiksi porauskaavioita laitteille, jolloin pienennetään riskiä, että porattaisiin väärällä porauskaaviolla. Vielä tällä hetkellä yleisin tapa siirtää porauskaaviot on viedä kaaviot USB-muistitikulla laitteelle. Lisääntyvä kiinnostus langattomiin verkkoihin muuttaa tätä tilannetta. Saatavan tiedon perusteella nähdään laitteiden käyttöasteet sekä voidaan reaaliaikaisesti seurata laitteen toimintaa. Tällöin voidaan tuotantoa suunnitella samanaikaisesti säästämällä aikaa. Kun laitteet ovat liitetty kaivoksen verkkoon, voidaan tiedonkeruun perusteella suunnitella huoltoajan kohtia laitteille. Laitteen hälytyslogi on lisäksi mahdollista saada näkyviin reaaliaikaisesti toimistoon.

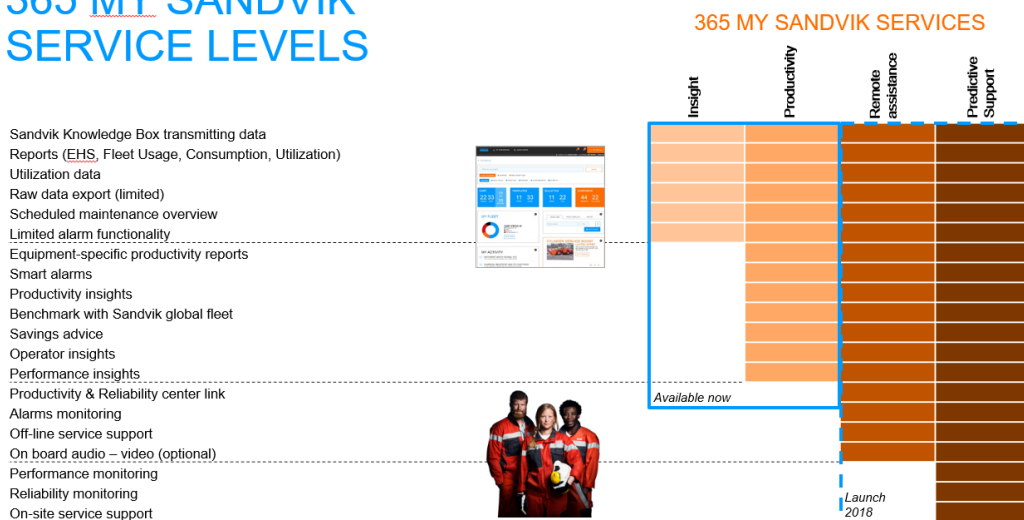
Analysointi ja prosessien optimointi on Optiminen tehtävä. Optimine-sovelluksella kerätään kaivoksesta saatava tieto yhteen paikkaan analysoitavaksi. Optimine on vahvasti asiakkaalle räätälöity järjestelmä, jossa voidaan helposti määrittellä eri työtehtävien tarvitsema tieto päätöksenteon helpottamiseksi. Analysointi auttaa löytämään kehitystä vaativat osa-alueet prosessista. Kerätyn datan

avulla saadaan tuotannon ennustettavuudesta tarkempaa. Optimine soveltuu aina kaivoksen johdosta laitteiden operaattoreille asti.

2.3 Digitaalisentarjonnan suunnitelma

Vuonna 2017 Sandvikilla tehtiin suunnitelma, miten digitaalista palvelua tullaan kehittämään. Palvelut oli jaettu kolmeen ryhmään, 365 Optimine, 365 Automine ja 365 My Sandvik. Näistä Optimine ja Automine olivat kokolailla valmiita paketteja kuitenkin niin, että Optimine oli vielä tuolloin saatavilla projektipohjaisesti tietyille asiakkaille. My Sandvikissa oli tiettyjä kokonaisuuksia jo valmiina, mutta osa oli vielä kesken. Valmiita olivat Insight ja Productivity ja suunnitelmissa olivat sellaiset kuin Remote Assistance ja Predictive Support. Näiden suunnitelmien tukemiseksi oli tarve löytää tiedonkeruun ongelmakohtien syyt, joita on pyritty tässä tutkimuksessa löytämään. Nämä My Sandvikin osa-alueet ovat samalla asiakkaalle tarjottavien palvelujen tasoja, missä Insight on kevyin ja suunniteltu Predictive Support kattavin (kuva 4).

365 MY SANDVIK SERVICE LEVELS



KUVA 4. 365 MY Sandvik palvelutasot (Sandvik, 2017)

Päämääränä näillä suunnitelmissa oli siis, että asiakasta voitaisiin ennalta varoittaa mahdollisista laitteen tuotantoon vaikuttavista tapahtumista. Näin voidaan vikaantuva kohde vaihtaa ennen kuin se aiheuttaa kaivoksen prosessiin viivästystä. Tätä varten on Tampereelle perustettu Productivity & Reliability keskus, joka monitoroi laitteita ympäri maailmaa ja pyrkii tekemään analyysejä laitteiden mahdollisista vikaantumiskohteista.

3 TIEDONKERUUVÄYLÄT

Internet on mahdollistanut laajamittaisen tiedonkeruun, kun laitteita voidaan yhdistää toisiinsa sen avulla. Internetin ansiosta jokapäiväiset esineet voivat saada uusia hyötyjä. Tämän johdosta Internet of Things konsepti voidaan helposti määritellä asiaksi, joka yhdistää kaikki esineet ja paikat internetin maailmassa (Intesens, 2019).

Kuitenkin erottelu pitää tehdä kuluttaja IoT:n ja yritys IoT:n välillä. Kuluttaja IoT:lla tarkoitetaan käyttöesineitä (älykellot ja puhelimet) tai ääniavustajia (Google ja Alexa by Amazon), jotka sijoittavat kuluttajat näiden toimintojen keskipisteeseen. Yritys IoT käyttö viittaa kuitenkin siihen, että sen avulla voidaan olemassa olevia prosesseja ja systeemejä kehittää tuottamaan toiminnallista ja taloudellista hyötyä käyttäjälleen. (Intesens, 2019)

Kaikki laitteet IoT:n sisällä voidaan jakaa kolmeen ryhmään sen perusteella, miten ne ovat yhdistettynä internettiin. Kaikilla näillä on omat etunsa. Ensimmäinen ryhmä pitää sisällään laitteet, jotka keräävät tietoa ja lähettävät sen eteenpäin. Näitä voivat olla esimerkiksi lämpötila, liike- tai jännitetason anturit. Näiden antureiden ja internetin avulla voidaan kerätä tietoa laitteistosta ja sen ympäristöstä, jonka avulla voidaan tehdä järkeviä ratkaisuja, kuten laitteiston huollon ajoittaminen. Toisena ryhmänä ovat laitteet, jotka vastaanottavat tietoa ja toimivat tämän tiedon perusteella. Esimerkkinä dokumentin lähetys printteriin, joka sitten tulostetaan. Kolmas ryhmä on kahden edellisen yhdistelmä ja samalla IoT:n tavoite. Esimerkkinä junaraiteen lämpötila anturi. Anturin antaman tiedon perusteella operaattori voi ryhtyä huoltotoimenpiteisiin raiteen lämmittämiseksi kylminä ajanjaksoina, mutta järjestelmä voidaan kuitenkin automatisoida, jolloin lämmitys alkaa automaattisesti tietyn lämpötilarajan mukaan. Järjestelmässä voidaan mennä vieläkin pidemmälle, jolloin se saa tiedon internetistä, milloin on odotettavissa jäisiä olosuhteita ja huoltotoimenpiteet pystytään ajoittamaan oikein. (Intesens, 2019)

Pääasialliset hyödyt, joita yritys voi saada IoT:sta ovat: Tuotannon kehittäminen: IoT mahdollistaa prosessien monitoroinnin ja kontrolloinnin auttaen näin

optimoimaan prosessia. Ennustava analysointi: prosesseista kerätään suuri määrä dataa. IoT:n uudet tekniikat mahdollistavat löytämään kerätystä datasta toistuvia kuvioita, joiden avulla pystytään esimerkiksi huoltoja suorittamaan. Nopea vasteaika: data mahdollistaa monitoroinnin reaaliajassa ja jopa etänä. Tämä mahdollistaa huoltokatkojen optimaalisen ajoittamisen. Inhimillisten virheiden vähentäminen: tekoälyn avulla IoT mahdollistaa inhimillisten virheiden vähentämisen arkipäiväisistä ja toistuvista tehtävistä. (Intesens, 2019)

IoT on näin ollen etuna yrityksille päätöksenteossa ja toiminnan tehostuksessa. Se tuo strategista etua kilpailuilla markkinoilla. Tämä trendi on kasvava, kun vuonna 2020 on arvioitu olevan 20 miljardia laitetta yhdistettynä internetiin. (Intesens, 2019)

3.1 Tiedonkeruuväylät Sandvikilla

Sandvikin tuotetarjonnassa voidaan laitteet rajata tiedonkeruu ominaisuuksiltaan karkeasti kahtia. On SICA pohjaiset laitteet ja sitten loput. Erona näillä on, että SICA pohjaisissa laitteissa on integroituna valmiiksi kaikki tarpeellinen tiedonkeräämistä ja lähettämistä varten. Saatavilla olevan tiedonmäärä on myös moninkertainen. Sitten ne muut laitteet, joita on tällä hetkellä vielä huomattavasti enemmän. Näihin laitteisiin joudutaan erikseen asentamaan Knowledge-box (aikaisemmin DCU), jolla voidaan tietoa kerätä. Kerätyn tiedon määrä on varsin rajallinen ja riippuu paljon laitteen instrumentoinnin tasosta. Toisaalta anturointia voidaan mahdollisuuksien mukaan lisätä asiakkaan tarpeiden niin vaatiessa.

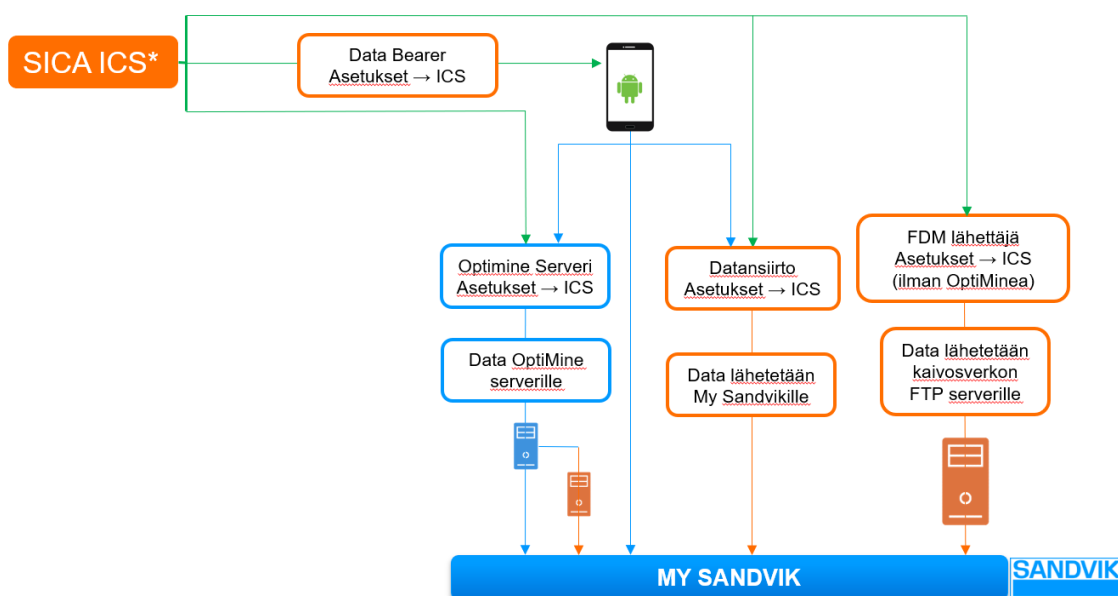
SICA pohjaisissa laitteissa ei ole erillistä tiedonkeruu moduulia. Tiedonkulku tapahtuu Black Bear WLAN -moduulin kautta (kuva 5).



KUVA 5. Sandvik Black Bear WLAN -moduuli

Black Bear WLAN -moduuli on DD- ja DT-laitteissa vakioitu varuste, joten jokainen uusi laite on tältä osin mahdollistettu tiedon välitykseen. Tiedonkeruu on näissä laitteissa käyttäjärjestelmässä oleva option. Kerätyt signaalit ja niiden keräystaajuus on ennalta määritelty. Optimine-serveri, WLAN, FDM-lähettäjä ja My Sandvik IoT parametrien asettelut tehdään laitteen käyttäjärjestelmässä.

Tiedonsiirron väylä on tapauskohtainen riippuen kaivoksen infrasta. Joissakin kaivoksissa on hyvin kattavat langattomat verkot, kun taas toisissa ei ole minikäänlaisia tiedonsiirtoverkkoja. Näissä tapauksissa tietoa saadaan siirrettyä Data Bearer -laitteeksi määritellyn kannettavan tabletin tai muun Android pohjaisen mobiililaitteen avulla. Kuvasta 6 näkyy eri tiedonsiirtoväylät riippuen juuri näistä edellä mainituista olosuhteista. Kuvassa ICS tarkoittaa poralaitteiden integroitua ohjausjärjestelmää.



KUVA 6. SICA pohjaisien laitteiden tiedonsiirtoväylät (Sandvik, 2020)

3.2 My Sandvik Digital Service Solutions

My Sandvik Digital Service Solutions on Sandvik Parts and Services (P&S) toimintojen tuote. Parts and Services pyrkii jatkuvasti kehittämään ja parantamaan digitaalisen tuotetarjonnan valikoimaa. Parts and Services tarjoaa digitaalisen

palvelujen ohella huolto-, uudelleen rakennus-, komponentti- ja turvallisuusratkaisuja sekä laitteiden päivityspaketteja ja yksilöllisiä ratkaisuja, että alkupe-
räisosasarjoja ja korkeatasoisia nesteitä (öljyt, yms.). Tällä hetkellä My Sandvik tarjoaa kaksi digitaalista palvelua ja ne ovat My Sandvik Insight ja My Sandvik Productivity. Kaikki palvelut ovat saatavilla 24/7 My Sandvik Customer Portalin kautta. Palvelun kautta asiakas saa elintärkeää, päivitettyä ja tarkkaa dataa sekä interaktiiviset työkalut. Sovellukset auttavat parantamaan tuottavuutta, operoinnin tehokkuutta, tukee turvallisuudessa ja on apuna kustannuksien kontrolloinnissa.

3.2.1 My Fleet

My Fleet on Customer portalista löytyvä sovellus, jolla pystyy seuraamaan koko asiakkaan laitekantaa yhdestä paikasta ympärivuorokauden missä päin maailmaa tahansa. Kaivoksista laitteiden tuottama data lähetetään Sandvikin tallennus paikkaan langattoman tai mobiiliverkon välityksellä aina kun laite on näiden kantaman alueella. Data laitteilta voidaan hakea myös manuaalisesti kannettavilla mobiililaitteilla kuten tableteilla. Tässä tapauksessa tabletti ottaa automaattisesti yhteyden laitteeseen sen läheisyydessä ja kun tabletti on kaivoksen langattoman verkon alueella data siirtyy verkon kautta pilvipalveluun. (Sandvik, 2020)

3.2.2 Insight

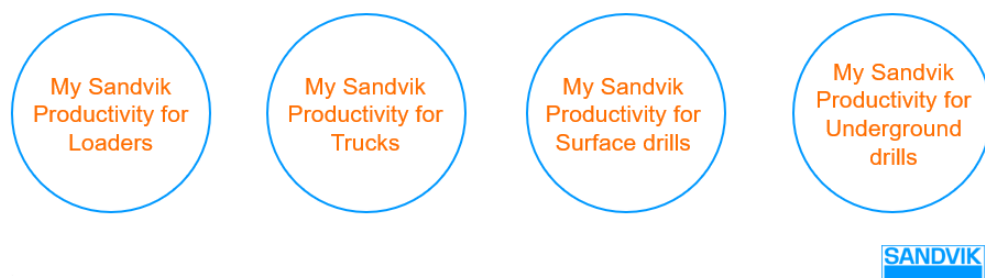
My Sandvik Insight mahdollistaa asiakkaan tutkia operatiivista tehokkuuttaan systemaattiseen tapaan. Se tarjoaa valmiiksi analysoidun informaation pitäen sisällään ennakoivan huollon tarpeet, raportit ja Sandvik laitteiden sijainnin. Data kerätään automaattisesti laitteilta aina kun mahdollista yhteyksistä riippuen. Laitteilta saadaan pääkomponenttien (moottori, isku ja vaihteisto) käyttö-tunnit. Näihin tietoihin perustuu suurin osa laitteen määräaikaishuolloista. Laitteiden käyttöasteet pystytään myös näkemään sekä perus hälytykset. Lisäksi on mahdollista siirtää raaka dataa huollosta. (Sandvik, 2020)

My Sandvik Insightin tavoitteena on minimoida virheitä tarkan ja manipuloimattoman datan avulla. Automaattinen tiedonsiirto mahdollistaa turvallisemman

operoinnin, koska ihmisen toimintaa ei tarvita laitteella. Asiakkaan tuotannon tehostaminen on mahdollista paremman suorituskyvyn näkyvyyden johdosta. Koko laitekannan näkeminen auttaa löytämään mahdolliset heikot kohdat tuotannosta. Jatkuva tiedonsaanti auttaa optimoimaan huoltoja, mikä vähentää laitteiden seisokkiaikoja. (Sandvik, 2020)

3.2.3 Productivity

My Sandvik Productivity on kehittyneempi versio Insightista. Productivity antaa tarkemman kuvan laitekannan käyttöasteesta ja tuottavuudesta sekä hälytyksistä ja mahdollisista huoltotarpeista. Palvelu on jaettu neljään tuoteperheeseen mahdollistamaan parhaan mahdollisen tuloksen tietojenkäsittelyyn (kuva 7).



KUVA 7. My Sandvik Productivity osa-alueet (Sandvik, 2020)

Productivity for Loaders on räätälöity lastauslaitteita varten (kuva 8). Raporteista löytyy punnitus tulokset ja kauhallisten määrät. Tämä vaatii, että laitteisiin on integroitu Sandvikin punnitusjärjestelmä. Tuloksia voidaan verrata tuotantotavoitteisiin ja laitteiden välisiin suorituskyvyn arviointeihin. Sovellus antaa ehdotuksia huoltoon ja korjauksiin. Se tarjoaa asiantuntevan näkemyksen laitteen signaalien merkityksestä. (Sandvik, 2020)



KUVA 8. Sandvik LH307 -lastauslaite (Sandvik, 2020)

Productivity for Trucks on kuljetuslaitteille suunnattu sovellus (kuva 9), josta saadaan punnitus tulokset ja kuinka monta lavallista malmia on kuljetettu. Nämä toiminnot vaativat Sandvikin punnitusjärjestelmän kuljetuslaitteilta. Tässäkin tapauksessa tuloksia voidaan vertailla tavoitteisiin ja toisiin laitteisiin. Järjestelmä antaa asiantuntevan näkemyksen laitteen signaaleihin ja huolto sekä korjaus ehdotuksia. (Sandvik, 2020)



KUVA 9. Sandvik TH430 -kuljetuslaite (Sandvik, 2020)

Productivity for Surface Drills kohdistuu pintaporauslaitteisiin (kuva 10) ja niiden erityisominaisuuksiin. Näille laitteille räätälöidyt raportit voivat pitää sisällään poratut metrit, poratut metrit per moottoritunnit, poratut reiät, keskimääräinen porausaika per porattu reikä, polttoainekulutus (per metri, reikä, tunti) ja työmaan sekä alueen määrittelyyn. Tuloksia pystytään vertaamaan muihin porauskenttiin. Lisäksi on mahdollista seurata polttoainekulutusta, tuotanto dataa ja raportteja. (Sandvik, 2020)



KUVA 10. Sandvik DX900i -poralaite (Sandvik, 2020)

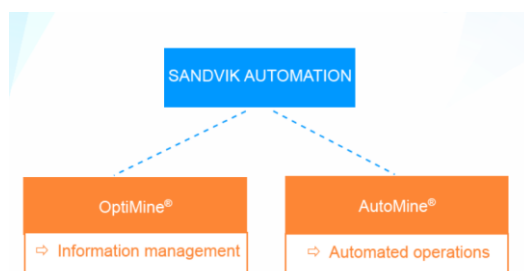
Productivity for Underground Drills on maanalaisille poralaitteille suunnattu (kuva 11). Esimerkkejä tiedonkeruusta ovat tuottavuusraportit (esim. porattujen reikien lukumäärä ja poratut metrit sekä DS-laitteissa pulttien lukumäärä, mutta tämä vaatii Sandvik pulttausjärjestelmän 2.5.0 tai uudempi), hälytykset, laitteen signaalien tulkinta ja laitteiden väliset vertailut. Saatavilla myös laitteen käyttöasteen kuvaajat. (Sandvik, 2020)



KUVA 11. Sandvik DD422i -poralaite (Sandvik, 2020)

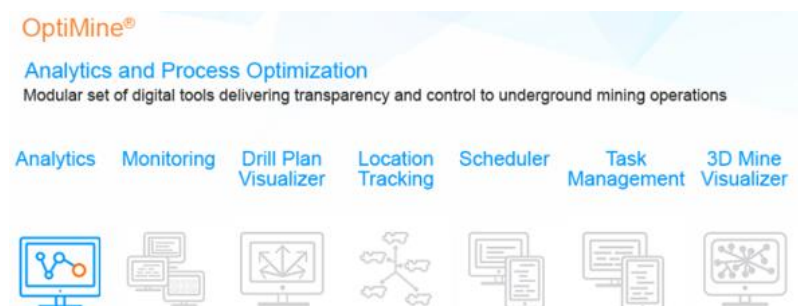
3.3 Optimine

Optimine on osa Sandvik Automationia (kuva 12). Sandvik Automationiin kuuluu lisäksi Automine, joka kattaa automatisoidut lastaus- ja kuljetuslaitteet. Optimine liittyy näistä kahdesta vahvasti FDM-tiedonkeruun datan siirtoon. Optiminen on asiakkaan tarpeisiin räätälöity kokonaisvaltainen sovellus. Optimine tiedonkulkua varten voidaan kaivoksiin rakentaa WLAN-verkot kattamaan laitteiden työkentelyalueet, käyttää Data Bearer -mobiililaitteita tai käyttää Data hopping ominaisuutta niin, että tieto liikkuu työkoneelta työkoneelle. Näitä tiedonsiirto väyliä pystyy tarvittaessa My Sandvikin FDM:kin käyttämään.



KUVA 12. Sandvik Automation (Sandvik, 2018)

Kuten aiemmin on todettu, on Optimine prosessin optimoimista ja analysointia varten kehitetty tuote. Se on kattavin markkinoilla oleva digitaalinen sovellus maanalaisiin kaivoksiin. Optimine käyttää Newtrax IoT -laitteita tuottaakseen tietoa kaikilta alustoilta, ihmisiltä ja laitteilta muidenkin kuin Sandvikin valmistamilta (Sandvik, 2019). Optimineen kuuluu useita eri digitaalisia moduuleita, jotka ovat Analytics, Monitoring, Drill Plan Visualizer, Location Tracking, Scheduler, Task Management ja 3D Mine Visualizer (kuva 13). Näiden moduulien avustuksella asiakkaan on mahdollista saada kattava kuva kaivoksen toiminnasta reaaliaikaisesti.



KUVA 13. Optimine moduulit (Sandvik, 2019)

3.3.1 Analytics

Optimine Analytics on moderni turvallisessa pilvi ympäristössä toimiva tietojen analysointi ja prosessointi alusta maanalaisiin kaivoksiin. Analyticsin pohjana on IBM Watson IoT, joka on tekoäly palveluiden, sovellusten ja työkalujen alusta. Se kerää automaattisesti tiedot Optiminen moduuleista, asiakkaan hallintojärjestelmistä ja verkkoon liitetystä kaivoslaitteista, jopa muiden laitevalmistajien laitteista. Analytics muuttaa kerätyn datan korkealaatuiseksi ja ennustettavaksi näkemykseksi sekä käyttökelpoisiksi näytöiksi prosessin tilanteesta. Erilaisiin kaivoksen hallintatehtäviin on luotu toimivia näyttötauluja (kuva 14), joiden avulla pystytään tekemään tärkeitä päätöksiä pohjautuen reaaliaikaiseen dataan. Tämän avulla pystytään osoittamaan tuotannon pullonkauloja ja kehitettäviä eri osa-alueita. Sandvik pystyy antamaan ainutlaatuista näkemystä asiakkaan Sandvik laitekannasta. (Sandvik, 2019)



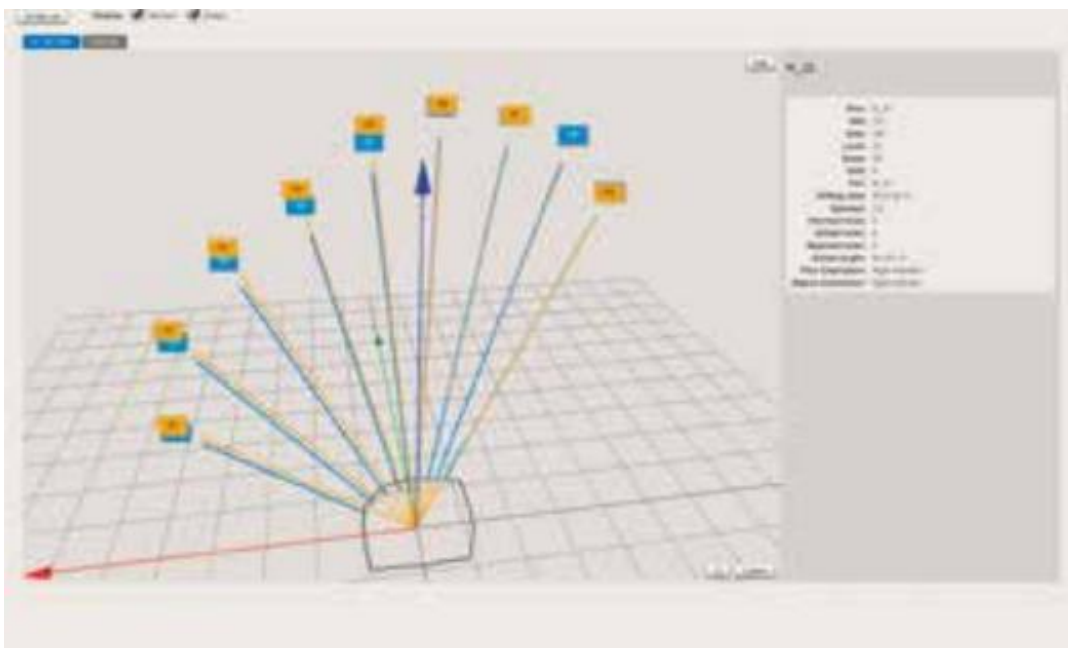
KUVA 14. Laitekannan näkymä (Sandvik, 2019)

3.3.2 Monitoring

Monitoring on tiedon keräys ja raportointi moduuli. Raporttien näyttämiseen ja tekemiseen on selainpohjainen käyttöliittymä. Järjestelmä tarjoaa raportteja tuottavuudesta, laitteiden käyttöasteesta, hälytyksistä ja signaaleista. Sovelluksessa on mahdollisuus raporttien automaattiseen sähköpostittamiseen halutulla aikataululla. Monitoringissa on lisäksi online käyttöliittymä, josta näkee sen hetkisen laitekannan, tuotannon ja hälytyksien tilan. (Sandvik, 2019)

3.3.3 Drill Plan Visualizer

Drill Plan Visualizer on erityisesti DL- ja DS-laitteita varten kehitetty moduuli. DD- ja DT-laitteita varten on erillinen iSure-ohjelmisto. Porausdataa voidaan verrata suunniteltuihin kaavioihin (kuva 15), jolloin korjaavien toimenpiteiden tekeminen helpottuu. Järjestelmän kautta voidaan kaaviot ladata suoraan koneille IREDES-formaatissa. MWD-data porauksesta auttaa visuaalisesti joko 3D- tai 2D-muodossa optimoimaan kaavionsuunnittelua ja mahdollisia porauksenaikaisien parametrien säätöjä. MWD-data antaa vinkkejä siitä minkälaista kiveä on porattu eri porausparametrien näkökulmasta. (Sandvik, 2019)



KUVA 15. Porauskaavion mallinnus (Sandvik, 2019)

3.3.4 Location Tracking

Location Tracking on moduuli, jolla voidaan seurata laitteiden ja henkilökunnan paikkaa reaaliaikaisesti kaivoksen 3D- tai 2D-mallissa (kuva 16). Tämä lisää turvallisuutta, kun tiedetään missä laitteet ja henkilökunta liikkuu. Paikannusta pystytään tekemään kahdella eri menetelmällä. Laitteisiin tarkoitettulla tarkkuuslaserskannerilla, jonka voi helposti asentaa liikkuvaan kalustoon, sekä seuranta tagilla, joka soveltuu henkilöstön paikan seurantaan. (Sandvik, 2019)



KUVA 16. Paikannus 2D-näytöltä (Sandvik, 2019)

3.3.5 Scheduler

Scheduler modulin avulla voidaan kaivoksen työtehtäviä ajoittaa, jolloin prosessin toiminta tehostuu. Suunniteltuja työtehtäviä voidaan verrata meneillään oleviin, tällöin nähdään onko suunnitelma pitänyt paikkansa ja tarvittavat muutokset voidaan tehdä. Järjestelmä antaa hälytyksiä viivästyksistä. Kuten mikä tahansa prosessi, niin kaivoksenkin tehokas toiminta perustuu siihen, että sen eri osa-alueet toimivat sujuvasti keskenään. Tätä varten on kehitetty Scheduler, jonka avulla voidaan nopeasti reagoida muuttuviin olosuhteisiin ja nähdä saata-ville olevat laitteet. Laitteiden työtehtäviä voidaan määrittää niiden sijainnin perusteella, jolloin turhilta siirtymiltä vältytään. Määrätyt tehtävät menevät myös automaattisesti Task Management -moduulin kautta suoraan operaattoreille.

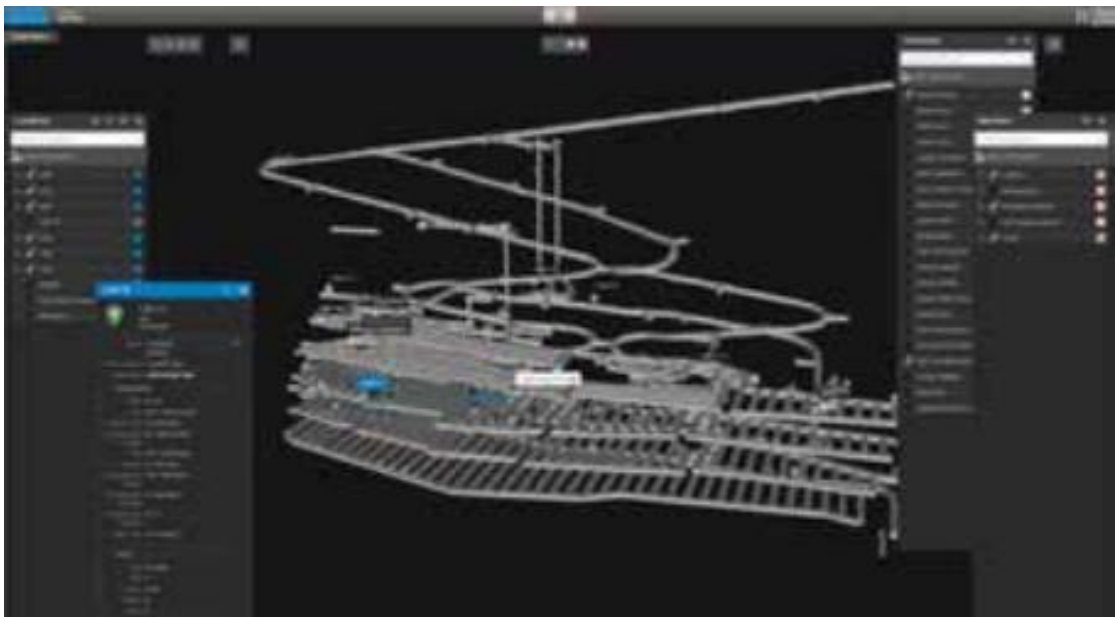
Järjestelmään on lisäksi mahdollista tuoda toisista kaivossuunnittelutyökaluista pitkäaikaisaikatauluja. (Sandvik, 2019)

3.3.6 Task Management

Task Managementin avulla voidaan työjohdon ja laitteiden operaattorien välillä käydä keskustelua tulevista tapahtumista ja muutoksista työtehtäviin. Tätä varten on laitteet varustettu tableteilla, joihin tieto työtehtävistä tulee ja joilla voidaan käydä keskustelua. Task Managementissa nähdään myös mahdolliset laitehuollot ja niiden ajankohdat sekä edistyminen. Sovelluksen avulla työnjohto näkee kootusti kaikkien työtehtävien ja operaattorien tilanteen. (Sandvik, 2019)

3.3.7 3D Mine Visualizer

3D Mine Visualizer näyttää kaivoksen mallin 3D-näkymänä (kuva 17). Malli saadaan näkyviin miltä tahansa laitteelta missä vaan. Se auttaa hahmottamaan kaivosympäristöä. Sovelluksen avulla voidaan paikantaa resursseja reaaliaikaisesti, niin omia kuin muidenkin laitevalmistajien tuotteita. Sovellus on työkalu, jonka avulla voidaan paikantaa ongelma alueet ja saada apua toimintojen suunnitteluun. (Sandvik, 2019)



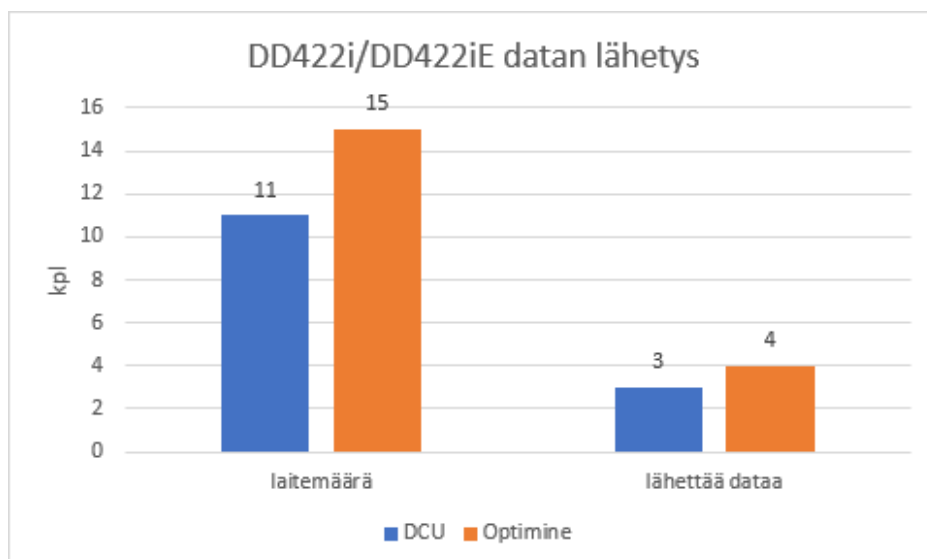
KUVA 17. Mine Visualizer (Sandvik, 2019)

4 TILANTEEN SELVITYS

Tilanteen selvitys Sandvikilla alkoi kartoittamalla FDM-tietokannasta aktiiviset laitteet. Laitteiden selvittyä perehdyttiin missä päin maailmaa kyseiset laitteet sijaitsevat, jotta voitiin ottaa kontaktia kyseisen alueen Sandvikin edustajaan. Kontakteilta saatiin tietoa laitteiden nykytilasta sellaisilta osin, mitä ei ollut mahdollista tehtaalta käsin nähdä.

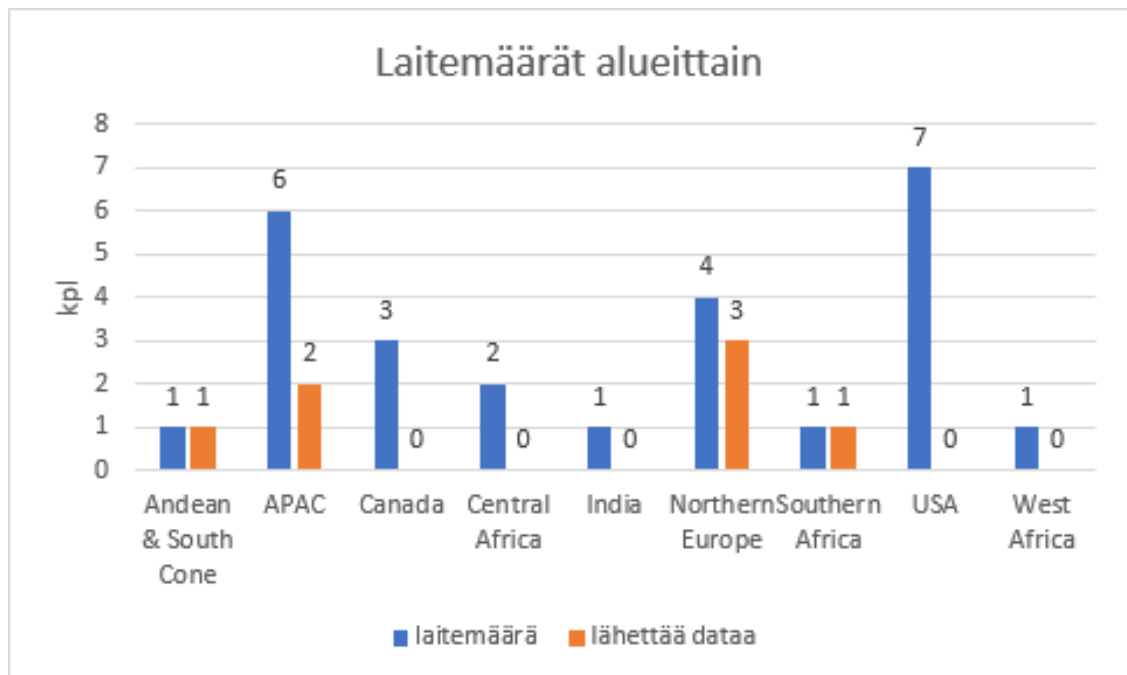
4.1 Aktiivisien laitteiden kartoitus

Sandvik Fleet Data Monitoring -tietokannasta selvitettäessä laitteita (DD422i & DD422iE), joissa oli tiedonkeruuta varten tehty sopimus, löytyi niitä 26 kpl. Näistä 7 kpl oli lähettänyt dataa noin kuukauden sisällä selvitys ajankohdasta 11.11.2019 (kuvio 1) My Sandvik -serverille asti. Muut laitteet olivat lähettäneet dataa joko kauemman aikaa sitten tai eivät ollenkaan. Jos aikaa on kulunut yli kuukausi viimeisestä tietojen päivityksestä voidaan todeta, ettei laite lähetä aktiivisesti dataa. Dataa lähettävistä laitteista osa oli Optimine kautta yhteydessä ja toiset DCU:n kautta. DCU:lla tarkoitetaan kaivoksen omaa langatonta verkkoa tai Data Bearer ominaisuudella varustettua Android pohjaista tablettia, josta tieto siirtyy kaivoksen verkon kautta My Sandvik -serverille. Data Bearer ominaisuuteen liittyy se, että tiedonsiirrosta voi olla jo pidemmän aikaa kulunut, vaikka yhteys olisikin moitteeton, koska data haetaan manuaalisesti laitteelta.



KUVIO 1. Datan lähetys per lähde

Bedrock-laitemallit, joissa oli Sandvikin tietojen mukaan sopimukset, olivat DD422i- ja DD422iE-mallit. Laitteet olivat sijoittuneet asiakkaille ympäri maapalloa. Näistä kuitenkin laitemäärällisesti erottuu Pohjois-Amerikka, Australia (APAC) ja Eurooppa, joissa suurin osa näistä laitteista sijaitsee. Muissa paikoissa laitteita oli yksittäisiä kappaleita (kuvio 2). Tieto aktiivisista sopimuksista (Optimine) ja laitteiden tilasta ei ole järjestelmällisesti saatavilla yhdestä paikasta esimerkiksi FDM-tietokannassa. Tämä hankaloittaa oikean tiedon saantia sitä tarvitsevalle. Sopimustilanteen näkyminen FDM-tietokannassa auttaisi välttämään turhaa tiedon metsästystä Sandvikin sisällä.

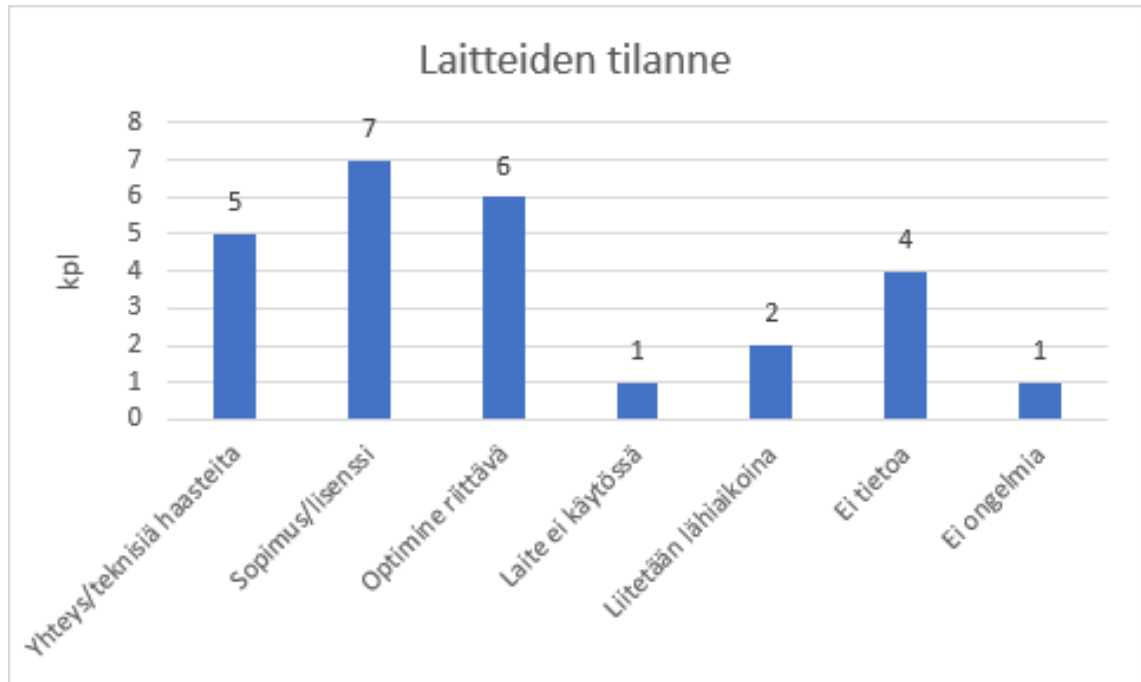


KUVIO 2. Laitemäärät myyntialueittain

4.2 Tiedustelu etulinjasta

Tampereella tehdyn kartoituksen jälkeen tilannetta lähdettiin selvittämään Sandvikin etulinjan puolelta. Etulinjaan lähetettiin sähköpostikyselyjä henkilöille, jotka mahdollisesti vastaavat tai ovat tietoisia kyseisen alueen tiedonkeruun tilanteesta. Sandvikilla on paikallisia FDM Championeja eri myyntialueilla, jotka vastaavat alueen laitteiden tiedonsiirtoon liittyvästä teknisestä tuesta. Tämä oli aikaa vievää toimintaa johtuen tavoiteltujen henkilöiden työtilanteista. Lisäksi siitä epätiedosta, että onko viesti tavoittanut kyseisen henkilön. Suurimmalta osalta

vastaanottajista tuli vastauksia tai kysymys siirrettiin oikealle henkilölle, jolla oli tarvittavaa tietoa. Sähköpostien pohjalta selvisi, mikä tilanne kentällä oli (kuvio 3).



KUVIO 3. Laitteiden tilanne sähköpostikyselyn perusteella

Kuviosta 3 voidaan nähdä, että syitä sille miksi tieto ei saavuta Sandvikia on useita. Näistä 26 koneesta vain viisi on sellaisia, joissa on teknisiä haasteita saada tieto kulkemaan. Määrällisesti eniten on sellaisia laitteita, joissa on sopimuksen kanssa haasteita tai kaivoksen Optimine-sopimus on umpeutunut. Tapauksia, joissa Optimine on riittävän kattava asiakkaalle pitää sisällään kuusi laitetta, joista kolme laitetta kuitenkin lähettää FDM-dataa. Näiden kolmen laitteen osalta Optimine koetaan riittäväksi. Neljän laitteen tilasta ei ole tietoa, mutta nämä koneet eivät ainakaan ole lähettäneet dataa ja syy jäi epäselväksi.

4.2.1 Yhteys- ja tekniset ongelmat

Etelä-Afrikassa laitteen liittämässä Optimine-verkkoon oli ongelmia. Haasteita vian tutkimiseen toi se, että ilmeisesti kaivoksella Optimine-verkko on maanpinnalla eikä maan alla ole mahdollista yhteyksiä kokeilla, kun laite on poraamassa (Sefularo, 2019). Yhteyksien puute maan alla vaikuttaa tiedonsiirron sykliin,

koska tietoa saadaan siirrettyä vain koneen ollessa maan päällä, jolloin laite yhdistää kaivoksen Optimine-verkkoon. Kun laitetta yritettiin yhdistää verkkoon, se ei saanut itselleen IP-osoitetta. Black Bear -moduulin asetukset oli tarkistettu ja tämän jälkeen testattu, mutta epäonnistuneesti. Tämän jälkeen Black Bear -moduuli oli vaihdettu uuteen. Tälläkään moduulilla ei yhteyden muodostaminen onnistunut (Sefularo, 2019). Teknisestä tuesta pyydettiin koittamaan yhteyttä tietokoneen ja Optimine-serverin välillä. Tällä varmistetaan, että yhteys on mahdollinen serverille. Poralaitteen diagnostiikka ei osaa kertoa miksi yhteys ei onnistu, joten se on testattava muulla keinoin. Black Bearin asetukset pyydettiin lisäksi vielä tarkistamaan. Moduuli voidaan resetoida, jolloin se palaa tehdasasetuksiin, jotka ovat perusasetukset, joilla laite on mahdollista kytkeä verkkoon. Black Bearin asetuksista voidaan määrittää Static IP, mutta tällöin ei laitteella näy IP-osoitetta. Laite saatiin ohjeiden avulla liittymään asentajan puhelimella luotuun verkkoon. Tilannetta ei pystytty testaamaan Optimine-verkkoon sillä hetkellä, mutta laite on lähettänyt dataa, joten voidaan olettaa, että yhteys on onnistuneesti saatu luotua.

Länsi-Afrikassa tekninen ongelma liittyi poralaitteen MAC-osoitteeseen. Asiakkaan verkkoasiantuntijat pyysivät laitteen MAC-osoitetta (Bruce, 2020). Tämä liittyi kaivoksen verkon Access Pointin pääsyylistään. Tähän listaan voidaan määrittellä niiden laitteiden MAC-osoitteet, joille sallitaan pääsy verkkoon (Kallionpää 2018, 70). Sandvikin edustajalle ohjeistettiin kuinka hän voisi saada selville laitteen MAC-osoitteen. Hän voisi käyttää puhelimeen saatavaa Network Analyzer -applikaatiota, jonka avulla voidaan selvittää puhelimella luotuun verkkoon liittyneiden laitteiden MAC-osoitteita. Vielä ei ole tiedossa onko osoitteen saaminen onnistunut. Laite ei ainakaan ole vielä tähän päivään mennessä lähettänyt dataa FDM management -palvelun mukaan. Verkkoon liittyvät asiat voivat olla todella haastavia paikallisille Sandvikin edustajille, jotka eivät suinkaan aina ole varsinaisia verkkoasiantuntijoita.

Chilessä oli ongelmia saada liitettyä laite asiakkaan verkkoon. Tiedonsiirto Data Bearerin kautta toimi, mutta verkkoon laitetta ei saatu liitettyä, eikä sen kautta tiedonsiirtoa toimimaan (Medina, 2020). Tämä tapaus oli todella hankala selvittää. Paikallinen Sandvikin edustaja tuntui olevan melko hyvin perillä verkko asi-

oista, mutta toisaalta se saattoi vaikeuttaa ongelman juurisyyhyn pääsyä. Ongelmaa ratkomassa oli laaja joukko Sandvikin henkilökuntaa. Haastavan tilanteesta teki, että laitteen verkkoasetuksista oli ilmeisesti muutettu sellaisia parametreja, joihin ei tulisi koskea normaali olosuhteissa. Laitteeseen koitettiin päivittää uudempaa ohjelmistoversiota. Tämä tehtiin siksi, koska oli tiedossa, että vanhoissa ohjelmaversioissa Optimine-verkkoon liittäminen ja Data Bearer eivät toimineet yhtä aikaa vaan olivat toisensa poissulkevia ominaisuuksia. Toisaalta laitteessa oli melko uusi ohjelmaversio, mutta päivitys päätettiin kuitenkin tehdä varmuuden vuoksi. Samalla saataisiin parametrit takaisin tehdasasetuksiin. Laitte saatiin liittymään kaivoksen verkkoon, mutta data ei kuitenkaan suostunut lähtemään eteenpäin laitteelta. Data Bearerin kautta data kulki normaalisti ilman ongelmia. Laitteesta pyydettiin parametrilogit tehtaalle selvitykseen. Tehtaalla päästiin mallintamaan vastaava tilanne, jossa selvisi, että laitteen kellonaika asetuksissa oli ongelmia. Selvisi, että laitteen ohjausjärjestelmässä muutettaessa aikavyöhykettä vaihtui aika raporteissa, mutta ohjausjärjestelmä käytti paikallista aikaa. Tämä loi tilanteen, jossa laitteen ja IoT-hubin välillä tuli liian suuri aikaero, jolloin IoT-hubin tunnistus epäonnistuu. Väliaikainen korjaus tilanteeseen oli muuttaa laitteen kellonaika UTC-aikaan ja aikavyöhyke nollaksi.

Kaksi laitetta oli sijoitettu sellaisiin kaivoksiin, joissa on huonot verkkoyhteydet. Nämä laitteet olivat APAC-myyntialueella. Laitteet ovat harvoin sellaisilla alueilla kaivoksessa, jossa verkkoon pystyisi liittymään. Poralaitteiden työn luonne on sellainen, että ne työskentelevät alueilla mihin ei ole vielä infraa verkon osalta tehty. Asiakas ei myöskään ollut innostunut Data Bearer ominaisuudesta, joten sitä ei käytetty. Ainut mahdollinen vaihtoehto tässä tilanteessa olisi Sandvikin edustajan mukaan, että huoltoauto varustettaisiin data hopping -laitteistolla. Tätä ratkaisua käytetään muiden laitemallien kohdalla onnistuneesti. (Curran, 2020)

4.2.2 Sopimus tilanteet

Sopimus vaikuttaa vahvasti siihen onko tiedonkeruu ylipäätään mahdollista asiakkaan poralaitteista. Tutkimuksen kohteena olleista laitteista viisi oli sellaisia, joissa aikaisemmin luodun sopimuksen sisällössä oli ongelmia (Spencer, 2020). Nämä tapaukset olivat Yhdysvalloissa. Kuten monessa muussakin maassa,

eikä vain Yhdysvalloissa, tietosuojalait ovat asioita, jotka on otettava hyvin tarkkaan huomioon kun sopimuksia tehdään. Kun Yhdysvallat ei ole tässä asiassa varmaankaan kaikkein helpoin maa, niin voidaan olettaa, että näidenkin laitteiden osalta sopimusten laatimisessa on hyvin tarkkaan kirjattava minkälaista tietoa kerätään ja mihin tarkoitukseen tämä kerätty tieto käytetään sekä muut tietosuojaan liittyvät asiat. Näitä sopimuksia oltiin laatimassa uudelleen, joten voidaan olettaa, että tulevaisuudessa nämäkin koneet ovat tiedonkeruun piirissä.

Kahden koneen osalta kaivoksen Optimine-serverin lisenssi oli umpeutunut eikä sitä oltu vielä uusittu (Li, 2019). Optimine-verkko kaivoksessa on monen laitteen osalta väylä, jonka kautta data kulkee joko Optimine- tai My Sandvikin -serverille. Kun verkkoa ei kaivoksessa ole, on silloin laitteen tiedonsiirtokin näissä tapauksissa hankalaa. Tähän löytyy vaihtoehtoisia menetelmiä, kuten Data Bearerin käyttö. Se, että miksei vaihtoehtoisia tiedonsiirtoväyliä ole otettu käyttöön, ei ole tiedossa. On hyvin mahdollista, että kaivoksen ollessa varsin uusi asiakas ei vielä koe tarpeelliseksi rakentaa Optimine-verkkoa kaivokseen.

4.2.3 Optimine

Toiseksi suurin osuus tiedossa olevista laitteiden tilanteista koski Optiminen riittävyttä. Tässä ryhmässä on mukana myös yksi tapaus, jossa asiakas ei koe saavansa tarpeeksi lisäarvoa tuotteesta. Tämän asiakkaan yhdessäkään kaivoksessa olevassa laitteessa ei ole tiedonsiirtoa mahdollistettu. Asiakas haluaa enemmän näyttöä sille, että järjestelmästä saatavan tiedon avulla siitä olisi heille merkittävää hyötyä (Velpanur, 2019).

Kolme laitetta Irlannissa kerää ja lähettää dataa My Sandvikin FDM:ään. Paikalliselta Sandvikin edustajalta kysyttiin miksi asiakas haluaa käyttää tiedonkeruuta kokonaisuudessaan. Vastaus oli hieman yllättävä siihen nähden, että tiedonkeruu on kaivoksella hyvänä malliesimerkkinä toimivasta järjestelmästä. Asiakas kokee kuitenkin, että he eivät halua laitteista saatavaa dataa Sandvikin pilvipalveluun (Boland, 2020). Syy miksi eivät halua dataa pilveen ei ole tie-

dossa. Asiakkaan resurssit eivät kuitenkaan riitä kerätyn tiedon kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen, vaan he käyttävät ainoastaan Optiminea laitehuoltojen aikataulutukseen sekä tuotannon seurantaan (Boland, 2020).

Yhdysvalloissa on kaksi laitetta asiakkaalla kaivoksessa, jossa on Optimine käytössä. Asiakas kokee, että Optimine on heille riittävä eivätkä koe FDM:n tuovan heille mitään lisäarvoa (Spencer, 2020).

4.2.4 Muut tilanteet

Kolmen Kanadassa olevan laitteen osalta vastausta ei saatu tiedusteluun. Nämä laitteet eivät ole lähettäneet dataa pitkään aikaan tai eivät ollenkaan. Yhdessä laitteista oli lisäksi hyvin vanha ohjausjärjestelmän ohjelmistoversio, joten ei ole tietoa onko laite edes käytössä. Yksi laite oli Sandvikin omalla kaivoksella Itävallassa. Tämä laite ei myöskään ole koskaan lähettänyt dataa.

Australiassa yksi laite, joka oli joskus lähettänyt dataa, ei ollut aktiivisessa käytössä. Kaksi laitetta Australiassa pyrittiin liittämään lähiaikoina tiedonkeruun piiriin. (Curran, 2020)

Käytännössä siis näistä kaikista poralaitteista yksi oli sellainen, missä kaikki toimi kuten toivottua. Tämä oli tilanne tutkimuksen hetkisillä tiedoilla.

5 POHDINTA

Tutkimuksen aihe oli hyvin moninainen. Haastavaksi sen Sandvikin sisällä teki se, että tiedonkeruuta voidaan tehdä eritavoin ja eri mittakaavassa. Kohteena ollut Fleet Data Monitoring on osa My Sandvikia, joka kuuluu Parts and Services -organisaation alaisuuteen. Kaivoksen verkoista taas paljon on rakennettu Optiminea hyödyntäen. Optimine on taas osa Sandvik Automationia, joka kuuluu Business Unit Automation -organisaatioon. Tämä erottelu taas aiheuttaa sen, että laitteiden tiedonkeruu ei ole kokonaisuutena minkään tietyn organisaation alla, vaan sen osia on hajallaan Sandvikin sisällä.

Kun selvitystyötä tehdessä oli Sandvikin työntekijällekin hankalaa hahmottaa selvää eroavaisuutta My Sandvikin ja Optiminen välillä, niin voi vain olettaa, että se on asiakkaillekin hankalaa. Toki selvät eroavaisuudet sovelluksista löytyy. Kuitenkin selvityksessäkin tuli ilmi, että suurena syynä sille, ettei My Sandvik FDM -tiedonkeruuta haluta aktiiviseksi, on Optimine-tiedonkeruun datan riittävä määrä. Asiakkaat ovat tyytyväisiä siihen suppeampaan dataan laitteista, mitä Optimine tarjoaa. Syy tähän on suurella todennäköisyydellä resurssien puutteessa kaivoksissa, kuten Irlannista tuli ilmi. Vielä kaivosyhtiöiden organisaatiot eivät ole kaikkialla valmiita hyödyntämään kaikkea saatavilla olevaa tietoa, vaan vähempikin riittää. Toki poikkeuksiakin varmasti löytyy.

Teknisiin ongelmiin, kuten IP- ja MAC-osoitteet, löytyy melko suurella todennäköisyydellä aina ratkaisu. Ongelmallista niistä tekee se, että maailmalla järjestelmiä asentamassa on monen eri osaamistason henkilökuntaa. Tämä vaatisikin hyvin yksinkertaisia ja selkeitä asennus- ja vianhakuohjeita eri tilanteisiin, joita kaivoksessa voi tulla. Vianhaku tilanteita varten tulisi tehdä analyysipuu, jonka avulla selvitystä voitaisiin tehdä.

Vianhaussa huomioitavaa oli, että verkkoasiantuntijoilla ei välttämättä ole kaikkea tietoa laitteiden teknisistä ominaisuuksista. Näissä tapauksissa apua pyydettiin poralaitteiden teknisestä tuesta. Tämä osoittaa myös, että Sandvikin sisällä tulisi toimia vahvemmin yhteistyössä eri organisaatioiden kesken. Tähän

mennessä ei ainakaan vielä olla tällaista yhteistyötä laajassa mittakaavassa tehty. Rajoja tulisi rikkoa, että osaaminen puolin ja toisin kasvaisi.

Selvitystyötä tehdessä tiedusteltiin lisäksi Sandvikin sisällä Parts and Service -organisaatiosta näkemystä miksi dataa ei saada asiakkaalta. Näkemys oli, että Sandvikin tulisi ymmärtää, mitkä ovat kriittisiä signaaleita asiakkaalle poraukseen, tuotantoon ja huoltoon liittyen. Tärkeitä signaaleita, mitkä tulisi vähintään saada olisivat esimerkiksi poratut metrit, porakoneen sarjanumerokohtaiset iskutunnit ja laitteen seisokkiajan seuraaminen. Esimerkiksi porattujen metrien saaminen työvuoron päätteeksi olisi suotavaa, vaikka itse poraus olisi vielä kesken. Vielä on myös ongelmia siinä, että ei ole varmuutta onko kaikki signaalit, mitä laitteista saadaan oikeanlaisia vai antaako järjestelmä virheellistä tietoa. Laitte kerää tällä hetkellä MWD-dataa, joka saadaan porauksen lopetuksen jälkeen nähtävillä iSure-ohjelmalla. Tietoa siis kerätään jo, mutta se pitäisi saada mahdollisesti kesken porauksen kerättyä, jotta tiedetään tuotannon tilanne. Kaikki data on periaatteessa jo saatavilla varsinkin Bedrock-laitteista, mutta ongelma on se, että data on hajautuneena eri sovelluksille kuten Optimine, Mysandvik ja iSure. Jotta tiedonkeruusta saataisiin paras mahdollinen hyöty irti, tulisi pyrkiä sulauttamaan näitä sovelluksia yhdeksi kokonaisuudeksi, eikä olemaan hajautettuna kuten nyt.

Ongelmiin pystyttäisiin paremmin reagoimaan kun vastuussa olisi yksi organisaation eikä useita. Tutkimuksen aikana kävi selville, että vaikka tiedonkeruusta tiedetään teoriassa paljon sitä hoitavilla tahoilla, niin käytännön kokemus kairosoolosuhteista ja työtavoista puuttuu. Tässä auttaisi tiivis yhteistyö järjestelmästä vastaavien ja laitteiden teknisen tuen välillä. Teknisen tuen henkilöstö on erittäin tiiviisti tekemisissä asiakkaiden kanssa ja heiltä löytyy suuri määrä käytännön kokemusta niin laitteista teknisesti kuin laitteiden käytöstäkin. Tutkimuksen pohjalta näkemys olisikin, että tiedonkeruun ympärille rakennettaisiin yksi organisaatio, jossa on osaamista joka osa-alueelta.

LÄHTEET

Beudert, R, Juergensen, L & Weiland, J. 2018. Understanding Smart Machines: How They Will Shape the Future. Luettu 17.3.2020.

<https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/features/technology-leaders/28863>

Boland, O. Workshop Supervisor. 2020. FDM/MY Sandvik. Sähköpostiviesti. Luettu 11.2.2020.

Bruce, T. Technical & Training Manager. 2020. FDM connections. Sähköposti. Luettu 2.1.2020.

Curran, D. Category Manager. 2020. FDM connctions. Sähköposti. Luettu 13.1.2020.

Import.io. 2018. What is data, and why is it important?. Luettu 5.5.2020

<https://www.import.io/post/what-is-data-and-why-is-it-important/>

Intesens. 2019. The benefits of IoT, Luettu 4.5.2020.

<https://www.intesens.com/the-benefits-of-iot/?lang=en>

Kallionpää, R. Teollisuuden tietoverkot. Teollisuuden tietoverkot -opintojakson oppimateriaali. PDF -tiedosto. Tabula. TAMK. Luettu 22.4.2020.

Li, J. Automation Specialist. 2020. FDM connections. Sähköposti. Luettu 14.11.2019.

Medina, H. Business Development Specialist P&S. 2020. FDM connections to 422i. Sähköposti. Luettu 6.3.2020

Moore, M, 2019. What is Industry 4.0? Everything you need to know. Luettu 18.3.2020.

<https://www.techradar.com/news/what-is-industry-40-everything-you-need-to-know>

Sandvik. n.d. About us. Luettu 18.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/en/about-us/>

Sandvik. n.d. Data collection paths_suomennettu. PDF-tiedosto. Julkaisematon. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Sandvik. n.d. My Sandvik digital servise solutions. PDF-tiedosto. Julkaisematon. Sandvik Mining and Construction Oy. Tampere. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Sandvik. 2017. Digital Offering Strategy Overview, Power point -tiedosto. Luettu 20.3.2020.

<https://intranet.sandvik.com/org-info/smrt/about-us/strategy/digital-offering-strategy/Pages/default.aspx>

Sandvik. 2017. My Sandvik Digital Service Solutions turn data into productivity. Luettu 29.3.2020.

<https://media.mining.atsandvik.com/search.html?servername=media.mining.atsandvik.com&lang=en&obj=svkasset&fullText=my+sandvik>

Sandvik. 2019. iSure 8.0 brochure. PDF-tiedosto. Luettu 29.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/underground-drill-rigs-and-bolters/pdf/sandvik-isure-8.0-brochure.pdf>

Sandvik. 2019. Optimine Analytics. PDF-tiedosto. Luettu 25.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/automation/pdf/optimize-analytics-specification-sheet-english.pdf>

Sandvik. 2019. Optimine Drill Plan Visualizer. PDF-tiedosto. Luettu 25.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/automation/pdf/optimize-drill-plan-visualizer-specification-sheet-english.pdf>

Sandvik. 2019. Optimine Location Tracking. PDF-tiedosto. Luettu 25.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/automation/pdf/optimize-location-tracking-specification-sheet-english.pdf>

Sandvik. 2019. Optimine Mine Visualizer. PDF-tiedosto. Luettu 25.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/automation/pdf/optimize-mine-visualizer-specification-sheet-english.pdf>

Sandvik. 2018. Optimine -Process Optimization and Data Analytics. Luettu 24.3.2020.

<https://intranet.sandvik.com/org-info/smrt/products-supply-chain/our-products/rock-drills-technologies/product-portfolio-automation/optimine/Pages/default.aspx>

Sandvik. 2019. Optimine Scheduler and Task management. PDF-tiedosto. Luettu 25.3.2020

<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/automation/pdf/optimize-scheduler-and-task-management-specification-sheet-english.pdf>

Sefularo, T. Specialist Drill & Bolters. 2020. Black Bear connection problems on DD422i. Sähköposti. Luettu 20.10.2019.

Spencer, M. Product Portfolio Manager, 2020, FDM connections, Sähköposti. Luettu 20.1.2020.

Velpanur, S. Specialist. 2020. FDM connections Sähköposti. Luettu 17.12.2019.