

Veera Länsiharju

Sähkökäyttöjen ennakoiva huolto ja digitalisaa- tio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

1.6.2018

Tekijä Otsikko	Veera Länsiharju Sähkökäyttöjen ennakoiva huolto ja digitalisaatio
Sivumäärä Aika	35 sivua + 0 liitettä 1.6.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Eero Kupila Service Manager Timo Kalatie
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin digitalisaation tuomia mahdollisuuksia sähkökäyttöjen ennakoivan huollon tarpeisiin. Digitalisaatio on ollut merkittävä tekijä nykyisessä prosessiautomaatiossa ja yritykset panostavat sen hyödyntämiseen merkittäviä resursseja. Automaatio-prosessien tuottama merkittävä datamäärä halutaan nyt valjastaa hyötykäyttöön ja yksi merkittävä käyttökohde on juuri prosessilaitteiden tilan ja kunnon seuranta. Laskentatehon kasvaessa myös erilaiset oppivat järjestelmät ovat osoittautuneet tehokkaiksi lisäarvon tuottajiksi.</p> <p>Tämä lopputyö tehtiin Siemens Oy:lle, joka on tuonut digitalisaatiomarkkinoille oman pilvipalvelualustansa Mindspheren. Siemensin tavoitteena on luoda Mindspherestä johtava IoT-alusta automaatioteollisuuteen. Osana tätä insinööriyötä toteutettiin demoprojekti, jossa tutkittiin prosessidatan keräämistä simuloidusta paperikoneesta ja sen käsittelyä analytiikkaohjelma X-Toolsilla ja tämän käsitellyn datan lähettämistä Mindsphereen. Lisäksi luotiin analysointimalli kunnonvalvonnassa yleisesti käytetylle tärinämittaukselle. Mindsphere-tallennus X-Toolsista ei tällä hetkellä onnistunut, mutta muuten havaittiin konsepti toimivaksi ja X-Tools monipuoliseksi analytiikkaohjelmaksi. X-Toolsin jälkeen tietoa on tarkoitus jatkojalostaa edelleen Mindspheressä, joka tarjoaa hyvän alustan lukuisten sovellusvaihtoehtojen kehitykselle.</p>	
Avainsanat	digitalisaatio, sähkökäytöt, ennakoiva huolto, kunnonvalvonta

Author Title	Veera Länsiharju Predictive maintenance of electrical drives and digitalisation
Number of Pages Date	35 pages + 0 appendices 1 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Eero Kupila, Senior Lecturer Timo Kalatie, Service Manager
<p>In this final thesis we studied the possibilities digitalization brings to the needs of predictive maintenance. Digitalization is currently a major factor in process automation and companies are making significant investments on this. The big data created by automation processes will now be harnessed for profit and one key area for this is process and condition monitoring. As the computing power grows bigger, the more we see different learning algorithms adding to the value chain.</p> <p>This thesis was made to Siemens Oy. Siemens has brought to the market a new IoT platform called Mindsphere. The goal is to create Mindsphere the leading IoT platform in process industry. As a part of this thesis we made a demo project in which we studied the possibility to gather process data from simulated paper machine and analyze it with a program called X-Tools. After this analysis the data was meant to be sent to Mindsphere but this did not succeed. We also created an analyzing model for vibration measurement. X-Tools proved to be versatile analyzing program and the concept was ok. After X-Tools the data was intended to be processed further in Mindsphere which offers a good platform for various applications.</p>	
Keywords	digitalization, drives, predictive maintenance, condition monitoring

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kunnossapito	2
2.1	Tuotantotoiminnan kunnossapito	2
2.2	Siemensin ennakkohuollot	4
2.3	Kunnonvalvonta	5
2.4	Kunnonvalvonnassa yleisimmin mitattavia suureita	6
2.5	Perusteet insinööriyön demoprojektissa käytettävien suureiden mittaukselle	9
3	Internet of Things (IoT)	10
4	Mindsphere	10
4.1	Pilvipalvelun sovellukset ja palvelut	10
4.2	Mindspheren uusi versio	12
5	Datan käsittely	13
5.1	Datan käsittelyn tavoitteet	13
5.2	Datan käsittelyn rajoitteet	14
6	Tiedonkeräysjärjestelmän testaus	15
6.1	Laitteisto	15
6.2	PCS7 -demoprojekti	16
6.3	X-Tools	19
7	X-tool signaalien lähettäminen Mindsphereen	23
8	Datan käsittely X-Toolsissa	23
9	Tärinämittaus	27
10	Datan jatkokäsittely Mindspheressä	30
11	Tulevaisuudennäkymät	33
12	Yhteenveto	34

Lyhenteet

CPU	keskusprosessori, (central processing unit)
CP	kommunikointiprosessori, (communication processor)
PG	ohjelmointilaite, kannettava teollisuustietokone
IoT	esineiden internet, (internet of things)

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on tutkia ja kehittää ennakoivan huollon analytiikkaa ja palvelumalleja. Osana opinnäytetyötä on lisäksi tavoitteena luoda demoprojekti, jossa huollon ja kunnossapidon kannalta oleelliset parametrit lähetetään prosessinohjausjärjestelmän kautta analytiikkaohjelmaan, jossa analysoitu data tallentuu pilvipalveluun. Tavoitteena on hyödyntää digitalisaation tuomia mahdollisuuksia ennakoivan huollon tarpeisiin.

Opinnäytetyön perustaksi tarkastellaan kunnossapitoa kokonaisuutena ja selvitettiin mitä kaikkea siihen kuuluu sekä millaisia apuvälineitä kunnonvalvonnassa käytetään. Laitteistojen kunnan määrittämiseen ja vikaantumisen estämiseen käytetään jo nykyään paljon erilaisia mittausdataan perustuvia apuvälineitä ja analysointimalleja, joita pystytään hyödyntämään tässä työssä paremman kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Tämän arvokkaan datan ansiosta voidaan suorittaa oikeisiin asioihin kohdistuvia ennakko- ja huoltoja jotka estävät vikaantumisia ja parantavat laitteiston tuotantovarmuutta.

Tarkoituksena oli saada kehitettyä saatavilla olevan mittausdatan analysointia, jonka ansiosta saadaan parempaa tietoa laitteiston kunnonvalvonnan tarkoituksiin. Lähtökohtaisesti suunniteltu huoltoseisokki laitteistolle tulee halvemmaksi, ja on lyhyempi kuin vikaantumisen seurauksena tehty alasajo ja korjaus. Tästä syystä tarkka tieto laitteiston kunnosta on arvokasta, jotta laitteistoa osataan huoltaa oikeista kohteista oikeaan aikaan.

Tulevaisuudessa IoT tehostaa teollisuuden tiedonkäsittelyn uudelle tasolle. Laitteistosta saatavaa dataa saadaan hyödynnettyä paremmin ja kattavammin. Työn tavoitteena olikin tutkia Siemensin uuden pilvipalvelun Mindspheren tarjoamia mahdollisuuksia sähkökäyttöjen ennakoivan huollon ja kunnonvalvonnan tarpeisiin.

Osana insinööriyötä tehtiin demoprojekti, jossa tavoitteena oli kerätä prosessidataa simuloidun paperikoneen logiikkaohjaimelta PG:lle, jossa sitä analysoidaan ja suodatetaan Siemensin X-Tools-ohjelman avulla, jonka jälkeen oli tavoitteena lähettää suodatetut/käsitellyt tiedot eteenpäin Mindsphereen jatkoanalysointia varten. Valitettavasti käytännön toteutusta Mindsphere-tallennuksesta ei päästy testaamaan, koska analytiikkaohjelman Mindsphere-tallennusominaisuutta MindConnectBridgeä ei saatu toimimaan.

Siemens on kansainvälinen teknologia-alan yritys, joka on perustettu vuonna 1847 Berliinissä. Suomeen Siemens rantautui jo vuonna 1855 kun se rakensi lennätinyhteyden Pietarin ja Helsingin välille ja edelleen Turkuun vuonna 1856. Tästä eteenpäin Siemens on ollut mukana kehittämässä suomalaista yhteiskuntaa toimittamalla mm. ensimmäisen automaattisen puhelinvaihteen, merituuliturbiinin ja junien liikenteenohjaus järjestelmän Suomeen. Siemens perustettiin osakeyhtiöksi Suomessa vuonna 1989. [4.]

Siemens on monikansallinen yhtiö, joka toimii 188 toimipaikan avulla 190 maassa. Liikevaihto on noin 76,5 miljardia euroa. Työntekijöitä on noin 370 000 ympäri maailmaa, joista noin 29500 toimii tutkijoina. Työntekijöistä yksi kolmasosa on Saksassa ja kaksi kolmasosaa muualla. Siemens tuottaa ratkaisuja mm. energia-alan, liikenteen, terveydenhuollon, talotekniikan ja teollisuuden tarpeisiin. Siemens osakeyhtiö on 100-prosenttisesti Siemens AG:n omistama tytäryhtiö, ja se toimii suomen lisäksi Liettuassa, Latviassa ja Virossa. Yhtiön liikevaihto oli tilikautena 2016 noin 214 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä 527 henkilöä. Suomessa toimivia Siemensin-yhtiöitä ovat Siemens osakeyhtiön lisäksi Healthcare Solutions, Siemens Healthcare Diagnostics ja Siemens Financial Services. [4.]

Eniten yrityksessä on kasvanut digitaalisten palvelujen ja ohjelmistojen eli tekoälyn tarjoaminen, vuonna 2017 kasvu on ollut 20% eli 5,2 miljardia euroa. [4.]

2 Kunnossapito

Seuraavissa kappaleissa käydään lävitse kunnossapidon määritelmiä standardien mukaan, sekä eri kunnossapidon lajeja. Tässä kerrotaan myös Siemensin ennakkohuolloista, kunnonvalvonnasta, kunnonvalvonnan yleisimmistä mitattavista suureista, sekä käydään lävitse insinööriyöhän valitut mitattavat suureet.

2.1 Tuotantotoiminnan kunnossapito

Suomessa käytetään kunnossapidon määrittelyyn pääsääntöisesti kahta standardia. Eurooppalainen standardi SFS-EN 13306 määrittely kunnossapidosta on seuraava: ”Kunnossapito on kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon”. [1.]

Toinen standardeista on kansallinen standardi PSK 6201, jonka kunnossapidon määritelmänä on seuraava: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” [1.]

PSK jaottelee kunnossapidon kahteen eri ryhmään, suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Suunnitellun kunnossapidon se jakaa vielä parantavaan kunnossapitoon, ehkäisevään kunnossapitoon sekä muihin suunniteltuihin kunnossapitoihin. [1.]

Nykyään kunnossapito on painottunut enemmän ennakoiviin huoltoihin kuin itse korjaamiseen. Tuotantoprosessin jatkuva keskeytyksetön toiminta on tullut entistä tärkeämmäksi, ja tavoitteena on pelkästään ennakoidut ja suunnitellut seisakit tuotantolinjoilla. Laitteen vikaantuessa korjaava kunnossapito aiheuttaa suunnittele mattoman katkon tuotannossa. Usein nämä ovat huomattavasti kalliimpia, kuin suunnitellut huoltoseisakit joutu en siitä, että yllättäviin vikoihin on haastava varautua henkilö- ja materiaaliressurssien kanssa. Kuvan 1 diagrammissa on luettavissa, että häiriökorjaukset syövät yli 1/3 kunnossapitokustannuksista. [2.]



Kuva 1. Vuoden 2007 kustannusten jakautuminen kunnossapito lajien mukaan [1].

Kuvan 1 kunnossapitolajien jakautuminen prosentteina

- ehkäisevä kunnossapito 34 %
- parantava kunnossapito 15 %
- muu suunniteltu kunnossapito 16 %
- häiriökorjaukset 35 % [1.]

Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on pitää laitteisto ennakkohuoltojen avulla niin hyvässä kunnossa, että häiriökorjaukset jäisivät mahdollisimman pieneksi. Tässä käytetään hyväksi erilaisia mittauksia, joiden avulla voidaan määrittellä laitteiston mahdollisia vikaantuvia komponentteja ja osia. Tähän lajiin kuuluvat myös määräaikaiset kunnossapidot, kuten hihnojen vaihto, jonka vaihtoväli määrittyy tietyn käyttöajan mukaan, jonka jälkeen hihnan vioittumisen riski kasvaa. [1.]

Parantavassa kunnossapidossa pyritään vaikuttamaan laitteen toimintavarmuuteen. Esimerkkinä on jonkin osan vaihtaminen laadukkaampaan tuotteeseen, jolloin vikaantuminen on epätodennäköisempää. Parantavasta kunnossapidosta on kyse myös, kun suunnitellaan ja toteutetaan muutokset, joilla laitteisto on tulevaisuudessa helpompi ja nopeampi huoltaa. Myös laitteiston modernisointi kustannustehokkaammaksi kuuluu parantavaan kunnossapitoon. [1.]

Muu suunniteltu kunnossapito sisältää jo vioittuneen koneen kunnostamisen takaisin käyttövalmiuteen. Kyseessä ei ole akuutti viankorjaus vaan suunnitelmanmukainen laitteiston kunnostus esimerkiksi varakoneeksi. [1.]

Häiriökorjaukset käsittävät kaikki suunnittelemattomat vikakorjaukset, jotka suoritetaan laitteille. Laji jaetaan vielä usein kahteen eri alalajiin, siirrettyihin korjauksiin ja välittömiin korjauksiin. Lajin valinta riippuu siitä, kuinka akuutti korjaustoimenpide on. [1]

2.2 Siemensin ennakkohuollot

Siemensin tekemät ennakkohuollot Siemens-laitteille eri tehtaissa suoritetaan nykyisin aikaperusteisesti eli enemmän tai vähemmän säännöllisin väliajoin. Siemens tekee

yleensä erikseen logiikoiden ja käyttöjen ennakkohuollot. Ennakkohuollot suoritetaan yleensä kolmen vuoden välein huoltosopimuksesta tai asiakkaan toiveista riippuen. Huollot voidaan jakaa myös siten, että vuosittain huolletaan esimerkiksi yksi kolmasosa käytöistä, jolloin kaikki käytöt tulee huollettua kolmen vuoden välein.

Tyypillisiä asiakkaita Siemensin ennakkohuolloille ovat suuret paperi- ja terästehtaat. Osa ennakkohuollossa suoritettavista toimenpiteistä on sellaisia, että asiakkaat voisivat hoitaa ne itsekin, mutta suuressa tehtaassa ennakkohuoltotoimien ulkoistamisen kustannukset ovat niin pieni osa seisakin kokonaiskustannuksista, että toimet mielellään ulkoistetaan luotettavalle ja asiantuntevalle toimijalle eli laitevalmistajaryitykselle.

Käyttöjen ennakkohuolloissa on saatavilla kattavuudeltaan erilaisia huoltotyyppejä. Suppeimmillaan tehdään vain perushuolto, jossa luetaan ja otetaan talteen käytöiltä häiriömuisti ja tarkastellaan, onko jotain poikkeavia ja huolestuttavia häiriöitä ilmennyt. Häiriömuistista pystyy lukemaan kahdeksan viimeisintä vikailmoitusta. Häiriömuistin luvun jälkeen se tyhjennetään. Käytöistä otetaan myös varmuuskopiot.

Perushuoltoa laajemmassa ennakkohuollossa mitataan lisäksi käyttöjen valokuitujen ledien valaistusvoimakkuudet ja tarvittaessa vaihdetaan liian himmeät ledit. Lisäksi mitataan kondensaattorit. Mikäli kondensaattorien jännitteissä havaitaan vähintään 15 % ero, ne vaihdetaan. Kolmantena mittauksena tehdään vielä virtamuuntimen mittaukset. Mittaus suoritetaan lähettämällä muuntimeen pulssi, jonka vastekäyrää tarkastellaan oskilloskoopilla. Mikäli käyrän muoto poikkeaa (eli sen huippu on leikkautunut), virtamuunnin on viallinen ja se vaihdetaan.

Muita ennakkohuolloissa mahdollisesti tehtäviä töitä ovat mm. puhaltimien vaihdot ja apujännitekiskon kannakkeiden vaihdot.

2.3 Kunnonvalvonta

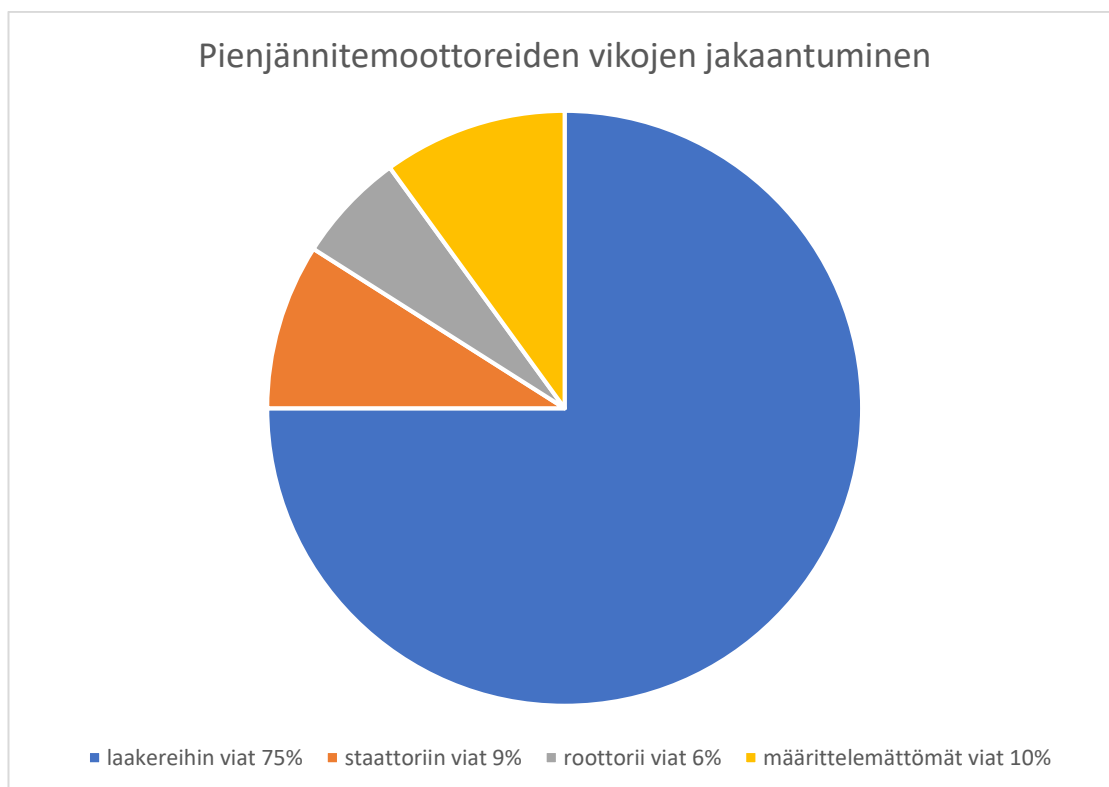
Jotta ehkäisevä huolto olisi kattavampaa ja tehokkaampaa, tarvitaan avuksi menetelmiä, joilla voidaan kartoittaa laitteiston tai koneen kuntoa. Kunnonvalvonnalla on nykyisin suuri merkitys käyttövarmuuteen, ehkäisevän huollon onnistumiseen ja tätä kautta jopa koko tuotantolaitoksen kannattavuuteen.

Kunnonvalvonnassa on käytettävissä erilaisia tekniikoita. Yleisimpiä tapoja ovat erilaiset mittaukset, kuten värähtelymittaukset, sähkötekniiset mittaukset, sekä perinteinen visuaalinen katselmus. Kunnonvalvontaan kuuluu myös mittaustulosten analysointia ja tarkastelua sekä historiatiedon keräystä. Aktiivisessa valvonnassa on usein myös määritetty erilaisille signaaleille hälytysrajoja, jotka ilmoittavat käyttäjälle mahdollisesta ongelmasta. Kun hälytysrajat on asetettu oikein, voidaan vikaantuvista komponenteista saada etukäteen tietoa ja näin tehdä suunniteltu seisakki huoltoa varten. Kunnonvalvontamittauksissa etsitään vikaantumisen aiheuttamaa muutosta mitatussa suureessa. Oleellista on siis osata erottaa mittauksen poikkeamat mitattavasta suureesta. Kunnonvalvontaa voidaan jakaa seuraaviin viiteen portaaseen. [1; 2.]

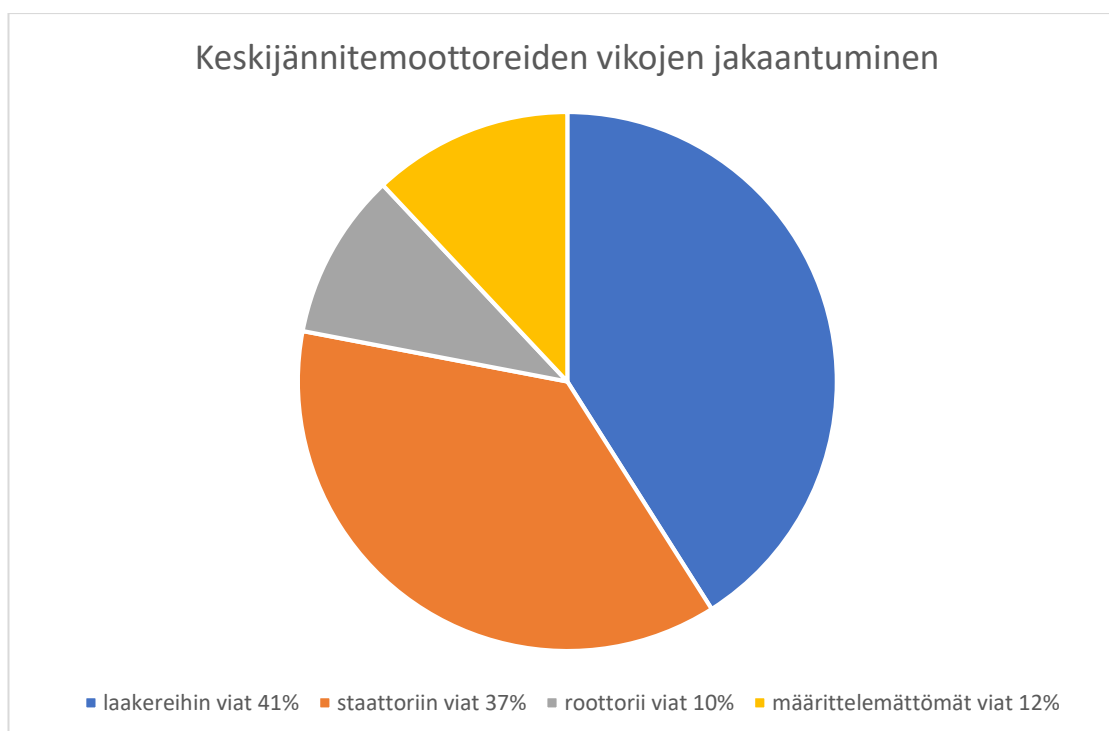
- poikkeavan tilan havaitseminen
- poikkeaman syyn selvittäminen
- poikkeaman tilan vakavuuden arviointi
- toimenpide suositus
- poikkeaman alkusyyn selvitys ja mahdollinen parantava toimenpide

2.4 Kunnonvalvonnassa yleisimmin mitattavia suureita

Kunnonvalvonnassa on useita mahdollisia mitattavia suureita, joista voidaan päätellä, onko jokin osio vikaantumassa. Kuvien 2 ja 3 diagrammeissa on pienjännitemoottorin ja keskijännitemoottorin yleisimmät viat pääkomponenttien mukaan, ja ne ovatkin usein mittausten kohteena.



Kuva 2. Pienjännitemoottoreiden vikojen jakautuminen pääkomponenteittain [3.].



Kuva 3. Keskijännitemoottoreiden vikojen jakautuminen pääkomponenteittain [3.].

Tärinämittaus on yksi tehokkaimpana pidetty menetelmä koneiden kunnonvalvonnassa, kun arvioidaan dynaamisia ilmiöitä, kuten laakeroinnin kuntoa, tasapainoa ja yleensä erilaisia voimia, jotka kohdistuvat eri komponentteihin. Tärinämittaus tehdään yleensä tiedonkeruulaitteilla tai analysointilaitteilla, ja kerätyn tiedon analysointi tapahtuu tietokoneella. Analysoinnin tuloksena on mahdollista havaita useita eri vikoja, kuten epätasapaino, mekaanisia välyksiä, akselin taipumista, resonanssitaajuuksia, sekä asennusvirheitä. Tärinän analysoinnissa käytetään yleensä nopeuden tehollisarvon mittausta sekä spektrianalyysiä. [2.]

Lämpötilan kohoaminen mekaanisen laitteen käydessä on yleensä merkki kasvaneesta kitkasta. Tämä johtuu usein vauriosta tai voiteluhäiriöstä. Lämpötilaa mitataan kunnonvalvonnassa pääsääntöisesti lämpökameralla. Lämpökamera kuvaa pintalämpötilaltaan erilaisien kappaleiden lähettämää infrapuna- eli lämpösäteilyä. Lämpökameraa hyödynnetään myös vuotojen paikantamisessa. [2.]

Roottorin kuntoa voidaan arvioida tekemällä moottorin ottamasta sähkövirrasta spektrianalyysi. Analyysiin mitataan moottorin syötöstä yhden vaiheen virtasignaalia ja se tallennetaan muistiin. Mitatusta virtasignaalista tehdään taajuusspektri, jota tarkastelemalla saadaan selville roottorin kunto. Jos roottorissa on vikoja näkyvät taajuusspektrissä jäljet 50 Hz:n linjataajuuden molemmiin puoliin sivunauhoina jättämällä etäisyydellä. [2.]

Magneettivuoto on mahdollista mitata sähkömoottorilta kahdesta paikasta, vaihtoehtoina on staattorin aksiaalinen magneettivuoto ja roottorinapojen magneettivuoto. Aksiaalisen magneettivuodon mittaus selvittää roottorin kuntoa, ja se tehdään moottorin N-päästä. Mittauksella voidaan tunnistaa mm. roottorin sauvavaurio, staattorikäimityksen kierrossulku tai roottorin päätyrenkaan katkeaminen. Mittauksessa ilmenevä staattorivirran kasvu ja magneettivuodon taajuus ovat tässä mittauksessa avainasemassa vian määrittämisessä. Roottorinapojen magneettivuoto mitataan staattorin ja roottorin ilmavälillä erillisellä mittakelalla, johon pyörivä roottorin napa indusoi pyöriessään jännitteen. Mittauksen avulla pystytään määrittämään tarkasti, missä käämisauvassa kierrossulku mahdollisesti sijaitsee. [1.]

2.5 Perusteet insinööriyön demoprojektissa käytettävien suureiden mittaukselle

Insinööriyöhön valittiin mitattavaksi seuraavat suureet. Tarkastelukohteena on paperikoneen lohko (bottom press, käyttö 5).

- *Pyörimisnopeuksien ero:*

Mitataan paperilinjaston kahden eri telan nopeutta, jotta havaitaan, mikäli ne eivät pyöri samalla nopeudella.

- *Moottorin lämpötila:*

Moottorin lämpötilan nouseminen raja-arvojen yli on aina kriittistä. Tämän avulla päästään kiinni mahdollisiin vikoihin. Moottorin lämpötilan noustessa 10 °C asteella suunnitellusta käyttölämpötilasta lyhenee moottorin käyttöikä puolella.

- *Käyttöaika:*

Saadaan selville käyttöaika ja voidaan ajoittaa tarvittavat käyttöaikaan perustuvat huollot.

- *Momentti:*

Tarkastelussa tutkitaan, näkyykö momentissa piikkejä, jotka rasittavat mekaniikka. Momenttia tarkastellessa voidaan selvittää ajetaanko momenttirajaa vastaan, jolloin vaarana voi olla jumi. Pidemmällä tarkastelulla voidaan saada esiin myös laakerivaurioita ja resonoinnit.

- *Pyörimisnopeus:*

Seurataan ohje- ja oloarvon erotusta. Varmistetaan että ollaan oikeassa ajonopeudessa, jolloin hyötysuhdekin on oikea

- *Invertterin ja moottorin virta sekä teho:*

Suureilla nähdään, paljonko moottoria kuormitetaan, ja saadaan talteen dataa jatkoanalyysiä varten.

3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things tunnetaan myös nimellä esineiden internet tai teollinen internet. Tällä tarkoitetaan fyysisiä laitteita tai infrastruktuuria, joka pystyy aistimaan ympäristöä ja joka on yhteydessä internetiin. Sen ansiosta laitteet pystyvät toimimaan yhdessä ja hyödyn-tävät toistensa tuottamaa dataa. Esimerkkinä on valot jotka syttyvät automaattisesti, kun herätyskello soi. Toisin sanoen valaistus saa herätyskellosta tiedon valaistuksen tarpeesta. Teollisen internet voidaan määritellä seuraavasti. Se on yhdistelmä älykkäitä ko-neita, ihmisiä sekä prosesseja, jotka tekevät yhteistyötä ja jakavat toistensa havain-noimaa dataa. Tällaisen yhtälön avulla on luotavissa älykästä automaatiota omien tarpeiden mukaan. [5.]

4 Mindsphere

Mindsphere on Siemensin kehittämä avoin pilvipalvelualusta, joka yhdistää todellisen tiedon, esimerkiksi mitatun datan, digitaaliseen maailmaan ja mahdollistaa siten tietojen seuraamisen, vertaamisen ja uusien sovellusten kehittämisen.

Mindspheren avoimuus mahdollistaa tiedonsaannin useiden valmistajien laitteista ja jär-jestelmistä.

4.1 Pilvipalvelun sovellukset ja palvelut

Pilvipalvelun käyttö mahdollistaa tietokoneen kapasiteetin sovelluksien tai palvelujen saatavuuden nopeasti mistä tahansa. Yksilölliset sovellusmallit ovat seuraavat:

Private cloudia (yksityinen pilvipalvelu) on varattu yhdelle organisaatiolle ja sitä voidaan käyttää rakennuksen sisältä tai ulkoa.

Public cloudia (julkinen pilvipalvelu), voi käyttää kuka tahansa tai mikä yritys hyvänsä.

Hybrid cloudissa (sisältää yksityisen, julkisen ja yhteisöjen pilvipalvelun), laitteita ja ohjelmistoja käytetään yhdessä ja erikseen palveluista riippuen.

Virtual private cloud (virtuaalinen yksityinen pilvipalvelu) sallii yksityisen pilvipalvelun käytön julkisessa pilvipalvelussa.

Pilvipalveluissa on kolme erilaista palvelumallia: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) ja Software as a Service (SaaS). Eri palvelumallit vaativat käyttäjiltään erilaista osaamista, sovellusten hallinnointia, päivityksiä ja tietoturvan huomioimista.

Seuraavassa esittelyssä eri palvelumallit käydään läpi vaativammasta yksinkertaisempaan palvelunkäyttäjän näkökulmasta katsoen.

Infrastructure as a Service (IaaS) on web-pohjainen hallintaliittymä, joka sallii pääsyn virtuaaliseen tietojenkäsittelyyn, kuten tietoverkkoihin tai muistipaikkoihin. Asiakas voi tällä alustalla luoda omia palvelimia ja hallinnoida niitä. Palvelunkäyttäjältä tämä alusta vaatii eniten, hallinnointia ja palvelimien hoitoa. Tämä soveltuu niille yrityksille, joilla on oma IT-osasto tai muuten osaavaa henkilökuntaa.

Platform as a Service (PaaS) on avoin ohjelmistoalusta ja mahdollistaa joustavan ja dynaamisesti mukautuvan ympäristön uusien sovellusten kehittämiseen ja tuottamiseen. Palvelunkäyttäjälle jää vastuu oman sovelluksen tietoturvasta ja päivityksistä.

Software as a Service (SaaS) tarjoaa kokonaisen ohjelmiston, se sallii pääsyn ohjelmistotiedostoihin ja sovelluksiin. Malliin kuuluvat ohjelmistopäivitykset, uusimmat versiot ja lisenssit.

Siemensin Mindsphere pilvipalvelu on täyden palvelun paketti, joka tarjoaa hallintaliittymän ja alustan lisäksi ohjelmiston, joka on kustomoitavissa asiakkaan tarpeiden mukaan. [10.]

4.2 Mindspheren uusi versio

Vuoden 2018 alussa on julkaistu uusi AWS (Amazon Web Service) -pohjainen Mindsphere versio 3.0. Tässä Mindsphere-versiossa ei vielä ole saatavilla kaikkia samoja toiminnallisuuksia kuin aikaisemmassa SAP-pohjaisessa versio 2.0.:ssa. Versioon 3.0 on kuitenkin luvassa laajemmat toiminnallisuudet, ja todennäköisesti SAP-pohjainen versio lakkautetaan jossakin vaiheessa. Tulevien uusien palveluiden myötä myös hinnoitteluperusteet ovat muuttuneet uudessa versiossa. SAP-pohjaisessa versiossa maksettiin jokaisesta lähetetystä signaalista sen tallennustiheyden ja tietotyypin mukaan. Uudessa Mindspheressä ei makseta erikseen signaaleista vaan tarjolla on tallennustilaltaan eri kokoisia ja hintaisia tilejä. Kuvassa 4 on nähtävillä uuden Mindspheren tilivaihtoehdot.

MindAccess IoT Value Plan Offerings

IoT Value Plan	S	M	L
Number of users/Subtenants	50/10	150/40	500/80
Agents onboarded (MindConnect Elements or Lib)	10	25	100
Assets included (types/instances)	5/50	10/250	50/1000
Data ingest rate ³ (time series)	2 KB/s	10 KB/s	100 KB/s
Data storage time series (cold storage)	60 GB	300 GB	3 TB
Data ingest via MindConnect IoT Extension ² , monthly	5 GB	5 GB	5 GB
File storage	50 GB	100 GB	500 GB
User Management	✓	✓	✓
Asset Management	✓	✓	✓
Productive Tenant	✓	✓	✓
Access to the MindSphere Store	✓	✓	✓
Fleet Manager Basic including rules and events ¹	✓	✓	✓

¹ Limited use of rules and events; upgrade available. ² Part of overall data ingest.

³ Based on number of assets, number of variables per asset, size per variable, read cycle interval and sending frequency; exemplary use case for M size: 200 assets with 10 variables each sending frequency 10s or 20 assets with 100 variables each sending frequency 10s, etc. (assumptions: 50 bytes per variable including overhead – float from MindConnect Nano/ IoT2040 or S7-FB, read cycle equals sending frequency).

Kuva 4. Kuvankaappaus: AWS-pohjaisen Mindspheren käyttäjätilivaihtoehdoja (lähde:www.pml.automation.siemens.com)

5 Datan käsittely

5.1 Datan käsittelyn tavoitteet

Yhden tehtaan käytöt tuottavat massiivisen määrän käyntidataa joka hetki. Tämä big data pitäisi suodattaa ja analysoida mahdollisimman tehokkaasti, jotta se saataisiin valjastettua tuottamaan lisäarvoa asiakkaalle prosessin tehokkuuden parantuessa ja käyttökatojen vähentyessä.

Toisaalta tietoa ei aina voida käsitellä ja analysoida välittömästi vaan usein retrospektiivinen historiatietojen käsittely tuottaa arvokasta tietoa esimerkiksi jonkin muuttujan kehitymisestä johonkin suuntaan. Usein myös ongelma havaitaan vasta jälkikäteen, jolloin vian syytä tutkiessa tarvitaan mahdollisimman hyvin säilynyt tieto prosessin tilasta kyseisellä vikahtokellä. Historiatiedot ovat myös välttämättömiä uuden analytiikan kehittämisessä. Siemensin pilvipalvelu Mindsphere tarjoaakin mahdollisuuden säilöä tietoa ja visualisoida sitä.

Tietoa ei kuitenkaan voida säilöä loputtomia määriä. Tallennustila maksaa, eikä tietojen säilöminen hyödytä mitään, jos niitä ei osata tulkita tai käsitellä myöhemminkään. Pilvipalvelut mahdollistavat kuitenkin tiedon tuonnin älykkäiden ratkaisujen pariin. Mindsphere tarjoaa alustan, jossa asiakas itse, Siemens tai jokin kolmas osapuoli saa käsiinsä työkalut tiedon analysoinnin mahdollistamiseksi pelkän tallentamisen lisäksi.

Oleellista on kuitenkin tietoa pilvipalveluun tuotaessa varmistaa, että mahdollisimman oleellinen tieto valitaan tallennettavaksi ja se tallennetaan mahdollisimman tiiviinä pakettina kuitenkin säilyttäen mahdollisimman paljon alkuperäisen signaalin informaatiosta.

Tietoa tallennettaessa pitää siis osata valita muuttujat oikein sekä osata esikäsitellä data mahdollisimman tehokkaasti.

Mindsphere-konseptia tiedon tallennukseen käyttäessä toimintamallina on:

- muuttujien oikea valinta
- tehokas tiedon esikäsitteleminen ja suodatus
- jatkojalostus Mindspheressä käyttäen oikeita älykkäitä työkaluja

Jokainen vaihe on tärkeä, jotta saavutetaan mahdollisimman suuri lisäarvo palvelusta.

Tässä työssä keskitytään tiedon esikäsittelyyn ennen tallennusta Mindsphereen.

5.2 Datan käsittelyn rajoitteet

Kaikkea reaaliaikaista dataa ei pystytä koskaan järjestelmästä saamaan ulos. Tietoteknisten järjestelmien tuottama data on aina pelkkiä näytteitä prosessin toiminnasta tietyn aikavälin välein. Näytteenottotaajuus vaikuttaa siihen, miten tarkka kuva prosessista saadaan. Kaikki informaatio pienintä näytteenottoaikaväliä nopeammista muutoksista, piikeistä ja syy-seuraussuhteista katoavat.

Useat nykyään käytetyt modernit käyttöjen kunnosta ja mahdollisesta alkavasta vikaantumisesta ja vian lähteestä kertovat kunnonvalvontamenetelmät perustuvat mitattavan parametrin suuritaajuuksisen signaalin käsittelyyn spektrianalyysin keinoin. Signaalin spektrin tarkasteluun perustuvat mm. virran signatuurianalyysi sekä värinämittausten hienostuneimmat sovellukset.

Insinööriyössä käytetyssä tiedonkeräysjärjestelmässä sisään tulevan datan näytteenottoaika on 30 ms PCS7-ohjelman lohkon laskentasyklin mukaisesti.

Nyqyistin teoreeman mukaan signaalista tulee ottaa näytteitä taajuudella, joka on suurempi kuin kaksinkertainen alkuperäisessä signaalissa esiintyvään suurimpaan taajuuteen nähden. Jos analogisesta signaalista otetaan näytteitä liian harvakseltaan, näytteenottotaajuutta korkeampitaajuiset komponentit laskostuvat alempitaajuisen signaalin päälle. [11.]

Tämä tarkoittaa, että luettujen signaalien taajuus on hieman yli 30 Hz. Verkon taajuuden ollessa yli tämän (50 Hz), voidaan kaikki värähtelyanalyysiin perustuva tiedonkäsittely jättää pois laskuista.

Koska Mindsphereen tallennettaessa sykli aika on vielä merkittävästi hitaampi, pyritään varmistamaan, että informaatiota häviää kuitenkin mahdollisimman vähän. Tämä pyritään tekemään laskemalla signaaleista maksimi- ja minimiarvo, jolloin äkilliset heilahduk-

set ja muutokset signaalissa säilyvät. Lisäksi yritetään vähentää tiedon häviämistä vaihtelemalla tallennussykliä sen mukaan, näyttääkö käyttö toimivan moitteettomasti vai ei. Normaalin toiminnan aikana tallennetaan tietoa harvakseltaan, ja kun havaitaan jokin poikkeama, tallennetaan raakadata sellaisenaan myöhempää tarkastelua varten.

6 Tiedonkeräysjärjestelmän testaus

Osana insinööriyötä luotiin ja testattiin signaalin keräys- ja analysointimalli, jossa luetaan CPU:lta PCS7-prosessinohjausjärjestelmästä saatavaa dataa analytiikkaohjelma X-Toolsiin. X-Toolsissa kerätyt signaalit suodatetaan ja lähetetään Mindsphereen.

6.1 Laitteisto

Testauslaitteistona opinnäytetyöprojektissa käytettiin kuvan 5 mukaisia laitteita:

Simatic Field PG M3

Kisko, joka sisälsi seuraavat komponentit:

PS 407 10 A:n teholähde

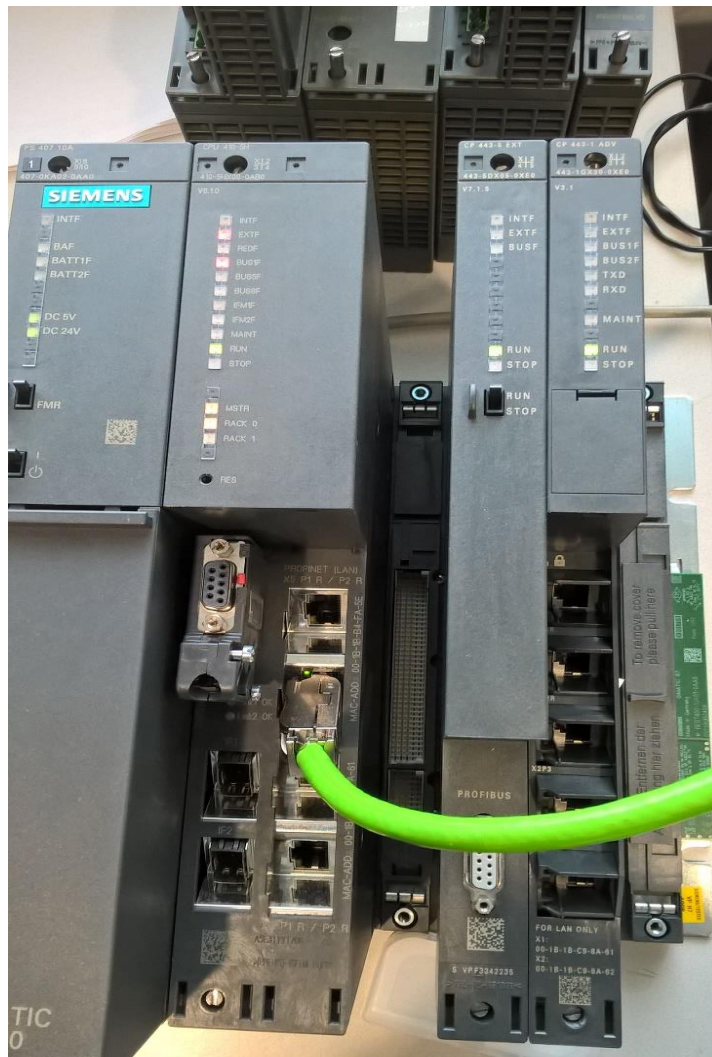
CPU 410-5H V8.1.0 -prosessinohjausyksikkö

CP 443-5 EXT V7.1.5

CP 443-1 ADV V3.1

PCS7-projektin konfigurointiin ja signaalien simulointiin käytettiin omassa työkäytössäni olevaa PG:tä, josta projekti ladattiin CPU:lle. Tarkasteltavien muuttujien signaalit analysoitiin PG:llä olevalla X-Tools-ohjelmalla. Sekä SIMATIC Manageri että X-Tools olivat asennettuna virtuaalikoneeseen.

Käytössä ei ollut taajuusmuuttajaa eikä moottoria vaan järjestelmän testaus suoritettiin simulaatioajolla WinCC-käyttöliittymällä.

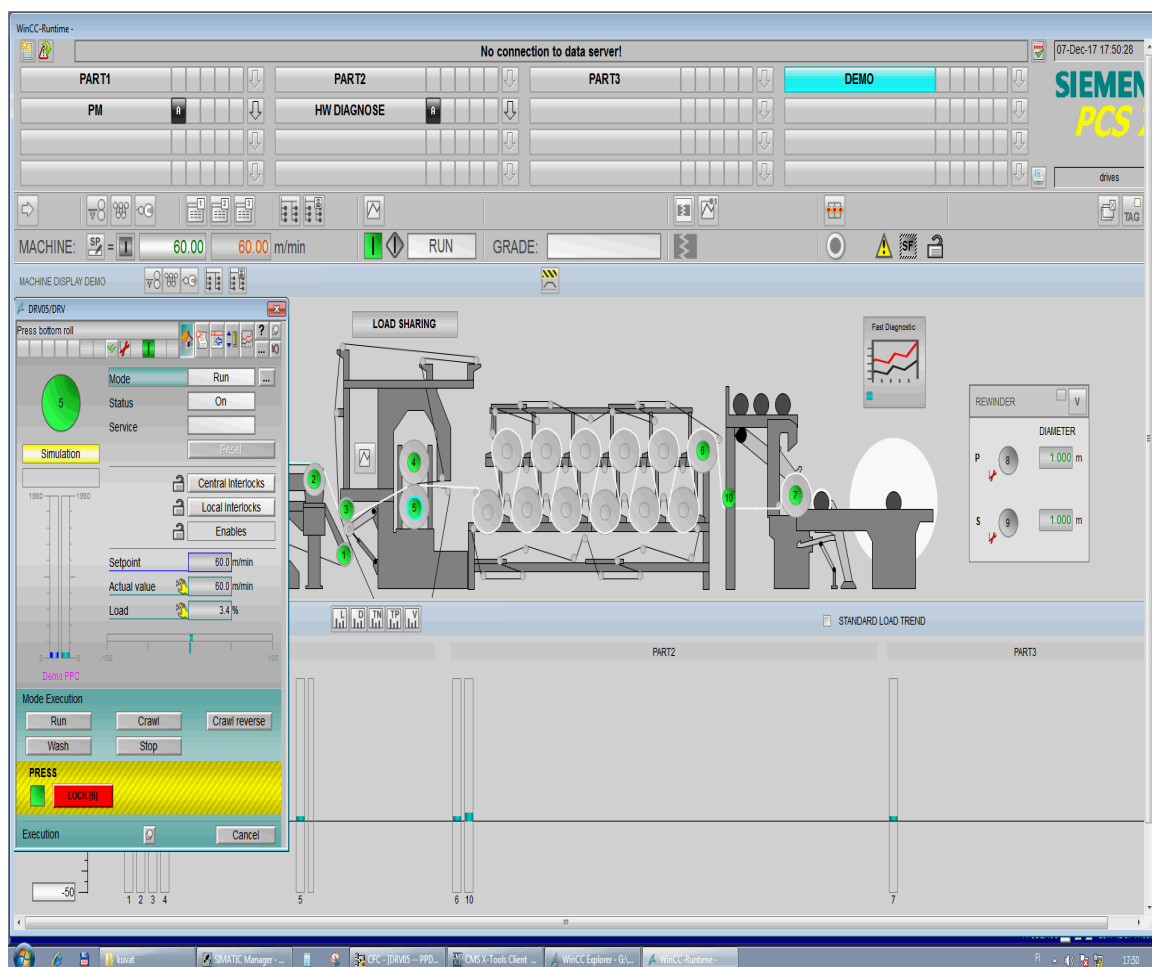


Kuva 5. Testauslaitteisto

6.2 PCS7 -demoprojekti

Tiedonkeräysjärjestelmä toteutettiin valmiiseen Siemensin Sipaper-paperistandardin mukaiseen PCS7-demoprojektiin, jossa oli paperikone kymmenellä käytöllä. Projekti sisälsi kaikkien käyttöjen logiikkaohjelman ja kaikki tarvittavat järjestelmät, kuten insinööri-asema (ES), käyttöjärjestelmä (OS), automaatiojärjestelmä (AS).

Käytöistä valittiin tarkasteluun kuvan 6 mukainen käyttö 5, eli pressin alatela. Vain tämän datan signaalit kerättiin ja analysoitiin. Luodut tiedonkeräys- ja analysointimallit ovat helposti kopioitavissa vastaavina muille käytöille.



Kuva 6. WinCC-näkymä paperikoneesta

PCS7-paperikoneprojektin muokkaaminen aloitettiin HW-konfiguroinnin päivittämisellä vastaamaan käytössä olevaa laitteistoa CPU-kiskon osalta.

Sen jälkeen mahdollistettiin tiedonsiirto PCS7:sta X-Toolsiin ION SIMATIC S7-400 T001 -ohjelmalla. Se on tarkoitettu lähettämään dataa Ethernet CP:n kautta PC:lle Ethernet (UDP/IP) -yhteyden avulla, jolloin kerätty mittaustiedosto voidaan visualisoida, analysoida ja tallentaa X-Toolsissa. ION SIMATIC S7-400 T001 -kirjaston asentaminen tapahtuu yksinkertaisesti avaamalla ohjelman zip-tiedosto SIMATIC Managerissa ja tallentamalla se haluttuun paikkaan.

X-Tools-kommunikaatiota varten luotiin NetProssa CPU:lle uudet määrittelemättömät UDP-yhteydet (data ja command -yhteys). UDP-yhteyksien ominaisuudet-ikkunassa määriteltiin yhteyksille ID, nimi sekä määritettiin osoitteelle portti vapaana olevalta alueelta.

Varsinainen tiedonkeräys tehtiin asennetun kirjaston toimilohkolla ION_400_PCS 7 bl. Luotiin sitä varten uusi CFC-kaavio, johon toimilohko lisättiin raahaamalla. Lohkoon liitettävien signaalien mahdolliset datatyypit ovat DWORD ja REAL. DWORD-signaaleja lohkoon voi liittää 15 kpl ja REAL-tyypin signaaleja 162 kpl. Channel Count -sisääntulossa voi määrittellä, kuinka monta signaalia lohko lähettää X-Toolsiin. Lohkon sisääntuloihin täytyi myös antaa NetPro:ssa UDP-yhteyksien luonnin yhteydessä määritetyt lohkoparametrit paikallinen CP-osoite W LADDR, connection ID:t (Data ID ja Command ID), sekä syöttää BY UIK2 – BY UIK7 -sisääntuloihin sen CP-kortin portin MAC-osoite, johon PG:n Ethernet-kaapeli on kytketty.

1		ION_400_CP	
PCS 7 block FOR		20/1	OB34
	DW	DWORD1	CMDErr BO
	DW	DWORD2	CMDStat W
16#0	DW	DWORD3	StreamErr BO
16#0	DW	DWORD4	StreamSta W
16#0	DW	DWORD5	
16#0	DW	DWORD6	
16#0	DW	DWORD7	
16#0	DW	DWORD8	
16#0	DW	DWORD9	
16#0	DW	DWORD10	
16#0	DW	DWORD11	
16#0	DW	DWORD12	
16#0	DW	DWORD13	
16#0	DW	DWORD14	
16#0	DW	DWORD15	
	R	REAL0	
	R	REAL1	
	R	REAL2	
	R	REAL3	
	R	REAL4	
	R	REAL5	
	R	REAL6	
	R	REAL7	
	R	REAL8	
	R	REAL9	
	R	REAL10	
	R	REAL11	
	R	REAL12	
0	re-	/initiali	
.6#3FDD	W	LADDR	
4	connection	I	
3	connection	I	
712	contains	the	
16#0	BY	UIK0	
16#0	BY	UIK1	
16#0	BY	UIK2	
16#1B	BY	UIK3	
16#1B	BY	UIK4	
16#C9	BY	UIK5	
16#8A	BY	UIK6	
16#62	BY	UIK7	
16#0	0 =	system c	

Kuva 7. Toimilohko X-Tools-kommunikaatiota varten

Tarkasteltavien muuttujien signaalit kytkettiin lohkoon. Suurin osa kerätystä datasta otettiin käytön isälohkosta. Isälohko sijaitsee 30 ms:n ohjelmakierrossa organisointilohkossa OB34, joten siirrettiin myös ION_400_PCS 7 bi-lohko Runtime Editorissa saman organisointilohkon alle.

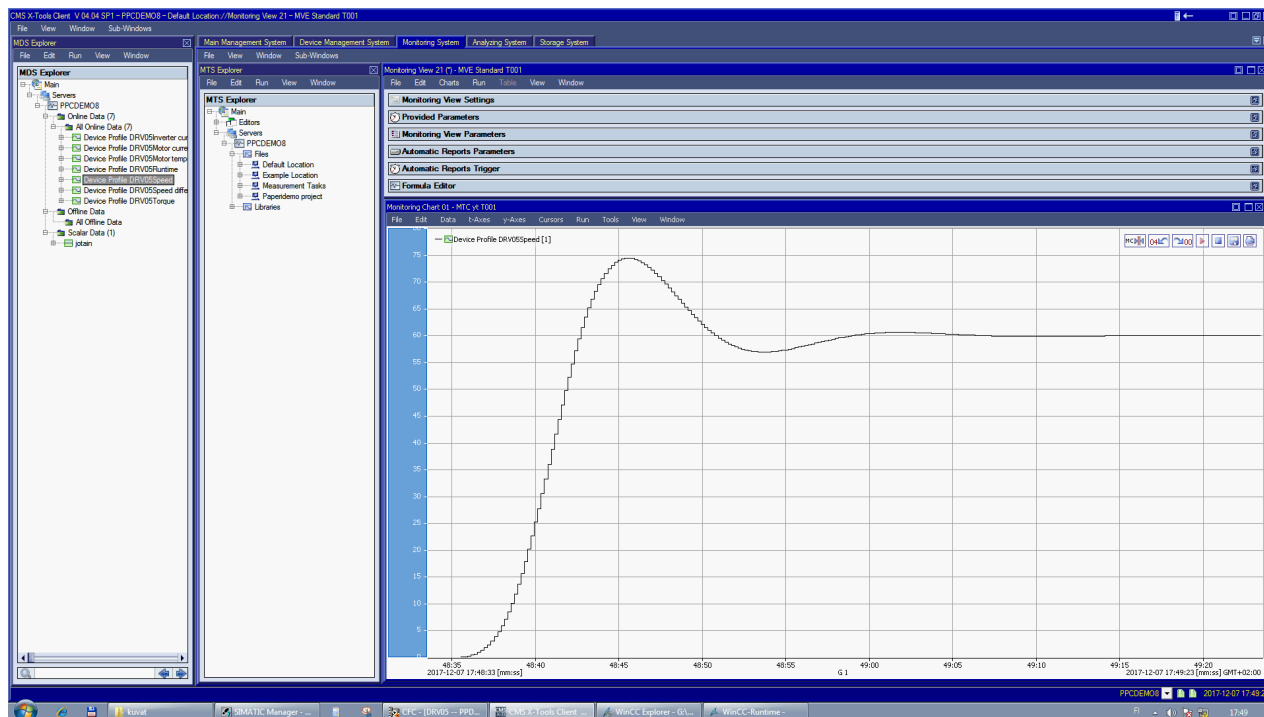
Isälohkosta kerättiin seuraavat signaalit:

- nopeusero
- moottorilämpötila
- momentti
- nopeus
- invertterivirta
- moottorivirta
- teho

Näiden lisäksi kerättiin käyntiaika (tacho runtime) sekä käyntibitti (drive on). Lisättiin lohko, joka muuttaa bitit tuplasanoiksi, jotta käyntibitti saatiin liitettyä X-Tools-lohkoon.

6.3 X-Tools

CMS X-Tools on nopean tiedonkäsittelyn analytiikkaohjelma, jolla voi analysoida, mallintaa, visualisoida ja tallentaa dataa ja generoida hälytyksiä.



Kuva 8. X-Tools Monitoring View näkymä nopeussignaalista

Kuvassa 8 näkyy X-Toolsin yleisnäkymä välilehdellä Monitoring System. X-Toolsin rakenne muistuttaa Windows Explorerin puurakennetta. Vasemmassa reunassa näkyy kaikki ohjelmaan tulevat online-signaalit (Online Data -kansio, jonka alikansioista löytyy kaikki saatavissa olevat signaalit), ohjelmaan ladatut offline-signaalit (Offline Data -kansio) sekä skalaarimuuttujat (Scalar Data -kansio). Vasemman reunan signaali-ikkuna on oletusarvoisesti aina näkyvässä.

X-Toolsin eri toiminnot löytyvät yläreunassa olevan valikon mukaan eri välilehdiltä. Vasemmalta katsoen toinen ikkuna puurakenteineen sisältää kyseisen välilehden profiilit ja tiedostokansiot. Välilehdet ovat

- Main Management System, jossa järjestelmän yleisasetukset
- Device Management System, jonne luodaan liittymä- ja laiteprofiilit
- Monitoring System, jossa signaaleja voi visualisoida
- Analysing System, jonne luodaan toimilohkopohjaisia analysointimallitiedostoja tai komentopohjaisia analysointikooditiedostoja
- Storage System, jonne luodaan tallennus ja latausprofiileja.

Kaikki luodut profiilit ja tiedostot näkyvät kunkin välilehden puurakenteessa. Toimintojen aktivoimiseksi kyseiset profiilit ja tiedostot tulee erikseen käynnistää.

Signaalin luku PCS7:sta X-Toolsiin aloitettiin luomalla kaikki projektin X-Tools-profiilit ja tiedostot sisältävä kansio (X-Toolsissa näitä projektikansioita kutsutaan Locationeiksi). Kansio lisättiin Device Management System -välilehdellä Files-kansioon, jolloin kyseisen projektin konfigurointi voitiin aloittaa.

Seuraavaksi lisättiin luodun lokaation (Location) alle uusi liittymäprofiili (Interface Profile), johon määriteltiin kuvan 9 mukaisesti yhteysasetukset eli IP-osoite ja PCS7-projektiin aikaisemmin määritellyt portit.

Interface Profile Settings		
No.	Parameter	Value
1	Target Name	PPCDEMO08
2	Storage Path	Paperidemo project
3	Creation Date	2017-09-28 12:35:05
4	Modification Date	2017-09-29 14:14:50
5	Target Interface Name	Socket T001
6	Profile Description	
7	Company Name	
8	Author Name	

Provided Parameters						
No.	Full Name	Short Name	Unit	Description	Default Value	Reference

Connections						
No.	Enabled	IP Address	Command Port	Data Port	Connection Type	Time Domain
1	<input checked="" type="checkbox"/>	192.168.169.191	2003	2002	UDP	Unique
2	<input type="checkbox"/>	0.0.0.0				

Kuva 9. X-Tools liittymäprofiili

Kun luotu liittymäprofiili käynnistettiin, ION SIMATIC S7-400 T001 -liittymä ilmestyi Socket T001 -liittymätyypin alle kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10. X-Toolsin valittavissa olevat liittymätyypit

Seuraavaksi luotiin tälle uusi laiteprofiili, johon määriteltiin luettavat signaalit. Signaalit ja niiden tietotyypit lisättiin kuvassa 11 näkyvään ruudukkoon ja nimettiin. Lisäksi riittävä puskurikoko määriteltiin signaaleille käsittelyä varten. Puskurikoko (Buffer Size) määrittää, kuinka monta mittausarvoa X-Tools säilyttää muistissaan.

The screenshot displays the X-Tools software interface with the following components:

- MDS Explorer:** Shows a tree view of servers and online data, including 'All Online Data (7)' and 'Device Profile DRV05'.
- DMS Explorer:** Shows a tree view of device profiles and files, including 'Device Profile DRV05'.
- Device Profile Settings:** A table listing parameters for the device profile.
- Provided Parameters:** A table listing parameters for the device profile.
- Message Channel Contents:** A grid showing data points for the device profile.
- Device Profile Parameters:** A table listing parameters for the device profile.

No.	Parameter	Value
01	Target Name	PPCDEM08
02	Storage Path	Paperdemo project
03	Creation Date	2017-10-18 14:22:27
04	Modification Date	2017-10-25 15:24:19
05	Target Device Name	ION SIMATIC S7-400 T001 (000000-18-1BC38462)
06	Profile Description	
07	Company Name	
08	Author Name	
09	Data Name Prefix	Device Profile DRV05
10	Data Supervision Time [s]	0.750

No.	Enabled	Name	Unit	Description	Category	Source Type	Destination Type	Size	Normalization Mode	Normalization Parameters	Record Mode	Record Parameters	Data Format	Buffer Mode	Buffer Parameters
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Speed difference	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 20000
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Motor temperature	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 20000
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Run time	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 10000
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Torque	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 20000
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Speed	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 20000
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Inverter current	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 20000
7	<input checked="" type="checkbox"/>	Motor current	1			Decimal32	Decimal32	N/A	Off	N/A	Each Value	N/A	Big endian (Motorola, MSB first)	Absolute Size	Size = 20000

No.	Parameter	Value
1	Sample Time [us]	200000
2	Buffer Size [Byte]	712

Kuva 11. X-Tools laiteprofiili

Kun laiteprofiili käynnistettiin, signaalit ilmestyivät Online Data -kansioon alle ja niiden käsittely voitiin aloittaa.

7 X-tool signaalien lähettäminen Mindsphereen

X-tool dataa voi lähettää Mindsphereen kahdella tavalla, MindConnectNanon (fyysinen laite, johon yhteyskaapelit kytketään) ja MindConnectBridgen (X-Toolsin ohjelmistokomponentti) kautta.

Tallennustapa MindConnectNanon kautta:

X-Toolsin tietoja MindConnectNanon kautta lähetettäessä signaalien tallennussykli on vakio, ja se määritellään Mindspheressä. Tietoa lähetetään jatkuvasti riippumatta siitä, onko mitattava laitteisto käytössä tai ei. Tallennussykli ei ole vapaasti valittavissa, vaan se valitaan Mindspheren tarjoamista vaihtoehtoista, joista nopein tallennussykli on yksi sekunti.

Tallennustapa MindConnectBridgen kautta:

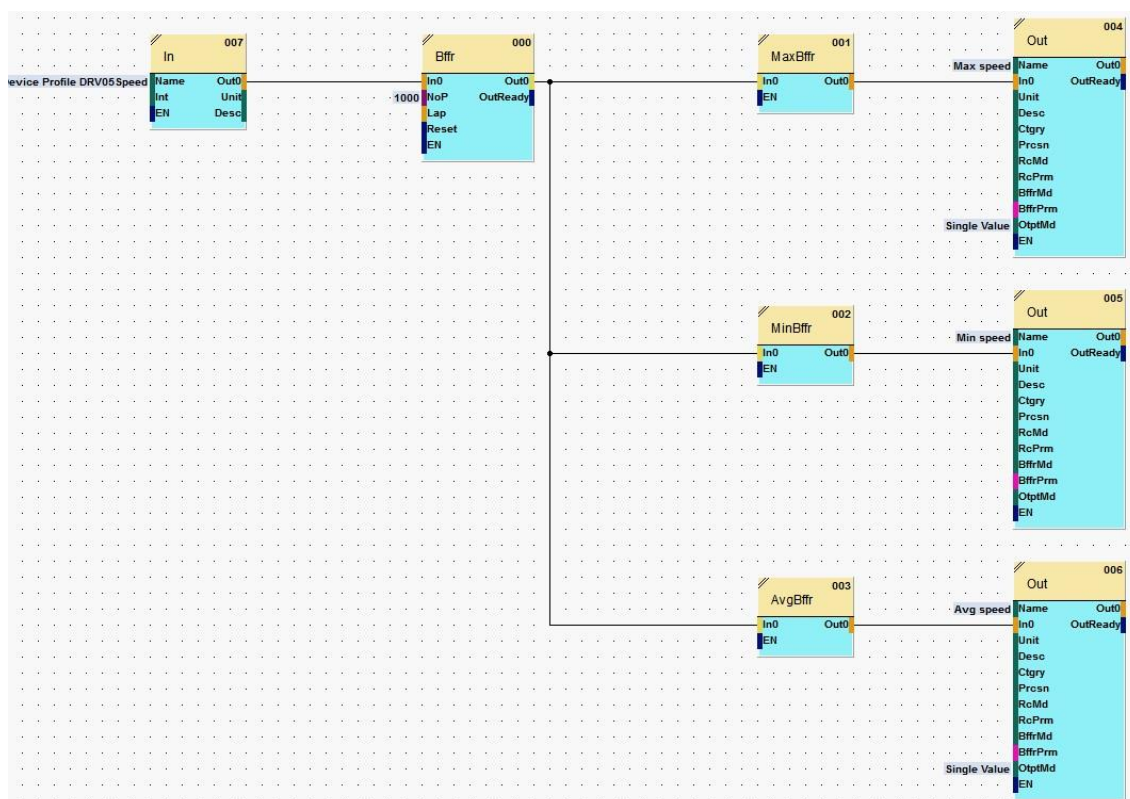
Toinen tapa lähettää tietoja Mindsphereen on suoraan X-toolsiin omien tallennusprofiilien avulla MindConnectBridgen kautta. Tällöin tallennussyklin voi vapaasti määrittellä haluamallaan tavalla. Tallentamisen voi myös lopettaa, esimerkiksi silloin kun käyttö ei ole päällä. Tämä antaa mahdollisuudet mahdollisimman tehokkaaseen tiedon lähetykseen, jolloin ei esimerkiksi jouduta maksamaan seisokin aikana turhaan lähetetystä datasta.

Tässä insinööriyössä kehitetty analytiikka tallennusprofiileineen on suunniteltu MindConnectBridgen tallennustavan mukaan. Valitettavasti tätä MindConnectBridgen kautta toimivaa tallennusta ei ole saatu toimimaan ja on mahdollista, etteivät sen kehittäjät saa tämän osalta toimivaa versiota julkaistua vielä lähiaikoina. Koska insinööriyö haluttiin saada valmiiksi, ei voitu jäädä odottamaan toimivaa MindConnectBridge -versiota, joten käytännön testaus jäi tällä hetkellä toteuttamatta.

8 Datan käsittely X-Toolsissa

X-toolsiin luotiin kuvan 12 analysointimalli, joka laskee signaalista keskiarvon, maksimiarvon ja minimiarvon halutun suuruiselle aikavälille. In-lohkossa määritellään signaali, jota käsitellään. Lohko voidaan lisätä kirjastosta tai signaali voidaan suoraan raahata

alueelle, jolloin lohko muodostuu automaattisesti. Bffr-lohko on puskuri, joka säilyttää halutun määrän mittauspisteitä, joista laskelma tehdään. Lohkoon määritetään haluttu aikaväli syöttämällä NoP (number of points) -parametri. Analysointimallin sykli aika määritellään analysointimallin parametriluettelossa (oletusarvona X-Toolsissa on 1000 ms).



Kuva 12. X-Tools-analysointitiedosto, joka laskee signaalille maksimin, minimin ja keskiarvon

Näille suodatetuille signaaleille luotiin tallennusprofiili Mindsphere-tallennusta varten. Kuvassa 13 näkyvässä profiilin parametritaulukossa määritetään Mindsphere tenant, johon tietoja tallennetaan, sekä client ID. Nämä on määritelty Mindspheressä. Profiili tallentaa tiedostot väliaikaisesti Mindsphere Agent Files -kansioon, josta Mindsphere lukee ne automaattisesti.

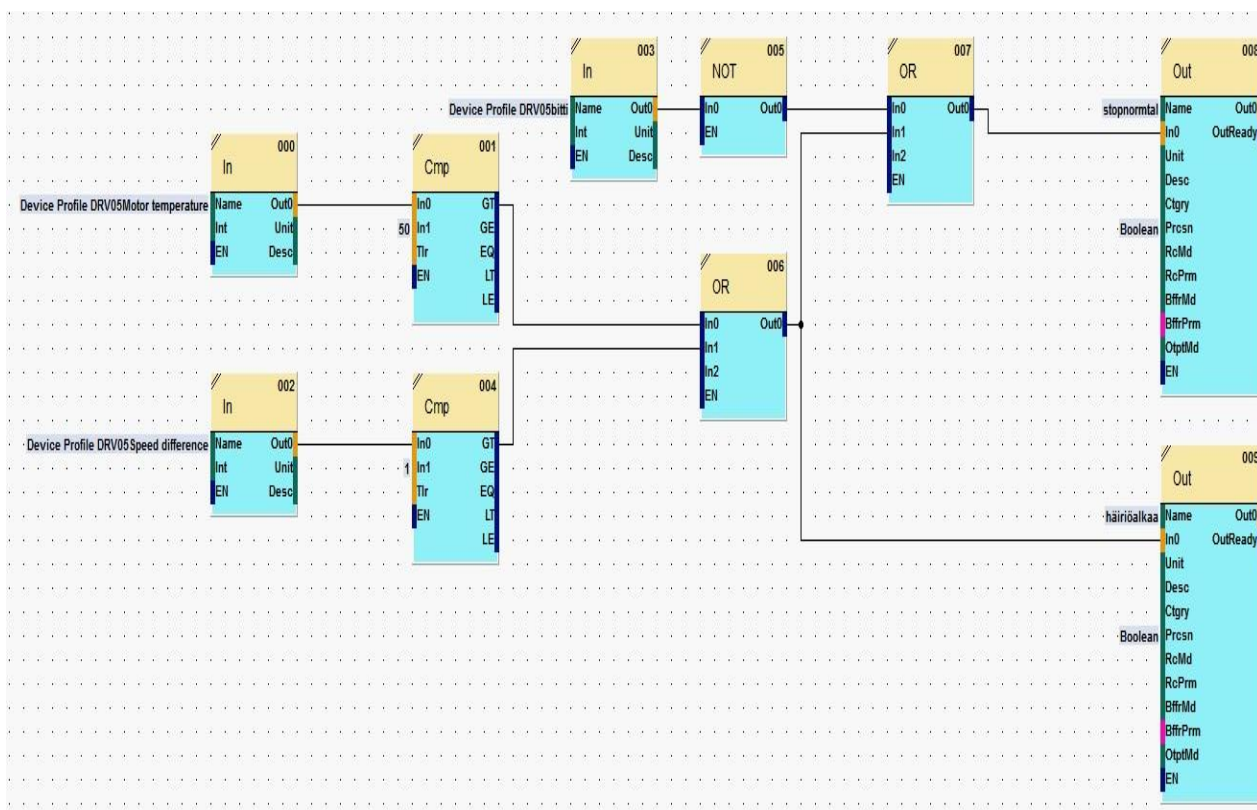
Start Event -taulukossa määritetään, milloin tallennus aloitetaan. Määritettiin, että tallennus alkaa, kun käyttö käynnistyy (PCS7:sta luettu bitti "drive on"). Tallennus lopetetaan, kun käyttö pysähtyy tai toimii poikkeavasti. Kun käyttö toimii poikkeavasti, eli jokin mittausarvo on viiterajojen ulkopuolella, lähetetään Mindsphereen suoraan raakadataa tältä ajanhetkeltä. Tällöin datasta voidaan myöhemmin paremmin tarkastella mahdollisia

syitä, jotka ovat johtaneet häiriöön. Tämä profiili sammutetaan siksi aikaa, koska ei kannata lähettää samaa dataa moneen kertaan. Tätä varten luotiin analysointimallitiedosto.

Provided Parameters							
No.	Full Name	Short Name	Unit	Description	Default Value	Reference	
Storage Profile Parameters							
No.	Parameter	Value					
1	Time Domain	Online Data with absolute Timestamps					
2	Storage Location	MindSphere Agent Files					
3	MindSphere Agent	McbSvc					
4	Client ID	D73D962D82D947CEB1135430A7D217E3					
5	Tenant	sag-rcf0					
Asset Path Configuration							
No.	Parameter	Value					
1	Asset Path						
2	Asset Description						
Data Chunking							
No.	Chunking Mode	Chunking Interval Format	Chunking Interval Value				
1	Time based	min				12.000	
Start Event							
No.	Event Type	Trigger Mode	Trigger Data Name	Trigger Data Type	Trigger Type	Threshold Type	
1	by Data	Repeating	Device Profile DR05bitti	Binary	Threshold	Rising Edge	
Stop Event							
No.	Event Type	Trigger Data Name	Trigger Data Type	Trigger Type	Threshold Type		
1	by Data	stopnormal	Binary	Threshold	Rising Edge		
Disk Limitation							
No.	Limitation Type						
1	Do not check a Limit						
Data							
No.	Enabled	Name in X-Tools	Name in MindSphere	Unit	Status	Storage Mode	Storage Parameters
01	<input checked="" type="checkbox"/>	Max speed	Max_speed	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
02	<input checked="" type="checkbox"/>	Min speed	Min_speed	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
03	<input checked="" type="checkbox"/>	Avg speed	Avg_speed	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
04	<input checked="" type="checkbox"/>	Max Actual power	Max_Actual_power	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A

Kuva 13. X-Tools-tallennusprofiili Mindsphereen

Kuvassa 14 on esimerkki analysointimallitiedostosta, joka käynnistää raakadatan tallennuksen Mindsphereen, kun käytön toiminnassa havaitaan jotain poikkeavaa. Tässä esimerkissä tallennus aloitetaan, kun lämpötila tai nopeusero ylittää määritetyn raja-arvon. Ehtoja voi lisätä tai muokata tarpeen mukaan. Ylempi ulostulosignaali lopettaa suodatetun datan tallentamisen häiriön aikana tai kun käyttö on sammuksissa ja alempi ulostulosignaali käynnistää raakadatan lähetyksen ja lopettaa sen, kun häiriö poistuu.



Kuva 14. X-Tools-kuvankaappaus: käynnistyskomento raakadatan Mindphere-tallennukselle

Kuvassa 15 alla vastaavasti tallennusprofiili häiriödatalle.

Provided Parameters							
No.	Full Name Short Name Unit Description Default Value Reference						
Storage Profile Parameters							
No.	Parameter Value						
1	Time Domain Online Data with absolute Timestamps						
2	Storage Location MindSphere Agent Files						
3	MindSphere Agent MobSvc						
4	Client ID 0730962D82D947CEB1135430A7D217E3						
5	Tenant saag-rcf0						
Asset Path Configuration							
No.	Parameter Value						
1	Asset Path						
2	Asset Description						
Data Chunking							
No.	Chunking Mode Chunking Interval Format Chunking Interval Value						
1	Time based min 12.000						
Start Event							
No.	Event Type Trigger Mode Trigger Data Name Trigger Data Type Trigger Type Threshold Type						
1	by Data Repeating häiriöbitti Binary Threshold Rising Edge						
Stop Event							
No.	Event Type Trigger Data Name Trigger Data Type Trigger Type Threshold Type						
1	by Data häiriöbitti Binary Threshold Falling Edge						
Disk Limitation							
No.	Limitation Type						
1	Do not check a limit						
Data							
No.	Enabled	Name in X-Tools	Name in MindSphere	Unit	Status	Storage Mode	Storage Parameters
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Actual power	Device_Profile_Drv05Actual_pow	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Inverter current	Device_Profile_Drv05Inverter_c	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Motor current	Device_Profile_Drv05Motor_cur	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Motor temperature	Device_Profile_Drv05Motor_lem	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Speed	Device_Profile_Drv05Speed	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Speed difference	Device_Profile_Drv05Speed_dff	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
7	<input checked="" type="checkbox"/>	Device Profile DRV05Torque	Device_Profile_Drv05Torque	Currently not available	Currently not available	Each Value	N/A
8	<input type="checkbox"/>	Drag&drop the data which shall be stored from the MDS Explorer					

Kuva 15. X-Tools-tallennusprofiili raakadatan lähetykselle Mindsphereen häiriötilanteessa

Lopuksi luotiin analysointikooditiedosto eri toimintojen käynnistystä varten. X-Toolsissa kaikki profiilit ja analysointitiedostot pitää erikseen käynnistää, mikä on hankalaa. Luotiin koodi, joka käynnistää kaikki tarvittavat toiminnot automaattisesti (esimerkkikoodi 1).

```
var main()
{
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Interface Profile paperidemo.ipf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ WaitForCF( /*FileName=*/ "://Interface Profile paperidemo.ipf.xts", /*State0=*/ "Started");
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Device Profile DRV05.dpf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ WaitForCF( /*FileName=*/ "://Device Profile DRV05.dpf.xts", /*State0=*/ "Started");
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Speed Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Speed difference Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Motor temperature Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Torque Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Inverter current Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Motor current Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://Actual power Max Min Avg.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
/*Status=*/ Start( /*FileName=*/ "://häiriöbitti.amf.xts", /*WaitMode=*/ "DoNotWait", /*Timeout=*/ 0, /*Enable=*/ true );
}
```

Esimerkkikoodi 1. X-Tools profiilien ja analysointitietojen käynnistyskoodi

9 Tärinämittaus

X-Tools-ohjelma on parhaimmillaan nopean tiedon käsittelyssä ja tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet värähtelysignaalien käsittelyyn. Siemens panostaa IoT:hen ja pilvipalvelu Mindsphereen tällä hetkellä merkittävillä resursseilla, joten tiedonkeräys ja etäkunnonvalvonta ovat kasvavia alueita ja tärinämittaukset ovat näissä tärkeässä roolissa. Useimmissa tällä hetkellä suunnitteilla olevissa projekteissa tärinäsignaalista on tarkoitus tallentaa pilveen vain värähtelyn voimakkuutta eli tehollisarvoa. X-Tools kuitenkin tarjoaa mahdollisuudet tarkempaan analyysiin.

X-Tools tarjoaa monenlaisia vaihtoehtoja värähtelysignaalin spektrianalyysiin. Spektrianalyyseissä muutetaan signaali Fourier-muunnoksella aikatasosta taajuustasoon ja tarkastellaan signaalin taajuusspektrissä havaittavia piikkejä. Moottorin eri komponenteille on laskettavissa tietyt vikataajuudet, joiden amplitudin noususta voidaan havaita mahdollinen vian alkaminen ja syy.

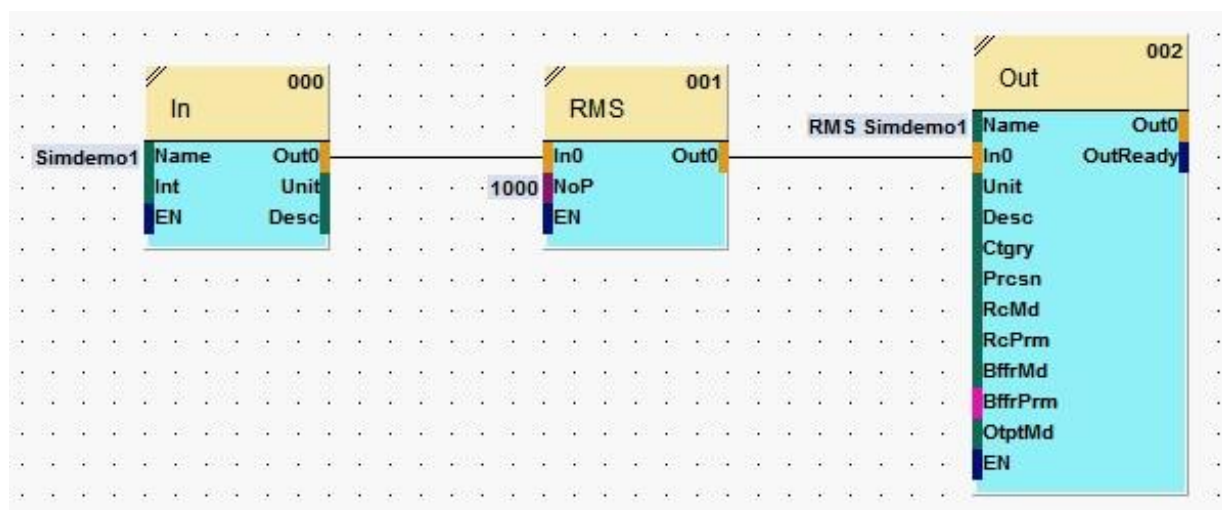
Tyypillinen tapa tehdä spektrianalyysia X-Toolsissa on nauhoittaa ensin jonkin aikaa moottorin toimintaa normaaliolosuhteissa ja luoda tästä kyseiselle moottorille ominainen spektri eli niin sanottu sormenjälki. Moottorin spektrissä havaituille piikeille voidaan tämän jälkeen luoda hälytysrajat. Esimerkiksi 10 % nousu piikissä sormenjälkispektriin ver-

rattuna aiheuttaa varoituksen ja 20 % nousu hälytyksen. Hälytysten ilmoittamiseen käyttäjälle X-Tools tarjoaa useita mahdollisuuksia, esim. tekstiviestin lähettäminen, loki-ilmoitus X-Toolsin lokissa tai hälytyssignaalin generoiminen siten, että signaalin arvo 1 vastaa normaalitilaa, 2 varoitusta ja 3 hälytystä. [9.]

Tämä spektrikunnonvalvonta on kuitenkin tehty enimmäkseen paikallista käyttöä ajatellen. Lopputyössä luotiin myös mahdollinen vaihtoehto liittää spektrianalyysin tuottama tieto Mindsphereen. Ajatuksena on tallentaa pilveen hälytyssignaalin sijaan haluttujen vikataajuuksien amplitudi. Näin amplitudin kehitystä voi seurata trendinä ja saadaan luotettavampia tuloksia ja vian ennustettavuus paranee, kun käytettävissä on tarkempi tieto kuin on-off-tyyppinen tieto siitä, onko jokin raja-arvo ylitetty vai ei. Hälytysrajat voidaan luoda X-Toolsin sijaan Mindsphereen.

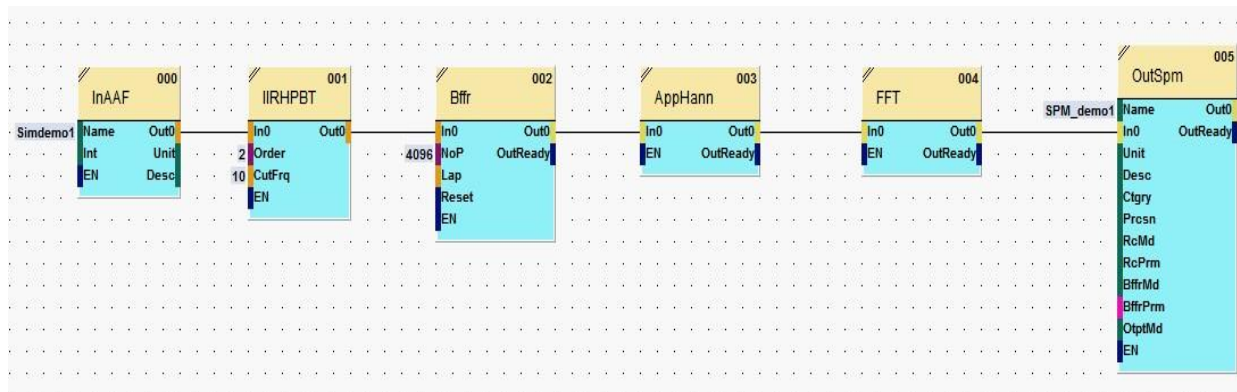
Varsinaista tärinäsignaalia ei tässä käytetty, eikä testausta tehty. Analytiikkaa käsitellään vain suppeasti konseptitasolla.

Luotiin tärinäsignaalille tärinän voimakkuutta kuvaava tehollisarvosignaali. Toimilohkokaavio on kuvassa 16.



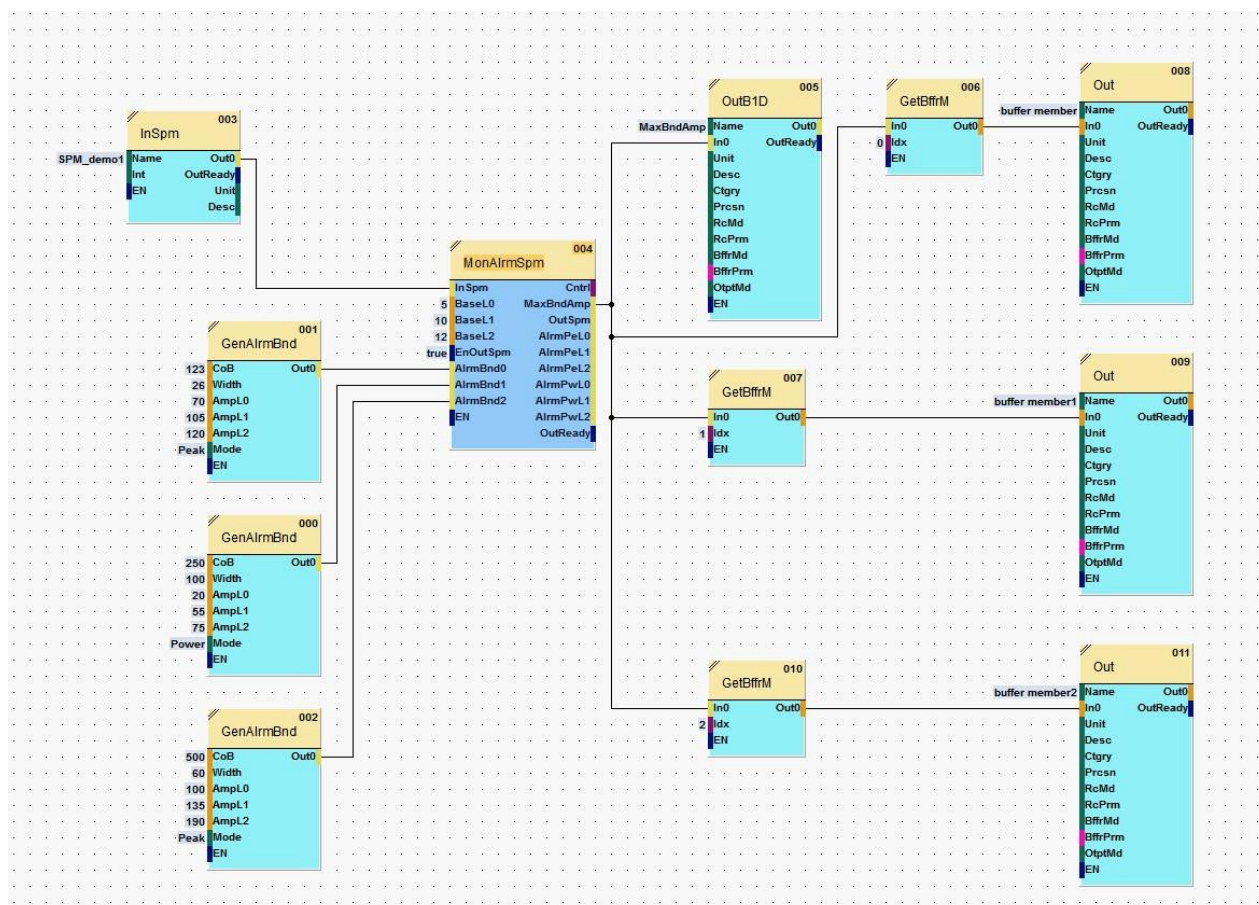
Kuva 16. Tärinän voimakkuudesta kertovan tehollisarvon laskenta

Tämän jälkeen luotiin toimilohkokaavio, joka luo spektrin eli tekee Fourier-muunnoksen aikatasolta taajuustasolle. Toimilohkokaavio esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Tärinäsignaalin spektrin laskenta

Kuvassa 18 on toimilohkokaavio, joka antaa spektriin amplitudin halutuille vikataajuusalueille. Eri vikataajuudet ovat matemaattisesti laskettavissa moottorin tietojen ja fyysisen rakenteen perusteella. Taajuudet ovat myös nopeusriippuvaisia. Vikataajuusalueet syötetään GenAlrmBnd-lohkoihin.



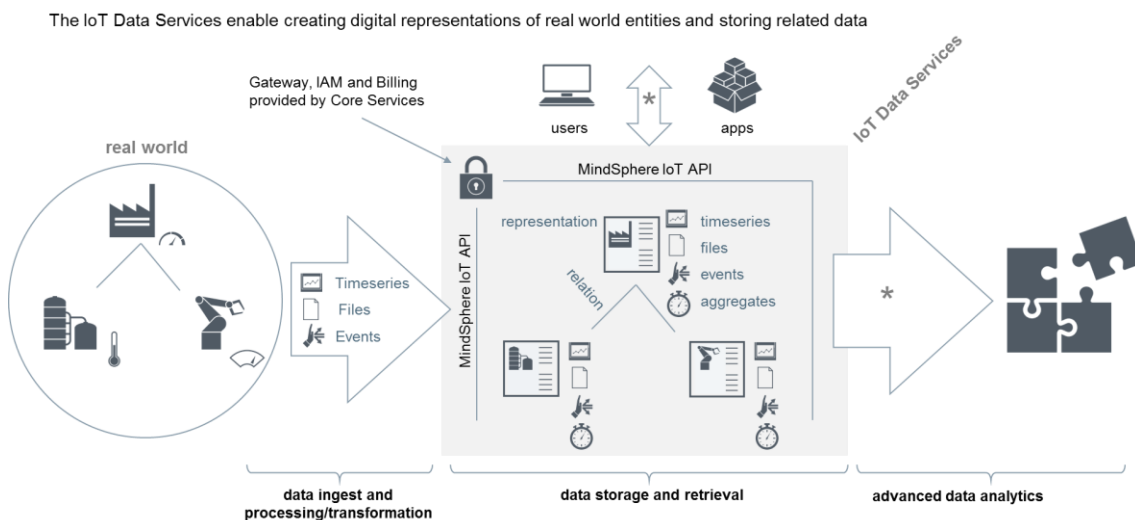
Kuva 18. Vikataajuuksiin liittyvien spektriin arvojen seuranta varten luotu toimilohkokaavio

10 Datan jatkokäsittely Mindspheressä

Kun asiakkaan laitteistosta kerätty data halutaan liittää pilvipalvelu Mindsphereen, asiakkaalle luodaan Mindsphere tenant, tili, johon tieto siirretään. Kaikki tähän tiliin liitetty data on tilin omistajan omaisuutta. Siemens tarjoaa Mindsphereen kolmea eri tilityyppiä, jotka ovat:

- käyttäjätili, joka mahdollistaa laitteiden liittämisen ja niiden tietojen tallennuksen ja visualisoinnin sekä halutessa kaupallisten lisäsovellusten appsien oston
- kehittäjätili, jossa sovelluskehittäjät voivat testata ja luoda sovelluksia
- operaattoritili, jonka haltijat voivat julkaista kaupallisia sovelluksia Mindsphere Storessa

Kun tenant on luotu, asiakas saa tililleen tunnuksen ja salasanan. Sisäänkirjautumisen jälkeen Mindspheren etusivulta löytyvät käytettävissä olevat toiminnallisuudet. Osa toiminnallisuuksista on vakioita ja perushintaan kuuluvia, osa on asiakkaan tarpeisiin valittuja lisähintaisia toiminnallisuuksia, kuten erilaiset sovellukset, appsit. [8.] Kuvass 19 näkyy tiedonkäsittelyn periaatteet Mindspheressä



Kuva 19. Kuvankaappaus: tiedon käsittely Mindspheressä (lähde: <https://developer.mindsphere.io>)

Datan käsittelyä ja analysointia varten lähetetyt tiedot liitetään haluttuihin asetteihin ja aspekteihin, jotka on luotu Asset Managerissa. Assetit ovat Mindspheressä teollisuusprosessiyksikön digitaalisia vastineita kuten esimerkiksi koneita tai yksittäisiä komponentteja ja aspektit ovat näihin asetteihin liittyvää dataa, joka kuvaa kyseistä teollisuusprosessia.

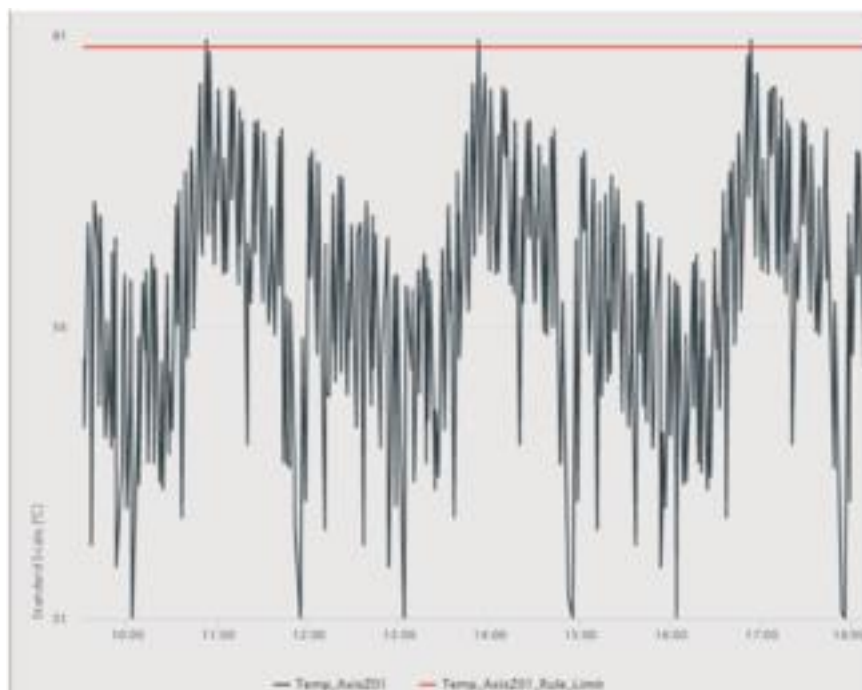
Mindspheren toinen keskeinen toiminnallisuus löytyy Fleet Managerista, jossa kerättyä dataa voidaan hallita, visualisoida ja yhdistää analysointia varten. Fleet Manager mahdollistaa mm. ympäri maailmaa hajautettujen asettien tietojen hallinnan.

Fleet Managerissa voidaan myös luoda erilaisia hakuja tietokannoista sekä sääntöjä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi erilaisten hälytysten tai muiden tapahtumien luonnin. Esimerkiksi tässä insinööriyössä käsitelty paperikoneen tiedonkeräysjärjestelmästä kerätty data voidaan visualisoida aikasarjoina ja niihin voidaan lisäksi luoda tapahtumia (Events) huollon tarpeisiin esimerkiksi silloin kun jokin parametri ylittää määritellyn kriittisen arvon, esimerkiksi kun lämpötila tai värinä kasvaa liikaa. Tällöin operaattorien tai huoltohenkilökunnan on helppo havaita, että jokin komponentti sähkökäytössä vaatii huoltoa ja pitää korjata. Mindspheressä tapahtumat on jaoteltu kuvan 20 mukaisiin vakavuusluokkiin.

Priority symbol	Description
	Error
	Warning
	Information

Kuva 20. Kuvankaappaus: Mindspheren aikasarjan tapahtumien vakavuusluokat (lähde: <https://documentation.mindsphere.io>)

Säännöt, jotka luovat aikasarjalle tapahtumia (esim. raja-arvon ylitykset) automaattisesti luodaan Fleet Managerin lisäosassa Rules. Kuvassa 21 raja-arvo näkyy punaisena. Tämän raja-arvon ylitys siis luo aikasarjalle tapahtuman, jonka vakavuusluokka voidaan määrittellä. Mindsphere mahdollistaa myös ilmoitusten ja toimintaohjeiden lähettämisen esimerkiksi sähköpostilla tai tekstiviestinä.



Kuva 21. Kuvankaappaus: raja-arvojen luonti Mindsphereen (lähde: <https://documentation.mindsphere.io>)

Säännöt, jotka luovat aikasarjalle tapahtumia (esim. raja-arvon ylitykset) automaattisesti luodaan Fleet Managerin lisäosassa Rules. Kuvassa 21 raja-arvo näkyy punaisena. Tämän raja-arvon ylitys siis luo aikasarjalle tapahtuman, jonka vakavuusluokka voidaan määritellä. Mindsphere mahdollistaa myös ilmoitusten ja toimintaohjeiden lähettämisen esimerkiksi sähköpostilla tai tekstiviestinä. [7.]

Mindsphereen voi myös luoda oman app:in, mikäli halutaan käyttää näitä edellä kuvattuja perustoimintoja edistyneempää analytiikkaa. Mindsphere tarjoaa useita valmiita ohjelmointirajapintoja (API) ja palveluja appien kehittäjien käyttöön. Ennakoivan huollon näkökulmasta hyödyllisiä palveluita ovat mm. poikkeaman havainnointipalvelu sekä trendin ennustus palvelu.

Poikkeaman havainnointipalvelu (Anomaly Detection Service) pyrkii havaitsemaan odottamatonta käyttäytymistä prosessissa perustuen aikasarjadataan. Palvelu ilmoittaa käyttäjälle aina kun jokin asetti toimii poikkeavasti. Tämä palvelu mahdollistaa seuraavien aplikaatioiden käytön: prosessin- ja kunnonvalvonta, aikaisen varoituksen toiminto sekä vikatilojen havainnointi. Palvelu perustuu tiheyspohjaiseen klusterointiin (DBSCAN).

Tässä mallioppimiseen perustuvassa lähestymistavassa historiatietojen perusteella luodaan klustereita, joihin uutta parametrin arvoa verrataan. Mikäli arvo sijaitsee kaukana tällaisesta klusterista, se tulkitaan poikkeavaksi.

Trendin ennustuspalvelussa (Trend Prediction Service) parametrin aikasarjan tulevia arvoja ennustetaan perustuen lineaariseen ja nonlineaariseen regressioon. Tämä palvelu mahdollistaa seuraavien aplikaatioiden käytön: ennakoiva kunnonvalvonta, joka auttaa havaitsemaan komponentin vikaantumisen lähitulevaisuudessa, prosessin monitorointi, jossa pystytään ennustamaan jäljellä oleva aika ennen prosessin vikatilaa sekä kausittaisuuden ja trendin poiston datasta jatkoanalysointia varten. [8.]

11 Tulevaisuudennäkymät

Siirtymisen älykkäämpään teollisuustuotantoon voidaan nähdä etenevän kolmivaiheisesti: Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään kaikkien teollisuuslaitoksesta saatavien tietolähteiden määrä ja saatavuus (esimerkiksi anturit, ohjausjärjestelmät, tietokannat jne.). Tiedot pyritään sitten yhdistämään samaan järjestelmään, jossa niiden analysointi ja visualisointi on helpompaa. Pelkästään tällä tietojen yhdistelyllä ja jäsentelyllä saattaa olla positiiviset vaikutukset laitoksen kuluihin, terveys-, turvallisuus-, ja ympäristöasioihin. Haasteena tässä prosessissa on kuitenkin useiden laitetyyppien eri protokollat ja tietotyypit.

Toisessa vaiheessa tätä edellisessä vaiheessa yhdistettyä ja jäsenneiltyä tietoa voidaan jatkojalostaa simuloinnilla, mallintamisella ja analytiikalla. Näin saavutetaan läpinäkyvyyden lisäksi älykäs tietoa päätöksenteon tueksi, jolloin tuotannon joustavuus ja optimointi paranee.

Kolmannessa vaiheessa kumuloitunut älykäs tieto mahdollistaa uudet prosessin ja tuotteiden innovaatiot. [6.]

Nykyään tietokoneiden laskentatehon kasvaessa, yhä useammin käytetään erilaisia oppivia algoritmeja kuten neuroverkkoja, klusterointia ym. erilaisiin suurten tietomäärien käsittelyihin. Automaatioteollisuuden kannalta tämä koneoppiminen on merkittävä tekijä tulevaisuudessa esimerkiksi kunnonvalvonnassa sekä muissa tuottavuuden parantamiseen tähtäävissä toimissa.

12 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä pyrittiin tutkimaan digitalisaation mahdollisuuksia sähkökäyttäjien ennakoivaan kunnonvalvontaan. Osana tätä työtä testattiin ja kehitettiin tiedonkeräysjärjestelmän demoa, jossa CPU:lta luetaan paperikoneen prosessinohjausjärjestelmän dataa analytiikkaohjelma X-Toolsiin. Tavoitteena oli kehittää tälle datalle X-Toolsissa analytiikkaa ennakoivan kunnonvalvonnan tarpeisiin sekä lähettää käsitelty data pilvipalvelu Mindsphereen.

Tiedonkeräys CPU:n PCS7-ohjelmasta X-Toolsiin onnistui hyvin ja kyseistä toimintoa on tämän jälkeen jo käytetty oikeassa asiakasprojektissa.

Insinööriyötä tehdessä huomattiin digitalisaatioprosessin nopea kehitys ja jatkuvat monesti hieman keskeneräiset päivitykset aiheuttivatkin haasteita, joiden vuoksi tietoa ei saatu lähetettyä X-Toolsista Mindsphereen. Tavoitteena oli testata X-Toolsin päivityspaketin uutta ominaisuutta, jolla tieto voitaisiin tallentaa suoraan X-Toolsista Mindsphereen, mutta ominaisuus ei osoittautunut vielä toimivaksi. Lisähaastetta tähän toi Mindspheren uusi versiopäivitys.

Kunnonvalvonnan osalta prosessista saatavilla oleva data on sellaista, että se ei yksinään tarjoa kovin hyviä menetelmiä ennakoivan huollon tarpeisiin käyttöaikojen seurannan lisäksi. Käyttöaikojen perusteella voidaan paremmin suunnitella huollon tarve verrattuna nykyiseen tapaan huoltaa käytöt määräaikoina. Mikäli prosessidatan rinnalla kerätään kunnonvalvontatietoa esimerkiksi värinäantureilla, kerätyt tiedot voivat täydentää toisiaan ja antaa yhdessä paremman kuvan käyttöjen tilanteesta.

Trendien seurannan ja parametrien raja-arvojen antamien hälytysten perusteella voidaan kuitenkin nykyistä paremmin reagoida mahdollisiin vikaantumisen antamiin ennusmerkkeihin.

Tietoja kannattaa kerätä myös sen vuoksi, että analytiikka-algoritmit kehittyvät koko ajan ja nykyään monet niistä ovat oppivia järjestelmiä, jotka tarvitsevat historiadataa. Tällöin sitä on hyvä olla olemassa tulevaisuuden tarpeisiin.

Lähteet

- 1 Mikkonen, H., Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen, K., Lumme, V., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S. & Mäkeläinen, R. 2009. Promaint, kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki. KP- Media Oy.
- 2 http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/23_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf
- 3 Belahcen, A., Gyftakis, K.N., Martinez, J., Climente-Alarcon, V., Vaiman, T. Condition Monitoring of Electrical Machines and its Relation to Industrial Internet IEEE, 2015
- 4 www.siemens.fi
- 5 <https://www.tieto.fi/nakemyksia-ja-visioita/teollinen-internet-mika-se-on>
- 6 O'Donovan et al., An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities, Journal of Big Data, 16 November 2015
- 7 <https://documentation.mindsphere.io>
- 8 <https://developer.mindsphere.io>
- 9 CMS X-Tools User Manual
- 10 Mindsphere White Paper
- 11 X-Tools-koulutuksen materiaali (Siemensin sisäiset tietokannat)